

HEC-HMS

KULLANIM KILAVUZU

HİDROLOJİK MODELLEME SİSTEMİ ve ÖRNEK UYGULAMA

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Haziran 2026

KAYSERİ

AİLEME

HEC-HMS

KULLANIM KILAVUZU

HİDROLOJİK MODELLEME SİSTEMİ ve ÖRNEK UYGULAMA



Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Haziran 2026

KAYSERİ

ÖNSÖZ

Su, yeryüzündeki tüm canlı sistemlerin temel dayanağı ve medeniyetlerin kuruluş zeminidir. Tarih boyunca kentler nehir kıyılarında kurulmuş, tarım su kaynakları etrafında şekillenmiş, ekonomiler su potansiyeline göre biçimlenmiştir. Ancak yirmi birinci yüzyılda su; iklim değişikliği, hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme ve artan endüstriyel talep nedeniyle giderek kırılganlaşan bir kaynak hâline gelmektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü ve Birleşmiş Milletler başta olmak üzere pek çok uluslararası kuruluş, yakın gelecekte su kıtlığının küresel ölçekte en kritik çevresel ve insani krizlerden birine dönüşeceğini öngörmektedir.

Bu tablonun ortaya koyduğu gerçek şudur: Suyu doğru yönetmek artık bir tercih değil, zorunluluktur. Su kaynaklarının sürdürülebilir biçimde planlanması, taşkınların can ve mal kayıplarına yol açmadan önlenmesi, suyun kalitesinin korunması ve kıt kaynakların adil dağıtılması; mühendislik biliminin en temel sorumluluk alanlarını oluşturmaktadır. İnşaat, çevre ve meteoroloji mühendisliğinin kesiştiği bu noktada, sağlam bir hidrolojik modelleme altyapısı olmadan güvenilir ve sürdürülebilir çözümler üretmek mümkün değildir.

Hidroloji mühendisliğinin en kapsamlı ve yaygın araçlarından biri olan HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System), ABD Ordu Mühendisleri Birliği (US Army Corps of Engineers) tarafından geliştirilmiş açık kaynaklı bir havza hidrolojisi modelidir. Yazılımın temel amacı; bir havzaya düşen yağışın akışa dönüşüm süreçlerini matematiksel olarak modellemek, taşkın hidrografları oluşturmak ve bu bilgileri su kaynakları planlaması ile yönetimine aktarmaktır. Program bu doğrultuda yağış-akış dönüşümü, kayıp hesapları, taban akışı analizi, kanal akışı yönlendirmesi ve rezervuar işletimi gibi birbirine bağlı hidrolojik süreçleri tek bir entegre ortamda çözüme kavuşturmaktadır.

HEC-HMS'in uygulama alanları son derece geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Taşkın tahmin ve erken uyarı sistemleri, baraj ve gölet tasarımı, drenaj sistemleri planlaması, kentsel yağmursuyu yönetimi, su kaynakları master planları, sulama ve tarımsal havza analizleri ile iklim değişikliğinin hidrolojik etkilerinin değerlendirilmesi bu alanların başında gelmektedir. Küçük bir kentsel dere havzasından binlerce kilometrekarelik büyük nehir havzalarına kadar farklı ölçeklerde uygulanabilmesi, programı uluslararası arenada standart bir mühendislik aracı konumuna taşımıştır. Nitekim dünya genelinde devlet kurumları, araştırma üniversiteleri ve özel mühendislik firmaları tarafından on yılı aşkın bir süredir referans yazılım olarak kullanılmaktadır.

Ülkemiz coğrafyası; değişken iklim koşulları, dağlık arazi yapısı ve düzensiz yağış rejimiyle birlikte taşkın, kuraklık ve su kıtlığı gibi hidrolojik risklere karşı son derece hassas bir konumdadır. Son yıllarda yaşanan şiddetli taşkın olayları ve uzun süreli kuraklık dönemleri, havza yönetiminde bilimsel modelleme araçlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle HEC-HMS'in doğru ve etkin biçimde uygulanması, Türkiye'deki su kaynakları projelerinin güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak programın kullanım kılavuzunun İngilizce olması, ülkemizdeki kullanıcılar için ciddi bir engel oluşturmaktadır. Bu ihtiyaçtan hareketle, HEC-HMS Kullanım Kılavuzu'nun tamamı yapay zekâ destekli (claude.ai) Türkçeye

kazandırılmış; kavramların pekiştirilmesi amacıyla Türkiye'den seçilmiş bir havzayı kapsayan özgün bir örnek uygulama da kitaba eklenmiştir.

Kitabın uygulama bölümünde, Kayseri Sarımsaklı havzası, örnek alan olarak seçilmiş; gerçek meteorolojik ve topografik veriler kullanılarak adım adım bir HEC-HMS modeli kurulmuş ve sonuçlar ayrıntılı biçimde irdelenmiştir. Bu yaklaşım, okuyucunun teorik bilgiyi somut bir Türkiye örneği üzerinden sınamasına, karşılaşabileceği veri ve modelleme güçlüklerini önceden görmesine ve kazandığı yetkinliği mesleki pratiğe doğrudan aktarmasına olanak tanımaktadır.

Bu kitap, daha önce yayımlanan *HEC-RAS Mapper ile Akarsuların 1D/2D Modellenmesi ve Uygulamalar* adlı çalışmanın tamamlayıcısı ve kaynağı niteliğindedir. Taşkın alanlarının coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması ve hidrolik modelleme süreçlerine odaklanan söz konusu kitap, HEC araçlarının saha projelerinde nasıl bir araya getirilebileceğini göstermektedir. Bu çalışma ise havza hidrolojisi boyutunu ele alarak HEC tabanlı modelleme zincirini tamamlamaktadır. İki kitabın birlikte kullanılmasıyla, yağışın havzaya düşmesinden taşkın haritasının üretilmesine uzanan tüm süreç eksiksiz biçimde kavranabilecektir.

Kitap; su kaynakları, hidrolik ve ulaşım projelerinde çalışan inşaat mühendisleri, havza yönetimi ve iklim analizleriyle ilgilenen meteoroloji mühendisleri ile çevresel etki değerlendirmesi ve ekolojik havza çalışmaları yürüten çevre mühendislerine yönelik kapsamlı bir başvuru kaynağı olma hedefiyle hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra hidroloji, su kaynakları mühendisliği ve ilgili alanlarda lisans ve lisansüstü öğrenimini sürdüren öğrenciler de bu kitaptan doğrudan yararlanabilecektir. Yazılımla ilk kez tanışanlar kılavuzu baştan sona takip ederek temel yetkinliklerini kazanırken, belirli modülleri araştıranlar kitabı günlük mühendislik pratiğinde bir el kitabı olarak da kullanabileceklerdir. Söz konusu kitaplarımın ve diğer çalışmalarımın *pdf* formatındaki dosyalarına aşağıda verilen web adresimden serbest olarak ulaşılabilir.

Suyun giderek değerlenen ve kırılganlaşan bir kaynak olduğu günümüzde, onu doğru ölçmek, modellemek ve yönetmek insanlığa olan en önemli mühendislik borçlarımızdan biridir. Bu çalışmanın, HEC-HMS'in ülkemizde daha geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmasına katkı sağlamasını; başta öğrencilerimiz olmak üzere inşaat, meteoroloji ve çevre mühendisliği camiasına faydalı bir kaynak olmasını ve Türkiye'nin su kaynakları literatürüne mütevazı bir katkı sunmasını temenni ederim.

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Kayseri, Haziran 2026

E-Posta: mardicli@yahoo.com

mehmet.ardiclioglu@gmail.com

Web: www.mehmetardiclioglu.info

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 KAPSAM 1

1.2 TARİHÇE 1

1.3 KAPASİTE 2

1.4 KISITLAR 8

1.5 PROGRAMI YÜKLEME VE ÇALIŞTIRMA 9

BÖLÜM 2

GENEL BAKIŞ

2.1 PROGRAM EKRANI 11

2.2 GENEL DÜZENLEYİCİ 17

2.3 PROGRAM AYARLARI 23

2.4 VERİ KURALLARI 24

2.5 UYGULAMA ADIMLARI 27

BÖLÜM 3

PROJELER VE KONTROL ÖZELLİKLERİ

3.1 PROJE 40

3.2 KLASÖR VE DOSYALAR 45

3.3 KONTROL ÖZELLİKLERİ 49

3.4 HEC-1 DOSYALARINI YÜKLEME 55

3.5 HEC-RAS HDF DOSYALARINI YÜKLEME 57

BÖLÜM 4

PAYLAŞILAN BİLEŞEN VERİLERİ

4.1 ZAMANA BAĞLI VERİLER 61

4.2 EŞLEŞTİRİLMİŞ VERİLER 78

4.3 IZGARA VERİSİ 90

4.4 ARAZİ VERİSİ 102

BÖLÜM 5
HAVZA FİZİKSEL TANIMI
5.1 HAVZA MODELLERİ 111
5.2 HAVZA MODELİNİN ÖZELLİKLERİ 117
5.3 HAVZA MODEL HARİTASI 119
5.4 HİDROLOJİK ELAMANLAR 124
5.5 AKIM AĞI 133
5.5 BÖLGELER 139
5.6 HESAPLAMA NOKTALARI 149

BÖLÜM 6
COĞRAFİ BİLGİLER
6.1 GIS MENÜSÜ 158
6.2 HAVZA ÖZELLİKLERİ 178
6.3 PARAMETRE TAHMİNİ 180
6.4 KOORDİNAT REFERANS SİSTEMLERİ 183

BÖLÜM 7
ALT HAVZA ELEMANLARI
7.1 AYRIKLAŞTIRMA YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ 185
7.2 BİTKİ ÖRTÜSÜ YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ 191
7.3 KAR ERİMESİ YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ 195
7.4 YÜZEY YÖNTEMİ SEÇİMİ 217
7.5 KAYIP YÖNTEMİ SEÇİMİ 223
7.6 DÖNÜŞÜM YÖNTEMİNİN SEÇİMİ 247
7.7 BAZ DEBİ YÖNTEMİ SEÇİMİ 271

BÖLÜM 8
AKARSU BÖLÜMLERİ
8.1 AKARSU KESİMİ ÖTELEME YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ 279
8.2 KAYIP-KAZANÇ YÖNTEMİNİN SEÇİMİ 290

BÖLÜM 9
REZERVUAR ELEMANLARI
9.1 REZERVUAR ÖTELEME YÖNTEMİ SEÇİMİ 293
9.2 ÇIKIŞ EĞRİSİ ÖTELEMESİ 294
9.3 BELİRLİ SALIM ÖTELEMESİ 296

9.4 ÇIKIŞ YAPILARI ÖTELEMESİ 298
9.5 KURAL TABANLI İŞLETME YÖNTEMİ 317

BÖLÜM 10
KAYNAK, BİRLEŞİM NOKTASI, SAPTIRMA, TOPLANMA ELEMANLARI
10.1 KAYNAK 325
10.2 BİRLEŞİM ELEMANI 328
10.3 SAPTIRMA ELEMANI 328
10.4 SİSTEM ÇIKIŞ- TOPLANMA *N*OKTASI 335

BÖLÜM 11
METEOROLOJİK MODELİN TANIMLANMASI
11.1 METEOROLOJİK MODELLER 337
11.2 KISA DALGA GÜNEŞ RADYASYONU 348
11.3 UZUN DALGA RADYASYONU 358
11.4 YAĞIŞ (*Precipitation)* 366
11.5 SICAKLIK (*Temperature*) 395
11.6 RÜZGÂR HIZI (*Windspeed*) 402
11.7 BASINÇ (*Pressure*) 406
11.8 ÇİY NOKTASI (*Dew Point*) 410
11.9 EVAPOTRANSPİRASYON 419

BÖLÜM 12
HİDROLOJİK SİMÜLASON
12.1 SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI 431
12.2 SIMULATION RUN İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI 444
12.3 MEVCUT SİMULATİON SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ 448
12.4 DİĞER ÇALIŞTIRMALARIN SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ 454
12.5 MEKANSAL SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME 458

BÖLÜM 13
MODEL KALİBRASYONU VE OPTİMİZASYONU
13.1 OPTİMİZASYON DENEMELERİ 469
13.2 BİR DENEME İÇİN SONUÇLARI HESAPLAMA 486
13.3 MEVCUT DENEME İÇİN SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME 488
13.4 DİĞER DENEMELER İÇİN SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME 496

BÖLÜM 14

NEHİR AKIŞ HIZININ TAHMİN EDİLMESİ

14.1 AKIM TAHMİN ALTERNATİFLERİ 500
14.2 TAHMİN İÇİN PARAMETRELERİN AYARLANMASI 515
14.3 ALT HAVZA TABAN AKIŞININ BAŞLATILMASI 520
14.4 AKARSU KOL ÇIKIŞ BAŞLATILMASI 522
14.5 REZERVUAR HAVUZU BAŞLATMA VE SIFIRLAMA 523
14.6 HESAPLANAN AKIMIN GÖZLENEN AKIMLA BİRLEŞTİRİLMESİ 526
14.7 BİR ALTERNATİF İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI 527
14.8 MEVCUT ALTERNATİF İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ 530
14.9 DİĞER ALTERNATİFLER İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ 533
14.10 CWMS ALTERNATİFLERİ İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ 537
14.11 TAHMİN ALTERNATİFLERİ İÇİN MEKÂNSAL SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ 540

BÖLÜM 15

ALAN-YAĞIŞ DERİNLİĞİ AZALTMA

15.1 ALAN – YAĞIŞ DERİNLİK ANALİZLERİ 541
15.2 ANALİZ SONUÇLARININ HESAPLANMASI: ALAN–YAĞIŞ DERİNLİĞİ AZALTMA 549
15.3 MEVCUT ANALİZİN SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ 551
15.4 DİĞER ANALİZLERİN SONUÇLARINI GÖRÜNTÜLEME 555

BÖLÜM 16

FREKANS EGRİSİ OLUŞTURMA

16. 1 FREKANS ANALİZLERİ 559
16.2 FREKANS ANALİZİ SONUÇLARINI HESAPLAMA 563
16.3 FREKANS ANALİZİ SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ 565

BÖLÜM 17

MODEL BELİRSİZLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

17.1 BELİRSİZLİK ANALİZLERİ 569
17.2 BELİRSİZLİK ANALİZİ SONUÇLARININ HESAPLANMASI 586
17.3 BİR ANALİZ İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ 589

BÖLÜM 18

ÇOKLU MODEL SİMÜLASYONLARI

18.1 ÇOKLU MODEL ANALİZLERİ 594
18.2 BİR ÇOKLU ANALİZİ İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI 602

18.3 BİR ÇOKLU ANALİZ SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ 604

BÖLÜM 19

EROZYON ve SEDİMAN TAŞINIMI

19.1 HAVZA SEDİMAN ÖZELLİKLERİ 607

19.2 ALT HAVZA SEDİMANI 611

19.3 KANAL SEDİMENTİ 626

19.4 REZERVUAR SEDİMANI 635

19.5 KAYNAK SEDİMANI 639

19.6 KAVŞAK SEDİMANI 642

19.7 SİNK SEDİMANI 645

19.8 EROZYON VE SEDİMAN SONUÇLARINI GÖRÜNTÜLEME 645

UYGULAMA

Kayseri Sarımsaklı Deresi 650

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Hidrolojik Modelleme Sistemi (*Hydrologic Modeling System – HMS*), ağaçsı (*dendritik*) havza sistemlerindeki yağış-akış süreçlerini modellemek (simüle etmek) için tasarlanmıştır. Geniş bir coğrafi alanda ve mümkün olan çok çeşitli problemlerin çözümünde uygulanabilir şekilde geliştirilmiştir. Program, büyük nehir havzalarında su temini ve taşkın hidrolojisi ile küçük kentsel veya doğal havzalardaki akımı da modelleyebilmektedir. Program tarafından üretilen hidrograflar, su mevcudiyeti çalışmaları, kentsel drenaj, akım tahmini, gelecekteki kentleşmenin etkisi, baraj savak tasarımı, taşkın zararlarının azaltılması, taşkın alanı düzenlemesi ve sistem işletimi gibi çalışmalarda doğrudan veya başka yazılımlarla birlikte kullanılabilmektedir.

1.1 KAPSAM

Program, birçok farklı havzayı temsil edebilen genel bir modelleme sistemidir. Bir havza modeli, hidrolojik döngüyü parçalara ayırarak ve ilgilenilen havzanın etrafında sınırlar oluşturarak yönetilebilir Döngüdeki herhangi bir kütle veya enerji akımı, matematiksel bir model ile temsil edilebilir. Çoğu durumda, her akımı temsil etmek için birden fazla model seçeneği mevcuttur. Programda yer alan her matematiksel model, farklı çevreler ve koşullar için uygundur. Doğru seçimi yapmak, havza bilgisi, hidrolojik çalışmanın hedefleri ve mühendislik değerlendirmesi gerektirir.

Program, bir veritabanı, veri girişi araçları, hesaplama motoru ve sonuç raporlama araçlarını içeren tamamen entegre bir çalışma ortamına sahiptir. Grafiksel kullanıcı arayüzü (*GUI*), programın farklı bölümleri arasında sorunsuz geçiş yapılmasını sağlar. Programın işlevselliği ve görünümü, desteklenen tüm platformlarda aynıdır.

1.2 TARİHÇE

HEC-HMS Hidrolojik Modelleme Sistemi, nehir havzalarının fiziksel özelliklerini, üzerlerinde meydana gelen meteorolojiyi ve ortaya çıkan yüzey akışı tanımlamak üzere tasarlanmış bir programdır. Bu model, Kaliforniya, Davis'teki ABD Kara Kuvvetleri Mühendisler Birliği'nin Hidrolojik Mühendislik Merkezi tarafından geliştirilmiştir.

Program, 30 yılı aşkın hidrolojik simülasyon yazılım deneyimine sahiptir. HEC-1 (HEC, 1998), HEC-1F (HEC, 1989), PRECIP (HEC, 1989) ve HEC-IFH (HEC, 1992) programlarındaki birçok algoritma modernize edilerek yeni algoritmalarla birleştirilmiş ve kapsamlı bir simülasyon rutinleri kütüphanesi oluşturulmuştur. Programın

gelecekteki sürümlerinde, önceki yazılım algoritmaları modernize edilerek geliştirilmeye devam edileceği belirtilmektedir.

HEC hem simülasyon teknikleri hem de fiziksel süreçlerin temsil edilmesi açısından, hidrolojik simülasyon için ortaya çıkan ihtiyaçlara yönelik araştırmalara oldukça önem vermektedir. Gelecekteki ihtiyaçlar, uygulama projeleri yürütülerek, program kullanıcılarıyla görüşülerek ve akademik dergiler izlenerek belirlenmektedir. Ayrıca, program arayüzü sürekli geliştirilmektedir. Gelecek sürümlerde, kullanıcıların hesaplamaları daha esnek ve kolay bir şekilde yapabilmesini sağlayacak, yeni özellikler ekleme planları yapılmaktadır. Yeni görselleştirme özellikleri de geliştirilmekte olup, gelecekteki sürümlerde de devam edeceği bildirilmektedir.

1.3 KAPASİTE

Program, hidrolojik simülasyon yapmak için kapsamlı bir kapasiteye sahiptir. Hidroloji mühendisliğinde en yaygın kullanılan birçok yöntem, kullanım kolaylığı sağlanacak şekilde programa dahil edilmiştir. Program zor işleri üstlenir ve kullanıcıya, havza ortamını en iyi şekilde temsil edecek gücü vermektedir.

HMS, çok çeşitli coğrafi alanlarda ve olabildiğince geniş bir yelpazede kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Büyük nehir havzalarının su temini ve taşkın hidrolojisi ile küçük kentsel veya doğal havzalardaki akış süreçlerini ele alır. Program tarafından üretilen hidrograflar, tek başına veya diğer yazılımlarla birlikte farklı amaçlarla kullanılabilir. Bunlar; su mevcudiyeti çalışmaları, kentsel drenaj, akış tahmini, gelecekteki kentleşmenin etkisi, baraj taşkın boşaltma yapısı tasarımı, taşkın hasarını azaltma, taşkın alanı düzenlemesi ve sistem işletimi şeklinde sıralanabilir.

Havza Fiziksel Tanımı

Havzanın fiziksel temsili bir havza modeli ile gerçekleştirilir. Hidrolojik elemanlar, akış süreçlerini simüle etmek için *dentritik*-dallı bir ağ ile bağlanır. Mevcut elemanlar arasında alt havzalar (*Subbasin*), akarsu kolları (*Reach*), bağlantı noktaları (*Juntion*), rezervuarlar (*Reservoir*), sapma yapıları (*Diversion*), kaynaklar (*Source*) ve çökelim-toplanma noktaları (*Sink*) bulunur. Hesaplamalar, yukarı havza elemanlarından başlayarak aşağı yönlü ilerleyerek gerçekleştirilir.

Sızma kayıplarını (*infiltration losses*) simüle etmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Kayıpların modellenmesi için seçenekler şunlardır: *Initial Constant, SCS Curve Number, Exponential, Green-Ampt ve Smith-Parlange*. Sürekli simülasyon yöntemleri arasında şunlar bulunur: *One Laer Deficit Constant, Layered Green-Ampt ve Soil Moisture Accounting*. Üç katmanlı *Soil Moisture Accounting* (Toprak Nem Muhasebesi) yöntemi, karmaşık sızma (*infiltration*) ve buharlaşma-transpirasyon (*evapotranspiration*) ortamlarının sürekli modellenmesi için kullanılabilir. Izgara tabanlı (*Gridded*) yöntemler, *Deficit Constant, Green-Ampt, SCS Curve Number* ve *Soil Moisture Accounting* yöntemleri için uygundur. Gerekli olduğunda, üst örtü (*Canopy*) ve yüzey bileşenleri de (*Surface Compnents*) eklenerek yağışın bitki ve yüzey tarafından tutulma süreçleri dikkate alınabilir.

Aşırı yağışın (*excess precipitation*) yüzey akışına (*surface runoff*) dönüştürülmesi için sekiz yöntem bulunmaktadır. Birim hidrograf *(Unit Hydrograph)* yöntemleri arasında *Clark, Snyder* ve *SCS* teknikleri bulunur. Ayrıca, kullanıcı tarafından belirlenen *Unit Hydrograph* veya *S-graph Ordinates* da kullanılabilir. *Modified Clark* (*ModClark*) yöntemi, lineer ve yarı-dağıtılmış (*quasi-distributed)* bir birim hidrograf yöntemidir ve ızgara tabanlı meteorolojik veriler ile kullanılabilir. Çoklu yüzey ve kanallar ile *Kinematic Wave* yöntemi uygulaması da programda yer almaktadır. Programda, HEC-RAS'ta kullanılan aynı *2B* motorunu kullanan *2D Diffusion Wave Transform* seçeneği de mevcuttur.

Alt havza *(subbasin)* çıkışına olan taban akımı *(baseflow)* katkılarını temsil etmek için beş yöntem bulunmaktadır. *Recession* yöntemi, tek bir olaydan veya ardışık birden fazla olaydan elde edilen taban akımını üstel olarak azalan bir şekilde tanımlar. *Constant Monthly* yöntemi, yılın her ayı için sabit bir taban akımı belirtmeye olanak tanır. *Linear Reservoir* yöntemi, sızan yağışı (*infiltrated precipitation*) akarsuya yönlendirerek kütle korunumunu (*mass conservation*) sağlar. *Nonlinear Boussinesq* yöntemi, *Recession* yöntemine benzer bir tepki sağlar ancak parametreler havzanın ölçülebilir özelliklerinden tahmin edilebilir.

Açık kanallardaki akımın simülasyonu için dokuz farklı hidrolojik modelleme yöntemi, kullanılmaktadır. *Lag yöntemi*; akımda azalma (*attenuation*) olmadan öteleme ile modelleme. *Lag ve K yöntemi*; sabit veya değişken azalma ve ötelenme (*translation*) içeren yönlendirme, ile modellenme. Akım azalmasının basit yaklaşımları için geleneksel *Muskingum yöntemi*, *Straddle Stagger* yöntemi ile birlikte kullanılmaktadır. *Modified Puls yöntemi*, bir akarsu kesitini kademeli, seviyeli havuzlar dizisi olarak modelleyerek ve kullanıcı tarafından depolama-akış (*storage-discharge*) ilişkisi belirlenerek kullanılabilir. Trapez, dikdörtgen, üçgen veya dairesel kesitlere sahip kanallar, Kinematik Dalga (*Kinematic Wave*) yöntemi veya *Muskingum-Cunge* yöntemi ile modellenebilir. Taşkın alanlarına (*overbank areas*) sahip kanallar, *Muskingum-Cunge* yöntemi ile veya 8 noktalı kesit ya da kullanıcı tarafından tanımlanmış tablo verileri kullanılarak modellenebilir. Ayrıca, kanal kayıpları (*channel losses*) da öteleme (*routing*) sürecine dahil edilebilir. Sabit Kayıp *(Constant Loss*) yöntemi, herhangi bir öteleme (*routing*) yöntemine eklenebilirken, Perkolasyon *(Percolation)* yöntemi yalnızca *Modified Puls* veya M*uskingum-Cunge yöntemleri* ile kullanılabilir.

Su birikintileri de (*water impoundments*) modellenebilir. Göller (*lakes*) genellikle kullanıcı tarafından girilen depolama-akım (*storage-discharge*) ilişkisi ile tanımlanır. Barajlar (*reservoirs*), savak (*spillway*) ve çıkış (*outlet*) yapıları tanımlanarak simüle edilebilir. Pompalarda (*pumps*), gerektiğinde içsel taşkın alanlarını (*interior flood area*) simüle etmek için dahil edilebilir. Pompa kontrolü, toplanma havuzundaki **(***collection pond***)** su derinliğine ve isteğe bağlı olarak ana kanaldaki (*main channel*) su seviyesine (*stage*) bağlı olarak yapılabilir.

Yönlendirme yapıları da (*diversion structures*) modellenebilir. Mevcut yöntemler şunları içerir: Kullanıcı Tanımlı Fonksiyon (*User-specified Function*), Yanal Savak (*Lateral Weir*), Pompa İstasyonu (*Pump Station*), Gözlemlenmiş Yönlendirme Akışları (*Observed Diversion Flows*).

Meteoroloji

Meteorolojik veri analizi, Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) tarafından gerçekleştirilir ve şunları içerir: *Kısa Dalga Radyasyonu* (*Shortwave Radiation*), Uzun Dalga Radyasyonu *(Longwave Radiation*), Yağış (*Precipitation*), Sıcaklık (*Temperature*), Rüzgâr Hızı (*Windspeed*), Çiy Noktası (*Dewpoint*), Buharlaşma-Transpirasyon (*Evapo-transpiration*) ve Kar Erimesi (*Snowmelt*). Tüm bu bileşenlerin hepsi, her simülasyon için gerekli değildir. Basit olay (*simple event*) simülasyonları için yalnızca yağış (*Precipitation*) bilgisine ihtiyaç duyulur. Sürekli (*continuous*) simülasyonlar ek olarak diğer meteorolojik değişkenler ve buharlaşma-transpirasyon (*Evapo-transpiration*) bilgilerine ihtiyaç duyar. Genel olarak, kar erimesi (*Snowmelt*) yalnızca soğuk iklime sahip havzalarda çalışırken gereklidir.

Tarihi yağışın analiz edilmesi için dört farklı yöntem bulunmaktadır. Kullanıcı Tanımlı Hiyetograf yöntemi (*User-specified Hyetograph*), program dışında analiz edilmiş yağış verileri için kullanılır. *Gage Weights* yöntemi ise sınırsız sayıda kayıtlı ve kayıtsız yağış ölçümü (*gage*) kullanır. Thiessen yöntemi (*Thiessen technique*), ağırlıkları belirlemek için kullanılabilir. Ters Mesafe Yöntemi (*Inverse Distance method*), dinamik veri problemlerini (*dynamic data problems*) ele alır. Sınırsız sayıda kayıtlı ve kayıtsız yağış ölçümü (*gages*), eksik veri ile karşılaşıldığında otomatik olarak işlemeye devam etmek için kullanılabilir. Izgaralı Yağış Yöntemi (*Gridded Precipitation method*), uydu yağış verilerini veya diğer ızgaralı yağış veri kaynaklarını kullanır.

Sentetik-yapay yağış verisi oluşturmak için beş farklı yöntem bulunmaktadır. Frekans yağış (*Frequency Storm*) yöntemi, belirli bir aşılma olasılığı (*exceedance probability*) ile belirli süre ve yoğunlukta yağışlar üretmek için istatistiksel verileri kullanır. Standart Proje yağışı (*Standard Project Storm*) yöntemi, standart proje taşkını (*standard project flood*) tahmin edilirken yağış düzenlemelerini dikkate alır. Hipotetik Fırtına (*Hypothetical Storm*) yöntemi, tasarım analizi için temel yağış dağılımlarını *Natural Resources Conservation Service* (*NRCS*) kriterlerini kullanarak belirler. *HMR 52 Fırtınası* (*HMR 52 Storm*), *Hydrometeorologic Report 52* de tanımlandığı şekilde bir hipotetik-varsayımsal yağış oluşturur. Kullanıcı Tanımlı Hiyetogram (*User-specified Hyetograph*) yöntemi, program dışında yapılan analizden elde edilen sentetik hiyetograf ile kullanılabilir.

Potansiyel buharlaşma-transpirasyon (*Potential Evapo-transpiration*), aylık ortalama değerler kullanılarak hesaplanabilir. *Hargreaves* ve *Hamon* buharlaşma yöntemleri, sıcaklık (*temperature*) verisine ihtiyaç duyar. Ayrıca çeşitli atmosferik parametrelere ihtiyaç duyan, *Priestley-Taylor yöntemi* ve *Penman-Monteith yöntemi* de kullanılabilir. Her iki yöntemin ızgaralı (*gridded*) versiyonu mevcuttur; bu versiyonda gerekli parametreler olan sıcaklık (*temperature*), güneş radyasyonu (*solar radiation*) ve diğer atmosferik değişkenler, ızgara biçimde belirlenir. *Priestley-Taylor* buharlaşma-transpirasyon yöntemi, net radyasyon gerektirirken; *Penman-Monteith yöntemi*, kısa dalga (*shortwave*) ve uzun dalga (*longwave*) radyasyonun ayrı ayrı tahminlerine ihtiyaç duyar. Kısa dalga radyasyonu (*Shortwave radiation*), iki yöntemle belirlenebilir: *Bristow-Campbell* yöntemi (*conceptual Bristow Campbell method*): Günlük maksimum ve minimum sıcaklık verilerini kullanır. Shapiro yöntemi (*Shapiro method*): üç atmosfer tabakasındaki bulut örtüsü bilgisine ihtiyaç duyar. Uzun dalga radyasyonu (*Longwave radiation*), şu yöntemlerle belirlenebilir: *Satterlund* yöntemi (*conceptual Satterlund method*), *Shapiro* yöntemine ek bir yöntem, aynı bulut örtüsü verilerini kullanır, Kullanıcı Tanımlı Yöntem (*User-specified method*), program dışında yapılan analizlerden elde edilen verilerle kullanılabilir.

Kar erimesi (*Snowmelt*), kar örtüsünün birikimi ve erimesinin izlenmesi için modele dahil edilebilir. Bir Sıcaklık İndeksi (*Temperature Index*) yöntemi, mevcut atmosferik koşullar ve kar örtüsündeki geçmiş koşullara dayanarak erime hızını dinamik olarak hesaplayabilir; bu da karın olgunlaşma (r*ipening*) sürecinin daha doğru temsil edilmesini sağlar. Soğuk İçerik (*Cold Content*) kavramı, yağışla kar örtüsüne giren sıvı suyun soğuk kar tabakası tarafından donma yeteneğini dikkate almak için dahil edilmiştir. Bir alt havza (*subbasin*), Yükselti Bantları (*Elevation Bands*) veya Izgara Hücreleri (*Grid Cells*) ile temsil edilebilir.

Hidrolojik Simülasyon-Modelleme

Bir simülasyonun zaman aralığı (*time span*), Kontrol Spesifikasyonları (*Control Specifications*) ile yönetilir. Kontrol Spesifikasyonları şunları içerir:

- Başlangıç Tarihi ve Saati (*Starting Date and Time*)
- Bitiş Tarihi ve Saati (*Ending Date and Time*)
- Zaman Aralığı (*Time Interval*)

Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*), *Basin Model*, *Meteorolojik Model* ve *Kontrol Spesifikasyonları* birleştirilerek oluşturulur.

Çalıştırma seçenekleri şunları içerir:

- Yağış veya akış oranı,
- Belirli bir zamandaki tüm havza durum bilgisini kaydetme,
- Simülasyonu, daha önce kaydedilmiş durum bilgisinden başlatma.

Simülasyon sonuçları, Havza Haritası (*Basin Map*) üzerinden görüntülenebilir.

- Global ve eleman bazlı özet Tablolar (*Summary Tables*): Pik akış, toplam hacim ve diğer değişkenleri içerir.
- Elemanlar için Zaman Serisi Tablosu ve Grafiği mevcuttur.
- Birden fazla eleman ve birden fazla simülasyon çalışma sonuçları görüntülenebilir.
- Tüm grafikler ve tablolar yazdırılabilir.

Parametrelerin Tahmini

Optimizasyon Denemeleri (*Optimization Trials*) kullanılarak çok çeşitli otomatik parametre tahmini gerçekleştirilebilir:

- Amaç fonksiyonunun (*objective function*) minimize edilmesi, modelin simüle edilen ve gözlemlenen akış verilerine uyumunun (*goodness-of-fit*) artmasıyla sağlanır.

- Amaç fonksiyonunun (*objective function*) maksimize edilmesi, modelin simüle edilen ve gözlemlenen akış verilerine uyumunun (*goodness-of-fit*) artmasıyla sağlanır.
- Simüle edilen pik akış (*peak discharge*), akış hacmi (*discharge volume*) veya rezervuar su seviyesi (*reservoir pool elevation*) değerlerinin maksimize edilmesi.

Alt havza (*subbasin*) ve akarsu kolu (*reach*) elemanlarında kullanılan yöntemlerin çoğu için parametreler**,** Optimizasyon Denemeleri (*Optimization Trials*) ile otomatik olarak tahmin edilebilir. **Optimizasyona başlamadan önce, en az bir eleman için gözlemlenmiş akım (*observed discharge*) verisi mevcut olmalıdır**. Gözlemlenen akım noktasının yukarısındaki herhangi bir elemandaki parametreler de tahmin edilebilir.

Hesaplanan sonuçlar ile gözlemler arasındaki uyumu tahmin etmek için, minimizasyon veya maksimizasyon hedefleriyle kullanılabilecek çok sayıda farklı amaç fonksiyonu (*objective function*) mevcuttur. Amaç fonksiyonunu deterministik olarak optimize etmek için üç farklı arama yöntemi kullanılabilir. Ayrıca, arama yönteminin parametre alanını sınırlamak için kısıtlamalar uygulanabilir.

Gelecekteki Akımın Tahmin Edilmesi

Havza Modeli, gerçek zamanlı çalışma modunda gelecekteki akım tahminlerinin verimliliğini artırmak için tasarlanmış özellikler içermektedir. Benzer hidrolojik koşullar veya bölgesel özelliklere göre, alt havzalar veya akım yollarını birlikte gruplayan bölgeler oluşturulabilir. Bölgeler, kayıp oranı, dönüşüm, taban akımı ve akarsu kesit ötelemesi için ayrı ayrı atanabilir. Tahmin Alternatifi, havza modeli ve meteorolojik modeli kontrol parametreleri ile birlikte kullanarak, gelecekteki akımları tahmin eden bir simülasyon türüdür. Parametre değerleri bölgelere göre ayarlanabilir ve gözlemlenmiş akıma sahip elemanlarda harmanlama uygulanabilir.

Derinlik-Alan Etkilerinin Değerlendirilmesi

Aşılma olasılığına sahip sentetik fırtınalar-Yağışlar, akım–frekans eğrilerinin geliştirilmesi için kullanılabilir. Fırtınanın kapsadığı alan arttıkça, pik fırtına şiddetinin azaldığı bilinmektedir. Bu şiddet–alan ilişkisi, Derinlik–Alan Azaltma Eğrisi ile ifade edilir. Derinlik–Alan Analizi, büyük havzalarda akış–frekans eğrilerini geliştirmek için pratik bir yöntem sağlar; bu durumda, fırtına alanı her analiz noktasında drenaj alanıyla eşleşmelidir**.** Bu yöntem, Frekans Fırtınası yağış yöntemini kullanan meteorolojik modeller ile çalışır. Bir analiz noktaları listesi seçilebilir ve fırtına alanı**,** her analiz noktasındaki akışı hesaplamak için otomatik olarak ayarlanır**.**

Frekans Eğrilerinin Oluşturulması

HEC-HMS deki Frekans Analizi hesaplama seçeneği, mevcut Derinlik–Alan Analizi çerçevesine benzer bir yapıya sahiptir, ancak farklı bir nihai amacı vardır. Frekans Analizi hesaplama seçeneği, havza içindeki birden fazla noktayı tek bir frekansta analiz etmek yerine, kullanıcının tek bir noktayı farklı frekanslar aralıklarında analiz etmeyi sağlar. Bir frekans analizi, her biri kendi yıllık aşım olasılığına, meteorolojik modeline ve havza modeline

sahip bir veya birden çok ordinat tanımlayabilir. Mevcut durumda analiz, ilgili noktada akış frekans eğrisi veya su seviyesi frekans eğrisi oluşturmak için kullanılabilir.

Belirsizliğin Değerlendirilmesi

Belirsizlik, bilgi eksikliği ve doğal değişkenlerin, hidroloji simülasyonun doğru bir şekilde modellenmesinin zor olduğunu ifade eder. Hidrolojik döngünün belirli bir bileşeninin nasıl modellenmesi gerektiği konusunda bilgi eksikliği olabilir. Toprak özelliklerindeki doğal değişkenlik, bir infiltrasyon-sızma modelinin parametrelerini belirlemeyi zorlaştırabilir. Bu belirsizlikler, belirsizlik analizi kullanılarak nicel olarak tahmin edilebilir ve sayısal olarak değerlendirilebilir. Değerlendirilecek parametreler seçilebilir, olasılık dağılımları atanabilir ve ardından *Monte Carlo* simülasyonu gerçekleştirilerek, hidrograflar ve hacim veya pik akış gibi temel hidrolojik istatistikler için olasılıksal sonuçlar üretilebilir.

Sediment

Havza modelindeki isteğe bağlı bileşenler, sediment analizi kapsamında kullanılabilir. Yüzey erozyonu, alt havza elemanlarında aşağıdaki yöntemlerle hesaplanabilir:

- *MUSLE* yöntemi**:** Kırsal alanlar için
- *Build-up/Wash-off* yöntemi**:** Kentsel alanlar için
- Farklı moloz verimi yöntemleri

Moloz verimi yöntemleri şunlardır:

- *LA Debris Method EQ1*
- *Multi-Sequence Debris Prediction Method (MSDPM*)
- *USGS Long-Term Debris Model*

Akarsu kesitlerinde kanal erozyonu, çökeltim ve taşınım eklenebilirken, rezervuar elemanlarında sedimentin çökmesi dahil edilebilir.

GIS Bağlantısı

Programın gücü ve hızı, yüzlerce hidrolik unsur içeren su havzalarını temsil etmeyi mümkün kılmaktadır. Geleneksel olarak, bu öğeler topoğrafya haritası incelenerek ve drenaj sınırları manuel olarak belirlenerek tanımlanır. Bu yöntem etkili olsa da, havza birçok öğe ile temsil edilecekse, aşırı zaman alıcıdır. Coğrafi Bilgi Sistemi (*CBS*), aynı görevi çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmek için yükseklik verilerini ve geometrik algoritmaları kullanabilir. *CBS* araçları doğrudan HEC-HMS içine entegre edilmiştir. Mevcut özellikler arasında, arazi verilerinden alt havzaları ve akarsu kollarını belirleme seçenekleri bulunmaktadır. Yazılıma eklenen ilave

CBS araçları, modelleyicilerin *CBS* veri kümelerinden fiziksel özellikleri hesaplamasına ve model parametrelerini tahmin etmesine olanak tanır. Simülasyon sonuçları, coğrafi referanslı bir Havza Modeli üzerinde görüntülenebilir.

1.4 KISITLAR

Her simülasyon sisteminin, yazılımın tasarım ve geliştirilmesi sırasında yapılan tercihlerden kaynaklanan sınırlamaları vardır. Bu programda ortaya çıkan sınırlamalar, tasarımın iki yönünden kaynaklanmaktadır: Basitleştirilmiş Model Formülasyonu ve Basitleştirilmiş Akış Temsili. Model formülasyonunu basitleştirmek, programın simülasyonları çok hızlı bir şekilde tamamlamasını sağlarken doğru ve hassas sonuçlar üretmesine olanak tanır. Akış temsilini basitleştirmek, hesaplama sürecinin verimli kalmasına yardımcı olur ve HEC yazılım paketi içindeki yeteneklerin tekrarlanmasını azaltır.

Model Formülasyonu

Programa dahil edilen tüm matematiksel modeller deterministik-kesin niteliktedir. Yani, modellerin sınır koşulları, başlangıç koşulları ve parametrelerinin tam olarak bilindiği kabul edilir. Bir simülasyon her çalıştırıldığında, önceki tüm çalıştırmalarda elde edilen sonuçlarla tamamen aynı sonuç elde edilir. Deterministik modeller bazen, aynı sınır koşulları, başlangıç koşulları ve parametrelerin olasılıksal dağılımlarla temsil edildiği stokastik modellerle karşılaştırılır. Stokastik modellerle aynı olmamakla birlikte, belirsizlik analizi sayesinde, deterministik modeller *Monte Carlo* simülasyonu ile çalıştırıp olasılıksal sonuçlar elde edilebilmektedir.

Programa dahil edilen matematiksel modellerin çoğu sabit parametre değerleri kullanır; yani, zamanla değişmez oldukları varsayılır. Uzun zaman dilimleri boyunca, bir havzayı tanımlayan parametrelerin, havzada etkili olan insan veya diğer süreçlerin sonucu olarak değişmesi mümkündür. Bazı model parametreleri yıllık bir desen içinde değiştirilebilir veya belirli zaman noktalarında ayarlamalar yapılabilir. Uzun bir simülasyonu daha küçük bölümlere ayırma ve bölümler arasında parametreleri manuel olarak değiştirme konusunda sınırlı bazı imkanlar sunulmaktadır.

Arazi yüzeyini temsil eden temel matematiksel modeller yarı-bağlantılıdır. Fiziksel dünyada hem evapotranspirasyon miktarı hem de infiltrasyon miktarı, her ikisi de toprak suyu miktarına bağlıdır. Ancak, evapotranspirasyon topraktan suyu çekerken, infiltrasyon aynı anda toprağa su ekler. İdeal olarak, ilgili süreçlerin tüm denklemleri eşzamanlı olarak çözülmelidir. Yarı-bağlantı, her sürecin temsilini bağımsız olarak seçme esnekliğini korumak için kullanılır. İlk olarak, potansiyel evapotranspirasyon atmosfer koşullarına göre hesaplanır. İkinci olarak, yağış toprağın su miktarına eklenir. Üçüncü olarak, gerçek evapotranspirasyon topraktaki su içeriğine göre hesaplanır ve ardından toprağın su miktarından çıkarılır. Son olarak, bir kütle dengesi gerçekleştirilir ve kapasiteyi aşan toprak suyu yüzey akışı olarak arazi yüzeyine geri verilir. Yarı-bağlantı şemasından kaynaklanan kalan hatalar, uygun şekilde kısa bir simülasyon zaman aralığı kullanılarak en aza indirilebilir.

Akım Temsili

Havza Modeli tasarımı yalnızca *dendritik* akarsu ağlarına izin verir. *Dendritik ağ* en iyi, bir ağacı hayal ederek görselleştirebilir. Bir havzadaki ana nehre, kollarına ve kaynak sularına karşılık gelen ana ağaç gövdesi, dalları ve ince dallar vardır. **Önemli olan nokta, bir akarsuyun iki kola ayrılmamasıdır**. Havza modeli, her bir hidrolojik elemanın sadece bir aşağı akış bağlantısına sahip olmasına izin verir; bu nedenle bir elemandan çıkan akımı iki farklı aşağı akım elemanına bölmek mümkün değildir. *2B* dönüşüm seçeneği, modelleyicinin bir alt havza elemanının *2B* ızgarası içinde geri su, dallanma ve döngüsel akımı simüle etmesine olanak tanır. Yönlendirme (*diversion)* elemanı, bir akarsudan akımın bir kısmını alıp, şebekenin aşağısındaki farklı bir noktaya yönlendirme imkânı sağlar. Benzer şekilde, bir rezervuar elemanının ek bir çıkışı da olabilir. Ancak genel olarak, dallanan veya döngü yapan akarsu ağları bu programla simüle edilemez ve bu tür ağları temsil edebilecek ayrı bir hidrolik modele ihtiyaç vardır.

Simülasyonu hesaplama süreci, akarsu ağında geri su (*backwater*) oluşmasına izin vermez. Her zaman aralığında, hesaplama süreci membadaki alt havzalardan başlar ve ağ boyunca aşağı doğru ilerler. Süreç, her bir alt havzanın belirli zaman aralığı için çıkış suyunun hesaplanmasıyla başlar. Bu çıkış değerleri, aşağıdaki elemanlara aktarılır ve o elemanın giriş akımı (*inflow*) olarak kullanılır. Akış yönünde ilerledikçe, her eleman belirli bir zaman aralığı için yukarıdaki elemanlardan gelen giriş akımını alır ve kendi çıkış akımını hesaplar. Çıkış akışı yalnızca yukarıdan aşağıya aktarıldığı için, bir yukarıdaki eleman aşağıdaki akım koşullarını bilemez. Geri su etkisi, yalnızca bir akarsu elemanı içinde tamamen sınırlıysa, sınırlı bir şekilde temsil edilebilir. Ancak genel olarak, akarsu ağında geri su (*backwater*) oluşması durumunda ayrı bir hidrolik modele ihtiyaç duyulur.

1.5 PROGRAMI YÜKLEME VE ÇALIŞTIRMA

Bu bölüm, programı çalıştırmak için önerilen bilgisayar sistemi gereksinimlerini açıklamaktadır. Ayrıca, desteklenen üç işletim sistemi için kurulum prosedürleri de sunulmaktadır.

İşletim Sistemi Gereksinimleri

Program, Java programlama dili kullanılarak oluşturulmuştur. Java ile yazılan programlar neredeyse tüm işletim sistemlerinde çalışabilir. Program *Windows, Linux* ve *macOS* için geliştirilmiştir. Tüm işletim sistemlerinde görünümü ve işleyişi büyük ölçüde aynıdır. Program aşağıdaki işletim sistemlerinde kullanılabilir:

- Windows 10 64-bit veya daha yeni sürümler
- Modern Linux x64 dağıtımları
- macOS Mojave, Catalina ve Big Sur

Program, özellikle Windows 10 üzerinde kapsamlı şekilde test edilmiştir.

Kurulum

Programın kurulum paketleri, mevcut sürümün her zaman erişilebilir olduğu *Hydrologic Engineering Center* (*HEC*) web sitesinden temin edilebilir:

https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/downloads.aspx.

Programın eski sürümleri arşivlenmiş olup indirilebilir. Ancak, eski sürümler güncellenmemekte, hatalar ve sorunlar içermekte ve desteklenen işletim sistemlerinin güncel sürümleriyle doğru çalışmayabilir.

Microsoft Windows İşletim Sistemi

Windows Kurulum Programı

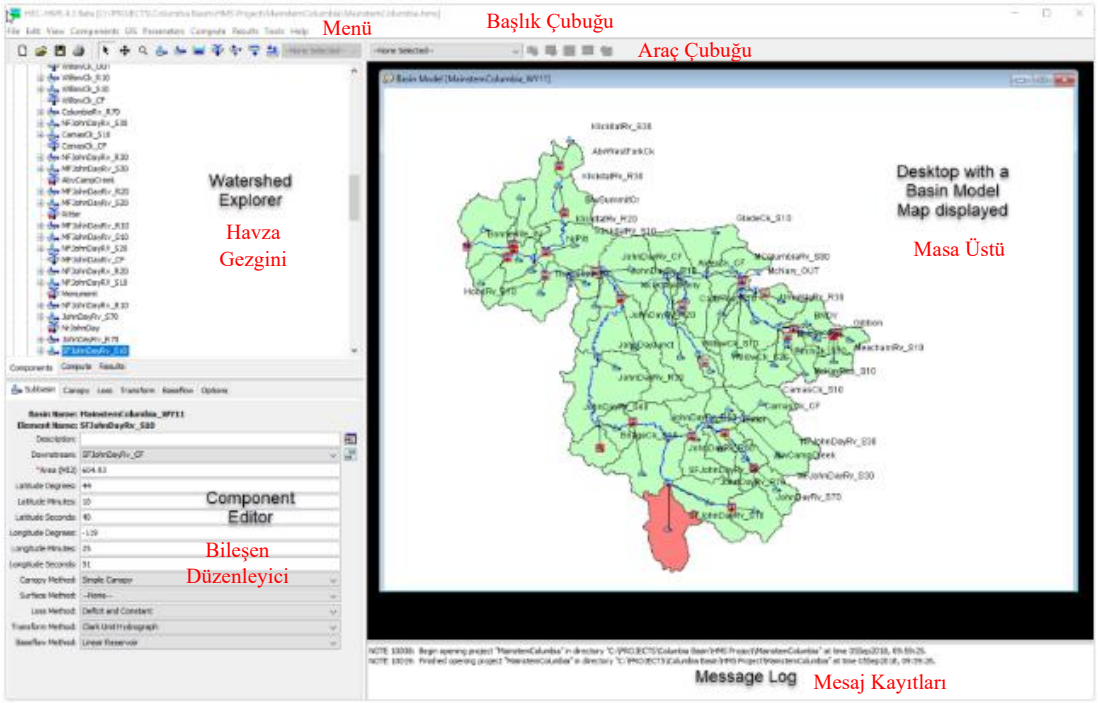
Kurulum programını çalıştırmak için bilgisayarda Yönetici (*Administrator*) yetkilerine sahip olmak gerekir. Yetkiler yalnızca kurulum sırasında gereklidir; kurulum tamamlandıktan sonra program Yönetici yetkisi olmadan sorunsuz çalışabilir. Yönetici yetkisi yoksa, kurulum programı tarafından bilgilendirilir ve kapanır. Kurulum programı, gerekli tüm dosyaları kopyalayacak ve işletim sisteminde ek yapılandırma değişiklikleri yapacaktır. Kurulum tamamlandıktan sonra bilgisayarı yeniden başlatılması gerekmez. Programı her zaman Denetim Masası (*Control Panel*) üzerinden kaldırılabilir. Gelecekteki sürümler kullanıma sunulduğunda, her sürüm bilgisayara ayrı ayrı kurulabilir.

BÖLÜM 2

GENEL BAKIŞ

2.1 PROGRAM EKRANI

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, bir program ekranı; *Başlık Çubuğu*, *Menü Düğmeleri*, *Araç Çubuğu* ve dört bölmeden oluşmaktadır. Bu bölmeler, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Su Havzası Gezgini (*Watershed Explorer*), Masaüstü (*Desktop*), Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) ve Mesaj Kayıtlarından (*Message Logs*) oluşmaktadır. Başlık Çubuğu, kullanılan programın sürümünü ve o anda açık olan projenin konumunu gösterir. Program ekranının diğer bölümleri ise bu bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.



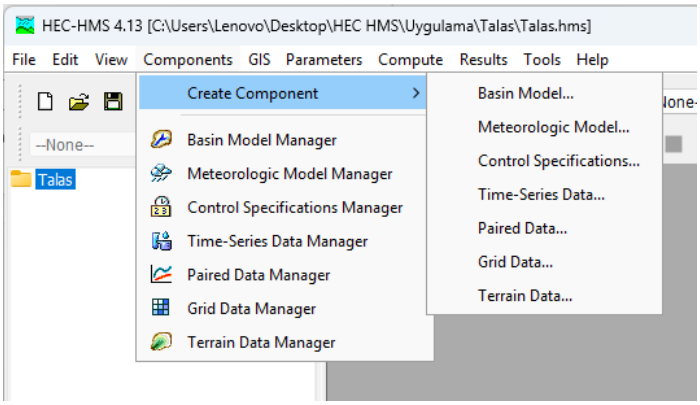
Şekil 2.1 HEC-HMS Ana Penceresi

Menü Düğmeleri, programın kullanımına yardımcı olacak çeşitli alt menüler içerir. Her menüde, ilgili komutların listesi bulunur. Örneğin, Parametreler *(Parameters)* menüsü, seçili Havza Modeli içindeki hidrolik elemanlar için gerekli parametreleri görüntülemek ve düzenlemek amacıyla küresel parametre tablolarını açmaya yarayan komutların listesini içerir. Bir menüdeki öğeler, programın o anda komutu yerine getiremeyecek durumda olması durumunda etkin değildir seçilemez.

Edit-Düzenleme menüsü; seçili havza modeli içindeki hidrolik elemanları düzenlemeye yönelik komutları içerir. Eğer herhangi bir Havza Modeli seçili değilse, bu menüdeki tüm komutlar etkin değildir.

View-Görünüm menüsü; havza haritası üzerinde çalışmaya yönelik komutların listesini içerir. Masaüstü (*Desktop*) bölmesinde herhangi bir havza modeli açık değilse, bu komutlar etkin değildir.

Components-Bileşenler menüsünden bileşen yöneticileri, açılır. Program bileşenleri; Havza Modeli (*Basin Model*), Meteorolojik Modeller (*Meteorologic Model*), Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*), Zaman Serisi Verileri (*Time-Series Data*), Eşleştirilmiş Veriler (*Paired Data*) ve Izgara (*Grid Data*), Arazi Verisi (*Terrain Data*) verilerini içerir.



Şekil 2.2 Bileşenler Menüsü

GIS-CBS menüsü; havza modelinin koordinat sistemini ayarlamaya, havza sınırlandırma işlemlerini gerçekleştirmeye ve Havza Modeli elemanlarını coğrafi olarak referanslamaya yönelik menü komutlarını içerir.

Parameters-Parametreler menüsü; küresel parametre düzenleyicilerini açmaya yarayan menü komutlarını içerir. Küresel parametre düzenleyicileri, aynı yöntemleri kullanan elemanlar için alt havza ve akım parametrelerini görüntülenmesine ve düzenlenmesine olanak sağlar.

Compute-Hesapla menüsü; Simülasyon Çalıştırmaları (*Simulation Runs*), Optimizasyon Denemeleri (*Optimization Trials*), Tahmin Alternatifleri (*Forecast Alternatives*), Derinlik–Alan Analizleri (*Depth-Area Analyses*) ve Belirsizlik Analizleri (*Uncertainty Analyses*) oluşturma, hesaplama ve yönetmeye yönelik komutların listesini içerir.

Results-Sonuçlar menüsü; bir havza modeli içindeki hidrolik elemanlara ait sonuçları görüntülemeye yönelik komutların listesini içerir. Sonuçlar menüsündeki komutların etkin olabilmesi için aşağıdaki üç koşulun sağlanması gerekir:

1. Bir simülasyonun çalışması (*Simulation Run*) için, Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*), Analiz veya Tahmin Alternatifi (*Forecast Alternative*) seçilmiş olmalıdır.
2. Bir veya birden fazla hidrolik eleman seçilmiş olmalıdır.

3. Simülasyona ait sonuçlar mevcut olmalıdır.

Bir simülasyonun sonuçları, simülasyon başarıyla tamamlandıktan sonra kullanılabilir. Bir parametre verisi değiştirildiğinde, simülasyonun yeniden hesaplanması gerekir. Program, sonuçların güncel olup olmadığını veya hâlâ geçerli olup olmadığını takip eder ve bu bilgiyi sonuç grafiklerinde ve tablolarında görüntüler.

Tools-Araçlar menüsü; özel komutların bir listesini sunar.

Help-Yardım menüsü; çevrimiçi yardım sistemine bağlantılar sağlar. Örnek projelere bu menüden ulaşılabilir.

Tools Bar-Araç Çubuğu**;** Menü Sistemi gibi, Araç Çubuğu da benzer kullanım amaçlarına sahip araçları gruplar. Bir aracın gerçekleştireceği işlem program tarafından yapılamıyorsa, araç etkin değildir.

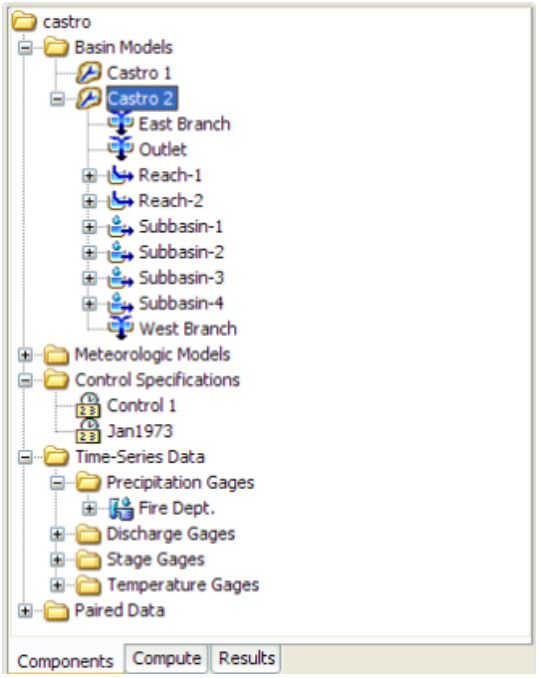
Tablo 2.1 Araç çubuğundaki araçların açıklaması

Araç	**İşlevi**
	Yeni bir proje oluştur
	Mevcut bir projeyi aç
	Mevcut projeyi kaydet
	Masaüstünde seçili öğeyi yazdır
	Havza haritasındaki hidrolojik elemanları seç
	Yakınlaştırma aracı
	Havza haritasına bir alt havza elemanı ekle
	Havza haritasına bir akım elemanı ekle
	Havza haritasına bir rezervuar elemanı ekle
	Havza haritasına bir birleşim elemanı ekle
	Havza haritasına bir yönlendirme elemanı ekle
	Havza haritasına bir kaynak elemanı ekle
	Havza haritasına bir alıcı elemanı ekle
	Havza haritasına bir kesme noktası elemanı ekle
	Şu anda seçili simülasyon çalışmasını hesapla
	Şu anda seçili Optimizasyon Denemesini hesapla
	Şu anda seçili Tahmin Alternatifini hesapla
	Şu anda seçili derinlik-alan analizini hesapla

	Şu anda seçili belirsizlik analizini hesapla
	Genel özet tablosunu aç
	Mevcut eleman seçimi için grafiği aç
	Mevcut eleman seçimi için özet tablosunu aç
	Mevcut eleman seçimi için zaman serisi tablosunu aç

Havza Gezgini-*Watershed Explorer*

Bir projedeki tüm bileşenlere ve simülasyonlara hızlı erişim sağlamak için geliştirilmiştir. Örneğin, kullanıcı menü komutları kullanmadan veya ek pencereler açmadan bir Havza Modelinden yağış ölçerine ve ardından Meteorolojik Model'e kolayca geçebilir. *Watershed Explorer* üç bölüme ayrılmıştır: Bileşenler (*Components*)**,** Hesaplama (*Compute*) ve Sonuçlar (*Results*)**.** Havzası Gezgininin bileşenler sekmesinin tipik bir görünümü aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



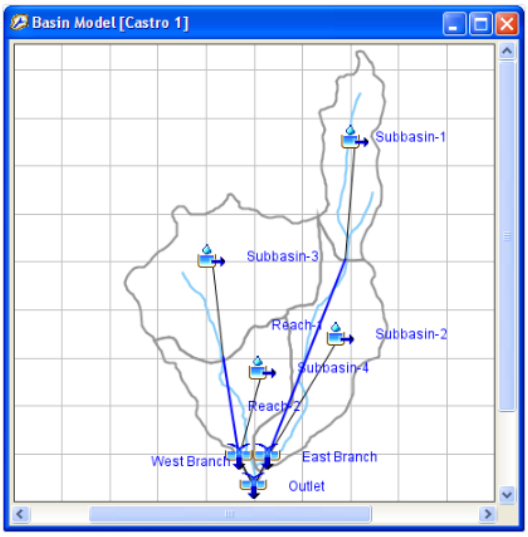
Şekil 2.3 Havzası Gezgini Bileşenler Sekmesi

Havza Modelleri *(Basin Models*), Meteorolojik Modeller (*Meteorologic Models*) vb. model bileşenlerinin hiyerarşik yapısı, Bileşenler-*Components* sekmesinden görüntülenebilir. Havza Gezgini, model bileşenlerini ayrı klasörler hâlinde düzenler. Bir projede tüm bileşenler bulunuyorsa, bileşenler sekmesi yedi ana klasör içerir: Arazi Verileri (*Terrain Data*), Havza Modelleri (*Basin Models*), Meteorolojik Modeller (*Meteorologic Models*), Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*), Zaman Serisi Verileri (*Time-Series Data*), Eşleştirilmiş Veriler (*Paired Data*)

ve Izgara Verileri (*Grid Data*). Ana klasördeki bir bileşen seçildiğinde, alt bileşenleri göstermek için daha da genişler. Bir havza modeli seçildiğinde, bu havza modeli içindeki tüm hidrolik elemanlar görüntülenir. Model bileşenlerinin ve alt bileşenlerin yanındaki artı/eksi işareti, havzası gezginini genişletmek veya daraltmak için kullanılabilir. Havza Gezgininin Hesapla (*Compute*) sekmesi, projedeki tüm Simülasyon Çalıştırmaları (*Simulation Runs*), Optimizasyon Denemeleri (*Optimization Trials*), Analizler (*Analyses*) ve Tahmin Alternatiflerini (*Forecast Alternatives*) içerir. Model sonuçlarına, Havza Gezgini'nin Sonuçlar (*Results*) sekmesinden erişilebilir.

Masa Üstü-*Desktop*

Masaüstünde Küresel Parametre Düzenleyiciler ve en önemlisi Havza Haritası da olmak üzere çeşitli pencereler bulunur. Grafikler, özet tablolar ve zaman serisi tablolarını içeren sonuç pencereleri, masaüstünde veya isteğe bağlı olarak masaüstü dışında açılabilir. Diğer pencereler masaüstü alanı dışına taşınamaz. Havza Haritası, bir Havza Modeli geliştirmek için kullanılır. Alt havza, akarsu kolu, rezervuar vb. hidrolojik elemanlar, araç çubuğundan eklenir ve çalışma alanı fiziksel drenaj ağını temsil edecek şekilde birbirine bağlanır. Havzayı görselleştirmeye yardımcı olmak için arka plan haritaları içe aktarılabilir. Aşağıdaki şekilde *Castro 1* Havza Haritası gösterilmektedir.

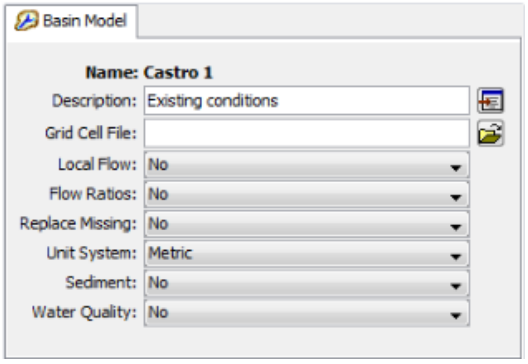


Şekil 2.4 *Castro 1* Adlı Bir Havza Modeline Ait Havza Haritasının Masaüstü Alanında Gösterimi

Bileşen düzenleyici-*Component Editor*

Havza Gezgininde bir bileşen veya alt bileşen ya da havza haritasında bir hidrolojik eleman etkinleştirildiğinde, ilgili Bileşen Düzenleyicisi-*Component Editor*, açılır. Model bileşenlerine ait veriler bileşen düzenleyicisinde girilir. Gerekli veriler kırmızı yıldız işareti ile gösterilir. Örneğin, bir alt havza elemanına ait kayıp parametre

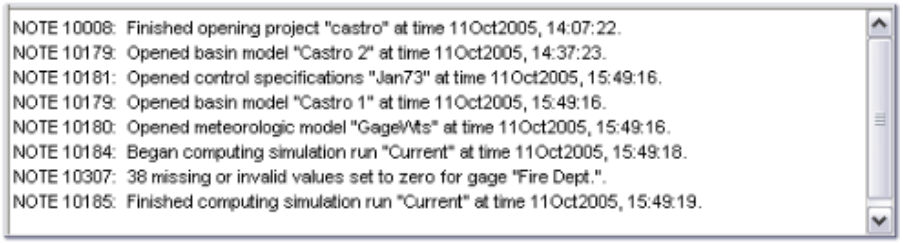
verileri, alt havza için bileşen düzenleyicisinde girilir. Aşağıdaki şekilde *Castro 1* Havza Modeli için Bileşen Düzenleyici gösterilmektedir.



Şekil 2.5 Bir Havza Modeli Bileşen Düzenleyicisi

Mesaj Kayıtları Günlüğü-*Message Log*

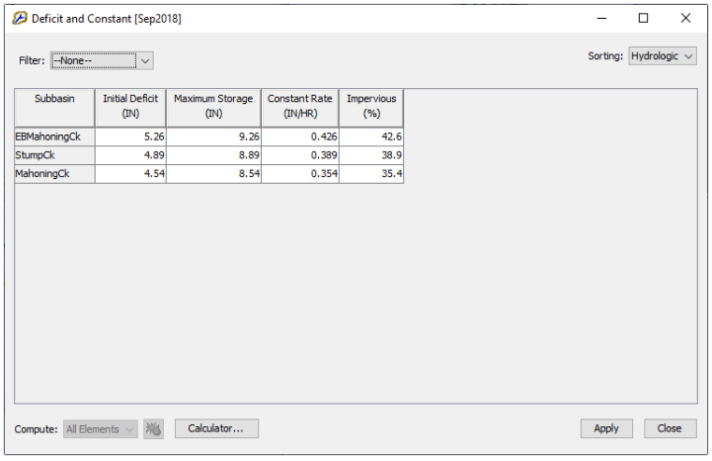
Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi Notlar, uyarılar ve hatalar, Mesaj Kayıtlarında gösterilir. Bu mesajlar, bir Simülasyon Çalıştırmasının neden başarısız olduğunu veya bir projenin açılması gibi istenen bir işlemin neden tamamlanmadığını belirlemek için faydalıdır.



Şekil 2.6 Simülasyon Çalışması Sırasında Oluşturulan Son Mesajları Gösteren Mesaj Kayıtları

2.2 GENEL DÜZENLEYİCİ

Genel Düzenleyiciler (*Global Editor*s), tek tek eleman Bileşen Düzenleyicilerini düzenlemek yerine tüm alt havzalar ve akarsu kolları için bilgileri hızlı bir şekilde düzenlemek için kullanılabilir. Havza Model parametreleri Parametreler menüsünden düzenlenebilir. Genel Düzenleyiciler, kullanıcının eleman parametre değerlerini tek tek veya toplu olarak düzenlenme imkân sağlar. Değerler, basit kopyala ve yapıştır işlevleri aracılığıyla tablo hâlindeki veri tablolarına aktarılabilir ve bu tablolardan alınabilir. Coğrafi referanslanmış modeller, fiziksel alt havza özelliklerine veya içe aktarılan ızgara verilerine dayalı olarak değerleri hesaplayabilir. Kullanıcı ayrıca verileri filtreleyebilir ve elemanları sıralayabilir.

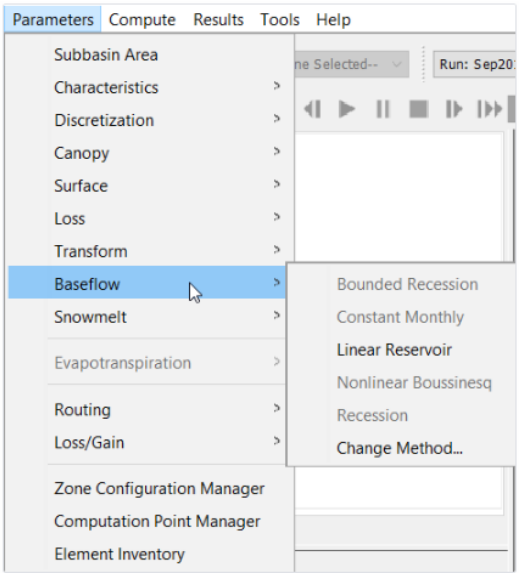


Şekil 2.7 Eksik ve Sabit Örnek Global Düzenleyici

Genel Düzenleyicinin Açılması

Düzenlenmek istenilen Havza Modeli *Watershed Explorer* | *Components* sekmesinden seçilir. *Parametreler* menüsü tıklanarak Parametre Türü seçilir. Düzenlenecek bir parametre seçildiğinde, o parametreyi hesaplamak için kullanılabilecek yöntemlerin bir listesi görüntülenir. Havza Modelinde kullanılan yöntem(ler) kalın metin ile ve kullanılmayan yöntemler gri renkte görüntülenir. Ayrıca Yöntemi Değiştir seçeneği ile, Havza Modeli elemanları için ya da yalnızca *Component* sekmesinden tek bir eleman için yöntem değiştirme imkânı sağlanır. Hem Alt Havza hem de Akarsu Kolunun parametreleri Genel Düzenleyici üzerinden düzenlenebilir.

Menü seçenekleri, seçili havza modelinin elemanlarını yansıtır. Örneğin, havza modelinde bir bağlantı elemanı seçilirse, tüm Kayıp yöntemi menü seçenekleri gri renkte görünecektir. Bir Kayıp Genel Düzenleyicisini açmaya çalışmadan önce bağlantı elemanı seçiminin kaldırılması gerekir.



Şekil 2.8 Parametreler Menü Seçeneğinden Global Düzenleyiciye Erişim

Alt Havza Parametreleri

- *Discretization*- Ayrıklaştırma
- *Canopy*- Örtü
- *Surface*-Yüzey
- *Loss*-Kayıp
- *Transform*-Dönüşüm
- *Baseflow*-Taban Akımı
- *Snowmelt*-Kar Erimesi
- *Evapotranspiration* Buharlaşma ve Terleme

Akarsu Kol Parametreleri

- *Routing*-Akım ötelenmesi-taşınımı
- *Los/Gain*-Kayıp-Kazanç

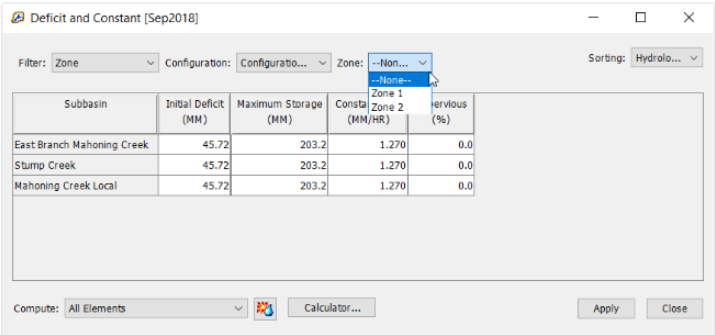
Elaman Listesinin Filtrelenmesi

Global Düzenleyici iletişim kutusunda, Filtre (*Filter*) menüsü, daha önce belirlenen Hesaplama Noktası veya bölge gruplamalarına göre elemanların görüntülenmesini sağlar. Filtre menüsüne tıklanır. Genel düzenleyici açılırken

hidrolojik elemanlar seçiliyse, *Başlangıç Seçimi (Initial Selection)*, *Hesaplama Noktası (Computation Point)*, *Bölge (Zone)* ve *Hiçbiri (None)* seçenekleri listelenecektir. Tüm elemanları göstermek ve mevcut filtreleri kaldırmak için *Hiçbiri (None)* seçeneği seçilir.

Filtre | Hesaplama Noktası (*Filter* | *Computation Point*) seçeneği seçilerek elemanlar hesaplama noktasına göre filtrelenir. İkinci bir açılır menü görünür ve içinde Hesaplama Noktaları (*Computation Points*) listesi yer alır. Sadece seçilen noktadan yukarıda bulunan akarsu kolu veya alt havza elemanlarını filtrelemek için istenen Hesaplama Noktası seçilir.

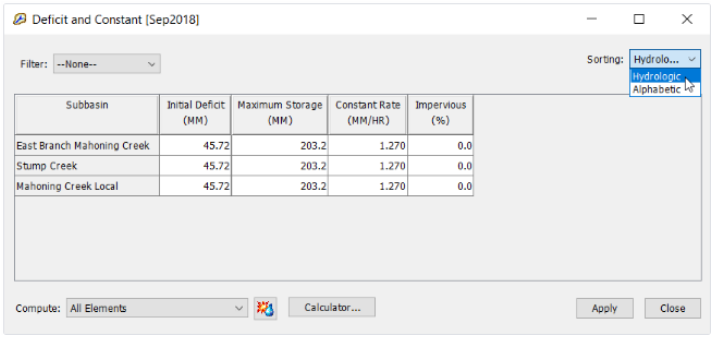
Filtre | Bölge (*Filter* | *Zone*) seçeneği seçilerek elemanlar bölgeye göre filtrelenir. İki ek menü görüntülenir. İlk açılır menü, Konfigürasyon (*Configuration*) seçeneklerini listeler. Konfigürasyon menüsünden istenen konfigürasyonu seçilir. İkinci menü, Bölge (*Zone*) seçeneklerini listeler. Sadece ilgili bölgeye atanmış elemanları filtrelemek için Bölge (*Zone*) açılır menüsünden istenen bölge seçilir.



Şekil 2.9 Global Düzenleyicide Elemanları Filtreleme

Eleman Listesini Sıralama

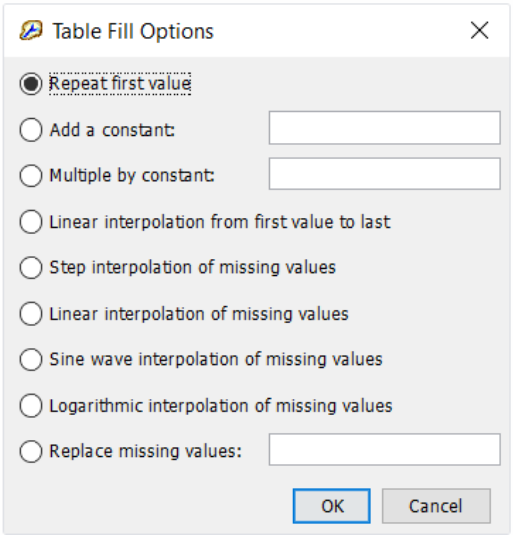
Genel Düzenleyici iletişim kutusunda, Sıralama (*Sorting*) açılır menüsü, elemanları Alfabetik (A'dan Z'ye) veya Hidrolojik olarak (yukarıdan aşağıya) sıralanmış şekilde görüntülenmesini sağlar. Hidrolojik sıralama, elemanın en aşağı noktaya olan yakınlığına göre belirlenir; HEC-HMS bu noktayı çıkış (*outlet*) olarak tanımlar. Havza veya akarsu kolu elemanlarını hidrolojik sıraya göre sıralamak için Sıralama (*Sorting*) açılır menüsünden Hidrolojik (*Hydrologic*) seçeneği seçilir. Havza veya akarsu kolu elemanlarını alfabetik sıraya göre sıralamak için Sıralama (*Sorting*) açılır menüsünden Alfabetik (*Alphabetic*) seçeneği seçilir.



Şekil 2.10 Genel Düzenleyicide Elemanlarının Sıralanması

Genel Düzenleyici Tablosunun Manuel Olarak Düzenlenmesi

Genel Editor tablosundaki veriler, kullanıcı tarafından tüm sütunlar ya da yalnızca seçilen satırlar için kopyalanıp yapıştırılabilir. Kopyalanmak istenilen veri hücreleri fareyle seçilip sürüklenir ve klavyeden *CTRL+V* ya da sağ tuş tıklanıp Yapıştır *(Paste)* seçeneği seçilir. HEC-HMS, seçilen hücreleri düzenlemek için bazı ek araçlara sahiptir. İlk satır seçili iken farenin sağ tuşu tıklanır ve Doldur *(Fill)* seçeneği seçilir. Ayrı bir pencerede açılan çeşitli seçenekler Tablo Doldurma Seçenekleri *(Table Fill Options)* iletişim kutusunda görünecektir. Kullanılmak istenilen doldurma seçeneğini belirlemek için radyo düğmeleri kullanılır. Tamam *(OK)* düğmesi tıklandığında, doldurma işlemi Genel Düzenleyici tablosunda seçili olan tüm hücrelere uygulanır. Güncellenen tüm veriler, uygulanana kadar mavi renkle vurgulanmış olarak görüntülenir.

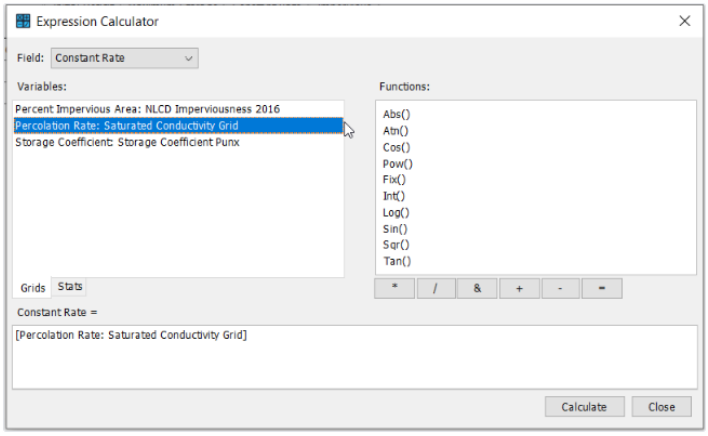


Şekil 2.11 Genel Düzenleyici Tablosunda Veri Düzenlerken Kullanılabilen Tablo Doldurma Seçenekleri

Hesap Makinesi

Genel Düzenleyici iletişim kutusu, bir Hesap Makinesi (*Calculator*) içerir. Hesap Makinesi, parametreleri fiziksel havza özelliklerinin değişkenlerine veya kullanıcı tarafından tanımlanan verilere bağlı hesaplama yapar. Hesap Makinesi düğmesi tıklandığında; İfade Hesaplayıcı *(Expression Calculator)* iletişim kutusu ayrı bir pencerede açılacaktır.

İfade Hesaplayıcı (*Expression Calculator*) iletişim kutusundaki Alan *(Field)* kutusu açılarak hesaplanmak istenilen parametre seçilir. Seçilen parametre, pencerenin üstünde matematiksel ifadenin sol tarafında <Seçilen Parametre> =İfade *(Expression)* şeklinde görünecektir. Değişkenler *(Variables)* penceresinde, kullanılabilecek mevcut değişkenlerin listesini görüntülenir. Değişkenler penceresinde iki sekme bulunmaktadır: Izgaralar *(Grids)* ve İstatistikler *(Stats)*. Izgaralar sekmesinde, kullanıcı tarafından tanımlanabilen ızgara verilerinin bir listesi bulunur. Hesap Makinesi, her alt havza sınırları içinde kalan ızgara hücreleri için mekânsal olarak ortalama bir değer kullanır. *İstatistikler* sekmesi, havzanın alt havza veya akarsu kolu elemanlarının fiziksel özelliklerine dayalı değişkenlerin bir listesini gösterir. Bir Izgara *(Grid)* veya İstatistik *(Stats)* değişkenini İfade *(Expression)* penceresine eklemek için çift üzerine çift tıklanır. Fonksiyonlar *(Functions)* penceresinde, ifadede kullanılabilecek *Visual Basic (VBA)* matematiksel fonksiyonların bir listesini görüntülenir. Fonksiyonlar penceresinin altında, çarpma (*), bölme (/), toplama (+), çıkarma (-) ve metin birleştirme (&) işlemleri için aritmetik operatör düğmelerinden oluşan bir satır bulunmaktadır.



Şekil 2.12 Genel Düzenleyiciden Yüklenen İfade Hesaplayıcı

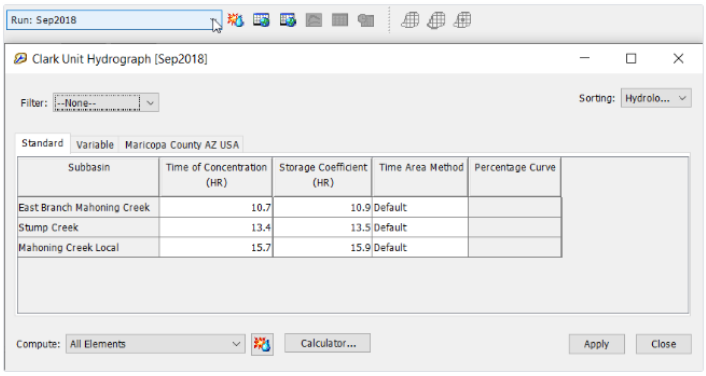
İfade tamamlandıktan sonra *Calculate-Hesapla* düğmesine tıklanır. Seçilen parametrenin değeri Genel Editör iletişim kutusunda güncellenecek ve mavi renkle vurgulanır. İfade Hesaplayıcı-*Expression Calculator* iletişim kutusunu kapatmak ve *Global Editor* iletişim kutusuna geri dönmek için Kapat-*Close* düğmesi tıklanır.

Düzenlemeleri Uygulama

Global Editor tablosunda manuel olarak güncellenen, İfade Hesaplayıcıda hesaplanan veya kopyalanan değerler mavi renkle vurgulanır. Bu, değerlerin model içinde kaydedilmediğini veya uygulanmadığını gösterir. Parametre değerlerindeki düzenlemeleri kaydetmek için *Uygula* düğmesi tıklanır; ardından parametre değerleri tabloda varsayılan siyah metin rengine geri dönecektir.

Global Editörden Hesaplama

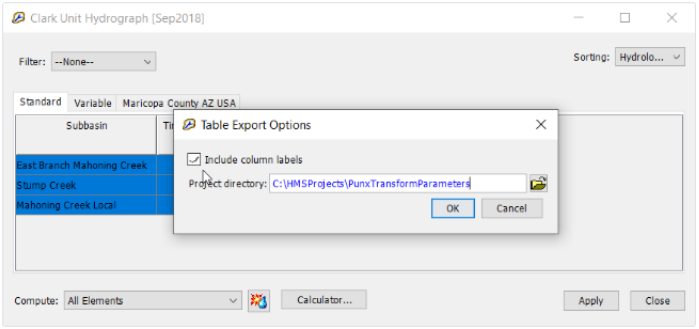
Simülasyon çalıştırmaları *Global Editor* iletişim penceresinden doğrudan hesaplanabilir. Mevcut Simülasyon Çalıştırma menüsünden istenilen Simülasyon Çalıştırması seçilir. Global Editor iletişim kutusunda Hesapla | Tüm Elemanlar seçeneği seçilir ve Hesapla düğmesi tıklanarak Tüm Havza Modeli ve ilişkili elemanlar için sonuçlar hesaplanır. Büyük ve karmaşık modellerde, modelin izole edilmiş bölümlerini hesaplamak faydalı olabilir. Hesaplanmak istenilen nokta Hesapla (*Calculator)* menüsünden seçilir. Bu hesaplama yaklaşımı, seçilen hesaplama noktasının membaındaki bölümlerde hiçbir işlem yapılmayacağı için zaman kazandırır**.** Hesaplama işleminin ilerleyişini gösteren bir pencere otomatik olarak açılır**.**



Şekil 2.13 Global Editörde Hesaplanacak Simülasyon Çalıştırmasının Seçimi

Global Editör Tablosundan Değerleri Dışa Aktarma

Dışa aktarılmak istenilen hücreleri seçmek için hücrelerin üzerine tıklanıp sürüklenir. Klavyede *CTRL+V* tuşlarına basılarak veya sağ tıklayıp Kopyala seçeneği seçilir. Bu hücreler panoya kopyalanır ve HEC-HMS programı dışındaki bir tabloya yapıştırılabilir. Global Parametre tablosu bir metin dosyası olarak da dışa aktarılabilir. Dışa aktarılmak istenilen hücre seçilip, sağ tıklayarak, Dışa Aktar seçeneği seçilir. Tablo başlıklarını dahil etmek için *Sütun etiketlerini dahil et* kutusu işaretlenir. Çıktı metin dosyası, varsayılan olarak *model dizinine* kaydedilir. Çıktı metin dosyasını farklı bir klasöre kaydetmek veya yeniden adlandırmak için *Tablo Dışa Aktarma Seçenekleri* bölümündeki Gözat düğmesi seçilir.



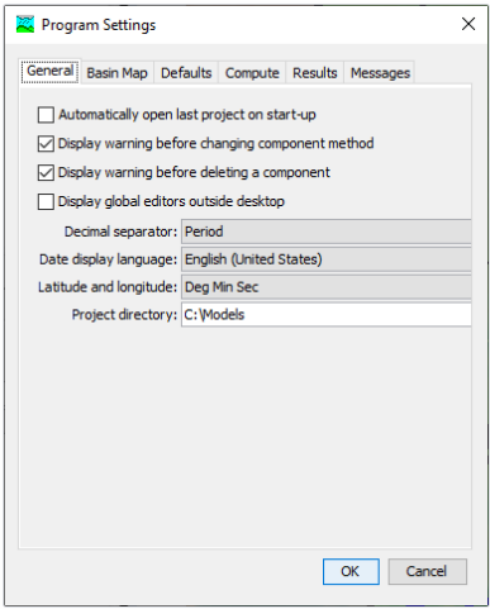
Şekil 2.14 Global Editör Tablosundan Değerleri Dışa Aktarma

İstenen güncellemeler başarıyla uygulandığında, *Global Editör* iletişim kutusunu kapatmak için Kapat-*Close* düğmesi tıklanır.

2.3 PROGRAM AYARLARI

Ek program ayarları mevcuttur. *Tools*-Araçlar menüsüne tıklanır ve *Program Settings*-Program Ayarları komutu seçilerek Program Ayarları penceresi görüntülenir. Bu pencere, aşağıdaki şekilde görüleceği üzere istenilen ayarlar yapılabilir.

General-Genel sekmesi, programın genel davranışıyla ilgili çeşitli ayarları içerir. Modelleme bileşenlerinde geri döndürülemez değişiklikler yapmadan önce ne kadar uyarı almak istenildiği, global editörlerin nerede görüntüleneceği, ondalık ayırıcı için bir görüntüleme seçeneği, takvim tarihlerini görüntülemek için dil ve enlem-boylamların görüntülenme seçeneği gibi ayrıntılar belirlenir.



Şekil 2.15 Program Ayarlar Penceresi

Basin Map-Havza Haritası sekmesi, Havza Haritası penceresi ayar bilgilerini içerir. Bu ayarlar, bir eleman seçildiğinde haritayı otomatik olarak yeniden merkezleme seçeneğini, havza haritası araç ipucu hassasiyetini, seçim vurgulama rengini, hesaplama noktası rengini ve renk skalalarının kaydedileceği dizini belirlemeyi kapsar.

Defaults-Varsayılanlar sekmesi, varsayılan birim sistemi, alt havza bileşen yöntemleri ve akarsu bileşen yöntemleri için ayarları içerir. Bu ayarlar, yeni bileşenler oluşturulduğunda kullanılır. Bileşen oluşturulduktan sonra ayarlar her zaman değiştirilebilir.

Compute-Hesapla sekmesi, hesaplama başarılı olduğunda hesaplama ilerleme penceresinin kapanması ve bir hesaplamanın nasıl gerçekleştirileceğine dair ve diğer ayrıntılar için ayarları içerir. Önemli olarak, ara bellek (*buffer*) uzunluğu, bir hesaplama sırasında ne kadar belleğe ihtiyaç duyulduğunu kontrol eder. Uzunluk büyük bir değere ayarlandığında, hesaplama hız için optimize edilir ancak mevcut bellek tükenebilir. Uzunluk küçük bir değere ayarlandığında, çok büyük hesaplamalar (çok sayıda eleman veya çok uzun zaman aralıkları) tamamlanabilir, ancak hesaplama hızı daha yavaş olabilir. *Global Parametre Editörlerinden* parametre hesaplayıcıları kullanırken veya *Frekans Fırtınası*nda Yağış Derinliği Hesaplayıcısını kullanırken, parametre değerleri için anlamlı basamak sayısını ayarlanabilir.

Results-Sonuçlar sekmesi, simülasyonları ve elde edilen sonuçları yönetmek için çeşitli ayarları içerir. Sonuç pencerelerinin nerede görüntüleneceği ve kümülatif yağışın mı yoksa artan (*incremetal*) yağışın mı gösterileceği üzerinde kontrol sağlanır. Son olarak, farklı sonuç kategorilerini görüntülerken kullanılacak ondalık basamak sayısı belirlenebilir.

Messages-Mesajlar sekmesi, hata, uyarı ve not mesajları için ayarları içerir. Belirli bir mesaj türü oluştuğunda ses çalınıp çalınmayacağı seçilebilir. Ayrıca, notların veya uyarıların program konsolunda görüntülenip görüntülenmeyeceğini veya kayıt dosyasına yazılıp yazılmayacağı seçilebilir (hatalar her zaman görüntülenir veya kayıt dosyasına yazılır). Programın Mesaj Penceresi ve kayıt dosyasına gönderilen mesajları kapatmak, optimizasyon denemeleri ve belirsizlik analizi simülasyonları için hesaplama süresinden tasarruf sağlar**.** Ayrıca, Mesaj Kayıt Defteri'nde mesajların hangi renkle yazılacağı da seçilebilir.

2.4 VERİ KURALLARI

Program, çeşitli bileşenlerin bir parçası olan birçok farklı veri türünü yönetir. Bu yönetimin bir kısmı, kullanıcının girdiği verilerin kaydedilmesi ve görüntülenmesini içerir. Yönetimin geri kalan kısmı ise verilerin hesaplama sırasında kullanılması ile ilgilidir.

Özellikleri Kaydetme

Program, özelliklerde yapılan güncellemeleri veya değişiklikleri kaydetmeyi yönetmek için mevcut bileşen kavramını kullanır. Mevcut bileşen, Havza Gezgininde seçili olan proje öğesidir. Örneğin, Havza Gezgininde bir Alt Havza simgesi tıklandığında, simge vurgulanır ve düzenleyicisi Bileşen Düzenleyicide gösterilir. Alt havza o anda mevcut bileşen olur. Bileşen Düzenleyicideki herhangi bir sekmede alt havzanın özelliklerinde değişiklik

yapılabilir. Sekmeler arasında geçiş yapıldığında, yapılan değişiklikler otomatik olarak alt havzada güncellenir**.** Sekmelerden ayrılığında ve program arayüzünde başka bir yere tıklandığında değişiklikler güncellenir. Alt havza özelliklerinde değişiklikler yapılsa bile, bu değişiklikler diskte kaydedilmez. Güncellemeler ve değişiklikler yalnızca proje kaydedildiğinde diske yazılır. Projeyi kaydetmenin iki farklı yolu vardır.

Bekleyen tüm değişiklikleri kaydetmenin ilk yolu *File*-Dosya menüsünü kullanmaktır. Dosya menüsü tıklanarak ve ardından *Save*-Kaydet komutu seçilir. Projede açık olan tüm bileşenler; Havza Modeli ve hidrolik elemanları, mevcut Meteoroloji Modeli, mevcut Kontrol Spesifikasyonları ve diğer tüm proje bileşenleri de dahil diske kaydedilir.

Tüm değişiklikleri kaydetmenin ikinci yolu araç çubuğunu kullanmaktır. Mevcut Projeyi Kaydet düğmesi tıklandığında projedeki tüm bileşenler diske kaydedilir.

Sayı Formatı

Dünyadaki her ülkenin, sayıların biçimlendirilmesi için kabul edilmiş kuralları vardır. Önemli bir etken, ondalık ayırıcı olarak kullanılan semboldür**.**

Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde bir sayı genellikle aşağıdaki şekilde biçimlendirilir:

12.34

Avusturya'da ise aynı sayı genellikle aşağıdaki şekilde gösterilir:

12,34

Her iki biçim de Program Ayarları bölümünde açıklanan ayarlar kullanılarak seçilebilir. Bu ayar, tüm kullanıcı girdilerini yorumlamak ve görüntülenen tüm çıktı verilerini yapılandırmak için kullanılır.

Tarih ve Saat Biçimlendirmesi

Tarih ve saatlerin biçimlendirilmesi de toplumsal geleneklere bağlıdır. Program, tarih ve saat bilgilerinin biçimlendirilmesini basitleştirmek amacıyla bazı kısıtlamalar getirir.

Tüm tarihler, iki haneli bir gün ile başlamalı, ardından ayın kısaltması gelmeli ve dört haneli bir yıl ile bitmelidir.

Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde bir tarih, aşağıdaki şekilde girilir veya görüntülenir:

07Feb2004

Tarihler, Program Ayarları bölümünde açıklanan şekilde programda seçilen dil ve ülkeye göre kullanılan standart ay kısaltmaları esas alınarak işlenir. Seçilen ayar, örneğin hesaplanan sonuçlarda veri bilgilerinin görüntülenmesinde kullanılacaktır. Aynı ayar, örneğin bir simülasyonun başlangıç zamanını belirtirken, kullanıcı girdilerinin yorumlanmasında da kullanılır. Tüm saatler, bilgisayardaki herhangi bir ayardan bağımsız olarak aynı kurallara göre biçimlendirilir. Bir saat değeri, iki haneli saat bilgisini içermeli, ardından iki nokta (:) gelmeli ve iki

haneli dakika ile bitmelidir. Tüm saatlerin, yaz saati uygulamasına uymayan**,** rastgele bir yerel saat diliminde olduğu varsayılır. Saat gösteriminde AM veya PM yerine 24 saatlik zaman sistemi kullanılır. Örneğin, saat her zaman aşağıdaki şekilde görüntülenir:

14:25

Program tarafından görüntülenen bazı durum mesajları, belirli bir olayın ne zaman gerçekleştiğini gösterir. Bu zaman bilgilerinde saniyeler de yer alır. Programda kullanılan tarih sistemi Gregoryen takvimini temel alır.

Birim Dönüşümü

Programda yer alan çeşitli yöntemlere ait hemen hemen tüm başlangıç koşulları ve parametre verileri birim gerektirir. Örneğin, hidrolik iletkenlik, Havza Modelinin birim sistemine bağlı olarak saatte milimetre (mm/sa) veya saatte inç (in/sa) birimlerine sahiptir. Birim sistemi, Havza Modeli ve Meteorolojik Modelin özelliklerinden biridir. Eğer bir Havza Modeli için Uluslararası Birim Sistemi (SI) seçilmişse, hidrolik iletkenlik değeri mm/sa (mm/hr) cinsinden girilmelidir. Ancak ABD geleneksel birim sistemi seçilmişse, iletkenlik değeri in/sa (in/hr) cinsinden girilmelidir. Bir başlangıç koşulunun veya parametrenin birimi**,** etiketin yanında parantez içinde gösterilir.

Bir Havza Modeli veya Meteorolojik Modelin birim sistemi değiştirildiğinde, başlangıç koşulları ve parametre verilerinin değerleri otomatik olarak dönüştürülür. Örneğin, bir Havza Modelinin ABD geleneksel birim sistemini kullandığını ve hidrolik iletkenlik değerinin 0,23 in/sa (in/hr) olarak girildiğinde birim sistemi Uluslararası Birim Sistemi (SI) olarak değiştirilirse, iletkenlik değeri otomatik olarak 5,84 mm/sa (mm/hr) değerine dönüştürülür. Dönüşümler, *National Institutes of Standards and Technology* tarafından belirtilen standartlara göre yapılmaktadır.

Zaman serisi verileri, eşleştirilmiş veriler ve ızgara (*grid*) veri bileşenlerinin her birinin, verinin birimlerine dayalı kendine özgü bir birim sistemi vardır. Birim sistemi, verinin birimlerinden otomatik olarak belirlenir. Örneğin, birimleri saniyede metreküp (m^3/s) olan bir debi zaman serisi ölçüm istasyonu (*gage*), Uluslararası Birim Sistemi (SI) içinde yer alır. Birimler, elle girilen veriler için kullanıcı tarafından seçilir; harici DSS verileri için ise kayıt başlığından otomatik olarak okunur. Hesaplama sırasında, veriler doğru birim sistemine otomatik olarak dönüştürülür.

Enterpolasyon

Zaman serisi verileri ve ızgara kümesi (*gridset*) verileri genellikle sabit bir zaman aralığıyla tanımlanır; ancak bazı veriler düzensiz aralıklarla tanımlanmış olabilir. Farklı türdeki tüm simülasyonlar**,** kontrol tanımlamalarında belirtilen sabit bir zaman aralığı ile gerçekleştirilir. Zaman serisi veya ızgara kümesi verilerinin zaman aralığı, hesaplamada kullanılan zaman aralığıyla uyuşmadığında**,** veriler otomatik olarak enterpole edilir**.** Zamanda doğrusal enterpolasyon yöntemi kullanılır.

Eşleştirilmiş veri (*paired data*) bileşenleri**,** örneğin bir depolama–debi eğrisi gibi bir eğriyi temsil etmek için sınırlı sayıda nokta kullanır. Ancak bu eğri, sürekli (kesintisiz) veriyi temsil eder. İki belirlenmiş değer arasındaki bağımsız bir değer için bağımlı bir değere ihtiyaç duyulduğunda doğrusal enterpolasyon kullanılır. Enterpolasyon, istenen değerin her iki tarafında bulunan, mevcut en yakın bağımsız değerlere karşılık gelen bağımlı değerler arasında gerçekleştirilir. Bazı eşleştirilmiş veri bileşenleri, örneğin bir zemin erimesi (*groundmelt*) deseni gibi yıllık bir düzeni temsil etmek için düzensiz aralıklı değerler kullanır. Bu bileşenlerde zamanda doğrusal enterpolasyon uygulanır.

2.5 UYGULAMA ADIMLARI

Program, bağımsız olarak geliştirilebilen ve yeniden kullanılabilir veri kümeleri olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak, bazı veri kümeleri önemli tanımlamalar için diğerlerine bağımlıdır. Örneğin, ölçümler, Havza veya Meteorolojik Modellerde kullanılmadan önce oluşturulmalıdır. Dolayısıyla başarılı sonuçlar elde etmek için gerekli bir sıralama bulunmaktadır. Bu bölümünde, hesaplama sonuçları elde etmek için gerekli adımların genel bir özeti açıklanmıştır.

Yeni Bir Proje Oluşturma

File | *New* menü komutu seçilerek yeni bir proje oluşturulur. Yeni projenin adı, kaydedileceği konumu ve açıklama girilecek bir pencere görüntülenir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici açılabilir. Varsayılan birim sistemi seçilir, herhangi bir bileşen oluşturulduktan sonrada birim sistemi değiştirilebilir, varsayılan ayarın seçilmesi kullanım kolaylığı sağlar. İsim, konum ve açıklama girilerek *Create* düğmesine basılır. Yeni proje için bir isim veya konum belirtilmemişse *Create* düğmesine basılamaz. Yeni bir meteorolojik model oluşturmak istenmez ise *Create a New Project* pencerede *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılır.

Proje Verilerinin Girişi

Proje verileri; Zaman Serisi Verileri-*Time-Series Data*, Eşlenmiş Veriler-*Paired Data* ve Izgara Verileri- *Grid Data,* Havza (*Basin*) ve Meteorolojik Modeller tarafından kullanılır. Örneğin, Meteorolojik Model genellikle yağış gözlem verilerine ihtiyaç duyar. Başka bir örnekte, *Modified-Puls* Öteleme Yöntemini kullanan bir akım elemanında (*Reach*), program akımı kesit boyunca hesaplayabilmesi için bir Depolama-Debi (*Storage-Discharge*) ilişkisini gösteren veriye ihtiyaç duyar. Aşağıda, program tarafından kullanılan Veri Türlerinin tam listesi verilmiştir.

Tüm farklı Zaman Serisi Veri türleri:

- Yağış (*Precipitation*)
- Debi (*Discharge*)

- Su Seviyesi / Kot (*Stage*)
- Sıcaklık (*Temperature*)
- Radyasyon (*Radiation*)
- Rüzgâr Hızı (*Windspeed*)
- Hava Basıncı (*Air pressure*)
- Nem (*Humidity*)
- Rakım (*Altitude*)
- Bitki Katsayısı (*Crop coefficient*)
- Kar Su Eşdeğeri (Snow water equivalent)
- Sediment Yükü (*Sediment load*)
- Konsantrasyon (*Concentration*)
- Yüzde (*Percent*)
- Evapotranspirasyon (*Evapotranspiration*)
- Güneşlenme Süresi (*Sunshine*)

Farklı Veri Türleri

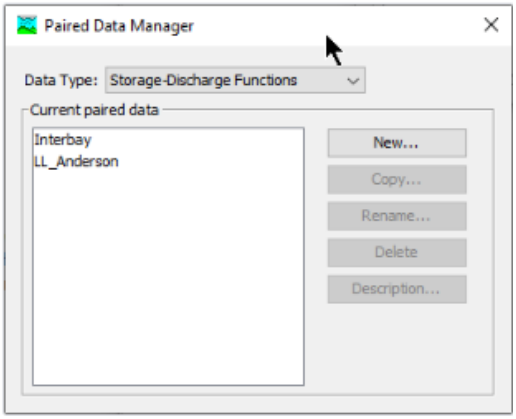
- Depolama–Debi (*Storage–Discharge*)
- Kot–Depolama (*Elevation–Storage*)
- Kot–Alan (*Elevation–Area*)
- Kot–Debi (*Elevation–Discharge*)
- Giriş–Saptırma (*Inflow–Diversion*)
- Çap–Yüzde (*Diameter–Percentage*)
- Kesitler (*Cross sections*)
- Giriş–Gecikme (*Inflow–Lag*)
- Çıkış–Zayıflatma (*Outflow–Attenuation*)
- Kot–Genişlik (*Elevation–Width*)
- Kot–Çevre Uzunluğu (*Elevation–Perimeter*)
- Alan–Azaltma (*Area–Reduction*)
- Birim Hidrograf Eğrileri (*Unit hydrograph curves*)
- Yüzde Eğrileri (*Percentage curves*)
- Süre–Yağış (*Duration–Precipitation*)
- ATI–Erime Hızı (*ATI–Meltrate*)
- ATI–Soğuma Hızı (*ATI–Coldrate*)
- Zemin Erimesi Desenleri (*Groundmelt patterns*)
- Yüzde Desenleri (*Percent Patterns*)
- Parametre Değeri Desenleri (*Parameter Value Patterns*)
- Kümülatif Olasılık Dağılımları (*Cumulative Probability Distributions*)

- Parametre Değeri Örneklemesi (*Parameter Value Sample*)

Izgara *(Grid*) Verilerinin tüm farklı türleri:

- Yağış (*Precipitation*)
- Sıcaklık (*Temperature*)
- Radyasyon (*Radiation*)
- Bitki Katsayısı (*Crop coefficient*)
- Depolama Kapasitesi (*Storage capacity*)
- Sızma Oranı (*Percolation rate*)
- Depolama Katsayısı (*Storage coefficient*)
- Nem Açığı (*Moisture deficit*)
- Geçirimsiz Alan (*Impervious Area*)
- SCS Eğri Numarası (*SCS curve number*)
- Yükseklik / Kot (*Elevation*)
- Soğuk İçerik (*Cold content*)
- Soğuk İçerik ATI (*Cold content ATI*)
- Erime Hızı ATI (*Meltrate ATI*)
- Sıvı Su İçeriği (*Liquid water content*)
- Kar Su Eşdeğeri (*Snow water equivalent*)
- Su İçeriği (*Water content*)
- Su Potansiyeli (*Water potential*)
- Hava Basıncı (*Air pressure*)
- Nem (*Humidity*)
- Rüzgâr Hızı (*Windspeed*)
- Yağış–Frekans (*Precipitation-frequency*)
- Pürüzlülük *(Roughness*)

Bir projeye Veri eklemek için Bileşen Yöneticisi *(Component Manager)* açılır. Components menüsüne gidilir ve *Time-Series Data Manager*, *Paired Data Manager* veya *Grid Data Manager* komutlarından biri seçilir. Bileşen Yöneticilerinin her biri, oluşturulacak veya yönetilecek veri türünü seçmeye yönelik bir menü içerir. Aşağıda, *Storage-Discharge* veri türü seçili olarak *Paired Data Manager* gösterilmiştir. Veri türü seçildikten sonra, Bileşen Yöneticisinin sağ tarafındaki düğmeleri kullanılarak Yeni (*New*) veri türü eklenebilir, Kopyalanabilir (*Copy*), Yeniden Adlandırılabilir (*Rename*) veya Silinebilir (*Delete*). Ayrıca, seçili bileşenin açıklamasını değiştirebilecek bir düzenleyiciyi açan bir düğme de bulunmaktadır. Zaman serisi verileri söz konusu olduğunda, yöneticide zaman pencereleri (*time windows*) eklemek veya silmek için iki ek düğme bulunur. Zaman penceresi, zaman serisi verilerini girmek veya görüntülemek için gereklidir.



Şekil 2.16 Depolama–Debi Fonksiyonlarıyla Çalışacak Şekilde Ayarlanmış Veri Yöneticisi

Fiziksel Havzanın Tanımlanması

Fiziksel havza, Havza Modeli ile temsil edilir. Hidrolojik elemanlar eklenir ve birbirine bağlanır; böylece doğal bir havzadaki suyun gerçek akışı modellenir. Her hidrolojik elemanın açıklaması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.2 Kullanılabilecek Farklı Hidrolojik Eleman Türleri;

Hidrolojik Eleman	Açıklama
Alt Havza (*Subbasin*)	Alt havza, fiziksel havzayı temsil etmek için kullanılır. Verilen yağış miktarına göre, alt havza elemanından çıkan akım; yağış kayıpları çıkarılarak, yüzey akışı hesaplanarak ve temel-baz akım eklenerek belirlenir.
Akarsu kolu (*Reach*)	Akarsu kolu, havza modelinde akarsu akımını iletmek için kullanılır. Akarsu koluna gelen akım, bir veya birden fazla yukarı havza elemanından gelebilir. Akarsu kolundan çıkan akım, taşınım (*translation*) ve zayıflama (*attenuation*) dikkate alınarak hesaplanır. Kanal kayıpları isteğe bağlı olarak öteleme (*routing*) hesaplamalarına dahil edilebilir.
Birleşim noktası (*Junction*)	Birleşim noktası (*Junction*), birleşim noktasının yukarısında bulunan elemanlardan gelen akımları birleştirmek için kullanılır. Birleşim noktasına gelen akım, bir veya birden fazla yukarı havza elemanından gelebilir. Çıkış akımı, tüm gelen akımların toplamı alınarak hesaplanır.
Kaynak (*Source*)	Kaynak elemanı (*Source element*), havza modeline akım eklemek için kullanılır. Kaynak elemanın gelen akım yoktur. Kaynak elemandan çıkan akım, kullanıcı tarafından tanımlanır.
Çıkış (*Sink*)	Havza çıkışı (*Sink*), fiziksel havzanın çıkış noktasını temsil etmek için kullanılır. Çıkışa gelen akım, bir veya birden fazla yukarı havza elemanından gelebilir. Sink'ten çıkan akım yoktur.

Depolama (*Reservoir*)	Depolama (*Reservoir*), bir rezervuar veya bekletme göleti nedeniyle hidrografın gecikmesi ve zayıflamasını modellemek için kullanılır. Rezervuar elemanına gelen akım, bir veya birden fazla yukarı havza elemanından gelebilir. Rezervuardan çıkan akım, üç öteleme (*routing*) yönteminden biri kullanılarak hesaplanabilir.
Yönlendirme elemanı (*Diversion*)	Yönlendirme elemanı (*Diversion*), ana kanaldan çıkan akımı modellemek için kullanılır. Yönlendirme elemanına gelen akım, bir veya birden fazla yukarı havza elemanından gelebilir. Yönlendirme elemanından çıkan akım, Yönlendirilmiş akım (*diverted flow*) ve Yönlendirilmemiş akım (*non-diverted flow*) olmak üzere ikiye ayrılır. Yönlendirilmiş akım, kullanıcı tarafından girilen veriler kullanılarak hesaplanır. Hem Yönlendirilmiş hem de yönlendirilmemiş akımlar, Yönlendirme elemanının altındaki hidrolojik elemanlara bağlanabilir.

Havza Model Yöneticisi (*Basin Model Manager*), projeye yeni bir Havza Modeli eklemek için kullanılabilir. Havza Modeli Yöneticisini açmak için *Components* | *Basin Model Manager* komutunu seçilir. Havza Modeli Yöneticisi ayrıca mevcut bir Havza Modelini kopyalamak, yeniden adlandırmak veya silmek için de kullanılabilir.

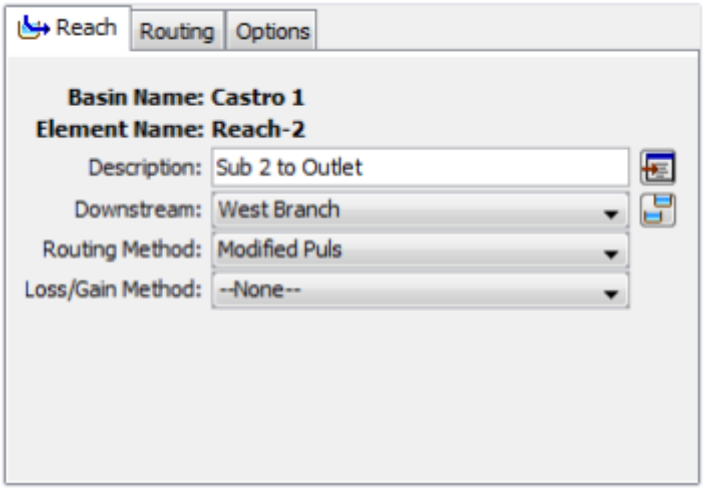
Hidrolojik elemanlar, Havza Haritası oluşturulduktan sonra eklenebilir. Havza Haritasını açmak için *Watershed Explorer* içinde Havza Modeli seçilir. Arka plan harita katmanları mevcutsa, eleman eklemeden önce bunlar Havza Modeline eklenir. Bir eleman eklemek için araç çubuğundaki araçlardan birini seçilir ve Havza Haritasında istenen konuma sol fare düğmesi ile tıklanır. Bir elemanı aşağı yönlü bir elemanla bağlamak için, yukarı akış elemanına sağ tıklayarak *Connect Downstream* menü öğesine erişilir.

Çoğu hidrolojik eleman, programın elemanın temsil ettiği hidrolojik süreçleri modelleyebilmesi için parametre verilerine ihtiyaç duyar. Alt havza elemanı durumunda, yağış kayıplarını belirlemek, fazla yağışı alt havza çıkışındaki akışa dönüştürmek ve taban akışı (*baseflow*) eklemek için birçok matematiksel model mevcuttur. Bu belgede, farklı matematiksel modeller *Yöntemler (Methods)* olarak anılacaktır. Alt havza ve akarsu kolu (*reach*) elemanları için kullanılabilir yöntemler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2.3 Alt Havza ve Akarsu Kolu Hidrolojik Elemanlarında Kullanılabilen Yöntemler

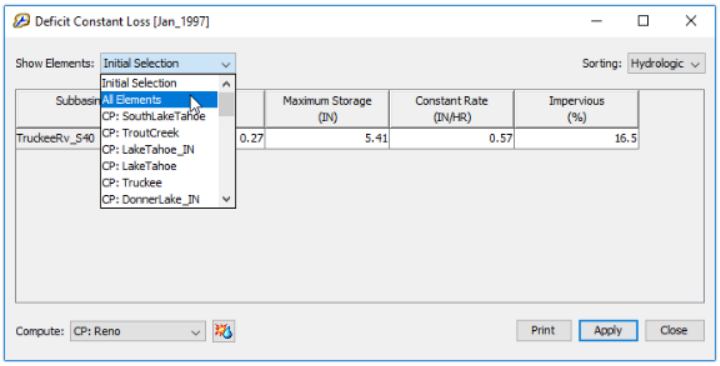
Hidrolojik Eleman	Hesaplama Türü	Yöntem
Alt havza	Ayrıklaştırma	Yapılandırılmış
		Yapılandırılmamış
		Dosya ile belirtilmiş
	Bitki örtüsü	Dinamik
		Basit (ızgara tabanlı)
	Yüzey	Basit (ızgara tabanlı)
	Kayıp oranı	Toprak nem açığına dayalı ve sabit kayıp (ızgara tabanlı olarak da)
		Üstel
		Green–Ampt (aynı zamanda ızgaralı)
		Katmanlı Green–Ampt (sürekli benzetim)
		Başlangıç ve sabit
		SCS eğri numarası (aynı zamanda ızgaralı)
		Smith–Parlange (sızma yöntemi)
		Toprak nemi dengesi (aynı zamanda ızgaralı)
	Dönüşüm	Clark birim hidrografı
		Kinematik dalga
		ModClark
		SCS birim hidrografı
		Snyder birim hidrografı
		Kullanıcı tanımlı S-grafiği
		Kullanıcı tanımlı birim hidrograf
		2B difüzyon dalgası
	Taban akım	Sınırlı çekilme
		Aylık sabit
		Doğrusal rezervuar
		Doğrusal olmayan Boussinesq
		Çekilme
Akarsu kesimi	Öteleme	Kinematik dalga
		Gecikme
		Lag and K
		Değiştirilmiş Puls yöntemi
		Muskingum
		Muskingum–Cunge yöntemi
		Normal derinlik
		Çapraz (şaşırtmalı) düzen
	Kazanç/Kayıp	Sabit
		Süzülme

Parametre verileri Bileşen Düzenleyicisi *(Component Editor)* içinde girilir. Aşağıda gösterilen şekilde doğru Bileşen Düzenleyicisini açmak için Havza Haritası *(Basin Map)* veya Havza Gezgini *(Watershed Explorer)* içinde bir hidrolojik eleman seçilir.



Şekil 2.17 Akarsu Kolu için Bileşen Düzenleyicisi

Aşağıda gösterilen şekilde olduğu gibi, Genel Parametre Düzenleyicileri *(Global Parameter Editors)* birçok hidrolojik eleman için parametre verilerini girmek veya görüntülemek amacıyla da kullanılabilir. Genel Parametre Düzenleyicileri**,** Parametreler (*Parameters*) menüsü kullanılarak açılır.



Şekil 2.18 Deficit ve Sabit Kayıp Yöntemi için Genel Düzenleyici

Meteorolojinin Tanımlanması

Meteorolojik Model, Havza Modelindeki elemanlar için gerekli olan sınır koşullarını hesaplar. Başlıca sınır koşulu, alt havza elemanları için yağıştır. Meteorolojik Model, hem noktasal (*point*) hem de ızgaralı (*gridded*) yağışı kullanabilir ve ayrıca donmuş ve sıvı yağışı ile birlikte buharlaşma ve bitki örtüsü terleme (*evapo-transpirasyon*) hesaplama yeteneğine sahiptir. Kar Erimesi Yöntemleri (*Snowmelt Methods*), kar örtüsünün birikimini ve erimesini modellemek için kullanılır. Buharlaşma ve Bitki Örtüsü Terleme Yöntemleri (*Evapo-Transpiration Methods*), Aylık Sabit (*Constant Monthly*), *Priestley–Taylor* ve *Penman–Monteith* yöntemlerini içerir ve ızgaralı seçenekler de mevcuttur. Buharlaşma ve Bitki Örtüsü Terleme Yöntemi, yalnızca bir havzada sürekli veya uzun süreli hidrolojik simülasyon yapılırken gereklidir. Enerji dengesi bazlı, buharlaşma ve bitki

örtüsü terleme (*energy balance evapo-transpiration*) seçildiğinde, ek meteorolojik değişkenlerin de belirtilmesi gerekir. Havza ortalama yağışını veya ızgara hücresi yağışını hesaplamak için mevcut yöntemlerin kısa bir açıklaması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.4 Meteorolojiyi Tanımlamak İçin Mevcut Yağış Yöntemleri

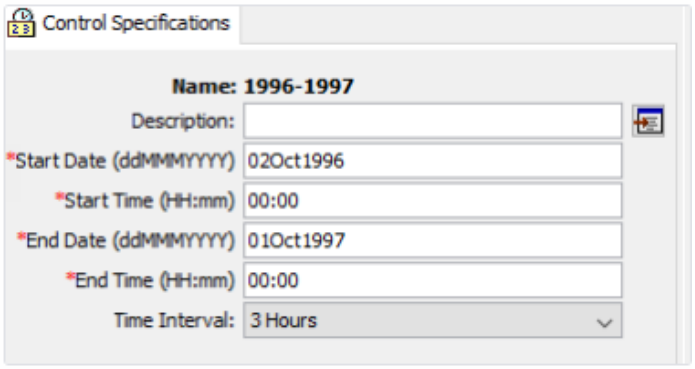
Yağış Yöntemleri	Açıklama
Olasılık fırtınası	Bu, fırtına sırasında farklı süreler için yağış derinliklerinin tutarlı bir aşım olasılığına sahip olduğu bir yağış olayı geliştirmek için kullanılır.
Gözlem istasyonu ağırlıkları	Yağış ölçüm istasyonlarına uygulanan kullanıcı tarafından belirlenmiş ağırlıklar.
Izgaralı yağış	NEXRAD radar gibi ızgaralı yağış ürünlerinin kullanılmasına olanak tanır.
Ters mesafe ağırlıklı	Ölçüm istasyonları kullanılarak, ters mesafe karesi ağırlığı uygulanarak alt havza ortalama yağışı hesaplar.
HMR 52 bir tasarım fırtına standardı	HMR52 prosedürü kullanılarak olası maksimum yağış (*Probable Maximum Precipitation – PMP*).
Varsayımsal fırtına	24 saatlik toplam fırtına derinliğine, kullanıcı tarafından belirlenen SCS zaman dağılımını uygular.
Belirlenmiş yağış grafiği	Kullanıcı tarafından tanımlanan yağış grafiğini belirlenen bir alt havza elemanına uygular.
Standart proje fırtınası	Bir indeks yağış derinliğine zaman dağılımı uygular.

Yeni bir Meteorolojik Model eklemek için Meteorolojik Model Yöneticisini kullanılır**.** Meteorolojik Model Yöneticisi ayrıca mevcut bir Meteorolojik Modeli kopyalamak, yeniden adlandırmak ve silmek için de kullanılabilir.

Simülasyon Zaman Penceresine Girişi

Simülasyon Zaman Penceresi, Simülasyon Çalışmasının zaman aralığını ve zaman adımını belirler. Simülasyon Zaman Penceresi, projeye Kontrol Özellikleri eklenerek oluşturulur. Bu işlemler, Kontrol Özellikleri Yöneticisi (*Control Specifications Manager*) kullanılarak yapılabilir. Yeni bir Simülasyon Zaman Penceresi oluşturmanın yanı sıra, Kontrol Özellikleri Yöneticisi mevcut bir pencereyi kopyalamak, yeniden adlandırmak ve silmek için de kullanılabilir.

Projeye yeni bir Kontrol Özelliği (*Control Specifications*) eklendikten sonra, fare işaretçisi kullanılarak Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) içinden seçilir. Bu durumda, aşağıda gösterildiği gibi Kontrol Özellikleri için Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) açılır. Tanımlanması gereken bilgiler şunlardır: Başlangıç Tarihi ve Saati, Bitiş Tarihi ve Saati ve Zaman Aralığı (*Time Interval*).

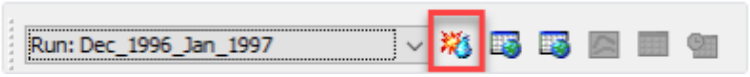


Şekil 2.19 Kontrol Özellikleri Bileşen Düzenleyicisi

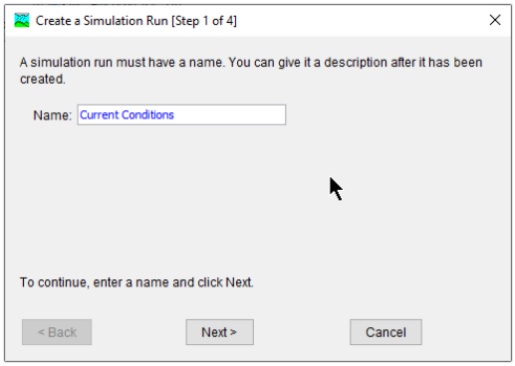
Simülasyonun Çalıştırılması ve Sonuçların Görüntülenmesi

Bir Simülasyon Çalıştırıldığında, Meteorolojik Modelden alınan girdilere dayanarak Havza Modelinde yağış-akış sonuçları hesaplanır. Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*), zaman aralığını ve zaman adımını belirler. Bir Simülasyonun hesaplama yapabilmesi için üç bileşenin de tanımlı olması gerekir.

Yeni bir Simülasyon oluşturmak için *Compute* | *Create Simulation Run* menü seçeneği seçilir. Açılacak pencereden Simülasyon Çalışmasını oluşturma süreci adım adım yönlendirilir (aşağıdaki şekilde gösterilmiştir). Öncelikle simülasyon için bir İsim *(Name)* girilir. Ardından, bir Havza Modeli (*Basin Model*), Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) ve Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*) seçilir. Simülasyon oluşturulduktan sonra, *Compute* araç çubuğunda ilgili simülasyon seçilir. Tüm projelerdeki simülasyonları görmek için açılır ok (*drop-down arrow*) ve istenilen simülasyon seçilir. Simülasyonu hesaplamak için, *Compute* menüsü yeniden seçilir ve menünün en altındaki *Compute Run* seçeneği tıklanır. Alternatif olarak, *Compute* araç çubuğundaki *Compute All Elements* simgesi de tıklanabilir.



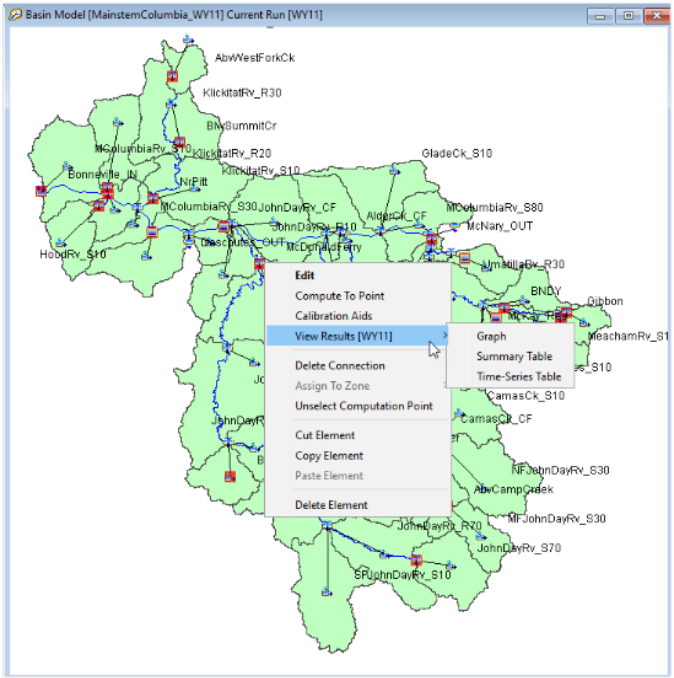
Şekil 2.20 *Compute* Araç Çubuğundaki "Tüm Elemanları Hesapla (*Compute All Elements*)" Simgesi



Şekil 2.21 Simülasyon Çalıştırması Oluşturma Sihirbazı

Sonuçlara, Havza Haritası (*Basin Map*) ve Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) | Sonuçlar (*Results*) sekmesinden erişilebilir. Sonuçlar, simülasyon başarıyla çalıştırıldığı sürece kullanılabilir. Program, sonuçların modelin mevcut durumunu yansıtıp yansıtmadığını kontrol eder. Eğer model, simülasyonun son çalıştırılmasından bu yana değiştiyse, program sonuçların güncel olmadığını belirten bir mesaj görüntüler ve modelleyiciye sonuçları güncellemek için simülasyonu yeniden çalıştırması gerektiğini bildirir.

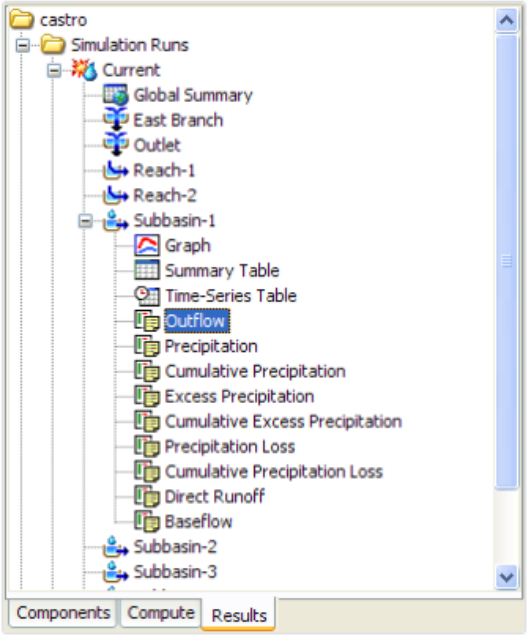
Sonuçlara Havza Haritası *(Basin Map*) üzerinden erişebilmek için, simülasyonun *Compute* araç çubuğundan seçilmiş olması gerekir. Simülasyon Çalıştırması seçildikten sonra, sonuçları görüntülemek istenilen hidrolojik eleman seçilir. Fare ilgili eleman simgesinin üzerine getirilir ve sağ tıklanır. Açılan menüden Sonuçları Görüntüle (*View Results*) seçilir. Aşağıda gösterildiği gibi, üç tür sonuç mevcuttur: Grafik (*Graph*), Özet Tablo (*Summary T able*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*).



Şekil 2.22 Havza Haritası Kullanarak Mevcut Simülasyon Çalıştırmasının Sonuçlarına Erişme

Bu sonuçlara, araç çubuğu (*Toolbar*) ve Sonuçlar (*Results*) menüsü üzerinden de erişilebilir. Araç çubuğu düğmeleri ve Sonuçlar menüsündeki seçeneklerin etkin olabilmesi için önce bir hidrolojik eleman seçilmelidir. Genel Özet Tablosu (*Global Summary Table*)**,** *Compute* araç çubuğu ve Sonuçlar menüsünden erişilebilir. Genel Özet Tablosu, Havza Modelindeki her hidrolojik eleman için maksimum debi (*peak flow*) ve maksimum debi zamanını (*time of peak flow*) içerir.

Sonuçlar, Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) | Sonuçlar *(Results*) sekmesinden de görüntülenebilir. Simülasyon Çalıştırması seçildiğinde, *Watershed Explorer* Havza Modelindeki tüm hidrolojik elemanları gösterecek şekilde genişler. Bir hidrolojik eleman seçilir ise, *Watershed Explorer* tekrar genişleyerek tüm sonuç türlerini gösterir, aşağıdaki şekilde olduğu gibi.



Şekil 2.23 Havza Gezgini Üzerinden Simülasyon Çalıştırması Sonuçlarını Seçme

Bir alt havza (*Subbasin*) elemanı için, Çıkış Akımı (*Outflow*), Artımlı Yağış (*Incremental Precipitation*), Fazla Yağış (*Excess Precipitation*), Yağış Kayıpları (*Precipitation Losses*), Doğrudan Akış (*Direct Runoff*) ve Taban Akımı (*Baseflow*) gibi çıktı sonuçları görülebilir. Bu sonuçlardan birini seçerek Ön izleme Grafik (*Preview Graph*) penceresi açılabilir. Birden fazla sonucu görüntülemek için *Control* veya *Shift* tuşlarına basılır. Birden fazla hidrolojik elemanın sonuçları birlikte görüntülenebilir. Ayrıca, farklı Simülasyon Çalıştırmalarının sonuçları da seçilip görüntülenebilir. *Watershed Explorer*'da çıktı türleri seçildikten sonra, *Compute* araç çubuğundaki Grafik (*Graph*) ve Zaman Serisi (*Time-Series*) düğmelerini seçerek daha büyük bir grafik veya zaman serisi tablosu açılabilir.

Veri Oluşturma veya Düzenleme

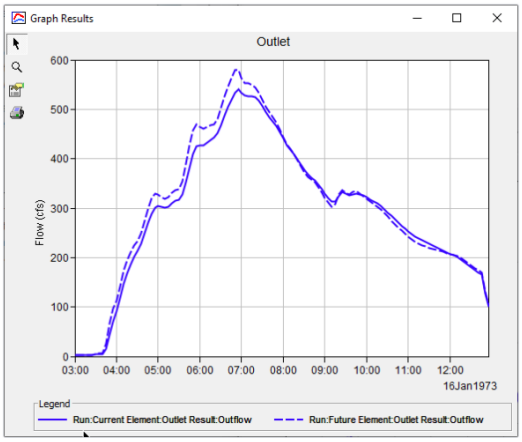
Birçok hidrolojik çalışma, havzadaki değişikliklerin akım üzerindeki etkisini tahmin etmek için yapılır. Örneğin, bir havzada yeni bir konut alanı planlanıyor olabilir. Yeni konut alanının etkisi sonucu taşkın olup olmayacağını belirlemek için, yeni konut alanının aşağısındaki belirli bir noktadaki akış değişimi hesaplanmalıdır. Bu durumda, iki ayrı Havza Modeli geliştirilebilir. Biri, mevcut durumdaki (planlama öncesi) koşullara göre yağış-akış durumunu modellemek için; diğeri ise gelecekteki gelişmeleri yansıtmak için oluşturulur.

Mevcut bir Havza Modeli (*Basin Model*), Havza Modeli Yöneticisi (*Basin Model Manager*) veya *Watershed Explorer*'daki sağ tık menüsü kullanılarak kopyalanabilir. *Watershed Explorer*'da, Bileşenler (*Components*) sekmesinde, kopyalanacak Havza Modeli seçilir. Seçili Havza Modelinin (*Basin Model*) üzerinde fare tutularak ve sağ düğme tıklanır. Açılan menüden *Create Copy* seçeneği seçilerek model kopyalanır. Kopyalanan Havza Modeli, havzadaki gelecekteki gelişmeleri modellemek için kullanılabilir.

Havza yapısındaki gelecekteki değişiklikleri yansıtmak için yöntem parametreleri değiştirilebilir. Örneğin, bir alt havza elemanı için geçirimsiz alan yüzdesi *(percent impervious area)* artırılarak gelişim sonucu oluşacak geçirimsiz alan artışı modellenebilir. Ayrıca, öteleme (*routing*) parametreleri de öteleme kesimindeki (*routing reach*) değişiklikleri yansıtacak şekilde ayarlanabilir.

Ek Simülasyonların Yapımı ve Sonuçların Karşılaştırılması

Ek simülasyonlar, yeni veya değiştirilmiş model bileşenleri kullanılarak oluşturulabilir. Her Simülasyon Çalışmasının sonuçları, aynı grafik veya zaman serisi tablosunda birbirleriyle karşılaştırılabilir. Havza Gezgininde (*Watershed Explorer*), Sonuçlar (*Results*) sekmesi seçilir. Karşılaştırılmak istenilen sonuçları içeren Simülasyon çalışması seçilir. Havza Modellerindeki tüm hidrolojik elemanları gösterecek şekilde genişler. Sonuçların gerekli olduğu tüm Simülasyon çalıştırmalarında ilgili hidrolojik eleman seçilir. *Watershed Explorer*'ı daha da genişleterek mevcut Sonuç Türleri gösterilir. Control tuşuna basılı tutarak farklı Simülasyon Çalıştırmalarındaki her bir çıktı sonucu seçilir. Bir Sonuç Türü seçildiğinde, sonuç Önizleme Grafiğine eklenir. Tüm sonuçlar seçildikten sonra, *Compute* araç çubuğundaki Grafik ve Zaman Serisi düğmeleri seçilerek aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi daha büyük bir grafik veya zaman serisi tablosu açılabilir.



Şekil 2.24 İki Farklı Simülasyonun Sonuçlarının Karşılaştırılması

Programdan Çıkış

Projeyi kaydetmek için *File* | *Save* menü seçeneği seçilir. Proje kaydedildikten sonra, programdan çıkmak için *File* | *Exit* menü seçeneği seçilir.

BÖLÜM 3

PROJELER ve KONTROL ÖZELLİKLERİ

Bir Proje, bir havzanın tam temsilini oluşturan tüm farklı bileşenleri içinde barındıran bir kapsayıcı (*container*) görevi görür. Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*), bir projenin ana bileşenlerinden biridir ve temel olarak Simülasyon Çalışmalarını (*Simulation Runs*) kontrol etmek için kullanılır. Projenin diğer bileşenleri ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır. Bu bölümde Projelerin nasıl oluşturulacağı ve yönetileceği anlatılmaktadır. Ayrıca programın, proje bileşenlerini temsil eden dosyaları düzenlemek ve erişmek için dosya sistemini nasıl kullandığı hakkında bilgiler de yer almaktadır. Son olarak Kontrol Özellikleri (*Control Specifications*) açıklanmaktadır.

3.1 PROJE

Bir *Proje*, havzayı temsil eden tüm bileşenleri bir araya getirir. Kontrol Spesifikasyonları ise simülasyonların nasıl çalıştırılacağını belirleyen temel proje bileşenidir. Projenin diğer bileşenleri ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır. Bu bölüm ise projelerin nasıl oluşturulacağı ve yönetileceği ele alınacaktır. Ayrıca, proje bileşenlerini temsil eden dosyaları düzenlemek ve bunlara erişmek için program tarafından nasıl kullanıldığına dair bilgiler ele alınacaktır.

Bir *Proje*, mühendislik sorusunu yanıtlamak için gerekli olan tüm girdi verilerini ve simülasyon çıktılarını temsil eder. Olası sorular şunlar olabilir:

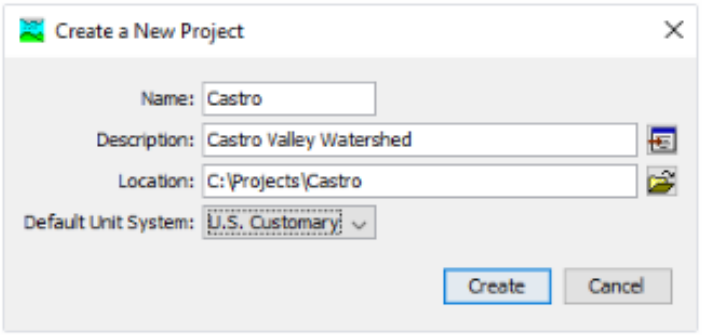
- %1 olasılıklı (tekerrür periyodu yüksek) bir fırtına sonucu köprüde oluşacak debi ne olacaktır?
- Bir sulama suyu alma yapısının işletme programı değiştirildikten sonra, temmuz ayı boyunca akarsu içindeki ortalama akım derinliği nasıl değişecektir?
- Havzanın %7'sindeki arazi kullanımının mera alanından konut alanına dönüştürülmesinin etkisi nedir?
- Bir rezervuar inşa edilmesinin frekans eğrisi üzerindeki etkisi nasıl olacaktır?

Sorular tek bir havzayı veya birden fazla bitişik havzayı kapsayabilir. Havzanın yalnızca tek bir temsili olabilir veya farklı gelecekteki senaryolar için birden fazla temsile ihtiyaç duyulabilir. Proje, bu uygulamaların herhangi biriyle çalışacak kadar esnektir.

Yeni Bir Proje Oluşturmak

Yeni bir *Proje* oluşturmak için menü çubuğundan *File-New* (yeni) düğmeleri seçilerek Şekil 3.1'de verilen pencere açılır. Proje adı (*Name*), Projeyi depolayacağımız konum (*Location)* seçilir. Projeye bir açıklama (*Description*)

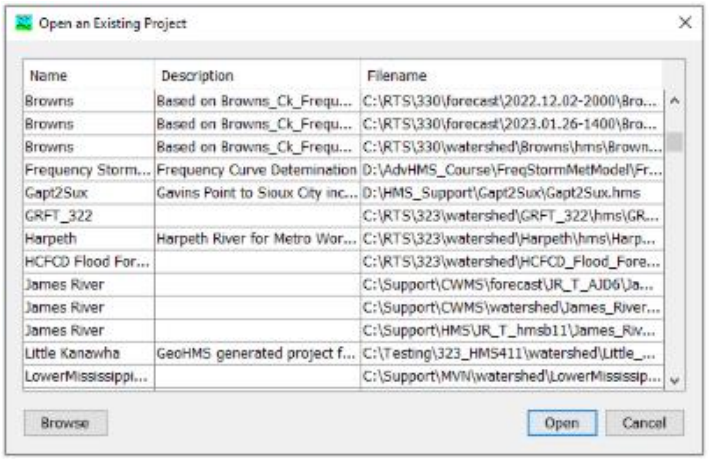
eklenebilir. Proje açıklaması uzunsa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir editör açılabilir. Yeni bileşenler oluşturmak için varsayılan birim sistemi – Default Unit System, *Metric* seçilir.



Şekil 3.1 Yeni Proje Tanımlama Penceresi

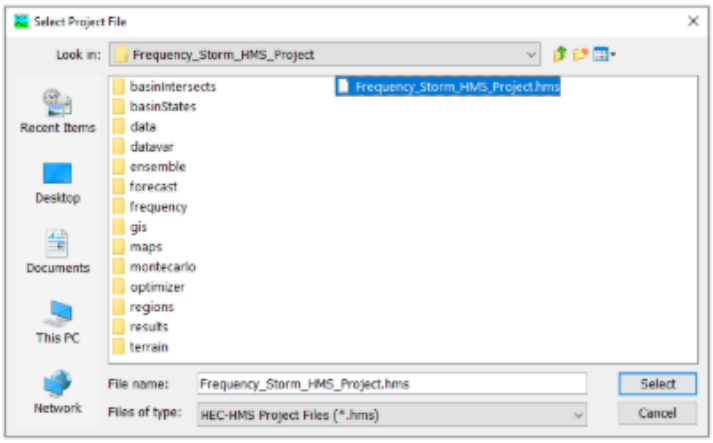
Projenin Açılması

Bir projeyi açmak için Dosya | Aç (*File* | *Open*) menü seçeneği tıklanır. Bu seçenek seçildiğinde, aşağıdaki şekilde gösterilen Mevcut Bir Projeyi Aç (*Open an Existing Project*) penceresi açılacaktır. Bu pencere, Havza Listesindeki, program tarafından daha önce açılmış tüm projeleri içerir. Bir projeyi açmak için proje adını tıklayıp Aç (*Open*) düğmesine basılır. Ayrıca, proje adına çift tıklayarak da açılabilir. Hiçbir proje seçilmemişse Aç düğmesine basılamaz.



Şekil 3.2 Bir Projenin Açılması

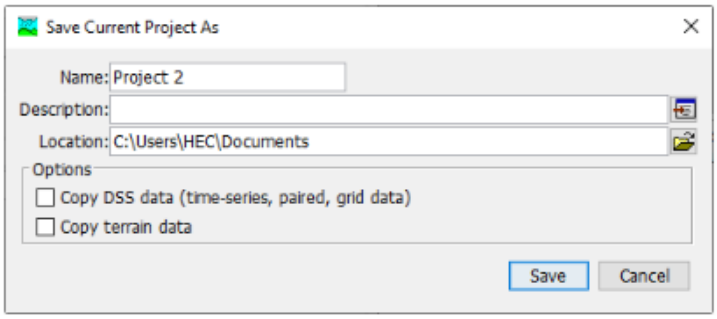
Açılmak istenilen proje listede yoksa, Gözat (*Browse*) düğmesine basılır. Bu işlem, istenilen projenin bulunduğu dizine yönlendiren Proje Dosyası Seç (*Select Project File*) penceresini açar. Proje açılmak istenmez ise, pencereyi kapatmak için İptal (*Cancel)* düğmesine veya sağ üstteki *X* düğmesine basılır. Mevcut Bir Projeyi Aç penceresi, araç çubuğundaki Bir Proje Aç () düğmesine basılarak da açılabilir.



Şekil 3.3 Daha Önce Açılmamış Bir Projeyi Açmak İçin Gözatma İşlemi

Projenin Kopyalanması

Bir projeyi kopyalamak için Dosya | Farklı Kaydet (*File* | *Save As*) menü seçeneği tıklanır. Bu seçenek seçildiğinde, projeye isim verebilecek, bilgisayarda veya ağ sunucusunda saklamak için konum seçilebilecek ve projenin tanımlanabileceği Projeyi Farklı Kaydet (*Save Current Project As*) penceresi açılır. Varsayılan bir konum sunulur. Yeni projelerin oluşturulacağı varsayılan konum, Program Ayarları (*Program Setting*) bölümünde belirtilen ayarlarda tanımlanmıştır.



Şekil 3.4 Mevcut Projeyi Kopyalama

Varsayılan dizini kullanmak zorunlu değildir; bir projeyi, güvenlik izinlerinin müsaade verdiği sürece yerel bilgisayar veya ağ kaynağına kopyalanabilir. Tüm proje dosyaları, girilen konumda proje adıyla aynı adı taşıyan bir klasöre kopyalanacaktır. Proje açıklaması uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme tıklanarak bir düzenleyici açılabilir. İsim, konum ve açıklama girildiğinde Kopyala (*Copy*) düğmesine basılır. İsim veya konum belirtilmemişse Kopyala düğmesine basılamaz. Fikir değiştirilir ve kopya oluşturmak istenmez ise, pencereyi kapatmak için İptal (*Cancel*) düğmesine veya sağ üstteki *X* düğmesine basılır.

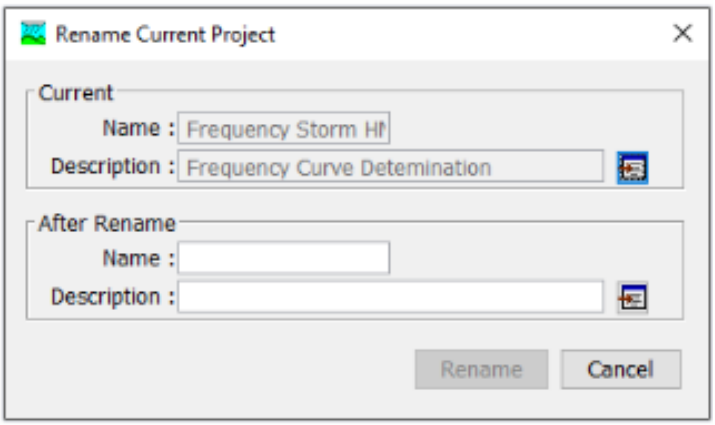
DSS (*Data Storage System*-Veri Depolama Sistemi) verilerini kopyala (zaman serisi, eşleştirilmiş, ızgara verileri) seçeneği, projede tanımlı tüm harici DSS kayıtlarını kopyalar ve kopyalanan kayıtları yeni proje klasöründeki DSS

dosyalarına yerleştirir. Dahili DSS dosyaları her zaman yeni proje dizinine taşınır. Harici DSS dosyaları ise yalnızca bu kutu işaretlendiğinde taşınır; işaretlenmezse, eski proje dizinine bir bağlantı/reference oluşturulur. Zaman serisi, eşleştirilmiş ve ızgara verileri ayrı DSS dosyalarına kopyalanır. Bu DSS kayıtlarına yapılan tüm referanslar otomatik olarak güncellenir.

Arazi verilerini kopyala (*Copy terrain data*) seçeneği, projede tanımlı tüm arazi dosyalarını kopyalar ve kopyalanan dosyaları yeni proje klasörüne yerleştirir. Bu seçenek seçilmezse, eski proje dizinindeki arazi dosyalarına bir referans oluşturulur.

Projenin Yeniden Adlandırılması

Bir projeyi yeniden adlandırmak için Dosya | Yeniden Adlandır (*File* | *Rename*) menü seçeneği tıklanır. Bu seçenek seçildiğinde, Mevcut Projeyi Yeniden Adlandır (*Rename Current Project*) penceresi açılır. Pencere, mevcut proje adını ve açıklamasını gösterir ve yeni proje adı ile açıklamasını girebilecek bir metin kutusu içerir. Proje açıklaması uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye tıklayarak bir düzenleyici açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde Yeniden Adlandır (*Rename*) düğmesine basılır. İsim belirtilmemişse Yeniden Adlandır düğmesine basılamaz. Fikrinizi değiştirir ve proje yeniden adlandırılmak istenmez ise, pencereyi kapatmak için İptal düğmesine veya sağ üstteki *X* düğmesine basılır.

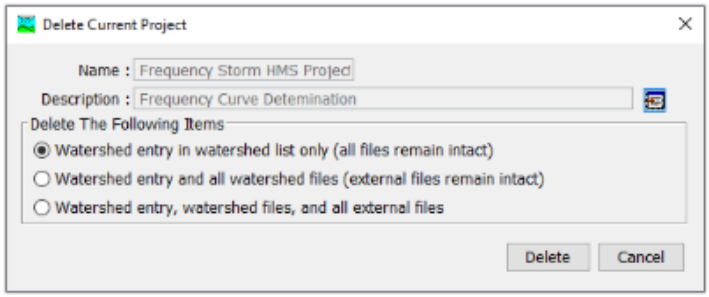


Şekil 3.5 Mevcut Proje Adını Yeniden Adlandırma

Projenin Silinmesi

Bir projeyi silmek için Dosya | Sil (*File* | *Delete*) menü öğesi seçilir. Mevcut Projeyi Sil penceresi açılır. Bu pencere, proje adı ve açıklamasını gösterir ve projeyi silmek için üç seçenek sunar. İlk seçenek olan Sadece Havza Listesindeki giriş ***(****Watershed entry in watershed list only****)*** (tüm dosyalar korunur), projeyi yalnızca Havza Listesinden siler; dosyalar olduğu gibi kalır. Havza Listesi, program tarafından daha önce açılmış tüm projeleri içerir. Bu seçenek seçildiğinde hiçbir dosya silinmez. İkinci seçenek olan Havza Listesi girişi ve tüm havza dosyaları **(***Watershed entry and all watershed files***)** (harici dosyalar korunur), projeyi Havza Listesinden siler ve

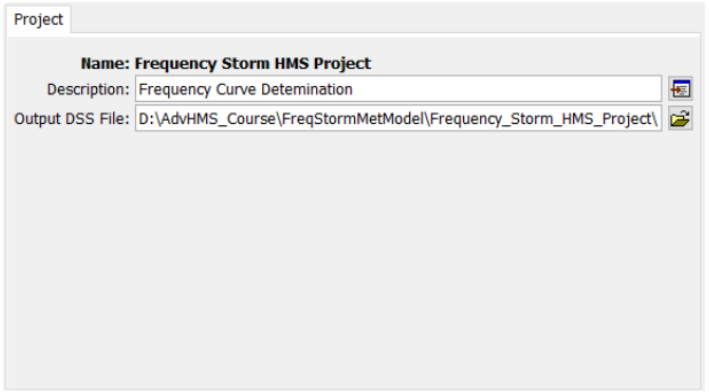
tüm proje dosyalarını siler; ancak harici dosyalar olduğu gibi kalır. Proje dosyaları, **.hms, .basin* vb. dosyaları içerir. Bu seçenek seçildiğinde harici dosyalar silinmez. Harici dosyalar arasında *DSS*, ızgara hücre ve arka plan harita katmanı dosyaları bulunur. Üçüncü seçenek olan Havza girişi, havza dosyaları ve tüm harici dosyalar *(Watershed entry, watershed files, and all external files)*, projeyi Havza Listesinden, program tarafından bu proje için oluşturulmuş tüm dosyaları ve projeye referans verilen tüm harici dosyaları (*DSS*, ızgara hücre ve arka plan harita katmanı dosyaları) siler. Üçüncü seçeneğin, diğer projeler tarafından da kullanılabilecek harici dosyaları sileceğini akılda tutmak çok önemlidir. Uygun seçenek seçildikten sonra Sil düğmesine basılır. Bir proje silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz. Proje silinmek istenmez ise, pencereyi kapatmak için İptal düğmesine veya sağ üstteki *X* düğmesine basılır.



Şekil 3.6 Mevcut Projeyi Silmeye Hazırlanma

Proje Özellikleri

Proje için temel özellikler ve ayarlar, Proje için Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içinde sağlanır. Bileşen Düzenleyiciye *Watershed Explorer* içindeki herhangi bir sekmeden erişilebilir. En üst düzey klasör Proje adı ile etiketlenmiştir; Bileşen Düzenleyiciyi görüntülemek için proje adına tıklanır.



Şekil 3.7 Watershed Explorer'ın En Üst Düğümüne Tıklanarak Erişilen Proje Bileşen Düzenleyicisi

Açıklama bölümü, proje içinde iç dokümantasyon sağlamak için kullanılabilir. Daha sonra ayrıntıları hatırlamaya yardımcı olması için proje içine notlar ve yorumlar eklemek faydalıdır. Ayrıca gelecekte proje üzerinde

çalışabilecek diğer kullanıcılara bilgi sağlanmasına da yardımcı olur. Eğer açıklama kısa ise, doğrudan açıklama alanına yazılabilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağ tarafında bulunan düzenleyici (*editor*) düğmesine basılabilir. Açıklama düzenleyicisi, uzun açıklamaların girilmesini ve düzenlenmesini daha kolay hale getirir.

Manuel olarak girilen zaman serisi ölçüm istasyonları (*time-series gages*) ve eşlenik veriler (*paired data*) varsayılan olarak Proje DSS dosyasına yazılır. Ancak sonuçların yazılacağı dosya değiştirilebilir. İstenirse, *File* (Dosya) alanının sağındaki *Folder* (Klasör) düğmesine basarak dosyayı bulmak için bir Dosya Tarayıcısı **(***File Browser***)** açılabilir. Dosya tarayıcısı, DSS uzantılı dosyaları bulacak şekilde ayarlanmıştır. Farklı bir çıktı dosyası aramaktan vazgeçilir ise, tarayıcı penceresinin sağ üst köşesindeki *Cancel* (İptal) düğmesine veya *X* simgesine basılabilir. İstenilen dosyayı bulup seçtikten sonra *Select* (Seç) düğmesine basılır. Birden fazla projenin çıktı sonuçlarını aynı *DSS* dosyasına yazması mümkündür. Ancak bu ayrı projeler senkronize değildir**.** Bu nedenle, bileşen adlandırmalarında çakışmaları önlemek için çok dikkatli olunmalıdır.

3.2 KLASÖR VE DOSYALAR

Program, Proje Dizini-Klasörü **(***Project Directory***)** içinde saklanan birçok farklı dosyayı otomatik olarak oluşturur ve yönetir. Yeni bir Proje (*Project*) oluşturulduğunda, dosya sisteminde otomatik olarak bir *Project Directory* oluşturulur. Birden fazla Proje aynı dizinde saklanabilse de her Projenin ayrı bir dizinde saklanması önerilir**.** Ayrı dizinler, dosya sistemi düzenini iyileştirir ve harici yedekleme yazılımlarıyla arşivlemeyi kolaylaştırır.

Program Tarafından Oluşturulan Dosyalar

Her bir veri kümesi veya veri kümesi sınıfı, Proje Dizini (*Project Directory*) içinde ayrı bir dosyada saklanır. Bileşenler veya veri kümeleri için kullanılan adlar, dosyalar için otomatik olarak dosya adlarına dönüştürülür. İşletim sistemi tarafından izin verilmeyen özel karakterlerin yerine alt çizgi (_) kullanılır. Örneğin, *North Branch* adlı bir *Basin Model*, *North_Branch.basin* adlı dosyada saklanır. Program tarafından kullanılan dosyaların tam listesi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Dosyaların büyük çoğunluğu ASCII formatındadır, ancak kullanıcının bu dosyaları incelemesine hiçbir zaman gerek yoktur. Bazı bilgiler birden fazla dosyada saklandığından, yönetim işlemleri her zaman grafik kullanıcı arayüzündeki program komutları kullanılarak yapılmalıdır. Harici yönetim işlemleri nedeniyle dosyalar senkronize değilse, program doğru şekilde çalışmayabilir.

Tablo 3.1 HEC-HMS Tarafından Kullanılan Dosyaların Tam Listesi

Dosya Adı	Açıklama
Castro.access	Kontrol dosyası; veri içermez.
Castro.dsc	Belirli kayıtların daha hızlı bulunmasını sağlamak için Proje DSS Dosyasının kataloğu.
Castro.dss	Proje DSS Dosyası, manuel olarak girilmiş zaman serisi ölçüm noktalarını ve eşleştirilmiş verileri içerir.
Castro.gage	Tüm zaman serisi ölçüm noktalarının listesi.
Castro.grid	Tüm ızgara verilerinin listesi.
Castro.hms	Proje tanımı, Havza Modelleri, meteorolojik modeller ve kontrol spesifikasyonlarının listelerini içerir.
Castro.log	Tüm mesajlar günlük dosyasında kaydedilir, ancak hesaplama sırasında üretilen mesajlar bu dosyaya dahil edilmez. Her bir hesaplama bileşeninin kendi log dosyası vardır.
Castro.nals	Tüm derinlik-alan analizlerinin listesi.
Castro.out	DSS dosyalarından okunan veya yazılan tüm verilerin listesi.
Castro.pdata	Tüm eşleştirilmiş verilerin listesi.
Castro.regn	Izgara bölgelerinin listesi.
Castro.run	Simülasyon çalıştırmalarının özellikleri ve son hesaplama zamanı ile birlikte listesi.
North_Branch.basin	Her havza için bir tane olmak üzere, eleman özellikleri, kanal ağı, bölgeler ve harita katmanları yapılandırması.
Historic_Calib.met	Her meteorolojik model için bir tane olmak üzere, yağış, evapotranspirasyon ve kar erimesi verileri yapılandırması.
Oct_1977.control	Her kontrol spesifikasyonu için bir tane olmak üzere, başlangıç zamanı, bitiş zamanı ve zaman aralığı yapılandırması.
Castro.trial	Tüm optimizasyon denemelerinin listesi.
Est_Baseflow.optim	Optimizasyon denemesinin özellikleri, arama yöntemi, amaç fonksiyonu ve parametreler dahil.
Castro.fcstList	Tüm tahmin alternatiflerinin listesi**.**
DryStart.forecast	Her tahmin alternatifi için bir tane olmak üzere, tahmin alternatiflerinin özellikleri; başlangıç ve bitiş zamanları, birleştirme kontrolleri ve parametre ayarlamaları dahil.
Summer.mca	Belirsizlik analizinin özellikleri, başlangıç ve bitiş zamanları ile parametre örneklemelerini içerir.
Castro.stateIndex	Tüm kaydedilmiş durumların listesi.
Mid_Oct_77.state	Belirli bir Havza Modeli içindeki tüm hidrolojik elemanlar için kaydedilmiş durum bilgisi.

Kullanıcı Tarafından Belirtilen Dosyalar

Program tarafından otomatik olarak oluşturulmayan ve yönetilmeyen dosyalar, kullanıcı tarafından Proje Dizinine eklenebilir. İsteğe bağlı olarak arka plan harita dosyaları eklenebilir ve Havza Modellerinde kullanılabilir. *ModClark Gridded Transform* Yöntemi için gerekli olan ızgara hücresi dosyası, program dışında oluşturulmalıdır. İsteğe bağlı ve gerekli dosyalar bilgisayar dosya sisteminde herhangi bir konumda saklanabilir, ancak genellikle Proje Dizini içinde saklamak daha kullanışlıdır. Projeyle ilgili ancak program tarafından kullanılmayan ek destekleyici dosyalar da Proje Dizinine yerleştirilebilir ve göz ardı edilir. Ancak bir Proje kopyalandığında, yalnızca program tarafından kullanılan dosyalar kopyalanır.

Manuel Olarak Girilmiş Zaman Serisi ve Eşleştirilmiş Veriler

Proje *DSS* Dosyası, kullanıcı tarafından manuel olarak girilen tüm zaman serisi ve eşleştirilmiş verileri saklar. Kullanıcı tarafından girilen veriler, dosyada otomatik olarak bir kayıt olarak depolanır. Veriler düzenlendiğinde, kayıt otomatik olarak güncellenir. Zaman serisi ölçüm noktası veya eşleştirilmiş veri fonksiyonu yeniden adlandırıldığında, kopyalandığında veya silindiğinde kayıt otomatik olarak güncellenir. Bu kayda, *DSS* formatında okuma ve yazma yapabilen diğer programlar tarafından da erişilebilir.

Her *DSS* kaydı, yalnızca tek bir veri türü içerir. Veriye ait bilgiler, kaydın içindeki başlık bölümünde saklanır. Zaman serisi verisi için başlık, şunları içerir: Kayıt adı, Verinin düzenli veya düzensiz zaman aralığında olup olmadığı, Başlangıç tarihi ve zamanı, Bitiş tarihi ve zamanı, Değer sayısı, Ölçüm birimleri, Veri türü. Eşleştirilmiş veri için başlık, şunları içerir; Kayıt adı, Eğri sayısı, İlk serinin ölçüm birimleri, İlk serinin veri türü, İkinci ve sonraki serilerin ölçüm birimleri, İkinci ve sonraki serilerin veri türü.

Hesaplanmış Sonuçlar

Varsayılan olarak, tüm hesaplanmış sonuçlar, *Simulation DSS* Dosyasında saklanır. Ancak kullanıcı, hesaplanmış sonuçların saklanacağı dosyayı değiştirme seçeneğine sahiptir. Manuel olarak girilen zaman serisi veya eşleştirilmiş veriler, hesaplanmış sonuçların saklandığı dosya ne olursa olsun, her zaman *Project DSS* Dosyasında saklanmaya devam eder. Hesaplanmış sonuçlar farklı bir dosyada saklanıyorsa, bu dosya programı etkilemeden güvenle silinebilir. Ancak, dosya silindikten sonra sonuçları görüntülemek mümkün değildir.

Her bir elemandan elde edilen sonuçlar, ayrı bir kayıtta saklanır. Bazı elemanlar farklı türde sonuçlar üretebilir; her bir sonuç ayrı bir kayıtta saklanır. Kayıt, bir yol adı (*pathname)* ile tanımlanır. Her kayıt yol adı altı bölümden oluşur: A-part, B-part, C-part, D-part, E-part ve F-part. Yol adı bölümleri *slash* (/) ile ayrılır ve boşluk içerebilir. Tam yol adı, *slash* ve boşluklar dahil olmak üzere, en fazla 256 büyük harf karakteri içerebilir. Örnek olarak, *Simulation Run Plan 3A*'daki Sand Cr adlı bir hidrolojik elemanın hesaplanmış debi yol adı şu şekildedir:

//SAND CR/FLOW/01JAN1985/1HOUR/RUN:PLAN 3A/

Hesaplama sonuçlarının farklı pathname bölümlerini atamak için tutarlı bir adlandırma kuralı kullanılır.

- **B-part**: Havza Modelindeki elemanın adı
- **C-part**: Veri tanımlayıcısı
- **D-part**: Simülasyon başlangıç tarihi
- **E-part**: Simülasyon zaman aralığı
- **F-part**: Hesaplanan sonuç türünü belirten üç harfli bir kod ile başlar, ardından iki nokta üst üste (:) ve hesaplama bileşeninin adı gelir.

Harici Zaman Serisi, Eşleştirilmiş ve Izgara Verileri

Manuel olarak girilmeyen tüm zaman serisi veya eşleştirilmiş veriler, Harici *DSS* Dosyasında saklanmalıdır. Izgara verileri manuel olarak girilemediği için, her zaman Harici DSS Dosyasında saklanmalıdır. Harici DSS Dosyaları, Project DSS Dosyası dışında, bir projede kullanılan tüm DSS dosyalarıdır. Bu dosyalar, düzenli veya düzensiz zaman aralığına sahip zaman serisi verileri, eşleştirilmiş veriler veya ızgara verilerini saklayabilir. Dosyalar bilgisayarda veya ağ üzerinde herhangi bir konumda bulunabilir ve diğer programlarla paylaşılabilir**.** Program, verinin türünü, birimlerini ve zaman aralığını kayıt başlığından otomatik olarak belirler.

Güvenlik Sınırlamaları

Program, bir Projeyi yerel bilgisayarda veya erişilebilen herhangi bir ağ cihazında oluşturabilir. Bir Proje oluşturmak için, kullanıcının yeni Projeyi içerecek klasör için okuma ve yazma iznine sahip olması gerekir. Genellikle, sistem yöneticisi, kullanıcının hangi klasörlerde okuma ve yazma iznine sahip olacağını belirler. Sistem yöneticisi tarafından kullanıcıya atanan güvenlik ayarlarına bağlı olarak, program bazı klasörlerde Proje oluşturamayabilir**.** Kullanıcı olarak, hangi klasörlerde yeni Proje oluşturma izni olduğu bilinmelidir. Programı kullanmak için okuma ve yazma izninden başka herhangi bir ayrıcalık gerekmez; program, sınırlı yetki ortamlarında çalışabilir.

Program, bir Proje her açıldığında tüm Proje dosyalarının okuma ve yazma izinlerini otomatik olarak kontrol eder. Eğer dosyalardan herhangi biri salt okunur (*read-only*) ise, program Projeyi açamaz ve bir hata mesajı görüntülenir. Daha önce erişilebilen bir Proje artık erişilemez hale gelmişse, bu durum dosya izinlerinin program dışında değiştirilmiş olabileceğini gösterebilir. Dosyalar, CD-ROM veya diğer taşınabilir depolama ortamlarından kopyalandığında da salt okunur olabilir. Dosyalar herhangi bir nedenle salt okunur olarak ayarlanmışsa, programın Projeyi açabilmesi için dosya izinlerini manuel olarak değiştirmek gerekir**.** Microsoft Windows® işletim sisteminde, dosya izinlerini Windows Gezgini (*Windows Explorer*) üzerinden değiştirilebilir.

Program, birden fazla kullanıcı tarafından paylaşılabilecek Projeler ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Genellikle paylaşılan Projeler, bir sunucu veya ağ depolama cihazında saklanır, ancak yerel bilgisayarda paylaşılan bir klasörde de bulunabilir. Projeyi paylaşacak tüm kullanıcıların, ilgili klasör için okuma ve yazma iznine sahip

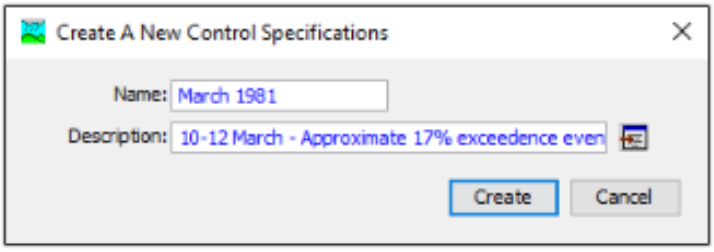
olması gerekir. Birden fazla kullanıcı Projeyi paylaşabilse de Projeye aynı anda yalnızca bir kullanıcı erişebilir**.** Program, Projeye kaç kullanıcının eriştiğini otomatik olarak takip eder ve gerekirse erişimi sınırlar.

3.3 KONTROL ÖZELLİKLERİ

Kontrol Özellikleri, bir projedeki ana bileşenlerden biridir, ancak çok fazla parametre verisi içermezler. Temel amaçları, simülasyonların ne zaman başlayıp biteceğini ve simülasyonda kullanılacak zaman aralığını kontrol etmektir.

Yeni Kontrol Özelliği Oluşturma

Yeni bir Kontrol Özelliği, Kontrol özellikleri Yöneticisi (*Control Specifications Manager*) kullanılarak oluşturulur. Yöneticiyi açmak için: Bileşenler (*Components*) menüsüne tıklanır. *Control Specifications Manager* komutunu seçilir. Yönetici açıldığında, projedeki mevcut tüm Kontrol Spesifikasyonlarını gösterir. Yönetici, Kontrol Spesifikasyonlarını yönetirken veya programın diğer alanlarında işlem yaparken açık kalabilir. Yönetici, sağ üst köşedeki *X* butonuna tıklanarak kapatılabilir. Spesifikasyon listesi sağındaki butonlar, mevcut kontrol spesifikasyonlarını yönetmek veya yeni bir tane oluşturmak için kullanılabilir. Yeni bir Kontrol Spesifikasyonu oluşturmak için *New* (Yeni) butonuna basılır. Butona bastıktan sonra, yeni Kontrol Spesifikasyonu için ad ve açıklama girebilecek bir pencere açılacaktır. Yeni Kontrol Spesifikasyonu için varsayılan bir ad verilir; bu adı kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki butona basarak bir düzenleyici açılabilir. Düzenleyici, uzun açıklamaları girmeyi ve düzenlemeyi kolaylaştırır. Ad ve açıklama girildikten sonra, yeni Kontrol Spesifikasyonu oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* (Oluştur) butonuna basılır. Yeni spesifikasyon için bir ad belirtilmemişse *Create* butonuna basılamaz**.** Yeni bir Kontrol Spesifikasyonu oluşturmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) butonuna veya sağ üst köşedeki *X* butonuna basarak *Control Specifications Manager* penceresine dönülebilir.

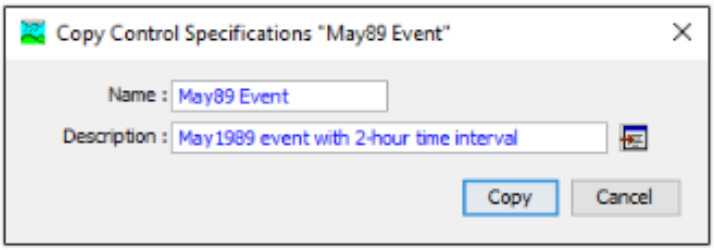


Şekil 3.8 Yeni Kontrol Spesifikasyonu Oluşturma

Kontrol Özelliği Kopyalama

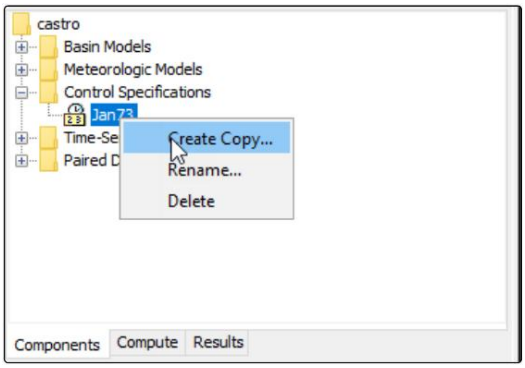
Bir Kontrol Spesifikasyonunu kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir ad ile tam bir kopya oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra, orijinalden bağımsızdır ve birbirleriyle etkileşime girmezler.

Kontrol Spesifikasyonu kopyalamanın ilk yolu, *Components* (Bileşenler) menüsünden erişilen *Control Specifications Manager* kullanmaktır. Mevcut Kontrol Spesifikasyonları listesinden kopyalanmak istenilen spesifikasyon tıklanarak seçilir. Bir Kontrol Spesifikasyonu seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala) butonuna basılabilir. Yeni bir *Copy Control Specifications* penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopya için ad ve açıklama girilebilir. Kopya için varsayılan bir ad verilir; bu ad kullanılabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki butona basarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildikten sonra, seçili Kontrol Spesifikasyonunu kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) butonuna basılır. Yeni kopya için bir ad belirtilmemişse *Copy* (Kopyala) butonuna basılamaz. Seçili Kontrol Spesifikasyonu kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) butonuna veya sağ üst köşedeki *X* butonuna basarak *Control Specifications Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 3.9 Kontrol Spesifikasyonu Kopyası Oluşturma

Kopyalama işleminin ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinden yapılır. Kopyalanmak istenilen *Control Specifications* üzerine fare getirilir ve ardından sağ fare tuşuna basılır. Bir bağlam menüsü (*context menu*) görüntülenir ve bu menüde *Copy* dâhil olmak üzere birkaç seçenek bulunur. *Create Copy* komutuna tıklanır. Bunun ardından, oluşturulacak kopyayı adlandırabilecek ve açıklayabilecek yeni bir *Copy Control Specifications* penceresi açılır. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu adı kullanılabilir veya yeni bir adla değiştirilebilir. Bir açıklama da girilebilir; eğer açıklama uzunsa, açıklama alanının sağ tarafındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen *Control Specifications*'ın kopyalanması işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Eğer bir ad belirtilmemişse, *Copy* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen *Control Specifications* kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya *Copy Control Specifications* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.

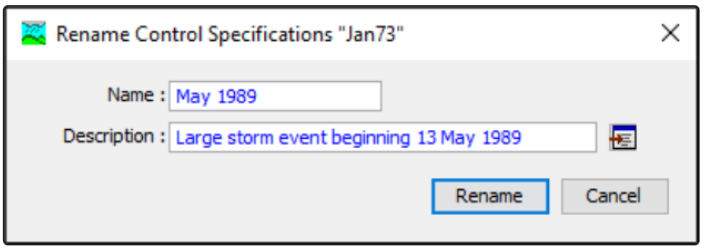


Şekil 3.10 Watershed Explorer Üzerinden Control Specifications'ın Kopyalanması

Kontrol Özelliğinin Yeniden Adlandırılması

Bir *Control Specifications*'ı yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde de Spesifikasyon adı değiştirilir ve eski adın kullanıldığı tüm referanslar otomatik olarak yeni ad ile güncellenir.

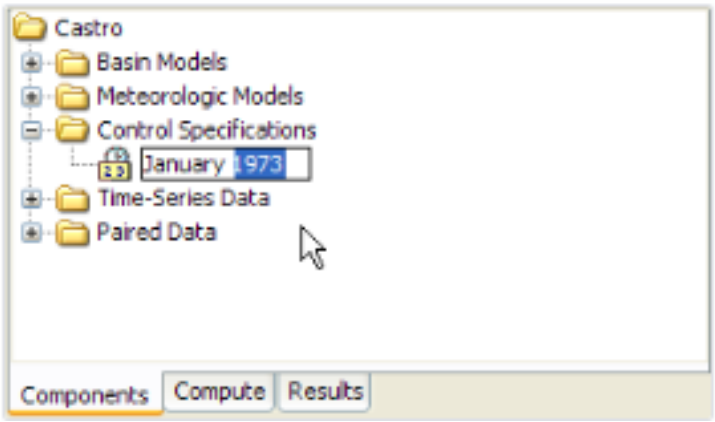
Yeniden adlandırmanın ilk yolu, *Components* menüsünden erişilebilen *Control Specifications Manager*'ı kullanmaktır. Mevcut *Control Specifications* listesinden yeniden adlandırılmak istenilen öğe tıklanarak seçilir. Seçilen *Control Specifications* vurgulanır (*highlighted*). Bir *Control Specifications* seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılabilir. Böylece *Rename Control Specifications* adlı yeni bir pencere açılır ve burada yeni ad girilebilir. İstenirse aynı anda açıklamada (*Description*) değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağ tarafındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen *Control Specifications*'ın yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Eğer bir ad belirtilmemişse, *Rename* düğmesine basılamaz. Vazgeçer ve seçilen *Control Specifications* yeniden adlandırılmak istemez ise, *Cancel* düğmesine veya *Rename Control Specifications* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Control Specifications Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 3.11 Control Specifications'ın Yeniden Adlandırılması

Kontrol Spesifikasyonunu yeniden adlandırmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinden yapılır. *Watershed Explorer* içinde, yeniden adlandırılmak istenilen Kontrol Spesifikasyonu tıklanarak seçilir. Seçilen Kontrol Spesifikasyonu vurgulanacaktır. Seçili Kontrol Spesifikasyonunun üzerine fare getirilir ve sağ tıklanır. Menüden *Rename* (Yeniden Adlandır) komutu seçilir; seçili isim düzenleme moduna geçirilir. Daha sonra

imleç, klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile tıklanarak hareket ettirilebilir. Ayrıca fareyi kullanarak isimden bir kısmı veya tamamı seçilebilir. İsim üzerinde değişiklik yapmak için klavyeden yazılabilir. İsim değişikliği tamamladığında, *Enter* tuşuna basılarak işlem sonlandırılabilir. Ayrıca, *Components* sekmesinde başka bir yere tıklayarak da değişiklik tamamlanabilir. Eğer düzenleme modundayken vazgeçer ve yeniden adlandırmak istenmez ise, *Escape* tuşuna basılır.

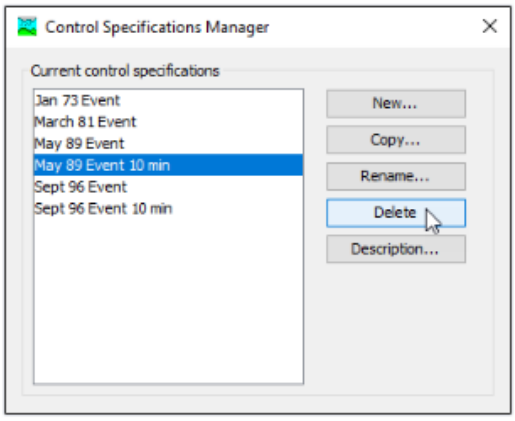


Şekil 3.12 Havza Gezgininde Kontrol Spesifikasyonunu Yeniden Adlandırma

Kontrol Özelliğini Silme

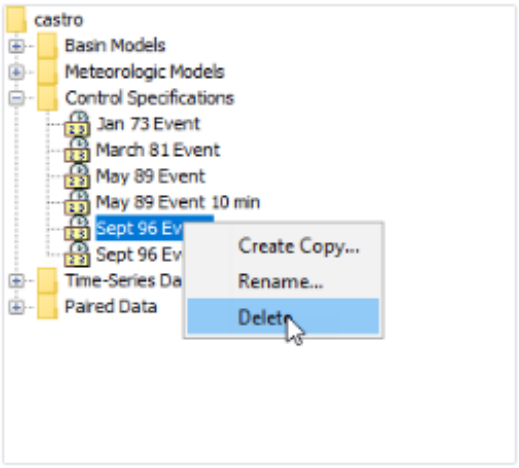
Bir Kontrol Spesifikasyonunu silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, Kontrol Spesifikasyonunu Projeden kaldırır ve ardından o spesifikasyona yapılan tüm referansları otomatik olarak günceller. Bir Kontrol Spesifikasyonu silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz. Silinen spesifikasyona yapılan referanslar, otomatik olarak Kontrol Spesifikasyonu yok durumuna geçer; bu genellikle simülasyon sırasında geçerli bir seçim değildir. Daha sonra, ilgili bileşenlere gidip manuel olarak farklı bir Kontrol Spesifikasyonu seçilmesi gerekir.

Kontrol Spesifikasyonu silmenin ilk yolu, *Components* (Bileşenler) menüsünden erişilen *Control Specifications Manager* kullanmaktır. Mevcut Kontrol Spesifikasyonları listesinden silinmek istenilen spesifikasyon tıklanarak seçilir. Seçilen spesifikasyon vurgulanır. Pencerenin sağ tarafındaki *Delete* (Sil) butonuna basılabilir. Bir pencere açılacak ve seçili Kontrol Spesifikasyonunun silinmek istenildiği onaylanmak istenecektir. Kontrol Spesifikasyonunu silmek için *OK* butonuna basılır. Eğer fikir değiştirilerek silmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) butonuna veya sağ üst köşedeki *X* butonuna basılarak *Control Specifications Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 3.13 Kontrol Specifications Manager'da Kontrol Spesifikasyonu Silme

Kontrol Spesifikasyonunu silmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinden yapılır. *Watershed Explorer* içinde, silinmek istenilen Kontrol Spesifikasyonu tıklanarak seçilir; seçilen spesifikasyon vurgulanacaktır. Seçili Kontrol Spesifikasyonunun üzerine fare getirilerek sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde *(context menu*) birkaç seçenek görüntülenecektir; bunlardan *Delete* (Sil) komutu seçilir. Bir pencere açılarak ve seçili Kontrol Spesifikasyonunu silinmek istenildiği onaylanmak istenecektir. Kontrol Spesifikasyonunu silmek için *OK* butonuna basılır. Silinmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) butonuna veya sağ üst köşedeki *X* butonuna basarak *Watershed Explorer* penceresine dönülebilir.



Şekil 3.14 Watershed Explorer'da Kontrol Spesifikasyonu Silme

Zaman Penceresi

Her Kontrol Spesifikasyonu, bir simülasyonun gerçekleştirileceği Zaman Penceresini *(Time Window)* belirler. Zaman penceresi, ayrı *Start Date* (Başlangıç Tarihi), *Start Time* (Başlangıç Zamanı), *End Date* (Bitiş Tarihi) ve *End Time* (Bitiş Zamanı) kullanılarak tanımlanır. Zaman penceresinin uzunluğu veya içerebileceği simülasyon

adımı sayısı için bir sınır yoktur. Program, hem olay bazlı *(event)* hem de sürekli *(continuous)* simülasyon yöntemlerini içerir. Bir simülasyonun olay bazlı mı yoksa sürekli mi olduğu, Kontrol Spesifikasyonunda belirlenen zaman penceresinin uzunluğu ve Havza Modelinde seçilen yöntemlere bağlıdır.

Program, M.Ö. 1583'ten M.S. 4000'e kadar olan tarihleri işleyebilir. Tüm tarihler, artık yıl kurallarına uygun olarak Gregoryen takvime göre işlenir. Tarih belirtme formatı: Gün: iki basamak, Ay: üç harfli kısaltma, Yıl: dört basamak, İki basamaklı yıllar, tarih girerken veya görüntülerken kullanılmaz. Örnek: *8 Şubat 1936* tarihi şu şekilde girilmelidir:

```
08Feb1936
```

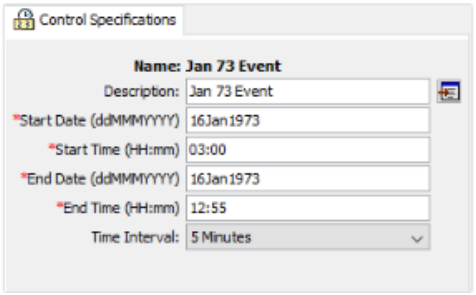
Doğru formatı kullanmak çok önemlidir; aksi takdirde girilen tarih yanlış yorumlanabilir**.** Program bir tarihi yorumlayamazsa, giriş alanı boş hale gelecektir. Aynı tarih formatı hem başlangıç ve bitiş tarihleri hem de programın diğer bölümlerindeki tarihler için kullanılır.

Program, yaz saati uygulaması (*daylight savings*) dikkate alınmadan, rastgele bir yerel saat dilimini varsayarak zamanları işler. 24 saatlik saat sistemi kullanılır; AM veya PM notasyonu kullanılmaz. Zaman pencereleri yalnızca dakika hassasiyetinde girilebilir. Zamanlar *00:00* (günün başı) ile *23:59* (günün sonu) arasında olabilir. Eğer *24:00* girilirse, program bunu *bir sonraki günün 00:00'ı* olarak otomatik dönüştürür. Örnek: Öğleden sonra 2:15:00 şu şekilde girilmelidir:

14:15

Doğru formatı, iki nokta üst üste (:) dahil, kullanmak çok önemlidir; aksi takdirde zaman yanlış yorumlanabilir**.** Aynı format hem başlangıç ve bitiş zamanları hem de programın diğer bölümlerindeki zamanlar için kullanılır.

Kontrol Spesifikasyonları için zaman penceresini (*Time Window*) girmek veya düzenlemek için *Component Editor*'ü kullanılır. *Watershed Explorer*'da, *Components* sekmesinde istenilen Kontrol Spesifikasyonu simgesi tıklanarak editöre erişilir. Tarih ve saat bilgileri, ilgili alanlara girilir.



Şekil 3.15 Kontrol Spesifikasyonu Bileşen Editörü Örneği

Zaman Aralığı

Her Kontrol Spesifikasyonu, simülasyon sırasında hesaplamaların gerçekleştirileceği Zaman Aralığını (*Time Interval*) içerir. Aynı zaman aralığı, simülasyondan elde edilen zaman serisi sonuçlarını görüntülerken de

kullanılır. Bazı durumlarda, hesaplamalar daha kısa bir zaman aralığında yapılabilir ve sonuçlar, Kontrol Spesifikasyonunda belirtilen zaman aralığına enterpolasyon ile dönüştürülür. Bazı Havza Modeli yöntemlerinde, parametreler zaman aralığına duyarlıdır. Bu parametreler, Kontrol Spesifikasyonundaki zaman aralığı bilgisi dikkate alınarak tahmin edilmelidir.

Simülasyon sırasında, zaman serisi *gage* verileri ve *grid* verileri, Kontrol Spesifikasyonunda belirlenen zaman aralığına göre enterpolasyon yapılır. *Gage* veya *grid* için orijinal veri değiştirilmez; mevcut veriler, simülasyon sürecinde enterpolasyonla kullanılır ve saklanmaz. Enterpolasyon, mevcut veri noktaları arasında zaman doğrultusunda lineer olarak gerçekleştirilir.

Kontrol Spesifikasyonları için zaman aralığı (*Time Interval*) *Component Editor*'de belirtilir. *Watershed Explorer*'da, Components sekmesinde istenilen Kontrol Spesifikasyonu simgesine tıklanarak editöre erişilir. Mevcut seçenekler listesinden istenilen zaman aralığı seçilir. Seçenekler 1 dakika ile 1 gün arasında değişir.

Başlangıç veya bitiş zamanında yer alan dakikaların, zaman aralığının tam katı olması çok önemlidir. Örnek: Eğer zaman aralığı *10 dakika* olarak seçildiyse, başlangıç veya bitiş zamanı 10:00, 10:10, 10:20 gibi 10 dakikanın katları olmalıdır. Aynı zaman aralığında, 10:07 gibi bir zaman geçerli değildir, çünkü 10 dakikanın tam katı değildir.

3.4 HEC-1 DOSYALARINI YÜKLEME (*Import*)

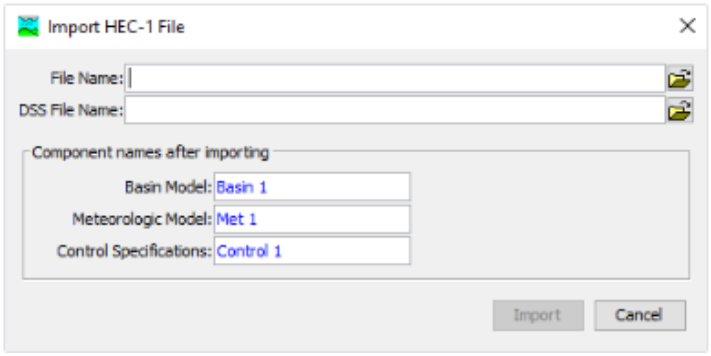
Program, 1981 ve sonrası sürümler için biçimlendirilmiş HEC-1 dosyalarını yükleyerek kullanabilir. HEC-1'de bulunan bazı hesaplama seçenekleri güncel program sürümünde mevcut değildir. Tanınmayan girdi verileri, yüklenirken otomatik olarak yok sayılır ve yükleme günlüğünde raporlanır. İş tanımı ve başlatma veri kayıtları, Kontrol Spesifikasyonları hâline gelir. Hidrograf hesaplama veri kayıtları, Havza Modeli ve Meteorolojik Model olarak ayrılır. Gerekli olduğunda yağış ve akım (debi) ölçüm istasyonları oluşturulur. Yüklenen bileşenlerin doğruluğu her zaman kontrol edilmesi gerekir.

Bir Dosyanın Seçilmesi ve İşlenmesi

Mevcut bir HEC-1 dosyası güncel Projeye yüklenebilir (HEC, 1998). HEC-1 programı, bir modellemeyi gerçekleştirmek için gerekli tüm verileri içeren tek bir dosya kullanır. Yükleme işlemi bu dosyayı okuyarak zaman serileri ve eşlenik (*paired*) veriler için eşdeğer bileşenler oluşturur. Bir Havza Modeli, Meteorolojik Model ve Kontrol Spesifikasyonlarından oluşur. Aktarılan tüm verileri kontrol etmek ve sonuç elde etmek için bir simülasyon çalışması oluşturmak kullanıcıya bırakılmıştır. Programda kullanılan daha gelişmiş sayısal analiz teknikleri nedeniyle, sonuçlar HEC-1 ile elde edilen sonuçlarla birebir örtüşmeyebilir.

HEC-1 Dosyası içe aktarma işlemine başlamak için Dosya (*File*) menüsüne tıklanır ve İçe Aktar Yükle (*Import*) HEC-1 Dosyası komutu seçilir. Bir "HEC-1 Dosyası İçe Aktar" penceresi açılır ve aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi içe aktarılacak HEC-1 dosyası belirlenebilir. Hangi dosyanın içe aktaracağı bilinmiyorsa, dosya adı alanının sağındaki düğme tıklanarak bir Dosya Tarayıcı açılabilir. Tarayıcı kullanılarak dosya sisteminde gezilerek doğru HEC-1 dosyasını belirlenir. Tarayıcı, genellikle DAT veya HC1 uzantısıyla biten HEC-1 Dosyaların seçimine

olanak tanır. İstenilen HEC-1 dosyası bulunup seçildikten sonra, Seç düğmesine basılır. Bir dosya seçme kararından vazgeçilir ise, İçe Aktar HEC-1 Dosyası penceresine dönmek için İptal (*Cancel*) düğmesine veya tarayıcının sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir; bu durumda dosya seçilmiş olmaz. HEC-1 Dosyası içe aktarma kararından vazgeçilir ise, İçe Aktar HEC-1 Dosyası penceresinin sağ üst köşesindeki İptal düğmesine veya *X* düğmesine basılabilir.



Şekil 3.16 İçe Aktarılacak Bir HEC-1 Dosyasının Seçilmesi

İçe aktarılacak HEC-1 Dosyası belirledikten sonra, Havza Modeli, Meteorolojik Model ve Kontrol Spesifikasyonları için adların girilmesi gerekir. Varsayılan adlar kullanılabilir veya istenilen adlar girilebilir. Bileşenlerin adları daha sonra her zaman yeniden değiştirilebilir. HEC-DSS dosyasından zaman serisi verilerini yüklemek için, verileri içeren *DSS* dosyası belirtilmelidir. Dosya belirtilmez ise, zaman serisi verilerine manuel olarak bağlanmak gerekecektir. İçe aktarılacak HEC-1 Dosya adı ve üç bileşenin adlarını belirtilerek içe Aktar düğmesine basılır. Dosya adı ve üç bileşenin tüm adları belirtilmedikçe bir HEC-1 Dosyası içe aktarılamaz. İçe Aktar düğmesine basıldığında, içe aktarma işlemi HEC-1 Dosyasını okuyacak ve üç bileşenin ilgili bölümlerini oluşturacaktır.

Desteklenmeyen Özellikler

HEC-1 programındaki özelliklerin çoğu güncel programda da mevcuttur. Ancak, ekonomik tahminlerle ilgili bazı özellikler güncel programa dahil edilmemiştir çünkü bunlar, risk temelli tasarım için modern mühendislik analiz yöntemleriyle uyumsuzdur. Diğer bazı özellikler güncel programa eklenmemiştir çünkü eski sayısal algoritmaları kullanmaktadır; bu algoritmalar, güncel programda üstün yöntemlerle değiştirilmiş olup doğrudan bir çevirisi mevcut değildir. Gelecekte programa başka özellikler de eklenebilir. Desteklenmeyen kartlardan herhangi biri ile karşılaşılırsa bir hata mesajı görüntülenecektir.

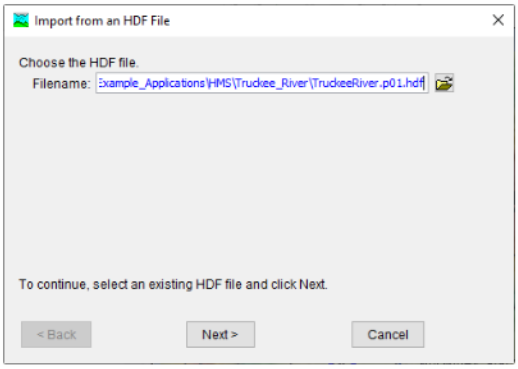
3.5 HEC-RAS HDF Dosyalarını Yükleme (*Import)*

2B Difüzyon Dalga Dönüşümü Yöntemini kullanabilmek için bir hesaplama ağı (*computational mesh*) gereklidir. Bu hesaplama ağı HDF5 dosyası içinde saklanmalıdır. Günümüzde kullanıcıların, HEC-RAS (sürüm 5.0.7 veya daha yeni) içinde bir 2B ağ *(mesh*) ve buna bağlı normal derinlik, akım, seviye (*stage*) ve/veya derecelendirme eğrisi (*rating curve*) sınır koşullarını oluşturmaları ve ardından bunları HEC-HMS'ye içe aktarmaları gerekmektedir. Gelecekte ise kullanıcılar, 2B ağları ve sınır koşullarını tamamen HEC-HMS içerisinde oluşturup düzenleyebileceklerdir. Ayrıca, kullanıcılar Havza Model başına yalnızca bir adet 2B ağ kullanabilmektedir. Gelecekte ise kullanıcılar, aynı Havza Model içinde birden fazla 2B ağ kullanabileceklerdir. Yağış sınır koşulları içe aktarılmayacaktır; bunların HEC-HMS içinde oluşturulması ve ilişkilendirilmesi gerekmektedir. 5.0.7'den daha eski bir HEC-RAS sürümünden içe aktarılan bir HDF dosyasında, bazı özellikler doğru şekilde aktarılmayabilir. Tanımlanamayan giriş verileri, içe aktarma işlemi sırasında otomatik olarak yok sayılır. İçe aktarılan bileşenlerin doğruluğu her zaman kontrol edilmelidir.

Bir Dosyanın Seçilmesi ve İşlenmesi

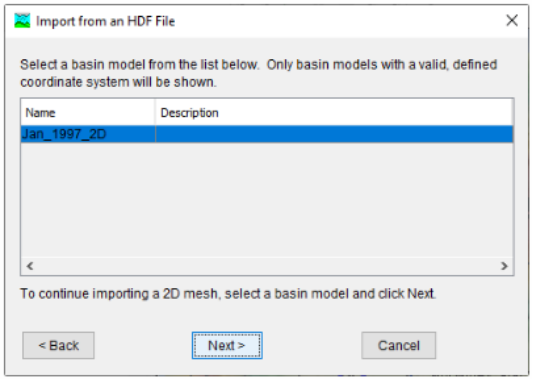
HEC-RAS HDF dosyasından özellikleri içe aktarma işlemini, Dosya *(File)* menüsüne tıklayıp İçe Aktar *(Import)* | HEC-RAS HDF komutu seçilerek başlatılır. Bunun ardından, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi içe aktarılacak HDF dosyasının belirtilmesine olanak tanıyan "*Import from an HDF File*" sihirbazı açılır. Eğer bir HEC-RAS HDF dosyasını içe aktarmaktan vazgeçilir ise, "*Import from an HDF File*" sihirbazındaki İptal *(Cancel)* düğmesine ya da sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılabilir.

Kararsız (*Unsteady*) Plan HDF dosyaları, ".p##.hdf" uzantısına sahiptir; burada "p##", ilgilenilen belirli planı ifade eder. İçe aktarılmak istenilen dosyanın tam yolu bilinmiyor ise, dosya adı alanının sağındaki düğmeye tıklayarak Dosya Gezgini'ni (*File Browser***)** açılabilir. Dosya gezginini kullanarak dosya sistemi içinde gezinin ve doğru HEC-RAS HDF dosyasını bulunur. Dosya gezgini, uzantısı *".hdf*" olmayan tüm dosyaları otomatik olarak filtreler. Ancak, bu filtreyi "Dosya Türü (*Files of Type*)" açılır menüsünü "Tüm Dosyalar (*All Files*)" olarak değiştirilerek kaldırılabilir. İstenilen *HEC-RAS HDF* dosyası bulup seçildikten sonra, Seç *(Select)* düğmesine basılır. Eğer bir dosya seçilmekten vazgeçilir ise, İptal *(Cancel)* düğmesine veya dosya gezgininin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak dosya seçmeden "*Import from an HDF File*" sihirbazına dönülebilir. Bir HDF dosyası seçildikten sonra, ilerlemek için İleri *(Next)* düğmesine tıklanır.



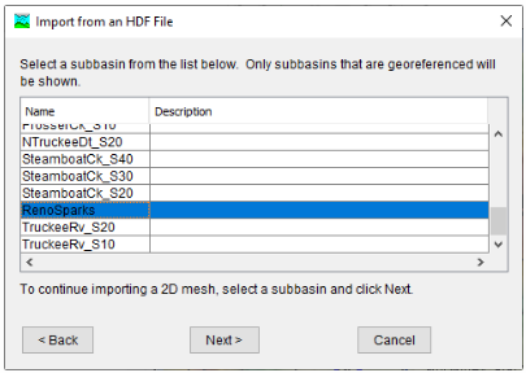
Şekil 3.17 Bir HDF Dosyasının Seçilmesi

Sonraki adım, halihazırda açık olan Proje içinde yer alan bir Havza Modelinin seçilmesini gerektirir; bu, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Sadece geçerli ve tanımlı bir koordinat sistemine sahip Havza Modelleri gösterilecektir. Geçerli bir Havza Modeli seçildikten sonra, ilerlemek için İleri *(Next)* düğmesine tıklanır.



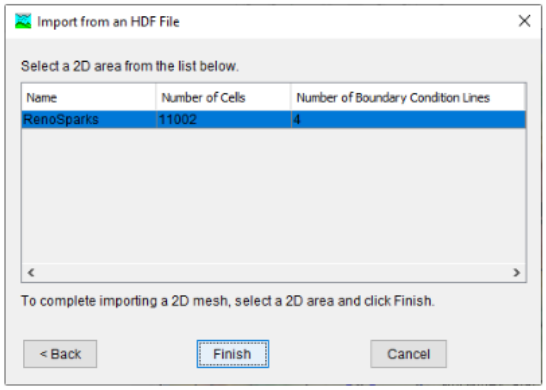
Şekil 3.18 Bir Basin Modelinin Seçilmesi

Sonraki adım, önceki adımda seçilen Havza Modeli içinde bir Alt Havzanın seçilmesini gerektirir; bu, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Sadece coğrafi referanslı (*georeferenced*) alt havzalar gösterilecektir. Geçerli bir alt havza seçildikten sonra, ilerlemek için İleri *(Next)* düğmesine tıklanır.



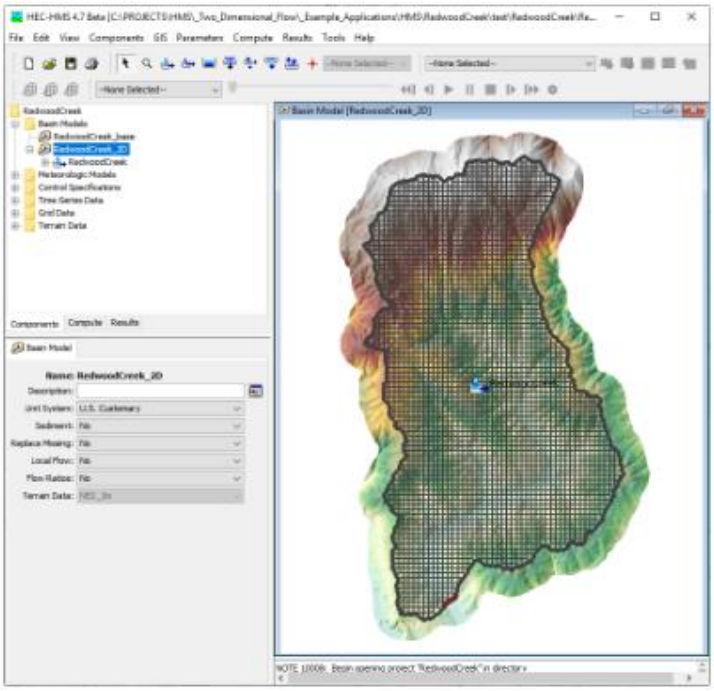
Şekil 3.19 Bir Alt Havzanın Seçilmesi

Son adım, önceki adımda seçilen HDF dosyası içinde bir 2B Alanın seçilmesini gerektirir; bu, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Seçilen HDF dosyasında bulunan tüm 2B alanlar, ilişkili hücre sayısı ve sınır koşulu çizgileri ile birlikte gösterilecektir. Bir 2B alan seçildikten sonra, içe aktarma işlemini tamamlamak için Bitir *(Finish)* düğmesine tıklanır.



Şekil 3.20 Bir 2B Alanın Seçilmesi

Bitir *(Finish***)** düğmesine tıklandığında, ağ (*mesh*) ve buna bağlı normal derinlik, akım, seviye (*stage*) ve/veya derecelendirme eğrisi (*rating curve*) sınır koşulları, seçilen alt havzaya (*subbasin*) içe aktarılacaktır. Ağ ve 2B bağlantılar, Harita Paneli (*Map Panel***)** içinde, *Discretization* ve *2D Connection* katmanlarını açarak görüntülenebilir; bu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu menüye, Görünüm (*View*) | Harita Katmanları (*Map Layers***)** seçeneğine tıklayarak veya harita paneline sağ tıklayıp *Map Layers* seçeneğini seçerek erişilebilir.



Şekil 3.21 İçe Aktarılan Ağ (*Mesh*) ve Sınır Koşulu Çizgileri

Burada, yeni bir HEC-RAS Projesi oluşturma, gerekli verileri yükleme, bir 2B ağ (*mesh*) oluşturma, bir plan HDF dosyası oluşturma ve bunu HEC-HMS Projesine içe aktarma sürecini gösteren bir örnek uygulama sunulmuştur:

BÖLÜM 4

PAYLAŞILAN BİLEŞEN VERİLERİ

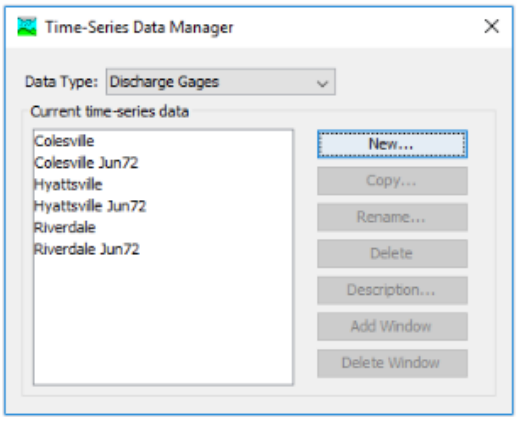
Hidrolojik simülasyon, başlangıç koşulları, sınır koşulları veya parametre olarak kullanılan birçok veriye ihtiyaç duyar. Verilerin büyük bir kısmı, yağış, sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi atmosferik koşulların ölçümleridir. Bu sınır şartları, ölçüm istasyonlarından gelebilir veya geniş bir alana ızgaralı olarak dağıtılabilir. Rezervuar depolama eğrileri, akarsu kanalı derecelendirme eğrileri ve kesitler önemlidir. Izgara modelleme teknikleri kullanıldığında ek veri gereklidir.

4.1 ZAMANA BAĞLI VERİLER

Hidrolojik modeller, havza ortalama yağışını tahmin edebilmek için genellikle zamana bağlı yağış verilerine ihtiyaç duyar. Zamana bağlı akım verileri, genellikle gözlenen akım veya gözlenen debi olarak adlandırılır; bir modelin kalibrasyonu için önemli ve optimizasyon için gereklidir. Farklı tür zamana bağlı veriler de kullanılmaktadır. Zaman serisi verileri, bir Proje içinde *Gage-Ölçüm* olarak saklanır. Program, farklı veri türlerini farklı Ölçüm Türleri ile ayırır. Ölçüm verilerinin yalnızca bir kez girilmesi yeterlidir. Ölçümler, Projenin bir parçasıdır ve birden fazla Havza veya Meteorolojik Model tarafından ortak olarak kullanılabilir.

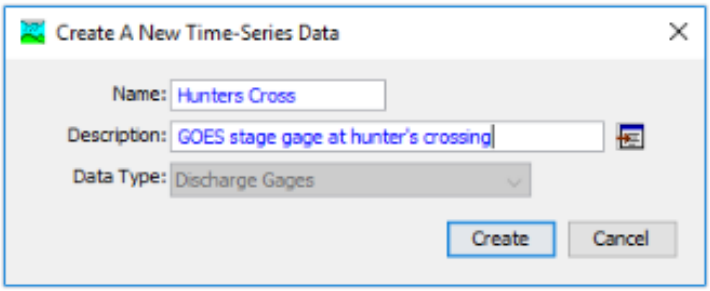
Yeni Bir Ölçüm Verisi (Gage) Oluşturma

Yeni bir ölçüm verisi (*Gage*), Zaman Serisi Veri Yöneticisi (*Time-Series Data Manager*) kullanılarak oluşturulur. Yöneticiyi açmak için, Bileşenler *(Components)* menüsüne tıklanır ve *Time-Series Data Manager* komutu seçilir. Yönetici, programın diğer bölümlerinde görevler gerçekleştirirken açık kalabilir. Yönetici, sağ üst köşedeki *X* düğmesine tıklanarak kapatılabilir. Yönetici penceresinin üst kısmında bir Veri Türü *(Data Type)* menüsü bulunmaktadır. Bu seçenek, program tarafından desteklenen Zaman Serisi Veri Türlerinden (*Time-Series Data Types*) birinin seçimini sağlar. Tüm Zaman Serisi Veri Türlerinin eksiksiz listesi, *Internal DSS data type label for different types of time-series data* tablosuna bakılabilir.



Şekil 4.1 Yeni Bir Ölçüm Verisi (Gage) Oluşturma

Yeni bir zaman serisi ölçüm verisi (*time-series gage*) oluşturmak için Yeni *(New)* düğmesine basılır. Düğmeye bastıktan sonra, *Create A New Time-Series Data* penceresi açılır ve burada yeni ölçüme isim ve açıklama tanımlanır. Yeni ölçüm için varsayılan bir isim sunulmuştur; bu ismi kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama *(description)* da girilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir editör açılır. Editör, uzun açıklamaları girmeyi ve düzenlemeyi kolaylaştırır. İsim ve açıklama girildikten sonra Yeni zaman serisi ölçümü oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* (Oluştur) düğmesine basılır. Eğer isim belirtilmemişse, *Create* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basarak Time-Series Data Manager penceresine dönülebilir.



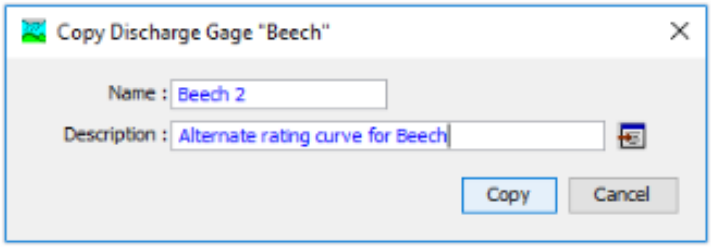
Şekil 4.2 Yeni Bir Zaman Serisi Ölçümü

Bir Ölçüm Verisinin Kopyalanması

Bir zaman serisi verisini (*time-series gage*) kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki kopyalama yöntemi de farklı bir isimle tam bir kopya oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra, orijinalden bağımsızdır ve birbirleriyle etkileşime girmezler.

Kopya oluşturmanın ilk yolu, Bileşenler (*Components*) menüsünden erişilen *Time-Series Data Manager* kullanmaktır. İlk olarak, kopyalanmak istenilen zaman serisi ölçüm verisi Veri Türünü *Data Type* menüsünden seçilir. Ardından, mevcut zaman serisi ölçümü listesinden kopyalamak istenilen ölçüm tıklanarak seçilir. Seçilen

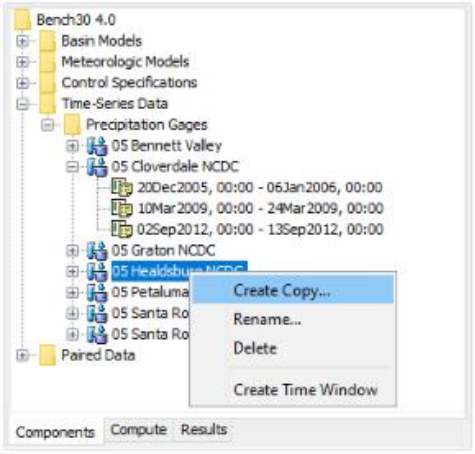
ölçüm vurgulanır. Bir ölçüm seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala) düğmesine basılabilir. Böylece, oluşturulacak kopyayı isimlendirebilecek ve açıklama yapılacak (*Copy Discharge Gage*) pencere açılır. Kopya için varsayılan bir isim sunulur; bu ismi kullanabilir veya değiştirilebilir.



Şekil 4.3 Zaman Serisi Ölçümünün Kopyalanması

Ayrıca bir açıklama (*description*) da girilebilir, açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir editör açılabilir. İsim ve açıklamadan sonra zaman serisi ölçümünü kopyalamak için *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Eğer isim belirtilmemişse, *Copy* düğmesine basılamaz. Seçilen ölçüm kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Time-Series Data Manager penceresine dönülebilir.

Kopya oluşturmanın ikinci yolu, Bileşenler (*Components*) sekmesindeki *Watershed Explorer* üzerinden yapılır. Kopyalanmak istenilen zaman serisi bileşeninin üzerine fare getirilerek ve sağ fare düğmesine basılır. Bir bağlam menüsü *(context menu)* görüntülenir; bu menüde *Copy* (Kopyala) seçeneği de bulunmaktadır. *Create Copy* menü seçeneğine tıklanır. Oluşturulacak kopyayı isimlendirebilecek ve açıklama girilecek yeni bir pencere açılır. Kopya için varsayılan bir isim sunulur; bu ismi kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama (*Description*) da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir editör açılabilir. İsim ve açıklama uygun ise, *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Eğer isim belirtilmemişse, *Copy* düğmesine basılamaz. Ölçüm kopyalanmak istenmez ise, pencerenin sağ üst köşesindeki *Cancel* (İptal) düğmesine veya *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine dönülür.

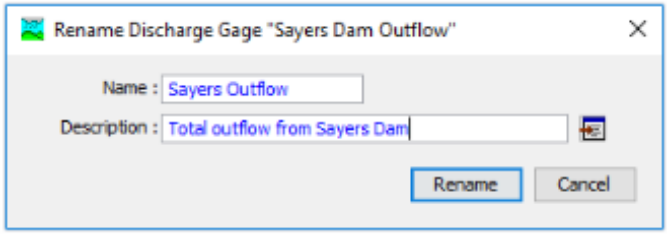


Şekil 4.4 Watershed Explorer'da Ölçüm Kopyalama

Bir Ölçüm Verisinin Yeniden Adlandırılması

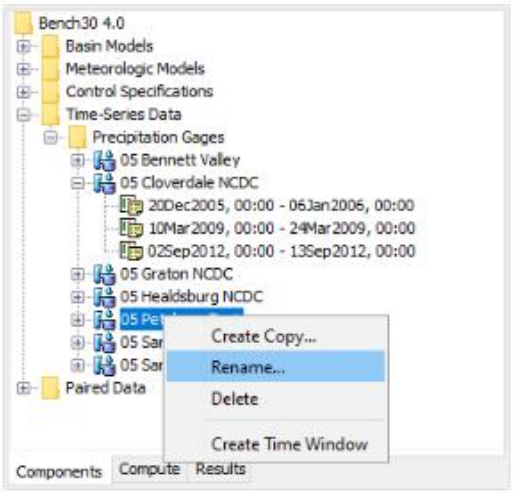
Bir zaman serisi ölçümünü yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde de ölçümün adı değiştirilir ve eski adıyla yapılan tüm referanslar otomatik olarak yeni ad ile güncellenir.

Ölçümün adını değiştirmek için ilk yöntem, Bileşenler *(Components)* menüsünden erişilebilen Zaman Serisi Veri Yöneticisi *(Time-Series Data Manager)* kullanmaktır. Öncelikle, yeniden adlandırmak istenilen zaman serisi ölçümü, Veri Türünü *(Data Type)*, Veri Türü menüsünden *(Data Type menu)* seçilir. Ardından, mevcut zaman serisi ölçüm listesinden, yeniden adlandırılmak istenilen Zaman Serisi Ölçümü *(Time-Series Gage)* tıklanarak seçilir. Seçilen ölçüm, seçildikten sonra vurgulanır. Bir ölçümü seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki Yeniden Adlandır *(Rename*) düğmesine basılabilir. Yeni bir pencere açılacak ve burada ölçümün yeni adı girilebilir. Ayrıca, açıklaması da (*Description*) aynı anda değiştirilebilir. Eğer yeni açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildikten sonra, Yeniden Adlandır *(Rename)* düğmesine basılarak seçilen zaman serisi ölçümünün adı değiştirilir. Eğer bir ad girilmez ise, Yeniden Adlandır (*Rename*) düğmesine basılamaz. Seçilen ölçümün adını değiştirmek istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Zaman Serisi Veri Yöneticisine (*Time-Series Data Manager*) dönülebilir.



Şekil 4.5 Ölçüm Verisinin Yeniden Adlandırılması

İkinci yöntem, *Watershed Explorer*'da, Bileşenler *(Components)* sekmesinden yapılır. Yeniden adlandırılmak istenilen zaman serisi fare ile seçilerek sağ fare tuşuna basılır. Bir bağlam menüsü görüntülenir; Yeniden Adlandır komutu seçildiğinde, vurgulanan ad düzenleme moduna geçer. Daha sonra imleci, klavyedeki ok tuşları kullanılarak ya da fareyle tıklayarak hareket ettirilebilir. Adı değiştirmek için klavyeden yazarak yeni ismi girilir. Ad değiştirme tamamladığında, seçimi onaylamak için *Enter* tuşuna basılır. Ayrıca *Watershed Explorer* içinde başka bir yere tıklayarak da seçim onaylanabilir. Düzenleme modundayken yeniden adlandırmak istenmez ise, Escape (*Esc*) tuşuna basılır.

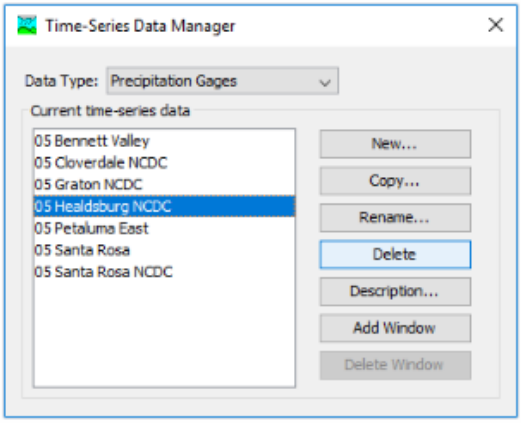


Şekil 4.6 Ölçümü Yeniden Adlandırma

Bir Ölçümün Silinmesi

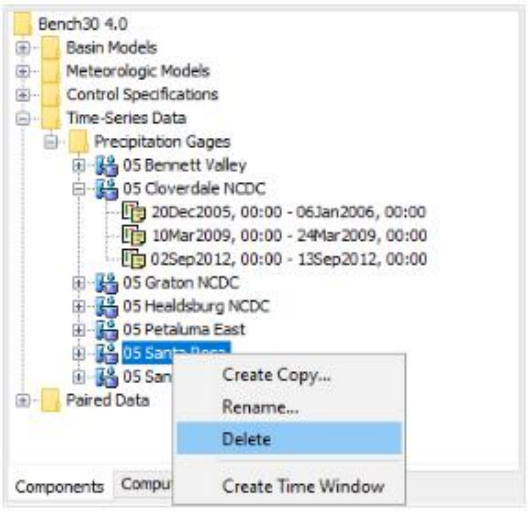
Bir ölçüm verisini (*gage*) silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, ölçümü Projeden kaldırır ve ardından o ölçüm ile yapılan tüm başvuruları otomatik olarak günceller. Bir ölçüm verisi silindikten sonra geri getirilemez veya silme işlemi geri alınamaz. Silinen ölçüm verisine ait bir başvuruda, ölçüm kullanılamaz, yani bir simülasyon sırasında geçerli bir seçim değildir. Daha sonra bu bileşenlere gidip manuel olarak farklı bir ölçümün seçilmesi gerekecektir.

Bir silme işlemini gerçekleştirmenin ilk yolu, Bileşenler *(Components)* menüsünden erişilebilen Zaman Serisi Veri Yöneticisini *(Time-Series Data Manager)* kullanmaktır. Daha sonra, bu bileşenlere giderek farklı bir ölçüm istasyonunun manuel olarak seçilmesi gerekir. Öncelikle, silinmek istenilen zaman serisi ölçümü (*time-series gage*) Veri Türü, Veri Türü (*Data Type*) menüsünden seçilir. Ardından, mevcut zaman serisi ölçüm listesinden**,** üzerine tıklayarak silinmek istenilen zaman serisi ölçümü seçilir. Seçilen ölçüm vurgulanmış olarak görüntülenir. Bir ölçüm seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki Sil *(Delete)* düğmesine basılabilir. Açılan pencerede, seçilen ölçümün silinmek istenildiğinin onaylanması gerekir. Ölçümü silmek için tamam *(OK)* düğmesine basılır. Eğer silinmekten vaz geçilir ise, İptal *(Cancel)* düğmesine ya da sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Zaman Serisi Veri Yöneticisi'ne *(Time-Series Data Manager)* geri dönülebilir.



Şekil 4.7 Zaman Serisi Veri Yöneticisinden Bir Ölçümün Silinmesi

Bir ölçümü silmenin ikinci yolu, Bileşenler *(Components)* sekmesindeki Havza Gezgininden yapılır. Havza Gezgininde, silinmek istenilen Ölçüm üzerine tıklanarak seçilir ve vurgulanır. Fare imleci seçili ölçümün üzerinde tutularak sağ fare düğmesine tıklanır. Sil *(Delete)* seçeneği de dâhil olmak üzere çeşitli seçenekler içeren bir bağlam menüsü görüntülenir. Sil *(Delete)* menü seçeneğine tıklanır. Açılan pencerede, seçilen ölçümün silinmek istenildiğini onaylamak gerekir. Ölçümü silmek için Tamam *(OK)* düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ölçüm silinmek istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine ya da sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Havza Gezginine geri dönülebilir.



Şekil 4.8 Havza Gezgininden Bir Ölçümün Silinmesi

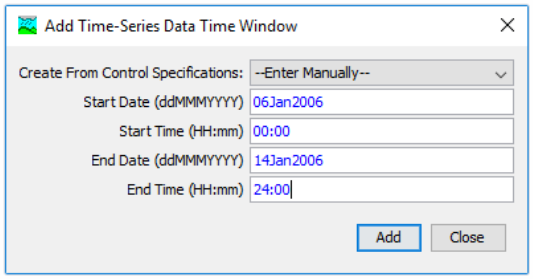
Zaman Pencereleri

Zaman Pencereleri, zaman serisi verilerini yönetilebilir parçalara ayırmak için kullanılır. Her olay için ayrı bir zaman penceresi oluşturulabilir. Alternatif olarak, sürekli bir kayıt için birden fazla zaman penceresi oluşturarak

veri aylara veya yıllara bölünebilir. Farklı zaman pencere türlerinin bir kombinasyonu kullanılabilir ve bu pencerelerin örtüşmesi sağlanabilir. Tüm zaman pencereleri, aynı veri birimlerini, zaman aralığını ve diğer özellikleri kullanır; bunlar bir sonraki bölümlerde detaylı olarak ele alınacaktır.

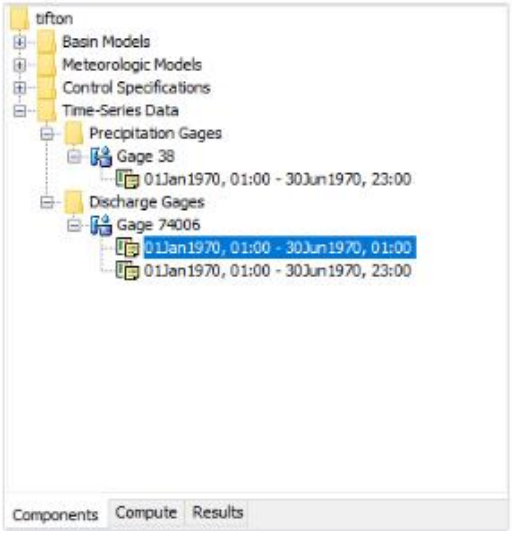
Zaman pencereleri, verileri yönetmek için kullanılabilir. Programda *1583-4000* yılları arasındaki tarihler dikkate alınabilir. Bir tarih belirtme biçimi, gün için iki rakam, ardından üç harfli ay kısaltması ve son olarak dört haneli yıl kullanılır. İki haneli yıllar tarih girme veya göstermek için asla kullanılmaz. Örneğin, *2 Ekim 1955* tarihi *02Oct1955* şeklinde girilmelidir. Doğru formatı kullanmak çok önemlidir, aksi takdirde girilen tarih yanlış yorumlanabilir. Program bir tarihi yorumlayamazsa, giriş alanı boş olur. Zaman aralığı dakika hassasiyetiyle girilir. Örneğin 18:20:00 saati 18:20 olarak girilir.

Yeni bir zaman aralığı oluşturmanın iki yolu vardır. İlk yol, *Component* (Bileşenler) menüsüne tıklayıp ardından *Time-Series Data Manager* komutu seçilerek *Current Time-Series Data* penceresinden istenilen veri türü seçilir. Yeni bir zaman penceresi oluşturmak için *Add Window,* (Pencere Ekle) düğmesi seçilir. Zaman Ekle-Veri Serisi Zaman Penceresi açılır ve burada aşağıdaki şekilde görüleceği üzere başlangıç tarihi ve diğer bilgileri girilebilir. Bilgi manuel olarak veya Kontrol Özellikleri seçeneği yardımıyla girilebilir. Yeni zaman penceresini oluşturmak için *Add* (Ekle) tuşuna basılır. Pencere, ek zaman aralıkları eklemek için açık kalacaktır. İş tamamlandığında *Close,* (Kapat) veya *X* düğmesine basılır.



Şekil 4.9 Zaman Serisi Ekleme Penceresi

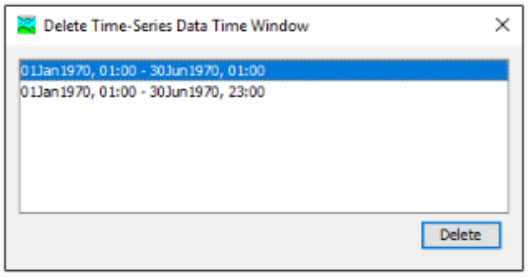
Yeni bir zaman penceresi oluşturmanın ikinci yolu doğrudan *Watershed Explorer*'dan bir Zaman Serisi Bileşeni seçilerek farenin sağ düğmesi tıklanır. Açılan pencereden *Create Time Window,* (Zaman Penceresi Oluştur) komutu seçilerek aşağıda gösterilen yeni bir zaman penceresi açılır.



Şekil 4.10 Havza Gezgininden Yeni Bir Zaman Penceresi Oluşturma

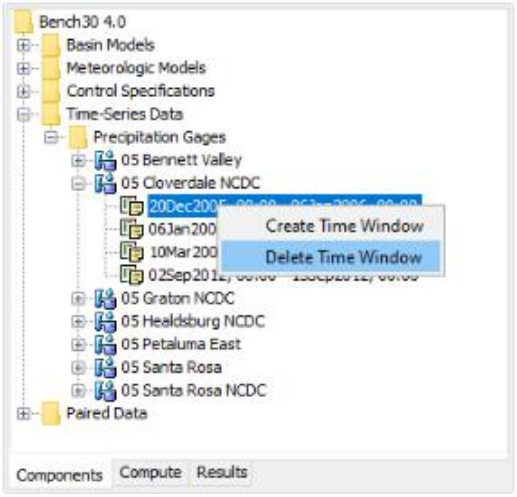
Bir zaman penceresini silmenin de yukarda kopyalama seçeneğinde açıklandığı üzere iki yolu vardır. *Component-Bileşenler* menüsü veya *Watershed Exlorer*, (Havza Gezgini) bileşenler sekmesinin kullanılmasıdır. İstenilen Veri Türü *(Data Type***)** seçilir. Listeden bir Zaman Serisi Ölçümü *(Time-Series Gage)* tıklanarak vurgulanır.

Zaman penceresini silmek için *Delete Window* (Pencereyi Sil*)* düğmesine basılır. Açılan *Delete Time-Series Data Time Window* penceresinde, silinmek istenilen zaman penceresi seçilerek vurgulanır**.** Pencereyi silmek için *Delete* (Sil) düğmesine basılır. Eğer zaman penceresi silinmek istenmez ise, pencerenin üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir.



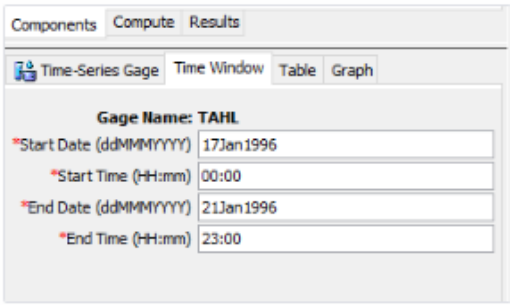
Şekil 4.11 Zaman Serisi Veri Pencerelerini Silme

Bir zaman penceresini (*time window*) silmenin ikinci yolu, doğrudan Havza Gezgininden *(Watershed Explorer)* yapılır. Bir Zaman Penceresi seçilerek vurgulanır. Fare imlecini Zaman Penceresi simgesinin üzerinde tutularak sağ düğme tıklanır. Açılan bağlam menüsünde, *Delete Time Window* (Zaman Penceresini Sil) komutu tıklanarak seçilen zaman penceresi silinir.



Şekil 4.12 Havza Gezgini'nde Bir Ölçüm İçin Seçilen Zaman Penceresini Silme

Mevcut bir zaman penceresinin Başlangıç Tarihi *(Start Date)*, Bitiş Tarihi *(End Date)* ve Bitiş Saati *(End Time)* değerleri değiştirilebilir. Değiştirilmek istenilen Zaman Penceresini seçmek için Havza Gezginini kullanılarak, doğru zaman serisi bileşeni altında zaman penceresine tıklanır. Bileşen, seçili bileşen haline gelir ve veriler Bileşen Düzenleyici penceresinde gösterilir; Zaman Penceresi sekmesi otomatik olarak seçilir. Başlangıç tarihi veya diğer özellikler istenilen değerle değiştirilir. Yapılan değişikliklerin geçerli olması için, Bileşen Düzenleyicide farklı bir sekmeye veya program arayüzündeki başka bir yere tıklanır**.**



Şekil 4.13 Bileşen Düzenleyicisini Kullanarak, Başlangıç ve Bitiş Zamanını Görüntüleme ve Düzenleme

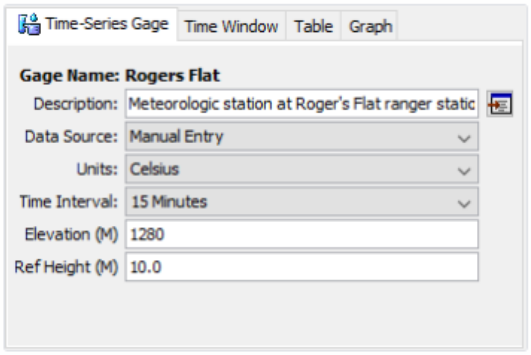
Veri Kaynağı

Veri Kaynağı, zaman serisi bileşeni için verinin nasıl girileceğini belirler. Veri girilmesinin üç alternatif yöntemi vardır:

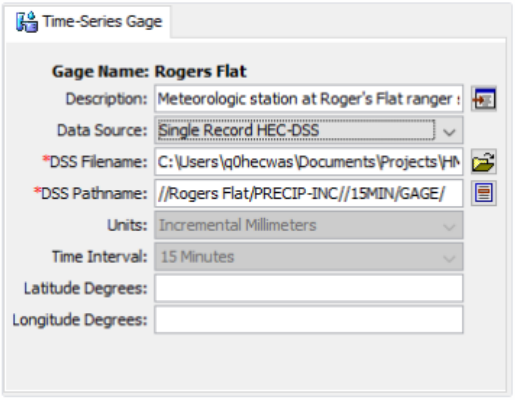
1. Zaman serisi değerleri manuel olarak yazılabilir veya kopyala-yapıştırma yöntemi ile pano kullanılabilir. Bu ilk yöntem *Manuel Giriş* olarak bilinir.

2. Veriler bir Veri Depolama Sistemi (*HEC-DSS*) dosyasına yüklenebilir. Bu yöntemde, *HEC-DSSVue* programı kullanılarak *HEC-DSS* dosyaları oluşturulabilir. Bu ikinci yöntem *Single Record HEC-DSS* olarak bilinir.
3. Zaman serisi değerleri alternatif versiyonlarını bir *HEC-DSS* dosyasında saklanabilir. Bu yöntem, yalnızca *Corps Water Management System (CWMS)* ile tahmin operasyonları ve *Watershed Analysis Tool (HEC-WAT)* ile planlama çalışmaları için kullanılır. Bu üçüncü yöntem *Multiple Record HEC-DSS* olarak bilinir.

Seçilen veri kaynağı, zaman serisi değerlerinin nasıl girileceğini belirler. Değerler elle yazılabilir veya bir *HEC-DSS* dosyasına bağlanabilir. Aşağıdaki veri kaynaklarının belirtilmesindeki farklılıklar gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Sıcaklık Ölçümü İçin Elle Girilen Veri Bileşen Düzenleyici



Şekil 4.15 Veri Depolama Sistemi (HEC-DSS) Dosyasından Veri Alan Ölçüm Bileşen Düzenleyicisi

Veri Birimleri

Veri Birimi yalnızca manuel girişli, zaman serisi ölçümleri için seçilebilir; *HEC-DSS* seçeneği için otomatik olarak alınır. Zaman serisi verilerin birimleri için yalnızca iki seçenek vardır; uluslararası birim sistemi ve ABD geleneksel birim sistemi. Örneğin, debi ölçümü için metreküp/saniye (M3/S) veya feetküp/saniye (CFS)

kullanılabilir. Yağış Zaman serisi, artımsal (*incremental*) veya kümülatif (*cumulative*) veriyi belirtmek için farklı seçeneklere sahiptir. "Birimler" seçilen bileşenin zaman serisi tipine bağlı olacaktır. Bir zaman serisi bileşeni için tanımlanan tüm zaman aralıkları aynı veri birimlerini kullanmak zorundadır.

Genel olarak, herhangi bir veri girmeden önce veri birimi seçilmelidir. Ancak, veriler girildikten sonra birim değiştirilir ise, veriler yeni birime göre ayarlanır. Ayarlama sırasında birim dönüşümü yapılmaz. Tüm değerler aynı tutulur ancak atanan birimler değiştirilir.

Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) kullanılarak zaman serisi ölçümü için veri birimleri seçilir. Bileşen Düzenleyicisine, Havza Gezgininde (*Watershed Explorer*) bir zaman serisi ölçümü seçerek erişilebilir. Manuel giriş seçildiğinde, Bileşen Düzenleyicisindeki Zaman Serisi Ölçüm sekmesi veri birimlerini görüntülenecektir.

Zaman Aralığı

Zaman Aralığı yalnızca manuel giriş zaman serisi ölçümü için seçilebilir; her iki *HEC-DSS* seçeneği için otomatik olarak alınır. Mevcut seçenekler arasından 1 dakikadan 1 güne kadar değişen bir aralık seçilmelidir. Bir zaman serisi bileşeni için tanımlanan tüm zaman pencereleri aynı zaman aralığını kullanmak zorundadır.

Genel olarak, bir bileşen için herhangi bir veri girmeden önce zaman aralığı seçilmelidir. Ancak, veri girildikten sonra zaman aralığı değiştirilir ise, veri yeni zaman aralığına göre ayarlanır. Zaman aralığı kısaltıldığında, veriler zaman penceresinin başından başlayacak şekilde ayarlanır. Yeni veri, daha kısa zaman aralığına sahip olduğundan pencerenin sonunda eksik veri olacaktır. Zaman aralığı uzatıldığında, veriler zaman penceresinin başında başlayacak şekilde ayarlanır. Veriler daha uzun zaman aralığına sahip olacağından hiçbir verinin kaybolmaması için zaman penceresinin sonu ileri alınacaktır.

Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) kullanılarak bir zaman serisi ölçümü için zaman aralığını seçilir. Bileşen Düzenleyicisine, Havza Gezgini'nde bir zaman serisi ölçümü seçilerek erişilebilir. Manuel giriş seçeneği seçildiğinde, Bileşen Düzenleyicisindeki Zaman Serisi Ölçüm sekmesi zaman aralığını görüntüleyecektir.

Yükseklik

Belirli atmosferik değişkenler yükseklik (*Elevation*) ile güçlü bir değişim gösterir. Hava basıncı ve hava sıcaklığı yükseklik arttıkça azalır. Yükseklik arttıkça bağıl nem artar. Su ve hava fiziği, bu değişkenlerin yükseklikle nasıl değiştiğine dair ilişkiler belirlemek için kullanılabilir. Bu nedenle, havzadaki bir konumdaki atmosferik değişkenlerin hesaplanması için hem ölçümün yapıldığı yüksekliği hem de değişkenin hesaplanması gereken yüksekliği bilmek gerekir. Yükseklik, gerekli veri türleri için girilmelidir. Genel olarak, ölçüm alanındaki yer yüzeyi yüksekliği (deniz seviyesinden yükseklik) kullanılır. Yükseklik değeri, ölçümün birim sistemine bağlı olarak metre veya feet olarak girilebilir. Sıcaklık (*Temperature*), hava basıncı (*Air Pressure*) ve nem (Humidity) verileri için yükseklik veri girişine gereksinim duyulur.

Referans Yüksekliği

Bazı atmosferik değişkenler yer yüzeyine yakın yerlerde ani bir şekilde değişir. Rüzgâr hızı zemin yüzeyinde sıfıra çok yakındır ve yerden uzaklaştıkça artar. Hava sıcaklığı ve göreli nem karla kaplı bir yüzeyin üzerindeki mesafeye göre önemli ölçüde değişir. Bu nedenle, bu atmosferik değişkenleri zemin yüzeyinde hesaplamak, ölçümlerin yapıldığı yer yüksekliği hakkında bilgi gerektirir. Meteorolojik aletlerin yer yüzeyinden 10 metre yükseklikteki bir kuleye monte edilmesi yaygın olsa da bazı tesislerde başka mesafeler de kullanılabilir. Cihaz referans yüksekliği, bunu gerektiren veri türleri (*Sıcaklık, Rüzgâr Hızı, Nem*) için girilmelidir. Değer, ölçümün birim sistemine bağlı olarak metre veya feet olarak girilebilir.

Enlem ve Boylam

Hidrolojideki en önemli atmosferik değişken yağıştır. Bir fırtınanın doğru bir şekilde temsi edilmesi, havzanın tamamında debinin doğru bir şekilde modellenmesi için kritik öneme sahiptir. Yağış ölçerler, havza içinde ve çevresindeki belirli noktalarda yağışı ölçer. Enterpolasyon yöntemleri, ölçülen yağışa dayanarak havza boyunca yağışı sürekli olarak tahmin eder. Yöntemler, her bir yağış ölçerin konumunun kesin bir şekilde tanımlanmasını gerektirir. Konum, her bir ölçer için enlem ve boylam olarak belirtilir. Enlem ve boylam, ondalık derece biçiminde veya derece, dakika ve saniyeden oluşan üçlü bir biçimde girilebilir. Enlem ve boylamın nasıl girileceği, Program Ayarlarında yapılandırılır.

Enlem ve boylam için derece, dakika ve saniyeler ayrı ayrı belirtilir. Genel olarak yalnızca tam derece ve tam dakika belirtilmelidir. Tam veya kesirli saniye belirtilebilir. Eğer 60'tan fazla dakika veya 60'tan fazla saniye girilir ise, program derece, dakika veya saniyeyi otomatik olarak ayarlayarak dakikaların 60 veya altında, saniyelerin ise 60 veya altında olmasını sağlar.

Tablo 4.1 Ölçümler için Ek Özelliklerin Girilmesi ile İlgili Gereksinimler

Zaman Serisi	Yükseklik	Referans Yüksekliği	Enlem ve Boylam
Yağış			X
Sıcaklık	X	X	
Rüzgâr Hızı		X	
Hava Basıncı	X		
Nem	X	X	

Örneğin, 120 derece ve 64 dakika girerseniz, program bu veriyi 121 derece ve 4 dakika olarak dönüştürür. Benzer bir ayarlama, saniye sayısı 60'tan büyük olduğunda da yapılır. Alternatif olarak, enlem ve boylam ondalık derece cinsinden belirtilebilir. Bu durumda yalnızca derece girdisi gösterilir. Örneğin 121 derece, 4 dakika ve 17 saniye gibi bir değer girmek yerine, ondalık derece cinsinden 121.07139 derece olarak bir değer girilebilir. Enlem ve

boylamın görüntülenme ve giriş formatını, Program Ayarlarında (*Program Settings*) değiştirilebilir; bu ayarlar daha önce Program Ayarları bölümünde açıklanmıştır. İlgili ayar, Genel (*General*) sekmesinde bulunur.

Genel kartografya kurallarına göre, Batı yarımkürede boylam dereceleri negatif, Doğu yarımkürede ise pozitiftir. Güney yarımkürede enlem dereceleri negatif, Kuzey yarımkürede ise pozitiftir. Bu kurallar, program genelinde enlem ve boylam girişlerinde kullanılmalıdır.

Manuel Giriş

Manuel Giriş, bir zaman serisi ölçümün, veri değerlerini elde etmenin en basit yoludur. Değerler her bir tarih ve zaman için elle yazılır. Tüm veriler, doğru yazıldığından emin olmak için girişten sonra gözden geçirilmelidir. Bir tarih ve zaman için herhangi bir değer kaydedilmediyse, bu değer boş bırakılmalıdır. Program eksik verileri otomatik olarak doldurmaz. Uzun süreli eksik veriler için veri kurtarma seçenekleri değerlendirilmelidir.

Manuel giriş, başka bir bilgisayar programından veri değerlerini aktarmak için pano ile birlikte de kullanılabilir. Zaman serisi değerleri bir elektronik tabloda veya başka bir programda saklanabilir. Değerler, diğer programda seçilip panoya kopyalanabilir. Panoya kopyalanan değerler HEC-HMS'e yapıştırılabilir. Zaman serisi değerleri başka bir programda mevcut olduğunda panoyu kullanmak, önemli miktarda manuel yazım ihtiyacını azaltır ve hataları en aza indirir.

Manuel giriş zaman serisi değerleri, Proje dizininde bulunan bir HEC-DSS dosyasında otomatik olarak saklanır. Program, manuel giriş verilerini depolamak için ölçümün (*Gage*) adını kullanarak bir HEC-DSS dosyası oluşturur. Manuel giriş değerleri, yazım hatalarını düzeltmek için istenildiği kadar girilebilir ve düzenlenebilir. Kullanıcı her veri değerini manuel olarak değiştirdiğinde, veri HEC-DSS dosyasında otomatik olarak güncellenir. HEC-DSS dosyasının otomatik bir depolama çözümü olarak kullanılmasının bir avantajı da bu dosyanın diğer modelleme projeleri için düzenlenebilmesidir.

Manuel giriş kullanılarak girilen birçok değişken, her bir zaman aralığının sonunda yapılan ani (anlık) bir ölçüm olan *INST-VAL* türünde kabul edilir. *INST-VAL* olarak yorumlanan manuel giriş değişkenleri şunlardır: Debi, Su Seviyesi, Sıcaklık, Rüzgâr Hızı, Hava Basıncı, Nem, Rakım, Bitki Katsayısı, Kar Suyu Eşdeğeri, Konsantrasyon ve Yüzde.

Tek Kayıtlı HEC-DSS

Bir HEC-DSS dosyasından zaman serisi verisi almak için, verinin bir dosyada yüklü olması gerekir. Dosya yerel bilgisayarda veya bir ağ sunucusunda saklanabilir. Dosyayı çıkarılabilir bir ortamda saklamak iyi bir fikir değildir; çünkü dosyanın, Havza Gezgininde zaman serisi bileşeni her seçildiğinde ve modelleme (simülasyonlar) sırasında erişilebilir olması gerekir. Her bir ölçüm için veriler ayrı bir dosyada saklanabilir veya tek bir dosya birden fazla ölçüme ait verileri içerebilir. Ancak, tek bir zaman serisi ölçümüne ait tüm veriler aynı HEC-DSS dosyasında saklanmalı ve uygun yol adı (*pathname*) ile kullanmalıdır. Ölçüm verilerini içeren HEC-DSS dosyalarını Proje

dizininde veya Proje dizininin bir alt dizininde saklamak en iyi uygulamadır. Zaman serisi verileri bir DSS dosyasına yüklemek için HEC-DSSVue aracı (HEC 2003) kullanılabilir.

Tek Kayıtlı HEC-DSS seçeneği seçildiğinde, zaman serisi bileşeni için kullanılacak dosya adını belirtilmelidir. Dosyanın tamamının adı biliniyorsa doğrudan yazılabilir. Bir dosya tarayıcısı kullanarak dosyayı bulmak için, DSS Dosya Adı (DSS Filename) alanının sağındaki 'Dosya Seçici Aç' düğmesine basılır. Tarayıcı, istenilen dosyayı bulmak için kullanılır. Ancak yalnızca Veri Depolama Sistemi (*Data Storage System*) dosyaları için gerekli olan *DSS* uzantısına sahip dosyalar bulunabilir. İstenilen dosya bulduktan sonra, tarayıcıda üzerine tıklayarak dosya seçilir ve Seç (*Select*) düğmesine basılır. Çıkmak için, İptal (*Cancel*) düğmesine veya 'HEC-DSS Dosyası Seç' penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak Bileşen Düzenleyicisine geri dönülür.

Seçilen HEC-DSS dosyasından alınacak yol adı belirtilmelidir). Yol adı biliniyorsa tamamı yazılabilir. Her bir yol adı; A-part, B-part, C-part, D-part, E-part ve F-part olarak adlandırılan altı bölüm içerir. Yol adı bölümleri eğik çizgi (/) ile ayrılır ve boşluk içerebilir. Eğik çizgiler ve boşluklar dâhil olmak üzere tam yol adı toplamda 256 büyük harfe kadar çıkabilir.

Seçilen HEC-DSS dosyasından alınacak yol adı (*pathname*) belirtilmelidir. Yol adını biliniyorsa tamamı yazılabilir. Her yol adı; A-part, B-part, C-part, D-part, E-part ve F-part olarak adlandırılan altı bölüm içerir. Yol adı bölümleri eğik çizgi (/) ile ayrılır ve boşluk içerebilir. Eğik çizgiler ve boşluklar dahil olmak üzere tam yol adı toplamda 256 büyük harfe kadar çıkabilir. Aşağıda artımsal yağış için bir yol adı örneği aşağıda verilmiştir.

//COOPER SMITH DAM/PRECIP-INC/01OCT2001/15MIN/OBS/

Dahili performans gereksinimleri nedeniyle, uzun zaman serilerinin saklandığı bir HEC-DSS dosyası genellikle birden fazla kayıt içerir. Kayıtlı yol adlarından herhangi biri seçilebilir ve program, seçilen zaman penceresine bağlı olarak doğru veriyi otomatik olarak alır.

Kullanmak istenilen kaydın tam yol adı bilinmiyorsa, yol adı tarayıcısı kullanılabilir. Tarayıcı kullanılabilir hale gelmeden önce bir HEC-DSS dosyası seçilmelidir. Tarayıcıyı açmak için '*DSS Pathname*' alanının sağındaki '*Select DSS Pathname*' düğmesine basılır. Tarayıcı, başlangıçta seçilen HEC-DSS dosyasındaki tüm kayıtları, seçim tablosunda yol adına göre düzenlenmiş şekilde gösterir. Listeyi kaydırarak bir kayıt yol adını, üzerine tıklayarak seçilebilir. Tarayıcının alt kısmındaki Seç (*Select*) düğmesine basarak o kayıt seçebilir ve Bileşen Düzenleyicisine geri dönülebilir. Vazgeçer ve bir kayıt yol adı seçilmek istenmez ise, İptal (*Cancel*) düğmesine veya 'HEC-DSS Dosyasından Yol Adı Seç' penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir. Seçim tablosunda gösterilen kayıt yol adı sayısını, 'Parçalara Göre Ara' (*Search by Parts*) filtrelerini kullanarak azaltılabilir. Bir filtre için seçim yapıldığında, yalnızca o seçime uyan yol adları seçim tablosunda gösterilir. Birden fazla filtrede seçim yapılır ise, yalnızca tüm seçimleri karşılayan yol adları tabloda gösterilir. Farklı zaman serisi veri türleri için kabul edilen veri türleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Farklı Zaman Serisi Veri Türleri İçin Dahili DSS Veri Türü Etiketi

Zaman Serileri	Tür	Etiket	Açıklama
Yağmur	Per-Cum	mm-inc	Artımlı yağış, Her zaman aralığında, C kısmı "PRECIP-INC" olmalı.
	Inst-Cum		Birikimli yağış, Her zaman aralığında, C kısmı "PRECIP-CUM" olmalı.
Debi	Per-Aver	m^3/s -cfs	Her zaman aralığında, genellikle 24 saat veya daha uzun zaman adımları için ortalama akım hızı. C kısmı "FLOW" olmalı.
	Inst-Val		Her zaman aralığının sonunda anlık akış hızı. C kısmı "FLOW" olmalı.
Seviye	Per-Aver	m -feet	Her aralıkta ortalama yükseklik, genellikle 24 saat veya daha uzun zaman adımlarıdır. C kısmı "STAGE" olmalı.
	Inst-Val		Her zaman aralığının sonunda anlık yükseliş. C kısmı "STAGE" olmalı.
Sıcaklık	Per-Aver	Derece-Fahrenayt	Her zaman aralığında ortalama sıcaklık, derece cinsinden. C kısmı "TEMPERATURE" olmalı.
	Inst-Val		Her zaman aralığının sonunda derece cinsinden anlık sıcaklık. C kısmı " TEMPERATURE " olmalı.
Işınım	Per-Aver	$Watt/m^2$ Lang/min	Her zaman aralığında gerçekleşen ortalama radyasyon, alan başına güç olarak. C kısmı "RADIATION" olmalı.
Rüzgâr Hızı	Inst-Val	Km/Saat m/s Mil/saat Feet/s	Her zaman aralığının sonunda anlık rüzgar hızı. C kısmı "WINDSPEED" olmalı.
Hava basıncı	Inst-Val	kPa Inc-Hg	Her zaman aralığının sonunda anlık hava basıncı. C kısmı "PRESSURE" olmalı.
Nem	Inst-Val	%	Her zaman aralığının sonunda anlık nem. C kısmı "HUMIDITY" olmalı.
Yükseklik	Inst-Val	Km Mil	Her zaman aralığının sonunda anlık irtifa ile ölçülür. C kısmı "ALTITUDE" olmalı.
Ürün katsayısı	Inst-Val	Boyutsuz	Anında ürün katsayısı, boyutsuz ondalık bir sayı olarak her zaman aralığının sonunda gerçekleşir. C kısmı "CROP KATSASI" olmalı.
Kar suyu eşdeğeri	Inst-Val	Mm inc	Her zaman aralığının sonunda bir derinlik olarak anlık kar suyu eşdeğeri. C kısmı "SWE" olmalı.

Sediment yükü	Per-Cum	Ton	Her zaman aralığındaki toplam tortu yükü. C kısmı "SEDIMENT LOAD" olmalı.
Sediment hacmi	Per-Cum	m^3 Acre/feet	Her zaman aralığındaki toplam tortu hacmi. C kısmı "SEDIMENT VOLUME" olmalı.
Toplam akım	Inst-Val	m^3/s Cfs	Her zaman aralığının sonunda anlık tortu + su akış hızı. C kısmı "BULK FLOW" olmalı.
Konsantrasyon	Inst-Val	Mg/l	Her zaman aralığının sonunda anlık konsantrasyon. C kısmı "CONC" olmalı.
Yüzde	Inst-Val	%	Her zaman aralığının sonunda anlık yüzde oranı. C kısmı "PERCENT" olmalı.
Buharlaşma	Per-Cum	mm inc	Her zaman aralığında artan buharlaşma-transpirasyon. C kısmı "ET" olmalı.
Güneşlenme süresi	Per-Cum	saat	Her zaman aralığında ortalama güneş ışığı. C kısmı "SUNSHINE HOURS" olmalı.

HEC-DSS de Çoklu Kayıt

HEC-DSS de çoklu kayıt veri kaynağı, *Corps Water Management System (CWMS)* ile yapılan tahmin işlemleri için tasarlanmıştır. Sistem, operasyon kararlarını desteklemek için kullanılan gelecekteki koşulların tahminlerini sağlar. Meteorolojik ve hidrolojik veri yönetimini mühendislik simülasyon modelleriyle birleştirir. Meteorolojik veriler, radar tabanlı yağış ölçümleri ve atmosfer değişkenlerin istasyon ölçümlerini içerir. Hidrolojik veriler ise, seviye ve debi gözlemleri gibi bilgileri içerir. Mühendislik modelleri; hidroloji, rezervuar işletmeleri, hidrolik ve sonuç analizlerini içerir. Tipik bir tahmin aşağıdaki adımları içerir:

1- Son gözlemlenen yağışı, tahmin edilen yağışla birleştirmek.

2- Birleştirilmiş yağışı, kanal akışını hesaplamak üzere HEC-HMS 'e bağlamak.

3- Akımı, baraj için en uygun işletmeyi belirlemek üzere bir rezervuar modeline aktarmak.

4- Rezervuar debisini, mansap akımını hesaplamak için bir hidrolik modele bağlamak.

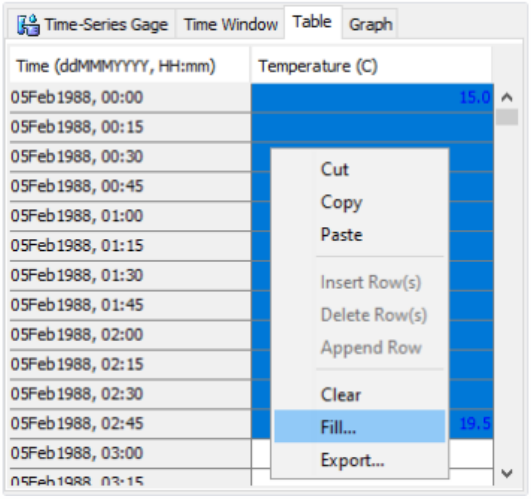
5- Mansap taşkın akımını haritalamak ve ekonomik sonuçları tahmin etmek; şiddetli taşkın durumunda ise can kaybı olasılığını değerlendirmek.

Tahmin işlemleri genellikle birden fazla olası meteorolojik veriyi tahmin eder. Birden fazla meteorolojik veri tahmini, alternatif atmosferik modellerden, atmosferik modelleme topluluğu üyelerinden veya tahmin edilen yağış hacminin %150'si gibi sentetik senaryolardan oluşabilir. Çoklu kayıt (*Multiple Record*) HEC-DSS veri kaynağı, her meteorolojik alternatifi değerlendirmek için gerekli olan birden fazla hidrolojik simülasyonu kolaylaştıracak şekilde tasarlanmıştır.

Çoklu kayıt veri kaynağı, HEC-DSS dosyası ve yol adı için varsayılan bir seçim içerir. Dosya ve yol adı, Tek Kayıt HEC-DSS veri kaynağı için önceden detaylandırılmış adımlarla seçilir. Varsayılan seçim, CWMS'nin parçası olmadığı durumlarda HEC-HMS'de yapılan simülasyonlar sırasında kullanılır. Ancak, HEC-HMS CWMS ile kullanıldığında, çoklu kayıt veri kaynağı genel Sistem konfigürasyonuna göre otomatik olarak doğru meteorolojik alternatife geçecektir.

Tablo

Mevcut zaman penceresine ait veriler, Bileşen Düzenleyicisi içindeki Tablo (*Table)* sekmesinde tablo biçiminde gösterilir. Havza Gezgininde (*Watershed Explorer)* bir zaman serisi ölçümü *(time-series gage)* seçilir ise, Bileşen Düzenleyicisinde yalnızca zaman serisi ölçer sekmesi görüntülenir. *Watershed Explorer'da* bir zaman serisi ölçümü altında bir *zaman penceresi* seçilir ise, *Table* sekmesi Bileşen Düzenleyicisine eklenir. Ölçümler manuel giriş ile yapılırsa, tablodaki veriler düzenlenebilir. Ölçüm istasyonu verileri bir *DSS* dosyasından alınıyorsa, veriler düzenlenemez. Ayrıca, ölçüm istasyonu *DSS* verisi kullanıyor ve belirtilen zaman penceresi için herhangi bir zaman serisi verisi mevcut değilse, tablo hiçbir veri içermeyecektir.



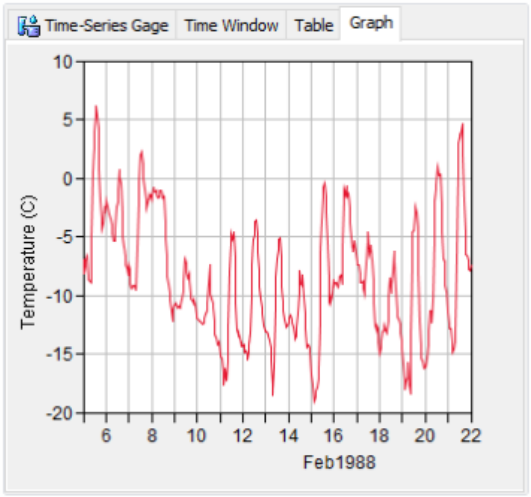
Şekil 4.16 Bir Sıcaklık Ölçümü (*Temperature Gage*) için Verilerin Manuel Olarak Girilmesi

Tabloda her bir zaman penceresine ait tüm verileri tek tek girilebilir. Ayrıca, verilerin hızlı bir şekilde girilmesine yardımcı olan araçlar vardır. Tablo, pano (*clipboard*) desteği içerir. Bir elektronik tabloda veya başka bir dosyada bulunan verileri kopyalayıp tabloya yapıştırılabilir. Ayrıca, tablodaki veri değerlerini girmek veya ayarlamak için doldurma aracını (*fill tool*) da kullanılabilir. Doldurulmak istenilen hücreler tabloda seçilir ve sağ fare tuşuna tıklanır. Bir menü görüntülenir; *Fill* komutunu seçilir. Hücre değerlerini doldurma ve ayarlama işlemini kontrol edebilmek için *Fill Table Options* penceresi açılır. Seçenekler arasında; seçimin ilk ve son hücresi arasındaki değerlerin enterpolasyonu, eksik değerleri enterpole etmek ve değiştirmek için çeşitli seçenekler, seçilen ilk hücrenin değerini diğer tüm seçili hücrelere kopyalama, tüm seçili hücrelere sabit bir değer ekleme ve seçili hücre

değerlerini sabit bir katsayıyla çarpma yer alır. Seçimi uygulamak için *OK* düğmesine, herhangi bir değişiklik yapmadan tabloya geri dönmek için ise *Cancel* düğmesine basılır.

Grafik

Geçerli zaman penceresine ait veriler, Bileşen Düzenleyicisinin *Graph* sekmesinde grafik olarak gösterilir. *Watershed Explorer*'da bir zaman serisi ölçümü (*time-series gage*) seçilir ise, Bileşen Düzenleyicisinde yalnızca zaman serisi ölçümüne ait sekme görüntülenir. *Watershed Explorer*'da bir zaman serisi ölçümü altında bir zaman penceresi seçilirse, *Graph* sekmesi Bileşen Düzenleyicisine eklenir. Ölçümler manuel girişli veya DSS dosyasından alınıyor ise, grafik düzenlenemez. Seçilen zaman penceresi için zaman serisi verisi yoksa, grafik hiç veri göstermez**.**



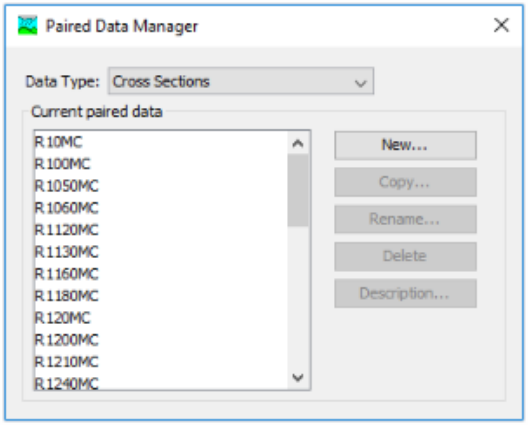
Şekil 4.17 HEC-DSS Dosyasına Bağlı Bir Ölçüm Verilerinin Görüntülenmesi

4.2 EŞLEŞTİRİLMİŞ VERİLER

Hidrolik modeller genellikle girdi verilerini fonksiyonel biçimde tanımlamak için Eşleştirilmiş Verilerin (*Paired Data*) kullanımını gerektirir. Fonksiyonel veriler *(Functional data)*, bir bağımlı değişkeni bir bağımsız değişken cinsinden tanımlar. Çoğu durumda, fonksiyon düzenli artan olmalıdır; yani sadece artar ve asla azalmaz. Eşleştirilmiş veri örnekleri: Birim hidrograflar (*unit hydrographs*), Su seviyesi-akış eğrileri (*stage-discharge curves*). Program, farklı eşleştirilmiş veri türlerini farklı veri türleri (*data types*) ile ayırır. Eşleştirilmiş veriler yalnızca bir kez girilmelidir. Bu veriler proje kapsamında yer alır ve birden fazla Havza veya Meteorolojik Model tarafından paylaşılabilir**.**

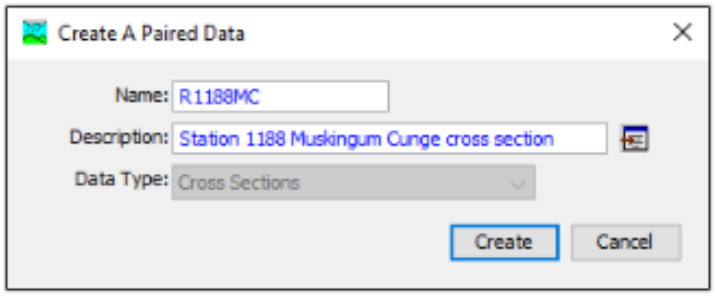
Yeni Bir Eşleştirilmiş Veri Eğrisi Oluşturma

Yeni bir eğri, Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) kullanılarak oluşturulur. Yöneticiyi açmak için, Bileşenler (*Components*) menüsüne tıklanır ve *Paired Data Manager* komutu seçilir. Yönetici, programın diğer bölümlerinde çalışırken açık bırakılabilir. Yöneticiyi kapatmak için, sağ üst köşedeki *X* düğmesi kullanılır. Yöneticinin en üstünde bir Veri Türü (*Data Type*) menüsü bulunur. Bu menü, program tarafından desteklenen eşleştirilmiş veri türlerinden (*paired data types*) birinin seçimini sağlar. Farklı eşleştirilmiş veri türlerinin tam listesi için *Preferred Data Order* ve *Internal DSS Data Type Label for Different Types of Paired Data* tablosuna bakılabilir. Bir veri türü seçildiğinde, yönetici (*manager*) aynı türdeki tüm eşleştirilmiş verileri gösterir. Eşleştirilmiş veri listesi sağındaki düğmeler, mevcut verileri yönetmek veya yeni veri oluşturmak için kullanılır. Yeni bir eşleştirilmiş veri eğrisi oluşturmak için New *(Yeni)* düğmesine basılır.



Şekil 4.18 Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi

Düğmeye bastıktan sonra, Bir Eşleştirilmiş Veri Oluştur **(***Create A Paired Data***)** penceresi açılır; burada yeni eğriye bir isim ve açıklama girilebilir. Yeni eğri için varsayılan bir isim sağlanır; bu ismi kullanabilir veya isteğe bağlı değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama (d*escription*) da girilebilir. Eğer açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir *editör* açılabilir. Editör, uzun açıklamaları girmeyi ve düzenlemeyi kolaylaştırır**.** İsim ve açıklama girildiğinde, Oluştur (*Create*) düğmesine basılarak yeni eşleştirilmiş veri eğrisini (*paired data curve***)** oluşturma işlemi tamamlanır. İsim belirtilmemişse *Create* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ise İptal (*Cancel*) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Paired Data Manager'a* geri dönülebilir.

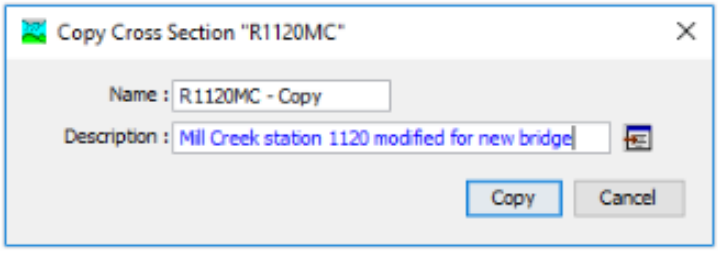


Şekil 4.19 Eşleştirilmiş Veri Oluşturma

Bir Eğriyi Kopyalama

Bir eşleştirilmiş veri eğrisini (*paired data curve*) kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki kopyalama yöntemi de farklı bir isimle birebir aynı bir kopya oluşturur. Kopyalama işlemi tamamlandıktan sonra, kopya orijinalden bağımsızdır ve iki eğri birbirini etkilemez.

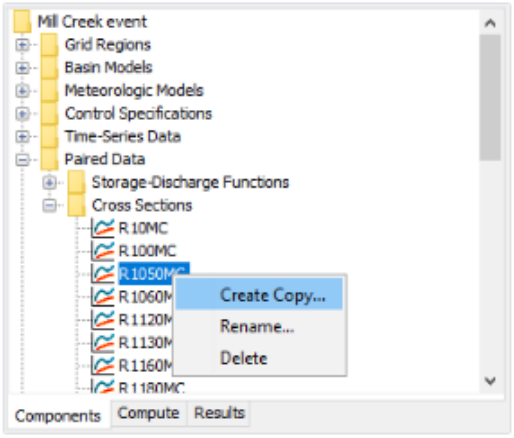
İlk kopyalama yöntemi, Bileşenler *(Components)* menüsünden erişilen Eşleştirilmiş Veri Yöneticisini *(Paired Data Manager)* kullanmaktır. Öncelikle Veri Türü *(Data Type)* menüsünden kopyalanmak istenilen eşleştirilmiş veri eğrisinin türü seçilir. Ardından, mevcut eşleştirilmiş veri eğrileri listesinden kopyalanmak istenilen Eşleştirilmiş Veri Eğrisinin üzerine tıklanarak seçilir. Seçilen eğri, vurgulanarak gösterilir. Bir eğriyi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki Kopyala *(Copy)* düğmesine basılabilir. Bunun ardından, oluşturulacak kopyaya isim ve açıklama verilebilen yeni bir pencere açılır. Kopya için varsayılan bir ad sunulur; istenirse bu ad kullanılabilir ya da seçilen bir ad ile değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen eşleştirilmiş veri eğrisini kopyalama işlemini tamamlamak için Kopyala *(Copy)* düğmesine basılır. Herhangi bir ad belirtilmez ise Kopyala düğmesine basılamaz. Eğer seçilen eğri kopyalanmak istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine ya da sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Eşleştirilmiş Veri Yöneticisine *Paired Data Manager)* geri dönülebilir.



Şekil 4.20 Eşleştirilmiş Veri Yöneticisinde Kopyala Düğmesi ile Ölçüm Kopyası Oluşturma

Kopya oluşturmanın ikinci yolu, Bileşenler *(Components)* sekmesindeki *Watershed Explorer* üzerinden yapılır. Kopyalanmak istenilen eşleştirilmiş veri bileşeninin üzerine fare getirilir ve ardından sağ fare düğmesine basılır.

Kopyala *(Copy)* seçeneğini içeren bir bağlam menüsü görüntülenir. Kopya Oluştur *(Create Copy)* menü seçeneğine tıklanır. Bunun ardından, oluşturulacak kopyaya isim ve açıklama girilecek yeni bir pencere açılır. Kopya için varsayılan bir ad verilir; bu ad kullanabilir ya da seçilen bir adla değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzunsa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Herhangi bir ad belirtilmemişse Kopyala (*Copy*) düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçip eğri kopyalanmak istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine ya da pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen eşleştirilmiş veri eğrisini kopyalama işlemini tamamlamak için Kopyala *(Copy)* düğmesine basılır.

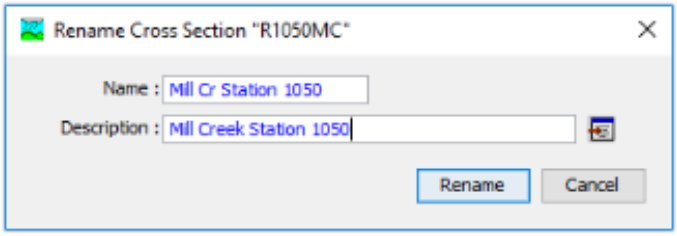


Şekil 4.21 Watershed Explorer'da Bir Kesiti Seçip Kopya Oluşturma

Bir Eğriyi Yeniden Adlandırma

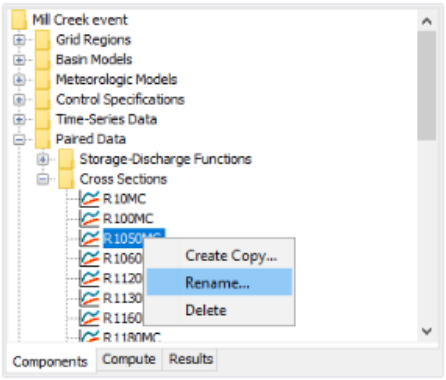
Bir eşleştirilmiş veri eğrisini yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde de eğrinin adı değiştirilir ve eski adı kullanan tüm referanslar otomatik olarak yeni adla güncellenir.

Bir eğriyi yeniden adlandırmanın ilk yolu, Bileşenler *(Components)* menüsünden erişilebilen Eşleştirilmiş Veri Yöneticisini *(Paired Data Manager)* kullanmaktır. Öncelikle, Veri Türü *(Data Type)* menüsünden yeniden adlandırmak istenilen eşleştirilmiş veri eğrisinin türünü seçilir. Ardından, mevcut eğriler listesinden yeniden adlandırmak istenilen *Eşleştirilmiş Veri Eğrisi*ne tıklanarak seçilir. Seçilen eğri, seçildikten sonra vurgulanır. Bir eğri seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki Yeniden Adlandır *(Rename)* düğmesine basılabilir. Bunun ardından, eğriye yeni bir ad verilebilecek pencere açılır. Aynı zamanda açıklamada değiştirilebilir. Açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildikten sonra, seçilen eşleştirilmiş veri eğrisini yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için Yeniden Adlandır *(Rename)* düğmesine basılır. Herhangi bir ad belirtilmez ise Yeniden Adlandır *(Rename)* düğmesine basılamaz. Eğer seçilen eğri yeniden adlandırılmak istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Eşleştirilmiş Veri Yöneticisine *(Paired Data Manager)* geri dönülür.



Şekil 4.22 Eşleştirilmiş Veri Yöneticisinde Bir Kesiti Yeniden Adlandırma

Bir eğriyi yeniden adlandırmanın ikinci yolu, Bileşenler *(Components)* sekmesindeki *Watershed Explorer* üzerinden yapılır. Yeniden adlandırılmak istenilen eşleştirilmiş veri üzerine fare getirilerek sağ fare düğmesine basılır. Görüntülenen bağlam menüsünden Yeniden Adlandır *(Rename)* komutunu seçilir; seçili ad düzenleme moduna geçer. İmleç, klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile tıklanarak hareket ettirilebilir. Ayrıca, fare kullanılarak adın bir kısmı veya tamamı seçilebilir. Ad klavyeden yazarak değiştirilebilir. Değişikliği tamamlamak için *Enter* tuşuna basılır. Değişiklik, *Watershed Explorer*'ın başka bir yerine tıklanarak da tamamlanabilir. Eğer düzenleme modundan vaz geçilir ise, *Escape* tuşuna basılarak işlem iptal edilebilir.



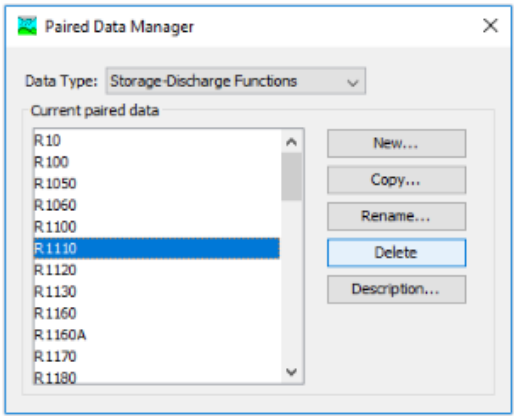
Şekil 4.23 Watershed Explorer'da Bir Kesiti Yeniden Adlandırma

Bir Eğriyi Silme

Bir eşleştirilmiş veriyi silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde de eğri projeden kaldırılır ve o eğriye yapılan tüm referanslar otomatik olarak güncellenir. Bir eğri silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz. Silinen eğriye yapılan referanslar, genellikle simülasyon sırasında geçerli olmayan bir seçenek olan hiçbir eğri *(no curve)* kullanımına geçer. Daha sonra, bu bileşenlere gidip manüel olarak farklı bir eğri seçilmesi gerekir.

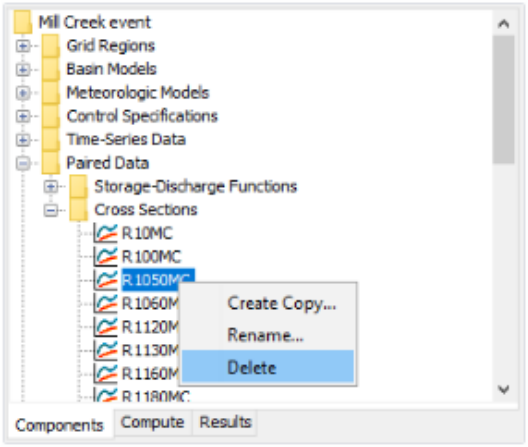
Bir eğriyi silmenin ilk yolu, Bileşenler *(Components)* menüsünden erişilebilen Eşleştirilmiş Veri Yöneticisini *(Paired Data Manager)* kullanmaktır. Öncelikle, Veri Türü *(Data Type)* menüsünden silinmek istenilen eşleştirilmiş veri eğrisinin türü seçilir. Ardından, mevcut eğriler listesinden silinmek istenilen *Eğriyi (Curve)* tıklanarak seçilir. Seçilen eğri, seçildikten sonra vurgulanır. Bir eğriyi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki Sil *(Delete)* düğmesine basılabilir. Bunun ardından, seçilen eğriyi gerçekten silinmek istenip istenmediğinin

onaylanması gereken bir pencere açılır. Eğriyi silmek için Tamam *(OK)* düğmesine basılır. Eğer seçilen eğri silinmek istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Eşleştirilmiş Veri Yöneticisine *(Paired Data Manager)* geri dönülebilir.



Şekil 4.24 Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi Üzerinden Bir Kesiti Silme

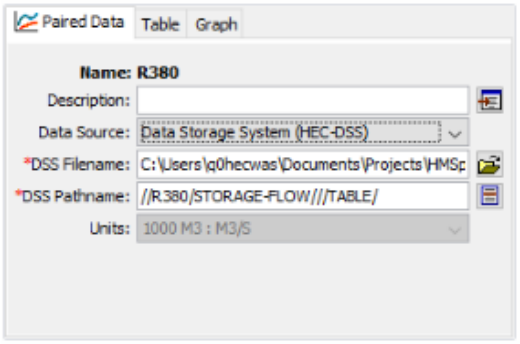
Bir eşleştirilmiş veriyi silmenin ikinci yolu, Bileşenler *(Components)* sekmesindeki *Watershed Explorer* üzerinden yapılır. Silinmek istenilen eğriyi *Watershed Explorer*'da tıklanarak seçilir ve seçilen eğri vurgulanır. Fare seçili eğrinin üzerinde tutularak sağ fare düğmesine basılır. Görüntülenen bağlam menüsünde, *Sil (Delete)* seçeneği de dahil olmak üzere birkaç seçenek bulunur. Sil *(Delete)* menü seçeneğine tıklanır. Bunun ardından, seçilen eğrinin gerçekten silinmek istenip istenmediğini onaylamak gereken bir pencere açılır. Eğriyi silmek için Tamam *(OK)* düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ve seçilen eğri silinmek istenmez ise, İptal *(Cancel)* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



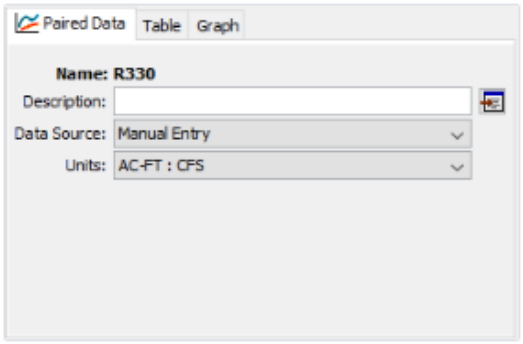
Şekil 4.25 Watershed Explorer'da Bir Kesiti Silme

Veri Kaynağı

Veri Kaynağı, eşleştirilmiş veriler için verilerin nasıl saklanacağını belirler. Veriler manuel olarak girilebilir ya da Veri Depolama Sistemi'nden (HEC-DSS) alınabilir. Manuel giriş, eğri veya veri serisindeki her bir değeri tek tek girilmesine imkân sağlar. Veriler, değerleri tek tek girmeye gerek kalmadan bir *DSS* dosyasından alınabilir; ancak bunun için verilerin dosyaya doğru şekilde yüklenmiş olması gerekir. Eşleştirilmiş veriler için belirtilen özelliklerin türü, aşağıdaki bölümlerde açıklandığı üzere, veri kaynağı tarafından belirlenir. Manuel veya HEC-DSS veri kaynakları için veri girme farkını görmek üzere aşağıdaki şekilleri karşılaştırılabilir.



Şekil 4.26 Veri Depolama Sistemi (HEC-DSS) Dosyasından Veri Alan Depolama Deşarj Eğrisi İçin Bileşen Düzenleyici



Şekil 4.27 Manuel Olarak Girilmiş Veriler İçeren Birim Hidrograf Eşleştirilmiş Veri Eğrisi İçin Bileşen Düzenleyici

Veri Birimleri

Veri Birimleri yalnızca manuel girişli eşleştirilmiş veriler için seçilebilir; DSS seçeneği kullanıldığında birimler otomatik olarak alınır. Eşleştirilmiş veriler için yalnızca iki birim seçeneği vardır: *uluslararası birim sistemi (SI)* ve *ABD geleneksel birim sistemi*. Örneğin, bir depolama–deşarj eğrisi 1000 metreküp ve metreküp/saniye (1000 m^3 – m^3/s) ya da acre-feet ve kübik feet/saniye (ACFT – CFS) birimlerini kullanabilir. Birimler alanında kullanılabilir olan birimler, seçilen bileşenin eşleştirilmiş veri türüne bağlı olacaktır.

Genel olarak, bileşen için herhangi bir veri girmeden önce veri birimleri seçilmelidir. Ancak, veriler girdikten sonra birimler değiştirilir ise, veriler yeni birimlere göre ayarlanır. Bu ayarlama sırasında birim dönüşümü yapılmaz. Tüm değerler aynı kalır, yalnızca atanan birimler değiştirilir. Bu durum, veriler girilmeden önce veri birimlerinin istenen birim sisteminde olup olmadığının kontrol edilmediği durumlarda faydalıdır.

Bileşen Düzenleyiciyi kullanarak bir eşleştirilmiş veri bileşeni için veri birimleri seçilir. Düzenleyiciye, *Watershed Explorer*'da bir eşleştirilmiş veriyi seçerek erişilebilir. Manuel giriş seçeneği seçiliyse, Bileşen Düzenleyicideki *Paired Data* sekmesi veri birimlerini gösterecektir.

Zaman Aralıkları

Birim hidrograflar, önceki şekilde görüldüğü gibi, zaman aralığına sahip olabilen tek eşleştirilmiş veri türüdür. Zaman aralığı yalnızca manuel girişli birim hidrograf için seçilebilir; DSS seçeneğinde ise otomatik olarak alınır. Zaman aralığı, 1 dakikadan 24 saate kadar değişen mevcut seçenekler arasından seçilmelidir. Genel olarak, birim hidrograf için veri girmeden önce zaman aralığının seçilmesi gerekir. Ancak, verileri girdikten sonra zaman aralığını değiştirilir ise, veriler yeni zaman aralığına göre ayarlanacaktır.

Bileşen Düzenleyiciyi kullanarak bir birim hidrograf eşleştirilmiş veri için zaman aralığı seçilir. Düzenleyiciye, *Watershed Explorer*'da bir birim hidrograf eşleştirilmiş veriyi seçerek erişilebilir. Manuel giriş seçeneği seçilir ise, Bileşen Düzenleyicideki *Paired Data* sekmesi zaman aralığını gösterecektir.

HEC-DSS Dosyasından Alım

Bir DSS dosyasından eşleştirilmiş veri almak için, verilerin dosyaya yüklenmiş olması gerekir. Dosya, yerel bilgisayarda veya ağ sunucusunda saklanabilir. Dosyayı taşınabilir bir ortamda saklamak iyi bir fikir değildir, çünkü dosya, eşleştirilmiş veri *Watershed Explorer*'da seçildiğinde ve hesaplamalar sırasında her zaman erişilebilir olmalıdır. Ayrıca, verileri simülasyon sonuçlarını saklamak için kullanılan proje DSS dosyasında depolamak kötü bir uygulamadır. Her bir eşleştirilmiş veri için veriler ayrı bir dosyada saklanabilir veya bir dosya, birden fazla bileşen için veri içerebilir. En iyi uygulama, ölçüm verilerini içeren *DSS* dosyalarını Proje Dizininde veya Proje Dizininin bir alt dizininde saklamaktır. HEC-DSSVue aracı (HEC 2003), eşleştirilmiş verileri bir DSS dosyasına yüklemek için kullanılabilir.

DSS seçildiğinde, eşleştirilmiş veri bileşeni için kullanılacak *Dosya Adı* belirtilmesi gerekir. Dosya adı biliniyorsa, tam dosya adı yazılabilir. Dosya tarayıcısı kullanarak dosyayı bulmak için, DSS Dosya Adı alanının sağındaki Dosya Seçici Aç düğmesine basılır. Tarayıcı, istenilen dosyanın bulunmasını sağlar, ancak yalnızca DSS uzantılı dosyaları bulmakla sınırlıdır; çünkü tüm Veri Depolama Sistemi dosyaları için bu uzantı gereklidir. İstenilen dosya bulunduğunda, tarayıcıda üzerine tıklanarak seçilir ve *Seç* düğmesine basılır. Vazgeçilir ise, İptal düğmesine veya *Seç* HEC-DSS Dosyası penceresinin üst köşesindeki *X* düğmesine basarak Bileşen Düzenleyiciye geri dönülebilir.

Seçilen *DSS* dosyasından veri almak için Yol Adı *(Pathname)* da belirtilmesi gerekir. Yol adı biliniyorsa, tam yol adı yazılabilir. Her yol adı, *A-parçası, B-parçası, C-parçası, D-parçası, E-parçası ve F-parçası* olarak adlandırılan altı parçadan oluşur. Yol parçaları / *(eğik çizgi)* ile ayrılır ve boşluk içerebilir. Eğik çizgiler ve boşluklar dahil

olmak üzere tam yol adı *256 büyük harfe kadar* olabilmektedir. Aşağıda bir *depolama–deşarj eğrisi* yol adı örneği verilmiştir:

//BEAR CREEK/STORAGE-OUTFLOW///COMPUTED/

Kullanılmak istenilen kaydın tam yol adı bilinmiyorsa, Yol Adı Tarayıcısı *(Pathname Browser)* ile belirlenebilir. Tarayıcıyı kullanabilmek için önce bir DSS dosyasının seçilmesi gerekir. DSS Yol Adı alanının sağındaki DSS Yol Adı Seç düğmesine basılarak tarayıcı açılır. Tarayıcı, başlangıçta belirtilen DSS dosyasındaki tüm kayıtları seçim tablosunda yol adı sırasına göre gösterir. Liste kaydırabilir ve bir kayıt yol adının üzerine tıklanarak seçilebilir. Tarayıcının altındaki Seç düğmesine basılarak kayıt seçilir ve Bileşen Düzenleyiciye dönülür. Eğer vazgeçer ve bir kayıt yol adı seçilmek istenmez ise, İptal düğmesine veya HEC-DSS *Dosyasından* Yol Adı Seç penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılır. Seçim tablosunda gösterilen kayıt yol adlarının sayısını, Parçalara Göre Ara *(Search by Parts)* filtrelerini kullanarak azaltılabilir. Her bir yol adı parçası için ayrı bir filtre seçimi gösterilir. Bir filtre için bir seçenek seçildiğinde, seçim tablosunda yalnızca bu seçeneğe uyan yol adları gösterilir. Birden fazla filtrede seçim yapılır ise, seçim tablosunda yalnızca tüm filtre seçeneklerini karşılayan yol adları gösterilecektir.

Program, eşleştirilmiş veriler için tercih edilen bir sıra izler. Örneğin, depolama–çıkış (*storage–outflow***)** sırası, çıkış–depolama (*outflow–storage*) sırasına tercih edilir. Ancak, program, tercih edilen sıranın tersine belirtilmiş verileri de kullanabilir. Program, kayıt yol adlarındaki veri türü ve birimler için çok katı kurallara uyar. Kurallara uygun olmayan veri kullanılamaz; geçersiz bir veri türü veya birim kullanılır ise hata mesajları üretilir. Eşleştirilmiş verinin her iki yarısının birimleri aynı birim sisteminde olmalıdır. Farklı eşleştirilmiş veri türleri için kabul edilebilir *C-parçaları* aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.3 Farklı Eşleştirilmiş Veri Türleri İçin Tercih Edilen Veri Sırası ve DSS İç Veri Türü Etiketi

Eşleştirilmiş Veri	Açıklama
Depolama–Deşarj Fonksiyonu	Depolama ve çıkış arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*STORAGE-FLOW*" olmalıdır.
Yükseklik–Depolama Fonksiyonu	Yükseklik ve depolama arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION-STORAGE*" olmalıdır.
Yükseklik–Alan Fonksiyonu	Yükseklik ve alan arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION-AREA*" olmalıdır.
Yükseklik–Deşarj Fonksiyonu	Yükseklik ve deşarj arasındaki fonksiyonu, diğer adıyla rating curve'u tanımlar. *C-parçası* "*STAGE-FLOW*" olmalıdır.
Birim Hidrograf Eğrisi	Kullanıcı tarafından belirlenen bir birim hidrografı tanımlar. *C-parçası* "*FLOW-UNIT GRAPH*" olmalıdır.
Yüzde Eğrisi	Yüzde ve yüzde arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*PERCENT*" olmalıdır.
Kesit	Bir kesiti temsil etmek için mesafe ve yükseklik arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*DISTANCE-ELEVATION*" olmalıdır.
Giriş–Gecikme Fonksiyonu	Giriş ve zaman gecikmesi arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*FLOW-LAG*" olmalıdır.

Çıkış–Zayıflama Fonksiyonu	Çıkış ve zayıflama arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*FLOW-K*" olmalıdır.
Giriş–Yönlendirme Fonksiyonu	Giriş ve yönlendirme arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*FLOW-DIVERSION*" olmalıdır.
Yükseklik–Genişlik Fonksiyonu	Yükseklik ve üst genişlik arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION-WIDTH*" olmalıdır.
Yükseklik–Çevre Fonksiyonu	Yükseklik ve ıslak çevre arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION-PERIMETER*" olmalıdır.
Çap–Yüzde Fonksiyonu	Çap ve yüzde arasındaki fonksiyonu, diğer adıyla gradasyon eğrisi'ni tanımlar. *C-parçası* "*DIAMETER-PERCENT*" olmalıdır.
Alan–Azalma Fonksiyonu	Yağış derinliği ve alan azalma fonksiyonunu tanımlar. *C-parçası* "*AREA-FACTOR*" olmalıdır.
Süre–Yağış Fonksiyonu	Zaman süresi ve yağış derinliği arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*DURATION-PRECIPITATION*" olmalıdır.
ATI–Erime Fonksiyonu	Önceki sıcaklık indeksi (ATI) ve erime hızı (meltrate) arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ATI-MELTRATE*" olmalıdır.
ATI–Soğuma Fonksiyonu	Önceki sıcaklık indeksi (ATI) ve soğuma hızı (coldrate) arasındaki fonksiyonu tanımlar. *C-parçası* "*ATI-COLDRATE*" olmalıdır.
Yeraltı Erime Deseni	Yıl boyunca değişen yeraltı erime oranını tanımlar. *C-parçası* "*GROUNDMELT*" olmalıdır.
Yüzde Deseni	Yıl boyunca değişen bir yüzdelik değeri tanımlar. C-parçası "*PERCENT*" olmalıdır.
Kümülatif Olasılık Dağılımı	Kümülatif olasılık fonksiyonunu tanımlar. *C-parçası* "*PROBABILITY*" olmalıdır.
Parametre Değeri Örneği	Model parametre değerlerinin bir dizisini indeks ile tanımlar. *C-parçası* "*PARAMETER VALUE*" olmalıdır.
Parametre Değeri Deseni	Model parametre değerlerinin yıllık bir desen olarak dizisini tanımlar. *C-parçası* "*PARAMETER VALUE*" olmalıdır. Veriler, D-parçasında gösterildiği gibi, *01 Ocak 2000'den 31 Aralık 2000'e kadar* olmalıdır.
Depolama Deseni	Kural tabanlı rezervuar işletmeleri için bir depolama rehber eğrisi tanımlar. *C-parçası* "*STORAGE*" olmalıdır.
Yükseklik Deseni	Kural tabanlı rezervuar işletmeleri için bir yükseklik rehber eğrisi tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION*" olmalıdır.
Günlük Yükseklik Deseni	Kural tabanlı rezervuar işletmeleri için bölge üstü yüksekliğini tanımlar. *C-parçası* "*ELEVATION*" olmalıdır.

Doğru birimler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.4 Eşleştirilmiş Veri Türleri ve DSS İç Birimleri

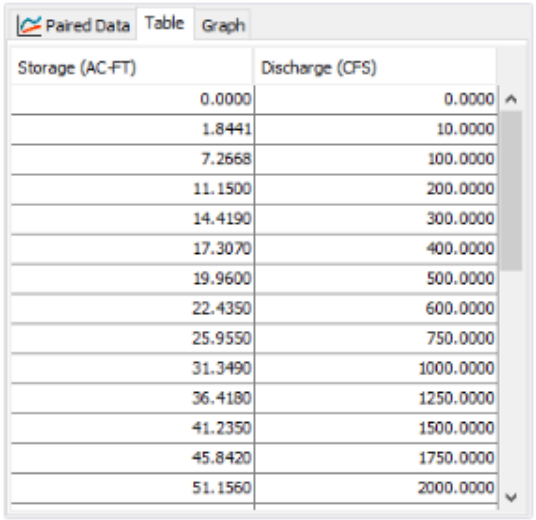
Eşleştirilmiş Veri	X Etiketi	Y Etiketi	Açıklama
Depolama–Deşarj (Storage-Discharge)	THOU M³ / ACRE-FT	M³/S / CFS	Binlerce metreküp; metreküp/saniye. Acre-feet; feet küp/saniye.
Yükseklik–Depolama (Elevation-Storage)	M / FT	THOU M³ / ACRE-FT	Metre; binlerce metreküp. Feet; acre-feet.
Yükseklik–Alan (Elevation-Area)	M / M	THOU M² / M² / ACRE / SQFT	Metre; binlerce metrekare. Metre; metrekare. Feet; acre. Feet; kare feet.
Yükseklik–Deşarj (Elevation-Discharge)	M / FT	M³/S / CFS	Metre; metreküp/saniye. Feet; feet küp/saniye.
Birim Hidrograf (Unit Hydrograph)	–	M³/S / CFS	Metreküp/saniye. Feet küp/saniye.
Yüzde Eğrisi (Percentage Curve)	%	%	Yüzde; yüzde
Kesit (Cross Section)	M / FT	M / FT	Metre; metre. Feet; feet.
Giriş–Gecikme (Inflow-Lag)	M³/S / CFS	HR / HR	Metreküp/saniye; saat. Feet küp/saniye; saat.
Çıkış–Zayıflama (Outflow-Attenuation)	M³/S / CFS	HR / HR	Metreküp/saniye; saat. Feet küp/saniye; saat.
Giriş–Yönlendirme (Inflow-Diversion)	M³/S / CFS	M³/S / CFS	Metreküp/saniye; metreküp/saniye. Feet küp/saniye; feet küp/saniye.
Yükseklik–Genişlik (Elevation-Width)	M / FT	M / FT	Metre; metre. Feet; feet.
Yükseklik–Çevre (Elevation-Perimeter)	M / FT	M / FT	Metre; metre. Feet; feet.
Çap–Yüzde (Diameter-Percentage)	MM / IN	% / %	Milimetre; ince malzeme yüzdesi. İnç; ince malzeme yüzdesi.
Alan–Azalma (Area-Reduction)	KM² / MI²	–	Kilometrekare. Mil kare.
Süre–Yağış (Duration-Precipitation)	HR / HR	MM / IN	Saat; milimetre. Saat; inç.
ATI–Erime (ATI-Meltrate)	DEGC-D / DEGF-D	MM/DEG-D / IN/DEG-D	Santigrat derece-gün; mm/°C-gün. Fahrenheit derece-gün; inç/°F-gün.
ATI–Soğuma (ATI-Coldrate)	DEGC-D / DEGF-D	MM/DEG-D / MM/DEG-D	Santigrat derece-gün; mm/°C-gün. Fahrenheit derece-gün; inç/°F-gün.
Yeraltı Erime Deseni (Groundmelt Pattern)	MM/DAY / IN/DAY	–	Günlük milimetre. Günlük inç.
Yüzde Deseni (Percent Pattern)	%	–	Yüzde
Kümülatif Olasılık (Cumulative Probability)	–	–	–
Parametre Değeri Örneği (Parameter Value Sample)	Index	(değişken)	–
Parametre Değeri Deseni (Parameter Value Pattern)	Zaman (ddMMM, HH:mm)	(değişken)	–
Depolama Deseni (Storage Pattern)	THOU M³ / ACRE-FT	–	Binlerce metreküp. Acre-feet. *Not: IR-Year zaman serisi olarak saklanır.*

Yükseklik Deseni (Elevation Pattern)	M / FT	–	Metre. Feet. *Not: IR-Year zaman serisi olarak saklanır.*
Günlük Yükseklik Deseni (Daily Elevation Pattern)	M / FT	–	Metre. Feet. *Not: 1Gün zaman serisi olarak saklanır.*

Tablo

Mevcut eşleştirilmiş veriler, Bileşen Düzenleyicideki Table *(Tablo)* sekmesinde tablo biçiminde gösterilir. Eğer eşleştirilmiş veri manuel giriş kullanıyorsa, tabloda yer alan veriler düzenlenebilir. Eşleştirilmiş veri DSS dosyasından veri alıyorsa, tablo düzenlenemez. Ayrıca, DSS verisi kullanılıyorsa ve veri mevcut değilse, tablo hiç veri içermez.

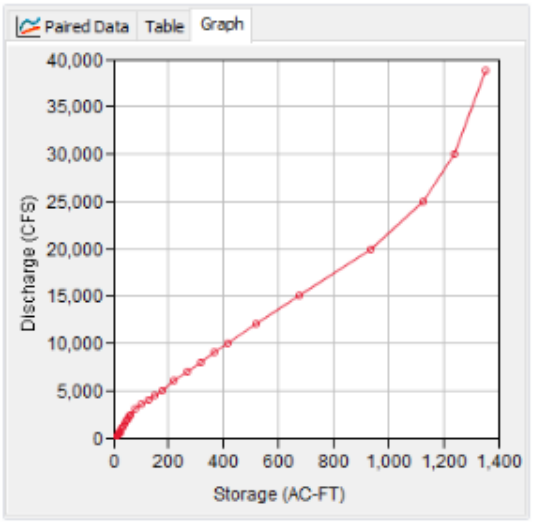
Tüm verileri tabloya tek tek girebilir. Ancak verileri hızlı girmek için bazı araçlar mevcuttur. Tablo, pano *(clipboard)* desteği içerir. Bir tablo programında veya başka bir dosyada saklanan veriler kopyalanıp tabloya yapıştırılabilir. Ayrıca, *fill (*doldurma*)* aracı ile tabloya veri girebilir veya mevcut değerler ayarlanabilir. Tablo içinde doldurulmak istenilen hücreler seçilir ve sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünden *Fill* (Doldur) komutu seçilir. *Fill Table Options* (Tablo Doldurma Seçenekleri) penceresi, hücre değerlerini doldurma ve ayarlama işleminin kontrol edilmesini sağlar. Seçenekler şunlardır: Seçimdeki ilk ve son hücre arasındaki değerleri interpolasyonla doldurma, Eksik değerleri interpolasyonla veya başka yöntemlerle doldurma seçenekleri, İlk seçilen hücre değerini tüm seçili hücrelere kopyalama, Tüm seçili hücrelere sabit bir değer ekleme, Seçili hücre değerlerini sabit bir sayı ile çarpma. Seçimi uygulamak için *OK* düğmesine basılır; herhangi bir değişiklik yapmadan tabloya dönmek için *Cancel* düğmesine basılır.



Şekil 4.28 Depolama–Deşarj Eğrisi İçin Verilerin Manuel Olarak Girilmesi

Grafik

Mevcut eşleştirilmiş veriler, Bileşen Düzenleyicideki *Graph* (Grafik) sekmesinde grafik biçiminde gösterilir. Grafikteki veriler, eşleştirilmiş veri manuel giriş kullansa da veya harici bir DSS dosyasından veri alıyor olsa da düzenlenemez**.** Veri mevcut değilse, grafik hiç veri içermez.



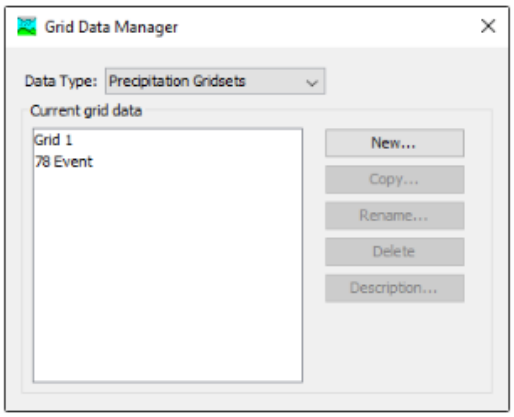
Şekil 4.29 Depolama–Deşarj Eğrisi İçin Verilerin Görüntülenmesi

4.3 IZGARA VERİSİ

Programda yer alan bazı yöntemler ızgara hücresi (*grid cell*) bazında çalışır. Bu, her bir ızgara hücresi için parametrelerin girilmesi gerektiği anlamına gelir. Aynı zamanda yağış gibi sınır koşullarının da her bir ızgara hücresi için mevcut olması gerekir. Izgara verilerine bir örnek, parametre ızgarası olarak kullanılan SCS eğri numarası (*curve number*) ızgarasıdır. Bir diğer örnek ise, zaman serisi şeklinde olan sıcaklık ızgara setidir. Program, farklı türdeki ızgara verilerini farklı veri tipleriyle ayırır. Izgara verilerinin yalnızca bir kez girilmesi yeterlidir. Bu veriler projenin bir parçasıdır ve birden fazla Havza veya Meteorolojik model tarafından paylaşılabilir.

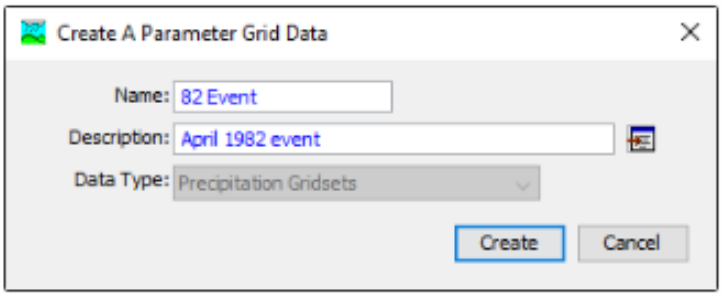
Yeni Bir Izgara Oluşturma

Yeni bir ızgara, *Grid Data Manager* (Izgara Veri Yöneticisi) kullanılarak oluşturulur. Yöneticiye erişmek için *Components* menüsüne tıklanır ve *Grid Data Manager* menü komutu seçilir. Programın diğer bölümlerinde işlem yapılırken yönetici açık kalabilir. Yöneticiyi sağ üst köşedeki *X* düğmesi kullanılarak kapatılabilir. Yöneticinin üst kısmında bir *Data Type* (Veri Türü) menüsü bulunur. Bu menü, program tarafından desteklenen ızgara veri türlerinden birinin seçimini sağlar. Izgara veri türlerinin tam listesi için *Internal DSS data type label* bölümüne başvurulur. Bir veri türü seçildiğinde, yönetici aynı türdeki tüm ızgara verilerini gösterir. Izgara veri listesinin sağındaki düğmeler, mevcut verileri yönetmek veya yeni veriler oluşturmak için kullanılabilir.



Şekil 4.30 Izgara Veri Yöneticisi

Bir ızgara oluşturmak için *New* (Yeni) düğmesine basılır. Düğmeye basıldıktan sonra, yeni ızgarayı adlandırabilecek ve açıklama yapılacak bir pencere açılır. Izgara için varsayılan bir ad sağlanır; bu ad kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici açılabilir. Bu düzenleyici, uzun açıklamaları girmeyi ve düzenlemeyi kolaylaştırır. Ad ve açıklama girildiğinde, yeni ızgara oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* (Oluştur) düğmesine basılır. Herhangi bir ad belirtilmemişse *Create* düğmesine basılamaz. Izgara oluşturmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basarak *Grid Data Manager*'a geri dönülebilir.



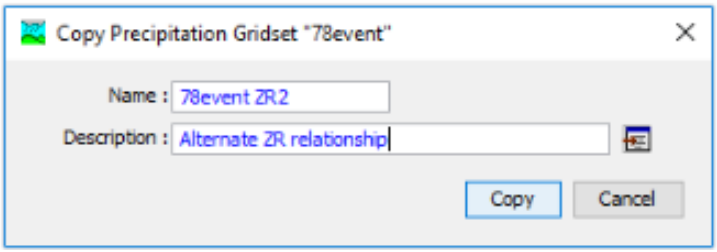
Şekil 4.31 Parametre Izgara Verisi Oluşturma

Bir Izgarayı Kopyalama

Bir ızgarayı kopyalamanın iki yolu vardır. Izgarayı kopyalamaya yönelik her iki yöntemde, farklı bir ada sahip birebir aynı bir kopya oluşturur. Kopyalama işlemi tamamlandıktan sonra, kopya özgün ızgaradan bağımsızdır ve birbirleriyle etkileşime girmezler.

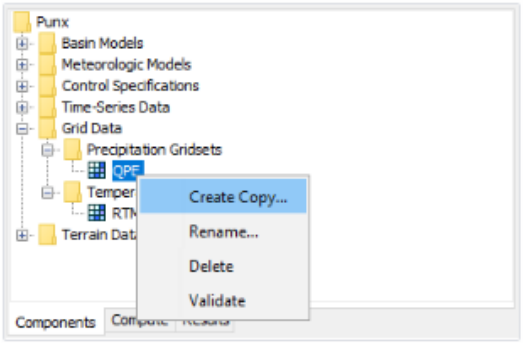
Bir kopya oluşturmanın ilk yolu, *Components* menüsünden erişilen *Grid Data Manager*'ı kullanmaktır. Öncelikle *Data Type* menüsünden kopyalanmak istenilen ızgara veri türü seçilir. Ardından, mevcut ızgaralar listesinden kopyalanmak istenilen ızgarayı üzerine tıklanarak seçilir. Seçilen ızgara, seçimin ardından vurgulanır. Bir ızgara seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala**)** düğmesine basılabilir. Bu işlemle, oluşturulacak

kopyaya ad ve açıklama verilebilecek yeni bir pencere açılır. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu ad kullanılabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen ızgarayı kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Herhangi bir ad belirtilmemişse *Copy* düğmesine basılamaz. Vazgeçilir ve seçilen ızgara kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Grid Data Manager*'a geri dönülebilir.



Şekil 4.32 Grid Data Manager'da Copy Düğmesi ile Bir Yağış Izgara Setinin Kopyasını Oluşturma

Bir kopya oluşturmanın ikinci yolu, *Components* sekmesindeki *Watershed Explorer* üzerinden yapılır. Kopyalanmak istenilen ızgara verisinin üzerine fare getirilir ve sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Copy* veya *Create Copy* seçeneği tıklanır. Oluşturulacak kopya için yeni bir pencere açılır. Bu pencerede kopyaya bir ad ve açıklama verilebilir. Kopya için bir varsayılan ad sağlanır; istenirse bu ad kullanılabilir veya değiştirilebilir. Açıklama da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen ızgarayı kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Ad belirtilmemişse *Copy* düğmesi aktif olmaz ve basılamaz. Eğer kopya oluşturulmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Watershed Explorer*'a geri dönülür.

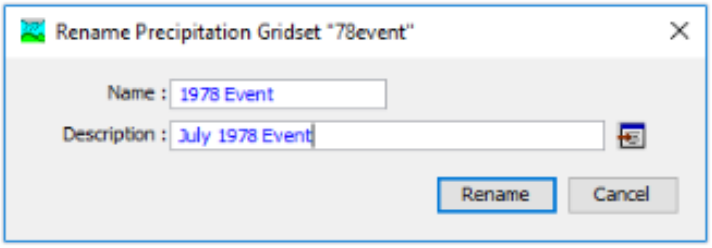


Şekil 4.33 Watershed Explorer'da Bir Yağış Izgara Setinin Adını Değiştirme

Bir Izgarayı Yeniden Adlandırma

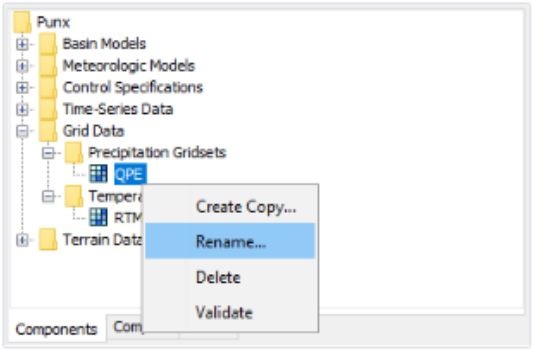
Bir ızgarayı yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde de ızgaranın adı değiştirilir ve eski adı kullanan tüm referanslar otomatik olarak yeni adla güncellenir.

Bir ızgarayı yeniden adlandırmanın ilk yolu, *Components* menüsünden erişilen *Grid Data Manager*'ı kullanmaktır. Öncelikle *Data Type* menüsünden yeniden adlandırılmak istenilen ızgara veri türü seçilir. Ardından, mevcut ızgaralar listesinden yeniden adlandırmak istenilen ızgara tıklanarak seçilir. Seçilen ızgara, seçimin ardından vurgulanır. Bir ızgara seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılır. Açılan yeni pencerede ızgaraya yeni bir ad verilebilir. Aynı zamanda istenirse ızgaranın açıklaması da değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen ızgara yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılır. Herhangi bir ad belirtilmemişse *Rename* düğmesine basılamaz. Eğer ızgarayı yeniden adlandırmak istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Grid Data Manager*'a geri dönülebilir.



Şekil 4.34 Grid Data Manager'da Rename Düğmesi ile Yağış Izgara Setini Yeniden Adlandırma

Watershed Explorer üzerinden bir ızgarayı yeniden adlandırmanın ikinci yolu; *Components* sekmesinde, yeniden adlandırılmak istenilen ızgara *Watershed Explorer* içinde bulunur ve üzerine tıklanarak ızgara vurgulanır. Fare seçilen ızgara üzerinde tutulur ve *sol fare düğmesi* tekrar tıklanır. Vurgulanan ad, düzenleme moduna geçer. İmleç, klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir. Ayrıca fare kullanılarak adın bir kısmı veya tamamı seçilebilir. Klavye kullanılarak yeni ad yazılarak değişiklik yapılır. Ad değiştirme tamamlandığında, *Enter* tuşuna basılarak veya *Watershed Explorer* içinde başka bir yere tıklayarak değişiklik kaydedilir. Düzenleme modundayken vazgeçer ve ızgara yeniden adlandırmak istenmez ise, *Escape* tuşuna basılarak işlemi iptal edilebilir. Bu yöntemle ad değişikliği, ızgara setinin tüm eski referanslarını otomatik olarak günceller.

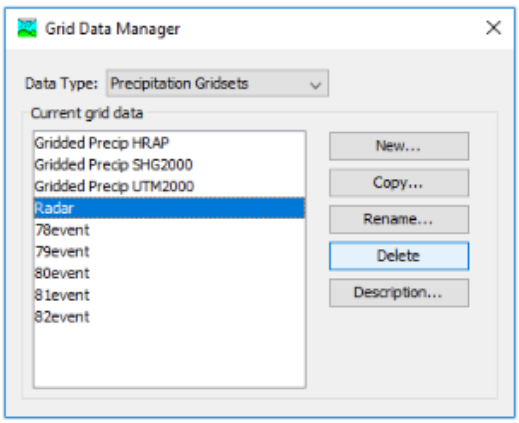


Şekil 4.35 Watershed Explorer'da Izgara Setini Sağ Tıklama Menüsüyle Yeniden Adlandırma

Bir Izgarayı Silme

Bir ızgarayı silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde de ızgara projeden kaldırılır ve bu ızgaraya yapılan tüm referanslar otomatik olarak güncellenir. Bir ızgara silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz. Silinen ızgaraya yapılan referanslar, genellikle simülasyon sırasında geçerli olmayan "hiçbir ızgara yok" seçeneğine geçer. Daha sonra bu referansların bulunduğu bileşenlerde manuel olarak farklı bir ızgara seçilmesi gerekir.

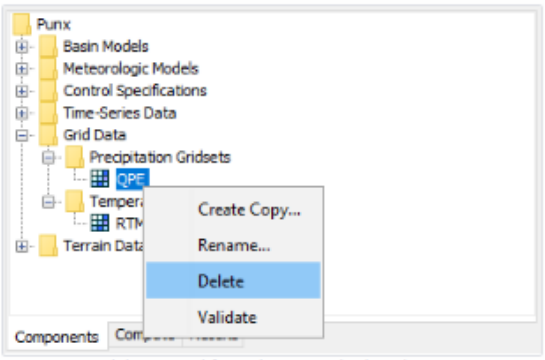
Bir ızgarayı silmenin ilk yolu, *Components* menüsünden erişilen *Grid Data Manager*'ı kullanmaktır. Öncelikle *Data Type* menüsünden silinmek istenilen ızgara veri türü seçilir. Ardından, mevcut ızgaralar listesinden silinmek istenilen ızgara tıklanarak seçilir. Seçilen ızgara, seçimin ardından vurgulanır. Bir ızgara seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Delete* (Sil) düğmesine basılır. Açılan pencerede, seçilen ızgara gerçekten silinmek istenildiğinin onaylanması gerekir. Izgarayı silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ızgara silinmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Grid Data Manager*'a geri dönülebilir.



Şekil 4.36 Grid Data Manager Dan Izgara Setini Silmeye Hazırlık

Watershed Explorer üzerinden bir ızgarayı silmenin ikinci yolu; *Components* sekmesinde, silinmek istenilen ızgarayı *Watershed Explorer* içinde bulunarak üzerine tıklanır; seçilen ızgara vurgulanır. Fare seçilen ızgara

üzerinde tutulur ve sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Delete* (Sil) seçeneğine tıklanır. Bir onay penceresi açılır; seçilen ızgara gerçekten silinmek istendiğinin onaylanması gerekir. Silme işlemini tamamlamak için *OK* düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ve ızgara silinmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir. Bu işlemle, seçilen ızgara projeden kaldırılır ve tüm referanslar otomatik olarak güncellenir. Silinen ızgara geri getirilemez.

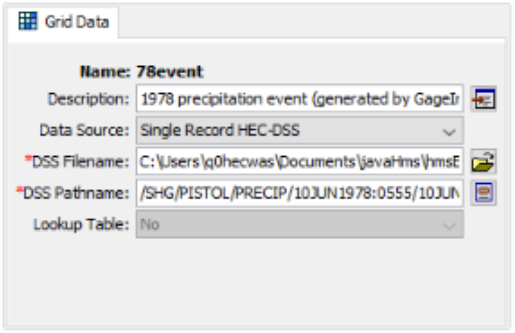


Şekil 4.37 Watershed Explorer'dan Bir Izgarayı Silmeye Hazırlık

HEC-DSS Dosyasından Veri Alma

Veri dosyasının hazır olması gerekir: Izgara verilerini *DSS* dosyasından almak için, verilerin önceden bir dosyaya yüklenmiş olması gerekir. Dosya konumu**:** Dosya, yerel bilgisayarda veya bir ağ sunucusunda saklanabilir. Taşınabilir medya (USB, CD vb.) üzerinde saklamak önerilmez; çünkü grid verisi *Watershed Explorer*'da seçildiğinde ve hesaplamalar sırasında dosya sürekli erişilebilir olmalıdır. Simülasyon sonuç dosyalarından ayrı tutulmalıdır**:** Verileri, simülasyon sonuçlarını saklamak için kullanılan bir DSS dosyasında depolamak iyi bir uygulama değildir. Dosya organizasyonu**:** Her ızgara için ayrı bir dosya saklanabilir veya bir dosya birkaç ızgara verisini içerebilir. Ancak bir ızgara setine ait tüm veriler aynı DSS dosyasında olmalı ve uygun *pathname* (dosya yolu) konvansiyonuna uyulmalıdır. Dosya konumu tavsiyesi: DSS dosyalarını proje dizininde veya proje dizininin bir alt dizininde saklamak en iyi uygulamadır.

Izgara veri bileşeni için Dosya Adı *(Filename)* belirtilmesi gerekir. Dosya adı bilinmiyorsa, tam dosya adı doğrudan yazılabilir. Dosyayı bulmak için dosya tarayıcısı kullanılmak istenir ise, *DSS Filename* alanının sağındaki *Open File Chooser* düğmesine basılır. Dosya tarayıcısı, istenilen DSS dosyasının bulunmasına yardımcı olur. Sadece '.DSS *uzantılı'* dosyalar bulunur; çünkü tüm *Data Storage System* dosyaları bu uzantıyı kullanır. Dosya bulunduğunda, tarayıcıda dosya tıklanarak seçilir ve *Select* (Seç) düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ve dosya seçilmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Component Editor*'a geri dönülebilir. Bu işlem, grid verisini doğru *DSS* dosyasına bağlamanın ilk adımıdır ve verinin *Watershed Explorer* veya hesaplamalar sırasında erişilebilir olmasını sağlar.



Şekil 4.38 Yağış Izgara Seti İçin Bileşen Düzenleyici (Component Editor)

Seçilen DSS dosyasından veri almak için ayrıca *Pathname* belirtmek gerekir. *Pathname* biliniyorsa, *tam path* doğrudan yazılabilir. Her *pathname* altı bölümden oluşur: A-*part, B-part, C-part, D-part, E-part ve F-part.* Bölümler *slash (/) ile ayrılır* ve boşluk içerebilir. Tam *pathname* (slash'lar ve boşluklar dahil) *en fazla 256 büyük harf karakteri* içerebilir. Örneğin, bir perkolasyon parametre ızgarası için *pathname* şöyle olabilir:

//SOLDIER CR WATERSHED/PERCOLATION///GIS ESTIMATE/

Izgara seti (*gridset*) verilerini saklama konvansiyonu, tekil ızgaralardan farklıdır çünkü her zaman aralığı için ayrı bir ızgara gerekir. Farklı kayıtlar (*records*) aynı *pathname*'in tüm bölümlerine sahiptir, *ancak D-part ve E-part* farklıdır**:** *D-part***:** Kaydın başlangıç zamanı E-part**:** Kaydın bitiş zamanı Kullanıcı, herhangi bir kaydın *pathname*'ini seçebilir. Program, hesaplama sırasında ilgili zaman penceresine göre doğru veriyi otomatik olarak alır. Örnek olarak bir sıcaklık (*temperature*) ızgara seti için *pathname* yapısı şöyle olabilir:

//BRIDGER/TEMP/12JUL2003:1230/12JUL2003:1300/OBS/

Eğer kullanılmak istenilen kaydın tam *pathname*'i bilinmiyorsa, *Pathname Browser*'ı kullanılarak belirlenebilir. Öncelikle bir *DSS* dosyası seçilmesi gerekir; browser ancak dosya seçildikten sonra kullanılabilir. *DSS Pathname* alanının sağındaki *Select DSS Pathname* düğmesine basılarak browser açılır. Browser açıldığında, seçilen *DSS* dosyasındaki tüm kayıtlar *pathname*'e göre düzenlenmiş olarak bir tablo içinde gösterilir. Listede kaydı bulmak için *kaydırma (scroll)* yapılabilir ve kullanmak istenilen *pathname*'e *tıklanarak* seçilebilir. Browser'ın altındaki *Select* (Seç) düğmesine basarak kayıt seçilir ve *Component Editor*'a geri dönülür. Bu yöntem, *pathname*'in bilinmediği durumlarda doğru grid kaydının seçimini ve grid verisinin projeye doğru şekilde bağlamasını sağlar. Eğer vazgeçer ve bir kayıt *pathname* seçilmek istenmez ise, *Select Pathname From HEC-DSS File* penceresindeki *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak işlem iptal edilebilir. Ayrıca, *selection table*'da gösterilen kayıt *pathname* sayısını azaltmak için *Search by Parts* filtreleri kullanılabilir: Her bir *pathname*'in altı parçası (A-part, B-part, C-part, D-part, E-part, F-part) için ayrı bir filtre bulunur. Bir filtre için seçim yapıldığında, tabloda sadece o filtreye uyan *pathnameler* gösterilir. Birden fazla filtre seçilir ise, tabloda yalnızca tüm filtre seçimlerini karşılayan *pathnameler* listelenir. Bu özellik, özellikle büyük DSS dosyalarında doğru kayıt *pathname*'ini hızlı ve kolay bulunmasını sağlar.

Tablo 4.5 Farklı Izgara Veri Türleri İçin Dahili DSS Veri Tipi Etiketleri

Izgara	DSS Veri Tipi	Açıklama
Hava Basıncı	PER-AVER:	Grid aralığı boyunca meydana gelen ortalama hava basıncı. C kısmı "PRESSURE" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki hava basıncı. C kısmı "PRESSURE" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.
Albedo	INST-VAL	Belirli bir zamandaki albedo. C kısmı "ALBEDO" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.
Soğuk İçerik	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen derinlik olarak ölçülen soğuk içerik. C kısmı "COLD CONTENT" olmalıdır.
Soğuk İçerik ATI	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen, derece cinsinden ölçülen soğuk içerik öncül sıcaklık indeksi. C kısmı "COLD CONTENT ATI" olmalıdır.
Bitki Katsayısı	PER-AVER	Grid aralığı boyunca meydana gelen ortalama bitki katsayısı (boyutsuz ondalık sayı). C kısmı "CROP COEFFICIENT" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki bitki katsayısı (boyutsuz ondalık sayı). C kısmı "CROP COEFFICIENT" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir
Enerji	INST-VAL	Belirli bir zamandaki kontrol hacminin (ör. kar örtüsü) enerji içeriği. C kısmı "ENERGY" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir
Nem	PER-AVER	Grid aralığı boyunca meydana gelen bağıl nem (doygunluk yüzdesi olarak). C kısmı "HUMIDITY" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki bağıl nem. C kısmı "HUMIDITY" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.
Geçirimsiz Alan	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen geçirimsiz alan, yüzde olarak ölçülür. C kısmı "IMPERVIOUS AREA" olmalıdır.
Sıvı-Su	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen sıvı su miktarı, derinlik olarak ölçülür. C kısmı "LIQUID WATER" olmalıdır.
Erime Oranı ATI	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen derece cinsinden erime öncül sıcaklık indeksi. C kısmı "MELTRATE ATI" olmalıdır.
Nem Açığı	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen nem açığı, derinlik olarak ölçülür. C kısmı "MOISTURE DEFICIT" olmalıdır.
Perkolasyon Hızı	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen perkolasyon hızı, derinlik/zaman olarak ölçülür. C kısmı "PERCOLATION" olmalıdır.
Yağış	PER-CUM	Grid aralığı boyunca meydana gelen yağış derinliği. C kısmı "PRECIPITATION" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, kümülatif değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.

Yağış Sıklığı	INST-VAL	Belirli bir geri dönüş aralığı için yağış miktarı. C kısmı "PRECIPITATION-FREQUENCY" olmalıdır.
Radyasyon	PER-AVER	Grid aralığı boyunca meydana gelen ortalama radyasyon (alan başına güç). C kısmı "RADIATION", "RADIATION-LONG" veya "RADIATION-SHORT" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki radyasyon (alan başına güç). C kısmı "RADIATION", "RADIATION-LONG" veya "RADIATION-SHORT" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.
SCS Eğri Numarası	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen eğri numarası (boyutsuz ondalık sayı). C kısmı "CURVE NUMBER" olmalıdır.
Kar Derinliği	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen kar derinliği. C kısmı "SNOW DEPTH" olmalıdır.
Kar Su Eşdeğeri	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen kar su eşdeğeri, derinlik olarak ölçülür. C kısmı "SWE" olmalıdır.
Depolama Kapasitesi	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen depolama kapasitesi, derinlik olarak ölçülür. C kısmı "STORAGE CAPACITY" olmalıdır.
Depolama Katsayısı	INST-VAL	Havza ile ilişkili belirli bir duruma karşılık gelen depolama katsayısı, saat olarak ölçülür. C kısmı "STORAGE COEFFICIENT" olmalıdır.
Sıcaklık	PER-AVER	Grid aralığı boyunca ortalama sıcaklık (derece). C kısmı "TEMPERATURE" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki sıcaklık (derece). C kısmı "TEMPERATURE" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.
Su İçeriği	INST-VAL	Toprağın su tutma kapasitesinin doygun olan kısmı. C kısmı "WATER CONTENT" olmalıdır
Su Potansiyeli	INST-VAL	Grid aralığı boyunca topraktaki potansiyel veya emme, basınç olarak ifade edilir. C kısmı "WATER POTENTIAL" olmalıdır.
Rüzgâr Hızı	PER-AVER	Grid aralığı boyunca meydana gelen rüzgar hızı. C kısmı "WINDSPEED" olmalıdır. D ve E kısımları, sırasıyla, ortalama değerin başlangıç ve bitiş zamanını belirtmelidir.
	INST-VAL	Belirli bir zamandaki rüzgar hızı. C kısmı "WINDSPEED" olmalıdır. Değerin zamanı D kısmında belirtilmelidir.

Tablo 4.6 Farklı Türdeki Izgara Verileri İçin Dahili DSS Birimleri Etiketi

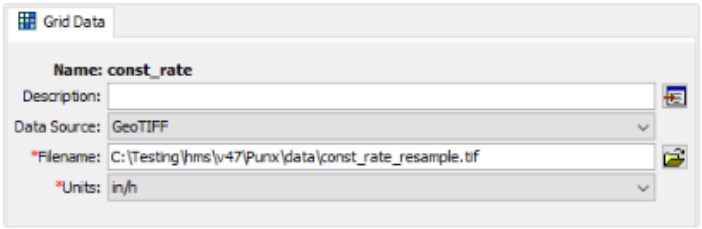
Veri Türü	Kısaltma	Birim
Rüzgâr Hızı	KPH MPH	Kilometre/Saat Mil/saat
Su Potansiyeli	MM IN	Milimetre İnç
Su İçeriği	Tanımsız	Doygunluk fraksiyonu
Sıcaklık	DEG C DEG F	Santigrat derece Fahrenheit derece
Depolama Katsayısı	HR	Saatlik depolama kapasitesi
Depolama Kapasitesi	MM IN	Milimetre İnç
Kar Suyu Eşdeğeri	MM IN	Milimetre İnç
Kar Derinliği	FT M MM IN	Feet Metre Milimetre İnç
SCS Eğri Numarası	Tanımsız	Boyutsuz parametre
Radyasyon	Watt/m2 LANG/MIN	Metrekare başına watt Dakika başına Langley
Basınç	KPA INHG	KiloPascal Inç-Civa
Yağış Sıklığı / Frekansı	MM IN	Milimetre İnç
Yağış	MM IN	Milimetre İnç
Perkolasyon Hızı	MM/HR IN/HR	Milimetre/Saat İnç/Saat
Nem Açığı	MM IN	Milimetre İnç
Kar Erime Hızı	DEGC-D DEGF-D	Santigrat derece-gün Fahrenheit derece-gün
Sıvı Su İçeriğ	MM IN	Milimetre İnç
Geçirimsiz Alan	%	Yüzde Alan
Nem	%	Göreceli Nem
Enerji	J/M2 BTU/FT2	Metrekare başına joule Feet kare başına BTU
Yükseklik	M FEET	Metre Feet
Bitki Katsayısı	Tanımsız	Boyutsuz parametre
Soğuk İçerik ATI	DEG C DEG F	Santigrat derece Fahrenheit derece
Soğuk İçerik	MM IN	Milimetre İnç
Albedo	Tanımsız	Tanımsız

Coğrafi veya model verilerinin ASCII (metin tabanlı) veya GeoTIFF (coğrafi etiketli raster) dosyalarından okunması ve alınması

Parametre ızgarası türleri, ASCII veya GeoTIFF formatında belirlenebilir. *Gridset*'ler**,** bir zaman serisi boyunca düzenlenmiş ızgaralardan oluşur ve yağış (*precipitation*) ile sıcaklık (*temperature*) verilerini içerir. *ASCII* veya *GeoTIFF* parametre ızgaraları, yalnızca *Expression Calculator* (İfade Hesaplayıcı) aracılığıyla örneklenebilir. Şu anda *ASCII* veya *GeoTIFF*, *Gridded Deficit, Constant Loss* veya *Gridded SCS* gibi ızgaralı yöntemleri başlatmak için kullanılamaz. Bu yöntemler, hâlâ *HEC-DSS* içindeki ızgara yetenekleri kullanılarak başlatılmalıdır**.** ASCII ve *GeoTIFF* dosya formatları, tüm parametre ızgarası türleri için desteklenmektedir. *GeoTIFF* ve *ASCII* Veri Kaynağı (*Data Source*) seçenekleri, Grid Component Editor içinde mevcuttur.

Filename (Dosya Adı) alanına, geçerli bir *ASCII* veya *GeoTIFF* dosyasının yolu girilir. Dosyayı bulmak için dosya tarayıcısı (file browser) kullanmak için, *Filename* alanının sağındaki "*Open File Chooser*" (Dosya Seçici Aç) düğmesine tıklanır.

Units (Birimler) alanında, kullanıcı ızgaralı veriler için geçerli birim seçenekleri listesinden bir birim seçebilir. Aşağıdaki görüntüde, GeoTIFF formatında bir perkolasyon (percolation) ızgarası seçilmiş ve parametreleri belirlenmiştir.

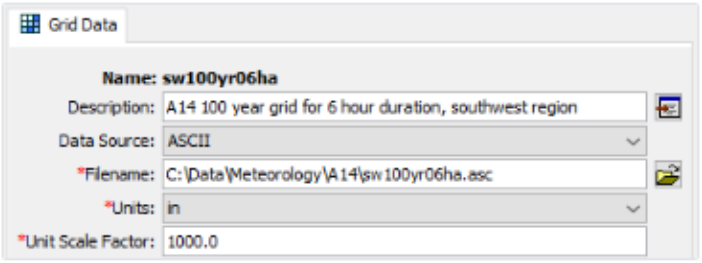


Şekil 4.39 GeoTIFF Perkolasyon Izgarasından Veri Alma

Yağış-Sıklık Izgaraları

Yağış-Frekans Izgara verileri *(Precipitation-Frequency Grids)*, Hipotetik Fırtına ve Frekans Fırtınası Yağış yöntemlerinde kullanılabilen ve coğrafi referanslı havza modellerine yağış verisi sağlamak amacıyla kullanılan özel veri setleridir. Bu ızgara verileri tek kayıt içeren bir HEC-DSS dosyasında tanımlanabilir. Ancak uygulamada en yaygın olarak, *NOAA Hidrometeorolojik Tasarım Çalışmaları Merkezi* tarafından üretilen *ASCII formatındaki* veriler tercih edilmektedir. Yağış-Frekans Izgara verileri (*Precipitation-Frequency Grids*)**,** *NOAA Atlas 2* ve *NOAA Atlas 14* kapsamında kullanıma sunulmaktadır. Bunun dışında, *ASCII* formatındaki yağış-frekans verileri sağlayan başka kaynaklar da kullanılabilir. Bu tür verilerin çoğu, bir ölçek katsayısı (*scale factor*) ile birlikte tamsayı (*integer)* veriler şeklinde dağıtılmaktadır. Izgara üzerindeki verilerin gerçek değerlerine ulaşabilmek için, ızgara değerlerinin ölçek katsayısına bölünmesi gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, Yağış-Frekans Izgaraları için Izgara Veri Bileşeni Düzenleyicisi *(Grid Data Component Editor)*, kullanıcının verilerin hangi birimlerde (inç veya milimetre) saklandığını ve ölçek katsayısını seçmesine imkân tanır. Yaygın olarak kullanılan birim/ölçek katsayısı kombinasyonları; NOAA Atlas 14 için *inç / 1000.0* ve NOAA Atlas 2 için *inç / 100000.0*

şeklindedir. Veriler kullanılmadan önce, veri kaynağına ait üst verilerin (metadata) mutlaka kontrol edilmesi gerekmektedir.

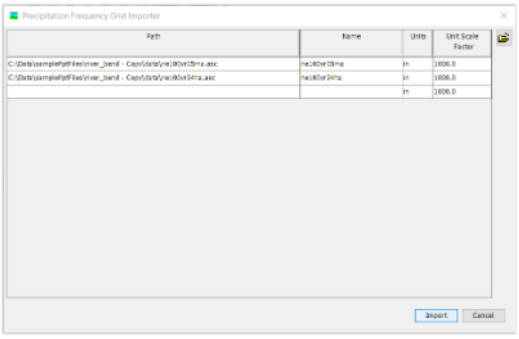


Şekil 4.40 Raster Dosyasından Alınan Yağış-Frekans Izgara Seti İçin Bileşen Düzenleyicisi

Yağış-Frekans Verisinin Yüklenmesi

Yağış-Frekans verisinin Yükleme penceresi kullanılarak, birden fazla yağış-frekans ızgarası proje içindeki ızgara verilerine eş zamanlı olarak aktarılabilir. Bu özellik ayrıca, verilere ait harici kaynak dosyalarını kopyalayarak *<Proje kök dizini>/data* klasörü içine alır. İlgili pencereye erişmek için *Dosya* | *İçe Aktar* | *Izgara Verileri* | *Yağış Frekansı* menü yolu izlenir.

Aşağıdaki şekilde Yağış-Frekans Verisi Yükleme penceresi gösterilmiştir. *Path* (Yol) sütununa, geçerli bir *ASCII* veya *GeoTIFF* dosyasının yoluna girilir. Alternatif olarak, *Path* alanının sağ köşesindeki dosya gözat simgesine tıklayarak dosyanın bulunduğu konuma göz atılabilir. Pencerenin sağ üst köşesindeki *dosya gözat simgesi*, ortak bir klasörden birden fazla dosya seçip eklenmesine olanak tanır. *Name* (Ad) alanı, ızgara için dosya adıyla varsayılan bir ad sağlar. Bu varsayılan adı kullanabilir veya farklı bir ad girilebilir. *Units* (Birimler) alanında, veri kaynağındaki birimlerle uyumlu birim seçilir. *Unit Scale Factor* (Birim Ölçek Katsayısı) alanına, veri kaynağında belirtilen ölçek katsayısı girilir. Yağış-frekans ızgaraları için tipik veri kaynakları, birimler ve ölçek katsayıları, önceki "Yağış-Frekans Izgaraları" bölümünde açıklanmıştır.



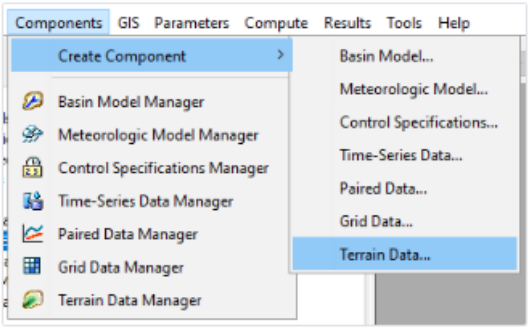
Şekil 4.41 Yağış-Frekans Verilerini Yükleme Penceresi

4.4 ARAZİ VERİSİ

Arazi yüzeyi yüksekliği ile ilgili bilgiler, bir havzanın sınırlarını belirlemek ve bu sınırlara dayalı bir *Havza Modeli (Basin Model)* oluşturmak için gereklidir. *Arazi verileri (Terrain Data)*, sınırlama (*delineation*) sürecinde kullanılır ve ayrıca havzanın yükselti yapısını *altyapı haritası* olarak görselleştirmek için de kullanılabilir. Her bir arazi veri bileşeni, tek bir sürekli Dijital Yükseklik Modeli (*DEM*) içerir ve birden fazla Havza Modeli ile ilişkilendirilebilir.

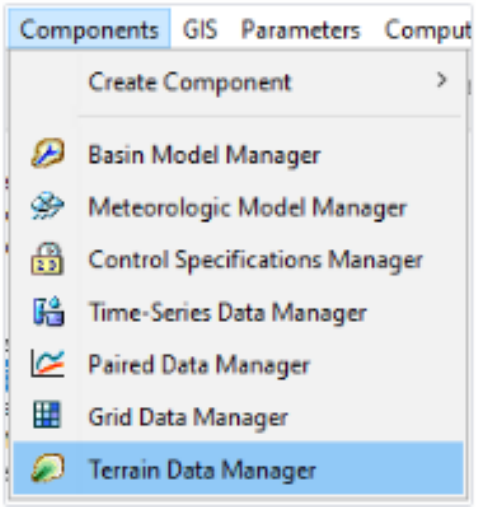
Arazi Verisi Oluşturma

Arazi verisi *(Terrain Data)* iki şekilde oluşturulabilir; her iki yöntem de aynı sihirbazı (*wizard*) başlatır. İlk yöntem: *Components* (Bileşenler) menüsünü seçip, *Create Component* (Bileşen Oluştur) ve ardından *Terrain Data* (Arazi Verisi) seçeneğine geçmek. Bu işlem doğrudan sihirbazı başlatır.



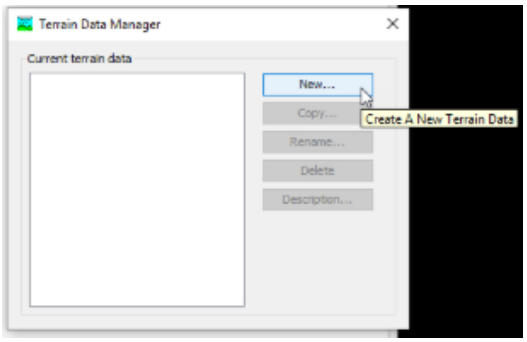
Şekil 4.42 Arazi Verisi Oluşturma Sihirbazını Doğrudan Başlatma

İkinci yöntem: *Components (Bileşenler) menüsünü* seçip ardından *Terrain Data Manager* (Arazi Verisi Yöneticisi) seçmektir.



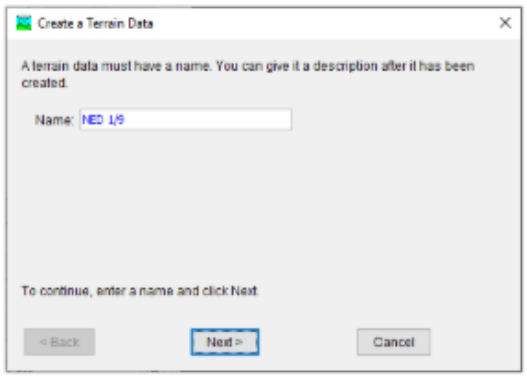
Şekil 4.43 Arazi Verisi Yöneticisini Açma

Yönetici *(Manager)* penceresine girildikten sonra *New* (Yeni) butonunu seçilir. Yönetici penceresindeki diğer butonlar ise bir arazi veri bileşenini kopyalama, yeniden adlandırma, silme veya açıklama ekleme işlemlerine olanak tanır.



Şekil 4.44 Arazi Verisi Oluşturma Sihirbazını Arazi Verisi Yöneticisinden Başlatma

Yukarıda anlatılan iki yöntemden herhangi biri, Arazi Verisi Oluşturma Sihirbazını *(Create a Terrain Data Wizard)* başlatır. İlk olarak, arazi verisi için bir Ad *(Name)* girilmelidir. *Next* (İleri) butonuna basmak, işlemin bir sonraki adımına geçmenizi sağlar. Sihirbazın herhangi bir aşamasında *Cancel* (İptal) butonuna basılarak arazi veri bileşeni oluşturma işlemi iptal edilebilir.

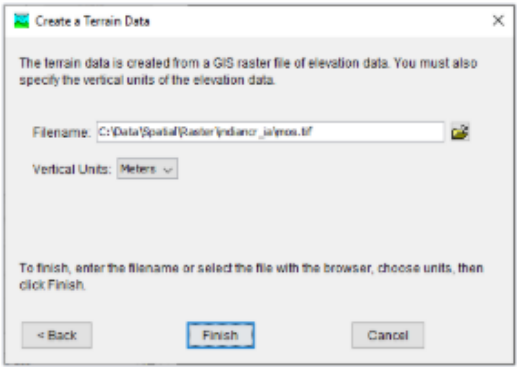


Şekil 4.45 Arazi Verisi Oluşturma Sihirbazının İlk Adımı

Sonraki adımda, yükseklik verilerini içeren bir *GIS Raster* dosyasının Dosya Adını *(Filename)* ve bu veri setinin Dikey Birimlerini *(Vertical Units)* belirtilmesi gerekir. Böyle bir veri setinin konumunu bulmak için Klasör simgesi *(Folder icon)* kullanılabilir. HEC-HMS, coğrafi verileri almak ve *GIS* işlemlerini yapmak için GDAL kütüphanesini kullanır. *GDAL* tarafından desteklenen tüm Raster formatları kullanılabilir: https://gdal.org/drivers/raster/index.html.

İsteğe bağlı olarak, yalnızca *GeoTIFF (*.tif)* ***ve*** *ASC (*.asc)* dosyalarını göstermek için bir dosya uzantısı filtresi kullanılabilir. Birimler *(Units)* açılır menüden seçilir ve seçenekler metre *(meters)* ve fit *(feet)*'tir. Back *(Geri)* butonuna basarak sihirbazın ilk adımına dönülebilir. *Finish* (Bitir) seçildiğinde sihirbaz tamamlanır ve oluşturulan

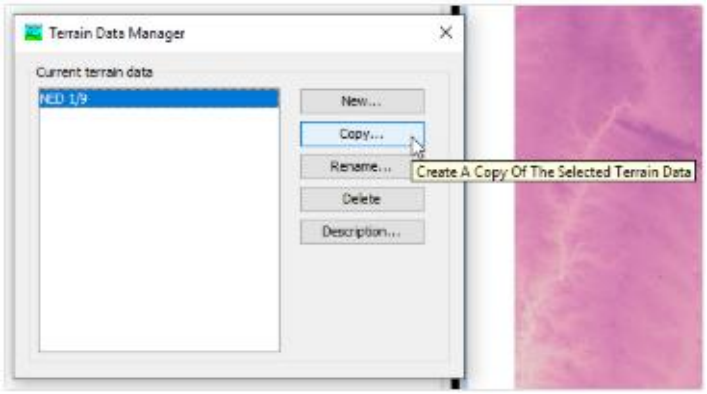
arazi veri bileşeni *(terrain data component) Watershed Explorer*'da görünür. *Cancel* (İptal) seçildiğinde arazi veri bileşeninin oluşturulması durdurulur.



Şekil 4.46 Arazi Verisi Oluşturma Sihirbazının İkinci ve Son Adımı

Arazi Verisini Kopyalama

Mevcut bir arazi veri bileşeninin kopyasını oluşturmanın iki yolu vardır. İlk yöntem: *Components* (Bileşenler) menüsünden Arazi Verisi Yöneticisini *(Terrain Data Manager)* başlatmak ve yönetici penceresinde mevcut bir arazi veri bileşenini seçmektir. Bileşen seçildikten sonra, yönetici penceresindeki *Copy* (Kopyala) butonu aktif hâle gelir ve kopyalama işlemi yapılabilir.



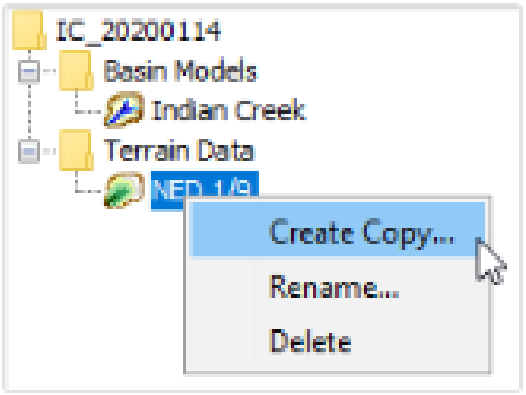
Şekil 4.47 Arazi Verisi Bileşeninin Kopyasını Arazi Verisi Yöneticisinden Oluşturma

Copy (Kopyala) butonunu seçmek, kopyalanacak arazi verisi için yeni ve farklı bir ad girilmesini gerektirir. *Cancel* (İptal) veya *X* butonuna basmak, kopyalama işlemini durdurur. Bir ad belirtilmeden, *Copy* (Kopyala) butonu aktif olmayacaktır. İsteğe bağlı olarak, arazi verisi için bir açıklama (*description*) eklenebilir. Eğer açıklama uzun ise, sağdaki buton kullanılarak metin alanı genişletilebilir.



Şekil 4.48 Arazi Verisi Kopyalama Penceresi

Mevcut bir arazi veri bileşeninin kopyasını oluşturmanın ikinci yöntemi, *Watershed Explorer* içinde bir arazi veri bileşenine sağ tıklayıp "*Create Copy"* (Kopya Oluştur) seçeneğini seçmektir. Bu işlem de Arazi Verisi Kopyalama Penceresini *(Copy Terrain Data dialog)* başlatır.

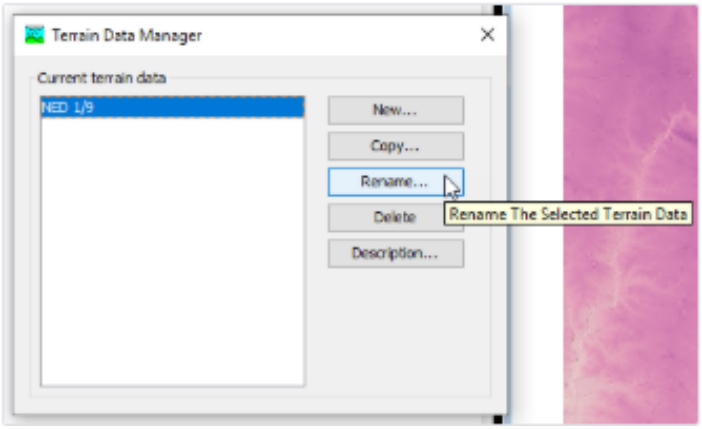


Şekil 4.49 Arazi Verisi Bileşeninin Kopyasını Watershed Explorer'dan Oluşturma

Arazi Verisini Yeniden Adlandırma

Bir arazi veri bileşenini yeniden adlandırmanın iki yöntemi vardır. Her iki yöntemde, arazi veri adını değiştirir ve eski adı gösteren tüm referansları yeni ad ile günceller.

Bir arazi veri bileşenini yeniden adlandırmanın ilk yöntemi, *Components* (Bileşenler) menüsünden Arazi Verisi Yöneticisini *(Terrain Data Manager)* başlatmaktır. Yönetici penceresinde, bir arazi veri bileşeni seçip *Rename* (Yeniden Adlandır) butonuna basarak, arazi verisi için yeni bir ad belirlenebilir. *Cancel* (İptal) veya *X* seçilirse, yeniden adlandırma işlemi iptal edilir. *Rename* (Yeniden Adlandır) seçildiğinde, arazi veri bileşeninin adı değiştirilir ve eski adı gösteren tüm referanslar yeni ad ile güncellenir. Hiçbir ad girilmemişse, *Rename* (Yeniden Adlandır) butonu aktif olmayacaktır.

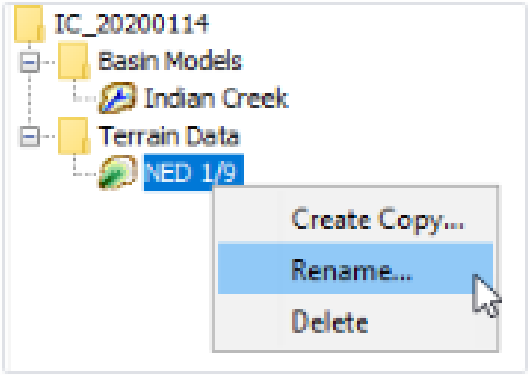


Şekil 4.50 Arazi Veri Bileşenini Arazi Verisi Yöneticisinden Yeniden Adlandırma



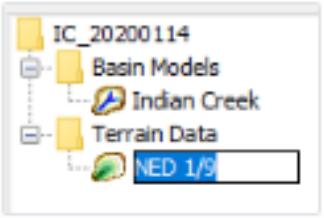
Şekil 4.51 Arazi Verisini Yeniden Adlandırma Penceresi

Bir arazi veri bileşenini yeniden adlandırmanın ikinci yöntemi, *Watershed Explorer* içinde mevcut bir arazi veri bileşenine sağ tıklayıp **"***Rename"* (Yeniden Adlandır) seçeneğini seçmektir.



Şekil 4.52 Arazi Veri Bileşenini Watershed Explorer'dan Yeniden Adlandırma

Bu yöntem, *Watershed Explorer* içinde arazi verisinin adını doğrudan düzenlenmesine olanak tanır. Yeni adı kabul etmek için klavyeden *Enter* tuşuna basılır.

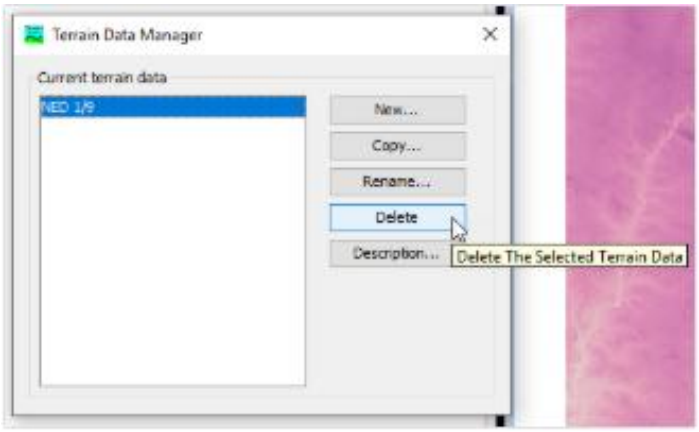


Şekil 4.52 Arazi Veri Bileşeninin Adını Watershed Explorer'da Düzenleme

Arazi Verisini Silme

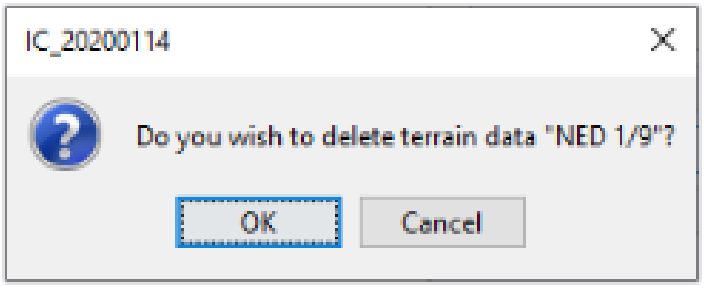
Bir arazi veri bileşenini silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de bileşeni projeden kaldırır ve bu arazi veri bileşenine işaret eden tüm referansları günceller. Bu işlem, arazi verisini oluşturmak için kullanılan *GIS raster* dosyasını diskte silmez. Arazi veri bileşeni bir kez silindiğinde geri alınamaz veya kurtarılamaz. Silinen arazi verisine ait tüm referanslar, artık herhangi bir arazi verisi kullanmama durumuna geçer.

Bir arazi veri bileşenini silmenin ilk yöntemi, Bileşenler (*Components*) menüsünden Arazi Verisi Yöneticisini *(Terrain Data Manager)* kullanmaktır. Yönetici penceresinde, silmek istediğiniz arazi veri bileşenini seçip *Delete* (Sil) butonuna basılabilir.



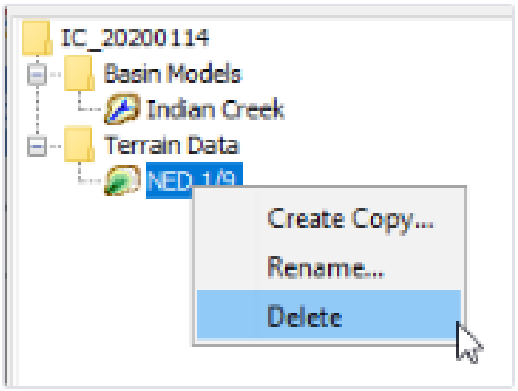
Şekil 4.53 Arazi Veri Bileşenini Arazi Verisi Yöneticisinden Silme

Arazi verisini silme işlemi için onay istenecektir. *OK* seçilirse, arazi verisi silinir. *Cancel* (İptal) veya *X* seçilirse, arazi verisi korunur ve silinmez.



Şekil 4.54 Arazi Verisi Silme Onay Penceresi

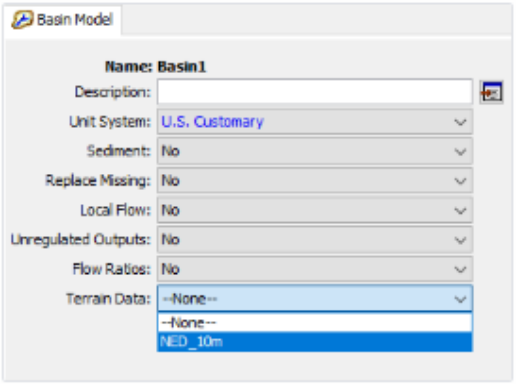
Bir arazi veri bileşenini silmenin ikinci yöntemi, *Watershed Explorer* üzerinden gerçekleştirilir. Arazi veri bileşenine sağ tıklayıp *Delete* (Sil) seçeneğini seçtiğinizde, Arazi Verisi Silme Onay Penceresi *(Terrain Data Deletion Confirmation dialog)* açılır. *OK* seçilirse, arazi verisi silinir. *Cancel* (İptal) veya *X* seçilirse, arazi verisi korunur ve silinmez.



Şekil 4.54 Arazi Verisini Watershed Explorer'dan Silme

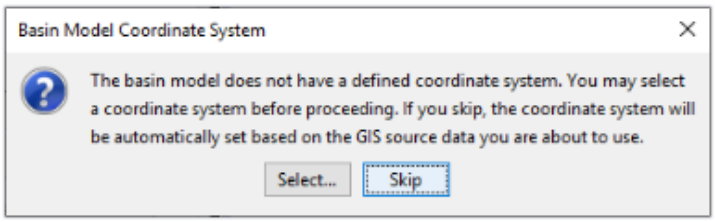
Arazi Verisini Bir Havza Modeli ile İlişkilendirme

Bir arazi veri bileşenini havza sınırlarını belirleme *(watershed delineation)* sürecinde kullanabilmek için, öncelikle bir Havza Modeli *(Basin Model)* ile ilişkilendirilmesi gerekir. Arazi verisini oluşturduktan sonra bir Havza Modeli oluşturulur veya mevcut bir modeli seçilir. *Basin Model Component Editor* (Havza Modeli Bileşen Düzenleyicisi) içinde, Havza Modeline atanacak bir arazi veri bileşeni seçilebilir. Arazi veri bileşeni seçildikten sonra projeyi kaydetmek için: *Save* (Kaydet) butonuna basılır veya *File menüsünden Save* seçeneği seçilir, ya da *Ctrl+S* kısayolu kullanılır.



Şekil 4.55 Havza Modeli ile Kullanılacak Arazi Verisini Seçme

Mevcut Havza Modeli *(Basin Model)* bir koordinat sistemine sahip değilse, *Basin Model Koordinat Sistemi* seçilmesi gerekir. Arazi verileri coğrafi referanslı *(spatially referenced)* olduğundan, Havza Modeli de *coğrafi referanslı* olmalıdır. Havza Modelinin *coğrafi referanslaması (spatial referencing)* için bir koordinat sistemi seçilmesi gerekecektir. *Select* (Seç) butonuna basılır ise, Havza Modeli için farklı yöntemlerle bir koordinat sistemi belirlenebilir**.** *Skip* (Atla) seçilir ise, Havza Modelinin koordinat sistemi, ilişkilendirmeye çalışılan arazi verisinin temel aldığı *GIS* verisinin koordinat sistemi esas alınarak otomatik olarak ayarlanır.



Şekil 4.56 Havza Modeli Koordinat Sistemi Seçim Penceresi

Havza Modeli için bir koordinat sistemi seçilmek istenirse, bunun nasıl yapılacağı *Coordinate System* (Koordinat Sistemi) bölümünde açıklanmıştır.

Havza Modeli için koordinat sistemi ayarlandıktan sonra veya Havza Modeli zaten bir koordinat sistemine sahipse, Havza Modeli haritası yükseklik verilerinin görselleştirilmiş hali ile güncellenir.



Şekil 4.57 Havza Modeli Harita Penceresinde Görüntülenen Arazi Verisi

BÖLÜM 5

HAVZA FİZİKSEL TANIMI

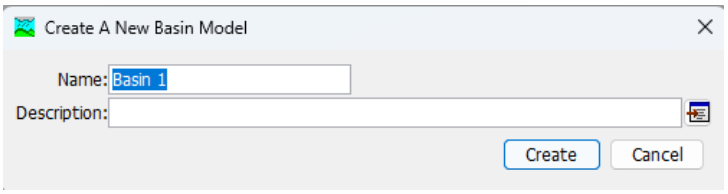
Bu bölümde, havza bilgisinin programa nasıl girileceği açıklanacaktır. Havza Modeli, havzanın fiziksel özelliklerini ve akarsu ağının topolojisini tanımlamak için kullanılır. Bu bölüm, havza örtü şeklini, yüzey depolamasını, sızıntıyı, yüzey akışını, taban akışını, kanal güzergahını ve gölleri tanımlayan modelleme bileşenlerini içerir. Ayrıca, dallanma, rezervuar ve pompa istasyonları gibi mühendislik yapılarını temsil etmek için bileşenler içerebilir. Genellikle simülasyonlar yapılırken ve sonuçları değerlendirilirken dikkatli olmak gerekir. Aynı havzanın birden fazla modeli oluşturularak farklı gelişim senaryoları veya yönetim alternatifleri değerlendirilebilir.

5.1 HAVZA MODELLERİ

Havza modelleri bir projenin ana bileşenlerinden biridir. Ana amaçları, havzadaki belirli noktalarda atmosferik koşulları akarsu akışına dönüştürmektir. Hidrolojik elemanlar, havzayı yönetilebilir parçalara ayırmak için kullanılır. Dentritik bir ağ içinde birbirine bağlanarak akış sisteminin bir temsili oluşturulur. Arka plan haritaları, elemanların mekânsal bağlamda yerleştirilmesine yardımcı olmak için kullanılabilir.

Yeni bir havza modeli oluşturmak

Havza Model Yöneticisi kullanılarak yeni bir Havza Modeli oluşturulur. Yöneticiye erişmek için *Component (*Bileşenler) menüsü tıklanarak *Basin Model Manager* menüsü seçilir. Pencerede, projede bulunan tüm Havza Modelleri görüntülenir. Model listesinin sağındaki düğmeler mevcut modelleri yönetmek veya yeni bir model oluşturmak için kullanılabilir. Yeni bir Havza Modeli oluşturmak için *New* (Yeni) düğmesine basılır. Bu durumda yeni Havza Modelini adlandırıp tanımlayabileceğiniz bir pencere açılır. Model için bir isim tanımlanır ve istenirse bir açıklamada girilebilir. Daha sonra Havza Modeli oluşturma sürecini tamamlamak *Create* (Oluştur) düğmesine basılır. Yeni bir Havza Modeli oluşturmak istenmez ise, sağ alt köşedeki *Cancel* (İptal) veya *X* düğmesine basılarak Havza Model Yöneticisi penceresine dönülebilir.

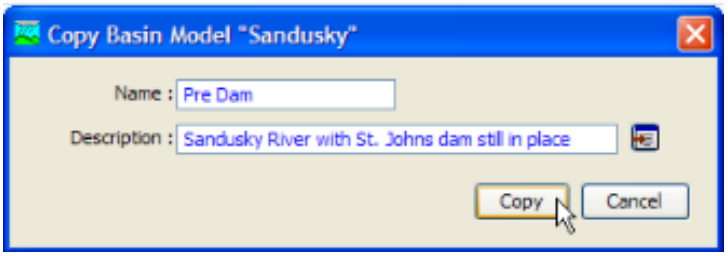


Şekil 5.1. Yeni Bir Havza Modeli Oluşturma Penceresi

Bir Havza Modelinin Kopyalanması

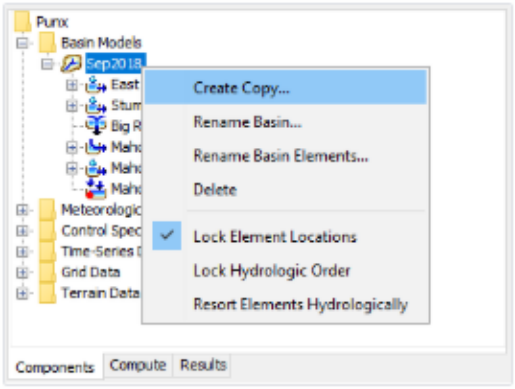
Bir Havza Modelini kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki model kopyalama yöntemi, farklı bir isimle tam bir kopya oluşturur. Kopya orijinalden bağımsızdır ve etkileşime girmez.

Kopya oluşturmanın ilk yolu, *Component* (Bileşenler) menüsünden erişilen *Basin Model Manager* (Havza Model Yöneticisini) kullanmaktır. Mevcut Havza Modelleri listesinden üzerine tıklanarak kopyalanmak istenilen Havza Modeli seçilerek vurgulanır. Bir model seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala) düğmesine basılabilir. Oluşturulacak kopyayı adlandırıp tanımlayabilecek yeni bir Kopya Havza Modeli penceresi açılır. Kopya için varsayılan bir isim verilir; Varsayılan isim kullanılabilir veya değiştirilebilir. Bir açıklama da girilebilir; eğer uzun ise, açıklama alanının sağındaki buton kullanılarak bir editörü açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde, seçilen Havza Modelinin kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) butonuna basılır. İsim belirtilmemişse Kopyala butonuna basılamaz. Vazgeçer ve seçilen Havza Modelini kopyalanmak istenmez ise sağ üstteki *Cancel* (İptal) veya *X* butonuna basılarak Havza Model Yönetici penceresine dönülebilir.



Şekil 5.2 Bir Havza Modelinin Kopyasını Oluşturmak

İkinci kopyalama yolu ise *Watershed Explorer'ın Components* sekmesinden kopyalanmak istenilen Havza Modeli, fare ile seçilerek sağ fare düğmesine basılır. Kopyalama dahil olmak üzere birkaç seçeneği içeren bir bağlam menüsü gösterilir. *Create Copy* (Kopya oluştur) komutu tıklanır. Oluşturulacak kopyayı adlandırıp tanımlayabilecek yeni bir Kopya Havuzu Modeli penceresi açılır. Kopya için varsayılan bir isim verilir; Varsayılan isim kullanılabilir veya değiştirilebilir. Bir açıklama da girilebilir; eğer uzun olursa, açıklama alanının sağındaki butonu kullanarak bir editörü açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde, seçilen Havza Modelini kopyalama işlemini tamamlamak için Kopyala butonuna basılır. İsim belirtilmez ise Kopyala butonuna basılamaz. Vazgeçer ve seçilen Havza Modeli kopyalanmak istenmez ise, Havza Modeli Kopyalaması penceresinin sağ alt köşesindeki *Cancel* (İptal) Butonuna veya *X* butonuna basılarak Havza Gezginine dönülür.

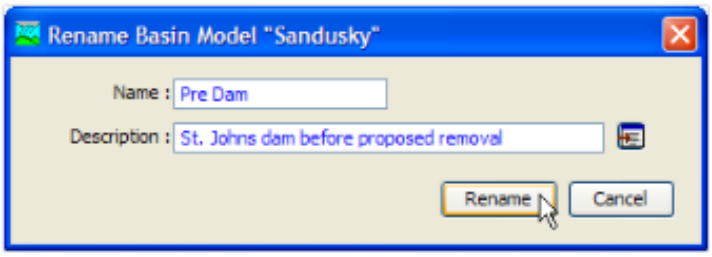


Şekil 5.3 Watershed Explorer'dan Bir Havza Modelinin Kopyalanması

Bir Havza Modelinin Yeniden Adlandırılması

Bir Havza Modelini yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Bir modelin adını değiştirmek için kullanılan her iki yöntemde modelin adını değiştirir ve ardından eski model adına yapılan tüm referanslar otomatik olarak yeni isme güncellenir.

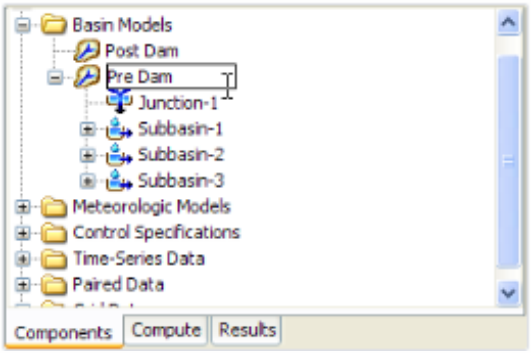
Yeniden adlandırma yapmanın ilk yolu, *Components* (Bileşenler) menüsünden *Basin Model Manager'ı* kullanmaktır. Adı değiştirilmek istenilen Havza Modeli mevcut Havza Modelleri listesinden üzerine tıklanarak seçilir ve vurgulanır. Bir model seçildikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılabilir. Yeniden Adlandırma penceresi açılır ve burada yeni ad verilebilir. İstenirse aynı zamanda açıklama da değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir editör açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde, seçilen Havza Modelinin yeniden adlandırılması sürecini tamamlamak için Yeniden Adlandırma butonuna basılır. İsim belirtilmemişse Yeniden Adlandırma butonuna basılamaz. Vazgeçer ve seçilen Havza Modelini yeniden adlandırmak istenmez ise, Havza Modelini Yeniden Adlandır penceresinin sağ alt köşesindeki *Cancel* (İptal) veya *X* butonuna basılarak Havza Model Yöneticisi penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.4 Bir Havza Modelinin Yeniden Adlandırılması

İkinci isim değişikliği ise *Watershed Explorer'ın Components* sekmesinden yeniden adlandırılmak istenilen Havza Modeli seçilir ve sol fare düğmesine tıklanır. Vurgulanan isim, aşağıda gösterildiği gibi düzenleme moduna geçer.

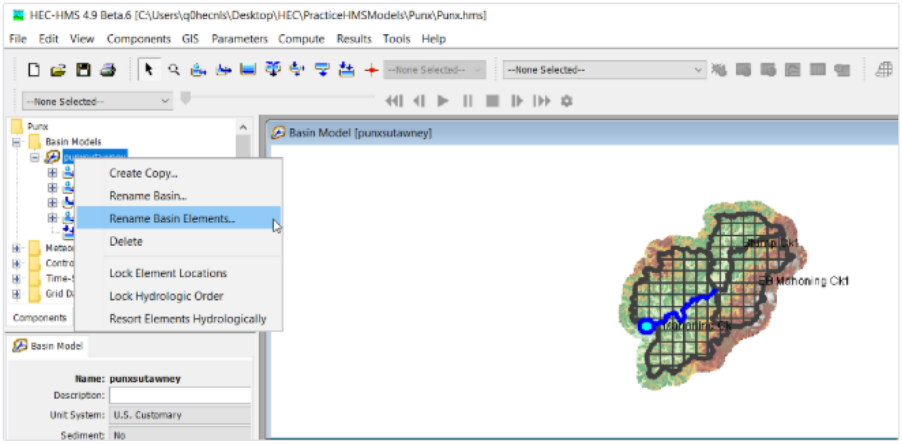
Daha sonra klavyedeki ok tuşlarıyla ya da fareyle tıklanarak imleç hareket ettirilebilir. Ayrıca ismin bir kısmını veya tamamını seçmek için fare de kullanılabilir. İsim klavyeyle değiştirilebilir ve *Enter* tuşuna basılır. Ayrıca Bileşenler sekmesinde başka bir yere tıklanarak seçim kesinleştirilebilir. Düzenleme modundayken vazgeçer ve seçilen Havza Modelinin adı değiştirilmek istenmez ise *Escape* tuşuna basılır.



Şekil 5.5 Havza Keşfi'nde Bir Havza Modelinin Yeniden Adlandırılması

Havza Model Elemanlarının Yeniden Adlandırılması

Havza Elemanları Yeniden Adlandırma penceresinden bireysel veya birden fazla hidrolojik eleman yeniden adlandırılabilir. Pencereye erişmek için, Havza Gezgini-Bileşenler sekmesinden havza adına sağ tıklanır ve *Rename Basin Elements* (Havza Unsurlarını Yeniden Adlandır) seçeneğine tıklanır. Yeniden adlandırıldıktan sonra, orijinal öğenin tüm özellikleri yeni ada güncellenir. Ancak, yeniden adlandırılan öğelerle ilgili önceki simülasyon çalışmalarının sonuçları silinir ve simülasyonları tekrar çalıştırılması gerekir.

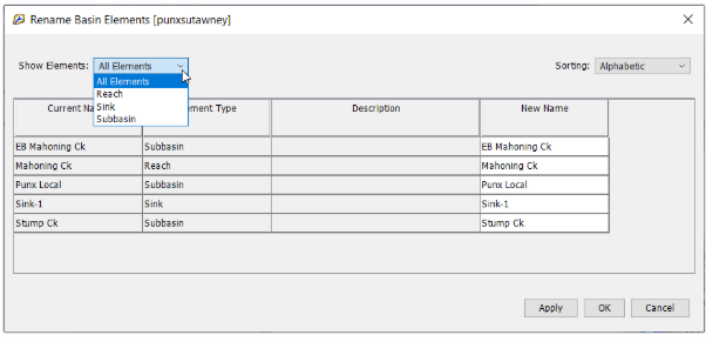


Şekil 5.6 Havza Gezgini'nden erişilen Havza Unsurları Yeniden Adlandırma seçeneği

Havza Öğeleri Yeniden Adlandırma menü seçeneğine tıklanarak, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, bir tablonun son sütununda bir elemanın adına çift tıklayıp yeni bir isim yazarak öğelerin yeniden adlandırılabileceği bir tablo penceresi açılır. Tüm değişiklikler girildikten sonra, değişiklikleri uygulamak ve pencereyi açık bırakmak için

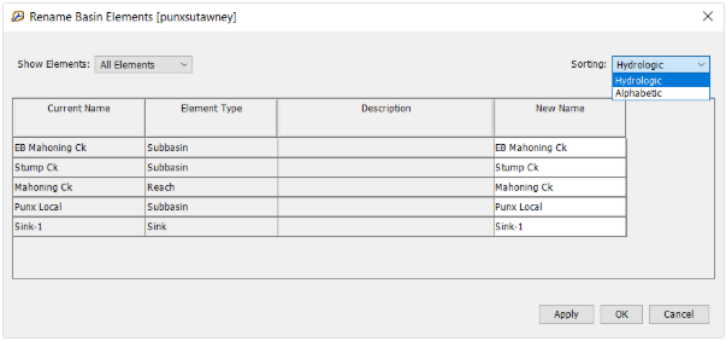
Apply (Uygula) butonuna tıklanır, değişiklikleri uygulamak ve pencereyi kapatmak için *OK* butonuna tıklanır, ya da değişiklikleri kapatmak ve kaldırmak için *Cancel* (İptal) veya *X* tuşlarına tıklanır.

Ayrıca tablodaki hidrolojik elemanlar sıralanıp filtrelenebilir. Öğeleri tipe göre filtrelemek için (örneğin *Subbasin, Junction* vb.), pencerenin sol üst kısmındaki *Show Elements* (Öğeleri Göster) açılır menüsünde aşağı okuna tıklanır ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi istenilen öğe türü seçilir. Tabloda yalnızca seçilen tipin öğeleri gösterilir.



Şekil 5.7 Havza Unsurları Penceresini Yeniden Adlandırma ve Filtreleme

Öğeleri Hidrolojik veya Alfabetik sırayla sıralamak için, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi pencerenin sağ üst kısmındaki *Sorting* (Sıralama) açılır menüsünden aşağı oku basılarak ilgili seçenek belirlenir.



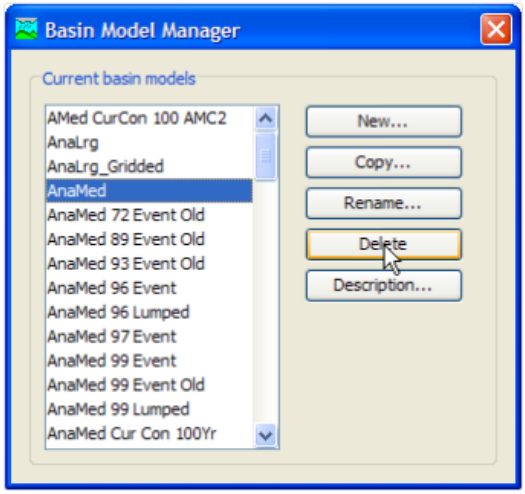
Şekil 5.8 Sıralama Öğeleri

Havza Modelinin Silinmesi

Bir Havza Modelini silmenin iki yolu vardır. Bir modeli silmek için kullanılan her iki yöntemde onu projeden çıkarır ve ardından o modele tüm referansları otomatik olarak günceller. Bir model silindikten sonra geri alınamaz veya silinmez.

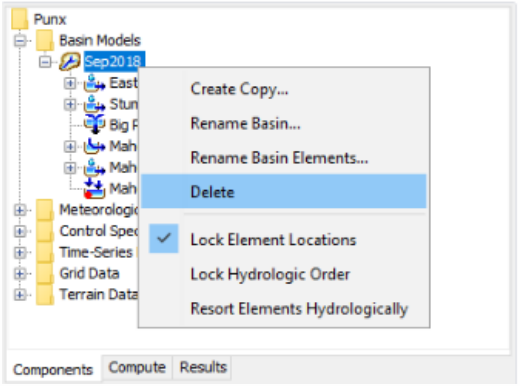
Silme yapmanın ilk yolu, *Componenets* (Bileşenler) menüsünden erişilebilen Havza Model Yöneticisini kullanmaktır. Mevcut Havza Modelleri listesinden üzerine tıklanarak silinmek istenilen Havza Modeli seçilerek vurgulanır. Bir modeli seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Delete* (Sil) butonuna basılır. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi seçilmiş modelin silinmek istendiğinin doğrulanması gereken bir pencere açılır. Modeli silmek

için *OK* tuşuna basılır. Vazgeçer ve seçilen Havza Modeli silinmek istenmez ise, *Cancel* (İptal) / *X* butonuna basılarak Havza Model Yöneticisi penceresine dönülür.



Şekil 5.9 Havza Model Yöneticisinden bir Havza Modelinin Silinmesi

Silmenin ikinci yolu ise *Watershed Explorer'ın Components* sekmesinde silinmek istenen Havza Modeli tıklanarak seçilir ve vurgulanır. Sağ fare düğmesine tıklanır. *Delete* (Sil) dahil olmak üzere birkaç seçeneği içeren bir bağlam menüsü görüntülenir. Sil komutuna tıklanır Seçilen modelin silinmek istenildiğini doğrulama gereken bir pencere açılır. Modeli silmek için *OK* tuşuna basılır. Vazgeçer ve seçilen Havza Modeli silinmek istenmez ise *İptal/ X* butonuna basılarak Watershed Explorer'a geri dönülür.



Şekil 5.10 Havza Gezgini'nde Bir Havza Modelinin silinmesi

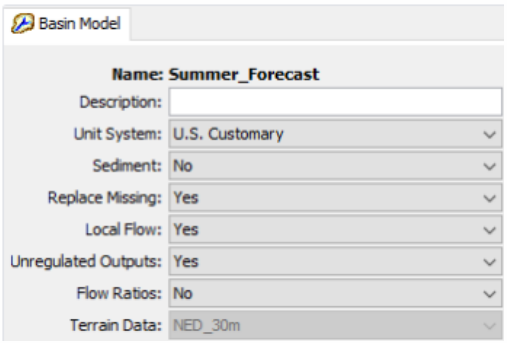
Bir Havza Modeli Yükleme

Başka bir projeden bir Havza Modeli mevcut projeye aktarılabilir. Model daha önce oluşturulmuş ve bilgisayarda veya erişilebilir bir ağ konumunda saklanmış olmalıdır. Menü çubuğunda *File* (Dosya) *ve Import Basin Model*, (Yükle-Havza Modeli) seçilir. Açılan dosya tarayıcısında *BASIN* uzantılı Havza Modeli dosyalarının seçimine izin

verilir. Tarayıcıda bir Havza Modeli dosyasına tıklandığında, modelin açıklaması tarayıcının sağ tarafında gösterilir. İstenilen Havza Modeli bulunup seçildikten sonra, *Select* (Seç) butonuna basılır. *Cancel* (İptal) / *X* düğmesine basılarak ana program penceresine model yüklenmeden geri dönülebilir. Seçim yapıldıktan sonra, Havza Modeli zaman serisi ölçümleri, bağımlı veriler açısından kontrol edilecektir. Kullanıcıya gerekli verileri de yükleme fırsatı verilir. Program, seçilen dosyayı ve ek verileri otomatik olarak proje klasörüne kopyalar ve çeşitli bileşenleri projeye ekler.

5.2 HAVZA MODELİNİN ÖZELLİKLERİ

Aşağıdaki Şekilde görüleceği üzere, *Component Editor* (Bileşen Düzenleyicide) seçilen Havza Modelleri için birçok özellik tanımlanır. Bu özellikler, Havza Modelinin kendisi veya Havza Modeli içindeki tüm hidrolojik unsurlar için yapılandırma ayarlarını kontrol eder. *Watershed Explorer*'dan bir Havza Modeli seçilerek, *Components* (Bileşenler) sekmesinden Bileşen Düzenleyicisine erişilir.



Şekil 5.11 Havza Modeli Özelliklerinin Görüntülenmesi

Yerel Akış

Yerel Akış kavşaklarda hesaplanabilir. Yerel akış, bir kavşağa giren tüm alt havza ve kaynak çıkışlarının toplamı olarak tanımlanır. Alt havza ve kaynak elemanları doğrudan birleşime bağlı olmalıdır. Bir yönlendirme elemanından geçen herhangi bir alt havza veya kaynak çıkışı artık yerel akış olarak kabul edilmez. Yerel akış devre dışı bırakıldığında, bir birleşim elemanı çıkışı, herhangi bir eleman türünden gelen tüm girişlerin toplamı olarak hesaplanır. Yerel akış hesaplanmaz. Yerel akış etkinleştirildiğinde, bir kavşak çıkışı tüm giriş akışlarının toplamı olarak hesaplamaya devam eder. Ancak, çıkış hesaplamasının yanı sıra, yerel akışı (alt havza ve kaynak elemanların toplamı) da hesaplanır. Yerel akışı etkinleştirmek veya devre dışı bırakmak, yukarıda gösterildiği gibi Havza Modeli için Bileşen Editöründe yapılır. *Watershed Explorer*'dan *Components* (Bileşenler) sekmesinden, *Bileşen Düzenleyicisine* bir *Havza Modeli* simgesine tıklanarak erişilir.

Düzenlenmeyen Çıktılar

Düzenlenmeyen çıktılar (akış, seviye, su yüzeyi yüksekliği, hız vb.) düzenleyici yapıların aşağısındaki tüm elemanlarda hesaplanabilir. HEC-HMS içinde, rezervuar ve yönlendirme elemanları düzenleyici yapılar olarak kabul edilir. Düzenlenmeyen çıktılar, düzenlenen bir yapının çıkışını hesaplanan giriş akışına eşit olarak ayarlayarak üretilir. Bu şekilde, çevirme, yavaşlatma, saptırma ve/veya diğer düzenleyici etkiler ortadan kaldırılır.

Düzenlenmemiş Çıkışlar seçeneğine, yukarıda gösterildiği gibi Havza Modeli için Bileşen Düzenleyici içinde erişilir. Düzenlenmemiş Çıkışlar seçeneği devre dışı bırakıldığında, hesaplamalarda herhangi bir değişiklik yapılmaz. Düzenlenmeyen Çıktılar seçeneği etkinleştirildiğinde, tüm Havza Modeli hesaplamalarında ikinci bir yineleme yapılacaktır. Bu ikinci iterasyonda, tüm rezervuar ve yönlendirme elemanları için yönlendirme yöntemi *None* olarak ayarlanacaktır. Ek zaman serileri diske yazılır ve *Results* (Sonuçlar) sekmesinde kullanılabilir hale getirilir. Düzenlemesiz çıktılar, Optimizasyon Denemeleri hariç tüm simülasyon türlerinde üretilebilir.

Akım Oranları

Akım Oranları, hesaplanan akımı sabit bir oranla artırmak veya azaltmak için kullanılabilir; yalnızca alt havza ve kaynak elemanlara uygulanabilirler. Akım oranları açıldıktan sonra, her alt havza ve kaynağın ayrı bir oranı olabilir ya da olmayabilir. Bir elemanda oran elde etmek için her eleman için oran girmek gerekmez. Oran belirtilmemişse 1.0 oranı kullanılır. Çıkış hesaplamaları her eleman için yöntem seçimlerine ve parametre verilerine göre normal şekilde ilerler. Normal işlemenin sonunda, nihai çıkış debisi için akım oranı uygulanır.

Akım oranları, yukarıda gösterildiği gibi Havza Modeli için Bileşen Düzenleyicide etkinleştirilmiş veya kapatılmıştır. Akım oranları devre dışı bırakıldıktan sonra, Havza Modelinde alt havza ve kaynak elemanlar için belirtilen oranlar kaldırılır ve tekrar geri alınamaz veya silinmez. Gerçek akım oranı, *Options* (Seçenekler) sekmesindeki öğe için Bileşen Editörü'nde belirtilmiştir. *Components* (Bileşenler) sekmesinden düzenleyiciye öğe simgesine tıklanarak *Watershed Explorer* üzerinden erişilir. Bileşen Düzenleyicinin son sekmesi Seçenekler sekmesidir. Havza Modelinde akım oranları devre dışı bırakıldığında akım oranı alanı devre dışı bırakılır. Havza Modelinde akım oranları etkinleştirildiğinde alan etkinleştirilir. *Akım Oranı* alanı, alt havzalar ve kaynaklar dışındaki elemanlar için asla etkinleştirilmez.

Eksik Akım

Bir eleman için eksik giriş verisi sıfıra ayarlanabilir. Bazı koşullarda, kaynak veya alt havza elemanlarının eksik değerlerle çıkış üretmesi mümkün olabilir. Aşağı akım yönlendirme öğeleri genellikle eksik veriyi işleyemez. Eksik akım verisi değiştirilmezse, eksik giriş verisiyle karşılaşan herhangi bir eleman bir simülasyonu hata mesajıyla durdurur. Eksik akım veri değiştirildiğinde, eksik giriş veri sıfıra ayarlanır ve kaç değerin eksik olduğunu gösteren bir mesaj oluşturulur. Eksik giriş verileri sıfıra ayarlandıktan sonra yönlendirme elemanındaki işleme normal şekilde devam eder. Eksik giriş verileriyle yapılacak eylemin ayarlanması, yukarıda gösterildiği gibi Havza Modeli için *Bileşen Düzenleyici* ile yapılır.

Birim Sistemi

Her Havza Modeli ya Amerika Birleşik Devletleri geleneksel birimlerinde ya da uluslararası sistem birimlerinde (metrik birimler) olmalıdır. Bir Havza Modelindeki tüm parametre verileri aynı birim sisteminde olmalıdır. Birim sistemi değiştirilir ise, tüm veriler otomatik olarak yeni birim sistemine dönüştürülür. Bir Havza Modelinde referans verilen tüm zaman serisi verileri, eşleştirilmiş veriler ve ızgaralı veriler kendi birim sisteminde yer alacaktır. Gerekirse, bu referans veriler bir simülasyon sırasında otomatik olarak Havza Modelinin birim sistemine dönüştürülür. Birim sistemi, yukarıda gösterildiği gibi Havza Modeli için Bileşen Düzenleyici içinde tanımlanmıştır. Birim sistemini değiştirirseniz, tüm veriler otomatik olarak yeni seçime dönüştürülür.

Sediment

Havzadaki sediment hareketi, Havza Modelinin hidrolojisine dahil edilebilir. Sediment devre dışı bırakıldığında, Havza Modelinde sediment işlemi gerçekleşmez. Sediment etkinleştirildiğinde, Havza Modelindeki elemanlara uygun sediment simülasyon bileşenleri eklenir. Alt havza unsurları arasında yüzey aşınması ve yıkama bulunur. Erişim unsurları arasında erozyon, birikim ve sediment taşınımı yer alır. Rezervuar unsurları arasında sediment çökmesi ve sediment taşınması bulunur. Kaynak, birleşim, yönlendirme ve çökme elemanları sedimentli kanal ağından geçirir.

5.3 HAVZA MODEL HARİTASI

Havza Model Haritası, havzayı temsil etmek için Havza Modeline eklenecek hidrolojik elemanları görselleştirmeye yarar. Arka plan haritaları, her tür harita verisini görüntülemek için eklenebilir. Hidrolojik elemanlar ve akım ağını oluşturma sürecine başlamadan önce arka plan haritalarını yapılandırmak genellikle faydalıdır.

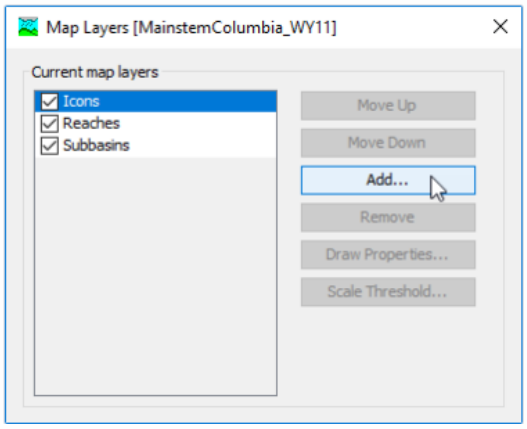
Arka Plan Haritaları

Arka plan haritaları, bir Havza Modelini oluşturan hidrolojik elemanlar için mekânsal bir ilişki sağlar. Bu haritalar aslında hesaplama sürecinde kullanılmaz, ancak elemanlar arasındaki mekânsal ilişkiyi göstermek için çok faydalı olabilirler. Genellikle bir havzanın sınırlarını veya akarsuların konumunu göstermek için kullanılır. Ayrıca, setlerin (koruma duvarlarının) konumu gibi ek bilgileri göstermek için de faydalı olabilirler. Arka plan haritalarının kullanımı her zaman isteğe bağlıdır.

Arka plan haritaları *Harita Katmanları* penceresi kullanılarak eklenir ve kaldırılır. Pencereye *View* (Görünüm**)** menüsüne tıklayarak ve *Map Layers* (Harita Katmanları**)** komutunu seçerek erişilir. Menü komutu yalnızca Havza Model Haritası penceresi açıksa, kullanılabilir. Mevcut arka plan haritalarında veya çizim sıralarında yapılan herhangi bir değişiklik, yapıldığı anda hemen etkilidir.

Add (Ekle) butonuna basarak mevcut arka plan haritaları listesine bir harita eklenir. Eklenmek istenilen harita dosyasının seçilebileceği bir dosya tarayıcısı açılır. Dosya tarayıcısının altındaki *Files of types* (Tip Dosyaları**)** seçim listesini kullanarak eklenmek istenilen harita dosyası türü seçilir.

Eklenmek istenilen harita dosyası bulunur ve seçilir. Haritayı mevcut arka plan haritaları listesine eklemek için *Select* butonuna basılır. Vazgeçer ve harita eklemek istenmez ise, *Select* penceresinde *Cancel / X* butonuna basılır. Program herhangi bir koordinat dönüşüm aracı içermediği için, kullanılmak istenilen tüm haritaların aynı koordinat sisteminde olduğundan emin olunmalıdır.



Şekil 5.12 Havza Modeli Öğeleri İçin Mekânsal Bağlam Sağlamak Amacıyla Arka Plan Haritaları ekleme

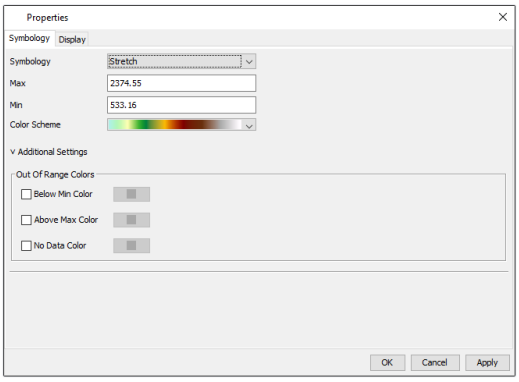
Mevcut arka plan haritaları belirli bir sırayla çizilmiştir, böylece örtüşme ve diğer çizim sorunlarını kontrol edilebilir. Çizim sırası, Arka Plan Haritaları penceresinde gösterilen sıraya göre belirlenir. Listenin en altındaki harita önce çizilir. Çizildikten sonra, listede yukarıda gösterilen harita ikinci olarak çizilir. Listenin en üstünde gösterilen harita en son çizilmiştir. Hidrolojik elemanlar, tüm haritalar çizildikten sonra çizilir. Harita listesindeki işaret kutusu kullanarak bir harita çizimini geçici olarak açık veya kapalı olarak tanımlanabilir.

Haritaların çizim sırası, istenen tüm arka plan haritaları mevcut haritalar listesinde gösterildiğinde değiştirilebilir. Bir haritanın sırasını değiştirmek için önce mevcut haritalar listesinden önce seçilmesi gerekir. Fare istenilen haritanın üzerine konur ve sol fare tuşu tıklanır; harita adı, seçildiğini göstermek için vurgulanır. Haritayı çizim sırasına göre yukarı taşımak için *Move Up* (Yukarı Hareket Et) düğmesine basılır, böylece diğer haritalar önce çizilir. Haritayı çizim sırasına göre aşağı hareket ettirmek için *Move Down* (Aşağı Hareket) Butonuna basılır, böylece diğer haritalar da çizilecektir. Her Yukarı veya Aşağı Hareket Butonuna basıldığında, harita bir pozisyon yukarı veya aşağı hareket eder. Haritayı çizim sırasıyla istenilen konuma getirmek için düğmelere birden fazla basılabilir.

Bir arka plan haritası ekrandan çıkarılabilir. Fare kaldırılmak istenilen haritanın üzerine konur ve sol fare tuşuna tıklanarak seçilir; harita adı, seçildiğini göstermek için vurgulanır. *Remove* (Çıkar) düğmesine basılır. Arka plan haritası, mevcut arka plan haritaları listesinden çıkarıldığında silinmez. Gerçek arka plan haritası verilerini içeren dosyalar programdan silinemez; Manuel olarak silinmelidir.

Şekil Dosyası formatı kullanılarak bir arka plan haritasının çizim özellikleri kontrol edilebilir. *Draw Properties* (Çizim Özellikleri) butonu her seferinde Şekil Dosyası formatını kullanan bir harita seçildiğinde etkinleştirilir. Düğmeye basmak, renkler, çizgi stili ve genişliği, gölgeleme, şeffaflık ve diğer özellikler dahil olmak üzere çizim özelliklerinin kontrolünü sağlayan bir düzenleyiciyi açacaktır. Değişiklikler kesinleşmeden önce ön izlenebilir. Çizim özellikleri diğer dosya formatları için kontrol edilemez.

Raster veri için, *Draw Properties* (Çizim Özellikleri) butonu *Properties* (Özellikler) Düzenleyicisini açar; bu da *Raster*'lerin haritada nasıl gösterildiğine dair ayrıntılı özelleştirme imkânı sağlar; aşağıda gösterildiği gibi. *Symbolog* seçenekleri ya *Strectch* (Uzatma) ya da *Classify* (Sınıflandır). *Stretch* seçildiğinde, veri aralığı için Maksimum ve Minimum değerleri girilmesi gerekir. Varsayılan olarak, program veri setinden maksimum ve minimum aralığı çıkarır. Sınıflandır seçeneği verileri binlere bölmenize olanak tanır, her binin ayrı bir rengi vardır. *Raster* veri seti için *Color Scheme* (Renk Şeması) seçilebilir. Minimum ve maksimum aralıkların dışında veri görüntülemek için Ek Ayarlar vardır. *Display* sekmesi, *Şeffaflık*, *Hillshading*'i açma ve renk şemasını tersine çevirme seçeneklerini içerir.



Şekil 5.13 Raster Görüntüleme Özellikleri Düzenleyici

Görünümü Ayarlama ve Yakınlaştırma

Havza Model Haritası penceresinde yakınlaştırma, uzaklaştırma ve hareket etmek için çeşitli araç ve komutlar sağlanmıştır. Araçların birkaçı alet çubuğunda yer alır. Tüm komutlar *View* (Görüntü) menüsünden bulunabilir.

Havza Model Haritası penceresini yakınlaştırma ve uzaklaştırmanın üç yolu vardır. İlk yol farenin kaydırma tekerleğini kullanmaktır. Fare imleci *Basin Model Map* penceresinin üzerinde olduğunda ve kaydırma çarkı öne ve geriye kaydırıldığında, harita yeniden çizilir ve görüntü, kaydırma çarkının döndüğü sırada fare imlecinin bulunduğu konumda büyütülür veya küçültülür. Havza Model Haritası penceresinde yakınlaştırmanın veya uzaklaştırmanın ikinci yolu, klavyede *Shift* + - tuş kombinasyonunu kullanmaktır. Üçüncü yol, *Görünüm* menüsündeki *Zoom In/Out* komutunu kullanmaktır; bu komut önceden belirlenmiş bir miktar yakınlaştırır veya uzaklaştırır. *Zoom In/Out* komutu yalnızca Havza Model Haritası penceresi açık olduğunda erişilebilir.

Haritada sürekli yakınlaştırma seviyesinde gezinmek, *Arrow Tool* (Ok Aracı) için varsayılan davranıştır. *Arrow Tool* etkinken, kullanıcı *Basin Model Map* penceresinde fare düğmesine basarsa, ancak hidrolojik bir elemanda

basmazsa ve fareyi herhangi bir yöne sürüklerse, harita görünümü fare sürüklemesiyle birlikte kaydırılır. Fare düğmesi bırakıldığında, harita yeniden çizilir. Kullanıcı *Arrow Tool* modunda bir hidrolojik elemanda fareyi tıklarsa (basar ve bırakırsa), o eleman seçilir.

Birçok hidrolojik elemana sahip bir Havza Modelinde seçilen eleman veya elemanları bulmak çok zor olabilir. Mevcut eleman seçimine yakınlaştırmak için özel bir araç oluşturulur. Bir eleman seçimi oluşturmak için *Watershed Explorer'da* bir öğeye tıklanabilir veya *Edit | Mevcut bir seçim oluşturmak için İsim Seç* komutu ile seç. Seçime yakınlaştırmak için Görünüm menüsüne tıklayıp Seçilmişlere Yakınlaştırma komutunu seçilebilir. Havza Model Haritası penceresi, mevcut eleman seçimi için uygun bir ölçekte otomatik olarak yakınlaştırır ve görünümü seçimin ortasında tutar.

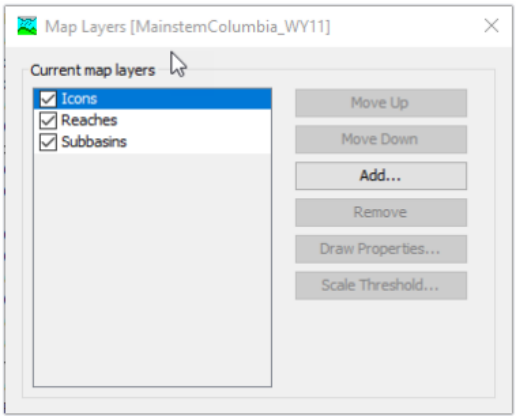
Havza Modelini yakınlaştırıp etrafında dolaştırdıktan sonra, hızlıca tüm modeli izlemeye geri dönmek istenebilir. Hemen maksimum boyuta zoom yapılabilir. *View* (Görüş) menüsüne tıklanır ve *Zoom To Al* komutu seçilir. Havza Model Haritası penceresi otomatik olarak maksimum kapsamlar olarak belirtilen koordinatlara yakınlaştırır ve yeniden çizer.

Çizim Öğeleri ve Etiketler

Hidrolojik öğeler, Simgeler, (*Icons*), *CBS* Özellikleri veya *GIS* Özellikleri ve Simgeler olarak çizilebilir. Simgeler ile çizim ve *CBS* özellikleri ayrı ayrı kontrol edilir. Her mülkü kontrol etmenin tek bir yolu vardır. Ayrıca, çizildiğinde öğeler etiketlenebilir.

Öğeler çizmenin temel yöntemi Simgelerdir (*Icons*). Her eleman türünün hızlı görsel tanımlama için farklı bir simgesi vardır. Akarsu kol (*Reach*) elemanları istisnadır çünkü akarsu kolunun yukarı ucundan aşağı akış ucuna bir çizgi olarak çizilir. Görünüm *(View)* menüsünü kullanılarak simgeler açılıp kapatılır. Bak | Harita Katmanları *(View | Map Layer)* menü seçeneği. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, Harita Katmanları (*Map Layer)* listesinde bir Simgeler *(Icons)* katmanı yer almaktadır. Simgeler haritada göründüğünde ikonlar katmanının yanında bir çek gösterilir. Simgeler seçeneğini işaretinden kaldırarak simgelerin görüntülenmesini kapatılabilir.

GIS Özellikleri, Havza Modeli haritasında Harita Katmanları düzenleyici kullanılarak açılıp kapatılabilir. Alt havza ve erişim *GIS* özellikleri, Güncel harita katmanları listesinde sırasıyla Alt Havzalar (*Subbasins*)ve Akarsu kolları (*Reaches)* olarak görünür. Eğer Havza Modeline herhangi bir alt havza veya erişim *GIS* özelliği eklenmediyse, bu öğeler, alt havzalar ve erişimler, Harita Katmanları düzenleyicisinde yer almaz. Son olarak, Harita Katmanları düzenleyicisi, arka plan haritası katmanlarının, şekil dosyalarının *Basin Model* haritasına eklenebildiği yerdir. Harita Katmanları editöründen, arka plan haritası katmanları için Çizim Özelliklerini (*Draw Properties*) değiştirmek için ek düzenleyiciler mevcuttur. Çizim özellikleri Simgeler ve Alt havza/erişim *GIS* özellikleri için değiştirilemez.



Şekil 5.14 Harita Katmanları Düzenleyicisinden Öğe Simgelerinin, GIS Özelliklerinin ve Arka Plan GIS Harita Katmanlarının Görüntülenmesini Açıp Kapatma

Alt havza, erişim ve rezervuar elemanlarının çizilişi için gelişmiş yöntem *GIS* Özellikleridir. Her alt havza elemanı, alt havzanın konturunu temsil eden bir çokgenle çizilebilir. Her rezervuar elemanı, genellikle havuzun maksimum kapsamının hatlarını temsil eden bir çokgen ile de çizilebilir. Her erişim elemanı, akışın tam dönüşlerini temsil eden bir çoklu çizgi ile çizilebilir. *GIS* Özellikleri, *GIS* menüsünde bulunan Mevcut Elemanları Coğrafi Referansla *veya Georeferenced Elements Import* seçenekleri kullanılarak bir Havza Modelinde "içe aktarılmalıdır" Bir Havza Modeline *GIS* Özellikleri eklenmeden önce koordinat sistemi tanımlanmalıdır. Bir Havza Modelinin koordinat sistemi, *GIS* menüsünden Koordinat Sistemi (*Coordinate System)* seçeneğiyle ayarlanabilir.

GIS Özelliklerini kullanmak isteğe bağlıdır. *GIS* özellikleri kullanıldığında, alt havza, rezervuar ve erişim geometrik verilerine sahip olmak gerekmez. Bir, iki veya üç tür eleman için *CBS* özelliklerinin kullanılmasına izin verilir. Ayrıca, Havza Modelinde her alt havza, rezervuar veya erişim için *GIS* Özelliklerine sahip olmak zorunlu değildir. *GIS* özellikleri, mevcut olan unsurlar için çizilecektir.

Öğe etiketleri, öğe simgeleri veya *GIS* özellikleri ile çizilebilir. Etiket için tek seçenek elemanın adıdır. Öğe etiketleri Görünüm *(View)* menüsü kullanılarak açılıp kapatılır. Etiketlerin nasıl çizileceğini seçmek için Görünüm menüsüne tıklanır ve Çiz Öğe Etiketleri (*Draw Elements Labels*) komutu seçilir. Seçilen seçeneğin yanında bir çek gösterilir. Seçilen seçeneği değiştirmek için fare kullanılarak farklı bir seçeneğe tıklanır.

Akış Yönlerinin Gösterilmesi

Ağdaki her erişim elemanı akışın yalnızca tek bir yönde ilerlemesine izin verir; yukarıdan aşağı akışa doğru. Bir erişim yukarı ve aşağı akış elemanlarına yanlış yönde bağlanıyorsa, ağ fiziksel havzanın iyi bir temsili olmayabilir. Akış yönleri yön oklarını göstererek doğrulanabilir. Yön okları açıldığında, akış yönünü göstermek için öğelere ulaşmak için ok uçları eklenir. Akış yönü oklarını açıp kapatmanın tek yolu vardır.

Akış yönü oklarını Görünüm *(View)* menüsünü kullanılarak açıp kapatılır. *Görünüm* menüsüne tıklanır ve Akış Yönlerini Çiz (*Draw Flow Drictions*) komutu seçilir. Menü komutunun yanında okların açık olduğunu gösteren bir kontrol gösterilir. Aynı menü komutuna tekrar tıklayarak yön okları kapatılabilir.

5.4 HİDROLOJİK ELAMANLAR

Hidrolojik Elemanlar, bir Havza Modelinin temel yapı taşlarıdır. Bir eleman, havza alanı, dere kolu veya birleşim noktası gibi fiziksel bir süreci temsil eder. Her eleman, havzanın atmosfer hareketine karşı tepkisinin bir bölümünü temsil eder. Programa yedi farklı eleman türü dahil edilmiştir: Alt Havza *(Subbasin)*, Akarsu kolu *(Reach)*, Rezervuar *(Reservoir)*, Kavşak *(Junction)*, Saptırma *(Diversion)*, Kaynak *(Source)* ve Toplanma *(Sink)*.

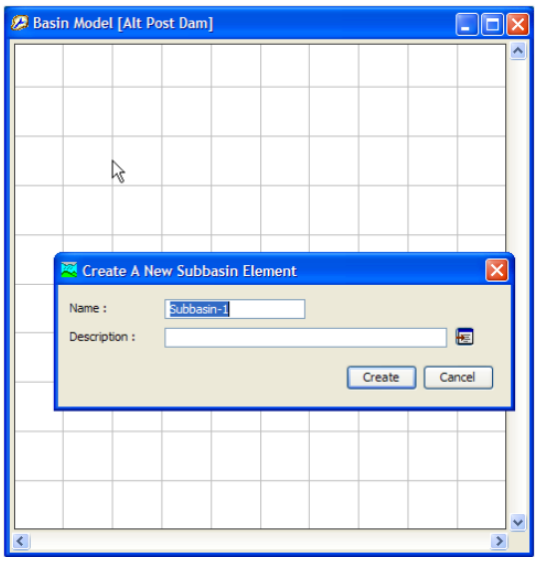
Bir eleman, havzada gerçekleşen fiziksel bir süreci tanımlamak için bir veya daha fazla matematiksel model kullanır. Bazen model, sınırlı çevresel koşullarda orijinal fiziksel sürecin iyi bir yaklaşımıdır. Veri erişilebilirliği ve modelin gerekli parametreleri de uygunluğu belirleyebilir. Programı birçok farklı koşula uygun hale getirmek için, çoğu elemanın fiziksel süreci yaklaşık olarak ölçmek için birden fazla model veya yöntemi vardır. Örneğin, bir alt havza için kara akımını tanımlamak için yedi farklı yöntem vardır.

Yeni Bir Eleman Oluşturma

Yeni hidrolojik elemanlar doğrudan Havza Model Haritası penceresinde oluşturulur. Yeni bir eleman oluşturma sürecine, eklenmek istenilen Havza Modeli açılarak başlanır. *Watershed Explore*'da bir havza modeli seçerek açılabilir. Yedi farklı eleman türü için araç çubuğunda farklı araçlar vardır. Oluşturmak istenilen öğe türüne uygun araç seçilir: Alt Havza (*Subbasin)*, Akarsu kolu (*Reach*), Rezervuar (*Reservoir*), Kavşak (*Junction*), Saptırma (*Diversion*), Kaynak (*Source*) ve Toplanma (*Sink*). Uygun aracı seçtikten sonra fare Havza Model Haritası penceresinin üzerine hareket ettirilir; Fare imleci çapraz hizaya dönüşür. Fare hedef öğeyi oluşturmak istenilen yerin üzerinde olacak şekilde hareket ettirilir. Sol fare düğmesine tıklanır. Aşağıda gösterildiği gibi, oluşturulacak yeni hidrolojik elemanı adlandırabilecek ve tanımlanabilecek bir pencere açılır. Yeni eleman için varsayılan bir isim verilir; Varsayılan olanı kullanabilir veya değiştirilebilir. Bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzunsa, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir editörü açılır. Editör, uzun açıklamaları girmeyi ve düzenlemeyi kolaylaştırır. İsim ve açıklama girildiğinde, yeni hidrolojik eleman oluşturulma sürecini tamamlamak *Create* (Oluştur) düğmesine basılır. Yeni öğe için bir isim belirtilmemişse *Create* (Oluştur) butonuna basılamaz. Vazgeçer ve yeni bir hidrolojik eleman oluşturmak istenmez ise *Cancel* (İptal) */ X* butonuna basılarak Havza Model Haritası penceresine dönülebilir. Bir öğe oluşturmayı bitirdikten sonra ise, öğe oluşturma aracı hâlâ seçilir ve aynı türden ek yeni öğeler oluşturulabilir.

Çoğu eleman, öğeyi oluşturmak istenilen konumun üzerine fare tuşu tıklanarak oluşturulur. Ancak, bir Akarsu Kolu (*Reach*) öğesi oluşturulurken iki fare tıklaması gereklidir. Akarsu kolu oluşturmak için, araç çubuğundan doğru aracı seçerek başlanır. Sonra, Akarsu kolunun yukarı ucu olmak istenilen konumun üzerine bir kez tıklanır. Sonra fareyi hareket ettirdikçe, fareyi erişimin yukarı ucuna bağlayan bir çizgi görüntülenir. Fareyi ulaşımın aşağı

ucu olması istenilen konuma götürülür ve tıklanır. Bir erişim oluşturma işlemini bir isim seçip isteğe bağlı açıklama girerek tamamlanır.



Şekil 5.15 Yeni Bir Havza Modelinde Bir Alt Havza Oluşturma

Bir Elamanı Kopyalama

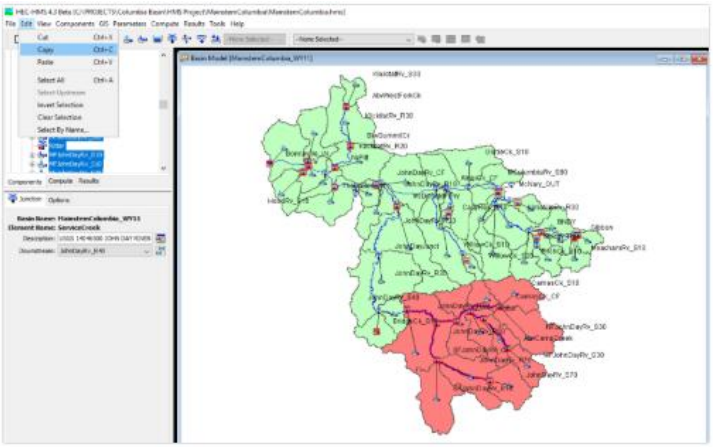
Hidrolojik elemanlar bir Havza Modelinden panoya kopyalanabilir ve ardından tam kopyalar aynı veya farklı bir Havza Modeline yapıştırılabilir. Kopyalanmak istenilen öğeyi veya öğeleri içeren Havza Modeli açılarak başlanır. Fare imleci ile üzerine tıklanarak kopyalanmak istenilen hidrolojik eleman seçilir. Ayrıca haritada CTRL veya Shift tuşlarına basılarak birden fazla öğe seçebilir veya birden fazla öğenin etrafına bir kutu çizilebilir. Seçilen eleman veya öğeler seçimden sonra vurgulanır. Bir seçim yaptıktan sonra, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Düzenle (*Edit*) menüsüne gidilir ve Kopyala (*Copy*) seçilir. Artık seçim aynı veya farklı bir Havza Modeline yapıştırılabilir. Kopyalama komutu yalnızca en az bir eleman seçilmişse kullanılabilir.

Tek bir öğe, sağ fare bağlam menüsü kullanılarak kopyalanabilir. Havza Model Haritasında bir eleman seçilir, ardından fare seçilen öğenin üstüne konur ve sağ fare düğmesi tıklanır. Bir bağlam menüsü açılır ve Öğe kopyalanır.

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, *Edit*-Düzenle menüsünden seçilen konumun yukarısındaki tüm öğeleri seçmek veya seçilmiş öğeleri tersine çevirmek için menü seçenekleri mevcuttur. Program, bir Havza Modeli içindeki tüm elemanların hidrolojik bağlantısını izler. *Edit*-Düzenle | *Select*-Seç Menü seçeneği, bir kavşak, kol, rezervuar veya bölme elemanının yukarısında birden fazla öğe seçmek için hızlı bir seçenek olarak eklenmiştir. *Edit*-Düzenle | *Invert Selection*-Seçimi Tersine Çevir menü seçeneği, Seçili Havza Modeli öğelerini hızlıca tersine çevirmek için menü seçeneği eklenmiştir.

Seçimi Tersine Çevir (*Invert Selection)* seçeneği, bir konumun aşağısındaki tüm öğeleri seçmek için kullanılabilir. Öncelikle, Havza Model Haritasında bir konum seçilir, ardından seçilen konumun yukarısındaki tüm noktaları

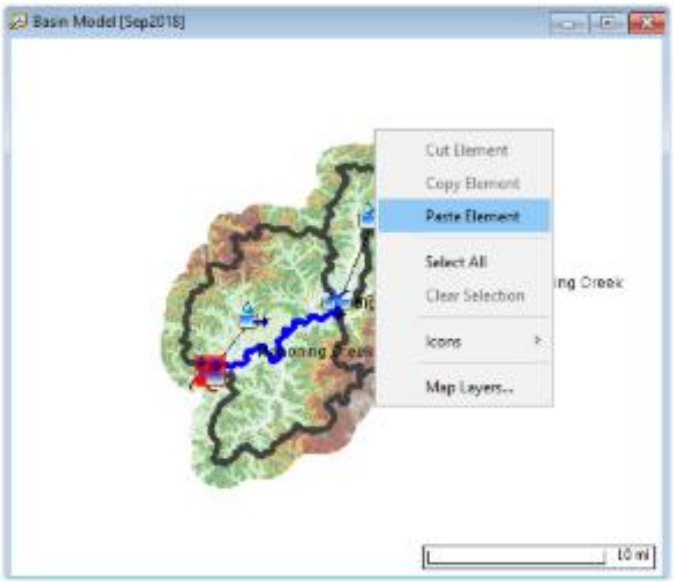
seçmek için *Select Upstream*-Yukarı Akış seçilir. İkinci olarak, seçimi değiştirmek için Invert Selection seçeneği seçilir ise, orijinal seçilmiş öğenin aşağısındaki tüm öğeler etkili olarak seçilir.



Şekil 5.16 Havza Haritasından Seçilmiş Bir Grup Elemanı Panoya Kopyalamak

Bir Elemanı Yapıştırmak

Panodaki bir eleman bir Havza Modeline yapıştırılabilir. Bir öğeyi yapıştırmak onu panodan çıkarmaz, böylece aynı seçim birden fazla Havza Modeline yapıştırılabilir. Öncelikle panodan öğeleri yapıştırılmak istenilen Havza Modeli açılır. Ok Aracı-*Arrow Tool* seçilir ve fare öğeyi yapıştırılmak istenilen yere götürülür. Eğer panoda birden fazla öğe varsa, fare öğe grubunun ortasında olması istenilen yere yerleştirilir. Aşağıda gösterildiği gibi sağ fare düğmesine basılır. *Paste Element* (Ögeyi Yapıştır) dahil olmak üzere birkaç seçeneğin bulunduğu bir bağlam menüsü gösterilir. *Paste Element* (Ögeyi Yapıştır) komutuna tıklanır. Ögeyi Yapıştır komutu yalnızca panoda en az bir eleman varsa kullanılabilir.



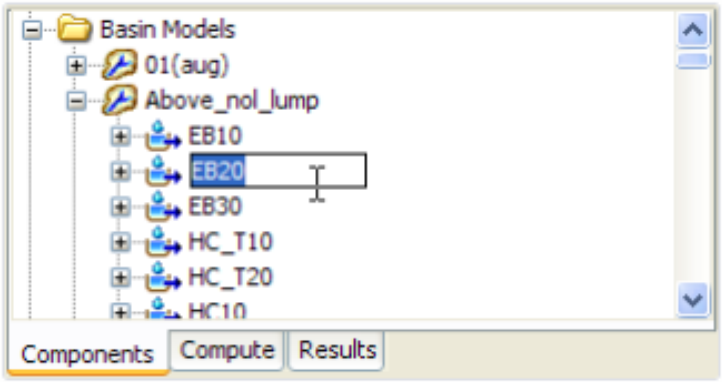
Şekil 5.17 Bir Eleman Seçimini Havza Haritasına Yapıştırmak

Bir Elemanı Kesmek

Bir eleman, bir Havza Modelinden kesilip panoya çıkarılabilir. Bir elemanı kesmek, elemanın tam ama bağımsız bir kopyasını panoya yerleştirir ve ardından onu Havza Modelinden siler. Bir eleman panoya girdikten sonra, kopyalandığı aynı Havza Modeline yapıştırılabilir veya farklı bir modele yapıştırılabilir. Bir elemanı kesmek için istenilen Havza Modeli açılarak başlanır. Fare imleci ile üzerine tıklanarak kesilmek istenilen hidrolojik eleman seçilir. Ayrıca haritada birden fazla öğe seçilebilir. Seçilen eleman veya öğeler seçimden sonra vurgulanır. Seçim yaptıktan sonra, fare seçilmiş bir elemanın üzerine konularak ve sağ fare düğmesine basılır. Kesme dahil olmak üzere birkaç seçeneği içeren bir bağlam menüsü gösterilir. Kesme (*Cut*) komutuna tıklanır. Havza Model Haritasında birden fazla eleman seçilmişse, Düzenle (*Edit*) menüsündeki Kes (*Cut)* menü seçeneği kullanılmalıdır. Artık seçimi aynı veya farklı bir Havza Modeline yapıştırılabilir. Kesme komutu yalnızca en az bir öğe seçilmişse kullanılabilir.

Bir Elemanın Yeniden Adlandırılması

Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) Bileşenler (*Components*) sekmesi kullanılarak bir hidrolojik elemanın adı değiştirilir. *Watershed Explorer*'da adı değiştirilmek istenilen öğe tıklanarak seçilir; Vurgulanır. Fare seçilen öğenin üzerinde tutulur ve tekrar sol fare düğmesine tıklanır. Vurgulanan isim, aşağıda gösterildiği gibi düzenleme moduna geçer. Daha sonra klavyedeki ok tuşlarıyla ya da fareyle tıklanarak imleç hareket ettirilebilir. Ayrıca ismin bir kısmını veya tamamını seçmek için fare de kullanılabilir. İsim klavyeyle yazılarak değiştirilir. İsim değiştirme bitirildikten sonra, seçimi kesinleştirmek için *Enter* tuşuna basılır. Ayrıca *B*ileşenler (*Components*) sekmesinde başka bir yere tıklanarak seçim kesinleştirilebilir. Düzenleme modundayken vazgeçer ve seçilen hidrolojik eleman adı değiştirilmek istenmez ise *Escape* tuşuna basılır.



Şekil 5.18 Watershed Explorer'da Bir Öğenin Yeniden Adlandırılması

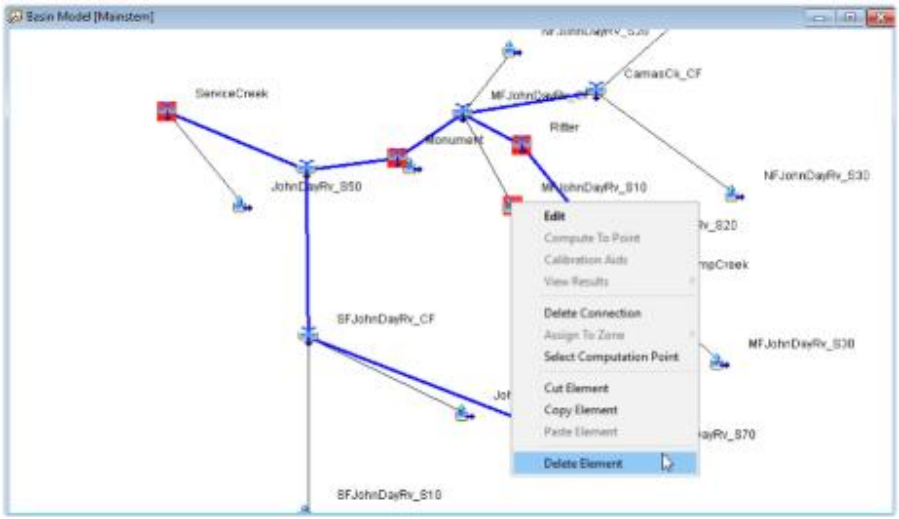
Birden Fazla Unsurun Yeniden Adlandırılması

Ayrıca, *Watershed Explorer* sekmesinde *Bileşenler* sekmesinden seçilen havza adına sağ tıklayarak erişilen Havza Unsurları menüsünü kullanılarak bireysel veya birden fazla hidrolojik eleman yeniden adlandırılabilir. Bu özellik hakkında daha fazla detay aşağıda açıklanmıştır.

Bir Elemanı Silmek

Bir hidrolojik elemanı silmenin üç yolu vardır. Bir elemanı silmek için kullanılan tüm yöntemler, onu Havza Modelinden çıkarır. Bir eleman silindikten sonra geri alınamaz.

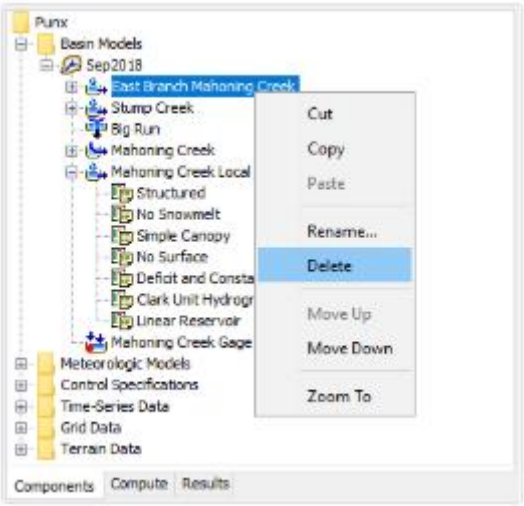
Bir elemanı silmenin ilk yolu *Havza Model Haritası* penceresinden yapılır. Silinmek istenilen hidrolojik eleman fare imleci ile üzerine tıklanarak seçilir ve vurgulanır. Seçim yaptıktan sonra, fareyi seçilmiş bir elemanın üzerine konur ve sağ fare düğmesine basılır. Sil Öğesi dahil olmak üzere birkaç seçeneği içeren bir bağlam menüsü gösterilir. Öğeyi Sil (*Delete Element*) komutuna tıklanır. Seçilen hidrolojik elemanın silinmek istendiğini doğrulanması gereken bir pencere açılır. Öğeyi veya öğeleri silmek için *OK* tuşuna basılır. Öğe seçimi silinmek istenmez ise İptal (*Cancel/X*) tuşuna basılarak Havza Model Haritası penceresine geri dönülür.



Şekil 5.19 Havza Haritasından Tek Bir Elemanı Silmek

Bir öğeyi silmenin ikinci yolu da haritadaki seçimi kullanır. Silinmek istenilen bir veya daha fazla öğe seçilir. Klavyedeki Sil (*Delete*) tuşuna basılır. Silme kararının onaylanması gerekir.

Silmenin üçüncü yolu ise *Watershed Explorer'ın* Bileşenler sekmesindendir. Fare silinmek istenilen öğenin üzerine kaydırılır ve aşağıda gösterildiği gibi sağ fare düğmesine basılır. Sil (*Delete*) dahil olmak üzere birkaç seçeneği içeren bir bağlam menüsü gösterilir. Sil (*Delete*) komutuna tıklanır. Silme kararının onaylanması gerekir.



Şekil 5.20 Watershed Explorer'dan Öğelerin Silinmesi

Opsiyonel Eleman Özellikleri

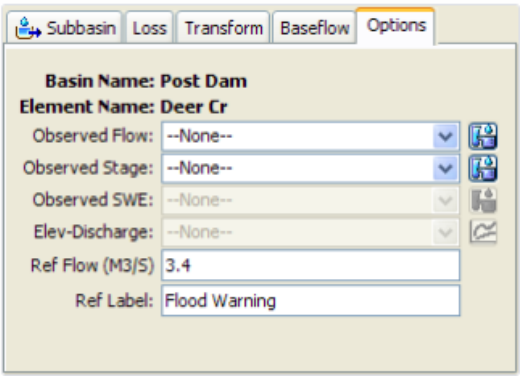
Her bir hidrolojik elemanın, eleman türünden bağımsız olarak çeşitli özellikleri mevcuttur. Bazı özellikler, örneğin optimizasyon ile parametre tahmini, bazı özellikler için gerekli olabilir, ancak simülasyon çalışmalarında normal kullanım için hepsi isteğe bağlıdır. Tüm isteğe bağlı özellikler, ana eleman düzenleyiciyle birlikte otomatik olarak görüntülenen bir Bileşen Düzenleyicide yer alır. *Watershed Explorer* veya *Basin Map*'te bir öğe seçerek Bileşen Düzenleyicisi görüntülenebilir.

Herhangi bir hidrolojik eleman için gözlemlenen akım olarak zaman serisi debi ölçümü belirtilebilir. Alt havzalarla birlikte kullanıldığında, ölçüm cihazı genellikle alt havzanın çıkışındaki ölçülen akımı göstermelidir. Akarsu kolları için ölçüm cihazı o koldaki mansap ucundaki akımı temsil etmelidir. Diğer tüm elemanlar için bu, o elemandan çıkan akımın ölçülmüş bir tahmini olmalıdır. Gözlemlenen akım, elemanın zaman serisi sonuçlarına eklenir ve özet tablolarda, zaman serisi tablolarında ve grafiklerde görünür.

Zaman serisi seviye ölçümü herhangi bir hidrolojik eleman için gözlemlenen seviye olarak belirtilebilir. Alt havzalarla birlikte kullanıldığında ölçüm, genellikle alt havzanın çıkışındaki ölçüm su seviyesini göstermelidir. Akarsu kollarındaki ölçüm cihazı, o kolun mansap ucundaki ölçülen su seviyesini göstermelidir. Diğer tüm elemanlar için ise o elemandaki aşamanın ölçülmüş bir tahmini olmalıdır. Gözlemlenen aşama, ilgili eleman için zaman serisi sonuçlarına eklenir. Bu yöntem aşağıda açıklanan yükseklik-debi eğrisi ile birlikte kullanıldığında en iyi sonucu verir.

Alt havzalara gözlemlenen Kar Suyu Eşdeğeri (Snow Water Equivalent-*SWE*) için bir ölçüm eklenebilir. Bu, kar örtüsünün birikimi ve erimesini modelleyen simülasyonları kalibre ederken faydalı olabilir. Gözlemlenen veriler, bir noktadaki ölçümleri temsil edebilir veya tüm alt havza için harici ortalamaların sonucu olabilir. Gözlemlenen *SWE* yalnızca alt havza elemanları için mevcuttur.

Rezervuarlara gözlemlenen su yüksekliği için bir gösterge eklenebilir. Bu, simülasyonları kalibre ederken faydalı olabilir. Bu verilerin kullanılması, rezervuara yapılan bir girişin gözlemlenmesiyle neredeyse eşdeğer olabilir. Gözlemlenen giriş akımı mevcut olsa bile bir eleman için gözlenen akım hesaplanan çıkış akımıyla karşılaştırılmalıdır. Gözlemlenen su seviye yüksekliği yalnızca rezervuar elemanları için geçerlidir.



Şekil 5.21 Seçenek Özelliklerini Belirtmek İçin Eleman Bileşen Editörü

Program, temel olarak Havza Modelinde yer alan her bir hidrolojik eleman için akımı hesaplar. Ayrıca seviyenin de hesaplanabilmesi için bir yükseklik-debi eğrisi belirtilebilir. Bir eğri tanımlanmış ise, her zaman adımı için seviye, hesaplanan debi alınarak ve bu debi eğri üzerinde kullanılarak yükseklik enterpolasyonu yapılmasıyla belirlenir. Hesaplanan seviye, eleman için zaman serisi sonuçlarına eklenir ve özet tablolarında, zaman serisi tablolarında ve grafiklerde görüntülenir.

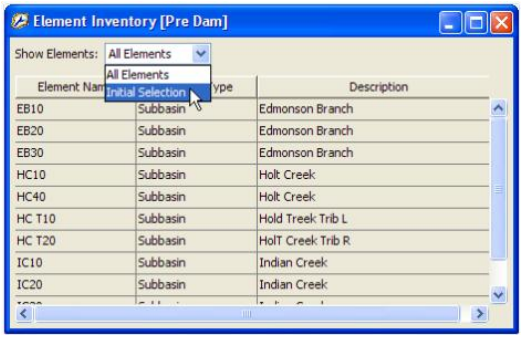
Akım oranı yalnızca alt havza ve kaynak elemanlar için ve yalnızca Havza Modeli akım oranlarına izin verecek şekilde ayarlanmış ise görüntülenir. Akım oranlarını etkinleştirmek veya devre dışı bırakmak için, Havza Modeli için Bileşen Düzenleyiciye erişilir ve istenilen seçim yapılır. Havza Modelinde oranlar etkinleştirildiğinde, alt havza ve kaynak elemanlar için akım oranı girilebilir. Bu oran, nihai çıkışı hesaplamak için alt havzadan veya kaynaktan hesaplanan akıma uygulanır.

Hesaplanan akım sonuçlarının yorumlanmasına yardımcı olmak için referans akımı belirtilebilir. Akım, belirtilen akım değerinde yatay bir işaretleyici çizgisi olarak eleman sonuçları grafiğine eklenir. İşaret çizgisi belirtilen etiketle adlandırılır. Referans akım, bank tam dolu akımı, taşkın uyarı seviyesi, setlerin aşılması veya fırtına olayı için gözlemlenen yüksek su izi gibi önemli akım değerlerini temsil edebilir.

Eleman Envanteri

Eleman Envanteri (*Element Inventory*), bir Havza Modelindeki bazı veya tüm hidrolik elemanların listesini sağlar. Bu, farklı eleman adlarını ve açıklamalarını gözden geçirmek için faydalıdır. Envantere erişmek için: Parametreler (*Parameters*) menüsüne tıklanır, *Element Inventory* komutu seçilir. Bir örnek envanter aşağıda gösterilmiştir. Eğer mevcut bir eleman seçimi varsa, pencere açıldığında yalnızca seçilen elemanlar gösterilir. Pencerenin üst

kısmındaki seçim kontrolünü kullanarak tüm elemanları gösterecek şekilde geçiş yapılabilir. Hiç eleman seçilmemişse, Havza Modelindeki tüm hidrolik elemanlar envanterde görüntülenir.



Şekil 5.22 Tipik bir Havza Modeli Eleman Envanteri

Elemanları Bulma ve Seçme

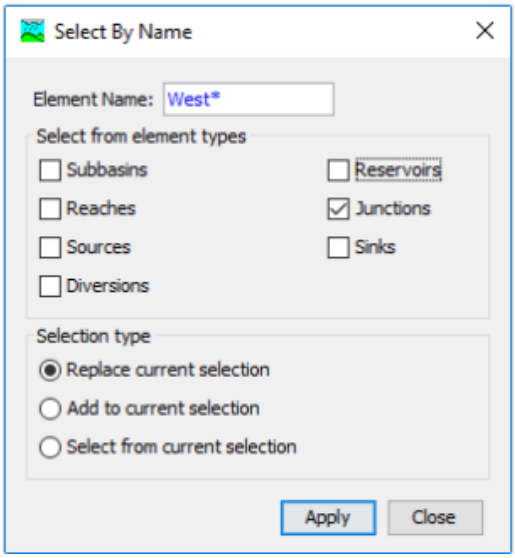
Bir Havza Modelinde bir hidrolik elemanı bulmanın en basit yolu, onu *Watershed Explorer* içinde seçmektir. Havza Modelindeki tüm elemanlar, *Basin Model* simgesi altında hidrolik sıraya göre görüntülenir. *Watershed Explorer*'daki bir eleman simgesine tıklandığında, eleman seçilmiş hale gelir. Seçilen eleman hem *Watershed Explorer*'da hem de *Basin Model Map* (Havza Modeli Haritası) penceresinde vurgulanır. Aynı anda birden fazla eleman seçilebilir, ancak *Component Editor* yalnızca ilk seçilen eleman için gösterilir. Bu yöntem, modeli hızlıca incelemek ve belirli elemanları görsel olarak tanımlamak için en kolay yoldur.

Bir hidrolik eleman *Basin Model Map* (*Havza Modeli Haritası*) penceresinde bulup seçilebilir. İşlem adımları şunlardır: Ok Aracı (*Arrow Tool*) seçilir: Araç çubuğundan Ok Aracının seçili olduğundan emin olunur. Eleman seçilir. Harita penceresindeki eleman simgelerini incelenir ve seçilmek istenen eleman bulunur. *Ok* imlecini kullanarak elemanın üzerine tıklanır; eleman seçilmiş hale gelir. Seçilen eleman hem *Basin Model* penceresinde hem de *Watershed Explorer*'da vurgulanır. *Birden fazla eleman seçmek*: İlk seçim yapıldıktan sonra, *Shift* tuşuna basılı tutarak ek elemanlar tıklanabilir. Ayrıca, ok imleci kullanılarak bir alan çizilip birden fazla eleman aynı anda seçilebilir: Fare haritadaki boş bir alana götürülür. Sol fare tuşuna basılı tutularak fare sürüklenir. Fare bırakıldığında, kutu içinde kalan elemanlar seçilmiş olur. Bu yöntem, özellikle büyük modellerde belirli bir alan veya bir grup elemanı hızlıca seçmek için çok kullanışlıdır.

Büyük bir Havza Modelinde çok sayıda eleman olduğunda, belirli bir hidrolik elemanı bulmak zor olabilir. Bunun için Özel Seçim Aracı *(Special Select Tool)* mevcuttur; bu araç tek bir elemanı veya bir grup elemanın hızlıca bulunmasına yardımcı olur. Kullanım Adımları: Araca erişim: *Edit* menüsüne tıklanır ve *Select By Name* komutu seçilir. *Select By Name* penceresi, kapatma düğmesine (*Close*) veya pencerenin üst köşesindeki *X* düğmesine basılana kadar açık kalır. Elemanları seçme: *Apply* butonuna her basıldığında, *Select By Name* penceresindeki seçimlere göre elemanlar Havza Modelinde seçilir. Özel seçim bileşenleri: Özel seçimin üç bileşeni vardır (detayları sonraki adımda tanımlanabilir). Bu araç, özellikle büyük modellerde tek tek eleman arama zahmetini azaltır ve grup seçimlerini kolaylaştırır.

Özel seçimin ilk bileşeni Eleman Adı (*Element Name*)'dır. Bu, belirli bir elemanı veya bir grup elemanı adlarına göre bulmanızı sağlar. Kullanım Yöntemleri: Belirli bir adı girme: Örneğin, bir hata mesajında geçen eleman adını doğrudan yazılabilir. Belirli bir harf dizisiyle başlayan elemanları bulma: Harf dizisini yazdıktan sonra * işareti eklenir. Örnek: sub* → Adı "sub" ile başlayan tüm elemanları bulur. Belirli bir harf dizisiyle biten elemanları bulma: * işaretini başa koyup harf dizisini yazılır. Örnek: *creek → Adı "creek" ile biten tüm elemanları bulur. Belirli bir harf dizisini içeren elemanları bulma: Harf dizisinin önüne ve arkasına * eklenir. Örnek: *basin* → Adında "*basin*" geçen tüm elemanları bulur. Varsayılan ayar: "*Element Name*" alanı varsayılan olarak * ile ayarlanmıştır, bu da özel seçimin tüm eleman adlarını bulmasını sağlar.

Özel seçimin ikinci bileşeni Eleman Türü *(Element Type)*'dır. Bu adım, eleman adına göre yapılan sınırlamayı daha da daraltır. Elemanlar yalnızca hem ad kriterine uyan hem de seçili türdeki elemanlarsa seçilir. Örnek: Sadece kaynak (*source*) elemanları arasında arama yapmak istenir ise, *Source* dışındaki tüm türlerin işaretini kaldırılır. Bir, birkaç veya tüm eleman türlerini seçmek mümkündür. Varsayılan ayar: Tüm eleman türlerinde arama yapılır. Bu sayede, belirli bir ad veya harf dizisine sahip elemanları, sadece ilgilenilen türlerde kolayca bulunabilir.



Şekil 5.23 Elemanları Ada Göre Seçme

Özel seçimin üçüncü bileşeni Oluşturulacak Seçim Türü (*Selection Type to Create*)'dür. Bu adım, yeni elemanların mevcut seçime nasıl dahil edileceğini belirler. Seçenekler: *Replace the Current Selection* (Mevcut Seçimi Değiştir): Ad ve eleman türü kriterlerine uyan elemanlar yeni seçilen elemanlar olur. Önceden seçili olan elemanlar artık seçili sayılmaz. *Add to the Current Selection* (Mevcut Seçime Ekle): Yeni seçilen elemanlar, halihazırda seçili elemanlara eklenir**.** Sonuç olarak hem mevcut seçim hem de yeni kriterlere uyan elemanlar birlikte seçilmiş olur. *Select from the Current Selection* (Mevcut Seçimden Seç): Ad ve eleman türü kriterleri sadece hâlihazırda seçili elemanlar arasında uygulanır. Böylece mevcut seçim daha da daraltılır ve yalnızca kriterlere uyan elemanlar seçili kalır. Bu seçenekler, büyük modellerde seçimleri kontrollü ve esnek bir şekilde yönetmek için çok kullanışlıdır.

5.5 AKIM AĞI

Akım Ağı (*Flow Network*), hidrolojik elemanları bir araya getirerek havzadaki akarsu sisteminin bir temsilini oluşturan iskelet yapıdır. Ağdaki her bağlantı, bir elemandan çıkan akımı alıp bunu aşağı havzadaki (mansap) bir elemana giriş akımı olarak bağlayan tek yönlü bir bağlantıdır. Akım ağına ait bağlantı bilgileri ile her bir elemandaki drenaj alanı birlikte kullanılarak elemanlar hidrolojik sıraya göre dizilir.

Taşınabilen Elemanlar

Hidrolojik elemanlar, Havza Modeli Haritası (*Basin Model Map*) penceresinde taşınır; aşağı havzadaki bir elemana bağlı olup olmamalarına bakılmaksızın aynı şekilde taşınırlar. Bir elemanı taşımak için önce araç çubuğundan Ok Aracı (*Arrow Tool*) seçilir. Daha sonra taşınmak istenilen elemanın simgesine tıklanır; eleman vurgulanmış (seçili) hale getirilir. Fare imlecini elemanın üzerinde ve sol fare tuşuna basılı tutulur. Eleman simgesi istenilen konuma gelene kadar fareyi sürüklenir. Taşıma işlemini tamamlamak için sol fare tuşu bırakılır.

Reach elemanları (kanal / akarsu kesimleri) genellikle iki kavşak (J*unction*) arasında ya da bazı durumlarda diğer hidrolojik eleman tipleri arasında bağlanır. Bir akarsu elemanının, hem yukarı havza (*upstream*) hem de aşağı havza (*downstream*) elemanına bağlı olması gerekir. Eğer bir akarsu kolu her iki ucundan da bağlıysa, doğrudan taşınamaz; yalnızca memba veya mansap elemanı taşındığında konumu değişir. Eğer akarsu kolunun bir ucu herhangi bir elemana bağlı değilse, bu serbest uç taşınabilir. Akarsu elemanını seçmek için üzerine fare ile bir kez tıklanır. Daha sonra fare akarsu elemanının serbest ucunun üzerine getirilir ve sol fare tuşu ile tekrar tıklanır. Serbest uçta küçük mavi bir kutu görünür. Fare bu kutunun üzerinde ve sol fare tuşuna basılı tutulur. Serbest ucu taşımak için fare sürüklenir. Akarsu kolunun bu ucu için yeni konumu sabitlemek üzere sol fare tuşu bırakılır. Eğer bir kolun her iki ucu da herhangi bir elemana bağlı değilse, akarsu kolunun tamamı taşınabilir. Akarsu kolunu seçmek için üzerine fare ile bir kez tıklanır. Fare kolun üzerinde iken sol fare tuşuna basılı tutulur. Akarsu kolunu yeni bir konuma taşımak için fare sürüklenir. Yeni konumu sabitlemek için sol fare tuşu bırakılır.

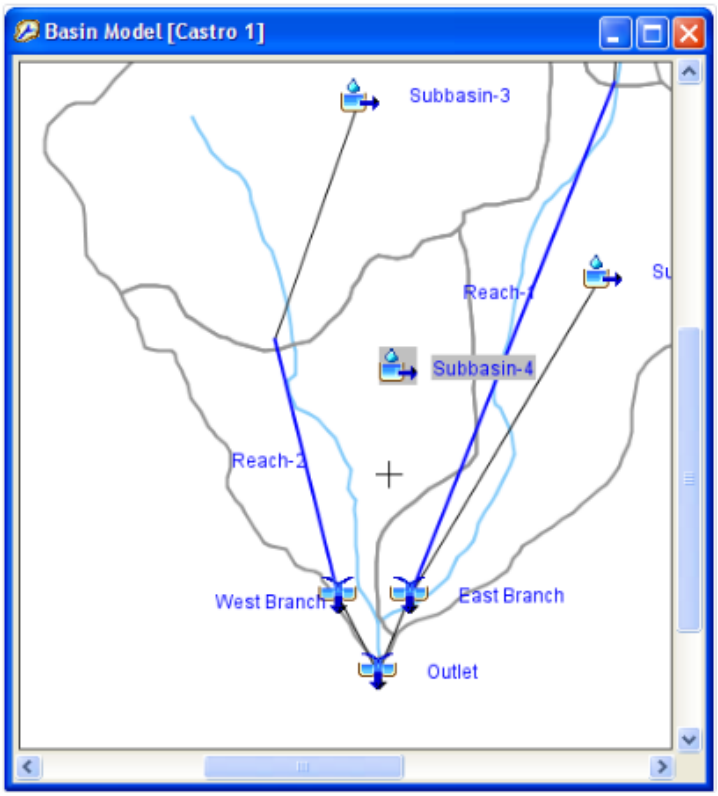
Aynı anda birden fazla eleman taşınabilir. Birden fazla elemanı taşımak için, taşınacak elemanların seçilmesi gerekir. Elemanlar tek tek seçilebilir. İlk elemanı tıklanarak başlanır. Daha sonra *CTRL* tuşuna basılı tutarak ilave elemanlar tıklanır. Seçili bir elemanı seçimden çıkarmak için CTRL tuşunu basılı tutarak o elemana tekrar tıklanır. Ok Aracı (*Arrow Tool*) seçiliyken bir seçim kutusu sürükleyerek de elemanlar seçilebilir. Ayrıca *Edit* menüsündeki *Select By Name* komutu kullanılarak da elemanlar seçilebilir. İstenen tüm elemanlar seçildikten sonra, klavyedeki *Ok* tuşları kullanılarak elemanlar taşınabilir. Her bir Ok tuşuna basıldığında elemanlar bir mesafe artımı kadar hareket eder. CTRL tuşu basılıyken ok tuşlarına basıldığında ise elemanlar daha küçük mesafe artımlarıyla hareket eder.

Elemanları Bağlama ve Bağlantıdan Çıkarma

Hidrolojik elemanlar, ağ (*Flow Network*) ile bağlantılı hale getirilebilir veya ağdan çıkarılabilir; bu işlem iki farklı yöntemle yapılabilir. Birinci yöntem, Havza Modeli Haritası (*Basin Model Map*) penceresinde fare kullanılarak yapılır. İkinci yöntem ise ilgili elemanın *Component Editor*'ü üzerinden gerçekleştirilir.

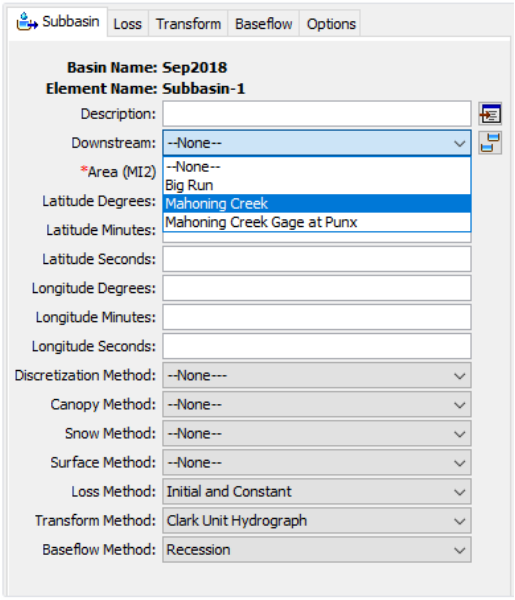
Havza Modeli Haritası (*Basin Model Map*) penceresinde bir elemanı bağlamak için önce araç çubuğundan *Arrow Tool*  seçilir. Daha sonra aşağı havzadaki (*downstream*) bir elemana bağlanmak istenilen elemanın üzerine fare getirilir ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde *Connect Downstream* komutu yer alır. Eğer eleman zaten bağlıysa, bu komut menüde görünmez. *Connect Downstream* komutuna tıkladıktan sonra imleç, aşağıda gösterildiği gibi artı şeklinde değişir. Fare, bağlamak istenilen elemanın üzerine gelecek şekilde hareket ettirilir. Fare doğru konumdayken sol fare tuşuna basılır. Yukarı havza ve aşağı havza elemanları arasında bir bağlantı görüntülenir.

Havza Modeli Haritası (*Basin Model Map*) penceresinde bir elemanın bağlantısını kesmek için önce araç çubuğundan *Arrow Tool*s seçilir. Daha sonra aşağı havzadaki elemanla bağlantısı kesmek istenilen elemanın simgesine tıklanır ve eleman vurgulanmış (seçili) hale gelir. Sağ fare tuşuna basarak *Delete Connection* komutunu içeren bağlam menüsünü açılır. Eğer eleman bağlı değilse, bu komut menüde görünmez. *Delete Connection* komutuna tıkladıktan sonra, yukarı havza ve aşağı havza elemanları arasındaki bağlantı (link) kaldırılır.



Şekil 5.24 Alt Havzayı Aşağı Havzada West Branch Junction'a Bağlamaya Hazırlanma

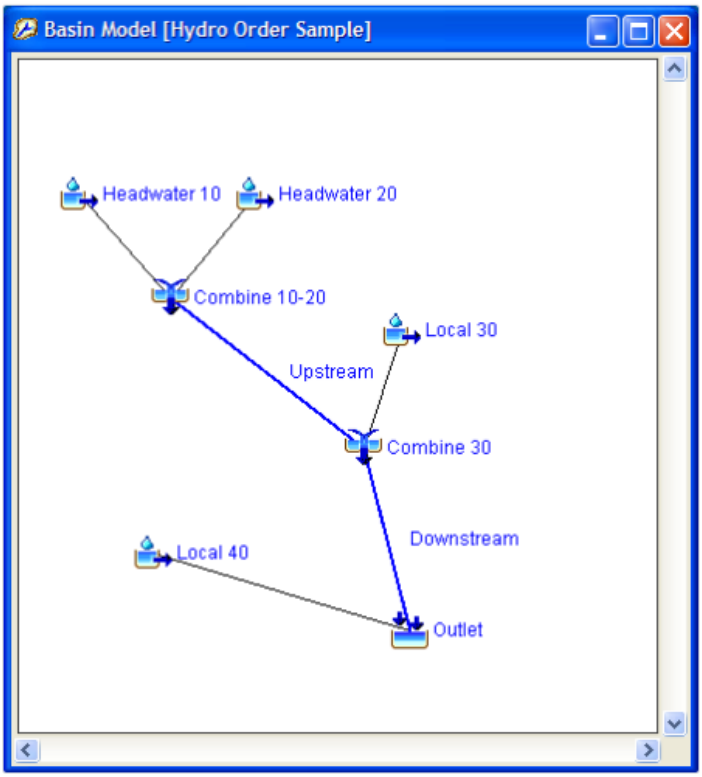
Bağlantılar ayrıca ilgili elemanın *Component Editor*'ü üzerinden de oluşturulabilir ve silinebilir. *Component Editor*'e erişmek için, Havza Modeli Haritası (*Basin Model Map*) penceresinde istenen elemana tıklanır ya da *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinde ilgili elemanı seçilir. *Component Editor*, aşağı havzadaki elemanı gösterir. Eğer eleman herhangi bir aşağı havza elemanına bağlı değilse, seçim listesinde seçili eleman olarak *None* görüntülenir. *Component Editor*'de görüntülenen mevcut elemanı bağlamak için, listeden bir eleman seçilir. Listede yalnızca mevcut elemanın potansiyel olarak aşağı havzada olabilecek elemanlar gösterilir. Mevcut elemanın bağlantısını kesmek için, listedeki seçimi *None* olarak değiştirilir.



Şekil 5.25 Subbasin Component Editor Kullanılarak Aşağı Havza Elemanının Seçilmesi

Hidrolojik Sıralama

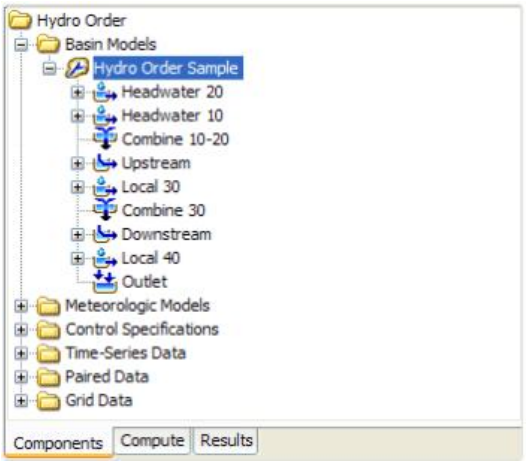
Hidrolojik Sıra, Havza Modeli içindeki elemanların membadan mansaba, yani akış yönünde sıralı olarak gösterilmesini ifade eder. Hidrolojik sıranın belirlenmesinde kullanılan temel özellikler; akım ağı bağlantıları ve drenaj alanıdır. Havza Modelindeki her bir eleman için program, mansap elemanını ve memba elemanlarını otomatik olarak belirleyebilir. Bu bağlantılar, hidrolojik ağın temel yapısını oluşturur. Alt havzalar ve kaynaklar için girilen alan değeri, ağdaki herhangi bir diğer mansap elemanı için drenaj alanının belirlenmesinde kullanılır. Kaynak elemanlarda alan bilgisi birçok amaç için isteğe bağlı olsa da alan değeri girilmediği takdirde kaynağın mansabındaki hidrolojik sıra doğru şekilde belirlenemez. Aşağıdaki şekilde basit bir Havza Modeli gösterilmekte olup, buna karşılık gelen *Watershed Explorer* görünümü ise bir sonraki görselde sunulmaktadır.



Şekil 5.26 Hidrolojik Sıranın Gösterimi İçin Basit Bir Havza Modeli

Watershed Explorer'da gösterilen hidrolojik sıra otomatik olarak korunur. Havza Modeline eklenen elemanlar otomatik olarak doğru hidrolojik sıraya yerleştirilir. Bir eleman akım ağına bağlandığında ya da bağlantısı kesildiğinde, hidrolojik sıra bu değişikliği yansıtacak şekilde otomatik olarak güncellenir. Bir alt havza veya kaynak elemanının alan değerinde yapılan herhangi bir değişiklik, akım ağı boyunca tüm drenaj alanlarını otomatik olarak günceller ve gerekirse hidrolojik sırayı da yeniden düzenler.

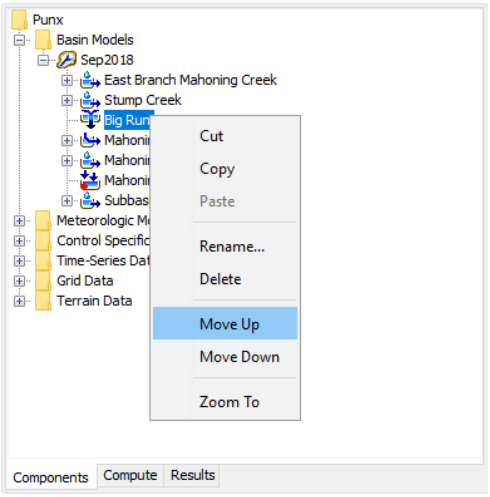
Hidrolojik sıra, çıkış elemanından başlanarak belirlenir. Çıkış elemanı, *Watershed Explorer*'da gösterilen eleman listesinin en altına yerleştirilir. Daha sonra çıkışın hemen membaındaki elemanların drenaj alanları karşılaştırılır. Drenaj alanı daha küçük olan eleman çıkışa daha yakın konuma yerleştirilir; drenaj alanı daha büyük olan eleman ise daha uzağa yerleştirilir. Bu karşılaştırma işlemi, membadaki elemanlar boyunca eleman tekrarlanır ve tüm elemanlar sıralanana kadar devam eder. Aşağıda gösterilen durumda, *Headwater 20* alt havzasının drenaj alanı, *Headwater 10* alt havzasının drenaj alanından daha büyüktür.



Şekil 5.27 Önceki Şekilde Gösterilen Elemanların Hidrolojik Sırasını Gösteren Havza Gezgininde Görünümü

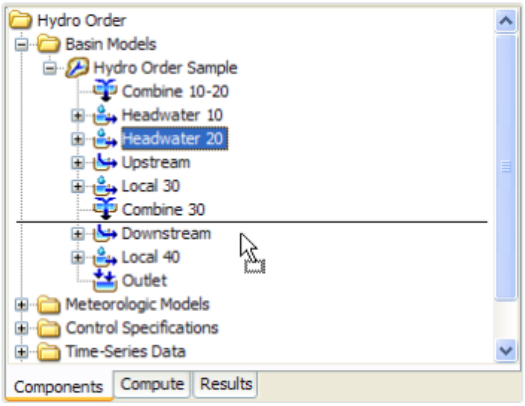
Bazı Havza Modellerinde birden fazla çıkış bulunabilir. Bu durumda, her bir outlet ve ona bağlı memba elemanları yukarıda açıklanan yönteme göre kendi içinde sıralanır. Daha sonra çıkışların drenaj alanları kullanılarak ikinci bir sıralama yapılır. Drenaj alanı en büyük olan çıkış, Havza Gezgininde en altta yer alır ve ona ait memba elemanları bunun üstünde gösterilir. Drenaj alanı en küçük olan çıkış ise Havza Gezgininin en üstünde yer alır ve ona ait memba elemanları bunun üstünde gösterilir.

Bazı durumlarda hidrolojik elemanların otomatik sıralanması istenen sonucu vermeyebilir. Bu durumda sıralama elle (manuel olarak) ayarlanabilir ve yapılan bu düzenleme yeni hidrolojik sıra olarak korunur. Manuel düzenleme yapmak için iki yöntem bulunmaktadır. Birinci yöntem**,** Havza Gezgininde bir elemanın üzerine tıklayarak onu seçmektir. Ardından eleman üzerinde sağ tıklanır ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi *Move Up* veya *Move Down* menü komutlarından biri seçilir. Seçilen eleman, eleman sıralamasında bir konum yukarı veya aşağı taşınır. Bir elemanı birden fazla konum yukarı ya da aşağı taşımak için bu işlemin tekrarlanması gerekir. Ayrıca bitişik (ardışık) bir eleman grubunu seçebilir ve bunların tamamını birlikte bir konum yukarı veya aşağı taşınabilir.



Şekil 5.28 Sağ Fare Menüsü ile Bir Elemanın Hidrolojik Sıradaki Konumunun Manuel Olarak Değiştirilmesi

Havza Gezgininde seçili olan herhangi bir eleman, fare kullanılarak bir seferde birden fazla konuma taşınabilir. Önce bir elemanın üzerine tıklanarak seçilir. Ardından fare dikkatlice seçili elemanın üzerine getirilir, sol fare tuşuna basılı tutularak fare sürüklenir. Elemanı sürüklerken imlecin şekli değişecek ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi bir yerleştirme çizgisi (*insertion line*) görünecektir. Bu çizgi, fare tuşu bırakıldığında elemanın yerleştirileceği konum gösterilir. Eleman yerleştirilmek istenilen konuma gelene kadar fare diğer elemanların üzerinde yukarı veya aşağı doğru sürüklenir ve ardından fare tuşu bırakılır. Eleman, hidrolojik sırada yeni konumuna taşınacaktır.

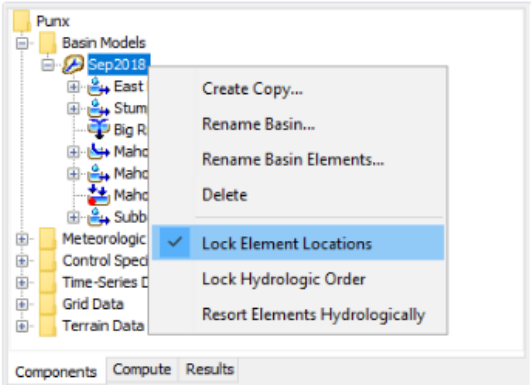


Şekil 5.29 Bir Elemanın Hidrolojik Sıradaki Konumunun Sürükle-Bırak Yöntemiyle Manuel Olarak Değiştirilmesi

Program genelinde gösterilen *Global Editor*'ler ve Simülasyon Sonuçları, Havza Gezgininde olduğu gibi elemanları hidrolojik sıraya göre görüntüler. Bir düzenleyici (*editor*) veya sonuç penceresi ilk açıldığında hidrolojik sıra kullanılır. Ancak her sonuç penceresinde, hidrolojik sıra ile alfabetik sıra arasında geçiş yapmaya imkân veren bir seçim seçeneği de bulunmaktadır.

Eleman Konumlarının Kilitlenmesi

Elemanların taşınması, bir Havza Modeli oluşturmanın önemli bir parçasıdır. Ancak tüm elemanlar oluşturulup akım ağı içinde bağlandıktan sonra genellikle elemanları yeniden taşımaya gerek kalmaz. Bununla birlikte, kullanıcının fare kullanma becerisine ve farenin donanımsal hassasiyet ayarlarına bağlı olarak, bir eleman seçildiğinde istemeden küçük mesafelerle yer değiştirebilir. Bu tür istemeden yapılan taşımaları önlemek için Eleman Konumları Kilitlenebilir (*Lock Element Locations*). Havza Gezgininde bir *Basin Model* düğümü üzerinde sağ tıklanır ve *Lock Element Locations* menü seçeneği seçilir. Bu seçenek, elemanların taşınmasına izin verilmesi ile eleman konumlarının taşımayı engelleyecek şekilde kilitlenmesi arasında geçiş (*toggle*) yapar. Kilitleme etkinleştirildiğinde elemanları taşımak artık mümkün değildir. Elemanları yeniden taşımak isterseniz kilitleme seçeneğinin kapatılması yeterli olacaktır.



Şekil 5.30 Havza Modeli Haritası İçindeki Eleman Konumlarının Kilitlenmesi Simgeleri

Hidrolojik Sıranın Kilitlenmesi

Bazı durumlarda bir elemanın akım ağındaki mansap bağlantısının değiştirilmesi gerekebilir. Diğer zamanlarda ise Havza Modeline yeni bir eleman eklemek gerekebilir. Bu gibi durumlarda elemanların otomatik hidrolojik olarak sıralanması faydalıdır. Bunun dışındaki zamanlarda hidrolojik sıranın değiştirilmesine gerek yoktur. Hatta hidrolojik sırada çok sayıda manuel düzenleme yapılmışsa, bu sıralamanın istemeden yeniden sıralanmaya veya değiştirilmeye karşı korunması gerekir. Bu tür istenmeyen değişiklikleri önlemek için hidrolojik sıra kilitlenebilir.

Havza Gezgininde bir *Basin Model* düğümü üzerinde sağ tıklanır ve *Lock Hydrologic Order* menü seçeneği seçilir. Kilitleme devre dışı olduğunda, Havza Gezginindeki *Basin Model* için sağ fare menüsünü kullanarak elemanları yeniden sıralamak mümkündür. Ayrıca, Havza Gezgininde bir eleman için sağ fare menüsünü kullanarak manuel düzenleme yapılabilir ya da eleman fare ile sürüklenerek taşınabilir. Elemanlar Havza Modeline eklendikçe veya mansap akım bağlantıları değiştirildikçe sıralama da otomatik olarak güncellenir.

Lock Hydrologic Order etkinleştirildiğinde, eleman sıralamasında hiçbir manuel değişiklik yapılamaz. Sağ fare menüleri ve fare ile sürükleme işlemleri devre dışı bırakılır. Havza Modeline eklenen tüm yeni elemanlar, eleman listesinin en altına yerleştirilir. Mansap akım bağlantıları değiştirilse bile elemanlar hidrolojik sıradaki konumlarını değiştirmez. Herhangi bir değişiklik yapmak için kilitlemeyi kapatılması gerekir.

5.5 BÖLGELER

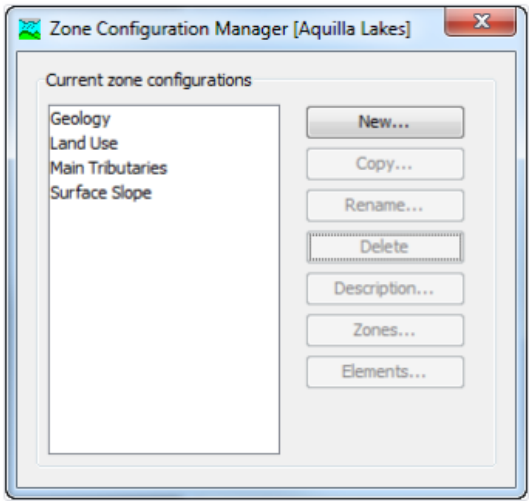
Bölgeler (*Zones*), benzer özelliklere sahip elemanları bir arada gruplamak için bir yol sağlar. Bu gruplama mekânsal olarak yapılabilir; örneğin büyük bir havza her bir kol (*tributary*) için ayrı bir bölge olacak şekilde alt bölümlere ayrılabilir. Mekânsal alt bölümlendirmenin bir diğer yolu da memba ve mansap ölçüm istasyonları (*gage*) arasındaki tüm alt havzaların aynı bölgede toplanmasıdır. Alternatif olarak gruplama parametrik olarak da yapılabilir; örneğin bir havza her bir arazi kullanım türü için ayrı bir bölgeye ayrılabilir. Elemanların bölgelere (*zones*) ayrılmasında kullanılan özellikler kullanıcı tarafından tanımlanır ve anlamlı herhangi bir ölçüt esas alınabilir. Bölgeler, Havza Modelinin bir parçası olarak tanımlanır ve yönetilir. Bölgeler tanımlandıktan sonra,

temel kullanım amaçları *Forecast Alternative* içinde parametre değerlerinin ayarlanmasıdır; bu konu ilerleyen bir bölümde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Kısaca ifade etmek gerekirse, bir tahmin çalışması sırasında parametre değerleri bir kez ayarlanır ve bu değerler bir bölge içindeki tüm alt havzalara (*subbasins*) anında uygulanır.

Bölgelerin (*zones*) kullanımında üç adet organizasyon seviyesi bulunmaktadır. En alt seviye Bireysel Elemanlardır (*Individual Elements — subbasins veya reaches*). Elemanlar gerçek parametre verilerini içerir ve havza içinde fiziksel olarak yer alır. Orta seviye Bölge (*Zone*)'dir. Her bölge bir veya daha fazla eleman içerir. Elemanlar, önceki paragrafta açıklanan şemalardan biri kullanılarak bölgelere atanır. En üst seviye ise Bölge Konfigürasyonu *(Zone Configuration)*'dur. Her bölge konfigürasyonu bir veya daha fazla bölge içerir. Bir Havza Modeli birden fazla konfigürasyon içerebilir.

Yeni Bir Bölge Konfigürasyonu Oluşturma

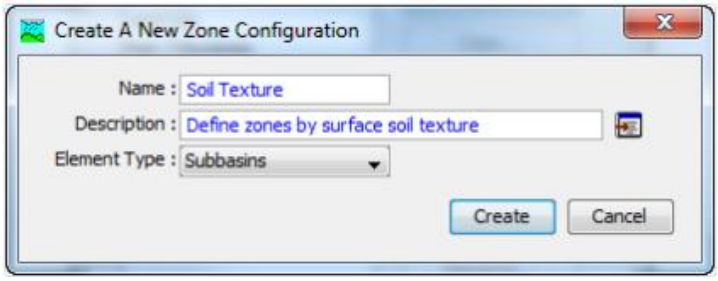
Yeni bir bölge konfigürasyonu, *Zone Configuration Manager* kullanılarak oluşturulur. Yöneticiye erişmek için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilir. Yönetici açıldığında, Havza Modelinde mevcut olan tüm bölge konfigürasyonlarını gösterir. Bölge konfigürasyonlarını yönetirken veya programın başka bölümlerinde işlem yaparken bu yönetici açık kalabilir. Yönetici sağ üst köşedeki *X* düğmesi ile kapatılabilir. Bölge konfigürasyonu listesinin sağ tarafındaki düğmeler, mevcut konfigürasyonları yönetmek veya yeni bir tane oluşturmak için kullanılabilir.



Şekil 5.31 Elemanları Gruplama Şemalarını İçeren Dört Konfigürasyonu Gösteren Zone Configuration Manager

Yeni bir bölge konfigürasyonu oluşturmak için *New* düğmesine basılır. Düğmeye bastıktan sonra, oluşturulacak yeni bölge konfigürasyonuna bir ad ve açıklama girilebilen bir pencere açılır. Yeni konfigürasyon için varsayılan bir ad sağlanır; bu adı kullanabilir veya eni bir adla değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Bu düzenleyici, uzun

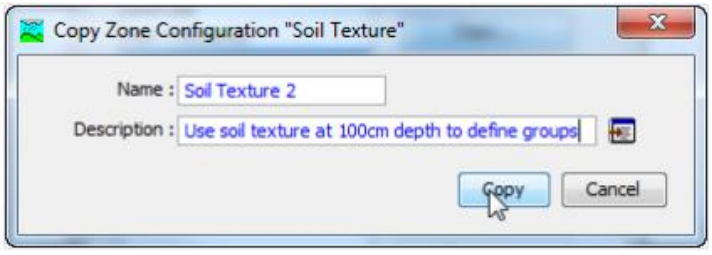
açıklamaları girmek ve düzenlemek için daha kullanışlıdır. Bir bölge konfigürasyonu alt havza (*subbasin*) ya da kanal (*reach*) elemanlarını içerebilir; ancak her iki türü birden içeremez. Diğer eleman türleri bir bölge konfigürasyonuna dâhil edilemez. Bölge konfigürasyonunda yer alacak eleman türü seçilir. Ad, açıklama ve eleman türünden girildiğinde, yeni bölge konfigürasyonu oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* düğmesine basılır. Yeni konfigürasyon için bir ad belirtilmemişse *Create* düğmesi aktif olmaz. Eğer vazgeçer ve yeni bir bölge konfigürasyon oluşturulmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Zone Configuration Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.32 Yeni Bir Bölge Konfigürasyonu Oluşturulması

Bir Bölge Konfigürasyonunun Kopyalanması

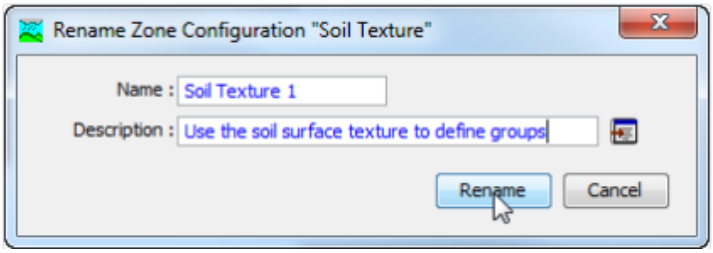
Bir bölge konfigürasyonunu kopyalamak için, *Parameters* menüsünden erişilen *Zone Configuration Manager* kullanılır. Mevcut konfigürasyonlar listesinden kopyalamak istenilen bölge konfigürasyonu tıklanarak seçilir. Konfigürasyon, seçildikten sonra vurgulanmış (*highlighted*) olarak gösterilir. Bir konfigürasyonu seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Copy* düğmesine basılabilir. Bunun ardından, oluşturulacak kopyaya bir ad ve açıklama girilebilecek *Copy Zone Configuration* penceresi açılır. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu adı kullanabilir veya isteğe bağlı değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzunsa, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen bölge konfigürasyonunu kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Copy* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ve seçilen bölge konfigürasyonu kopyalamak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Zone Configuration Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.32 Bir Bölge Konfigürasyonunun Kopyasının Oluşturulması

Bir Bölge Konfigürasyonunun Yeniden Adlandırılması

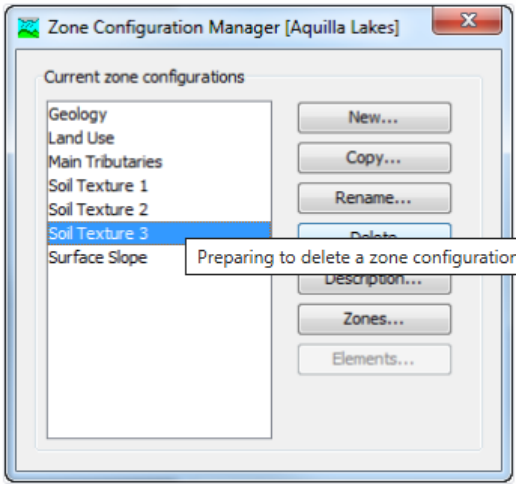
Bir bölge konfigürasyonunu yeniden adlandırmak için, *Parameters* menüsünden erişilen *Zone Configuration Manager* kullanılır. Mevcut konfigürasyonlar listesinden yeniden adlandırmak istenilen bölge konfigürasyonunu tıklanarak seçilir. Konfigürasyon seçildikten sonra vurgulanmış (*highlighted*) olarak gösterilir. Bir konfigürasyonu seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılabilir. Bunun ardından, yeni adın girilebileceği *Rename Zone Configuration* penceresi açılır. İstenirse aynı anda açıklamada değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen bölge konfigürasyonunu yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Rename* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ve seçilen bölge konfigürasyonunu yeniden adlandırmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya *Rename Zone Configuration* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Zone Configuration Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.33 Bir Bölge Konfigürasyonunun Yeniden Adlandırılması

Bir Bölge Konfigürasyonunun Silinmesi

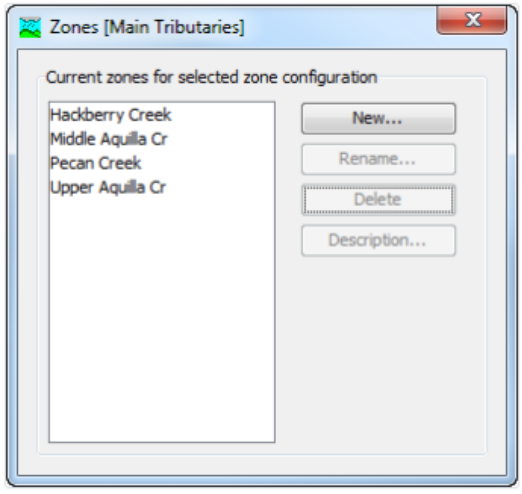
Bir bölge konfigürasyonunu silmek için, *Parameters* menüsünden erişilen *Zone Configuration Manager* kullanılır. Mevcut konfigürasyonlar listesinden silinmek istenilen bölge konfigürasyonu tıklanarak seçilir. Seçilen konfigürasyon seçildikten sonra vurgulanmış (*highlighted*) olarak gösterilir. Pencerenin sağ tarafındaki *Delete* düğmesine basılarak seçilen bölge konfigürasyonu silinir. Bunun ardından, seçilen konfigürasyonun silinmek istenildiğinin onaylanması gereken bir pencere açılır. *OK* düğmesine basılarak konfigürasyon silinir. Eğer vazgeçer ve seçilen bölge konfigürasyonu silinmek istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Zone Configuration Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.34 *Zone Configuration Manager*'dan Bir Bölge Konfigürasyonunu Silmeye Hazırlanma

Bir Konfigürasyon İçinde Bölge Oluşturma

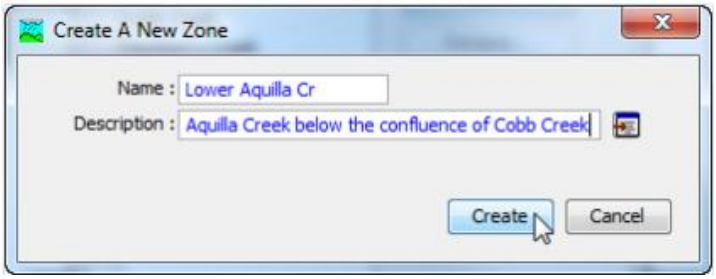
Yeni bir bölge, *Zone Configuration Manager*'dan doğrudan erişilen *Zones* penceresi kullanılarak oluşturulur. Başlamak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilerek yönetici açılır. Ardından, yeni bir bölge eklemek istenilen bölge konfigürasyonu mevcut konfigürasyonlar listesinden tıklanarak seçilir. Seçilen konfigürasyon, tıklandıktan sonra vurgulanmış olarak gösterilir. Bir bölge konfigürasyonunu seçtikten sonra *Zones* düğmesine basılarak *Zones* penceresi açılabilir. Son olarak, *Zones* penceresindeki *New* düğmesine basılarak yeni bir bölge oluşturma işlemine başlanır.



Şekil 5.35 Bir Bölge Konfigürasyonundaki Bölgelerin Yönetilmesi

Düğmeye basıldıktan sonra, seçilen bölge konfigürasyonuna eklenecek yeni bölgeye bir ad ve açıklama girilebilecek bir pencere açılır. Yeni bölge için varsayılan bir ad sağlanır; bu ad kullanabilir veya değiştirilebilir.

Ayrıca bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzunsa, açıklama alanının sağındaki düğmeye basılarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Bu düzenleyici, uzun açıklamaları girmek ve düzenlemek için daha kullanışlıdır. Ad ve açıklama girildiğinde, yeni bölge oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* düğmesine basılır. Yeni bölge için bir ad belirtilmemişse *Create* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçer ve yeni bir bölge oluşturulmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Zones* penceresine geri dönülebilir.

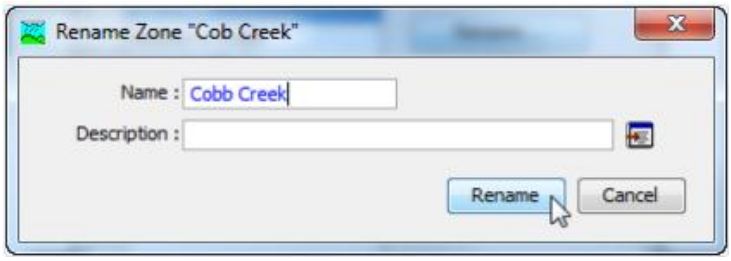


Şekil 5.36 Yeni Bir Bölge Oluşturulması

Bir Konfigürasyon İçindeki Bir Bölgenin Yeniden Adlandırılması

Bir bölgeyi yeniden adlandırmak için, *Zone Configuration Manager*'dan doğrudan erişilen *Zones* penceresi kullanılır. Başlamak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilerek yönetici açılır. Ardından, yeniden adlandırılmak istenilen bölgeyi içeren bölge konfigürasyon mevcut konfigürasyonlar listesinden tıklanarak seçilir. Seçilen konfigürasyon, tıklandıktan sonra vurgulanmış olarak gösterilir. Bir bölge konfigürasyonunu seçtikten sonra *Zones* düğmesine basılarak *Zones* penceresi açılır. Son olarak, yeniden adlandırılmak istenilen bölgeyi *Zones* listesinden tıklanarak seçilir ve *Zones* penceresinin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılır.

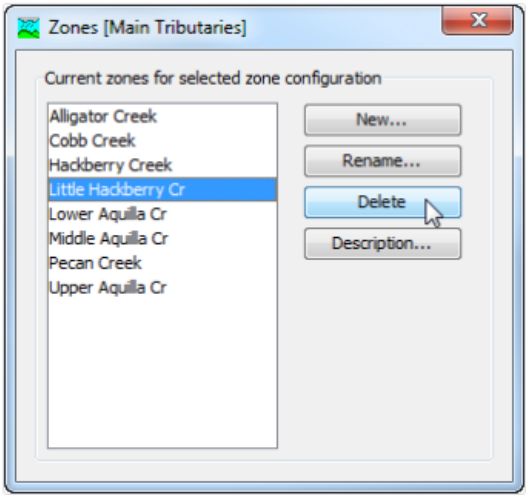
Yeni bir ad girilebilecek *Rename Zone* penceresi açılır. İstenir ise aynı anda açıklama da değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildikten sonra, seçilen bölgeyi yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Rename* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen bölge yeniden adlandırılmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya *Rename Zone* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Zones* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 5.37 Bir Bölgenin Yeniden Adlandırılması

Bir Konfigürasyondaki Bölgenin Silinmesi

Zone Configuration Manager'dan doğrudan erişilen *Zones* penceresinden bir bölge silinebilir. Başlamak için, *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilerek *Zone Configuration Manager* açılır. Ardından, silinmek istenilen bölgeyi içeren *zone configuration* listeden seçilir ve seçilen *zone configuration* tıklandıktan sonra vurgulanır. Bir *zone configuration* seçtikten sonra, *Zones* düğmesine tıklanarak *Zones* penceresi açılabilir. Ardından, silinmek istenilen bölge *zones* listesinden seçilir ve Zones penceresinin sağ tarafındaki *Delete* düğmesine basılır. Bir onay penceresi açılarak seçilen bölgenin silinmek istendiğinin doğrulanması istenir. Bölgeyi silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer vazgeçilir ve bölge silinmek istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Zones* penceresine geri dönülebilir.

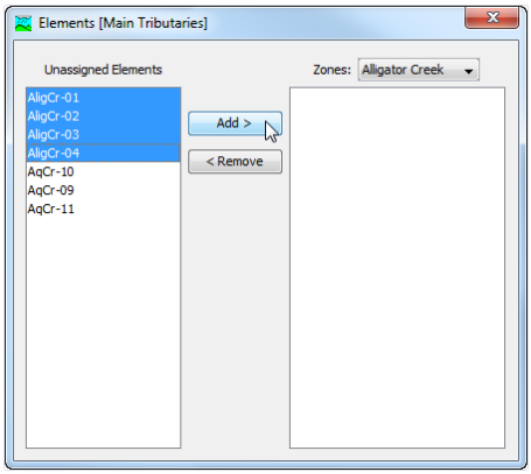


Şekil 5.38 Bir Zone Configuration'dan Bölge Silme

Bir Bölgeye Eleman Ekleme

Elements penceresi kullanılarak bir Bölgeye eleman eklenebilir; bu pencereye *Zone Configuration Manager* üzerinden doğrudan erişilir. Başlamak için: *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilerek *Zone Configuration Manager* açılır. Eleman eklenmek istenilen Bölge *zone configuration* listesinden seçilir. Listeden bir konfigürasyona tıklandığında seçilen konfigürasyon vurgulanır. *Zone Configuration* seçildikten sonra, *Elements* düğmesine tıklanarak *Elements* penceresi açılabilir.

Elements penceresinin sol tarafı, henüz bir Bölgeye atanmış olmayan tüm elemanları gösterir. Pencerenin sağ üst köşesindeki *Zones Selector* ile seçilen *zone configuration* içindeki farklı Bölgeler arasında geçiş yapılabilir. Eleman eklenmek istenilen Bölgenin seçilmesi gerekir. *Elements* penceresinin sağ tarafı ise, seçilen *Bölgeye* eklenmiş tüm elemanları gösterir.



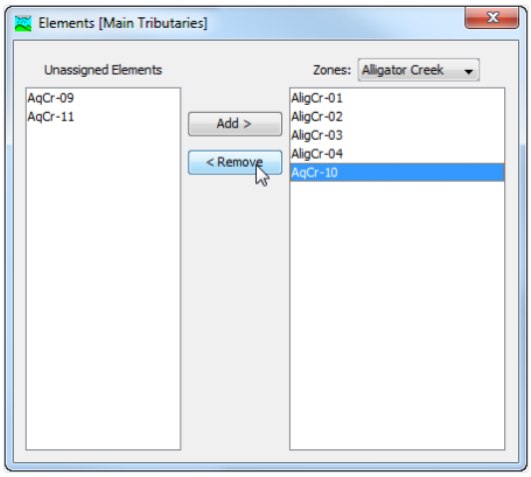
Şekil 5.39 Seçilen Bölgeye Eleman Eklemek için *Add* Düğmesine Basılır

Seçilen Bölgeye eleman eklemenin iki yolu vardır. Birinci yöntem: *Elements* penceresinin sol tarafında bulunan, henüz atanmamış bir eleman tıklanır. Birden fazla eleman eklemek için *CTRL* tuşunu basılı tutarak eklenmek istenilen diğer elemanlar da tıklanabilir. Tıklanan elemanlar vurgulanır. Ardından, seçilen elemanları seçilen Bölgeye eklemek için *Add* düğmesine basılır.

İkinci yöntem: Seçilen Bölgeye eleman eklemenin diğer yolu, henüz atanmamış elemanlar listesindeki elemana çift tıklamaktır. Bir elemana çift tıklandığında, eleman otomatik olarak seçilen Bölgeye eklenir ve henüz atanmamış elemanlar listesinden çıkarılır.

Bir Bölgeden Eleman Kaldırma

Elements penceresi kullanılarak bir Bölgeden eleman kaldırılabilir; bu pencereye *Zone Configuration Manager* üzerinden doğrudan erişilir. Başlamak için: *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Zone Configuration Manager* komutu seçilerek *Zone Configuration Manager*'açılır. Elemanları kaldırmak istenilen Bölgeyi içeren *zone configuration*'ı listeden seçilir. Listeden bir konfigürasyon tıklandığında seçilen konfigürasyon vurgulanır. *Zone Configuration* seçildikten sonra**,** *Elements* düğmesine tıklanarak *Elements* penceresi açılabilir.



Şekil 5.39 Seçilen Bölgeden Elemanları, Atanmamış Elemanlar Listesine Geri Göndermek İçin *Remove* düğmesi

Elements penceresinin sağ tarafı, bir Bölgeye atanmış tüm elemanları gösterir. Pencerenin sağ üst köşesindeki *Zones Selector* ile seçilen *zone configuration* içindeki farklı Bölgeler arasında geçiş yapılabilir. Elemanları kaldırılmak istenilen Bölgenin seçilmesi gerekir. *Elements* penceresinin sol tarafı ise henüz bir Bölgeye atanmış olmayan tüm elemanları gösterir.

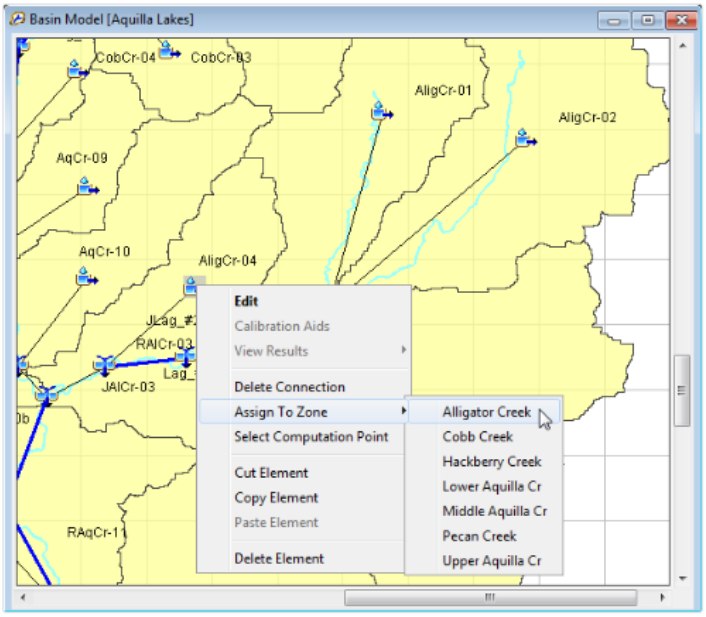
Seçilen Bölgeden eleman kaldırmanın iki yolu vardır. Birinci yöntem: *Elements* penceresinin sağ tarafında bulunan, seçilen Bölgeye atanmış bir elemana tıklanır. Birden fazla eleman kaldırmak için *CTRL* tuşunu basılı tutarak eklenmek istenilen diğer elemanlara da tıklanabilir. Tıklanan elemanlar vurgulanır. Ardından, seçilen elemanları henüz atanmamış elemanlar listesine geri göndermek için *Remove* düğmesine basılır.

İkinci yöntem: Seçilen Bölgeden eleman kaldırmanın diğer yolu, Bölge elemanları listesindeki elemana çift tıklamaktır. Bir elemana çift tıklandığında, eleman otomatik olarak seçilen Bölgeden kaldırılır ve henüz atanmamış elemanlar listesine eklenir.

Mevcut Bölge Yapısı Seçme

Bir Bölge Yapısı (*zone configuration), Basin Model Map* penceresinde, global editörlerde ve harita üzerinden erişilen sonuçlarda aktif olarak seçilebilir. Mevcut Bölge Yapısını seçmenin iki yolu vardır. Birinci yöntem: *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Select Zone Configuration* komutu kullanılarak bir Bölge Yapısı seçilir. Bu komut, *Basin Model* içinde oluşturulmuş tüm Bölge Yapılarını gösterir. Seçilen konfigürasyon, *Select Zone Configuration* komutunda bir onay işareti (✓) ile belirtilir.

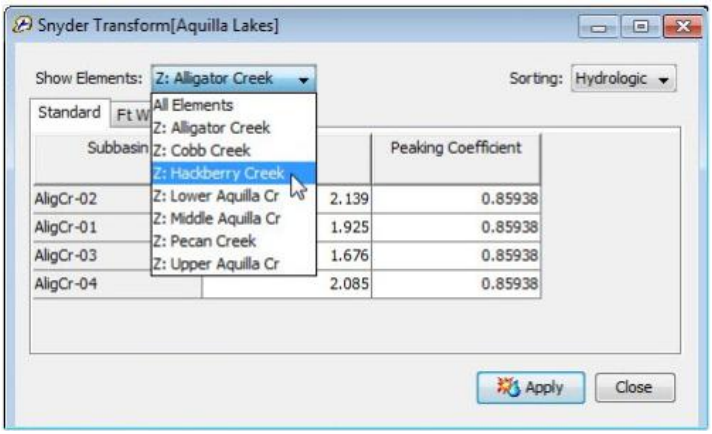
İkinci yöntem: Mevcut Bölge Yapısı seçmenin diğer yolu, araç çubuğundaki *seçim kutusu*nu kullanmaktır. Bu seçim kutusu, *Basin Model* içinde oluşturulmuş tüm Bölge Yapısını gösterir. İstenilen Bölge Yapısını seçmek için bu kutu kullanılır.



Şekil 5.40 Alt Havzayı Mevcut Zone Configuration'daki Seçilen Zone'a Atama

Mevcut bir Bölge Yapısı (*zone configuration)* seçildikten sonra, elemanlar bir Bölgeye eklenebilir veya Bölgeler arasında taşınabilir. Bir elemanı atamak veya mevcut atamasını değiştirmek için, *Basin Model Map* penceresinde elemanın üzerine sağ fare düğmesi ile tıklanır. *Assign To Zone* komutu, atama için kullanılabilir Bölgeleri gösterir. Eleman henüz bir Bölgeye atanmadıysa, seçilen *Bölgeye* atanır. Eleman zaten bir *zone*'a atanmışsa, mevcut zone'undan otomatik olarak kaldırılır ve yeni seçilen *zone*'a atanır. Harita üzerinden bir *zone*'a atanan elemanlar, her seferinde tek tek atanmalıdır.

Mevcut bir Bölge Yapısı olduğunda, *Global Editors* ek özellikler sunar. Aşağıda gösterildiği gibi, *Global Editor, Basin Model* içindeki tüm elemanları gösterebilir veya mevcut Bölge Yapısı içindeki yalnızca bir *zone*'daki elemanları gösterecek şekilde değiştirilebilir. Tüm zone'lar, *Z:* ön eki ile seçim listesinde gösterilir; bu ön ek, öğenin bir zone olduğunu belirtir. Listeye ek seçim öğeleri de dahil edilebilir ve bunlar farklı bir ön ek ile gösterilir.



Şekil 5.41 Global Editor'da Zone'a Atanmış Alt Havzaların Parametre Verilerini Görüntüleme

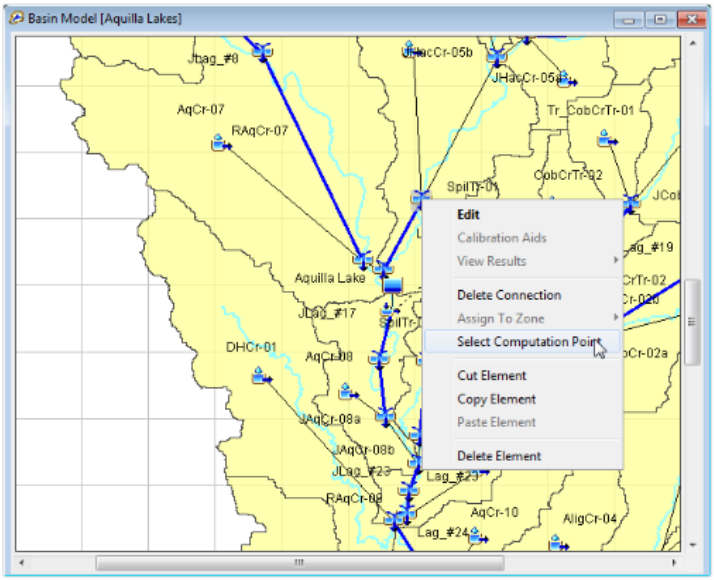
5.6 HESAPLAMA NOKTALARI

Havza Modeli içindeki elemanlar, Hesaplama Noktası (*Computation Point*) olarak tanımlanabilir. Genel olarak, yalnızca gözlemlenmiş debi, gözlemlenmiş seviye veya diğer gözlemlenmiş veriye sahip elemanlar hesaplama noktası olarak belirlenir. Hesaplama noktaları, öncelikle Simülasyon Çalıştırmaları (*Simulation Runs*) ve Tahmin Alternatifleri (*Forecast Alternatives*) ile kullanım için tasarlanmıştır. Bir simülasyon çalıştırması ile kullanıldığında, hesaplama noktasının temel özellikleri şunlardır: Hesaplama noktasının yukarısındaki parametreleri ayarlamak için kaydırmalı çubuklar (*slider bars*) kullanılarak özelleştirilebilir, zaman serisi seçimleri ile sonuç grafikleri görüntülenebilir. Simülasyon çalıştırmasından elde edilen sonuçlar, kaydırmalı çubuklar ayarlandıkça otomatik olarak yeniden hesaplanır ve sonuç grafikleri dinamik olarak güncellenir. Tahmin alternatifleri ile kullanıldığında ise hesaplama noktasının temel işlevi, yukarıdan aşağıya doğru kalibrasyonu daha verimli hale getirmektir.

Hesaplama Noktalarının Seçilmesi

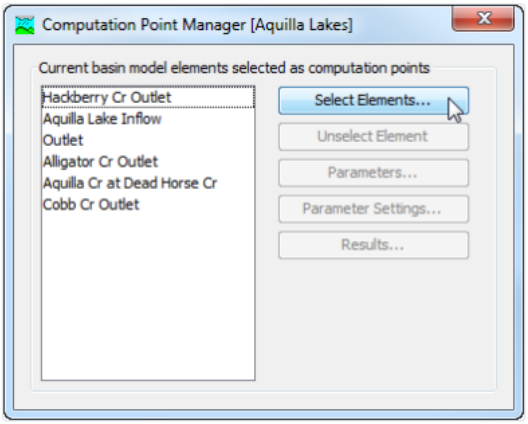
Havza Modelindeki herhangi bir eleman hesaplama noktası olarak seçilebilir ve hesaplama noktası sayısı için herhangi bir sınır yoktur. Genellikle bir eleman yalnızca, kalibrasyona yardımcı olabilecek gözlemlenmiş veri içeriyorsa hesaplama noktası olarak atanır. Ancak gözlemlenmiş veri mutlaka gerekli değildir.

Bir elemanı hesaplama noktası olarak seçmenin iki yolu vardır. Birinci yöntem: Havza Modeli Harita penceresinde elemanın üzerine sağ fare düğmesi ile tıklamaktır. Ardından Hesaplama Noktasını Seç *(Select Computation Point)* komutunu seçerek elemanı hesaplama noktası olarak atanabilir. Bir eleman yalnızca henüz hesaplama noktası olarak seçilmemişse bu şekilde seçilebilir. Hesaplama noktası olarak seçilen bir eleman, Havza Modeli Harita penceresinde ve *Watershed Explorer*'da ikonunun üzerine eklenen küçük kırmızı bir daire ile gösterilir.



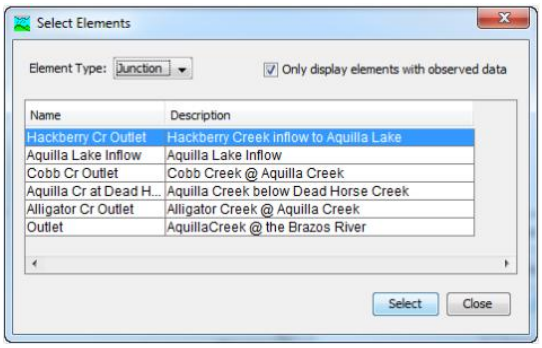
Şekil 5.42 Havza Modeli Haritasında Bir Kavşağın Sağ Tıklama ile Hesaplama Noktası Olarak Ayarlanması

Bir elemanı hesaplama noktası olarak seçmenin ikinci yolu, *Computation Point Manager* penceresini kullanmaktır. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir. *Computation Point Manager*, daha önce hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Bir elemanı hesaplama noktası olarak seçme işlemine başlamak için *Select Elements* düğmesine basılır.



Şekil 5.43 Hesaplama Noktası Yöneticisi

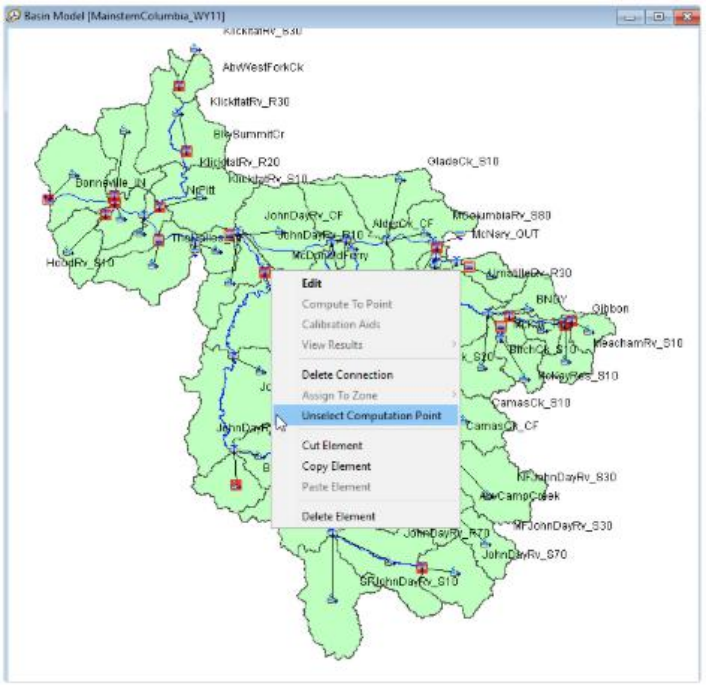
Eleman Seç penceresi *(Select Elements)*, seçim tablosunda görüntülenecek eleman türünü seçmek için bir seçim listesi içerir. Seçim tablosu, seçilen eleman türüyle eşleşen Havza Modelindeki tüm elemanların adını ve açıklamasını gösterir. Varsayılan olarak tabloda yalnızca gözlemlenmiş veriye sahip elemanlar gösterilir; ancak pencerenin sağ üst kısmındaki seçenek kullanılarak tüm elemanlar görüntülenebilir. Bir elemanı hesaplama noktası olarak seçmek için tabloda ilgili satıra tıklanır ve *Select* (Seç) düğmesine basılır. Tabloda bir satır seçilmeden seçim yapılamaz; seçilen satır vurgulanarak gösterilir. Elemanları seçme işlemi tamamlandığında *Close* (Kapat) düğmesine basılır; böylece *Computation Point Manager* penceresine geri dönülür.



Şekil 5.44 Elemanların Hesaplama Noktası Olarak Seçilmesi

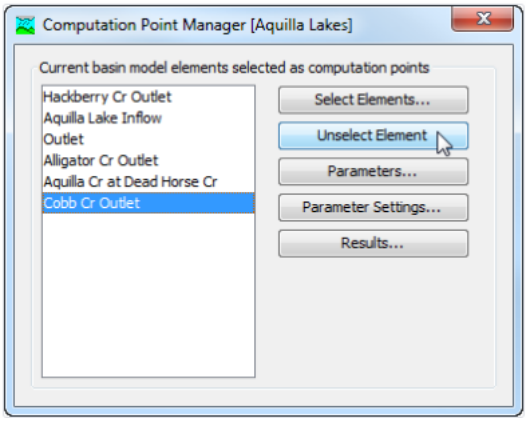
Hesaplama noktalarının seçimden çıkarılması

Bir elemanın artık hesaplama noktası olmaması için seçimden çıkarılmasının iki yolu vardır. Birinci yöntem: Havza Modeli Harita penceresinde elemanın üzerine sağ fare düğmesi ile tıklamaktır. Ardından Hesaplama Noktasını Kaldır *(Unselect Computation Point)* komutunu seçerek elemanın artık hesaplama noktası olmayacağı belirtilir. Bir eleman yalnızca hâlihazırda hesaplama noktası olarak seçilmişse bu şekilde seçimden çıkarılabilir. Eleman ikonuna eklenmiş olan küçük kırmızı daire, Havza Model Harita penceresinde ve *Watershed Explorer*'da kaldırılır; bu da elemanın artık bir hesaplama noktası olmadığını gösterir.



Şekil 5.45 Havza Model Haritasında Bir Kavşağın Sağ Tıklama ile Hesaplama Noktası Olmaktan Çıkarılması

Bir elemanı hesaplama noktası olmaktan çıkarmanın ikinci yolu *Computation Point Manager* penceresini kullanmaktır. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir. Yönetici, hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Hesaplama noktası olmaktan çıkarılacak elemanı listeden seçilir; seçilen eleman listede vurgulanır. Ardından *Unselect Element* düğmesine basarak seçilen elemanın hesaplama noktası ataması kaldırılır.

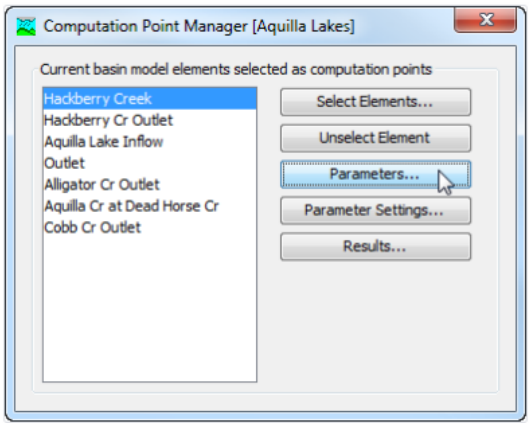


Şekil 5.46 Computation Point Manager Kullanarak Bir Elemanın Hesaplama Noktası Olmaktan Çıkarılması

Kalibrasyon Parametrelerinin Seçilmesi

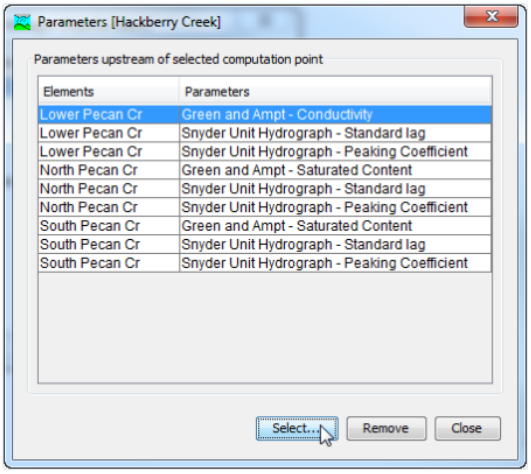
Her hesaplama noktası, bir simülasyon çalıştırmasının kalibrasyonuna yardımcı olmak için özelleştirilebilir bir editör içerir. Bu editör, içinde yer alacak parametrelerin seçilmesiyle özelleştirilebilir. Editör için seçilen parametreler, hesaplama noktasının yukarı akışındaki (*upstream*) elemanlarda bulunmalıdır. Eğer hesaplama noktası bir *subbasin* veya *reach* elemanı ise, o elemandaki parametreler de seçilebilir. Eğer yukarı akışta başka bir hesaplama noktası varsa, seçilen parametreler iki hesaplama noktası arasındaki elemanlarda bulunmalıdır. Bir hesaplama noktasında seçilen parametreler, yukarı akışta yeni bir hesaplama noktası seçilmesi durumunda otomatik olarak o noktaya aktarılır.

Bir hesaplama noktasındaki özelleştirilebilir editör için parametre seçme süreci *Computation Point Manager* penceresinde başlar. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir.



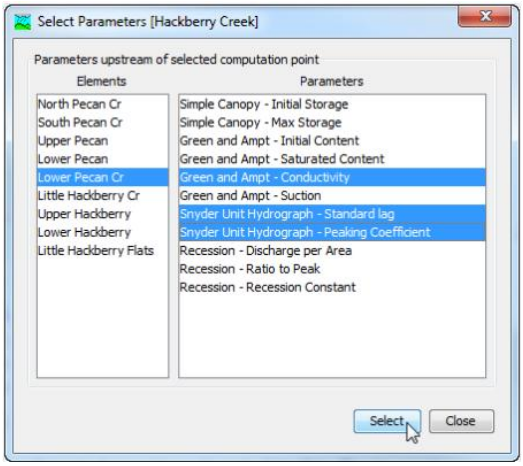
Şekil 5.47 Seçili Bir Hesaplama Noktasındaki Özelleştirilebilir Editör İçin Parametre Seçimine Hazırlanma

Yönetici, hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Parametre eklemek istenilen hesaplama noktası listeden seçilir; seçilen hesaplama noktası listede vurgulanır. *Parameters* düğmesine basılarak *Parameter Management* penceresi açılır ve ardından *Select* düğmesine basılarak hesaplama noktası için parametre seçme işlemine başlanır.



Şekil 5.48 *Parameters Management* Penceresi

Select Parameters (Parametre Seç) penceresi, bir hesaplama noktasına eklenecek parametreleri seçmek için kullanılır. Hesaplama noktasının yukarı akışındaki tüm *subbasin* ve *reach* elemanları pencerenin sol tarafındaki listede gösterilir. Eğer hesaplama noktası bir *subbasin* veya *reach* elemanı ise, bu eleman da listede yer alır. Pencerenin sol tarafındaki listeden bir elemanı tıklanır; seçilen eleman vurgulanır. Pencerenin sağ tarafı, seçilen elemandaki ve özelleştirilebilir editör için seçilebilecek tüm parametreleri gösterecek şekilde güncellenir. CTRL tuşunu basılı tutarak birden fazla parametreye tıklamak suretiyle aynı anda birden fazla parametre seçilebilir. Eklenmek istenilen parametreler seçildikten sonra *Select* (Seç) düğmesine basılır. Seçilen parametreler, kullanılabilir parametreler listesinden kaldırılır. Pencerenin sol tarafındaki listeden her bir elemanı ayrı ayrı tıklayarak o elemana ait parametrelerden seçim yapabilir ve farklı elemanlardan da parametre eklenebilir. Hesaplama noktası için parametre seçimi tamamlandığında *Close* (Kapat) düğmesine basılarak *Parameters* penceresine geri dönülür.

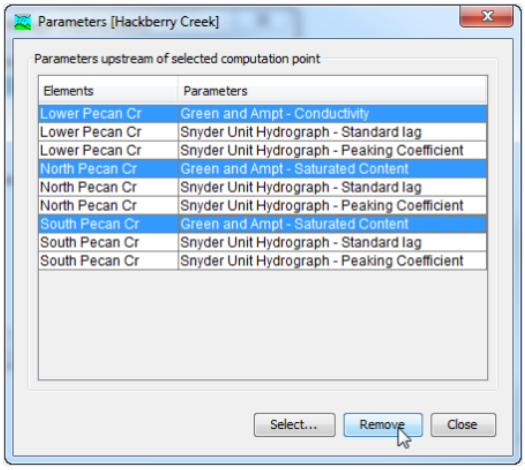


Şekil 5.49 Bir Alt Havza Elemanında Mevcut Olan Parametrelerden Hesaplama Noktası İçin Parametre Seçilmesi

Kalibrasyon Parametrelerinin Seçimden Çıkarılması

Bir hesaplama noktasındaki özelleştirilebilir editörden parametreleri kaldırma işlemine *Computation Point Manager* penceresini kullanarak başlanır. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir. Yönetici, hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Parametrelerini kaldırmak istenilen hesaplama noktası listeden seçilir; seçilen hesaplama noktası listede vurgulanır. Hesaplama noktasından parametre kaldırma işlemine başlamak için *Parameters* düğmesine basılır.

Parameters penceresi, hesaplama noktasında seçilmiş olan tüm parametreleri gösterir. Tablonun sol sütunu eleman adını, sağ sütunu ise parametreyi gösterir. Parametre, yöntem adı ile parametre adının birlikte yazılmasıyla belirtilir. Aşağıda gösterilen örnekte, tablodaki ilk satır *Lower Pecan Cr*. alt havzasının *Green Ampt* kayıp hızı yöntemine ait *Conductivity* parametresini temsil etmektedir. Bir parametreyi seçmek için tabloda ilgili satıra tıklanır; seçilen satır vurgulanır. Parametreyi hesaplama noktasından kaldırmak için *Remove* (Kaldır) düğmesine basılır. CTRL tuşunu basılı tutarak tabloda birden fazla satıra tıklamak suretiyle aynı anda birden fazla parametre seçimden çıkarılabilir. Parametre kaldırma işlemini tamamladığınızda *Close* (Kapat) düğmesine basılır; böylece *Computation Point Manager* penceresine geri dönülür.



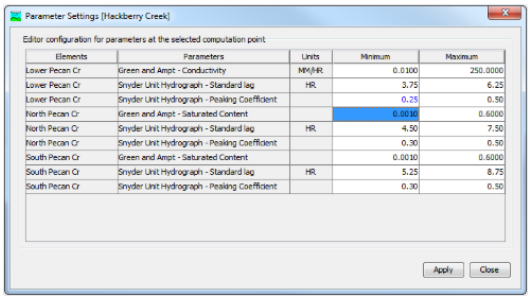
Şekil 5.50 Bir Hesaplama Noktasından Parametrelerin Seçimden Çıkarılması

Kalibrasyon Parametreleri için Ayarlar

Özelleştirilebilir editördeki parametreler kaydırma çubukları *(slider bars*) ile temsil edilir. Her bir parametre değeri, belirlenen minimum ve maksimum değerler arasındaki aralıkta kaydırıcı kullanılarak hızlı bir şekilde değiştirilebilir. Varsayılan olarak minimum ve maksimum değerler çok geniş bir aralığı kapsar. Belirli bir havzadaki bir alt havza veya bir akım kolu için ayarlama aralığını daha uygun hâle getirmek amacıyla her bir parametre için minimum ve maksimum değerleri değiştirebilir.

Bir hesaplama noktasındaki özelleştirilebilir editör için parametre ayarlarını *Computation Point Manager* penceresini kullanarak değiştirilir. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir. Yönetici, hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Parametre ayarları yapılmak istenilen hesaplama noktası listeden seçilir; seçilen hesaplama noktası listede vurgulanır. Hesaplama noktası için parametre ayarlarını düzenlemeye başlamak üzere *Parameter Settings* düğmesine basılır.

Parameter Settings (Parametre Ayarları) penceresi, bir hesaplama noktasında seçilmiş olan tüm parametreleri gösterir. Tablodaki her bir satır bir parametreye ait ayar bilgilerini içerir. Birinci sütun elemanın adını, ikinci sütun ise yöntem adını takiben parametre adını gösterir. Üçüncü sütun parametrenin birimini belirtir. Aşağıda gösterilen örnekte, tablodaki ilk satır *Lower Pecan Cr.* alt havzasının *Snyder transform* yöntemine ait *Standard Lag* parametresini temsil etmektedir. Parametrenin birimi *HR* olup saat anlamına gelir. Tablonun son iki sütununda parametre için minimum ve maksimum değerleri belirlenebilir. Parametre, bu minimum değerden daha küçük veya maksimum değerden daha büyük değerler alabilse de hesaplama noktasındaki özelleştirilebilir editörde yer alan kaydırma çubuğu parametre değerini yalnızca tabloda belirtilen aralık içinde ayarlayabilir.

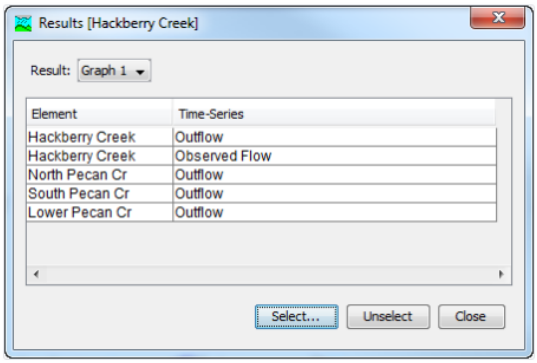


Şekil 5.51 Bir Hesaplama Noktasındaki Özelleştirilebilir Editörde Parametrelerin Minimum ve Maksimum Değerlerinin Değiştirilmesi

Hesaplama Noktası Sonuçları

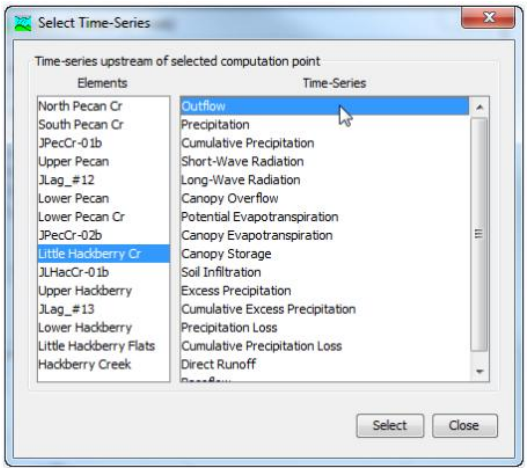
Bir hesaplama noktası isteğe bağlı olarak en fazla beş adet özelleştirilmiş sonuç grafiği içerebilir. Her bir grafikte hangi zaman serisi sonuçlarının gösterileceği belirlenebilir. Bir grafik için seçilen sonuçlar, hesaplama noktasının yukarı akışındaki elemanlarda veya doğrudan hesaplama noktasının kendisinde bulunmalıdır. Eğer yukarı akışta başka bir hesaplama noktası varsa, seçilen sonuçlar iki hesaplama noktası arasındaki elemanlarda yer almalıdır. Bir elemanda hesaplanan çeşitli zaman serilerinin herhangi biri bir grafiğe eklenebilir. Hesaplama noktasındaki özelleştirilebilir editörde parametre değerlerinde değişiklik yapıldığında, grafiklerdeki sonuçlar otomatik olarak güncellenir.

Bir hesaplama noktasındaki sonuçları *Computation Point Manager* penceresini kullanarak yapılandırılır. Yöneticiyi açmak için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Computation Point Manager* komutu seçilir. Yönetici, hesaplama noktası olarak seçilmiş tüm elemanları gösterir. Sonuç grafiklerini yapılandırmak istenilen hesaplama noktasını listeden seçilir; seçilen hesaplama noktası listede vurgulanır. Hesaplama noktası için sonuçları yapılandırmaya başlamak üzere *Results* düğmesine basılır. *Results* (Sonuçlar) penceresi açılır ve en fazla beş grafik için sonuçların yapılandırılmasına olanak sağlar. Pencerenin sol üst köşesindeki seçim kutusu, hangi grafiğin yapılandırılacağının seçimini sağlar; beş grafikten herhangi biri seçilebilir. Pencerenin ortasındaki tablo, seçilen grafik için eklenmiş tüm sonuçları gösterir. Grafiğe eklenen her bir sonuç için eleman adı ve sonuç adı tabloda görüntülenir.



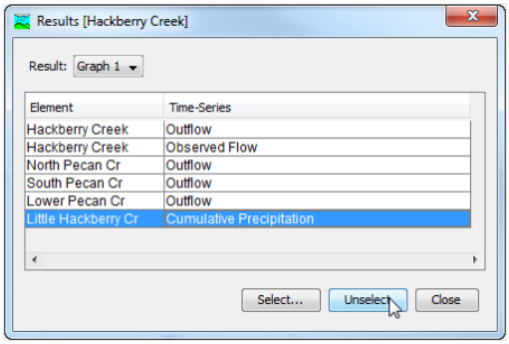
Şekil 5.52 Seçili Bir Hesaplama Noktasında Birinci Grafik İçin Seçilmiş Sonuçlar

Results penceresinde *Select* (Seç) düğmesine basarak bir grafiğe sonuç eklenebilir. Bunun üzerine *Select Time-Series* (Zaman Serisi Seç) penceresi açılır ve mevcut grafik seçimine eklenecek bir veya daha fazla sonucun seçimini sağlar. Pencerenin sol tarafı, hesaplama noktası elemanını ve onun yukarı akışındaki tüm elemanları gösterir. Grafiğe eklemek istenilen sonucu üreten elemanı seçilir. Elemanı fare ile tıklanarak seçilir; seçilen eleman listede vurgulanır. Aynı anda yalnızca bir eleman seçilebilir. Seçilen elemana ait tüm kullanılabilir zaman serileri pencerenin sağ tarafında gösterilir. Grafiğe eklemek istenilen zaman serisi sonucu üzerine tıklanarak seçilir ve ardından *Select* (Seç) düğmesine basılır. CTRL tuşunu basılı tutarak birden fazla sonuca tıklamak suretiyle aynı anda birden fazla zaman serisi sonucu eklenebilir *Select* düğmesine basıldığında seçilen tüm zaman serileri grafiğe eklenir. Daha önce grafiğe eklenmiş olan zaman serileri listede gösterilmez. Sonuç seçimini tamamlandığında *Close* (Kapat) düğmesine basılarak *Results* penceresine geri dönülür.



Şekil 5.53 Bir Hesaplama Noktasındaki Sonuç Grafiğine Eklemek Üzere Bir Alt Havza Elemanından Çıkış Debisi Zaman Serisinin Seçilmesi

Bir grafikten seçilmiş bir zaman serisi sonucunu doğrudan *Results* penceresinden kaldırabilir. Kaldırılmak istenilen sonuç fare ile tıklanarak seçilir; seçilen sonuç listede vurgulanır. CTRL tuşunu basılı tutarak ek sonuçlara tıklamak suretiyle aynı anda birden fazla sonuç seçilebilir. Seçili zaman serisi sonuçlarını mevcut grafik seçiminden kaldırmak için *Unselect* (Seçimi Kaldır) düğmesine basılır.



Şekil 5.53 Bir Hesaplama Noktasındaki Grafikten Bir Zaman Serisi Sonucunun Kaldırılması

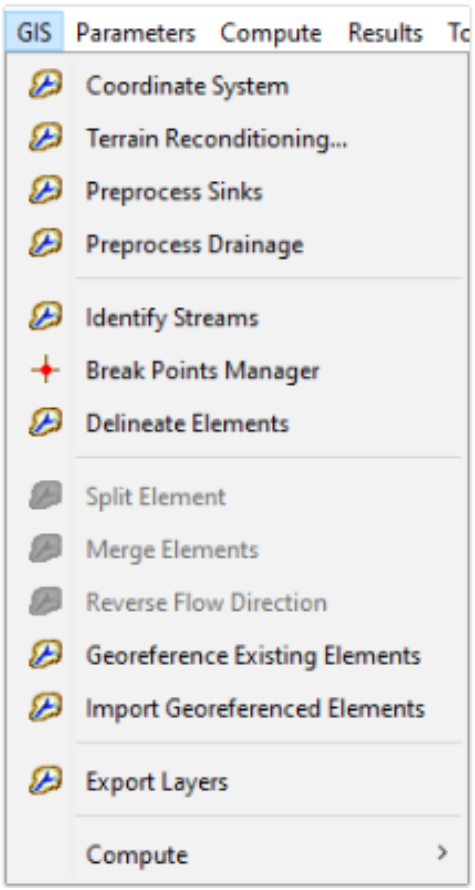
BÖLÜM 6

COĞRAFİ BİLGİLER

Bu bölümde, mekânsal (coğrafi) bilgi içeren modellerle çalışmak için HEC-HMS'te bulunan araçlar ele alınmıştır. Bu araçlar; hidrolojik elemanlar için mekânsal referansları ve sayısal yükseklik modeli (DEM) kullanılarak bir havzanın sınırlandırılmasına (*delineation*) yönelik araçları içerir. Bu araçların çoğu GIS menüsünde yer almakla birlikte, programın başka bölümlerinde de ele alınacaktır.

6.1 GIS MENÜSÜ

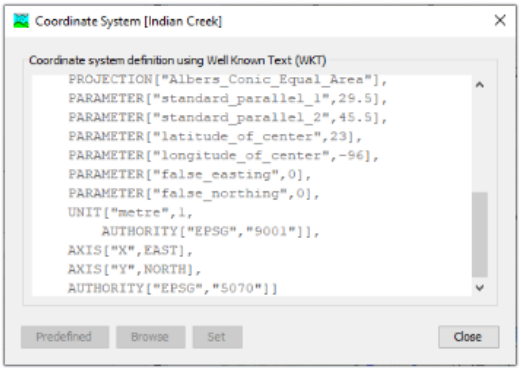
GIS menüsü altında çeşitli GIS araçları bulunmaktadır. Bu araçların birçoğu, bazı ön koşullar sağlanmadan etkinleşmez çoğu zaman bu ön koşul, bu menüdeki diğer araçların daha önce kullanılmış olmasıdır. Havza sınırlandırma (*watershed delineation*) işlevleri için bu menü bir yol haritası görevi görür: iş akışı yukarıdan aşağıya doğru sıralı olarak ilerler.



Şekil 6.1 GIS Menüsünde Mevcut Olan GIS Araçları

Koordinat Sistemi

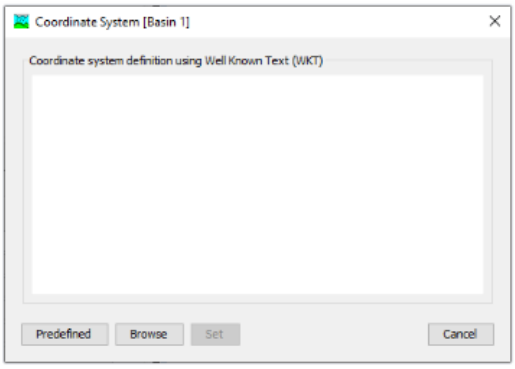
Bu araç, bir Havza Modeli (*Basin Model)* için koordinat sistemini ayarlama veya görüntülenmesine olanak sağlar. Eğer bir Havza Modeli seçiliyse ve ona bir koordinat sistemi atanmışsa, *GIS* | *Coordinate System* komutu seçildiğinde mevcut koordinat sistemi görüntülenir (aşağıda gösterildiği gibi).



Şekil 6.2 Bir Havza Modelinin Koordinat Sisteminin Görüntülenmesi

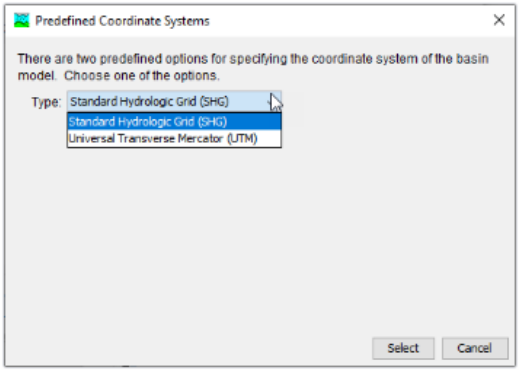
Eğer bir Havza Modeli seçiliyse ve henüz bir koordinat sistemi atanmamışsa, *GIS* | *Coordinate System* komutu seçildiğinde Havza Modelinin mekânsal referanslandırılması için bir koordinat sistemin seçilmesi gerekir. İlk olarak boş bir *Coordinate System Selection* (Koordinat Sistemi Seçimi) penceresi görüntülenir. Burada *Predefined* (Ön Tanımlı) düğmesi seçilerek önceden tanımlı bir koordinat sistemi kullanılabilir. Ayrıca koordinat sistemine sahip bir GIS verisine göz at (*Browse*) seçilerek, içindeki koordinat sistemi tanımı bu veriden alınabilir. Son olarak, bir koordinat sistemine ait OGC WKT tanımını metin alanına kopyalayıp yapıştırılabilir.

İşlem *Cancel* (İptal) düğmesine basılarak iptal edilebilir. Metin alanı; ön tanımlı bir sistem kullanılarak, mevcut bir GIS verisinden alınarak veya kopyalanmış bir OGC WKT tanımı yapıştırılarak doldurulduktan sonra, *Set* (Ayarla) düğmesine basılarak havza koordinat sistemi tanımlanabilir.



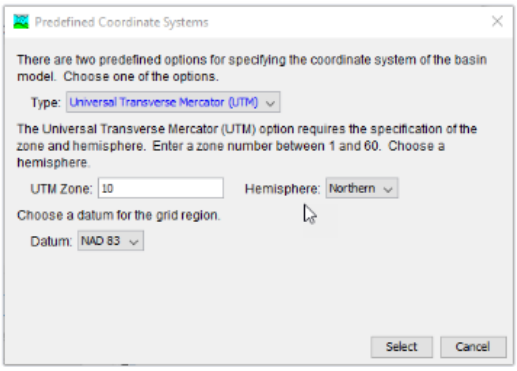
Şekil 6.3 Havza Modeli Koordinat Sistemi Seçim İletişim Penceresi

HEC-HMS iki adet ön tanımlı koordinat sistemi sunar: *Standard Hydrologic Grid* (SHG) ve *Universal Transverse Mercator* (UTM). *Predefined* seçeneği seçildiğinde, iki seçenek içeren bir seçim penceresi görüntülenir.



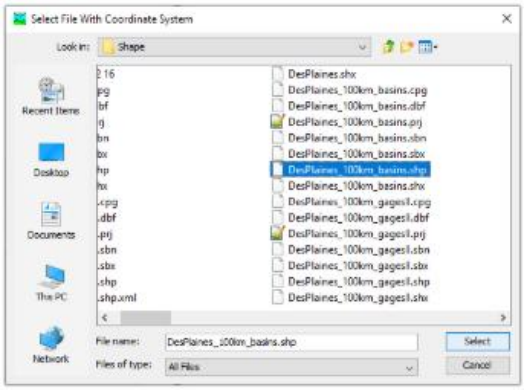
Şekil 6.4 Ön Tanımlı Koordinat Sistemleri

SHG kullanımı için ek bir bilgi gerekmez. *UTM* kullanımı ise UTM bölgesi (*zone*), yarımküre (*hemisphere*) ve *datum*'un belirtilmesini gerektirir. Gerekli seçenekleri ayarladıktan sonra *Select* (Seç) düğmesine basmak, koordinat sistemi seçim penceresindeki metin alanını uygun bilgilerle doldurur. *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencereyi kapatma simgesine *(X)* basmak işlemi iptal eder.



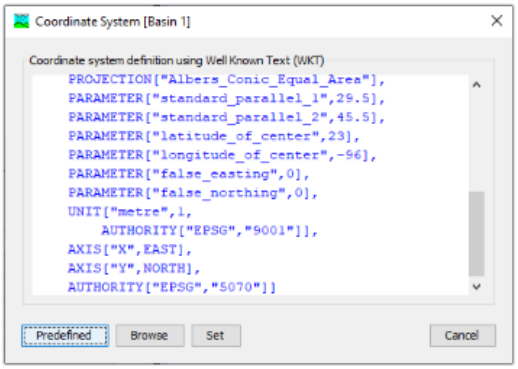
Şekil 6.5 UTM Özellikleri

Browse seçeneğini kullanmak, koordinat sistemi tanımına sahip herhangi bir GIS verisine (ör. shapefile, raster veri.prj dosyası vb.) göz atılmasına ve seçimini sağlar; böylece HEC-HMS, seçilen veriden koordinat sistemi tanımını çıkarabilir.



Şekil 6.6 Koordinat sistemi tanımı olan bir GIS veri dosyasına göz atma

Alternatif olarak, koordinat sistemi tanımı OGC WKT formatını kullanarak metin alanına girilebilir. Bu üç seçenekten herhangi biri, metin alanında ilgili bilgilerin görünmesini sağlar. Metin alanında koordinat sistemi tanımlandıktan sonra, *Set* (Ayarla) düğmesine basmak, söz konusu *Basin Model* için koordinat sistemini belirler.



Şekil 6.7 Tanım Metin Alanında Koordinat Sistemi Tanımı

Bir Havza Modelinin Yeniden Projeksiyona Tabi Tutulması

Havza modelleri, Koordinat Sistemi iletişim kutusundan yeniden projelendirilebilir. Bunun için yukarıda açıklanan yöntemlerden herhangi biri kullanılarak yeni bir projeksiyon seçilir ve ardından değişikliği uygulamak için Ayarla *(Set)* düğmesine tıklanır. Aşağıda yeniden projelendirme işlemi gerçekleştirilirken gereken adımlar verilmiştir:

1. Havza *geodatabase (SpatiaLite)* Coğrafi veri tabanı dosyası yeniden projelendirilir. Havza *geodatabase* dosyası, alt havza ve akım kolları sınırları, çıkış noktaları vb. gibi vektör veri katmanlarını içerir.
2. Havza arazi verileri yeniden projelendirilir. Eğer bir havza modeli arazi verilerine bağlıysa, yeniden projelendirme işlemi sırasında arazi verilerinin yeni koordinat sisteminde bir kopyası oluşturulacaktır. Orijinal arazi verisi değişmeden kalır. Eğer arazi verisinin dikey birimleri ile yeni koordinat sisteminin yatay birimleri arasında bir uyumsuzluk varsa, yeni arazi verisinin yükseklik değerleri otomatik olarak

yeni koordinat sisteminin yatay birimleriyle eşleşecek şekilde dönüştürülür. Orijinal arazi veri dosyası ve yeniden projelendirilmiş tüm kopyalar, ana proje dizininin *"terrain"* alt dizininde saklanır.

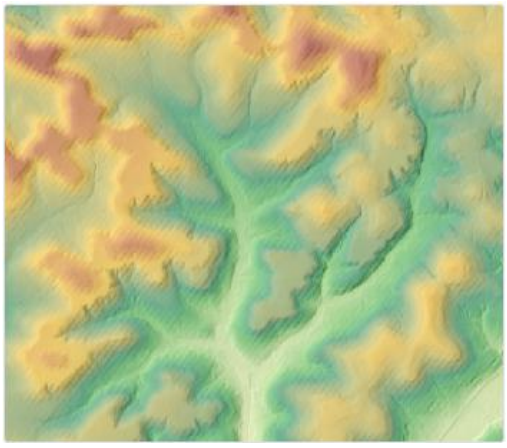
Eğer bir havza modeli, bir arazi veri dosyasına bağlı olarak yeni bir koordinat sistemine yeniden projelendirilirse, yalnızca *"elevation.tif"* rasteri yeniden projelendirilir. Orijinal arazi veri dosyasından türetilen diğer *rasterler*, örneğin *sink fill raster ("sinkfill.tif")* ve *flow accumulation raster ("flowaccum.tif"***)**, yeniden projelendirilmez. Yeniden projelendirme, yeniden örneklemeyi (*resampling*) içerir ve akış yönü *raster*i, orijinal akış çizgilerini ve havza sınırlarını güvenilir şekilde üretmek için yeniden örneklenemez. Arazi tabanlı *raster*ler, yeni projeksiyonda *GIS* menüsü altındaki işlemler tekrarlanarak, *Identify Streams* işlemine kadar yeniden oluşturulmalıdır.

Arazi Yeniden Düzenleme

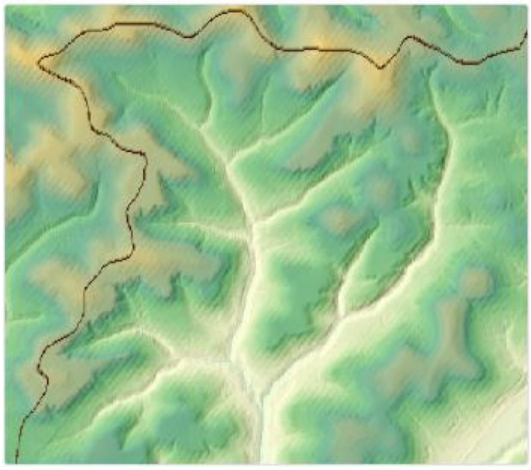
Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

- Bir Havza Modeli *(Basin Model)* seçili olmalı
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni *(terrain data component)* atanmış olmalı

GIS | *Terrain Reconditioning* seçildiğinde, yükseklik veri kümesinde duvarlar oluşturma ve/veya akım çizgilerini "yakma" (*burning streams*) işlemlerinde rehberlik eden iki adımlı bir sihirbaz başlatılır. Çoğu kullanım durumu için, arazi yeniden düzenleme (*terrain reconditioning*) adımı tamamen atlanabilir; çünkü birçok havza, Havza Modeline atanan temel arazi verisi ile doğru şekilde sınırlandırılacaktır. Ancak, havzanın topoğrafyası son derece düzse veya HMS havza sınırlandırmaları USGS*'in Watershed Boundary Dataset* (WBD) içindeki hidrolojik birimlerle ya da önceki bir çalışmadan alınan alt havza sınırlarıyla tam olarak eşleşmesi sağlanmak istenirse, *terrain reconditioning* aracındaki *"build walls"* adımı oldukça faydalı olabilir. *Burn streams* adımı, bir arazi veri kümesine akış ağı ekleyerek kanal tanımını iyileştirmek istenirse faydalıdır. Aşağıdaki şekilde, temel arazi veri kümesi (solda) ile HEC-HMS ile yeniden düzenlenmiş, keskin yükseltilmiş duvarlara ve düzgün düşürülmüş bir kanala sahip veri kümesi (sağda) karşılaştırılmaktadır.



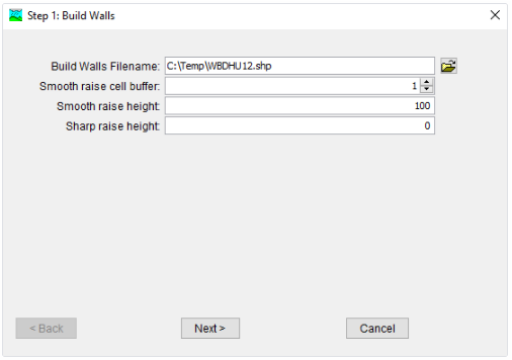
Temel arazi veri kümesi



HEC-HMS ile yeniden düzenlenmiş veri kümesi

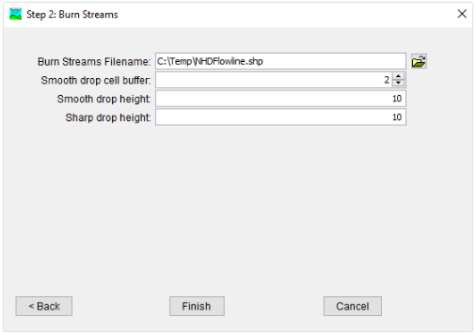
Şekil 6.8 HEC-HMS Veri Kümleri

Sihirbaz ilk adım olarak, arazi üzerinde duvarlar *(walls)* oluşturulmasına imkân sağlar. Yalnızca akışları *burn streams* ile işaretlenmek istenirse, *Next* düğmesine tıklanarak sihirbazın ikinci adımına geçilebilir. Duvar oluşturmak için bir havza sınırlarını içeren *shapefile* seçilmelidir. Ayrıca, *Smooth Raise Cell Buffer* ve *Height* ve/veya *Sharp Raise Height* değerleri girilmelidir. Eğer *HMS* havza sınırlandırmaları giriş *shapefile* ile tam olarak eşleştirilmek istenirse, genel bir öneri olarak *Smooth Raise Cell Buffer* değerini 1 veya 2 ve *Smooth Raise Height* değeri 100 veya daha fazla girilmesi tavsiye edilir. *Smooth Raise Cell Buffer* ve *Height* değerleri, belirtilen tampon (*buffer*) alanı içindeki tüm arazi hücrelerinin yüksekliklerini kademeli olarak artırır. *Shapefile*'daki havza sınırlarına temas eden hücrelerin yükseklikleri, *Smooth Raise Height* giriş değerine yükseltilir; tampon alan içindeki çevre hücreler ise daha küçük bir miktarda yükseltilir, böylece tampon alanın dışındaki hücre yüksekliklerine kademeli bir geçiş sağlanır. Bu nedenle, büyük hücre tamponları uzun işlem sürelerine yol açabilir. *Sharp Raise Height*, yalnızca *shapefile*'daki havza sınırlarına temas eden tek bir hücre satırının yüksekliklerini yükseltir (hiçbir tamponlama işlemi yapılmaz). Hem *Smooth Raise Height* hem de *Sharp Raise Height* değerleri girilmişse, algoritma önce tampon alan içinde *Smooth Raise Height* ile uyumlu kademeli bir duvar oluşturur, ardından tamponsuz tek satır hücreleri *Sharp Raise Height* kadar ek olarak yükseltir. *Smooth Raise* ve *Sharp Raise Height* değerlerinin dikey birimleri, Havza Modeline atanmış arazi veri bileşeninin dikey birimleri ile eşleşir. Eğer negatif yükseklik değerleri girilirse, algoritma duvar inşa etmek yerine hendek kazacaktır.



Şekil 6.9 Duvar Oluşturma Adımı

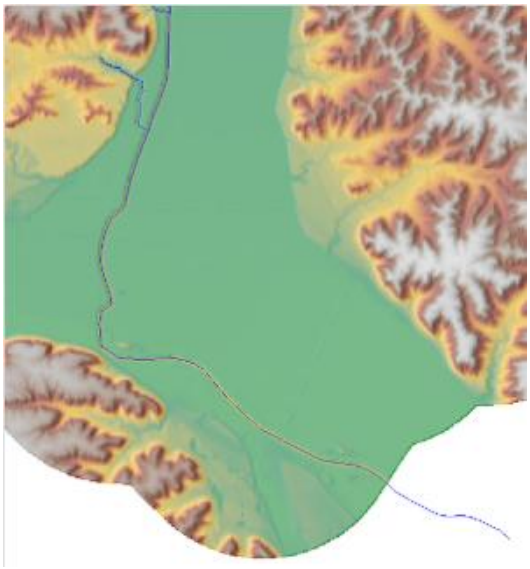
Sihirbazın ikinci adımı, arazi üzerinde *akış çizgilerini (streams)* işaretlenmesine (*burn streams*) olanak tanır. Yalnızca duvar oluşturmak istenir ise, *Finish* düğmesine tıklanarak ikinci adım atlanabilir; ancak, duvar oluştururken, kesişimlerde duvarların delinmesini ve uygun drenajın sağlanmasını kolaylaştıracağı için ikinci adımda bir *streamline shapefile* eklenmesi genellikle önerilir. Akım çizgilerini işaretlemek için, *stream delineations* içeren bir *shapefile* seçilmelidir. Duvar oluşturma adımında olduğu gibi, *Smooth Drop Cell Buffer* ve *Height* ve/veya *Sharp Drop Height* değerleri girilmelidir. Akım çizgilerini işaretlemenin (*burn streams*) faydalı olabileceği olası bir senaryo, *2B rain-on-grid analizi*dir. Eğer arazi verisi akım ağı yeterince iyi temsil etmiyorsa, istenen akım sınırlarını içeren bir *shapefile* seçilerek *Smooth Drop Cell Buffer* ve *Height* kullanılarak araziye işlenebilir. Bu işlem, tampon alan içindeki tüm arazi hücrelerinin yüksekliklerini kademeli olarak düşürür. Akım *shapefile polilinlerine* temas eden hücrelerin yükseklikleri, **S***mooth Drop Height* giriş değerine düşürülür; tampon alan içindeki çevre hücreler ise daha küçük bir miktarda düşürülerek, akışın merkezinden tampon alan dışındaki taşkın alanına (*overbank*) kademeli bir geçiş sağlanır. Bu nedenle, büyük hücre tamponları uzun işlem sürelerine yol açabilir. Bu durum özellikle arazi çözünürlüğü yüksek ve akış ağı *shapefile* çok ayrıntılı ise geçerlidir. Hem *Smooth Drop Height* hem de *Sharp Drop Height* değerleri girilmişse, algoritma önce tampon alan içinde *Smooth Drop Height* ile uyumlu kademeli olarak derinleşen bir akış oluşturur, ardından tamponsuz akış hücrelerini *Sharp Drop Height* kadar ek olarak düşürür. *Smooth Drop* ve *Sharp Drop Height* değerlerinin dikey birimleri, Havza Modeline atanmış arazi veri bileşeninin dikey birimleri ile eşleşir. Eğer negatif yükseklik değerleri girilirse, algoritma akış hücrelerini düşürmek yerine yükseltecektir.



Şekil 6.10 Akım Çizgilerini İşaretleme Adımı

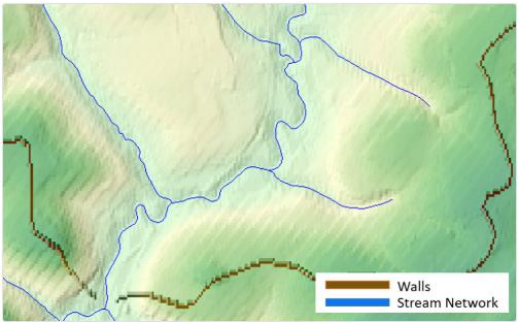
Akım Çizgilerini İşaretleme

Akım çizgilerini işaretlerken, giriş akım dosyasının *(input streams file*) yükseklik piksellerinin-rasterinin en düşük noktasının ötesine uzanması önerilir. Bu, sonraki GIS işlemlerinin, temel arazinin en alt kısmına kadar uzanan bir *identified streams* katmanı üretmesini sağlar.



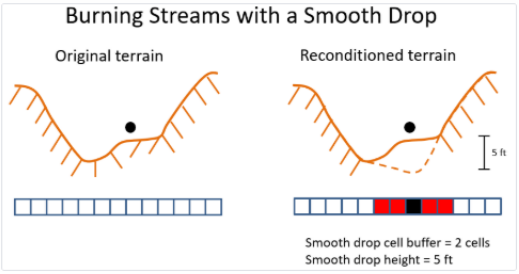
Şekil 6.11 Arazi Yeniden Düzenleme – Akış Çizgilerini İşaretleme Giriş Katmanı

Eğer *Terrain Reconditioning* sihirbazına hem *build walls* hem de *burn streams* girdileri girilmiş ise, akım girdileri, kesişim noktalarında duvar girdilerinin üzerine geçer. Başka bir deyişle, akım çizgilerinin işaretlenmesi, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi kesişimlerde duvarları deler. Bu delinme işlemi, yeniden düzenlenmiş arazideki tüm hücrelerin doğru şekilde drenaj yapmasını sağlar. *Smooth Drop Cell Buffer* girdisi, duvar delinme genişliğini belirlemek için kullanılır. Tampon girdisi 0 ise delinme genişliği bir hücre olur; daha büyük tampon girdileri ise kesişimlerde daha geniş delinme alanları oluşturur. Eğer delinmiş duvarlar oluşturmak istenir ancak akımlar işaretlemek istenmez ise, yalnızca bir *burn streams* dosya adı girilir, diğer *burn streams* girdilerini ise 0 bırakılır.

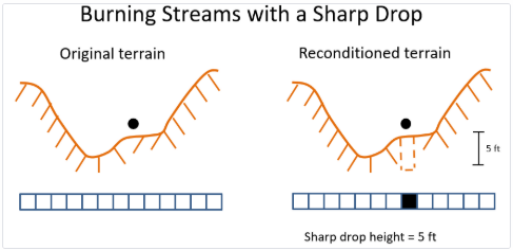


Şekil 6.12 Havza Haritasında Oluşturulan Duvarlara Örnek

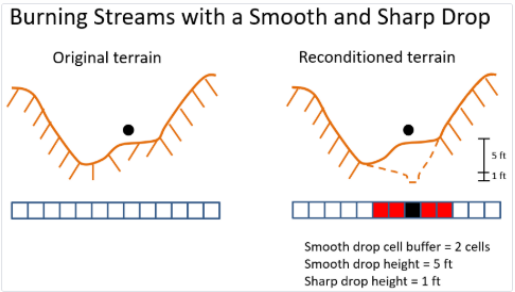
Aşağıdaki şekiller, *Smooth Drop* ve *Sharp Drop* parametrelerinin akım çizgilerini işaretlerken nasıl uygulandığını göstermek için kullanılmıştır. Turuncu taralı çizgi, bir kanalın kesitini; siyah nokta ise giriş *burn streams shapefile*'ını temsil eder. Karelerden oluşan *gridli* çizgi, arazi verisi piksel (raster) dosyasının çözünürlüğünü gösterir. *Smooth Raise* ve *Sharp Raise* parametreleri, duvar oluşturulurken aynı şekilde uygulanır; tek fark, arazi yükseltilir, düşürülmez.



Şekil 6.13 Smooth Drop ile Akım Çizgilerini



Şekil 6.14 Sharp Drop ile Akım Çizgilerini İşaretleme



Şekil 6.15 Smooth ve Sharp Drop ile Akım Çizgilerini İşaretleme

Terrain Reconditioning Tool, çoğu standart *build/burn* işlemi için yeterlidir. Daha karmaşık *build/burn* işlemleri gerekiyorsa, araziyi HEC-HMS'e aktarmadan önce düzenlemek için harici bir GIS yazılımının kullanılması önerilir.

Hendekleri Toplanma Çukurlarını Ön İşleme

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

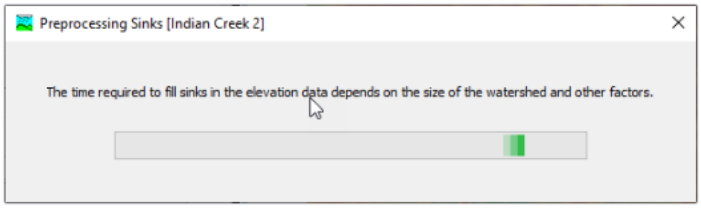
- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni *(terrain data component)* atanmış olmalıdır.

GIS | Preprocess Sinks seçildiğinde, seçili Havza Modeline atanmış arazi verisi üzerinde bir çukur giderme *(pit removal)* algoritması çalıştırılır ve yeni, hidrolojik olarak düzeltilmiş bir *DEM* ile çukurların konumunu ve doldurulma derinliklerini gösteren bir piksel (*raster*) üretilir. Bu iki yeni piksel, sırasıyla *Sink Fill* ve *Sink Locations* olarak Harita Katmanları *(Map Layers)* listesine eklenir.

Eğer önce *Terrain Reconditioning* komutu çalıştırılırsa, bu algoritma, duvar ve/veya akım özelliklerini içeren yeniden düzenlenmiş DEM'i kullanır. Aksi takdirde, arazi veri bileşeni tarafından sağlanan varsayılan veri kümesini kullanır.

Eğer Havza Modeline atanmış arazi verisi zaten hidrolojik olarak düzeltilmiş bir DEM ise, bu adım gerekli değildir.

Araç, büyük arazi veri kümeleri üzerinde çalıştırıldığında, aşağıda gösterildiği gibi belirsiz ilerleme çubuğu *(indefinite progress bar)* gösterebilir. Belirsiz ilerleme çubuğunun amacı, tamamlanma süresini tahmin etmeden ilerlemeyi göstermek içindir.



Şekil 6.16 Preprocess Sinks Adımı İçin Belirsiz İlerleme Çubuğu

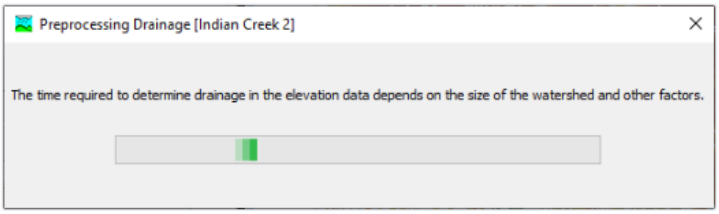
Drenajı Ön İşleme

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

- Bir Havza Modeli *(Basin Model)* seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni *(terrain data component)* atanmış olmalıdır

GIS | Preprocess Drainage seçildiğinde, arazi veri rasterindeki her bir hücre için akım yönü *(flow direction)* ve akım birikimi *(flow accumulation)* belirleyen bir algoritma çalıştırılır. Eğer önce *Preprocess Sinks* komutu çalıştırılmışsa, bu algoritma hidrolojik olarak düzeltilmiş DEM'i kullanır. Aksi takdirde, arazi veri bileşeni tarafından sağlanan varsayılan yükseklik veri kümesini veya mevcutsa yeniden düzenlenmiş yükseklik veri kümesini kullanır. Oluşan iki *raster*, sırasıyla *Flow Direction* ve *Flow Accumulation* olarak Harita Katmanları *(Map Layers)* listesine eklenir.

Araç, büyük arazi veri kümeleri üzerinde çalıştırıldığında, aşağıda gösterildiği gibi *belirsiz ilerleme çubuğu (indefinite progress bar)* gösterebilir.



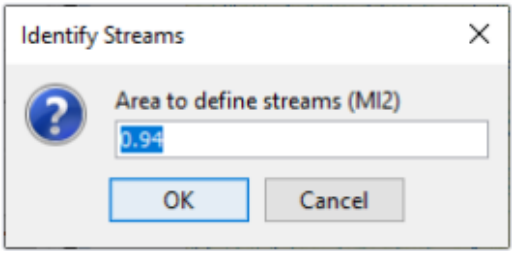
Şekil 6.17 Preprocess Drainage Adımı İçin Belirsiz İlerleme Çubuğu

Akımları Tanımlama

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

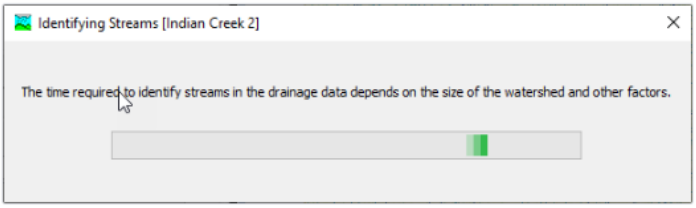
- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni *(terrain data component)* atanmış olmalıdır
- *Preprocess Drainage* aracı daha önce çalıştırılmış olmalıdır

Bir Havza Modelinde GIS | *Identify Streams* aracı ilk kez seçildiğinde, bir akımın başladığı noktayı belirleyecek drenaj birikimi eşik değeri *(drainage accumulation threshold)* girilmesini isteyen bir uyarı penceresi açılır. Piksel (*Raster*) çözünürlüğüne dayalı bir varsayılan değer sağlanır, ancak bu değer, istediğiniz sınırlandırma için çok ince veya çok kaba olabilir. Girilen değer, ortaya çıkacak alt havza elemanları için yaklaşık drenaj alanını temsil edecektir.



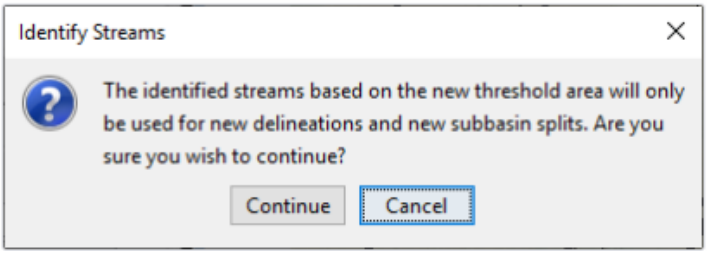
Şekil 6.18 Akımları Tanımlama Uyarısı

Araç, büyük arazi veri kümeleri üzerinde çalıştırıldığında, aşağıda gösterildiği gibi belirsiz ilerleme çubuğu (*indefinite progress bar*) gösterebilir.



Şekil 6.19 Identify Streams Adımı İçin Belirsiz İlerleme Çubuğu

Eğer daha önce *Identify Streams* aracı çalıştırılmışsa ve aracı tekrar çalıştırılır ise, aşağıda gösterilen uyarı penceresi (prompt) görüntülenecektir.



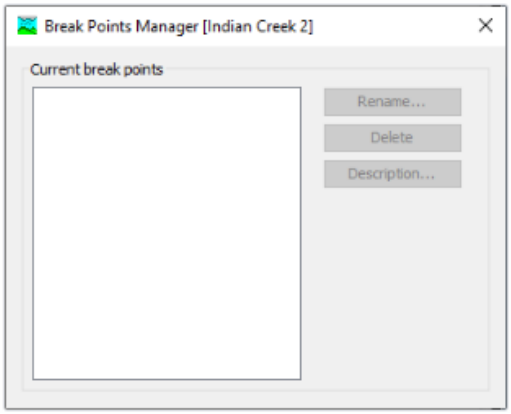
Şekil 6.20 Identify Streams Aracının Tekrar Çalıştırılması Sırasında Görünen İletişim Kutusu

Kırılma Noktaları Yöneticisi

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

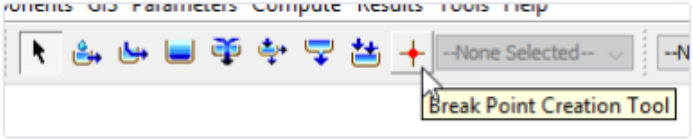
- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni (*terrain data component*) atanmış olmalıdır
- *Identify Streams* aracı daha önce çalıştırılmış olmalıdır

Break Points Manager, Havza Modelinde tanımlanmış herhangi bir kırılma noktasını (*break point*) görme, yeniden adlandırma, silme veya açıklamasını değiştirme olanağı sağlar. Varsayılan olarak, bir Havza Modeli herhangi bir kırılma noktası içermez. Bir havza sınırlandırması (*watershed delineation*) yapmak için en az bir kırılma noktası, yani bir havza çıkışını tanımlayan nokta, gereklidir. Ek kırılma noktaları, o konumda bir alt havza elemanının sınırlandırılmasını zorlar.



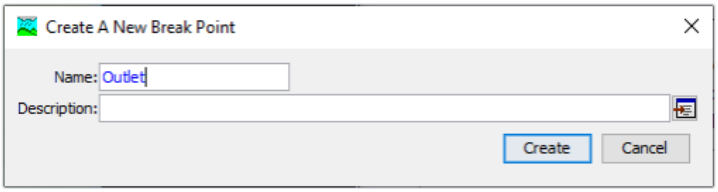
Şekil 6.21 Kırılma Noktaları Yöneticisi

Kırılma noktaları, *Components Toolbar*'daki *Break Point Creation Tool* kullanılarak oluşturulur (aşağıda gösterilmiştir).



Şekil 6.22 Components Toolbar'daki Break Point Creation Tool'un Konumu

Break Point Creation Tool seçildiğinde ve *Basin Model Map Window* üzerinde bir yere tıklandığında, aşağıda gösterilen bir uyarı penceresi (*prompt*) açılır. Bu pencerede kırılma noktasının adı ve isteğe bağlı bir açıklama girilmesi istenir. Eğer metin kutusu boş bırakılırsa veya girilen ad geçersizse, *Create* düğmesi kullanılamaz. Kırılma noktaları, havza haritasında kırmızı daireler olarak gösterilir.



Şekil 6.23 Kırılma Noktası Oluşturma Uyarısı

Elemanları Sınırlandırma

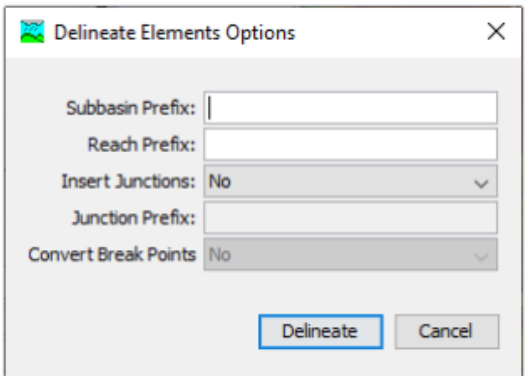
Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni (*terrain data component*) atanmış olmalıdır

- *Identify Streams* aracı daha önce çalıştırılmış olmalıdır
- En az bir kırılma noktası (*break point*) tanımlanmış olmalıdır

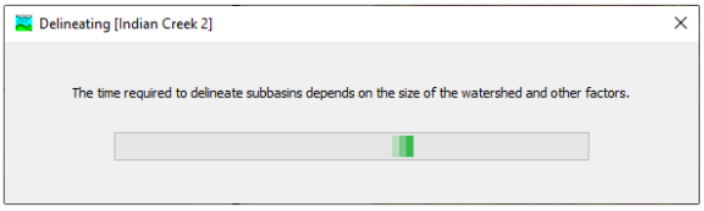
Bir Havza Modelinde *GIS | Delineate Elements* aracı ilk kez seçildiğinde, aşağıda gösterilen bir uyarı penceresi *(prompt*) açılır ve bazı adlandırma şeması ve sınırlandırma seçenekleri girilmesi istenir.

- *Subbasin Prefix, Reach Prefix ve Junction Prefix* seçenekleri, sınırlandırma sırasında oluşturulan elemanların otomatik numaralandırma şemasının önüne eklenen metin dizileridir. Örneğin, *Subbasin Prefix* olarak *S_* girilir ise, sınırlandırma sürecinde oluşturulan alt havzalar *S_1, S_2* vb. adlandırılır.
- *Insert Junctions* seçeneği, sınırlandırma prosedüründe akım kolları (*reaches*) oluşturulduğunda otomatik olarak *junction* (bağlantı) ekler.
- *Convert Break Points* seçeneği, kırılma noktalarının (*break points*) bulunduğu yerlerde Havza Modelinde hesaplama noktaları (*computation points*) oluşturur. En alt (en aşağıda) kırılma noktası, havza çıkışı olarak görev yapar ve o konumda bir *sink* elemanı oluşturulmasına neden olur.



Şekil 6.24 Elemanları Sınırlandırma Seçenekleri

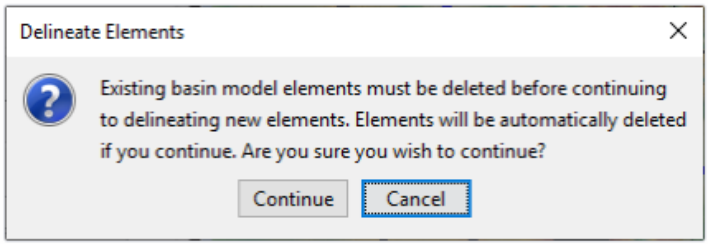
Araç, büyük arazi veri kümeleri üzerinde çalıştırıldığında, aşağıda gösterildiği gibi belirsiz ilerleme çubuğu (*indefinite progress bar*) gösterebilir.



Şekil 6.25 Identify Streams Adımı İçin Belirsiz İlerleme Çubuğu

Delineate Elements aracı, bir Havza Modelinde yeniden çalıştırılabilir; örneğin, *Identify Streams* aracının eşik değerini değiştirip yeniden sınırlandırma yapmak istenir ise veya Havza Modelinde başka değişiklikler yapıp eski

duruma dönmek istenir ise. Yeniden çalıştırıldığında, aşağıda gösterilen *Delineate Elements Options* uyarı penceresi (*prompt*) açılır ve sınırlandırma seçeneklerini değiştirme olanağı sağlar. Eğer araç mevcut bir sınırlandırma ile çalıştırılır ise, yeni sınırlandırmanın eski sınırlandırmayı sileceğini belirten bir iletişim kutusu (*dialog*) görüntülenir. *Continue* seçeneğini tıklamak, mevcut elemanları siler ve yeniden sınırlandırma yapar.



Şekil 6.26 Önceki Sınırlandırma İle Oluşturulan Elemanların Silinmesi İçin Onay Uyarısı

Elemanları Bölme

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni (*terrain data component*) atanmış olmalıdır
- *Delineate Elements* aracı daha önce çalıştırılmış olmalıdır
- Tam olarak bir alt havza (*subbasin*) veya akım elemanı (*reach element*) seçilmiş olmalıdır

GIS | *Split Elements* seçildiğinde, bir alt havza veya akım elemanını iki daha küçük eleman hâline bölmek için bölünecek yerin seçilmesine olanak tanır.

Elemanları Birleştirme

Bu araç yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında kullanılabilir:

- Bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçilmiş olmalıdır
- Havza Modeline bir arazi veri bileşeni (*terrain data component*) atanmış olmalıdır
- *Delineate Elements* aracı daha önce çalıştırılmış olmalıdır

GIS | *Merge Elements* seçildiğinde, birden fazla alt havza (*subbasin*) veya akım elemanını (*reach element*) tek bir daha büyük eleman hâline birleştirme seçeneği sunulur. HEC-HMS, elemanları birleştirmenin hidrolojik olarak "mantıklı" olup olmadığını kontrol etmez; yalnızca elemanların bitişik olduğunu ve ortak bir çıkış noktasını paylaştığını doğrular. Seçilen elemanların birleştirilmesinin mantıklı olup olmadığı kullanıcıya bağlıdır. Araç çalıştırıldığında, daha önce iki veya daha fazla olan elemanlar tek bir eleman hâline gelir ve yeni bir eleman adı atanır.

Akım Yönünü Tersine Çevirme

GIS | Reverse Flow Direction aracı kullanıldığında, bir *reach* elemanının yukarı akım (*upstream*) ve aşağı akım (*downstream*) uç noktaları değiştirilir; böylece *reach* elemanının akış yönü tersine çevrilmiş olur. Bu işlem, *reach* elemanının aşağı akım elemanını ve *reach*'e bağlı olarak aşağıya akan tüm elemanları etkiler. Genellikle, içe aktarılan elemanların yanlış yönde aktığı durumlarda kullanılır.

Mevcut Elemanları Coğrafi Referanslama

Georeference Existing Elements seçeneği, mevcut alt havza, rezervuar (*reservoir*) ve akım elemanlarına (*reach elements*) *GIS* özniteliklerini eklemek için kullanılır. *GIS* özniteliklerini içe aktarmak için gerekli GIS dosya formatı *ESRI Shape File*'dır. *Shapefile*'lar, kullanıcı tarafından Havza Modeline *GIS* öznitelikleri aktarılırken seçilecek bir isim özniteliği *(name attribute)* içermelidir. Elemanları coğrafi referanslamadan önce, Havza Modeli için bir koordinat sistemi tanımlanmış olmalıdır.

Georeference Existing Elements sihirbazı, *Import Georeferenced Elements* sihirbazına benzer şekilde çalışır. Kullanıcının üç adımda seçim yapması gerekir: eleman türü, GIS dosyası ve *shapefile* içindeki isim özniteliği (*name attribute*). *Georeference Existing Elements* seçeneği, yalnızca Havza Modelinde zaten bulunan ve adı GIS katmanının öznitelik tablosundaki isimle eşleşen elemanlar için GIS özniteliklerini oluşturur. Bu seçenek, yalnızca alt havza (*subbasins*), akım (*reaches*) ve rezervuar (*reservoirs*) simgelerine sahip eski HEC-HMS projeleri için kullanışlıdır. Havza Modeli Haritasına daha fazla *GIS* görünümü ve hissi eklemek için bir seçenektir.

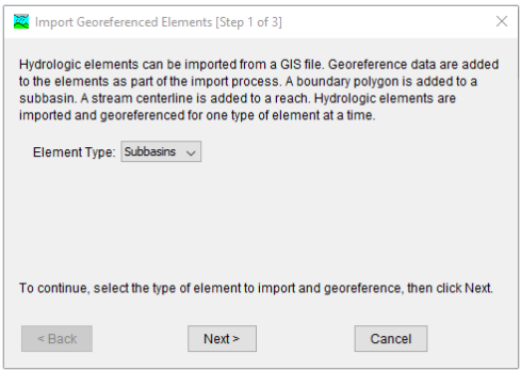
ESRI *Shapefile*'larındaki geometrik veriler, elemanlarla Eleman Adı *(Element Name)* kullanılarak eşleştirilir. Eleman adı, Havza Modeli Harita Penceresinde elemanı oluştururken belirlenir. Mevcut elemanları coğrafi referanslarken, geometrik verilerin de aynı eleman adına sahip olması gerekir. Daha önce belirtildiği gibi, geometrik verinin eleman adı, DBF dosyasındaki *Name field* özelliği kullanılarak belirlenir (kullanıcı, GIS özniteliklerini içe aktarırken öznitelik alanını seçebilir). Örnek proje olan *River Bend*, alt havza (*subbasin*) elemanları için GIS öznitelikleri içerir. Örnek projeyi yüklemek için *Help* menüsünden *Install Sample Projects* komutu seçilebilir.

Coğrafi Referanslı Elemanları Yükleme

Import Georeferenced Elements seçeneği, Havza Modeline yeni elemanlar eklerken, aynı zamanda bu yeni elemanlar için GIS özniteliklerini eklemek için kullanılır. GIS özniteliklerini içe aktarmak için gerekli dosya formatı ESRI *Shapefile*'dır. *Shapefile*'lar, kullanıcı tarafından Havza Modeline *GIS* öznitelikleri aktarılırken seçilecek bir isim özniteliği *(name attribute***)** içermelidir. Coğrafi referanslı elemanları içe aktarmadan önce, Havza Modeli için bir koordinat sistemi tanımlanmış olmalıdır.

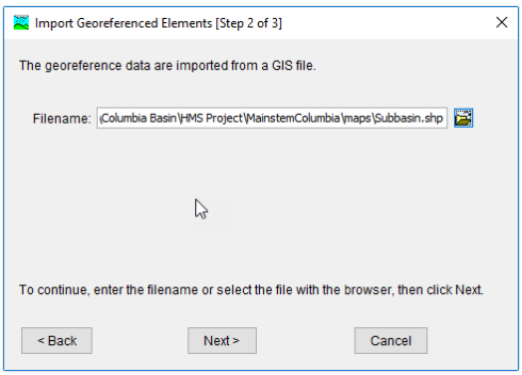
Koordinat sistemi tanımlandıktan sonra, mevcut elemanlar için GIS öznitelikleri içe aktarılabilir veya GIS öznitelikleri kullanılarak yeni elemanlar eklenebilir. Aşağıdaki şekil, *Import Georeferenced Elements* sihirbazının 3 adımlık sürecinin birinci adımını göstermektedir. Bu sihirbaz, yeni *HEC-HMS* elemanlarını Havza Modeline

tanımlar. Yükleme sihirbazında belirtildiği gibi, alt havza (*subbasin*), akım (*reach*) veya rezervuar (*reservoir*) elemanları Havza Modeli Haritasına eklendiğinde, poligon ve çizgi bilgileri de yükler. *Adım 1*, kullanıcıdan yüklenecek *Eleman Türünü (Element Type)* seçilmesini ister. Mevcut seçenekler şunlardır: *Subbasin, Reach* ve *Reservoir*. Eleman türü seçildikten sonra, *Next* düğmesine tıklanır.



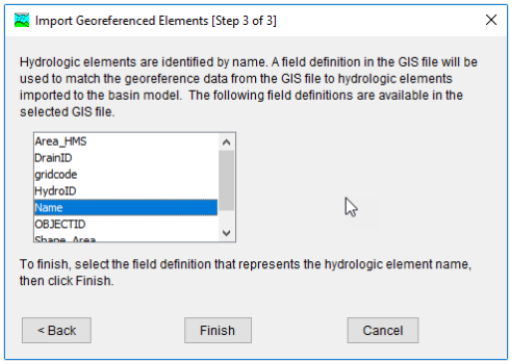
Şekil 6.27 Import Georeferenced Elements Sihirbazının 1. Adımı

Aşağıdaki şekil, *Import Georeferenced Elements* sihirbazının ikinci adımını göstermektedir. Kullanıcı bir *shapefile* seçmelidir. *Browse* düğmesine tıklanır, *shapefile*'ın bulunduğu dizine gidilir ve uygun dosya seçilir; dosya uzantısı *.shp* olmalıdır. Ardından üçüncü adıma geçmek için *Next* düğmesine tıklanır.



Şekil 6.28 Import Georeferenced Elements Sihirbazının 2. Adımı

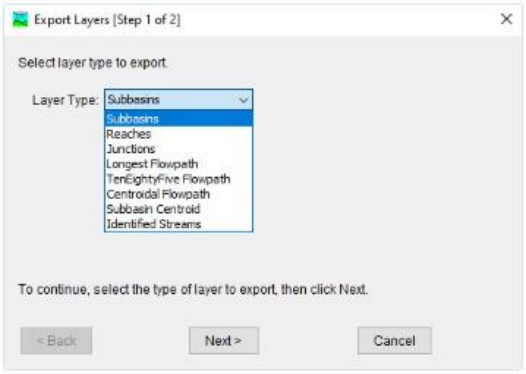
Aşağıdaki şekil, *Import Georeferenced Elements* sihirbazının üçüncü adımını göstermektedir. Kullanıcı, *shapefile*'ın öznitelik tablosunda bir metin alanı *(text field)* seçmelidir. Uygun isim alanını seçilir ve *Finish* düğmesine tıklanır. Program, *shapefile*'daki elemanları içe aktarırken, bu yeni elemanlar için GIS özniteliklerini de ekleyecektir.



Şekil 6.29 Import Georeferenced Elements Sihirbazının 3. Adımı

Katmanları Dışa Aktarma

GIS menüsündeki bazı (veya tüm) GIS iş akışı adımlarını tamamladıktan sonra, ortaya çıkan bazı coğrafi öznitelikleri (*geospatial features*) HEC-HMS dışında kullanmak üzere dışa aktarmak istenebilir. GIS | *Export Layers* aracı kullanılarak bazı öznitelikler s*hapefile* olarak dışa aktarılabilir. Araç seçildiğinde, önce dışa aktarılmak istenilen katman türü *(layer type)* seçilmesi istenir. *Cancel* düğmesine basmak, dışa aktarma sihirbazından çıkılmasını sağlar. *Next* düğmesine basmak, sürecin ikinci adımı olan seçilen eleman türünü dışa aktarma aşamasına geçilmesini sağlar.

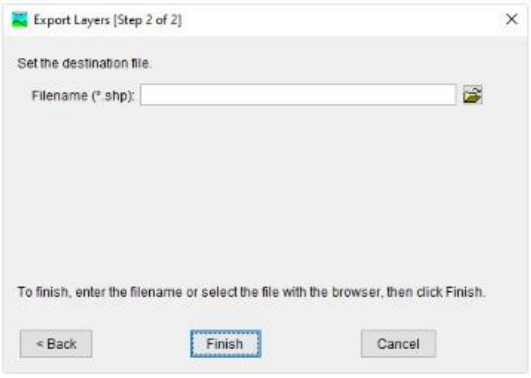


Şekil 6.30 Dışa Aktarılacak Katman Türünü Seçme

Not: Eğer *junction* (bağlantı) elemanları dışa aktarılmak istenir ise, önce *Snap to Downstream* aracı kullanılabilir. Bu araca, *Basin Model Map* üzerinde sağ tıklanıp *Junctions* | *Snap to Downstream* seçeneği seçilir. Eğer bağlantı elemanlarının aşağı akış bağlantısı (*downstream connection*) bir akarsu kolu ise, bu araç bağlantı elemanlarının kolun en yakın ucuna hizalanmasını sağlar.

Dışa aktarılan öznitelikler ESRI *shapefile* formatında olacaktır ve sihirbazın ikinci adımında hedef dosya yolu ve adını metin kutusunu veya gözat (*browser*) düğmesini kullanarak belirtilmesi gerekir. *Back* düğmesine tıklanır ise,

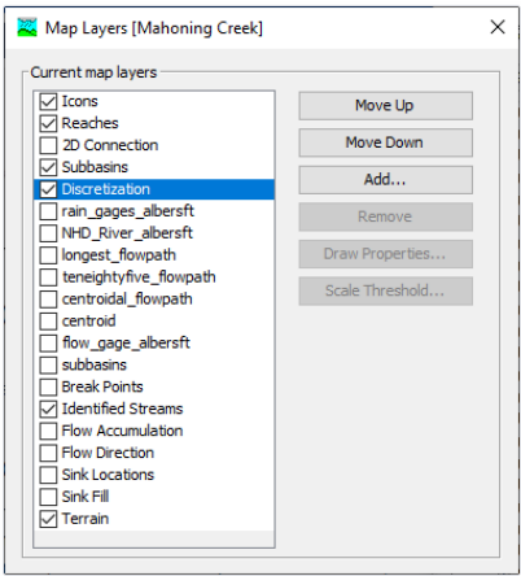
hangi eleman türünü dışa aktarmak istendiği yeniden seçilebilir. *Cancel* düğmesi, sihirbazdan çıkılmasını sağlar. *Finish* düğmesine tıklamak, belirtilen konumda *shapefile*'ı oluşturur.



Şekil 6.31 Katmanları Dışa Aktarmak İçin Hedef Dosya Yolunu Belirleme

Hücreleri Hesaplama

Structured Discretization Method seçildiğinde program, alt havzalara bölerek otomatik olarak hesaplayacaktır. *GIS* | *Compute* | *Create Grid Cells* aracını çalıştırmadan önce, arazi veri ön işleme (*terrain preprocessing*) adımının tamamlanmış ve *flow direction grid*'in oluşturulmuş olması gerekir. Oluşturulan yapılandırılmış (*structured*) ızgara, *Map Layers* editöründe *Discretization* katmanını işaretleyerek Havza Modeli Haritasında görüntülenebilir.

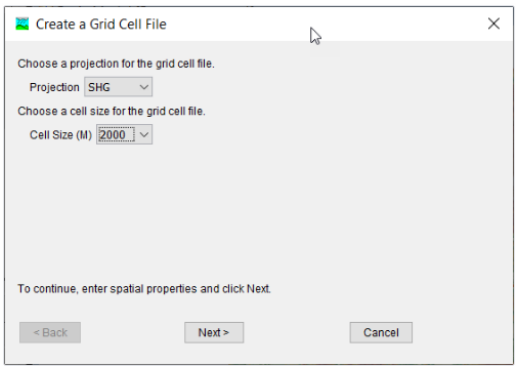


Şekil 6.32 Discretization Katmanını Map Layers Editörü Üzerinden Görüntülemeyi Ayarlama

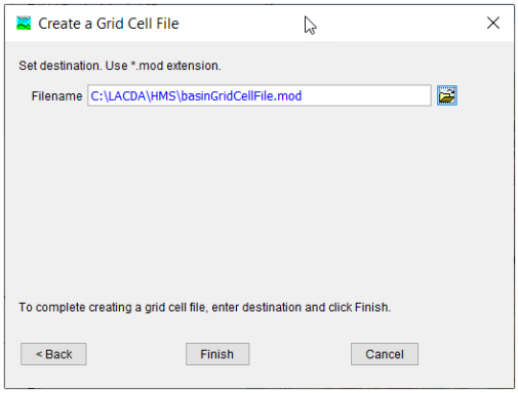
Izgara Hücresi Dosyası Oluşturma

Izgara Hücresi Dosyası *(Grid Cell File),* Havza Modeline ızgaralı yağış (*gridded precipitation*) uygulamak veya Meteorolojik Modeldeki herhangi bir ızgaralı yöntemi kullanmak için kullanılabilir. Bir ızgara hücre *(grid cell*) dosyası ayrıca *ModClark transform* yöntemi ve herhangi bir ızgaralı kayıp (*gridded loss*) yöntemleri için de kullanılabilir. GIS menüsünde, bir *grid cell* dosyası oluşturma seçeneği bulunmaktadır. *Grid cell* dosyası, yalnızca alt havza (*subbasin*) ve akım (*reach*) elemanları sınırlandırıldıktan ve eleman adları çalışmaya uygun şekilde güncellendikten sonra oluşturulmalıdır. Eğer alt havza adlarından herhangi biri değiştirilirse, *grid cell* dosyası yeniden oluşturulmalıdır. Ancak, *grid cell* dosyası seçeneği artık alt havza elemanlarını diskretize etmek için tercih edilen yöntem değildir; bunun yerine *Structured* veya *Unstructured Discretization Methods* kullanılmalıdır.

Aşağıdaki şekil, GIS | *Compute* | *Create Grid Cell File* seçilerek açılan *Create a Grid Cell File* sihirbazının ilk editörünü göstermektedir. Kullanıcı öncelikle ızgara projeksiyonunu *(grid projection)* seçmelidir; seçenekler arasında *Standard Hydrologic Grid* (SHG) veya bir UTM *projeksiyonu* bulunur. Kullanıcı ayrıca açılır listeden (*drop-down*) ızgara çözünürlüğünü (*grid resolution*) seçmelidir. Izgara çözünürlüğü, tüm ızgaralı meteorolojik veri setleri ve herhangi bir parametre ızgarası ile eşleşmelidir. Aşağıdaki şekil, *Create a Grid Cell File* sihirbazının ikinci editörünü göstermektedir. Kullanıcı, *grid cell* dosyası için bir dosya konumu ve adı seçmelidir. Varsayılan olarak, dosya uzantısı "*.mod"* dur. *Finish* düğmesine tıklandığında program, kullanıcı tarafından belirtilen ızgarayı oluşturur, ızgarayı alt havza sınırları ile kesiştirir ve her alt havza içindeki ızgara hücrelerini, alanlarını ve *travel length* (yol uzunluğu*)* bilgisini içeren bir metin dosyası oluşturur. Yol uzunluğu, *flow direction grid* kullanılarak hesaplanır. Program, her SHG veya UTM ızgara hücresi için alan ağırlıklı yol uzunluğunu *(area weighted travel length)* hesaplar.



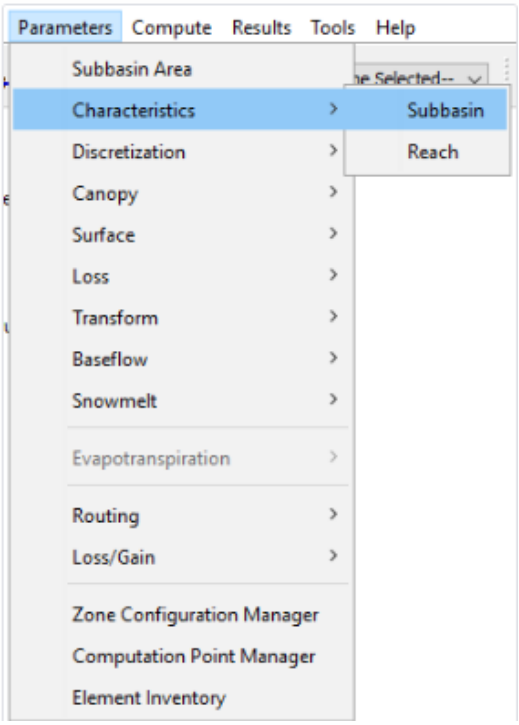
Şekil 6.33 Grid Cell File Oluşturmanın 1. Adımı



Şekil 6.34 Grid Cell File Oluşturmanın 2. Adımı

6.2 HAVZA ÖZELLİKLERİ

Coğrafi Alt Havza Özellikleri, HEC-HMS içerisinde hesaplanabilir. Alt havza özelliklerini hesaplayabilmek için, Havza Modelinde coğrafi referanslı alt havzalar bulunmalı ve *GIS* | *Preprocess Sinks*, *GIS* | *Preprocess Drainage* ve *GIS* | *Identify Streams* adımları önceden tamamlanmış olmalıdır. Alt Havza Özellikleri görünümüne *Parameters* | *Characteristics* menüsünden erişilebilir. Alt Havza Özellikleri görünümüne ilk kez erişildiğinde, istatistikler anlık olarak hesaplanır.

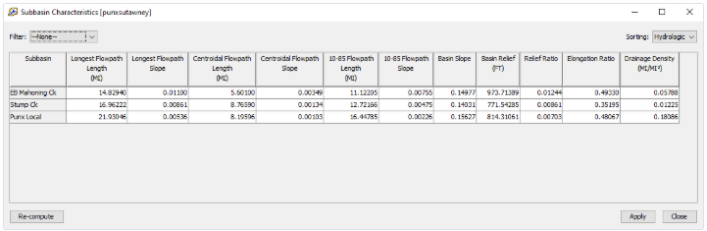


Şekil 6.35 Alt Havza Özelliklerini Seçme

Hesaplanan alt havza özellikleri şunlardır:

- *Longest flowpath length* → En uzun akış yolu uzunluğu
- *Longest flowpath slope* → En uzun akış yolu eğimi
- *Centroidal flowpath length* → Merkezi akış yolu uzunluğu
- *Centroidal flowpath slope* → Merkezi akış yolu eğimi
- *10-85 flowpath length* → 10–85 yüzdelik akış yolu uzunluğu
- *10-85 slope* → 10–85 yüzdelik eğim
- *Basin slope* → Havza eğimi
- *Basin relief* → Havza yükselti farkı
- *Relief ratio* → Yükselti oranı
- *Elongation Ratio* → Uzunluk oranı
- *Drainage Density* → Drenaj yoğunluğu

Alt havza özellikleri hesaplamalarının, Havza Modeli ile ilişkilendirilmiş orijinal arazi verilerine dayandığını belirtmek önemlidir. Hesaplamalar, HEC-HMS'te *GIS | Terrain Reconditioning* adımından (duvar oluşturma / akarsuları yakma) elde edilebilecek çıktılara dayanmaz. Her bir özellik için ayrıntılı açıklamalar aşağıda verilmiştir. Görsel, bir Havza Modeli için *Alt Havza Özellikleri* görünümünü göstermektedir.



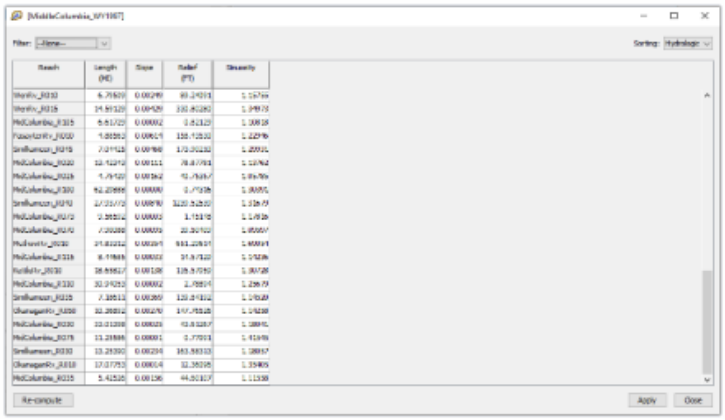
Şekil 6.36 Alt Havza Özellikleri Görünümü

Alt havza özellikleri, iletişim kutusunun sol alt köşesindeki **"***Re-compute"* (Yeniden Hesapla) düğmesi kullanılarak tekrar hesaplanabilir. Kullanıcı, hesaplanan özellik değerlerini manuel olarak tablo üzerinde düzenleyip *"Apply"* (Uygula*)* düğmesine tıklayarak değişiklikleri kaydetme seçeneğine sahiptir.

Akarsu Özellikleri

Alt havza özelliklerine ek olarak, HEC-HMS içinde akarsu elemanları (*reach*) için de özellikler hesaplanabilir. Tıpkı alt havza özelliklerinde olduğu gibi, bu işlev *Parameters* | *Characteristics* menüsünden erişilebilir. Akarsu Özellikleri hesaplayıcıları, akarsu eğimi, akarsu kıvrımı-mendereslenmesi ve akarsu yükselti farkını hesaplayabilir. Hesaplanan sonuçlar, tablo formatında görüntülenebilir.

Aşağıdaki görsel, *MiddleColumbia_WY1997* Havza Modeli için Akarsu Özellikleri Görünümünü göstermektedir.

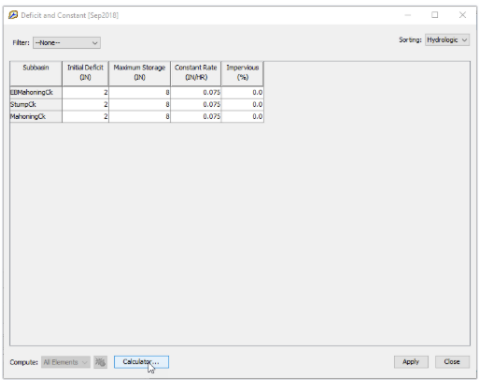


Şekil 6.37 Akarsu Özellikleri Görünümü

6.3 PARAMETRE TAHMİNİ

Yer bilimleri topluluğunda coğrafi veri giderek daha yaygın hale gelmekte olup, birçok hidrolik modelleme parametresi bu tür verilerden tahmin edilebilmektedir. HEC-HMS, GIS verilerinden parametre tahminini kolaylaştırmak için bir İfade Hesaplayıcısı *(Expression Calculator)* içerir. İfade Hesaplayıcısı, Havza Global Editörleri *(Basin Global Editors)* üzerinden başlatılabilir. Hesaplama seçeneklerinin birçoğu GIS işlemlerini içerdiğinden, *Calculate* (Hesapla*)* düğmesinin etkin olabilmesi için Havza Modelinde coğrafi referanslı alt havza elemanları bulunmalıdır.

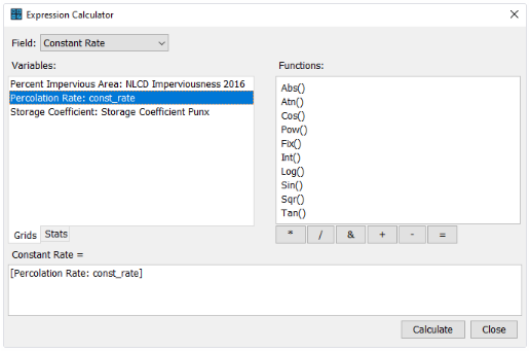
İfade Hesaplayıcısı, *Global Editor*'ün *Calculator* (Hesaplayıcı) düğmesinden başlatılır.



Şekil 6.38 Yüklenmiş İfade Hesaplayıcısı

İfade Hesaplayıcısı *(Expression Calculator)* iletişim kutusundaki *Field* açılır menüsünden hesaplanmak istenilen parametre seçilir. Seçilen parametre, *Expression* penceresinin üzerinde, bir matematiksel ifadenin sol tarafı olarak şu şekilde görünecektir: <Seçilen Parametre> =. İfade Hesaplayıcısında, *gridler* (ızgaralar) ve özellikler değişken olarak kullanılabilir. *Grids* (Izgaralar) sekmesinde, kullanıcı tarafından içe aktarılmış ızgaralı veri listesi görüntülenir. İstenen *Grid* değişkenine çift tıklanarak onu *Expression* penceresine eklenebilir. Bir grid ifade içine dahil edildiğinde, eleman içindeki griddeki özelliğin bölgesel ortalama *(zonal average)* değeri hesaplamada kullanılır.

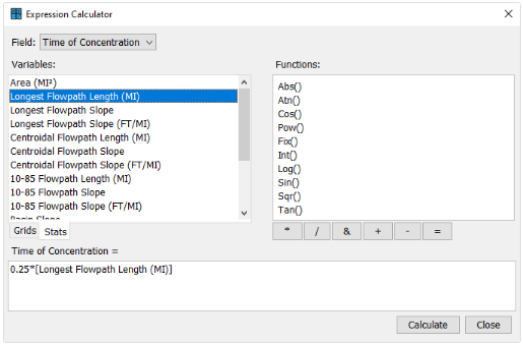
Aşağıdaki görselde, Sızma Hızı *(Percolation Rate)* grid'i, Sabit Hız *(Constant Rate)* parametresini tahmin etmek için ifadeye dahil edilmiştir.



Şekil 6.39 Sabit Hız Parametresini Tahmin Etmek İçin İfade Hesaplayıcısının Kullanımı

Stats (İstatistikler) sekmesi, havzanızdaki alt havza *(subbasin)* veya *akarsu* elemanlarının *(reach)* fiziksel özelliklerine dayalı bir değişken listesi görüntüler. Bir özellik ifade içinde kullanıldığında, ilgili elemanın (alt havza veya akarsu) özellik değeri hesaplamada kullanılır. Bir değişkeni *Expression* (İfade) penceresine eklemek için değişkene çift tıklanır.

Aşağıdaki görselde, En Uzun Akış Yolu Uzunluğu *(Longest Flowpath Length)* ifadesine dahil edilerek Yoğunlaşma Zamanı *(Time of Concentration)* parametresini tahmin etmek için kullanılmıştır.



Şekil 6.40 Yoğunlaşma Zamanı Parametresini Tahmin Etmek için İfade Hesaplayıcısının Kullanımı

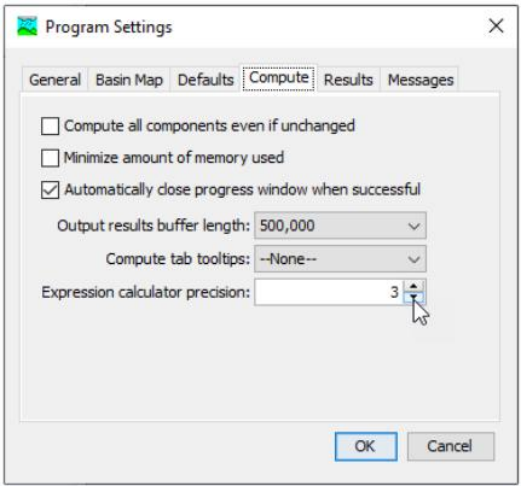
Alt havza *(subbasin)* ve akarsu elemanları *(reach)* için iç model değişkenleri, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. *Stats* değişkenleri için birimler (ABD Özel Sistemi – U.S. *Customary* veya Metrik – *Metric*), *Component Editor*'de havza modelinin Birim Sistemi *(Unit System)* seçimine karşılık gelir.

Tablo 6.1 Alt Havza ve Akarsu Elemanları İçin İç Model Değişkenleri

Alt Havzalar için İstatistik Değişkenler	**Birimler**
10–85 Akış Yolu Uzunluğu	MI veya KM
10–85 Akış Yolu Eğimi	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Alan	MI^2 veya KM^2
Havza Yükselti Farkı	FT veya M
Havza Eğimi	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Merkezi Akış Yolu Eğimi	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Drenaj Yoğunluğu	MI/MI^2 veya KM/KM^2
Uzunluk Oranı	boyutsuz
En Uzun Akış Yolu Uzunluğu	MI veya KM
En Uzun Akış Yolu Eğimi	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Yükselti Oran	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Akarsu Uzunluğu	MI veya KM
Akarsu Eğimi	FT/MI, M/KM veya boyutsuz
Akarsu Yükselti Farkı	FT veya M

Functions (Fonksiyonlar) penceresi, ifadede kullanılabilecek *Visual Basic (VBA) matematik fonksiyonları* listesini gösterir. Fonksiyonlar penceresinin altında, çarpma (*), bölme (/), toplama (+), çıkarma (-) ve metin birleştirme (&) gibi aritmetik işlem düğmeleri bulunur. Bir elemanın parametre değerini hesaplamak için *Grid değişkenleri, Stat değişkenleri, VBA fonksiyonları* ve *matematiksel operatörler* tek bir ifadede birlikte kullanılabilir. İfade tamamlandığında, *Calculate* (Hesapla) düğmesine tıklanır. Seçilen parametrenin değeri, *Global Editor* iletişim kutusunda güncellenecektir.

Expression Calculator tarafından raporlanan anlamlı basamak sayısı, *Tools | Program Settings* menüsündeki *Compute* sekmesinden kontrol edilebilir. Bu program ayarına *Expression Calculator Precision* (İfade Hesaplayıcısı Hassasiyeti) adı verilir. Ayar için geçerli değer aralığı *1 ile 5 anlamlı basamak* arasındadır. Kullanıcı tarafından değiştirilmediği sürece program, varsayılan olarak 3 anlamlı basamak kullanır.

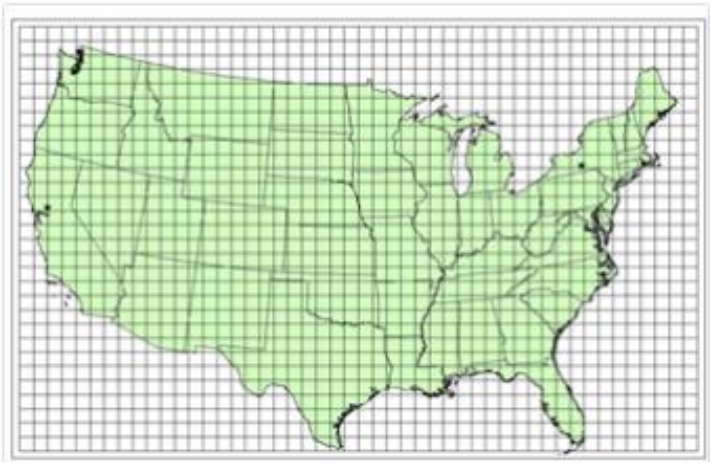


Şekil 6.41 İfade Hesaplayıcısı Hassasiyetinin Ayarlanması

6.4 KOORDİNAT REFERANS SİSTEMLERİ

SHG Izgara Sistemi

Standart Hidrolojik Izgara (Standard Hydrologic Grid – SHG), Amerika Birleşik Devletleri'nin bitişik (kıtasal) kısmı için tanımlanmış, değişken çözünürlüklü kare hücrelerden oluşan bir harita ızgara sistemidir. Izgaranın koordinat sistemi, aşağıdaki parametrelere sahip *Albers* Eşit Alanlı Konik Harita Projeksiyonuna dayanmaktadır.



Şekil 6.42 Standart Hidrolojik Izgara (SHG)

Standartlaştırılmış UTM Izgara Sistemi

HRAP ve *SHG* sistemleri, Amerika Birleşik Devletleri'nin bitişik (kıtasal) bölgesi (*CONUS*) dışında tanımlı değildir. *CONUS* bölgesi dışındaki alanlarda *HEC-HMS* içinde grid tabanlı hesaplamaların pratik kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, HEC, SHG'nin hücre numaralandırma kurallarını kullanan ve *UTM* koordinatlarına

dayalı bir ızgara sistemi geliştirmiştir. UTM ızgarası kullanılırken, bir *UTM zonu* (kuzey veya güney yarımküre seçimi dâhil) ve bir hücre boyutu seçilmesi gerekir.

Birimler: Metre

Datum: Dünya Jeodezik Sistemi (WGS84)

Projeksiyonlu Koordinat Sistemi: Evrensel Transvers Merkator (UTM)

Zonlar: 1–60, Kuzey (N) veya Güney (S) yarımküre

SHG'de olduğu gibi, ızgarayı kullanan kullanıcılar da çalışmanın ölçeğine ve kapsamına uygun bir çözünürlük seçebilirler. HEC aşağıdaki grid çözünürlüklerini desteklemektedir: *10.000 metre, 5.000 metre, 2.000 metre, 1.000 metre, 500 metre, 200 metre, 100 metre, 50 metre, 20 metre ve 10 metre.*

BÖLÜM 7

ALT HAVZA ELEMANLARI

Alt havza (*Subbasin*), genellikle giriş akımı olmayan ve yalnızca tek bir çıkışı bulunan bir elemandır. Havza Modeli içinde akım üretmenin iki yolundan biridir. Çıkış debisi; meteorolojik veriler kullanılarak kayıpların çıkarılması, fazla yağışın dönüşüme tabi tutulması ve taban akışının eklenmesi yoluyla hesaplanır. İsteğe bağlı olarak kullanıcı, entersepsiyon ve evapotranspirasyonu temsil etmek üzere bir bitki örtüsü (*canopy*) bileşeni ekleyebilir. Ayrıca yüzey çukurluklarında tutulan suyu temsil etmek için bir yüzey (*surface*) bileşeni eklemek de mümkündür. Alt havza elemanı, çok farklı büyüklüklerdeki havzaların modellenmesi için kullanılabilir.

7.1 AYRIKLAŞTIRMA YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ

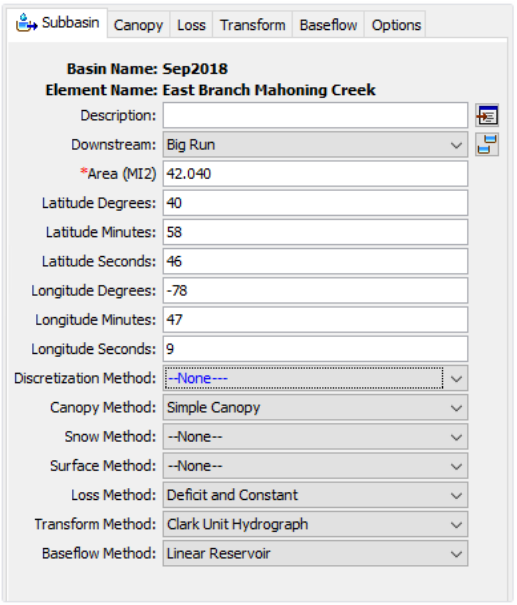
Ayrıklaştırma Yöntemi (*Discretization Method*), bir alt havzanın nasıl ayrıklaştırılacağını tanımlar. Geleneksel olarak, bir alt havzanın mekânsal olarak ayrık elemanlarını tanımlamak için *Mod Clark grid* hücre dosyası kullanılmıştır. *Mod Clark grid* hücre dosyasının bir sınırlaması, mutlak mekânsal referanslar kullanmamasıdır; hücre konumları, keyfi olarak tanımlanmış bir sol alt köşeye göre referanslanır. Yapılandırılmış *(Structured)* ve Yapılandırılmamış *(Unstructured)* ayrıklaştırma yöntemleri, mekânsal olarak ayrık Alt Havza Elemanlarına coğrafi farkındalık (*spatial-awareness*) kazandırır. Bu mekânsal farkındalığa sahip yaklaşımın avantajları şunlardır: ayrık elemanların görüntülenebilmesi, diğer coğrafi verilerden değer örneklenebilmesi ve ayrık elemanlar için sonuçların görselleştirilebilmesi.

Dört tür ayrıklaştırma vardır: Yapılandırılmış *(Structured)*, Yapılandırılmamış *(Unstructured)*, Dosya ile Tanımlı *(File-Specified)* ve Yok *(None)*. 2B Difüzyon Dalgası *(2D Diffusion Wave)* ve *Mod Clark* dönüşüm yöntemleri doğası gereği ızgara tabanlıdır ve ızgaralı bir ayrıklaştırma gerektirir; bu nedenle bu yöntemlerden biri seçildiğinde Ayrıklaştırma Yöntemi *None (*Yok) olamaz. Benzer şekilde, grid tabanlı bir *Canopy, Surface* veya *Loss* yöntemi kullanıldığında da mutlaka ızgaralı bir ayrıklaştırma sağlanmalıdır.

Ayrıklaştırma Yok

None-Ayrıklaştırma Yok, tüm alt havzayı daha büyük modelleme bağlamı içinde tek bir ayrık eleman olarak temsil eder. Bu yapılandırma genellikle *"*toplulaştırılmış parametreli *(lumped-parameter)"* olarak adlandırılır. Gerçekte, tüm ayrıklaştırma yaklaşımları bir miktar mekânsal ortalama alma içerir. Mekânsal ortalamanın derecesi, ayrık elemanların büyüklüğüne bağlıdır.

Aşağıdaki görselde *None (*Yok*)* Ayrıklaştırma seçili olarak gösterilmektedir. *None* Ayrıklaştırma seçildiğinde, Alt Havza Elemanının *Component Editor*'ünde bir *Discretization* sekmesi bulunmaz.

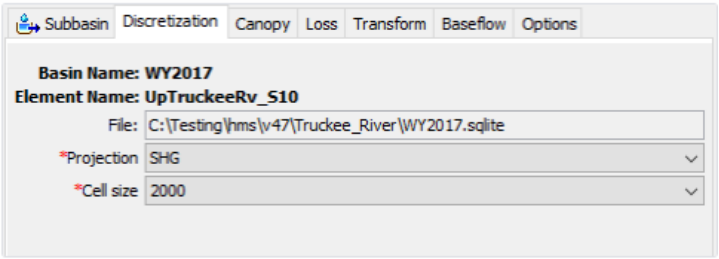


Şekil 7.1 *None* (Yok) Ayrıklaştırma Yönteminin Seçilmesi

Yapılandırılmış Ayrıklaştırma

Yapılandırılmış Ayrıklaştırma *(Structured Discretization)*, alt havzanın sınırları içinde Kartezyen bir ızgara (*grid*) oluşturur. Bu ayrıklaştırma yöntemi, Standart Hidrolojik Izgara (*SHG*) veya *Universal Transvers Merkator* (*UTM*) projeksiyonunu ve 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 veya 10000 metrelik grid hücre boyutlarını seçme imkânı sunar.

Aşağıdaki görselde, *SHG* projeksiyonu ve 2000 metrelik hücre boyutu kullanan bir Yapılandırılmış Ayrıklaştırma örneği gösterilmektedir.



Şekil 7.2 SHG Projeksiyonu ve 2000 Metre Hücre Boyutu Kullanan Yapılandırılmış Ayrıklaştırma

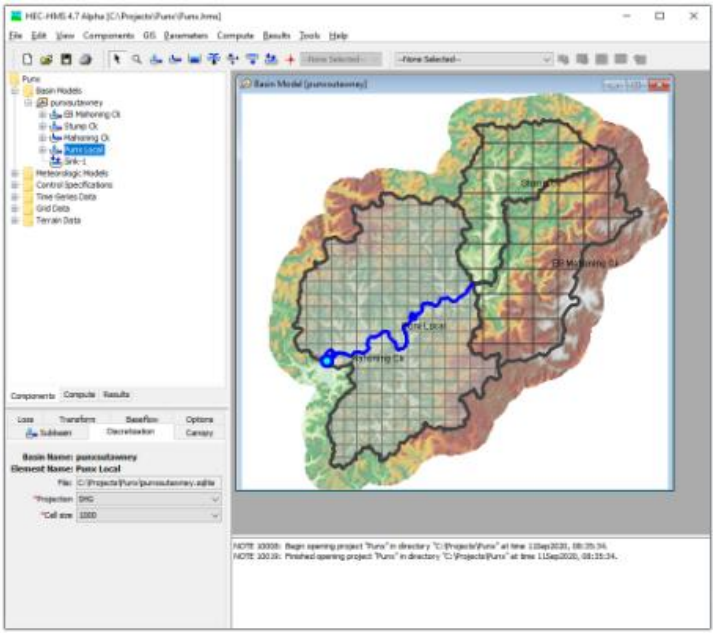
Yapılandırılmış Ayrıklaştırma için mekânsal elemanlar bir *SpatiaLite* veritabanında saklanır. Bu veritabanı, *Component Editor*'deki *File* tanımı ile belirlenir. Veritabanı dosyası *HEC-HMS* tarafından yönetilir ve *Component Editor*'de gösterilen dosya konumu kullanıcı tarafından değiştirilemez. Mekânsal elemanlar, *SpatiaLite* veritabanı içinde *discretization* adlı katmanda saklanır.

Projeksiyon (Projection), grid hücrelerinin kullanılacağı projeksiyonlu koordinat sistemini tanımlar. *SHG **ve** UTM zonları (1–60, kuzey ve güney)* için seçenekler mevcuttur.

Grid Hücre Boyutu *(Grid Cell Size)*, ayrıklaştırmada kullanılacak grid hücrelerinin boyutunu tanımlar. *50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 veya 10000 metrelik* hücre boyutları arasından seçim yapılabilir.

Yeni bir Yapılandırılmış Ayrıklaştırma tanımı seçildikten sonra, grid hücreleri *GIS* | *Compute* | *Grid Cells* menü seçeneği kullanılarak hesaplanabilir.

Aşağıda gösterilen *Punxsutawney* Havza Modeli, alt havza için *1000 metrelik*, üst alt havzalar için ise *2000 metrelik* hücre boyutuna sahip bir *SHG projeksiyonu* kullanmaktadır.

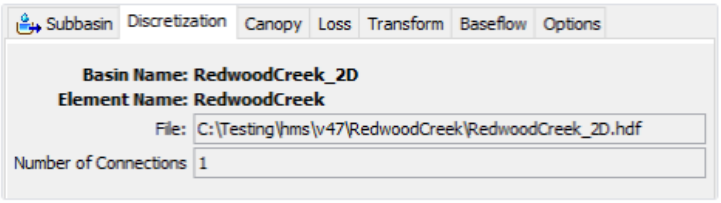


Şekil 7.3 Punxsutawney Havza Modeli

Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma

Yapılandırılmamış Ayrıklaştırmalar *(Unstructured Discretizations)* herhangi bir koordinat referans sistemine sahip olabilir ve grid yapılandırılmamış olabilir. Yapılandırılmamış gridler, bir *HEC-RAS* Düzensiz Akım (*Unsteady*) Planı *HDF* dosyasından (HEC-RAS sürüm 5.0.7 veya daha yeni) içe aktarılabilir. Plan dosyasının uzantısı *".p##.hdf"* biçimindedir; burada "p##" ilgili planı temsil eder. Yapılandırılmamış gridler en yaygın olarak 2B Difüzyon Dalgası (*2D Diffusion Wave*) dönüşüm yöntemi ile birlikte kullanılır.

Aşağıdaki görsel, bir Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma örneğini göstermektedir.

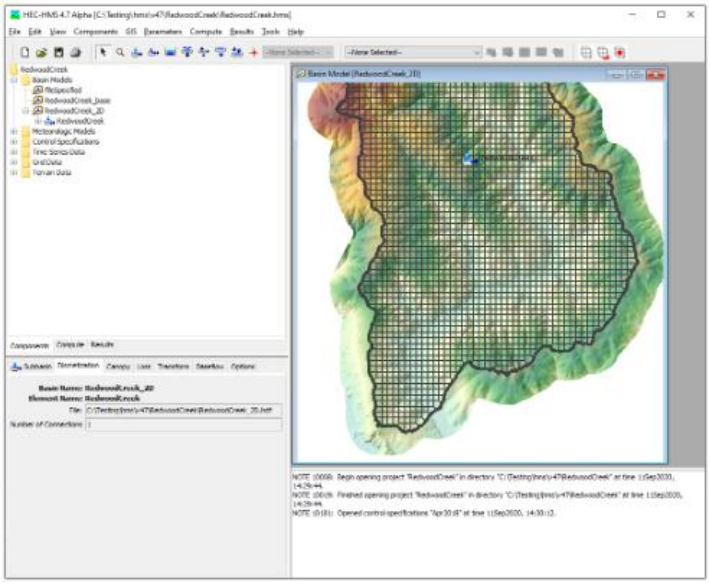


Şekil 7.4 Alt Havza Elemanı Bileşen Düzenleyicisinde Yapılandırılmamış Ayrıklaştırmanın Seçilmesi

Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma için mekânsal elemanlar bir *HDF5* dosyasında saklanır. Yapılandırılmamış ayrıklaştırma için kullanılan arka plan dosya formatı, *HEC-RAS* ile aynı şemaya sahip bir *HDF5* dosyasıdır; böylece dosyalar birbiriyle uyumludur (birlikte çalışabilir). İçe aktarıldıktan sonra, *HDF* dosyası *HEC-HMS* tarafından yönetilir ve *Component Editor* de gösterilen dosya konumu kullanıcı tarafından değiştirilemez.

Bağlantı Sayısı *(Number of Connections)*, yapılandırılmamış ayrıklaştırmaya olan veya ondan çıkan bağlantıların sayısını ifade eder. Bağlantılar içe aktarma sırasında oluşturulur ve şu anda kullanıcı tarafından değiştirilemez.

Aşağıdaki görsel, bir Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma örneğini göstermektedir.

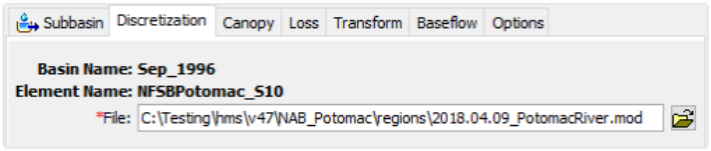


Şekil 7.5 Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma örneği

Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma

Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma (*File-Specified Discretization*), ayrık elemanların (hücrelerin, poligonların veya alt elemanların) geometrisinin ve özelliklerinin *HEC-HMS* içinde tanımlanmak yerine, harici bir dosya aracılığıyla (örneğin *Mod Clark grid* dosyası gibi) sağlandığı ayrıklaştırma türüdür. Bu yöntemde ayrıklaştırmanın mekânsal yapısı doğrudan dosyadan okunur ve modele aktarılır.

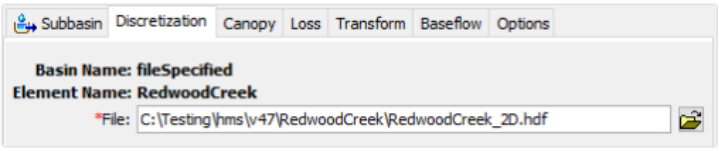
Aşağıdaki görselde, Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma *(File-Specified Discretization)* düzenleyicisinde tanımlanmış bir *Mod Clark grid* hücre dosyası gösterilmektedir.



Şekil 7.6 Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma Düzenleyicisinde Mod Clark Grid Hücre Dosyasının Tanımlanması

Mod Clark grid hücre dosyaları, *GIS | Compute | Grid Cell File* menü seçeneği kullanılarak oluşturulabilir. Dosya formatı hakkında daha fazla bilgi *Grid Cell File Format* bölümünde açıklanmıştır.

Aşağıdaki görselde, Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma (*File-Specified Discretization*) düzenleyicisinde tanımlanmış geçerli bir Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma *HDF* dosyası gösterilmektedir.

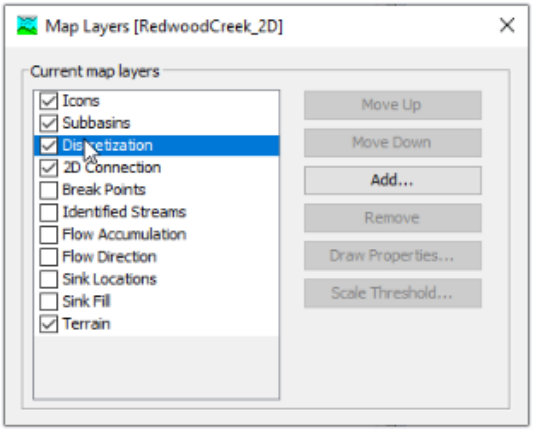


Şekil 7.7 Dosya ile Tanımlı Ayrıklaştırma Düzenleyicisinde Tanımlanmış Bir Yapılandırılmamış Ayrıklaştırma HDF Dosyası

Eğer daha önce bir Yapılandırılmış (*Structured*) veya Yapılandırılmamış (*Unstructured*) ayrıklaştırma hesaplanmışsa, Dosya ile Tanımlı (*File-Specified*) seçeneği, kullanıcıların yeni bir Havza Modeli oluşturmadan ayrıklaştırma tanımını hızlı bir şekilde değiştirmesine olanak sağlar.

Ayrıklaştırma Katmanının Görüntülenmesi

Yapılandırılmış (*Structured*) ve Yapılandırılmamış (*Unstructured*) ayrıklaştırmalar için mekânsal nesnelerin görüntülenmesi, aşağıda gösterilen *Map Layers (Harita Katmanları)* iletişim kutusunda açılıp kapatılabilir.

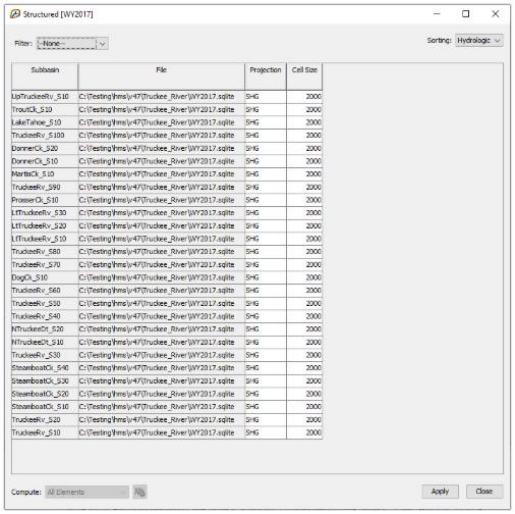


Şekil 7.8 Ayrıklaştırma Katmanının Açılıp Kapatılması

Genel Düzenleme

Global editörler, her bir elemanın *Component Editor* ünü tek tek düzenlemek yerine, tüm alt havzalar ve akarsular için bilgilerin hızlı bir şekilde topluca düzenlenmesini sağlar. Ayrıklaştırmalar, *Parameters | Discretization* menüsünden genel olarak düzenlenebilir.

Aşağıdaki görselde, tüm alt havzaların *SHG* Yapılandırılmış Ayrıklaştırma kullanacak şekilde ayarlandığı bir Havza Modeli için global editör gösterilmektedir.

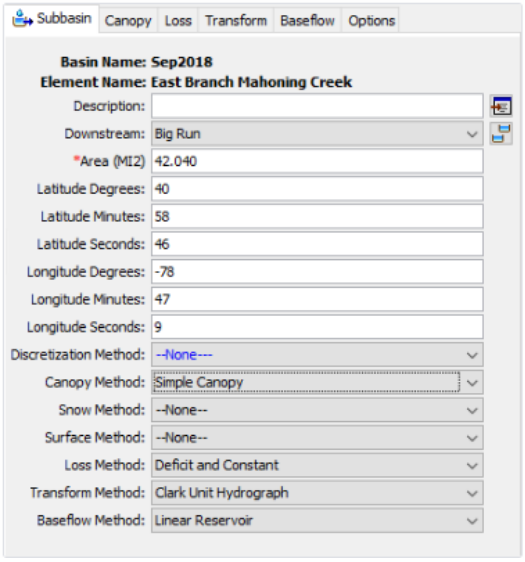


Şekil 7.9 Alt Havzaların SHG Yapılandırılmış Ayrıklaştırmayı Kullanacak Şekilde Ayarlanması

7.2 BİTKİ ÖRTÜSÜ YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ

Bitki Örtüsü *(Canopy)*, Alt Havza Elemanına eklenebilen bileşenlerden biridir ve arazide bitkilerin varlığını temsil eder. Bitkiler yağışı entersepsiyon yoluyla tutarak yere ulaşan yağış miktarını azaltır. Tutulan su, fırtına olayları arasındaki dönemlerde buharlaşır. Bitkiler ayrıca transpirasyon adı verilen süreçle topraktan su çeker. Buharlaşma ve transpirasyon genellikle birlikte evapotranspirasyon olarak adlandırılır. *Canopy* yöntemi seçimi isteğe bağlıdır, ancak sürekli simülasyon uygulamalarında kullanılması önerilir.

Bir alt havza için *Canopy* yöntemi, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Alt Havza Elemanının *Component Editor* ünde seçilir. *Component Editor* e, *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesindeki Alt Havza Elemanı simgesine tıklayarak erişebilir. Harita açıksa, *Basin Map* üzerindeki eleman simgesine tıklayarak da *Component Editor* açılabilir. Mevcut dört seçenekten birini kullanarak bir *Canopy* yöntemi seçilebilir. Eğer *None* yöntemi seçilirse, alt havzada herhangi bir entersepsiyon veya evapotranspirasyon hesabı yapılmaz; tüm yağış doğrudan yer yüzeyine düşmüş kabul edilir ve yüzey tarafından tutulmaya ve toprağa sızmaya tabi olur. Seçim listesi kullanılarak istenilen yöntem belirlenir. Her alt havza farklı bir yöntem kullanabilir veya birden fazla alt havza aynı yöntemi paylaşabilir.



Şekil 7.10 Canopy Yöntemi, Alt Havza Bileşen Düzenleyicisinden Seçimi

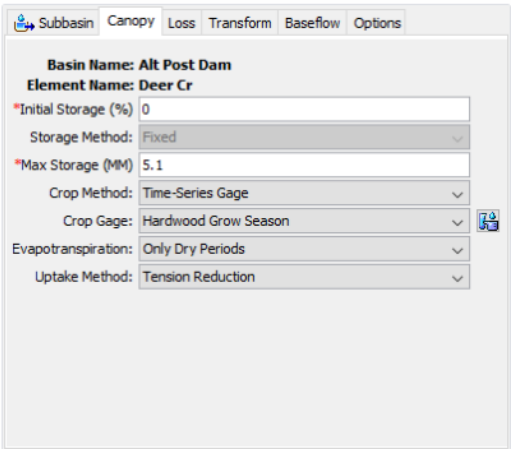
Yeni bir alt havza oluşturulduğunda, Program Ayarlarında tanımlı olan varsayılan *Canopy* yöntemi otomatik olarak atanır. Bir alt havza için *Canopy* Yöntemini, Alt Havza Bileşeni için *Component Editor*'ü kullanarak istenildiği zaman değiştirilebilir. Bir alt havza aynı anda yalnızca bir *Canopy* Yöntemi kullanabildiğinden, yöntemi değiştirirken eski parametre verilerinin silineceği konusunda uyarı verilir**.** Bu uyarı Program Ayarlarından kapatılabilir. Aynı anda birden fazla alt havzanın *Canopy* Yöntemi değiştirilebilir. Bunun için: *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Canopy* → *Change Method* komutu seçilir. Seçilen *Canopy* Yöntemi, Havza Modelinde seçili olan alt havzalara uygulanır; eğer hiçbir alt havza seçili değilse, tüm alt havzalara uygulanır.

Her bir *Canopy* Yöntemi için parametreler, Alt Havza Elemanı düzenleyicisinden (*Subbasin Element Editor*) ayrı olan özel bir *Component Editor* üzerinde sunulur. *Canopy* düzenleyicisi, her zaman Alt Havza düzenleyicisinin

yanında gösterilir. Eğer *Kinematic Wave Transform* yöntemi seçilmişse, her bir akış düzlemi için birer tane olmak üzere iki ayrı *Canopy* düzenleyicisi bulunabilir. *Canopy* düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlıdır.

Dinamik Bitki Örtüsü

Bu yöntem, zamanla değişen bir Entersepsiyon Depolama Kapasitesi *(Interception Storage Capacity)* ve bir Ürün Katsayısı *(Crop Coefficient)* içerir. Depolama kapasitesi, yağış yer yüzeyine düşmeye başlamadan önce bitki örtüsünde tutulabilecek su miktarını tanımlar. *Canopy* depolaması dolmadan yer yüzeyine geçiş (*through-fall*) gerçekleşmez. *Canopy*, depolama boşalana kadar tüm potansiyel evapotranspirasyonu kullanır. Potansiyel evapotranspirasyon, *Canopy* depolamasından ve daha sonra yüzey ve toprak bileşenlerinden gerçekleşen evapotranspirasyon miktarını belirlemek için ürün katsayısı ile çarpılır. *Canopy* depolaması tamamen boşalmadan önce kullanılmayan potansiyel evapotranspirasyon, yüzey ve toprak bileşenleri tarafından kullanılmaz. Aşağıda Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) gösterilmektedir.



Şekil 7.11 Dinamik Canopy Yöntemi Düzenleyicisi

Canopy için başlangıç koşulu, simülasyonun başında *Canopy* depolamasının doluluk yüzdesi (*Percentage of the Canopy Storage*) olarak belirtilmelidir. Halen *Canopy* depolama kapasitesini belirlemek için yalnızca tek bir yöntem vardır. Depolama, ek yağış yer yüzeyine düşmeden önce *Canopy*'de tutulabilecek sabit bir su derinliği olarak tanımlanır. Depolama derinliği, simülasyon boyunca değişmez.

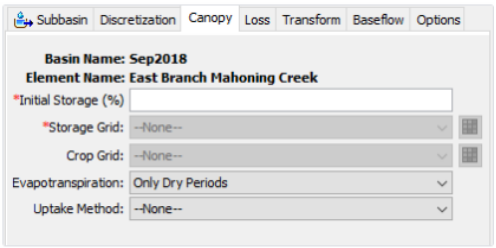
Ürün Katsayısını (*Crop Coefficient*) belirtmek için iki yöntem vardır: Zaman serisi (*Time-Series*) kullanmak: Ürün katsayısının bitki büyüme sezonu boyunca nasıl değiştiğini belirtmek için bir zaman serisi kullanılabilir. Katsayı, seçilmeden önce *Gage Manager* da bir ölçüm olarak tanımlanmış olmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Gag***e** butonuna tıklayarak ölçüm seçilebilir. Eğer Time-Series Data Manager içinde hiç ölçü oluşturulmamışsa, ölçüm seçimi yapılamaz. Grid kullanmak: Ürün katsayısının her bir grid hücresinde büyüme sezonu boyunca nasıl değiştiğini belirtmek için bir grid kullanılabilir. Ürün katsayısı *grid*'i, önceden *Grid Data Manager*'da tanımlanmış gridlerden seçilmelidir.

Bitki Örtüsü, suyu yalnızca yağış olmayan kuru dönemlerde (*Only Dry Periods*) depolamadan buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Programın 4.1 sürümü ve önceki tüm sürümleri, evapotranspirasyon hesaplamaları yalnızca kuru dönemler için gerçekleştirir. Alternatif olarak, Bitki Örtüsü hem kuru hem de yağışlı dönemlerde (*Wet and Dry Periods*) depolamadan su buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Yağış ve evapotranspirasyonun eş zamanlı hesaplanması, özellikle uzun zaman adımlarıyla simülasyon yapılırken veya kar erimesi (*Snowmelt*) simülasyonlarında sonuçların doğruluğunu artırabilir.

Topraktan su çekmek için *iki yöntem* vardır: Basit *(Simple)* Yöntem: Topraktan suyu potansiyel evapotranspirasyon hızında çeker. *Deficit Constant* veya *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemleriyle birlikte kullanılabilir. Gerilme Azaltma *(Tension Reduction)* Yöntemi: Topraktan suyu potansiyel evapotranspirasyon hızında, sadece yerçekimi bölgesinden (*gravity zone*) çeker. Gerilme bölgesinden *(tension zone)* su çekerken hız azalır. Sadece *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemi ile kullanılabilir.

Izgaralı Basit Bitki Örtüsü

Bu yöntem, Basit Bitki Örtüsü (*Simple Canopy*) Yöntemini her bir grid hücresi (*grid cell*) bazında uygular. Her bir grid hücresinin ayrı parametre değerleri ve ayrı yağış değerleri vardır. Aşağıda *Component Editor* gösterilmektedir.



Şekil 7.12 Izgaralı Basit Bitki Örtüsü Yöntemi Düzenleyicisi

Bitki Örtüsü için başlangıç koşulu, simülasyonun başında Bitki Örtüsü depolamasının doluluk yüzdesi (*Percentage of the Canopy Storage*) olarak belirtilmelidir. Aynı doluluk yüzdesi, her bir grid hücresine uygulanacaktır.

Bitki Örtüsü Depolama Izgarası (*Canopy Storage Grid*), önceden *Grid Data Manager*'da tanımlanmış gridler arasından seçilmelidir. Izgara, her bir ızgara hücresindeki maksimum Bitki Örtüsü depolama miktarını belirtmelidir. Depolama, simülasyon boyunca sabit kalır. Seçim listesinin yanındaki *Grid* butonuna tıklayarak *grid*'i seçilebilir. Eğer *Grid Data Manager* içinde hiç grid oluşturulmamışsa, grid seçimi yapılamaz.

Ürün Katsayısı Izgarası (*Crop Coefficient Grid*), önceden *Grid Data Manager*'da tanımlanmış gridler arasından seçilmelidir. Izgara (*Grid*), her bir *grid* hücresinde Meteorolojik Model tarafından hesaplanan potansiyel evapotranspirasyonun uygulanacak oranını belirtmelidir. Katsayı, simülasyon boyunca sabit kalır.

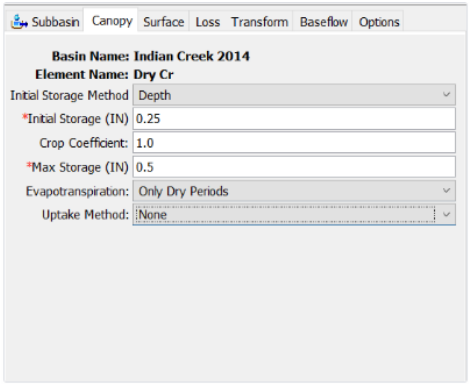
Bitki Örtüsü, suyu yalnızca yağış olmayan kuru dönemlerde (*dry periods*) depolamadan buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Programın 4.1 sürümü ve önceki tüm sürümleri, evapotranspirasyon

hesaplamalarını yalnızca kuru dönemler için gerçekleştirir. Alternatif olarak, Bitki Örtüsü hem kuru hem de yağışlı dönemlerde (*wet and dry periods*) depolamadan su buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Yağış ve evapotranspirasyonun eş zamanlı hesaplanması, özellikle uzun zaman adımlarıyla simülasyon yapılırken veya kar erimesi (*Snowmelt*) simülasyonlarında sonuçların doğruluğunu artırabilir. Seçim listesinin yanındaki *Grid* butonuna tıklayarak ızgara seçilebilir. Eğer *Grid Data Manager* içinde hiç grid oluşturulmamışsa, grid seçimi yapılamaz.

Topraktan su çekmek için iki yöntem vardır: Basit Yöntem (*Simple Method*): Su, potansiyel evapotranspirasyon hızıyla topraktan çekilir. *Deficit Constant* veya *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemleriyle birlikte kullanılabilir. Gerilme Azaltma Yöntemi *(Tension Reduction Method):* Su, potansiyel evapotranspirasyon hızıyla yerçekimi bölgesinden (*gravity zone*) çekilir. Gerilme bölgesinden (*tension zone*) su çekilirken hız azalır. Sadece *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemiyle kullanılabilir.

Basit Bitki Örtüsü

Bu yöntem, bir bitki örtüsünün (*Canopy*) basit bir temsilini sağlar. Tüm yağış, Bitki Örtüsü depolama kapasitesi dolana kadar tutulur. Depolama dolduktan sonra, tüm sonraki yağış ya yüzeye düşer ya da yüzey temsil edilmemişse doğrudan toprağa ulaşır. Tüm potansiyel evapotranspirasyon, Bitki Örtüsü depolamasını boşaltmak için kullanılır; depolamadaki su tamamen yok edilene kadar bu süreç devam eder. Potansiyel evapotranspirasyon, ürün katsayısı (*crop coefficient*) ile çarpılarak Bitki Örtüsü depolamasından, daha sonra yüzey ve toprak bileşenlerinden gerçekleşecek evapotranspirasyon miktarı belirlenir. Bitki Örtüsü depolaması boşalana kadar, kullanılmamış potansiyel evapotranspirasyon yüzey ve toprak bileşenleri tarafından kullanılmaz**.** Aşağıda *Component Editor* gösterilmektedir.



Şekil 7.13 Basit Canopy Bileşen Düzenleyicisi

Bitki Örtüsü için başlangıç koşulu, simülasyonun başında: Bitki Örtüsü Depolama Doluluk Yüzdesi *(Percentage of the Canopy Storage)* olarak veya Başlangıç Depolama Derinliği *(Initial Storage Depth)* olarak belirtilebilir.

Bitki Örtüsü Depolaması (*Canopy Storage*), yağışın yüzeye düşmeden önce yapraklarda tutulabilecek maksimum su miktarını temsil eder. Depolama miktarı, etkin su derinliği (*effective depth of water*) olarak tanımlanır.

Ürün Katsayısı (*Crop Coefficient*), topraktan gerçekte çekilecek su miktarını hesaplarken Meteorolojik Model tarafından hesaplanan potansiyel evapotranspirasyona uygulanan bir oran olarak kullanılır.

Bitki Örtüsü, suyu yalnızca yağış olmayan kuru dönemlerde (*Only Dry Periods*) depolamadan buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Programın 4.*1 sürümü* ve önceki tüm sürümleri, evapotranspirasyon hesaplamalarını yalnızca kuru dönemlerde gerçekleştirir. Alternatif olarak, Bitki Örtüsü hem kuru hem de yağışlı dönemlerde (*Wet and Dry Periods*) depolamadan su buharlaştıracak ve topraktan su çekecek şekilde ayarlanabilir. Yağış ve evapotranspirasyonun eş zamanlı hesaplanması, özellikle uzun zaman adımlarıyla simülasyon yapılırken veya kar erimesi (*snowmelt*) simülasyonlarında sonuçların doğruluğunu artırabilir.

Topraktan su çekmek için iki yöntem vardır: Basit Yöntem (*Simple Method*): Su, potansiyel evapotranspirasyon hızıyla topraktan çekilir. *Deficit Constant* veya *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemleriyle birlikte kullanılabilir. Gerilme Azaltma Yöntemi *(Tension Reduction Method):* Yalnızca *Soil Moisture Accounting Loss Rate* yöntemi ile kullanılabilir. Su, potansiyel evapotranspirasyon hızıyla yerçekimi bölgesinden (*gravity zone*) çekilir, ancak gerilme bölgesinden (*tension zone*) su çekilirken hız azalır. Basit veya Gerilme Azaltma yöntemi seçilmediği sürece, topraktan su çekilmez.

7.3 KAR ERİMESİ YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ

Yağış, hava sıcaklığı yer yüzeyi üzerinde donma noktasının altına düştüğünde genellikle kar şeklinde gerçekleşir. Genel olarak hava sıcaklığı donma noktasının altında kaldığı sürece kar, yer yüzeyinde birikmeye devam eder. Bazı havzalarda, kış aylarında yağan karın birikerek bir kar örtüsü (*snowpack*) oluşturması yıllık hidrolojik döngünün doğal bir parçasıdır. Kar örtüsü statik değildir; günlük sıcaklık değişimlerine bağlı olarak buz kristallerinde sürekli fiziksel dönüşümler meydana gelir. *Ablasyon* ya da kar erimesi, atmosferik koşulların kar örtüsüne yeterli enerjiyi aktarması sonucu karın sıcaklığının donma noktasına yükselmesi ve ardından buzun erime ısısı (ısı füzyonu) sayesinde karın sıvı suya dönüşmesi ile gerçekleşir. Kar örtüsündeki su miktarını ölçmenin en yaygın yolu Kar Su Eşdeğeri *(Snow Water Equivalent – SWE)* kavramıdır. *SWE*, kar örtüsünden birim bir sütunun tamamen eritilmesiyle elde edilecek su derinliği olarak tanımlanır.

Havza Modeli *(Basin Model)* içinde yer alan Kar *(Snow) Yöntemi*, yalnızca simülasyon sırasında hava sıcaklığının donma noktasının altına düşebileceği durumlarda veya simülasyonun başlangıcında bir kar örtüsü (*snowpack*) bulunması halinde gereklidir. Güncel olarak mevcut tek seçenek, kar örtüsünün enerji dengesini kavramsal olarak temsil eden Sıcaklık İndeksi *(Temperature Index)* yaklaşımıdır. Bu yöntem, toprak yüzeyinde mevcut olan sıvı su miktarını hesaplar; bu su daha sonra infiltrasyona ve yüzey akımına tabi tutulur.

Izgaralı Sıcaklık İndeksi

Izgaralı Sıcaklık İndeksi Yöntemi **(***Gridded Temperature Index Method***)**, Normal (*Regular*) Sıcaklık İndeksi Yöntemi ile aynıdır; ancak kar örtüsünün simülasyonu için kullanılan denklemler, tüm alt havza için alan-ortalama değerler yerine her bir grid hücresi için ayrı ayrı, kendi yağış ve sıcaklık sınır koşulları ile hesaplanır. *v4.12* sürümünden itibaren, bu yöntem her türlü yağış, sıcaklık ve/veya arazi yüzeyi yöntemiyle birlikte kullanılabilir.

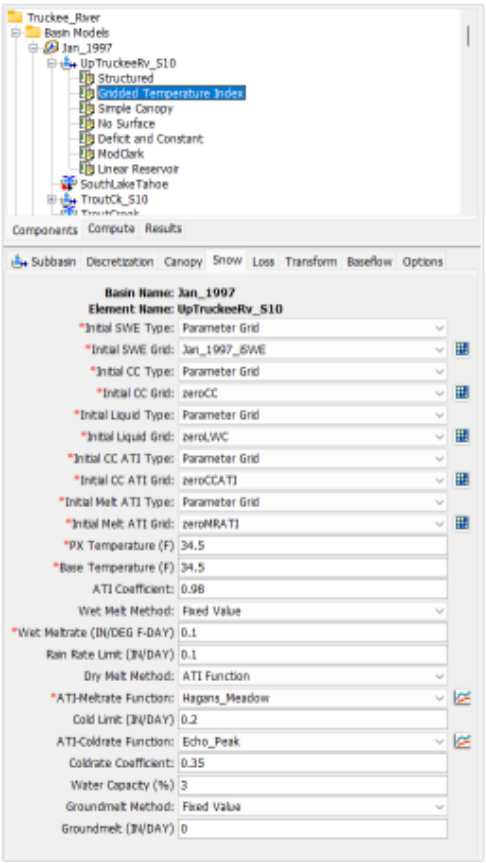
Izgaralı Sıcaklık İndeksi Yöntemi, her bir alt havza elemanı için kar örtüsünün başlangıç koşullarını ve sıcaklık indeksi parametrelerini içeren bir *Component Editor* barındırır; aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir. Ayrıca *Parameters* | *Snowmelt* menüsünden küresel (global) sıcaklık indeksi düzenleyicisi açılabilir.

Başlangıç Değerleri

Beş adet durum değişkeninin her biri için başlangıç değerlerini belirleme yöntemi ayrı ayrı seçilebilir**.** Başlangıç değerleri şu şekillerde tanımlanabilir: *Gridset* kullanılarak, Varsayılan değerler *(Default Values)* ile, Kullanıcı tarafından tanımlanan sabit bir değer (*Constant Value*) ile Varsayılan Değer veya Sabit Değer seçenekleri seçildiğinde, her bir alt havza içindeki tüm grid hücreleri aynı değere ayarlanır.

Varsayılan Başlangıç Değerleri:

- Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*Initial SWE*): 0 mm
- Başlangıç Soğuk İçeriği (*Initial Cold Content*): 0 mm
- Başlangıç Sıvı Su Oranı (*Initial Liquid*): %0
- Başlangıç Soğuk İçerik ATI (*Initial Cold Content ATI*)**:** 0 °C
- Başlangıç Erime Hızı ATI (*Initial Meltrate ATI*): 0 °C-gün



Şekil 7.14 Izgaralı Sıcaklık İndeksi Kar Bileşeni Düzenleyicisi

Parameter Grids seçeneği seçildiğinde beş adet parametre *grid*'i tanımlanmalıdır; bu gridler aşağıdaki paragraflarda açıklanmaktadır.

Simülasyonun başında mevcut olan Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*Initial Snow Water Equivalent – SWE*) girilmelidir. Bu bilgi genellikle gerçek kar su eşdeğeri ölçümlerinden enterpolasyon yapılarak belirlenir. Eğer kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir.

Simülasyonun başında mevcut olan Başlangıç Soğuk İçeriği (*Initial Cold Content*) girilmelidir. Bu değer, kar örtüsünün sıcaklığını 0 °C'ye (32 °F) yükseltmek için gerekli olan ısı miktarını temsil eder ve donmuş suyun mm (inç) cinsinden eşdeğeri olarak ifade edilir. Eğer simülasyon başlangıcında kar yoksa, bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Kar örtüsü varsa, aşağıdaki şekilde tahmin edilebilir: Kar derinliği × kar yoğunluğu × karın özgül ısısı × donma noktasının altındaki derece sayısı.

Simülasyonun başında kar örtüsü içinde tutulan Başlangıç Sıvı Su Miktarı (*Initial Liquid Water Held Within the Snowpack*) girilmelidir. Sıvı su, yalnızca kar örtüsünün sıcaklığı 0 °C (32 °F) olduğunda kar içinde var olabilir. Bu değerin tam olarak bilindiği durumlar nadirdir. Bilinebileceği iki durum şunlardır: Kar örtüsü yoksa, değer sıfır olarak alınabilir. Hava sıcaklığı birkaç gün boyunca sürekli donma noktasının altında kalmışsa, değer yine sıfır olarak alınabilir.

Başlangıç Soğuk İçerik Önceki Sıcaklık İndeksi (*Initial Cold Content Antecedent Temperature Index*), kar örtüsünün yüzeye yakın kısmındaki sıcaklığını temsil eden bir indekstir. Simülasyonun başında kar örtüsünün yaklaşık sıcaklığına ayarlanmalıdır. Eğer başlangıç sıcaklığı bilinmiyorsa, 0 °C (32 °F) olarak ayarlanabilir.

Erime hızının (*meltrate*) mevsimsel değişimi, bir Önceki Sıcaklık Fonksiyonu (*Antecedent Temperature Function*) ile indekslenir. Başlangıç erime hızı *ATI* (*Initial Meltrate ATI*)**,** "birikmiş çözülme derece-günleri" kavramına benzer şekilde düşünülmelidir. Eğer simülasyonun başında yerde kar yoksa, bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Simülasyon, hava sıcaklıklarının uzun süre boyunca taban sıcaklığın altında kaldığı soğuk bir dönemde veya hemen sonunda başlıyorsa, yine sıfır olarak ayarlanabilir. Aksi durumda, bu değer son sürekli donma dönemi bittikten sonra biriken derece-günlerin toplamı olarak hesaplanmalıdır.

Parametre Değerleri

PX Sıcaklığı (*PX Temperature*), yağışın yağmur mu yoksa kar mı olarak düştüğünü ayırt etmek için kullanılır. Hava sıcaklığı bu belirlenen sıcaklığın altındaysa, yağışın tamamı kar kabul edilir. Hava sıcaklığı bu belirlenen sıcaklığın üstündeyse, yağışın tamamı yağmur kabul edilir. Bu ayırt etme sıcaklığı en fazla 1°C olabilir.

Taban sıcaklık (*Base Temperature*) ile hava sıcaklığı arasındaki fark, kar erimesinin hesaplanmasında kullanılan Sıcaklık İndeksini (*Temperature Index*) tanımlar. Erime miktarını tahmin etmek için erime hızı (*meltrate*), hava sıcaklığı ile taban sıcaklık arasındaki fark ile çarpılır. Eğer hava sıcaklığı taban sıcaklıktan düşükse, erime miktarı sıfırdır. Genellikle taban sıcaklık 0°C olarak alınmalıdır.

Islak Erime Hızı (*Wet Meltrate*), yağışın yağmur olarak düştüğü ve yağmur şiddetinin yağmur hız sınırından (*rain rate limit***)** büyük olduğu zaman aralıklarında kullanılır. Bu parametre, kar örtüsünün üzerine yağmur yağarken karın ne hızla eridiğini temsil eder.

Islak Erime Hızı (*Wet Meltrate*) için iki farklı tanımlama seçeneği vardır:

1. Sabit Değer (*Fixed Value*): Islak erime hızı, tek bir sabit değer kullanılarak hesaplanır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*): Islak erime hızı, yılın zamanına bağlı bir fonksiyon olarak tanımlanan bir desen (*pattern*) ile belirlenebilir. Bu desen, Kar Erimesi Yönteminde kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmış olmalıdır. *Paired Data Type, Parameter Value Pattern*; parametre ise *Wet Melt Rate* olarak seçilmelidir.

Yağmur Hızı Sınırı (*Rain Rate Limit*)**,** kuru erime (*dry melt*) ile ıslak erime (*wet melt*) arasındaki ayrımı yapar. Yağmur şiddeti bu sınır değerden büyükse, erime hızı olarak ıslak erime hızı kullanılır. Yağmur şiddeti bu sınır değerden küçükse, erime hızı yağış yokmuş gibi hesaplanır. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan değer 0 mm/gün kullanılır; bu da çok küçük bir yağış bile olsa ıslak erime hızının uygulanacağı anlamına gelir.

Yağış şiddetinin yağmur hızı sınırından küçük olduğu zaman aralıkları için bir erime hızı (*meltrate*) hesaplanmalıdır. Hesaplama, erime hızı önceki sıcaklık indeksi (*meltrate antecedent temperature index*) ile başlar. Bu indeksi bir zaman adımından bir sonrakine güncellemek için bir katsayı kullanılır. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan katsayı 0.98 olarak alınır.

Kuru Erime Hızı (*Dry Melt Rate*) için üç farklı tanımlama seçeneği vardır:

1. *ATI*–Erime Hızı Fonksiyonu (*ATI–Meltrate Function*): Güncel erime hızı indeksinden (*meltrate index*) bir erime hızı hesaplamak için önceki sıcaklık indeksi – erime hızı fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyon, Kar Erimesi Yönteminde kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmış olmalıdır. Fonksiyon, simülasyon sırasında karşılaşılacak erime hızı indeksi aralığında kullanılacak uygun erime hızlarını tanımlamalıdır. Kuru koşullar için erime hızı genellikle 1 – 4 mm/°C-gün aralığındadır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*): Kuru erime hızı, yılın zamanına bağlı bir fonksiyon olarak tanımlanan bir desen ile belirtilebilir. Bu desen, Kar Erimesi Yönteminde kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmış olmalıdır. *Paired Data Type, Parameter Value Pattern*; parametre ise *Dry Melt Rate* olarak seçilmelidir.
3. Sabit Değer (*Fixed Value*): Kuru erime hızı, tek bir sabit değer kullanılarak hesaplanır.

Soğuk Limit (*Cold Limit),* yüksek yağış oranları sırasında kar örtüsünde meydana gelen hızlı sıcaklık değişimlerini hesaba katar. Yağış oranı belirtilen *cold limit* değerini aştığında, önceki soğuk içerik indeksi (*antecedent cold content index*) yağışın sıcaklığına eşitlenir. Eğer yağışın sıcaklığı baz sıcaklığın üzerindeyse, soğuk içerik indeksi baz sıcaklığa ayarlanır. Eğer yağışın sıcaklığı baz sıcaklığın altındaysa, soğuk içerik indeksi gerçek yağış sıcaklığına ayarlanır. Eğer yağış oranı *cold limit* değerinden küçükse, soğuk içerik indeksi önceki (*antecedent)* bir indeks olarak hesaplanmaya devam eder. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan olarak 0 mm/gün kullanılır; bu da

kar şeklinde düşen en küçük bir iz miktarının bile (*trace snowfall*) soğuk içeriği sıfırlayacağı / yeniden ayarlayacağı anlamına gelir.

Soğuk İçerik Önceki Sıcaklık İndeksi Katsayısı (*Cold Content Antecedent Temperature Index Coefficient*), önceki soğuk içerik indeksini (*antecedent cold content index*) bir zaman adımından bir sonrakine güncellemek için kullanılır. Bu katsayı, erime hızı indeksini (*meltrate index*) güncellemek için kullanılan indeksten ayrı bir indekstir. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan olarak *0.5* değeri kullanılır.

Önceki Sıcaklık İndeksi Soğuk İçerik Fonksiyonu (*Antecedent Temperature Index Cold Content Function*), mevcut soğuk içerik indeksinden bir soğuk içerik (*cold content***)** değeri hesaplamak için kullanılır. Bu fonksiyon, *Snow Melt Method* içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmalıdır. Fonksiyon, bir simülasyon sırasında karşılaşılacak soğuk içerik indeks değerleri aralığı boyunca kullanılacak uygun soğuk içerik değerlerini tanımlamalıdır. Soğuk içerik oranı (*cold rate*) tipik olarak *1.22 ile 1.32 mm/°C-gün* aralığındadır.

Maksimum Sıvı Su Kapasitesi (*Maximum Liquid Water Capacity*), sıvı suyun infiltrasyon veya yüzey akışı için toprak yüzeyinde kullanılabilir hâle gelmeden önce kar örtüsü içinde birikmesi gereken erimiş su miktarını tanımlar. Genellikle kar örtüsünde tutulabilen maksimum sıvı su miktarı, kar su eşdeğerinin (*SWE*) yaklaşık %3–%5'i mertebesindedir, ancak bazı durumlarda daha yüksek olabilir. Sıvı su, yalnızca kar örtüsü sıcaklığı 0°C olduğunda kar içinde kalabilir; bu durumda soğuk içerik (*cold content*) sıfırdır. Bu maksimum değer, kar su eşdeğerinin yüzdesi (%) olarak girilir.

Yerden Gelen Isı (*Heat from the Ground*) özellikle kar örtüsü kısmen donmuş veya tamamen donmamış zemin üzerinde biriktiğinde kar erimesine neden olabilir. Bu durumlarda kar örtüsü, sıcak zemini yalıtır. Sıcak zeminden gelen ısı, kar örtüsünün alt kısmının erimesine yol açar. Donmamış zeminle temas nedeniyle kar örtüsünün erimesini tanımlamak için iki yöntem mevcuttur

1. Sabit Değer (*Fixed Value*) girilebilir; bu durumda kar örtüsü üzerindeki atmosferik koşullardan veya yılın zamanından bağımsız olarak, kar örtüsü için her zaman aynı miktarda erime hesaplanır.
2. Alternatif olarak bir Yıllık Desen (*Annual Pattern*) girilebilir; bu desen, zeminle temas nedeniyle oluşan erime hızını yılın zamanının bir fonksiyonu olarak tanımlar. Bu desenin Kar Erimesi (*Snowmelt*) yönteminde kullanılabilmesi için önce *Paired Data Manager* içerisinde tanımlanmış olması gerekir. *Paired Data* Türü Parameter *Value Pattern* olmalı ve parametre olarak *Ground Melt Rate* seçilmelidir.

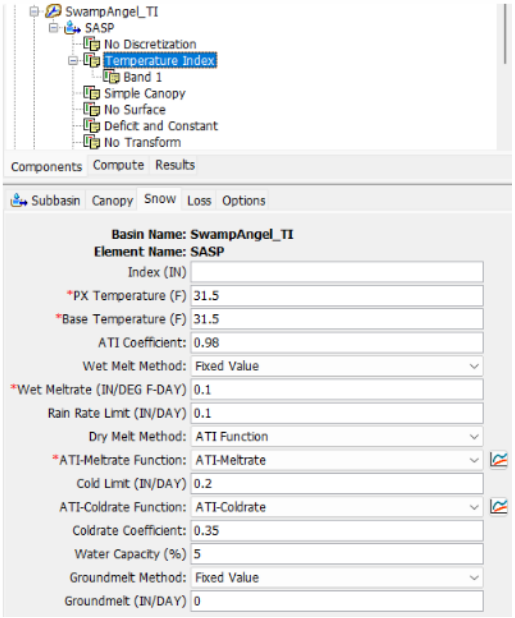
Gerekli Meteorolojik Model Sınır Koşulları

Bu yöntemi kullanabilmek için, havza modeline bağlanmış olan Meteorolojik Model içinde, yükselti bantlı sıcaklık indeksi yöntemi kullanılarak bir *Hava Sıcaklığı* sınır koşulunun seçilmiş olması gerekir.

Sıcaklık İndeksi

Sıcaklık İndeksi (*Temperature Index*) Yöntemi, kar örtüsünü modellemek için kullanılan derece-gün (*degree-day*) yaklaşımının geliştirilmiş bir uzantısıdır. Derece-gün yaklaşımında genellikle donma noktasının üzerindeki her bir derece için sabit bir kar erimesi miktarı kabul edilir. Bu yöntemde ise, kar örtüsünde depolanan soğuk enerjinin (*cold energy*) kavramsal bir temsili ile birlikte, geçmiş koşulların sınırlı bir hafızası ve diğer etkenler de dikkate alınarak donma noktasının üzerindeki her bir derece için oluşan erime miktarı hesaplanır. Kar örtüsünün içsel koşulları ve atmosferik koşullar zamanla değiştikçe, erime katsayısı (*melt coefficient*) da buna bağlı olarak değişir.

Sıcaklık İndeksi (*Temperature Index*) Yöntemi, parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) barındırır. Her bir alt havza (*subbasin*) en az bir adet yükselti bandına (*elevation band*) sahip olmalıdır ve en fazla on adet yükselti bandı içerebilir. Her yükselti bandı için ayrı bir Bileşen Düzenleyicisi bulunur. Aşağıda, yükselti bandı sıcaklık indeksi yöntemi için bir Bileşen Düzenleyicisi örneği gösterilmektedir.

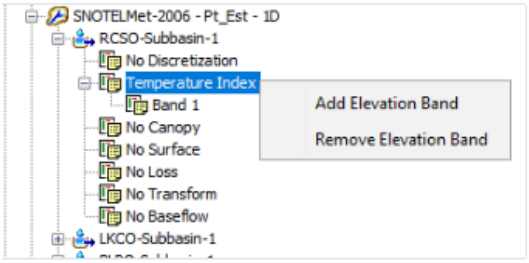


Şekil 7.15 Yükselti Bandı Sıcaklık İndeksi Bileşen Düzenleyicisi

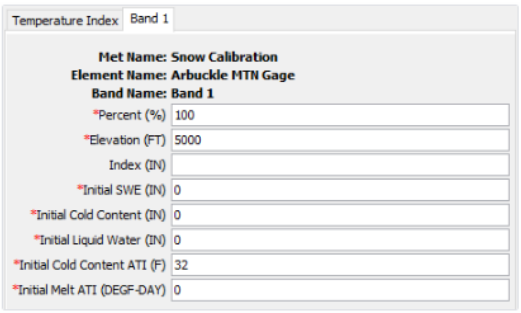
Başlangıç Değerleri

Her bir alt havza (*subbasin*) bir veya daha fazla Yükselti Bandına (*Elevation Band*) ayrılır; her bandın kendine ait parametre verileri vardır. Arazide yükseklik değişimi çok az olan bir alt havzayı temsil etmek için tek bir yükselti bandı kullanılabilir. Yükseklik farkları büyük olan alt havzalar ise birden fazla yükselti bandı kullanmalıdır. Bir yükselti bandı oluşturmak için, aşağıda gösterildiği gibi alt havza altındaki *Temperature Index* simgesi üzerinde farenin sağ tuşuna tıklanır. Yeni bir yükselti bandı oluşturmanıza izin veren bir bağlam menüsü görüntülenir. Ayrıca mevcut herhangi bir yükselti bandı üzerinde farenin sağ tuşuna tıklayarak da yeni bir yükselti bandı oluşturulabilir. Bu durumda da aynı bağlam menüsü açılır ve yeni bir yükselti bandı ekleme seçeneği sunulur. Bir yükselti bandını silmek için, bandın üzerine farenin sağ tuşuyla tıklanır. Açılan bağlam menüsünde bandı silme

seçeneği yer alır. Yükselti bandı simgesine sol tıklamak ise her bir band için kullanılan Bileşen Düzenleyicisini (*Component Editor*) açar.



Şekil 7.16 Bir Yükselti Bandı Ekleme veya Silme



Şekil 7.17 Sıcaklık İndeksi Yükselti Bandının Özelliklerini Tanımlama

Her bir Yükselti Bandı (*Elevation Band*) için, banttaki kar örtüsüne ait parametre verilerini tanımlayan bir Bileşen Düzenleyicisi *(Component Editor)* sağlanır. Bu parametreler; Bandın Göreli Büyüklüğü**,** Bandın Yükseltisi ve Bandaki Kar Örtüsünün Başlangıç Koşullarını içerir. Her yükselti bandının alt havzanın yüzde kaçını oluşturduğunu belirtilmesi gerekir. Bir yükselti bandının alan olarak bitişik (tek parça) olması zorunlu değildir. Tüm bantlar için girilen yüzdelerin toplamı %100'e eşit değilse, program bu değerleri otomatik olarak normalize eder. Kullanılabilecek yükselti bandı sayısının üst sınırı yoktur; ancak en az bir tane yükselti bandı gereklidir. Yükselti farklarının küçük olduğu havzalarda genellikle tek bir bant yeterlidir. Dağlık havzalarda ise her bir alt havza için genellikle birden fazla bant kullanılması gerekir.

Her bir yükselti bandı için Ortalama Yükseltiyi (*Average Elevation*) girilir. Genellikle girilen değer, bandın alana göre ağırlıklandırılmış ortalama yükseltisi ya da bandın en yüksek ve en düşük noktalarının ortalaması olur.

İsteğe bağlı Yağış İndeksi (*Precipitation Index*), her bir yükselti bandı için yağışı ayarlamak istenirse, alt havzanın tamamı için girilen bir indeks değeri ile birlikte girilmelidir. Genel olarak dağlık havzalarda yükselti arttıkça yağış da artar.

Simülasyonun başında mevcut olan Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*Initial Snow Water Equivalent – SWE*) girilmelidir. Bu bilgi genellikle gerçek kar su eşdeğeri ölçümlerinden enterpolasyon yapılarak elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak girilebilir.

Simülasyonun başında mevcut olan Başlangıç Soğuk İçerik (*Initial Cold Content*) girilmelidir. Bu değer, kar örtüsünün sıcaklığını 0°C'ye (32°F) yükseltmek için gerekli olan ısı miktarını temsil eder ve donmuş suyun mm (veya inç) eşdeğeri olarak ifade edilir. Eğer simülasyonun başında kar yoksa, bu değer sıfır olarak girilebilir. Eğer bir kar örtüsü varsa, yaklaşık olarak şu şekilde tahmin edilebilir: Kar derinliği × kar yoğunluğu × karın özgül ısı kapasitesi × donma noktasının altındaki derece sayısı.

Simülasyonun başında kar örtüsü içinde tutulan sıvı su miktarı (*Liquid Water Held Within the Snowpack*) girilmelidir. Sıvı su, kar örtüsü içinde yalnızca kar örtüsünün sıcaklığı 0°C (32°F) olduğunda varlığını sürdürebilir. Bu değerin tam olarak bilinebildiği durumlar azdır. Bunlardan biri, başlangıçta hiç kar örtüsü yoksa bu değerin sıfır olarak girilmesidir. İkinci durum ise**,** hava sıcaklığının birkaç gündür sürekli donma noktasının altında olmasıdır**;** bu durumda da değer sıfır olarak alınabilir.

Başlangıç Soğuk İçerik Önceki Sıcaklık İndeksi (*Initial Cold Content Antecedent Temperature Index*), kar örtüsünün yüzeyine yakın kısmındaki kar sıcaklığını temsil eden bir indextir. Simülasyonun başlangıcında kar örtüsünün yaklaşık sıcaklığına ayarlanmalıdır. Eğer başlangıç sıcaklığı bilinmiyorsa, 0°C (32°F) olarak ayarlanabilir.

Erime hızının (*meltrate*) mevsimsel değişimi bir Önceki Sıcaklık Fonksiyonu (*Antecedent Temperature Function*) ile indekslenir. Başlangıçtaki erime hızı *ATI* (*initial meltrate ATI*), "birikmiş çözülme derece-günleri" kavramına benzer şekilde düşünülmelidir. Bu önceki sıcaklık fonksiyonu, kar örtüsü olgunlaştıkça ve yaşlandıkça erime hızının değişmesine olanak tanır. Eğer simülasyonun başlangıcında zeminde kar yoksa bu terim sıfır olarak ayarlanabilir. Hava sıcaklığının sürekli olarak taban sıcaklığının altında kaldığı soğuk bir dönemde veya bu dönemin sonunda simülasyon başlatılıyorsa yine sıfır olarak ayarlanabilir. Aksi halde, bu değer hava sıcaklığının en son sürekli olarak donma noktasının altında olduğu dönemden bu yana biriken derece-günlerin toplamı olarak hesaplanmalıdır.

Parametre Değerleri

İsteğe bağlı bir Yağış İndeksi (*Precipitation Index*) kullanılabilir. Bu indeksin kullanılabilmesi için hem alt havza için genel olarak hem de her yükselti bandı (*elevation band*) için ayrı ayrı tanımlanmış olması gerekir. Alt havza için tanımlanan indeks ile bir yükselti bandı için tanımlanan indeksin oranı, o yükselti bandındaki yağışın ayarlanmasında kullanılır. Bu indeksleme yaklaşımı, yağışın yükseltiye bağlı olarak artması gibi orografik yağış eğilimlerini dikkate almanın bir yoludur.

PX Sıcaklığı (*PX Temperature*)**,** yağışın yağmur mu yoksa kar mı olarak düştüğünü ayırt etmek için kullanılır. Hava sıcaklığı, belirtilen *PX* sıcaklığından daha düşükse, gerçekleşen tüm yağışın kar olduğu kabul edilir. Hava sıcaklığı, belirtilen *PX* sıcaklığından daha yüksekse, gerçekleşen tüm yağışın yağmur olduğu kabul edilir.

Taban Sıcaklık (*Base Temperature*) ile Hava Sıcaklığı (*Air Temperature*) arasındaki fark, kar erimesinin hesaplanmasında kullanılan Sıcaklık İndeksini (*Temperature Index*) tanımlar. Erime hızı (*meltrate*), hava sıcaklığı ile taban sıcaklık arasındaki fark ile çarpılarak kar erimesi miktarı hesaplanır. Eğer hava sıcaklığı taban sıcaklığından daha düşükse, erime miktarı sıfırdır. Genellikle taban sıcaklık 0°C olarak alınır.

Islak Erime Hızı (*Wet Meltrate*), yağışın yağmur olarak düştüğü ve yağış şiddetinin yağmur şiddeti eşiğinden (*Rain Rate Limit*) büyük olduğu zaman aralıklarında kullanılır. Bu parametre, kar örtüsü üzerine yağmur yağdığı durumlarda kar örtüsünün hangi hızda eridiğini temsil eder.

Islak Erime Hızını (*Wet Melt Rate*) Belirtme Seçenekleri:

1. Sabit Değer (*Fixed Value*): *Wet Meltrate* hesaplamasında tek bir sabit değer kullanılır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*): *Wet Meltrate*, yılın zamanına bağlı olarak değişen bir erime hızı paterni ile belirtilebilir. Bu desen, *Snow Melt Method* içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da ayrı olarak tanımlanmalıdır. *Paired Data* Türü, *Parameter Value Pattern* olmalı ve parametre olarak *Wet Melt Rate* seçilmelidir.

Yağış Hızı Eşiği (*Rain Rate Limit*)**,** kuru erime (*dry melt*) ile ıslak erime (*wet melt*) arasında ayrım yapmak için kullanılır. Yağış hızı, belirtilen eşiğin üzerindeyse, kar erimesi için Islak Erime Hızı (*Wet Meltrate*) uygulanır. Yağış hızı, eşikten düşükse, erime hızı yağış yokmuş gibi hesaplanır. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan 0 mm/gün değeri kullanılır; bu, çok az yağış olsa bile Islak Erime Hızının uygulanacağı anlamına gelir.

Yağış hızı, *Rain Rate Limit*'in altında olduğu zaman aralıkları için bir erime hızı (*meltrate*) hesaplanmalıdır. Hesaplama, önceki erime hızı sıcaklık indeksinden (*meltrate antecedent temperature index*) başlar. Bir katsayı, önceki *meltrate* indeksini bir zaman aralığından diğerine güncellemek için kullanılır. Eğer bir değer girilmezse, varsayılan 0,98 kullanılır.

Kuru Erime Hızını (*Dry Melt Rate*) Belirtme Seçenekleri:

1. TI-Erime Hızı Fonksiyonu (*ATI-Meltrate Function*): Mevcut erime hızı endeksinden (*meltrate index*) erime hızı hesaplamak için *Antecedent Temperature Index* (ATI) *Meltrate* Fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyon, *Snow Melt Method* içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da ayrı olarak tanımlanmalıdır. Fonksiyon, simülasyon sırasında karşılaşılacak erime hızı endeksi değerleri aralığında uygun erime hızlarını tanımlamalıdır. Kuru koşullar için erime hızı genellikle 1–4 mm/°C-gün aralığındadır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*): Kuru erime hızı, yılın zamanına bağlı olarak değişen bir erime hızı paterni ile belirtilebilir. Bu desen, *Snow Melt Method* içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da ayrı olarak tanımlanmalıdır. *Paired Data Türü Parameter Value Pattern* olmalı ve parametre olarak *Dry Melt Rate* seçilmelidir.
3. Sabit Değer (*Fixed Value*): Kuru erime hızı hesaplamasında tek bir sabit değer kullanılır.

Soğuk Limit *(Cold Limit),* kar örtüsünün yüksek yağış hızları sırasında maruz kaldığı hızlı sıcaklık değişimlerini dikkate alır. Yağış hızı belirtilen soğuk limiti aşarsa, önceki soğuk içerik indeksi (*antecedent cold content index*)**,** yağışın sıcaklığına ayarlanır. Eğer yağış sıcaklığı baz sıcaklığın üzerindeyse, soğuk içerik indeksi baz sıcaklığa

ayarlanır. Eğer yağış sıcaklığı baz sıcaklığın altındaysa, soğuk içerik indeksi gerçek sıcaklığa ayarlanır. Yağış hızı soğuk limitin altındaysa, soğuk içerik indeksi önceki indeks kullanılarak hesaplanır. Eğer değer girilmezse, varsayılan 0 mm/gün kullanılır; bu, çok az kar yağışı olsa bile soğuk içeriğin sıfırlanacağı anlamına gelir.

Soğuk İçerik Önceki Sıcaklık İndeksi Katsayısı (*Cold Content Antecedent Temperature Index Coefficient*), önceki soğuk içerik indeksini bir zaman aralığından diğerine güncellemek için kullanılır. Bu indeks, erime hızı (*meltrate*) indeksini güncellemek için kullanılan indeksten ayrı bir indekstir. Eğer değer girilmezse, varsayılan 0,5 kullanılır.

Önceki Sıcaklık İndeksi Soğuk İçerik Fonksiyonu, mevcut soğuk içerik indeksinden soğuk içerik değerini hesaplamak için kullanılır. Bu fonksiyon, Kar Erime kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmalıdır. Fonksiyon, bir simülasyon sırasında karşılaşılacak soğuk içerik indeksi değerleri aralığında uygun soğuk içerik değerlerini tanımlamalıdır. Soğuk içerik oranı genellikle 1,22 – 1,32 mm/°C-gün aralığındadır.

Maksimum Sıvı Su Kapasitesi (*Maximum Liquid Water Capacity*)**,** kar örtüsünde birikmesi gereken erimiş su miktarını belirler; bu miktar kar örtüsünden toprağa sızma veya yüzey akışı olarak geçmeden önce birikmelidir. Genellikle kar örtüsünde tutulan maksimum sıvı su, kar su eşdeğerinin (SWE) %3–5'i civarındadır, ancak daha yüksek olabilir. Sıvı su, yalnızca kar örtüsünün sıcaklığı **0 °C** olduğunda kar içinde kalabilir; bu durumda soğuk içerik sıfırdır. Maksimum değer, kar su eşdeğerinin yüzdesi olarak girilir.

Yerden Gelen Isı (*Heat from the Ground*), kar erimesine neden olabilir; özellikle kar örtüsü kısmen donmuş veya tamamen donmamış toprak üzerinde biriktiğinde. Bu durumlarda, sıcak toprak kar örtüsü tarafından yalıtılır. Sıcak topraktan gelen ısı, kar örtüsünün alt kısmının erimesine neden olur. Donmamış toprak ile temas sonucu kar örtüsünün erimesini belirtmek için iki yöntem mevcuttur:

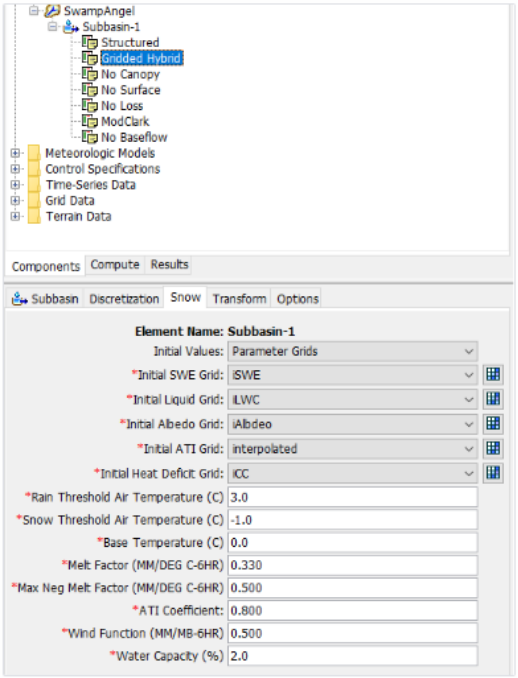
1. Sabit Değer (*Fixed Value*): Sabit bir değer girilebilir; kar örtüsü için aynı miktarda erime hesaplanır ve bu değer, kar örtüsünün üzerindeki atmosferik koşullardan veya yılın zamanından bağımsızdır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*): Alternatif olarak bir yıllık desen girilebilir; bu desen, toprağa temas nedeniyle oluşan erime hızını yılın zamanı ile ilişkilendirir. Bu desen, *Snowmelt Method'*ta kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'a girilmelidir. *Paired Data* Türü, *Parameter Value Pattern* olmalı ve parametre olarak *Ground Melt Rate* seçilmelidir.

Gerekli Meteorolojik Model Sınır Koşulları

Bu yöntemi kullanmak için, havza modeliyle ilişkili Meteorolojik Model'de Hava Sıcaklığı (*Air Temperature*) sınır koşulu seçilmelidir. Bu seçim, *elevation band* sıcaklık indeksi yöntemi (*elevation band temperature index method*) kullanılarak yapılmalıdır.

Izgaralı Hibrit Yöntem

Izgaralı Hibrit Yöntem (*Gridded Hybrid Method*) veya Radyasyondan Türetilmiş Sıcaklık İndeksi **(***Radiation-derived Temperature Index, RTI*) Yöntemi, kar örtüsündeki mevcut enerjinin bir göstergesi olarak sıcaklık yerine radyasyon dengesini kullanır (Follum ve ark., 2015). Güneş radyasyonu ölçümleri nadiren mevcuttur ve mevcut olduklarında genellikle noktasal ölçümlerdir. Orijinal *RTI* modelinde, her bir grid hücresi için gelen kısa dalga radyasyon; Dünya ile Güneş arasındaki mesafe, atmosferik saçılma, bulutlar ve bitki örtüsü tarafından soğurma, arazinin eğim/bakı özellikleri ve topografik gölgelenme için tanımlanan azaltma katsayıları kullanılarak düzeltilir. HEC-HMS içindeki mevcut model uygulaması, bulutlar veya bitki örtüsü tarafından soğurmaya ilişkin azaltma katsayılarını içermemektedir. Bu yöntem doğası gereği ızgaralıdır (HEC-HMS içinde bantlı bir uygulaması bulunmamaktadır). *v4.12* sürümünden itibaren, bu yöntem herhangi bir yağış**,** sıcaklık, kısa dalga radyasyon, uzun dalga radyasyon, hava basıncı, bağıl nem ve/veya yer yüzeyi yöntemi ile birlikte kullanılabilir. Izgaralı Hibrit Yöntem, kısa dalga ve uzun dalga radyasyondaki mekânsal değişkenliği içerir ve bu nedenle ormanlık alanlara ve dik topoğrafyaya sahip havzalar için özellikle uygundur. Izgaralı Hibrit Yöntem, her bir alt havza elemanı için kar örtüsüne ait başlangıç koşullarını ve parametreleri içeren bir Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) barındırır. *Parameters* | *Snowmelt* menüsünden küresel sıcaklık indeksi düzenleyicisi (*Global Temperature Index Editor*) açılabilir.

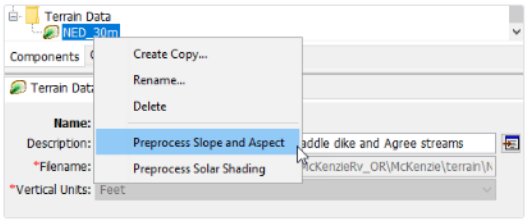


Şekil 7.18 Izgaralı Hibrit Bileşen Düzenleyicisi

Arazi-Topografya Ön İşleme

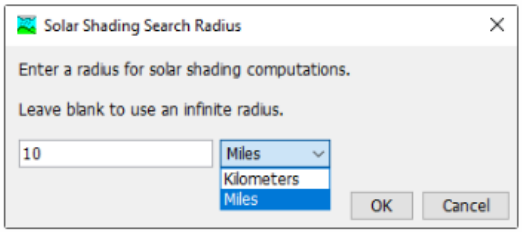
Izgaralı Hibrit kar erimesi yöntemi ile bir Simülasyon Çalıştırması hesaplanmadan önce, arazinin Eğim (*Slope*)**,** Bakı (*Aspect*) ve Güneş Gölgelemesi (*Solar Shading*) hesaplanabilir. Bu parametreleri hesaplamak için *Watershed*

Explorer içinde *Terrain Data* klasörü genişletilir. Arazi üzerinde sağ tıklanır ve aşağıda gösterildiği gibi *Preprocess Slope and Aspect* ile *Preprocess Solar Shading* seçenekleri seçilir.



Şekil 7.19 Hibrit Yöntem için Arazi Ön İşleme Adımları

Güneş gölgelenmesi hesaplamalarının gerçekleştirileceği bir Güneş Gölgelemesi Arama Yarıçapı (*Solar Shading Search Radius*) tanımlanabilir. İki grid hücresi arasındaki mesafe bu yarıçapı aştığında, 1 numaralı hücre 2 numaralı hücrenin güneş gölgelenmesine katkıda bulunmaz ve gölgelenme hesaplamaları yapılmaz. Yarıçap alanı boş bırakılırsa, program güneş gölgelenmesi katsayılarını hesaplarken arazideki tüm grid hücrelerini dikkate alır.



Şekil 7.20 Kullanıcı Tarafından Belirlenen Güneş Gölgelemesi Yarıçapı İletişim Kutusu

Gölgeleme katsayısı (*Shading Coefficient*) 1,0 olduğunda, arazi engeli olmadan tam güneş ışığı alındığını gösterir; 0,0 olduğunda ise güneş ışığı tamamen engellenmiş demektir.

Başlangıç Değerleri

Başlangıç Değerleri, *gridset*'ler kullanılarak belirtilebilir veya varsayılan değerlere göre başlatılabilir. Varsayılan Değerler (*Default Values*) seçeneği seçildiğinde, her bir alt havzadaki tüm hücreler aynı varsayılan değere ayarlanır.

- Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*SWE*): 0 mm (0 in)
- Başlangıç Sıvı Su Oranı: %0
- Başlangıç Albido: 0,4
- Başlangıç Sıcaklık İndeksi (*ATI*): 0°C (32°F)

- Başlangıç Isı Açığı (*Heat Deficit*): 0 mm (0 in)

Parametre Gridleri (*Parameter Grids*) seçeneği seçildiğinde, beş parametre gridinin seçilmesi gerekir; bu gridler aşağıdaki paragraflarda açıklanmaktadır.

Simülasyonun başında mevcut olan Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*Initial Snow Water Equivalent*) girilmelidir. Bu bilgi genellikle kar su eşdeğeri ile yapılan gerçek ölçümlerden enterpolasyon ile belirlenir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Kar Su Eşdeğeri grid'i, *Grid Data Manager* içinde *Snow Water Equivalent Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Sıvı Su *(Initial Liquid***)** değeri girilmelidir**.** Sadece kar örtüsü sıcaklığı 0°C (32°F) olduğunda kar içinde sıvı su bulunabilir. Bu değerin tam olarak bilinebildiği durumlar nadirdir. Bir durum, kar örtüsü yoksa ve bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Diğer bir durum ise hava sıcaklığı birkaç gün boyunca sürekli don altında kaldıysa ve bu durumda da değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Sıvı Su *grid*'i**,** *Grid Data Manager* içinde *Liquid Water Content Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Albido *(Initial Albedo)* değeri belirtilmelidir. Bu bilgi genellikle simülasyon çıktılarından elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç *Albido grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Albedo Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Sıcaklık İndeksi (*ATI*) belirtilmelidir. Bu bilgi genellikle simülasyon çıktılarından elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç *ATI grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Temperature Gridsets* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Isı Açığı (*Heat Deficit*) girilmelidir. Isı açığı, simülasyon başlangıcından itibaren kar örtüsünden meydana gelen net ısı kaybını tanımlar. Başlangıç Isı Açığı *grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Cold Content Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Parametre Değerleri

Yağmur Eşiği Hava Sıcaklığı *(Rain Threshold Air Temperature)* ve Kar Eşiği Hava Sıcaklığı *(Snow Threshold Air Temperature)*, yağışın yağmur mu yoksa kar mı olduğunu belirlemek için kullanılır. Hava sıcaklığı Yağmur Eşiği Sıcaklığından yüksek olduğunda, tüm yağış yağmur olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı Kar Eşiği Sıcaklığından düşük olduğunda, tüm yağış kar olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı bu iki eşik arasında olduğunda, yağış miktarı hava sıcaklığına bağlı olarak kar ve yağmur şeklinde paylaştırılır.

Baz Sıcaklık (*Base Temperature*) Karın erimeye başladığı sıcaklıktır. Bu parametre genellikle donma sıcaklığı civarında bir değere sahiptir, ancak birkaç derece değişiklik gösterebilir.

Erime Katsayısı (*Melt Factor*) Kar erimesini hesaplamak için kullanılan bir katsayıdır. Bu nedenle, kar erime hızını doğrudan etkiler.

Maksimum Negatif Erime Katsayısı (*Maximum Negative Melt Factor*) Kar örtüsündeki ısı açığını (*heat deficit*), hava sıcaklığı ile kar yüzey sıcaklığı arasındaki farktan hesaplamak için kullanılır. Erime, kar örtüsüne giren enerji ısı açığını aştığında gerçekleşir.

Önceki Sıcaklık İndeksi Katsayısı (*Antecedent Temperature Index, ATI Coefficient*) Mevcut sıcaklık indeksinden bir sıcaklık indeksi hesaplamak için kullanılır.

Erime Dönemlerinde Hava sıcaklığı, kar örtüsü yüzey sıcaklığından daha yüksektir. Rüzgâr Fonksiyonu (*Wind Function*), bu sıcaklık gradyanı nedeniyle buhar akışının engellenmesini hesaplamak için kullanılır.

Su Kapasitesi (*Water Capacity*) Kar örtüsündeki sıvı su miktarı Su Kapasitesini aştığında, su kar örtüsünden dışarı çıkar.

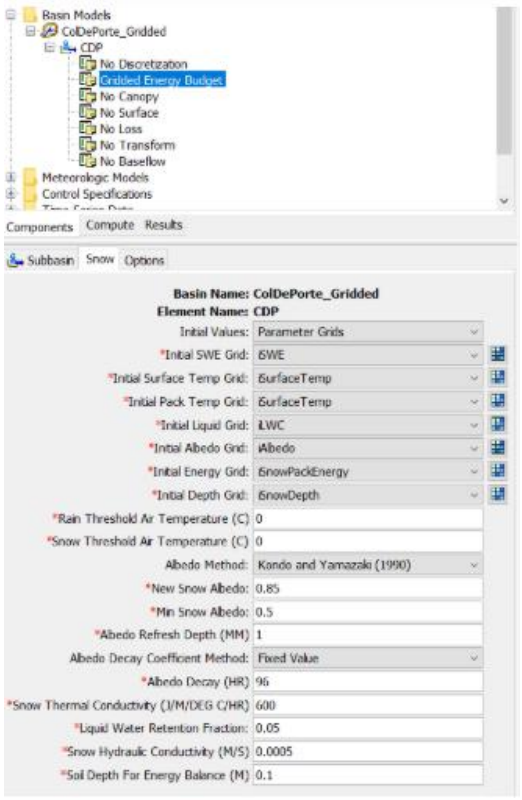
Gerekli Meteorolojik Model Sınır Koşulları

Alt havza parametrelerine ek olarak, bu yöntemi kullanmak için gerekli Meteorolojik Model sınır koşulları şunlardır:

- Gelen Kısa Dalga Radyasyon (*Incoming Shortwave Radiation*)
- Gelen Uzun Dalga Radyasyon (*Incoming Longwave Radiation*)
- Yağış (*Precipitation*)
- Hava Sıcaklığı (*Air Temperature*)
- Atmosfer Basıncı (*Atmospheric Pressure*)
- Bağıl Nem (*Relative Humidity*)

Izgaralı Enerji Bütçesi

Izgaralı Enerji Bütçesi Yöntemi (*Gridded Energy Budget Method*)**,** Enerji Bütçesi Yöntemi ile aynıdır; ancak kar örtüsünü simüle eden denklemler, tüm alt havza yerine her bir grid hücresi için ayrı ayrı, farklı yağış ve sıcaklık sınır koşulları ile hesaplanır. *v4.12* sürümünden itibaren, bu yöntem herhangi bir yağış, sıcaklık, kısa dalga radyasyon, uzun dalga radyasyon, hava basıncı, bağıl nem, rüzgâr hızı ve/veya yer yüzeyi yöntemi ile birlikte kullanılabilir. Izgaralı Enerji Bütçesi Yöntemi, her bir alt havza elemanı için kar örtüsüne ait başlangıç koşulları ve enerji bütçesi parametrelerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. *Parameters* | *Snowmelt* menüsünden küresel sıcaklık indeksi düzenleyicisi (*Global Temperature Index Editor*) açılabilir.



Şekil 7.21 Izgaralı Enerji Bütçesi Bileşen Düzenleyicisi

Arazi-Topografya Ön İşleme

Izgaralı Enerji Bütçesi Yöntemi ile bir Simülasyon Çalıştırması (*Simulation Run*) hesaplanmadan önce, arazinin Eğim (*Slope*), Bakı (*Aspect*) ve Güneş Gölgelemesi (*Solar Shading*) hesaplanabilir. Bu parametreleri hesaplamak için: *Watershed Explorer* içinde *Terrain Data* klasörünü genişletilir. Arazi üzerine sağ tıklanır ve *Preprocess Slope and Aspect* ile *Preprocess Solar Shading* seçenekleri seçilir.

Kullanıcı, güneş gölgelenmesi hesaplamalarının gerçekleştirileceği bir Güneş Gölgelemesi Arama Yarıçapı (*Solar Shading Search Radius*) tanımlanabilir. İki grid hücresi arasındaki mesafe bu yarıçapı aştığında, 1 numaralı hücre 2 numaralı hücrenin güneş gölgelenmesine katkıda bulunmaz ve gölgelenme hesaplamaları yapılmaz. Yarıçap alanı boş bırakılırsa, program gölgelenme katsayılarını hesaplarken tüm grid hücrelerini dikkate alınır.

Başlangıç Değerleri

Başlangıç Değerleri (*Initial Values*)**,** *gridset*ler kullanılarak belirtilebilir veya varsayılan değerlere (*Default Values***)** göre başlatılabilir. Varsayılan Değerler seçildiğinde, her bir alt havzadaki tüm hücreler aynı varsayılan değere ayarlanır.

Varsayılan değerler şunlardır:

- Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (SWE): 0 mm (0 in)

- Başlangıç Yüzey Sıcaklığı: 0°C (32°F)
- Başlangıç Kar Örtüsü Sıcaklığı: 0°C (32°F)
- Başlangıç Sıvı Su: %0
- Başlangıç Albido: 0,4
- Başlangıç Enerjisi: 0 J/m² (0 BTU/ft²)
- Başlangıç Derinliği: 0 mm (0 in)

Parametre Gridleri (*Parameter Grids*) seçeneği seçildiğinde, yedi parametre gridinin seçilmesi gerekir; bu gridler aşağıdaki paragraflarda açıklanmaktadır.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Kar Su Eşdeğeri **(***Initial Snow Water Equivalent, SWE***)** girilmelidir. Bu bilgi genellikle gerçek SWE ölçümlerinden enterpolasyon yoluyla belirlenir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Kar Su Eşdeğeri *grid*'i**,** *Grid Data Manager* içinde *Snow Water Equivalent Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Yüzey Sıcaklığı (*Initial Surface Temperature*) girilmelidir. Bu bilgi genellikle simülasyon çıktılarından elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Yüzey Sıcaklığı *grid'*i**,** *Grid Data Manager* içinde *Temperature Gridsets* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Kar Örtüsü Sıcaklığı (*Initial Pack Temperature*) girilmelidir. Başlangıç Kar Örtüsü Sıcaklığı *grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Temperature Gridsets* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Sıvı Su (*Initial Liquid*) girilmelidir. Kar örtüsünde sıvı su yalnızca kar örtüsü sıcaklığı 0°C (32°F) olduğunda bulunabilir. Bu değerin tam olarak bilinebildiği durumlar nadirdir: Kar örtüsü yoksa, değer sıfır olarak ayarlanabilir. Hava sıcaklığı birkaç gün boyunca sürekli don altında kaldıysa, değer yine sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Sıvı Su *grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Liquid Water Content Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Albido (*Initial Albedo*) belirtilmelidir. Bu bilgi genellikle simülasyon çıktılarından elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç *Albido grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Albedo Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Enerjisi (*Initial Energy*) belirtilmelidir. Bu bilgi genellikle simülasyon çıktılarından elde edilir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Enerjisi *grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Energy Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Simülasyonun başında mevcut Başlangıç Kar Derinliği (*Initial Depth*) girilmelidir. Bu bilgi genellikle kar örtüsü derinliği ölçümlerinden enterpolasyon yoluyla belirlenir. Kar yoksa bu değer sıfır olarak ayarlanabilir. Başlangıç Kar Derinliği *grid*'i, *Grid Data Manager* içinde *Snow Depth Grids* veri türü seçilerek oluşturulabilir.

Parametre Değerleri

Yağmur Eşiği Hava Sıcaklığı (*Rain Threshold Air Temperature*) ve Kar Eşiği Hava Sıcaklığı (*Snow Threshold Air Temperature*), yağışın yağmur mu yoksa kar mı olduğunu belirlemek için kullanılır. Hava sıcaklığı Yağmur Eşiği Sıcaklığından yüksek ise, tüm yağış yağmur olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı Kar Eşiği Sıcaklığından düşük ise, tüm yağış kar olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı bu iki eşik arasında olduğunda, yağış miktarı hava sıcaklığına bağlı olarak kar ve yağmur şeklinde paylaştırılır.

Albido Yöntemi (*Albedo Method*) için *Kondo ve Yamazaki* (1990) seçeneği mevcuttur. Gelecek sürümlerde faklı seçeneklerin ekleneceği bildirilmektedir.

Yeni Kar Albidosu (*New Snow Albedo*): Yeni düşen karın yansıtıcılığını tanımlar ve genellikle 0,8–0,95 değerindedir.

Minimum Kar Albidosu (*Minimum Snow Albedo*): Karın yansıtıcılığının alt sınırını tanımlar ve genellikle 0,2–0,5 değerindedir.

Albido Yenilenme Derinliği (*Albedo Refresh Depth*): Albidoyu Yeni Kar Albidosu değerine sıfırlamak için gereken taze kar derinliğidir.

Albido Azalma Katsayısı (*Albedo Decay*)**:** Kar örtüsü yaşlandıkça albidonun azalmasını tanımlayan üstel azalma fonksiyonunda kullanılan bir katsayıdır.

Albido Azalma Katsayısı (*Albedo Decay Coefficient*) iki yöntemle belirtilebilir:

Albido Azalma Katsayısı (*Albedo Decay Coefficient*) belirtme yöntemleri:

1. Sabit değer (*Fixed value*): Sabit bir değer kullanılır.
2. Yıllık desen (*Annual pattern*): Albido azalma katsayısını yılın zamanına bağlı olarak tanımlayan bir desen belirtilebilir. Bu desen, *Snow Melt Method*'ta kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmalıdır. *Paired Data Türü: Parameter Value Pattern*, Parametre: *Albedo Decay Coefficient*

Kar Termal İletkenliği (*Snow Thermal Conductivity*), karın ısı iletme yeteneğini tanımlar ve kar örtüsü yüzey sıcaklığı akışını (*surface temperature flux*) hesaplamak için kullanılır. Kar örtüsü sığ olduğunda (yani, sıcaklık gradyanının etkili olduğu derinlikten daha az olduğunda), termal iletkenlik üzerinde bir düzeltme uygulanır.

Sıvı Su Tutma Fraksiyonu (*Liquid Water Retention Fraction*): Kar örtüsünde sıvı su olarak tutulan enerji miktarını hesaplamak için kullanılır.

Kar Hidrolik İletkenliği (*Snow Hydraulic Conductivity*): Darcy yasası kullanılarak kar örtüsündeki sıvı su içeriğini hesaplamak için kullanılır.

Enerji Dengesi için Toprak Derinliği (*Soil Depth for Energy Balance*): Kar örtüsü ile termal olarak etkileşimde bulunan toprak derinliğini tanımlar.

Gerekli Meteorolojik Model Sınır Koşulları

Alt havza **(***Subbasin***)** parametrelerine ek olarak, bu yöntemi kullanmak için gerekli Meteorolojik Model sınır koşulları şunlardır:

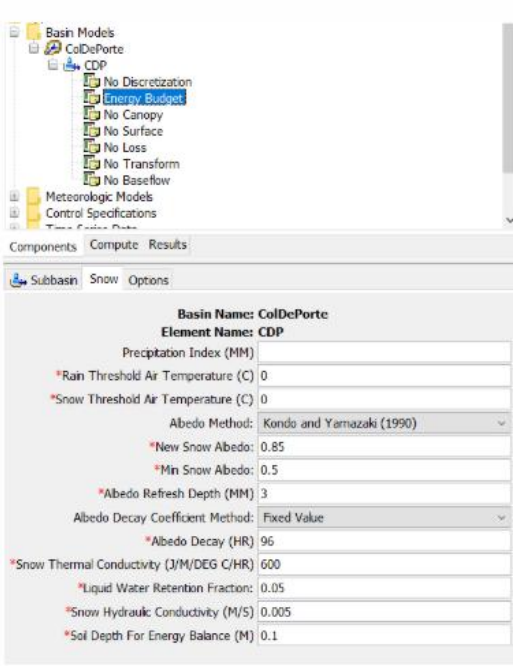
- Gelen Kısa Dalga Radyasyon (*Incoming Shortwave Radiation*)
- Gelen Uzun Dalga Radyasyon (*Incoming Longwave Radiation*)
- Yağış (*Precipitation*)
- Hava Sıcaklığı (*Air Temperature*)
- Rüzgâr Hızı (*Wind Speed*)
- Atmosfer Basıncı (*Atmospheric Pressure*)
- Bağıl Nem (*Relative Humidity*)

Enerji Bütçesi

Enerji Bütçesi Yöntemi (*Energy Budget Method*), Utah Enerji Dengesi (*UEB*) modeline dayanmaktadır (Tarboton ve Luce, 1996; Luce, 2000; Tarboton ve Luce, 2001; You, 2004). UEB kar erimesi modeli, fiziksel temelli bir enerji ve kütle dengesi modelidir. Enerji, kar örtüsü, üzerindeki hava ve altındaki toprak arasında değiş tokuş edilir. Model, kar örtüsünü tek bir katman olarak temsil eder ve karla termal etkileşimde bulunan üst toprak tabakasını içerir. Kar örtüsü yüzeyi için enerji dengesi hesaplanarak kar yüzeyi sıcaklığı elde edilir.

Kar örtüsü yüzey sıcaklığı, daha sonra belirli bir zaman aralığında kar örtüsünün enerji içeriğindeki değişimi hesaplamak için kullanılır. Kütle dengesi şunları içerir: Yağmur miktarı (*rainfall rate*), Kar yağışı miktarı (*snowfall rate*), Kar örtüsünden eriyen su çıkışı (*meltwater outflow*), Kar örtüsü ile atmosfer arasındaki buhar taşınımı (*vapor transport*), Kar örtüsü kondensasyonu (*Snowpack condensation*): Atmosferden kar örtüsüne buhar taşınımını ifade eder. Kar örtüsü sublimasyonu (*Snowpack sublimation*): Kar örtüsünden atmosfere buhar taşınımını ifade eder. *HEC-HMS* içindeki mevcut model uygulamasında, bulutlar veya orman örtüsü tarafından enerji emilimi için azaltma faktörleri henüz dahil edilmemiştir.

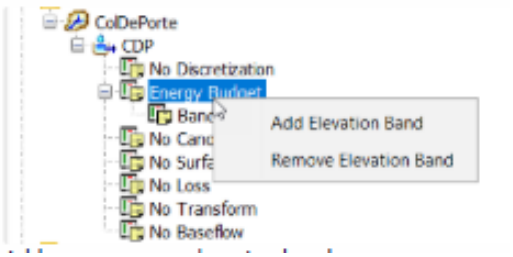
Enerji Bütçesi Yöntemi (*Energy Budget Method*), parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) ile birlikte gelir. Her alt havza için en az bir yükselti bandı (*elevation band*) olmalıdır ve en fazla on yükselti bandı tanımlanabilir. Her yükselti bandı için ayrı bir Bileşen Düzenleyicisi bulunur. Aşağıda, yükselti bandı enerji bütçesi yöntemi için bir Bileşen Düzenleyicisi gösterilmektedir.



Şekil 7.22 Yükselti Bandı Enerji Bütçesi Bileşen Düzenleyicisi

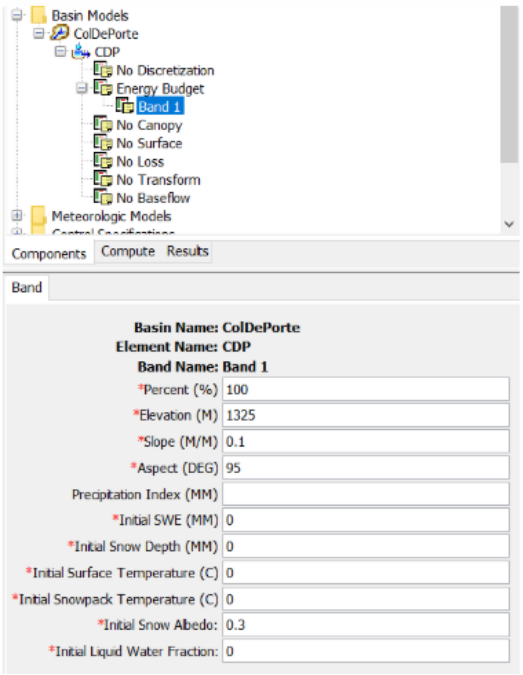
Başlangıç Değerleri

Her alt havza, bir veya daha fazla Yükselti Bandı (*Elevation Band*) olarak ayrılır; her bandın kendi parametre verileri vardır. Düz arazili alt havzalar için tek bir yükselti bandı kullanılabilir. Yükseklik farklarının fazla olduğu alt havzalar için birden fazla yükselti bandı kullanılmalıdır. Yükselti bandı oluşturma adımları: Bir alt havza altında bulunan Enerji Bütçesi (*Energy Budget*) simgesine sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünden (*context menu*) yeni bir yükselti bandı oluşturulabilir. Mevcut bir yükselti bandına sağ tıklayarak da aynı menü üzerinden yeni bir band eklenebilir. Bir yükselti bandını silmek için, bandın üzerine sağ tıklanır ve silme (*delete*) seçeneği kullanılır. Yükselti bandı simgesine tıklamak, her band için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor)*'yi açar.



Şekil 7.22 Yükselti Bandı Ekle veya Sil

Her Yükselti Bandı (*Elevation Band*) için bir Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) sağlanır. Bu düzenleyicide, bandın**:** Göreli Boyutu (*Relative Size of the Band*) Yükseltisi (*Elevation of the Band*), Band içindeki kar örtüsü için Başlangıç Koşulları **(***Initial Conditions for Snowpack in the Band)* tanımlanır.



Şekil 7.23 Enerji Bütçesi Yükselti Bandı için Özelliklerin Belirlenmesi

Her yükselti bandının, alt havzanın yüzdesini (*Percentage of the Subbasin*) belirtilmessi gerekir. Bir yükselti bandının bitişik (*contiguous*) olması gerekmez. Tüm alt havzalar için belirtilen yüzdelerin toplamı %100 değilse, program otomatik olarak normalizasyon yapar. Kullanılabilecek yükselti bandı sayısında bir sınır yoktur, ancak en az bir band gereklidir. Küçük yükseklik farklarına sahip havzalarda genellikle tek bir band yeterlidir. Dağlık havzalarda ise her alt havza için genellikle birden fazla band gereklidir.

Her yükselti bandı için ortalama değerlerin girilmesi:

Ortalama Yükselti (*Average Elevation*): Genellikle bandın alan ağırlıklı yükseltisi veya bandın en yüksek ve en düşük noktalarının ortalaması kullanılır.

Ortalama Eğim (*Average Slope*): Genellikle bandın alan ağırlıklı eğimi veya en dik ve en düz noktaların ortalaması kullanılır.

Ortalama Bakı (*Average Aspect*): Bakı, hâkim aşağı yönü gösterir ve kuzeyden saat yönünde ölçülür. Genellikle bandın alan ağırlıklı bakısı kullanılır.

Opsiyonel Yağış İndeksi (*Precipitation Index*): Her yükselti bandı için yağışı ayarlanmak istenirse, bu indeks alt havza genelinde belirlenen indeks değeri ile birlikte girilmelidir. Genel olarak, dağlık havzalarda yükseltisi arttıkça yağış miktarı da artar.

Simülasyonun başlangıcında var olan Başlangıç Kar Örtüsü Değerleri (*Initial Values for Snowpack*) aşağıdaki şekilde girilmelidir:

Başlangıç Kar Su Eşdeğeri (*Initial Snow Water Equivalent – SWE*): Genellikle mevcut kar su eşdeğeri ölçümlerinden interpolasyon yapılarak belirlenir. Kar yoksa 0 olarak ayarlanabilir.

Başlangıç Kar Derinliği (*Initial Snow Depth*): Genellikle mevcut kar derinliği ölçümlerinden interpolasyon yapılarak belirlenir. Kar yoksa 0 olarak ayarlanabilir.

Başlangıç Yüzey Sıcaklığı (*Initial Surface Temperature*): Genellikle mevcut yüzey sıcaklığı ölçümlerinden interpolasyon yapılarak belirlenir. Kar yoksa 0 olarak ayarlanabilir.

Başlangıç Kar Örtüsü Sıcaklığı (*Initial Snowpack Temperature*): Genellikle mevcut kar örtüsü sıcaklığı ölçümlerinden interpolasyon yapılarak belirlenir. Kar yoksa 0 olarak ayarlanabilir.

Başlangıç Albedo (*Initial Albedo*): Genellikle simülasyon çıktılarından elde edilen değer kullanılır. Kar yoksa 0 olarak ayarlanabilir.

Başlangıç Sıvı Su (*Initial Liquid*) değeri, simülasyonun başında girilmelidir. Kar örtüsü sıcaklığı 0°C (32°F) ise kar içinde sıvı su bulunabilir. Bu değerin kesin olarak bilinmesi genellikle zordur. İki durumda 0 olarak ayarlanabilir: Kar örtüsü yoksa. Hava sıcaklığı birkaç gün boyunca sürekli donmuşsa.

Parametre Değerleri

Yağmur ve Kar Eşiği Hava Sıcaklıkları (*Rain Threshold Air Temperature* ve *Snow Threshold Air Temperature*), yağışın yağmur mu yoksa kar mı olarak düşeceğini belirlemek için kullanılır. Hava sıcaklığı Yağmur Eşiği Sıcaklığından (*Rain Threshold*) yüksek ise, tüm yağış yağmur olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı Kar Eşiği Sıcaklığından (*Snow Threshold*) düşük ise, tüm yağış kar olarak kabul edilir. Hava sıcaklığı iki eşik değeri arasında ise, yağış hava sıcaklığına bağlı olarak kar ve yağmur olarak paylaştırılır.

Albedo Yöntemi (*Albedo Method*) için şu anda yalnızca Kondo ve Yamazaki (1990) seçeneği mevcuttur. Gelecekte ek seçenekler eklenmesi planlanmaktadır.

Yeni Kar Albedosu (*New Snow Albedo*): Yeni düşen karın yansıtıcılığını tanımlar ve genellikle *0,8–0,95* arasında bir değere sahiptir.

Minimum Kar Albedosu *(Minimum Snow Albedo*): Karın yansıtıcılığı için alt sınırı tanımlar ve genellikle *0,2–0,5* arasında bir değere sahiptir.

Albedo Yenilenme Derinliği (*Albedo Refresh Depth*): Albedoyu *Yeni Kar Albedosu* değerine sıfırlamak için gereken taze kar derinliğidir.

Albedo Azalma Katsayısı (*Albedo Decay*): Kar örtüsü yaşlandıkça albedonun azalmasını tanımlayan üstel azalma fonksiyonunda kullanılan bir katsayıdır**.**

Albedo Azalma Katsayısı (*Albedo Decay Coefficient*) için iki belirleme yöntemi vardır:

Sabit Değer (*Fixed Value*): Belirlenen tek bir sabit değer kullanılır.

Yıllık Desen (*Annual Pattern*): Albedo azalma katsayısı, yılın zamanına bağlı olarak değişen bir desen ile tanımlanabilir. Bu desen, *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmalıdır. Kar Erime Yöntemi (*Snow Melt Method*) içinde kullanılabilmesi için, *Paired Data Type* olarak *Parameter Value Pattern* ve parametre olarak *Albedo Decay Coefficient* seçilmelidir.

Kar Termal İletkenliği (*Snow Thermal Conductivity*): Karın ısı iletme yeteneğini tanımlar ve kar örtüsü yüzey sıcaklığı akısını hesaplamak için kullanılır. Kar örtüsü sığsa (yani, sıcaklık gradyanının etkili derinliğinden daha azsa) termal iletkenlik üzerinde bir düzeltme uygulanır.

Sıvı Su Tutma Fraksiyonu (*Liquid Water Retention Fraction*): Kar örtüsündeki enerjinin hangi kısmının sıvı su olarak tutulacağını hesaplamak için kullanılır.

Kar Hidrolik İletkenliği (*Snow Hydraulic Conductivity*): Darcy kanunu kullanılarak kar örtüsündeki sıvı su içeriğini hesaplamak için kullanılır.

Enerji Dengesi için Toprak Derinliği (*Soil Depth for Energy Balance*): Kar örtüsü ile termal olarak etkileşime giren toprak derinliğini belirtir.

Gerekli Meteorolojik Model Sınır Koşulları

Bu yöntemi kullanmak için, Yükselti Bandı Enerji Bütçesi Yöntemi (*Elevation Band Energy Budget Method*) ile bağlı Alt Havza Modeli içinde Meteorolojik Modelde aşağıdaki sınır koşulları (*boundary conditions*) seçilmelidir:

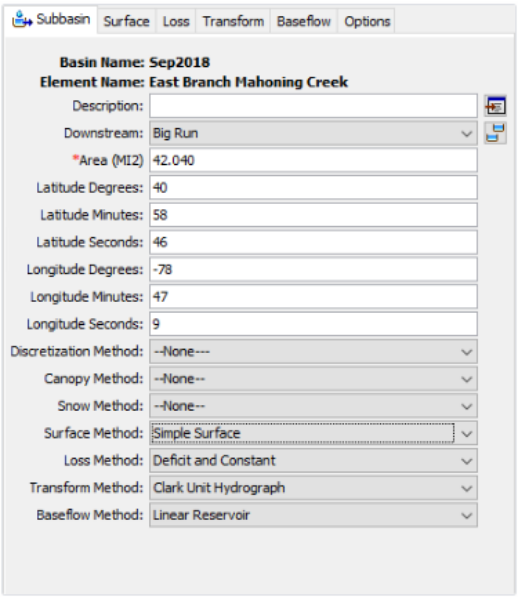
- Gelen Kısa Dalga Radyasyonu (*Incoming Shortwave Radiation*)
- Gelen Uzun Dalga Radyasyonu (*Incoming Longwave Radiation*)
- Yağış (*Precipitation*)
- Hava Sıcaklığı (*Air Temperature*)
- Rüzgâr Hızı (*Wind Speed*)

7.4 YÜZEY YÖNTEMİ SEÇİMİ

Yüzey Yöntemi *(Surface Method)*, alt havza elemanına dâhil edilebilen bileşenlerden biridir. Bu bileşen, suyun yüzeysel çöküntü depolamasında birikebileceği zemin yüzeyini temsil etmek üzere tasarlanmıştır. Otopark gibi geçirimsiz yüzeylerde çöküntü depolaması genellikle sıfıra yakındır. Buna karşılık, koruyucu toprak işleme uygulamalarının kullanıldığı tarım arazilerinde çöküntü depolaması oldukça yüksek olabilir. Bitki örtüsünden süzülen yağış (*through-fall*) ya da bitki örtüsünün bulunmadığı durumlarda doğrudan yağış yüzeye etki eder. Net yağış, çöküntü depolamasında birikir ve toprak suyu kabul edebildiği sürece infiltrasyon yoluyla zemine sızar. Yüzey akışı, yağış şiddetinin toprak tabakasının infiltrasyon hızını (kayıp yöntemi) aşması ve yüzey depolamasının dolması durumunda başlar. *Dynamic Surface* yöntemi, toprağın üzerinde yer alan ve kendine ait bir yüzey infiltrasyon hızına sahip bir tabakanın modellenmesine olanak tanıyan bir seçenek içermektedir. Yüzey depolamasında bulunan yağış, yağış sona erdikten sonra da infiltre olabilir ve potansiyel evapotranspirasyona maruz kalır. Bir Yüzey yöntemi *(Surface Method)* seçimi isteğe bağlıdır ve genellikle yalnızca sürekli simülasyonlarda veya orman yangını sonrası uygulamalarda kullanılmaktadır.

Dinamik Yüzey *(Dynamic Surface)* yöntemi, yangın sonrası koşullar veya bitki örtüsü ve/veya toprak yüzey tabakasının, toprağa infiltre olabilecek yağış miktarını sınırladığı diğer senaryoları temsil etmek amacıyla her bir alt havza elemanı için kullanılabilir. Bu dinamik yüzey yeteneğinin temel amacı, bir yangın sonrasında zamanla infiltrasyon kapasitesinin yeniden kazanımını modellemektir. Bu süreç, yüzey akışı oluşumunu doğrudan etkiler ve ani taşkınlar (*flash floods*) ile moloz akmaları (*debris flows*) tahminleri açısından önemli sonuçlar doğurur. Dinamik yüzey infiltrasyon seçenekleri, havzanın yanmış durumundan toparlanmasıyla birlikte infiltrasyon hızlarının zamanla yangın öncesi değerlere dönmesini modelleme olanağı sunar; bu da zaman içerisinde yüzey akışının azalmasına yol açar.

Bir alt havza için Yüzey yöntemi, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere alt havza elemanına ait *Component Editor* üzerinden seçilir. *Component Editor*'a erişmek için *Watershed Explorer* penceresindeki *Components* sekmesinde yer alan alt havza elemanı simgesine tıklanır. Harita açık durumda ise *Basin Map* üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da *Component Editor*'a erişilebilir. Mevcut üç seçenekten biri kullanılarak bir *Surface yöntemi* seçilebilir. *None* (Yok) yöntemi seçildiğinde, alt havza için herhangi bir yüzey çöküntü depolaması hesaplanmaz; bitki örtüsünden süzülen tüm yağış, zemin yüzeyine doğrudan düşen yağış olarak kabul edilir ve toprağa infiltrasyona tabi tutulur. Kullanmak istenen yöntemi belirlemek için seçim listesinden yararlanılır. Her alt havza farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla alt havza aynı yöntemi de kullanabilir.



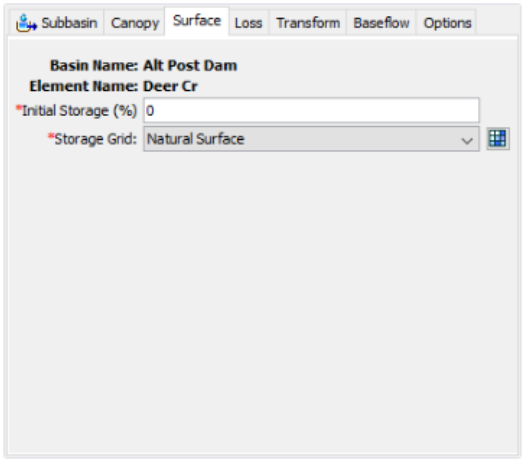
Şekil 7.24 Surface Yönteminin, Subbasin Component Editor Penceresinde Seçimi.

Yeni bir alt havza oluşturulduğunda, Program Ayarları (*Program Settings*) bölümünde tanımlanan varsayılan *Surface* yöntemi otomatik olarak atanır. Bir alt havza için *Surface* yöntemi, alt havza elemanına ait *Component Editor* kullanılarak istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir alt havza aynı anda yalnızca tek bir *Surface* yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki yönteme ait parametre verilerinin silineceğine dair bir uyarı verilir. Bu uyarı, *Program Settings* üzerinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla alt havzanın *Surface* yöntemi eş zamanlı olarak değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Surface | Change Method* komutu seçilir. Seçilen *Surface* yöntemi, *Basin Model* içinde seçili olan alt havzalara uygulanır; eğer herhangi bir alt havza seçili değilse, yöntem tüm alt havzalara uygulanır.

Her bir *Surface* yöntemine ait parametreler, alt havza elemanı düzenleyicisinden ayrı olan özel bir *Component Editor* penceresinde sunulur. *Surface Editor*, her zaman *Canopy Editor*'ın yanında görüntülenir. *Kinematic Wave Transform* yöntemi seçildiğinde, her bir yüzey akış düzlemi (*runoff plane*) için birer tane olmak üzere iki adet *Surface Editor* bulunabilir. *Surface Editor*'da gösterilen bilgiler, o anda seçili olan *Surface* yöntemine bağlı olarak değişir.

Izgaralı Basit Yüzey

Bu yöntem, Basit Yüzey *(Simple Surface)* yöntemini ızgara hücresi (*grid cell*) bazında uygular. Her bir ızgara hücresinin kendine ait parametre değerleri ve ayrı bir yağış süzülmesi (*through-fall*) bulunmaktadır. *Component Editor* aşağıda gösterilmektedir.



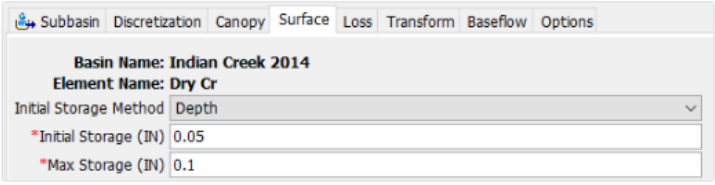
Şekil 7.25 Izgaralı Basit Yüzey Yöntemi Düzenleyicisi

Yüzeyin başlangıç koşulu, simülasyonun başında yüzey depolamasının ne kadarının suyla dolu olduğunu gösteren Yüzey Depolama Yüzdesi olarak belirtilmelidir. Aynı yüzde değeri, her bir ızgara hücresine uygulanacaktır.

Yüzey Depolama Izgarası *(Surface Storage Grid)*, önceden *Grid Data Manager'*da tanımlanmış ızgaralardan seçilmelidir. Bu ızgara, her bir ızgara hücresindeki maksimum yüzey depolamayı belirtmelidir. Seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine basarak bir seçici (*chooser*) kullanarak ızgara seçilebilir. Eğer *Grid Data Manager*'da hiç ızgara oluşturulmamışsa, ızgara seçimi yapılamaz.

Basit Yüzey

Bu yöntem, toprak yüzeyinin basit bir temsilini sunar. Toprak yüzeyine düşen tüm yağış veya bitki örtüsünden süzülen yağış (*through-fall*), yüzeyin depolama kapasitesi dolana kadar depolamada tutulur. Yüzeydeki su, depolamada bulunduğu sürece toprağa infiltre olur; yani depolama kapasitesi dolmamış olsa bile infiltre gerçekleşir. Yüzey akışı, depolama kapasitesi dolduğunda ve bitki örtüsünden süzülen yağış hızı infiltrasyon hızını aştığında oluşur. Component Editor aşağıda gösterilmektedir.



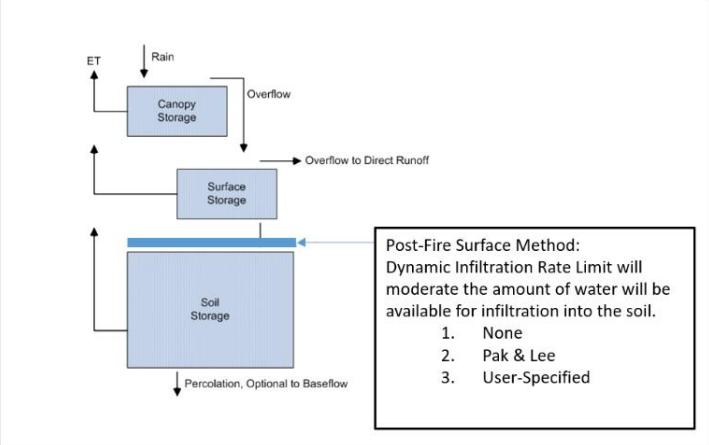
Şekil 7.25 Basit Yüzey için Component Editörü

Yüzeyin başlangıç koşulu, simülasyonun başında Yüzey Depolamasının doluluk yüzdesi veya Başlangıç Depolaması (*Initial Storage*) olarak depodaki su derinliği şeklinde belirtilebilir.

Yüzey Depolaması (*Surface Storage*), yüzey akışı başlamadan önce toprak yüzeyinde tutulabilecek maksimum su miktarını temsil eder. Depolama miktarı, etkili su derinliği olarak tanımlanır.

Dinamik Yüzey

Dinamik Yüzey (*Dynamic Surface*) yöntemi, üç farklı yüzey infiltrasyon sınırı seçeneğinden hesaplanabilen değişken bir yüzey infiltrasyon hızı sınırını içerir. Yüzey infiltrasyon hızı sınırı, havzanın yanmasından sonra organik madde kaybı ve toprak su iticiliğindeki değişiklikler sonucunda oluşabilen hidrofobik (su itici) tabakayı temsil eder. Bu hidrofobik toprak tabakası, toprağa infiltre olabilecek su miktarını sınırlar. Yüzey infiltrasyon hızı sınırı, zamanla toprağın yangın öncesi infiltrasyon hızına geri döner. Yüzey infiltrasyon sınırı seçeneğinin bir diğer uygulaması ise, alt havza elemanından hesaplanan kayıpların üst sınırını belirlemek için kullanılabilmesidir. Örneğin, eksik nem ve sabit kayıp yöntemi, *(deficit ve constant loss)* hem bir nem eksikliği (*moisture deficit*) durum değişkenini hem de sabit kayıp hızı *(constant loss rate*) parametresini içerir. Nem eksikliği, toprak tabakasında ne kadar su bulunduğunu veya su eksikliğini simüle eder. Tüm yağış, nem eksikliğini azaltmak için uygulanır; nem eksikliği 0 inç/mm'ye ulaştığında sabit kayıp hızı, fazla su ve *infiltran/perkolasyon* miktarını belirlemek için kullanılır. Örneğin, nem eksikliği yüksek (4 inç'in üzerinde) ve yağış şiddeti 1 inç/saat gibi yoğun bir durumda, HEC-HMS hiçbir fazla yağış hesaplamayabilir (çünkü nem eksikliği hâlâ 0 inç'e ulaşmamıştır). Bu durumda, Dinamik Yüzey infiltrasyon sınırı *(Dynamic Surface infiltration limit)* seçeneği, infiltran kayıplarına üst sınır koymak için kullanılabilir; böylece nem eksikliği hâlâ 0 inçten büyük olsa bile yüzey akışı oluşabilir.



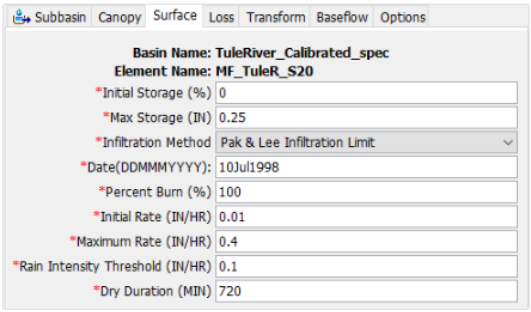
Şekil 7.25 Yüzey Tabakasının, Kavramsallaştırılması

Bitki örtüsü tarafından tutulmayan yağış, Dinamik Yüzey (*Dynamic Surface*) tabakasıyla etkileşime girer. Yağışın bir kısmı yüzeyde depolanabilir ve evapotranspirasyon yoluyla kaybolabilir. Kalan yağış, üstteki hidrofobik toprak tabakasından daha düşük bir hızla infiltre olur. Bitki örtüsü veya yüzey depolaması tarafından tutulmayan ve yüzey tabakasının infiltrasyon hızı sınırını aşan yağış ise yüzey akışına dönüştürülür. İnfiltre olan su, hidrofobik toprak tabakası tarafından belirlenen hızda toprak tabakasına geçer. Toprak tabakası suyu depolayabilir, buharlaştırabilir

veya baz akışı (*baseflow*) için daha fazla infiltre/perkolasyon sağlayabilir. *Dynamic Surface* yöntemi için üç farklı yüzey infiltrasyon sınırı (*Surface Infiltration Limit*) yöntemi mevcuttur: *Pak & Lee, Specified (*Zaman Serisi) ve *None* (Yok*)* seçeneği. *None* seçeneğinde, yüzeydeki tüm su toprağa infiltre olabilir ve işleyişi *Basit Yüzey (Simple Surface)* yöntemiyle aynıdır.

Pak & Lee İnfiltrasyon Sınırı

Dynamic Surface Pak & Lee Dinamik İnfiltrasyon Sınırı yöntemi, Pak & Lee'nin yangın faktörü denklemi temel alınarak geliştirilmiştir. Bu denklem, havzanın yanma yüzdesi, yangından bu yana geçen yıl sayısı ve yangından sonra belirli bir eşik değerin üzerinde gerçekleşen önceki yağış olaylarının sayısını kullanır (Pak & Lee 2005). Pak & Lee İnfiltrasyon Sınırı yöntemi, infiltran hızının zamansal ve mekânsal değişimlerini tahmin etmek için kullanılan basit bir süreçtir. Yüzey infiltrasyon sınırı, son yangın tarihi, alt havzanın yanma yüzdesi ve önceki fırtına olaylarının sayısına göre hesaplanır. Bir olay, yağış şiddeti kullanıcının belirlediği eşik değeri aştığında tanımlanır. Yağış olaylarını ayırmak için bir kurak süre (*dry duration*) kullanılır. Olay sayısı, her zaman adımı için yağış verileri kullanılarak belirlendiğinden, yüzey infiltrasyon hızı sınırı her simülasyon zaman adımında güncellenir.



Şekil 7.26 Pak & Lee İnfiltrasyon Sınırı Yöntemi Seçili Dinamik Yüzey Component Editor

Initial Storage (Başlangıç Depolaması), yüzey tabakasının başlangıç koşulunu temsil eder ve simülasyonun başında yüzey depolamasının ne kadarının suyla dolu olduğunu gösteren bir yüzde olarak belirtilir.

Max Storage (Maksimum Depolama), yüzey akışı başlamadan önce yüzeyde tutulabilecek maksimum su miktarını temsil eder. Depolama miktarı, etkili su derinliği olarak tanımlanır.

Date (Tarih), havzadaki orman yangınının gerçekleştiği tarihi gösterir.

Percent Burn (Yanma Yüzdesi), alt havza alanının yangın sonucu ne kadarının yandığını yüzde olarak belirtir.

Initial Rate (Başlangıç Hızı), yangın sonucunda yüzey infiltrasyon hız sınırının başlangıç değerini temsil eder.

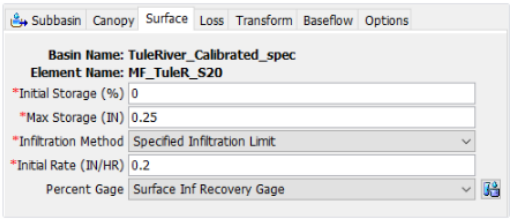
Maximum Rate (Maksimum Hız), havza toparlandıktan sonra yüzey infiltrasyon hız sınırının maksimum değerini temsil eder.

Rain Intensity Threshold (Yağış Şiddeti Eşiği), bir yağış olayının ne zaman başladığını belirlemek için kullanılan yağış şiddeti eşik değeridir.

Dry Duration (Kurak Süre), ayrı yağış olaylarını tanımlamak için kullanılır. Yağış olayları, yağış olmayan sürenin kurak süreyi aşması durumunda birbirinden ayrı olaylar olarak kabul edilir.

Belirlenmiş İnfiltrasyon Sınırı (Zaman Serisi)

Specified Infiltration Limit (Belirlenmiş İnfiltrasyon Sınırı) yöntemi, kullanıcının başlangıç yüzey infiltrasyon sınırını ve yüzey infiltrasyon sınır hızını değiştirmek için kullanılabilecek bir zaman serisi ölçümü veya yüzde ölçümü tanımlamasına olanak sağlar. Örneğin, *Initial Rate* (Başlangıç Hızı) yangın öncesi yüzey infiltrasyon sınırını temsil edebilirken, *Percent Gage* (Yüzde Ölçümü) değerleri, yangın koşulları nedeniyle yüzey infiltrasyon sınırında meydana gelen azalmayı gösterebilir. *Percent Gage*'deki değerler, yüzey infiltrasyon sınırının sonraki yıllarda orijinal yangın öncesi değerine kademeli olarak geri dönmesine olanak tanıyabilir.



Şekil 7.27 Belirlenmiş İnfiltrasyon Sınırı Yöntemi Seçili Dinamik Yüzey Component Editor

*Initial Storage (*Başlangıç Depolaması*)*, yüzey tabakasının başlangıç koşulunu temsil eder ve simülasyonun başında yüzey depolamasının ne kadarının suyla dolu olduğunu gösteren bir yüzde olarak belirtilir.

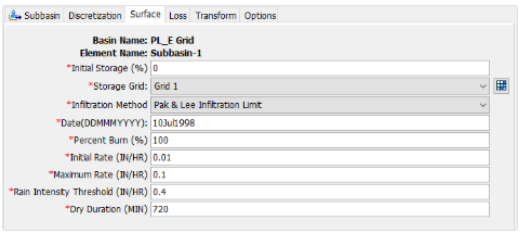
*Max Storage (*Maksimum Depolama*)*, yüzey akışı başlamadan önce yüzeyde tutulabilecek maksimum su miktarını temsil eder. Depolama miktarı, etkili su derinliği olarak tanımlanır.

*Initial Rate (*Başlangıç Hızı*)*, yüzey infiltrasyon hız sınırının başlangıç değerini temsil eder ve yangın sonrası durumu gösterebilir (Percent Gage'deki değerler, infiltrasyon hız sınırını yangın öncesi koşullara geri döndürecek şekilde kullanılmalıdır).

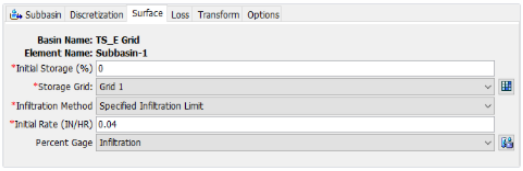
Percent Gage (Yüzde Ölçümü), kullanıcıların bir *Percent Time-Series gage* (Yüzde Zaman Serisi Ölçümü) oluşturmasını gerektirir. Zaman serisi değerleri yüzde olarak girilir ve simülasyon dönemi ile örtüşmelidir. Bu ölçüm, belirli bir tarih için başlangıç hız sınırına uygulanacak yüzde faktörünü sağlayarak, değiştirilmiş yüzey infiltrasyon sınırını tanımlar.

Izgaralı Dinamik Yüzey

Izgaralı Dinamik Yüzey yöntemi, *(Gridded Dynamic Surface)* temel olarak *Dynamic Surface* (Dinamik Yüzey) yöntemini uygular; ancak *Max Storage* (Maksimum Depolama)**,** *Storage Grid* (Depolama Izgarası) ile değiştirilmiştir; bu yaklaşım, *Gridded Simple Surface* (Izgaralı Basit Yüzey) yöntemine benzer. Her bir ızgara hücresinin ayrı bir maksimum depolama parametre değeri vardır. *Gridded Dynamic Surface* ayrıca, Dinamik Yüzeyde kullanılan üç yüzey infiltrasyon sınırı (*Surface Infiltration Limit*) yöntemini içerir: *Pak & Lee***,** *Specified* (Zaman Serisi) ve *None* (Yok); ancak bu parametreler ızgara hücreleri bazında değişmez. Pak & Lee İnfiltrasyon Sınırı ve *Specified İnfiltrasyon* Sınırı yöntemleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Şekil 7.28 Pak & Lee İnfiltrasyon Sınır yöntemi



Şekil 7.29 Specified İnfiltrasyon Sınırı yöntemi

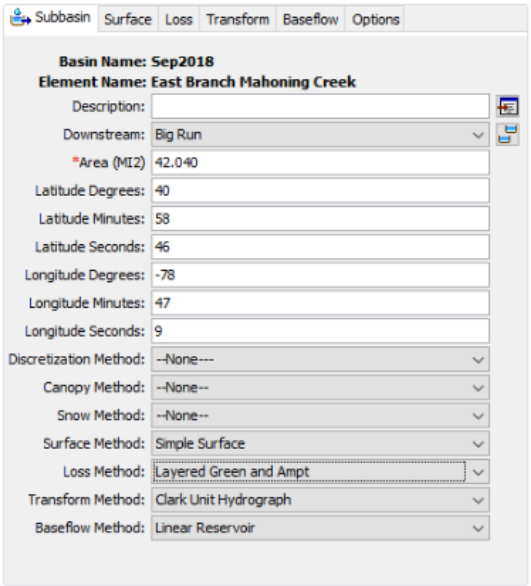
7.5 KAYIP YÖNTEMİ SEÇİMİ

Bir alt havza (*subbasin*) elemanı, kavramsal olarak infiltran, yüzey akışı ve yeraltı süreçlerinin etkileşimini temsil etse de gerçek infiltran hesaplamaları alt havza içinde bulunan bir Kayıp Yöntemi *(Loss Method)* tarafından gerçekleştirilir. Toplamda on iki farklı Kayıp Yöntemi mevcuttur. Bazı yöntemler öncelikle olay simülasyonları için tasarlanmışken, diğerleri sürekli simülasyonlar için uygundur. Tüm yöntemler kütle korunumu sağlar; yani infiltre olan su ile yüzeyde kalan yağışın toplamı, daima gelen toplam yağışa eşittir. Çeşitli yöntemlerin olay ve sürekli simülasyonlar için uygunluğu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 7.1 Event veya Continuous Simülasyonlarda Kullanılacak Kayıp Yönteminin Seçimi

Kayıp Yöntemi	Etkinlik	Sürekli
Defunkit ve sabit		Evet
Üstel	Evet	
Green ve Ampt	Evet	
Grided açığı ve sabit		Evet
Grided Green ve Ampt	Evet	
Izgara SCS eğri numarası	Evet	
Izgara toprak nem muhasebesi		Evet
Başlangıç ve sabit	Evet	
Katmanlı Yeşil ve Ampt		Evet
Doğrusal Defisit ve Sabit	Evet	Evet
SCS eğri numarası	Evet	
Smith Parlange	Evet	
Toprak nem muhasebesi		Evet

Bir alt havza için *Kayıp Yöntemi (Loss Method)*, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere alt havza elemanına ait *Component Editor* üzerinden seçilir. *Component Editor*'a erişmek için *Watershed Explorer* penceresindeki *Components* sekmesinde yer alan alt havza elemanı simgesine tıklanır. Harita açık durumda ise *Basin Map* üzerindeki eleman simgesine tıklayarak da *Component Editor*'a erişilebilir. Mevcut on iki seçenekten biri kullanılarak bir Kayıp Yöntemi seçilebilir. *None* (Yok) yöntemi seçildiğinde, alt havza infiltran hesaplamaz; tüm yağış fazla su (*excess*) olarak kabul edilir ve yüzey depolaması ile yüzey akışına tabi tutulur. Kullanılmak istenilen yöntemi seçmek için seçim listesinden yararlanılabilir. Her alt havza farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla alt havza aynı yöntemi de kullanabilir.



Şekil 7.30 Alt Havza Component Editor'ünde Kullanılacak Kayıp Hızı Yönteminin Seçimi

Yeni bir alt havza oluşturulduğunda, Program Ayarları (*Program Settings*) bölümünde belirtilen varsayılan Kayıp Yöntemi (*Loss Method*) otomatik olarak atanır. Bir alt havza için Kayıp Yöntemi, alt havza elemanına ait *Component Editor* kullanılarak istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir alt havza aynı anda yalnızca tek bir Kayıp Yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki parametre verilerinin silineceğine dair bir uyarı verilir. Bu uyarı, *Program Settings* üzerinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla alt havzanın Kayıp Yöntemi eş zamanlı olarak değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Loss | Change Method* komutu seçilir. Seçilen Kayıp Yöntemi, Basin Model içinde seçili olan alt havzalara uygulanır; eğer herhangi bir alt havza seçili değilse, yöntem tüm alt havzalara uygulanır.

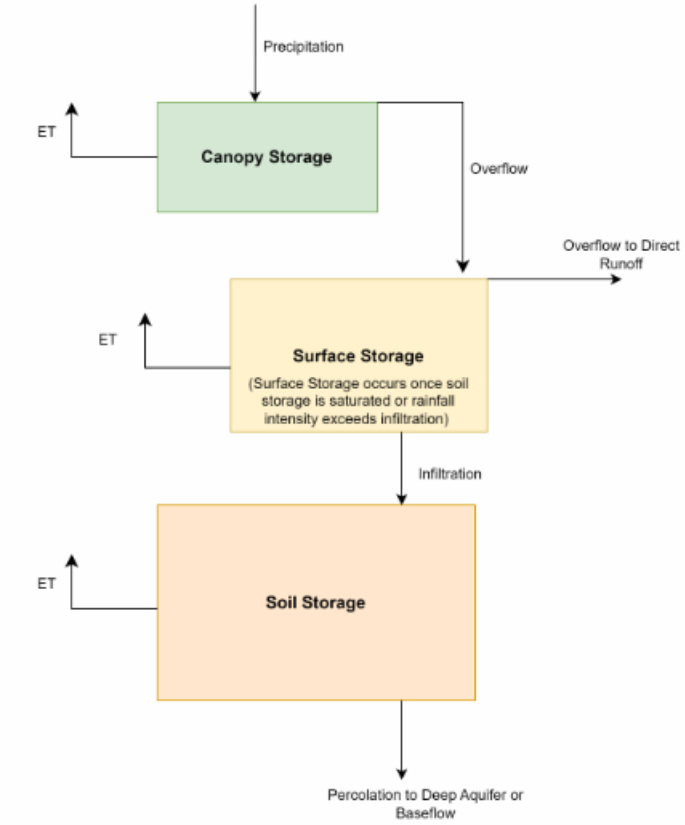
Her bir Kayıp Yöntemi (*Loss Method*)'ne ait parametreler, *Subbasin Element Editor*'den ayrı bir *Component Editor* penceresinde sunulur. *Loss Editor* (Kayıp Düzenleyicisi*)* her zaman *Surface Editor* (Yüzey Düzenleyicisi) yanında görüntülenir. *Kinematic Wave Transform Method* seçildiğinde, her bir yüzey akış düzlemi (*runoff plane*) için birer tane olmak üzere iki adet *Loss Editor* bulunabilir. *Loss Editor*'da gösterilen bilgiler, o anda seçili olan Kayıp Yöntemine bağlı olarak değişir.

Parametre Tahmini ile İlgili Açıklama

Engineer Manual 1110-2-1417 *Flood-Runoff Analysis*, HEC-HMS *Technical Reference Manual* ve *Introduction to Loss Rate Tutorials* gibi kaynaklarda sunulan değerler, başlangıç tahminlerini temsil eder. Kaynağı ne olursa olsun, bu başlangıç tahminlerinin mutlaka kalibre edilmesi ve doğrulanması gerekir.

Eksik Nem ve Sabit Kayıp Yöntemi

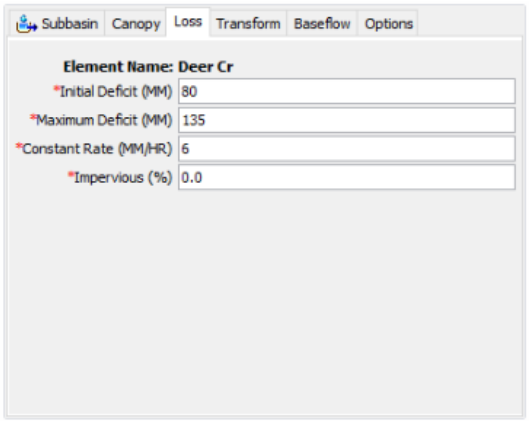
Eksik Nem ve Sabit Kayıp Yöntemi*, (Deficit Constant Loss)* tek bir toprak tabakası kullanarak nem içeriğindeki sürekli değişimleri hesaba katar. Bu yöntemin kullanımı, sürekli simülasyon yapılmasına olanak sağlar. *Deficit Constant Loss* Yöntemi, Meteorolojik Model tarafından hesaplanan potansiyel evapotranspirasyona yanıt olarak topraktan su çekecek bir *Canopy Method* (Bitki Örtüsü Yöntemi) ile birlikte kullanılmalıdır. Yağış olayları arasında, bitki örtüsü toprak suyunu çektikçe toprak tabakası kurur. Eğer bir *Canopy Method* seçilmemişse, toprak suyu çekimi gerçekleşmez. Ayrıca, bu yöntem *Surface Method* (Yüzey Yöntemi) ile birlikte kullanılabilir; yüzeyde depolanan su, toprak tabakasına infiltre olur. İnfiltrasyon hızı, toprak tabakasının su kabul etme kapasitesine bağlı olarak belirlenir. Hem *Canopy* hem de *Surface Method, Deficit Constant Loss* Yöntemi ile birlikte kullanıldığında sistem, aşağıdaki şekilde kavramsallaştırılabilir.



Şekil 7.31 Eksik Nem ve Sabit Kayıp Yöntemi

Yağış, bitki örtüsü deposunu doldurur. Bitki Örtüsü depolamasını aşan yağış, kara yüzeyine taşar. Yeni yağış, yüzey depolamasında hâlihazırda bulunan suya eklenir.

Nem eksikliği (*moisture deficit*) sıfırdan büyükse, yüzeydeki su, toprak tabakasına temelde sınırsız bir hızla infiltre olur. Bu sınırsız *infiltran*, toprak tabakası doygunluğa ulaşana kadar (nem eksikliği sıfıra düşene kadar) devam eder ve bu süre boyunca perkolasyon gerçekleşmez. Toprak tabakası doygunlukta kaldığı sürede infiltran hızı, sabit hız (*constant rate*) ile tanımlanır. Tabakanın altından gerçekleşen perkolasyon hızı da toprak doygun olduğu sürece sabit hız ile belirlenir. Toprak tabakası doygunluğun altına düştüğünde (nem eksikliği sıfırdan büyük olduğunda) perkolasyon durur. Nem eksikliği, bitki örtüsünün potansiyel evapotranspirasyon talebini karşılamak için toprak suyunu çekmesine yanıt olarak artar. Bu sistemin *Component Editor* görüntüsü aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.32 Eksik Nem ve Sabit Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi

Initial Deficit (Başlangıç Nem Açığı), yöntemin başlangıç koşulunu temsil eder. Simülasyonun başında, toprak tabakasını maksimum depolama kapasitesine doldurmak için gerekli su miktarıdır.

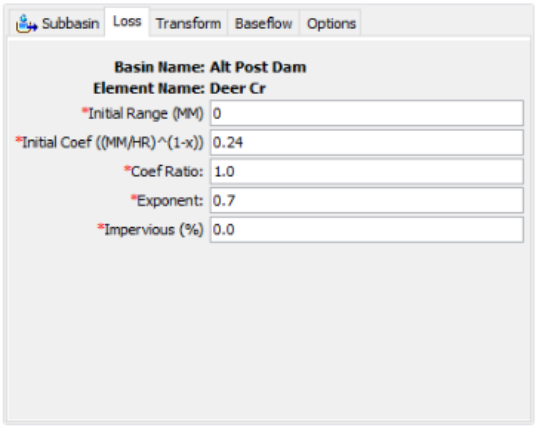
Maximum Deficit (Maksimum Nem Açığı), toprak tabakasının tutabileceği toplam su miktarını belirtir ve etkili su derinliği (*effective depth*) olarak tanımlanır. Üst sınır, aktif toprak tabakasının toplam kalınlığı ile porozitenin çarpımı ile hesaplanabilir. Ancak çoğu durumda, bu tahmin kalıcı solma noktası (*permanent wilting point*) ve su tutma kapasitesini azaltan diğer koşullar dikkate alınarak azaltılmalıdır. Aktif toprak tabakasının kalınlığı ise en iyi şekilde kalibrasyon yoluyla belirlenir.

Constant Rate (Sabit Hız), toprak tabakası doygun olduğunda infiltran ve perkolasyon hızlarını tanımlar. Bu değer için doygun hidrolik iletkenlik (*saturated hydraulic conductivity*) iyi bir yaklaşık değer olarak kullanılabilir.

Alt Havza Alanının Doğrudan Bağlantılı Geçirimsiz (*Impervious*) Yüzdesi belirtilebilir. Bu geçirimsiz alan üzerinde herhangi bir kayıp hesabı yapılmaz; alt havzanın bu kısmına düşen tüm yağış, fazla su (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve yüzey depolaması ile doğrudan yüzey akışı (*direct runoff*) hesaplarına tabi tutulur.

Üstel Kayıp Yöntemi

Üstel Kayıp (*Exponential Loss*) Yöntemi, ampirik bir yöntemdir ve genel olarak kalibrasyon yapılmadan kullanılmamalıdır. Bu yöntem yalnızca olay (*event*) simülasyonları için uygundur. Yöntem, birikmiş infiltranın üstel olarak azalan bir fonksiyonu şeklinde artımlı infiltranı temsil eder. Toprak, bir fırtına öncesinde özellikle kuruysa, başlangıç infiltrasyonunun artırılması seçeneğini içerir. Bu yöntemi kullanmadan önce, *Green and Ampt* Yöntemi göz önünde bulundurulmalıdır; çünkü benzer şekilde üstel azalan bir infiltran üretir ve daha iyi fiziksel yorumlanabilir parametreler kullanır. Component Editor aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.33 Exponential Loss (Üstel Kayıp) Yöntemi Düzenleyicisi

İlk Aralık (*Initial Range*): Bu, kayıp oranının arttığı süre boyunca biriken ilk infiltrasyon miktarıdır. Bu parametre öncelikle önceden mevcut toprak nemi eksikliğine bağlıdır ve genellikle her fırtınaya özel olarak belirlenir.

Başlangıç Katsayısı (*Initial Coefficient*): Üssel infiltrasyon eğrisindeki başlangıç kayıp katsayısını belirler. Bu katsayı, infiltrasyon özelliklerinin bir fonksiyonu olarak kabul edilir ve toprak tipi, arazi kullanımı, bitki örtüsü gibi bir alt havzanın fiziksel özellikleri ile ilişkilendirilebilir.

Katsayı Oranı (*Coefficient Ratio*): Üssel infiltrasyon kapasitesinin azalma hızını gösterir. Bu oran, bir alt havzanın yüzeyinin yağışı emme kabiliyetine bağlıdır ve büyük, homojen alanlar için genellikle sabittir.

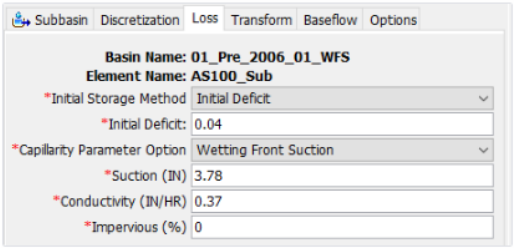
Yağış Üssü (*Precipitation Exponent*): Bu parametre, yağış hızının alt havza ortalama kayıp özellikleri üzerindeki etkisini yansıtır. Bir alandaki fırtınaların meydana gelme şeklini gösterir ve belirli bir bölgenin karakteristiği olarak kabul edilebilir. Değeri 0, 0 ile 1,0 arasında değişir.

Doğrudan Bağlantılı Geçirimsiz Alanların Yüzdesi (*Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*): Alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi belirlenebilir. Geçirimsiz alanlarda kaybın hesaplanması yapılmaz; bu alan üzerine düşen tüm yağış fazla yağış olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına geçer.

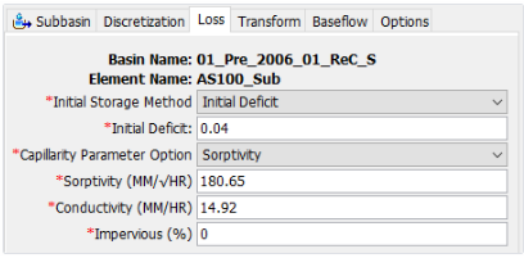
Green-Ampt Kayıpları

Green-Ampt İnfiltrasyon Yöntemi, temelde topraktaki değişken su akışını tanımlayan *Richard* denkleminin basitleştirilmiş bir hâlidir. Önemli Noktalar: Sadece olay simülasyonu için uygundur: Yani kısa süreli yağış olaylarını simüle etmek için kullanılır. Uzun süreli kuru dönemler arasında gerçekleşen sürekli simülasyonlarda uygun değildir. Başlangıç koşulları: Toprak başlangıçta homojen nem içeriğine sahiptir. İnfiltrasyon, piston hareketi (*piston displacement*) varsayımıyla gerçekleşir. Toprak derinliği varsayımı: Toprak katmanı sonsuz derinlikte kabul edilir. Bu sayede toprak doygunluğuna ulaşmak tamamen *Green-Ampt* denklemi ile tanımlanabilir. *Sorptivite* (Emme Kapasitesi) seçeneği: Yöntem, alternatif bir "*Sorptivity*" seçeneği ile modifiye edilmiştir. Bu

seçenek, 0°'den büyük temas açısını dikkate alarak, örneğin yangın sonrası oluşabilen toprak hidrofobikliğini hesaba katar. *Ponding* (Su birikmesi): Yöntem, otomatik olarak toprak-hava arayüzünde su birikmesini dikkate alır. Bileşen Düzenleyicisi aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 7.34 Green and Ampt Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi



Şekil 7.35 Green and Ampt Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi (Sorptivity ile

Simülasyonun başında toprak nem durumunu belirtmek için bir yöntem seçilmelidir. HEC-HMS de iki seçenek mevcuttur: Başlangıç İçeriği *(Initial Content*) ve Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*). Başlangıç İçeriği yöntemi, toprağın nem durumunu doğrudan nem içeriği olarak belirtmeyi sağlar; bu yöntemde Başlangıç İçeriği ve Doygun İçerik parametreleri hacim oranı olarak girilmelidir. Başlangıç Açığı yöntemi ise toprağın nem durumunu doygunluğa göre eksik miktar olarak ifade etmeye olanak tanır ve yalnızca Başlangıç Açığı parametresi hacim oranı olarak girilir. Başlangıç Açığı, Doygun İçerik ile Başlangıç İçeriği arasındaki fark olarak da hesaplanabilir.

Doygun Su İçeriği (*Saturated Water Content*), toprağın maksimum su tutma kapasitesini hacim oranı olarak belirtir ve genellikle toprağın toplam gözenekliliği olarak kabul edilir.

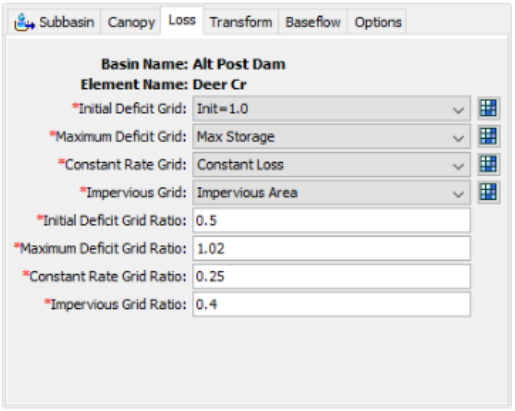
Kapilarite Parametresi (*Capillarity Parameter*) seçeneği, Wetting *Front* Suction veya Sorptivity olarak ayarlanmalıdır ve bu değer genellikle toprak dokusunun bir fonksiyonu olarak varsayılır.

Hidrolik İletkenlik (*Hydraulic Conductivity*) de belirtilmelidir; bu değer saha testleri ile ölçülebilir veya toprak dokusu biliniyorsa yaklaşık olarak tahmin edilebilir.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi belirtilebilir; bu alanlar için kayıp hesaplaması yapılmaz ve üzerine düşen tüm yağış fazla yağış olarak kabul edilip doğrudan yüzey akışına dönüşür.

Izgaralı Açık Sabit Kayıp Yöntemi

Gridded Deficit Constant Loss Yöntemi, temelde *Deficit Constant Method*'un her bir ızgara hücresi (*grid cell*) için uygulanmasıdır. Her bir ızgara hücresine, Meteoroloji Modeli tarafından ayrı ayrı yağış ve potansiyel evapotranspirasyon verilir, parametreler ise *Grid Data Manager* aracılığıyla ızgaralar biçiminde temsil edilir. Bu yöntemde, topraktan potansiyel evapotranspirasyon miktarını çekebilmek için bir *Gridded Canopy Method* seçilmelidir. *Canopy* yöntemi seçilmedikçe toprak suyu çekimi gerçekleşmez. Bileşenlerin ve parametrelerin girişi için kullanılan Component Editor aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.36 Gridded Deficit Constant Loss Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*) ızgarası, mevcut seçenekler listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, Grid Data Manager içinde bulunan tüm Nem Açığı (*Moisture Deficit*) ızgaralarını gösterir. Seçim yapmak için, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine basarak ızgara seçici (*chooser*) kullanılabilir. Izgara seçici, *Grid Data Manager*'daki tüm Nem Açığı ızgaralarını listeler. Bir ızgaraya tıklayarak açıklaması görüntülenebilir. Bu özellik özellikle faydalıdır çünkü Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*) ve Maksimum Depolama (*Maximum Storage*) ızgaraları her ikisi de Nem Açığı ızgarası olarak saklanır ve böylece karışıklık önlenir.

Maksimum Açığı (*Maximum Deficit*) temsil eden ızgara, mevcut seçenekler listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, *Grid Data Manager* içinde bulunan tüm Nem Açığı (*Moisture Deficit*) ızgaralarını gösterir. Izgara seçici (*chooser*) kullanmak için, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine basılabilir. Izgara seçici, *Grid Data Manager*'daki tüm Nem Açığı ızgaralarını listeler. Bir ızgaraya tıklayarak açıklaması görülebilir. Bu özellik özellikle faydalıdır çünkü Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*) ve Maksimum Depolama (*Maximum Storage*) ızgaraları her ikisi de Nem Açığı ızgarası olarak saklanır ve karışıklığın önlenmesine yardımcı olur.

Sabit Oran ızgarası (*Constant Rate Grid*), mevcut seçenekler listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, *Grid Data Manager* içinde bulunan tüm Perkolasyon Hızı (*Percolation Rate*) ızgaralarını gösterir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine basabilir veya doğrudan seçim listesinden istenilen ızgara seçilebilir.

Geçirimsiz Alan ızgarası (*Impervious Grid*), mevcut seçenekler listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, Grid Data Manager içinde bulunan tüm Geçirimsiz Alan ızgaralarını gösterir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine basılabilir.

Ayrıca, Başlangıç Açığı ızgarası oranı *(Initial Deficit Grid Ratio*) girilmelidir. Her bir hücredeki gerçek başlangıç açığı değeri, *initial deficit* ızgarasından alınan değer ile belirtilen oran çarpılarak elde edilir. Varsayılan değer 1,0'dır.

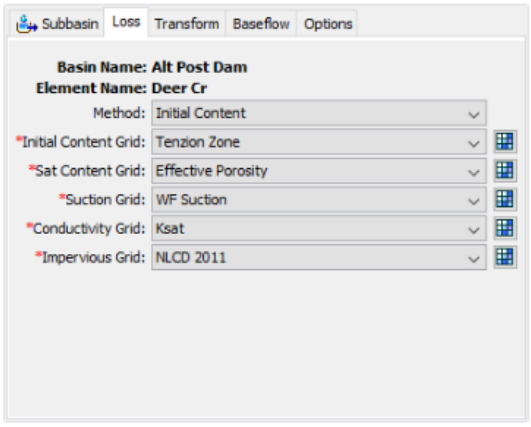
Maksimum Açığı ızgarası oranı (*Maximum Deficit Grid Ratio*) girilmelidir; her bir hücredeki gerçek maksimum açığı değeri, maksimum açığı ızgarasından alınan değer ile belirtilen oran çarpılarak elde edilir. Varsayılan değer 1,0'dır.

Benzer şekilde, Sabit Oran ızgarası oranı (*Constant Rate Grid Ratio*) girilmelidir; her hücredeki gerçek sabit kayıp oranı, sabit oran ızgarasından alınan değer ile belirtilen oran çarpılarak hesaplanır ve varsayılan değer yine 1,0'dır.

Ayrıca, Geçirimsiz Alan ızgarası oranı (*Impervious Grid Ratio*) girilmelidir; her hücredeki gerçek geçirimsiz alan yüzdesi, geçirimsiz alan ızgarasından alınan değer ile belirtilen oran çarpılarak elde edilir ve varsayılan değer 1,0'dır.

Gridded Green and Ampt Loss-Izgaralı Green-Ampt Kayıp Yöntemi

Gridded Green Ampt Loss Yöntemi, temelde *Green-Ampt* yönteminin her bir ızgara hücresi için ayrı ayrı uygulanmasıdır. Bu yöntem yalnızca olay tabanlı (*event-based*) simülasyonlar için kullanılmalıdır. Her bir grid hücresine, Meteoroloji Modeli tarafından ayrı ayrı yağış verileri sağlanır. Kullanılan parametreler ise Grid Data Manager aracılığıyla grid formatında temsil edilir. Bileşenlerin ve parametrelerin girildiği Component Editor aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.37 Izgaralı Green-Ampt Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi

Simülasyonun başında toprak nem durumunu belirtmek için bir yöntem seçilmelidir. HEC-HMS de iki seçenek vardır: Başlangıç İçeriği (*Initial Content*) ve Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*). Başlangıç İçeriği yöntemi, toprağın

nem durumunu doğrudan nem içeriği olarak belirtmeyi sağlar; bu yöntemde Başlangıç İçeriği ve Doygun İçerik parametreleri hacim oranı olarak girilmelidir. Başlangıç Açığı yöntemi ise toprağın nem durumunu doygunluğa göre eksik miktar olarak ifade etmeye olanak tanır ve yalnızca Başlangıç Açığı parametresi hacim oranı olarak girilir. Başlangıç Açığı, Doygun İçerik ile Başlangıç İçeriği arasındaki fark olarak da hesaplanabilir.

Seçilen başlangıç toprak nemi yöntemine bağlı olarak, ya Başlangıç İçeriği ve Doygun İçerik ızgarası ya da yalnızca Başlangıç Açığı ızgarası seçim listesinde seçilmelidir. Bahsedilen tüm ızgaralar Su İçeriği ızgaraları olarak sınıflandırılır. Seçim listesi, *Grid Data Manager* içinde mevcut olan tüm Su İçeriği ızgaralarını gösterir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine basılabilir. Izgara seçici, *Grid Data Manager*'daki tüm Su İçeriği ızgaralarını listeler ve bir ızgaraya tıklayarak açıklaması görüntülenebilir.

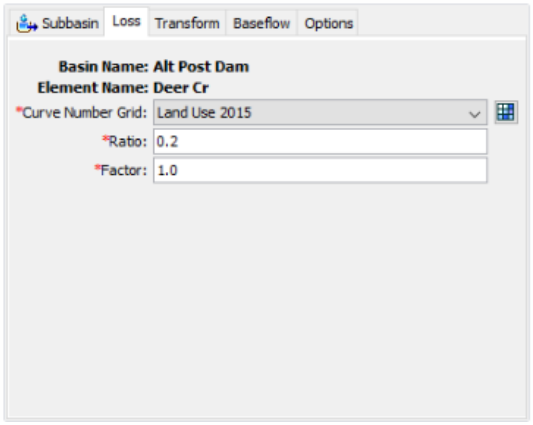
Islanan Ön Cephe Emme Kuvveti (*Wetting Front Suction*) ızgarası, mevcut seçim listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, Grid Data Manager içinde bulunan tüm Su Potansiyeli ızgaralarını gösterir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine basılabilir.

Hidrolik İletkenlik (*Hydraulic Conductivity*) ızgarası, mevcut seçim listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, *Grid Data Manager*'da belirtilmiş tüm Perkolasyon Hızı (*Percolation Rate*) ızgaralarını gösterir; çünkü iletkenlik, perkolasyonun bir türüdür ve aynı birimlerle ifade edilir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine basılabilir.

Geçirimsiz Alan (*Impervious*) ızgarası, mevcut seçim listesinden seçilmelidir. Seçim listesi, Grid Data Manager'da bulunan tüm Geçirimsiz Alan ızgaralarını gösterir. Izgara seçici kullanmak için, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine basılabilir.

Izgaralı SCS Eğri Numarası Kayıp Yöntemi

Gridded SCS Curve Number Loss Yöntemi, temelde *Soil Conservation Service (SCS)* Eğri Numarası *(Curve Number*) yönteminin her bir grid hücresi için ayrı ayrı uygulanmasıdır. Bu yöntem yalnızca olay tabanlı simülasyonlar için kullanılmalıdır. Eğri numarası yaklaşımının detayları *National Engineering Handbook (NRCS, 2007)* içinde bulunabilir. Her bir grid hücresine, Meteoroloji Modeli tarafından ayrı yağış verisi uygulanır. Tüm hücreler, her bir hücrenin eğri numarasına göre ölçeklendirilerek başlatılır ve simülasyon sırasında her hücre kendi yağış girişine göre ayrı ayrı gelişir. Ana parametre, Grid Data Manager aracılığıyla grid formatında temsil edilir. Bileşenlerin ve parametrelerin girildiği *Component Editor* aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 7.38 Izgaralı SCS Eğri Numarası Kayıp Yöntemi Editörü

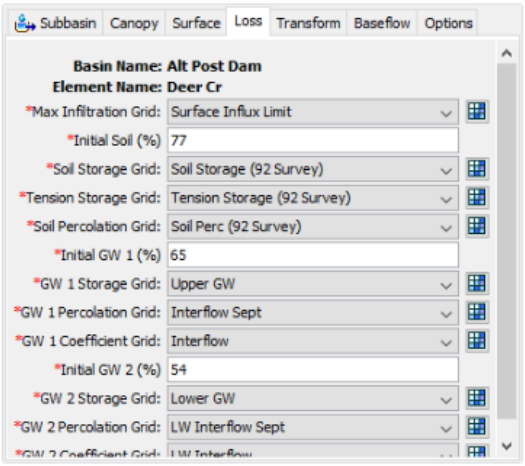
Curve Number (CN) ızgarası, mevcut seçenekler arasından seçilmelidir. Alt havzada kullanılmadan önce, ilgili *Curve Number* ızgarasının *Grid Data Manager* içinde tanımlanmış olması gerekir. Bir ızgarayı seçmek için, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine tıklayarak açılan seçim aracı kullanılabilir. Bu araç, *Grid Data Manager* içinde tanımlanmış tüm *Curve Number* ızgaralarını listeler ve seçim yapılmasına olanak sağlar.

Varsayılan Başlangıç Soyutlama Oranı (*Initial Abstraction Ratio*) 0,2'dir, ancak isteğe bağlı olarak değiştirilebilir. Başlangıç Soyutlama Oranı, her ızgara hücresi için Başlangıç Soyutlamasını hesaplamak için kullanılır. Öncelikle her hücre için eğri sayısından (*Curve Number*) potansiyel tutulum (*Potential Retention*) hesaplanır, ardından bu oran ile çarpılarak hücre için gerçek Başlangıç Soyutlaması belirlenir.

Varsayılan Potansiyel Tutulum Ölçek Faktörü (*Potential Retention Scale Factor*) 1,0'dır, ancak isteğe bağlı olarak değiştirilebilir. Potansiyel Tutulum Ölçek Faktörü, eğri sayısından hesaplanan tutulum değerini Başlangıç Soyutlama Oranı ile çarpılmadan önce ayarlamak için kullanılır.

Izgaralı Toprak Nem Hesaplama Kaybı

Izgaralı Toprak Nem Hesaplama Kaybı (*Gridded Soil Moisture Accounting Loss*) yöntemi, Toprak Nem Hesaplama (*Soil Moisture Accounting*) yöntemini hücre bazlı olarak uygular. Her ızgara hücresi, Meteorolojik Model'den ayrı yağış ve potansiyel evapotranspirasyon alır. Tüm hücreler aynı başlangıç koşulları ile başlatılır ve simülasyon boyunca her hücre, aldığı bireysel yağış girdilerine bağlı olarak ayrı ayrı evrimleşir. Parametreler, Grid Data Manager içindeki ızgaralar kullanılarak hücre bazında tanımlanır. Topraktan su çekilmesi için bir ızgaralı *Canopy Method* seçilmelidir; bu yöntem, Meteorolojik Model'de hesaplanan potansiyel evapotranspirasyona yanıt olarak topraktaki suyu çeker. *Canopy Method* seçilmediği sürece toprak suyu çekimi gerçekleşmez. Aşağıda Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) gösterilmiştir.



Şekil 7.39 Izgaralı Toprak Nem Hesaplama Kaybı Yöntemi Düzenleyicisi

Maksimum İnfiltrasyon (*Maximum Infiltration*) ızgarası, daha önce *Grid Data Manager* içinde tanımlanmış Perkolasyon (*Percolation*) ızgaralarından seçilir. Bu ızgara, her ızgara hücresi için maksimum infiltrasyon hızını belirtmelidir. Bu değer infiltrasyonun üst sınırını temsil eder; eğer bir *Surface Method* seçilmişse, belirli bir zaman aralığında herhangi bir hücredeki gerçek infiltrasyon, yüzey ve toprak depolaması ile lineer bir ilişki gösterir. *Surface Method* seçilmemişse, su her zaman maksimum hızda infiltre olur. Izgara seçmek için bir seçim aracı kullanılabilir. Izgara seçimleri, *Grid Data Manager* içinde önceden ızgara oluşturulmamışsa devre dışı kalır. Benzer şekilde, bir *Soil Percolation* ve *Groundwater Percolation* ızgarası da seçilmelidir. Tüm İnfiltrasyon ve Perkolasyon ızgaraları aynı tür parametre ızgarasını kullandığından, ızgaraların açıklamaları önemlidir.

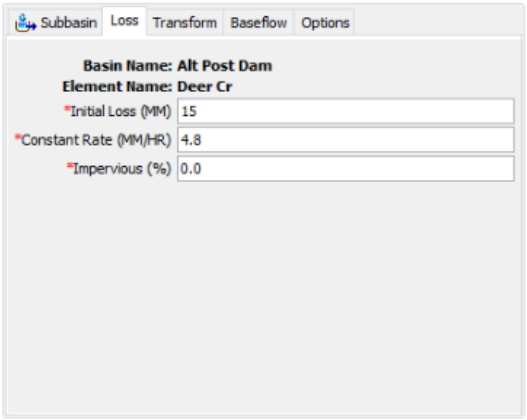
Toprağın Başlangıç Koşulu (*Initial Condition*), simülasyonun başında toprak depolamasının ne kadarının suyla dolu olduğunu yüzde olarak belirtmelidir. Bu yüzde tüm ızgara hücrelerine aynı şekilde uygulanır. Benzer şekilde, her yeraltı suyu katmanının da Başlangıç Depolaması (*Initial Storage*) belirtilmelidir.

Toprak Depolama (*Soil Storage*) ızgarası, daha önce *Grid Data Manager* içinde tanımlanmış ızgaralardan seçilmelidir. Bu ızgara, her hücre için maksimum toprak depolama kapasitesini belirtmelidir. Izgarayı seçmek için, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesine basarak seçim aracını kullanılabilir. *Grid Data Manager* içinde önceden ızgara oluşturulmamışsa seçim yapılamaz. Benzer şekilde, bir *Tension Storage Grid* ve her yeraltı suyu katmanı için bir *Storage Grid* de seçilmelidir. *Tension storage*, toplam toprak depolamasının içinde yer aldığından, her hücredeki *tension storage* değeri, aynı hücredeki toplam toprak depolamasından küçük olmalıdır.

Yeraltı Suyu Katsayısı (*Groundwater Coefficient*) ızgaraları hem üst hem de alt yeraltı suyu katmanları için seçilmelidir. Seçilen ızgara, her hücre için depolama katsayısını belirtmelidir. Bu katsayı, depolamadaki suyun lateral akışa dönüşmesini modelleyen lineer rezervuardaki zaman gecikmesi (*time lag*) olarak kullanılır. Her hücreden gelen katkılar biriktirilerek, taban akışa (*baseflow*) dönüşebilecek toplam su miktarı belirlenir.

Başlangıç ve Sabit Kayıp

Başlangıç-Sabit Kayıp Yöntemi (*Initial Constant Loss Method*), çok basit bir yöntem olmasına rağmen, ayrıntılı toprak bilgisi bulunmayan havzalar için uygundur. Ayrıca, belirli türde akış veya akış sıklığı çalışmalarında da kullanılabilir. Bu yöntem yalnızca olay simülasyonları için kullanılmalıdır. Aşağıda Bileşen Düzenleyici gösterilmiştir.



Şekil 7.40 Başlangıç ve Sabit Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç Kaybı *(Initial Loss*), yüzey akışı başlamadan önce havzaya gelen yağışın ne kadarının infiltre edileceğini veya depolanacağını belirler. Yağış olmayan dönemlerde başlangıç kaybı geri kazanılmaz.

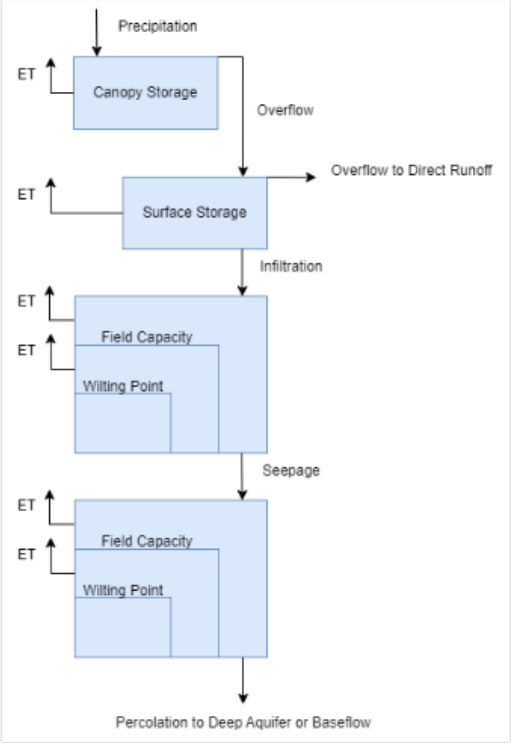
Sabit Oran (*Constant Rate*), başlangıç kaybı karşılandıktan sonra gerçekleşecek infiltrasyon hızını belirler. Bu oran, simülasyon süresine bakılmaksızın sabit uygulanır.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi de belirtilebilir. Bu alanlarda kayıp hesaplaması yapılmaz; alt havzanın bu kısmına düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına dönüşür

Katmanlı Green-Ampt Kayıp Yöntemi

Katmanlı *Green-Ampt* Kayıp Yöntemi (*Layered Green Ampt Loss Method*), toprağın nem içeriğindeki sürekli değişimleri hesaba katmak için iki toprak katmanı kullanır. Yöntem, orijinal olarak *Guelph Agricultural Watershed Storm-Event Runoff (GAWSER)* modeli için geliştirilmiş algoritmalara dayanır. Katmanlı *Green-Ampt* Yöntemi, sürekli simülasyona olanak sağlar. Bu yöntem, Meteorolojik Model tarafından hesaplanan potansiyel evapotranspirasyona yanıt olarak topraktaki suyu çekecek bir *Canopy Method* ile birlikte kullanılmalıdır. Yağış olayları arasında toprak katmanı, *canopy*'nin su çekimi nedeniyle kurur. *Canopy Method* seçilmediği sürece toprak suyu çekimi gerçekleşmez. Ayrıca, suyun arazi yüzeyinde tutulmasını sağlayacak bir *Surface Method* ile birlikte de kullanılabilir. Yüzey depolamasındaki su, toprak katmanına infiltre olur ve infiltre olma hızı, toprak katmanının

su kabul kapasitesine bağlıdır. Hem *Canopy* hem de *Surface Method*, Katmanlı *Green-Ampt* Yöntemi ile birlikte kullanıldığında sistem, aşağıdaki şekilde kavramsallaştırılabilir.



Şekil 7.41 Katmanlı Green-Ampt Kayıp Yöntemi Kavramsal Diyagramı

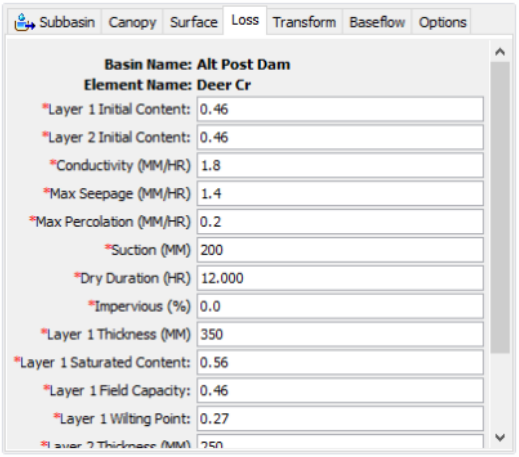
Katmanlı *Green-Ampt* Kayıp Yöntemi (*Layered Green Ampt Loss Method*), topraktaki su hareketinin dinamiklerini temsil etmek için iki katman kullanır. Yüzey suyu üst katmana **(**Katman 1 / Layer 1**)** infiltre olur. Katman 1, alt katmana **(**Katman 2 / Layer 2**)** sızma (*seepage*) üretir. Her iki katman işlevsel olarak aynıdır ancak ayrı ve farklı parametreler kullanabilir. Ayrı parametreler, katmanlı toprak profillerini temsil etmeye ve fırtınalar arasında toprak katmanlarının kuruma süreçlerini daha doğru modellemeye olanak tanır. Her katman, toplam derinlik (*bulk depth*) ve doyma, tarla kapasitesi (*field capacity*) ile solma noktası (*wilting point*) için su içeriği değerleriyle tanımlanır. Katman 2'deki toprak suyu, toprak profilinden perkolasyonla çıkabilir. Katmanlı *Green-Ampt* Yöntemi, Lineer Rezervuar *(Linear Reservoir*) taban akış yöntemi ile birlikte kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu şekilde kullanıldığında, perkolasyonla çıkan su, taban akışı ve akifer beslemesi arasında dağıtılabilir.

Yağış, *canopy* depolamasını doldurur. *Canopy* depolamasını aşan yağış, arazi yüzeyine taşar ve yüzey depolamadaki mevcut suya eklenir. Yüzeyden Katman 1'e infiltre olan suyun hızı, Katman 1 doygunluğun altında olduğu sürece *Green-Ampt* Denklemi ile hesaplanır. Katman 1 doygunluğa ulaştığında, infiltre hızı mevcut sızma

(*seepage*) hızına dönüşür ve infiltrasyonla Katman 1 depolamasına su eklenir. Katman 1'den sızma yalnızca depolama tarla kapasitesini (*field capacity*) aştığında gerçekleşir. Maksimum sızma, Katman 1 doygun olduğunda meydana gelir ve tarla kapasitesine düştüğünde sıfıra iner. Katman 2 doygun olduğunda sızma hızı, perkolasyon hızına dönüşür. Katman 1'den sızan su, Katman 2 depolamasına eklenir. Katman 2'den perkolasyon, yalnızca depolama tarla kapasitesini (*field capacity*) aştığında gerçekleşir. Maksimum perkolasyon, Katman 2 doygun olduğunda meydana gelir ve tarla kapasitesine düştüğünde sıfıra iner. Çoğu toprakta, yüzeyden derinlere doğru hidrolik iletkenlik (*hydraulic conductivity*) azalır; bu nedenle Katman 2 doygunlaştığında sızma hızı perkolasyon hızına düşer ve Katman 1 doygunlaştığında infiltre hızı sızma hızına düşer. Her iki katman da doygun olursa, infiltre hızı perkolasyon hızına dönüşür. Ayrıca, taban akışa katkı ancak her iki toprak katmanı tarla kapasitesine ulaştığında başlar. Katmanların doygunluk durumunu doğru şekilde çözmek için *convergence control* ve *adaptive time stepping* yöntemleri kullanılır.

Canopy, potansiyel evapotranspirasyon talebini karşılamak için toprak depolamasından su çeker. Öncelikle, Katman 1'den toprak suyu, tam evapotranspirasyon hızıyla çekilir. Katman 1'den çekim, mevcut suyun yarısı evapotranspirasyon talebini karşılayacak şekilde alınana kadar devam eder. Mevcut su, doygunluk su içeriği ile solma noktası (*wilting point*) arasındaki farkın, katman kalınlığı ile çarpılmasıyla tanımlanır. Daha sonra, Katman 2'den toprak suyu, yine tam evapotranspirasyon hızıyla çekilir. Katman 2'den su çekimi de mevcut suyun yarısı evapotranspirasyon talebini karşılayacak şekilde alınana kadar devam eder. Üçüncü aşamada, evapotranspirasyon talebi her iki katmana eşit şekilde uygulanır ve katmanlardan biri solma noktası içeriğine ulaşana kadar devam eder. Son olarak, evapotranspirasyon talebi kalan katmana uygulanır ve bu katman da solma noktasına ulaşana kadar devam eder. Solma noktası altındaki toprak suyu hiçbir zaman evapotranspirasyon için kullanılmaz.

Katmanlı *Green-Ampt* Kayıp Yöntemi (*Layered Green Ampt Loss Method*), iki katmanın su dengesi üzerine kurulu olduğu için sürekli simülasyonlarda kullanılabilir. İnfiltre olan su katmanlara eklenirken, perkolasyonla taşan su katmanlardan çıkarılır. Potansiyel evapotranspirasyon talebi de katmanlardan suyu azaltır. Sürekli simülasyon, zaman zaman fırtına olaylarını içerecektir. Bu fırtına olayları sırasında yüzey infiltrasyonu, *Green-Ampt* Denklemi kullanılarak hesaplanır. Her bir fırtına için *Green-Ampt* denklemindeki başlangıç koşulu (*initial condition*) belirlenmelidir. Başlangıç içeriği (*Initial Content*), temelde bir su içeriği açığı olarak tanımlanır ve doyma su içeriği ile mevcut su içeriği arasındaki fark alınarak hesaplanır. Su içeriği açığı, her fırtına başlangıcında Katman 1'deki mevcut toprak suyu depolamasına dayanarak otomatik olarak hesaplanır. Kullanıcı, *dry duration* (kuruma süresi) parametresi ile başlangıç koşulunun yeniden hesaplanabilmesi için son yağıştan ne kadar zaman geçmesi gerektiğini kontrol edebilir. Son yağıştan geçen süre, kuruma süresinden az ise yağış, bir önceki fırtına olayının devamı olarak değerlendirilir. Aşağıda Bileşen Düzenleyici gösterilmiştir.



Şekil 7.42 Katmanlı Green-Ampt Kayıp Yöntemi Düzenleyicisi

Katman 1 Başlangıç Su İçeriği (*Layer 1 Initial Water Content*), simülasyon başlangıcında Katman 1'deki toprak suyu miktarını belirler ve hacim oranı (*volume ratio*) olarak ifade edilmelidir.

Katman 2 Başlangıç Su İçeriği (*Layer 2 Initial Water Content*) de simülasyon başlangıcında Katman 2'deki toprak suyu miktarını belirler ve hacim oranı ile belirtilmelidir.

Hidrolik İletkenlik (*Hydraulic Conductivity*) belirtilmelidir; bu değer saha testlerinden veya yüzey toprak dokusu bilgisi kullanılarak tahmin edilebilir.

Maksimum Sızma (*Maximum Seepage*), Katman 1'in alt kısmında belirtilmelidir ve değer saha testleri veya Katman 1 altındaki toprak dokusu bilgisine göre tahmin edilebilir.

Maksimum Perkolasyon (*Maximum Percolation*), Katman 2'nin alt kısmında belirtilmelidir; yine saha testleri veya Katman 2 altındaki toprak dokusu kullanılarak tahmin edilebilir.

Islanma Önü Emme Kuvveti (*Wetting Front Suction*) belirtilmelidir ve genellikle toprak dokusunun bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

Kuruma Süresi (*Dry Duration*), *Green-Ampt* Denklemi için başlangıç koşulunun yeniden hesaplanabilmesi için bir fırtına olayından sonra geçmesi gereken zamanı belirler. Deneysel olarak, 12 saat genellikle uygun bir değer olarak bulunmuştur.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi *(Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*) belirtilebilir. Bu alanlarda kayıp hesaplaması yapılmaz; alt havzanın bu kısmına düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına dönüşür.

Katman 1 Kalınlığı (*Layer 1 Thickness*), yer yüzeyinden Katman 1'in altına kadar olan toprak derinliğini belirler.

Katman 1 Doymuş Su İçeriği (*Layer 1 Saturated Water Content*), hacim oranı cinsinden toprakta tutulabilecek maksimum su miktarını belirtir ve genellikle toprağın toplam gözenekliliği (total porosity) olarak kabul edilir.

Katman 1 Tarla Kapasitesi (*Layer 1 Field Capacity Content*), toprağın yerçekimi etkisiyle doğal olarak sızmayı durdurduğu noktayı hacim oranı olarak ifade eder.

Katman 1 Solma Noktası (*Layer 1 Wilting Point Content*), bitkilerin artık topraktan su çekemediği noktadaki toprak su miktarını gösterir ve hacim oranı cinsinden belirtilmelidir.

Katman 2 Kalınlığı (*Layer 2 Thickness*), Katman 1'in altından Katman 2'nin altına kadar olan toprak derinliğini belirler.

Katman 2 Doymuş Su İçeriği (*Layer 2 Saturated Water Content*), hacim oranı cinsinden toprakta tutulabilecek maksimum su miktarını ifade eder ve genellikle toprağın toplam gözenekliliği (total porosity) olarak kabul edilir.

Katman 2 Tarla Kapasitesi (*Layer 2 Field Capacity Content*), toprağın yerçekimi etkisiyle doğal olarak perkolasyonu durdurduğu noktayı hacim oranı ile belirtir.

Katman 2 Solma Noktası (*Layer 2 Wilting Point Content*), bitkilerin artık topraktan su çekemediği noktadaki toprak su miktarını gösterir ve hacim oranı cinsinden belirtilmelidir.

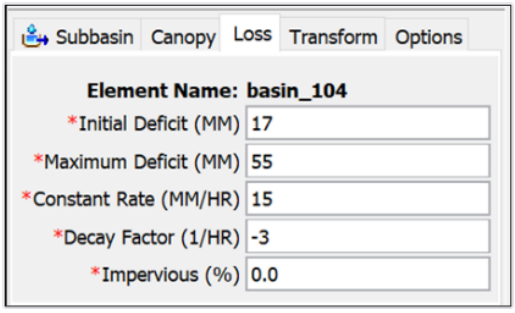
Lineer Açık ve Sabit Kayıp Yöntemi

Lineer Açık ve Sabit Kayıp Yöntemi (*Linear Deficit and Constant Loss Method*), Başlangıç ve Sabit Kayıp Yöntemi'nin (*Initial and Constant Loss Method*) bir modifikasyonudur. Bu yöntem, birikimli infiltrasyona bağlı olarak infiltrasyon kapasitesindeki (veya potansiyel infiltrasyon hızındaki) değişimleri hesaba katar. Yöntem oldukça basittir ve bu nedenle çok sayıda parametrenin tahmininin pratik olmadığı durumlar gibi, az sayıda parametreli modellerin tercih edildiği uygulamalarda uygundur. Basit olmasına rağmen, Lineer Açık ve Sabit Kayıp Yöntemi, diğer iki basit kayıp yöntemi olan Başlangıç ve Sabit Kayıp ile Eğri Numarası (*Curve Number*) yöntemlerine kıyasla bazı avantajlara sahiptir:

Bu yöntem, başlangıç kaybı (*initial abstraction*) terimini kullanmaz ve eğer belirli bir zaman adımındaki yağış şiddeti infiltrasyon kapasitesini aşarsa, yağış olayının başından itibaren yüzey akışını simüle edebilir. Ayrıca hem olay bazlı hem de sürekli simülasyonlar için kullanılabilir.

Olay bazlı simülasyonlarda, Lineer Açık ve Sabit Kayıp Yöntemi teknik olarak üç parametreye sahiptir: başlangıç açığı (*initial deficit*), sabit oran (*constant rate*) ve azalma katsayısı (*decay factor*). (Maksimum açık yalnızca sürekli simülasyonlarda kullanılır.) Deneyler, azalma katsayısının sabit tutulabileceğini göstermiştir. Bu özellik, Lineer Açık ve Sabit Yöntemini, aynı şekilde iki parametreye sahip olan Başlangıç ve Sabit Kayıp ile Eğri Numarası (*Curve Number*) yöntemleriyle karşılaştırılabilir hâle getirir.

Aşağıda, Lineer Açık ve Sabit Yöntem için parametrelerin ve ayarların belirtildiği bileşen düzenleyicisi gösterilmiştir.



Şekil 7.43 Lineer Açık ve Sabit Kayıp Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*), bir fırtına olayının başlangıcında aktif toprak katmanındaki su eksikliğini ifade eder. Potansiyel infiltrasyon hızı, birikimli infiltrasyonla doğru orantılı olarak lineer şekilde azalır ve başlangıç açığı karşılanana kadar devam eder. Başlangıç açığı karşılandıktan sonra infiltrasyon hızı sabit hale gelir (aşağıdaki sabit oran parametresine bakınız).

Maksimum Açığı (*Maximum Deficit*), aktif toprak katmanındaki maksimum su eksikliğini belirtir ve bu değer başlangıç açığından eşit veya daha büyük olmalıdır. Olay bazlı simülasyonlarda, maksimum açığın model sonuçları üzerinde etkisi bulunmaz.

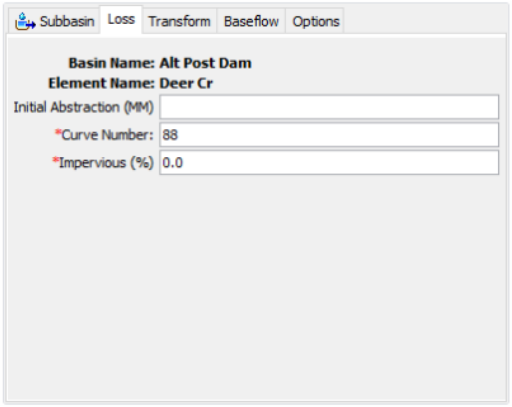
Sabit Oran (*Constant Rate*), başlangıç açığı karşılandıktan sonra gerçekleşecek potansiyel infiltrasyon hızını belirler ve simülasyon süresinden bağımsız olarak aynı oran uygulanır.

Azalma Katsayısı (*Decay Factor*), birikimli infiltrasyona bağlı olarak infiltrasyon potansiyelinin azalım oranını ifade eder. Varsayılan değer -3'tür, ancak kullanıcılar bu değeri 0 ile -8 aralığında değiştirebilir.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi *(Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*) belirtilebilir. Bu alanlarda kayıp hesaplaması yapılmaz; bu kısma düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına dönüşür.

SCS Eğri Numarası Kayıp Yöntemi

Toprak Koruma Servisi (*SCS*) Eğri Numarası Yöntemi (*SCS Curve Number Method*), artımlı kayıplar (*incremental losses*) için eğri numarası metodolojisini uygular (NRCS, 2007). SCS Eğri Numarası Kayıp Yöntemi yalnızca olay bazlı simülasyonlar için kullanılmalıdır. Metodoloji başlangıçta bir fırtına sırasında toplam infiltrasyonu hesaplamak için geliştirilmiştir. Program, her zaman adımı sonunda infiltrasyon hacmini yeniden hesaplayarak fırtına süresince artımlı yağışı belirler. Her zaman adımındaki infiltrasyon, iki ardışık zaman adımının sonundaki hacim farkı olarak hesaplanır. Aşağıda Bileşen Düzenleyici gösterilmiştir.



Şekil 7.44 SCS Eğri Numarası Kayıp Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

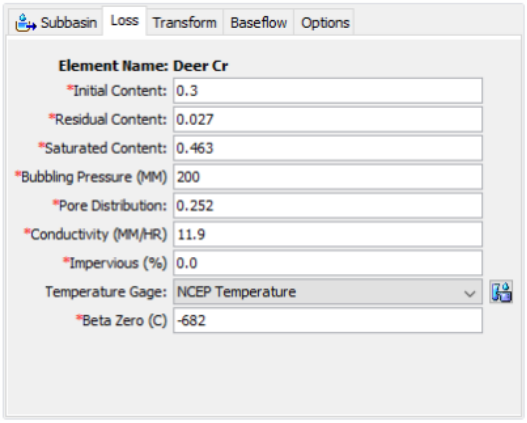
İsteğe bağlı olarak bir Başlangıç Kaybı (*Initial Abstraction*) girilebilir. Başlangıç Kaybı, yüzeysel taşkın oluşmadan önce düşmesi gereken yağış miktarını tanımlar. Ancak, bu değer Başlangıç Tutulumu (*Initial Interception*) veya Başlangıç Kayıp (*Initial Loss*) ile aynı değildir; çünkü Başlangıç Kaybının değiştirilmesi, fırtına sırasında infiltrasyon tepkisini etkiler. Eğer bu değer boş bırakılırsa, otomatik olarak potansiyel tutulumun (%20'si) 0,2 katı olarak hesaplanır; potansiyel tutulum ise Eğri Numarasından (*Curve Number*) belirlenir.

Bir Eğri Numarası (*Curve Number*) girilmesi zorunludur. Bu değer, alt havzadaki tüm farklı toprak grubu ve arazi kullanımı kombinasyonlarını temsil eden bileşik (*composite*) eğri numarası olmalıdır. Bileşik eğri numarasına, ayrı olarak belirtilecek olan geçirimsiz alan yüzdesi dahil edilmemelidir.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi (*Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*) belirtilebilir. Bu alan bileşik eğri numarası hesaplamasına dahil edilmemelidir. Geçirimsiz alanlarda kayıp hesaplaması yapılmaz; bu kısma düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına dönüşür.

Smith ve Parlange Kayıp Yöntemi

Smith–Parlange Kayıp Yöntemi (*Smith Parlange Loss Method*), toprağa infiltrasyonu tanımlayan Richards Denklemini**,** ıslanma cephesinin doygun hidrolik iletkenliğin üstel (eksponansiyel) ölçeklenmesiyle temsil edilebileceği varsayımıyla yaklaşık olarak ifade eder. Bu doğrusal yaklaşımla, infiltrasyon hesaplamaları oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilirken ıslanma cephesinin makul bir temsili korunur. *Smith–Parlange* Kayıp Yöntemi yalnızca olay bazlı simülasyonlar için kullanılmalıdır. Aşağıdaki şekilde Bileşen Düzenleyici gösterilmektedir.



Şekil 7.45 Smith–Parlange Kayıp Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Başlangıç Su İçeriği (*Initial Water Content*), simülasyonun başlangıcında toprağın doygunluk durumunu tanımlar ve hacim oranı (*volume ratio*) cinsinden belirtilmelidir.

Artık Su İçeriği (*Residual Water Content*), tüm drenaj sona erdikten sonra toprakta kalan su miktarını ifade eder ve hacim oranı olarak tanımlanmalıdır. Bu değer laboratuvar deneyleriyle belirlenebilir veya toprak dokusuna bağlı olarak tahmin edilebilir.

Doymuş Su İçeriği (*Saturated Water Content*), hacim oranı cinsinden toprağın maksimum su tutma kapasitesini belirtir ve genellikle toprağın toplam gözenekliliği (*total porosity*) olarak kabul edilir.

Kabarcıklanma Basıncı (Bubbling Pressure), diğer adıyla Islanma Cephesi Emme Kuvveti (*Wetting Front Suction*), belirtilmesi gereken bir parametredir ve genellikle toprak dokusunun bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

Gözenek Boyutu Dağılımı (*Pore Size Distribution*), toplam gözenek hacminin farklı boyut sınıfları arasında nasıl dağıldığını belirler ve genellikle toprak dokusunun bir fonksiyonu olarak kabul edilir.

Hidrolik İletkenlik (*Hydraulic Conductivity*) de belirtilmelidir; bu değer genellikle etkin doygun hidrolik iletkenlik olarak tanımlanır. Saha testlerinden elde edilebilir veya toprak dokusu bilgisi kullanılarak yaklaşık olarak tahmin edilebilir.

Ayrıca, alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi (*Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*) belirtilebilir. Bu alanlarda kayıp hesaplaması yapılmaz; bu kısma düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına dönüşür.

İsteğe bağlı olarak, su yoğunluğu, su viskozitesi ve matrik potansiyelin sıcaklığa bağlı olarak ayarlanması için bir Sıcaklık Ölçer (*Temperature Gage*) seçilebilir. Eğer herhangi bir Sıcaklık Ölçer seçilmezse, sıcaklığın 25 °C (75 °F) olduğu varsayılır. Ölçer, Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içinde seçilebilmesi için önceden Time-Series Manager içinde tanımlanmış olmalıdır.

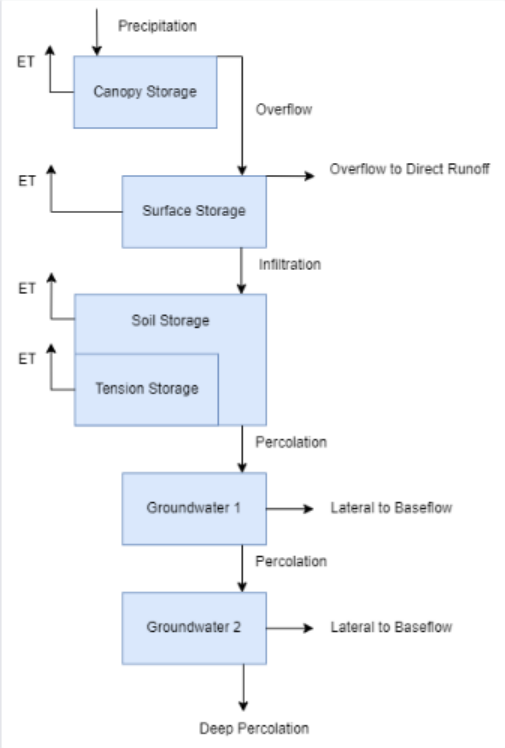
Beta Sıfır (*Beta Zero*) parametresi, *matrik* potansiyelin sıcaklığa bağlı olarak düzeltilmesinde kullanılır ve toprak dokusunun bir fonksiyonu olduğu bulunmuştur. Bu parametre, yalnızca bir Sıcaklık Ölçer seçildiğinde giriş için görüntülenir. Aşağıdaki tabloda beta sıfır için ortalama tahmin değerleri verilmiştir.

Tablo 7.2 Farklı Toprak Doku Sınıfları için Beta Sıfır (Beta Zero) Parametre Değerleri

Toprak Doku Sınıfları	**Beta Sıfır**
Kil (Clay)	-376.8
Killi Tın (Clay Loam)	-390.4
Tın (Loam)	-397.1
Kumlu Tın (Loamy Sand)	-403.4
Kum (Sand)	-404.9
Kumlu Kil (Sandy Clay)	-386.9
Kumlu Killi Tın (Sandy Clay Loam)	-393.5
Kumlu Tın (Sandy Loam)	-400.7
Siltli Tın (Silt Loam)	-399.2
Siltli Kil (Silty Clay)	-383.9
Siltli Killi Tın (Silty Clay Loam)	-390.0

Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi

Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi (*Soil Moisture Accounting Loss Method*), toprağın düşey profili boyunca nem içeriğindeki sürekli değişimleri temsil etmek için üç katman kullanır. Bu yöntem, sürekli simülasyonlara olanak tanır. Meteorolojik Model tarafından hesaplanan potansiyel evapotranspirasyona yanıt olarak topraktan su çekecek bir *Canopy Method* ile birlikte kullanılmalıdır. Yağış olayları arasında, *canopy* tarafından toprak suyunun çekilmesi nedeniyle toprak katmanları kurur. *Canopy Method* seçilmediği sürece toprak suyu çekimi gerçekleşmez. Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi, ayrıca *Surface Method* ile birlikte de kullanılabilir; bu yöntem, yüzeyde suyun birikmesini sağlar. Yüzeyde depolanan su, altındaki toprak katmanına infiltre olur ve infiltrasyon hızı, toprak katmanının su kabul etme kapasitesi ile belirlenir. Hem *Canopy Method* hem de *Surface Method* birlikte Toprak Nem Hesaplama Yöntemi ile kullanıldığında, sistem aşağıdaki şekilde kavramsal olarak temsil edilebilir.



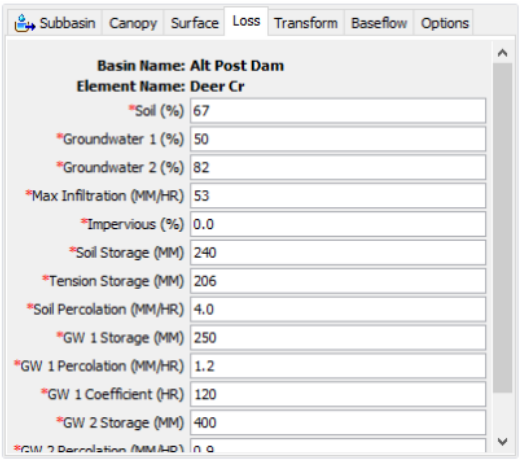
Şekil 7.46 Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi Kavramsal Diyagramı

Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi (*Soil Moisture Accounting Loss Method*), topraktaki su hareketlerinin dinamiklerini temsil etmek için üç katman kullanır: toprak depolama (*soil storage*), üst yeraltı suyu (*upper groundwater*) ve alt yeraltı suyu (*lower groundwater*). Yeraltı suyu katmanları akifer süreçlerini temsil etmek için tasarlanmamıştır; amaçları sığ ara akış (*shallow inter-flow*) süreçlerini modellemektir. Toprak katmanı ise üst zon (*upper zone*) ve gerilim zonu (*tension zone*) olmak üzere iki alt bölüme ayrılmıştır. Su yalnızca üst zon üzerinden perkolasyon yapabilirken, gerilim zonundaki su perkolasyona karşı direnç gösterir. Üst yeraltı suyu (*upper groundwater*) katmanındaki su, alt yeraltı suyu (*lower groundwater*) katmanına perkolasyon yapar. Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi (*Soil Moisture Accounting Loss Method*)**,** *Linear Reservoir Baseflow* Yöntemi ile birlikte kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu şekilde kullanıldığında hem üst hem de alt yeraltı suyu katmanlarından lateral olarak su hareketi gerçekleşebilir ve bu su taban akımına katkıda bulunur. Alt yeraltı suyu katmanından perkolasyon yapan su, taban akımına katkı yapacak şekilde veya akifer şarjı (*aquifer recharge*) olarak yüzeyden ayrılarak yönlendirilebilir.

Yağış, *canopy* depolamasını (*canopy storage*) doldurur. *Canopy* depolamasını aşan yağış, yüzeydeki suya (*surface storage*) taşar. Yeni yağış, yüzey depolamada halihazırda bulunan suya eklenir. Mevcut infiltrasyon hızı (*infiltration rate*), maksimum infiltrasyon hızı, mevcut yüzey depolama ve mevcut toprak depolama ile ilişkilidir. En yüksek infiltrasyon, yüzey depolama maksimumda ve toprak depolama sıfır iken gerçekleşir. Yüzey depolama sıfıra düştüğünde veya toprak depolama doygunluğa ulaştığında infiltrasyon sıfıra yaklaşır. İnfiltre olan su, toprak depolamasındaki mevcut suya eklenir. Toprak depolaması içinde hem üst zon (*upper zone*) hem de gerilim zonu

(*tension zone*) bulunur. Topraktan üst yeraltı suyu (*upper groundwater*) katmanına perkolasyon, toprak depolaması gerilim zonu derinliği ile toplam toprak depolama derinliği arasında olduğunda gerçekleşir. Perkolasyon hızı (*percolation rate*), maksimum perkolasyon hızı, mevcut toprak depolama ve mevcut üst yeraltı suyu depolaması ile ilişkilidir. En yüksek perkolasyon, toprak depolaması maksimum (doygun) ve üst yeraltı suyu sıfır iken meydana gelir. Toprak depolaması gerilim zonu derinliğine düştüğünde veya üst yeraltı suyu doygunluğa ulaştığında perkolasyon sıfıra yaklaşır. Benzer şekilde, su üst yeraltı suyundan alt yeraltı suyu (*lower groundwater*) katmanına perkolasyon yapar; bu perkolasyon, maksimum üst yeraltı suyu perkolasyon hızı, mevcut üst yeraltı suyu depolaması ve alt yeraltı suyu depolaması ile belirlenir.

Canopy, potansiyel evapotranspirasyon (*potential evapotranspiration*) talebini karşılamak için toprak depolamasından su çeker. Toprak suyu, üst zon (*upper zone*) üzerinden tam potansiyel evapotranspirasyon hızında çekilir. Toprak depolaması gerilim zonu derinliğine (*tension storage depth*) düştüğünde, toprak suyunun daha fazla çekilmesi, *canopy* ile toprak depolamasındaki su miktarının etkileşimine bağlı olarak belirlenir. Bu etkileşim, *canopy* bileşeninde (*canopy component*) bitki su alımı yöntemi (*plant uptake method*) olarak yapılandırılır. Seçilen su alım yöntemine (*uptake method*) bağlı olarak, topraktan su tam potansiyel evapotranspirasyon hızında çekilebilir ve toprak depolamasındaki su tamamen tükenene kadar devam eder. Alternatif bir alım yöntemi ise, suyu tam potansiyel evapotranspirasyon hızında toprak suyu gerilim zonu derinliğinin yarısına kadar çeker; toprak depolaması sıfıra yaklaşırken çekim, potansiyel değerin altında gerçekleşir. Potansiyel evapotranspirasyon asla yeraltı suyu katmanlarından çekilmez. Bileşen düzenleyici (*Component Editor*) aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 7.47 Toprak Nem Hesaplama Kayıp Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Toprağın başlangıç durumu (*Initial Condition*), simülasyonun başında toprak depolamasının ne kadarının suyla dolu olduğunu gösterecek şekilde yüzdelik olarak belirtilmelidir. Üst ve alt yeraltı suyu katmanlarının başlangıç durumları da ayrıca tanımlanmalıdır.

Maksimum İnfiltrasyon Hızı (*Maximum Infiltration Rate*), yüzey depolamadan toprağa olan infiltrasyon için üst sınırı belirler. Seçilen bir *Surface Method* varsa, belirli bir zaman aralığındaki gerçek infiltrasyon, yüzey ve toprak

depolama miktarına lineer olarak bağlıdır. *Surface Method* seçilmediğinde ise infiltrasyon her zaman maksimum hızda gerçekleşir.

Alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alan yüzdesi (*Percentage of the Subbasin Which is Directly Connected Impervious Area*) belirtilebilir. Bu alan üzerine düşen tüm yağış, fazla yağış (*excess precipitation*) olarak kabul edilir ve doğrudan akışa (*direct runoff*) yönlendirilir.

Toprak Depolaması (*Soil Storage*), toprak katmanında mevcut toplam depolama kapasitesini temsil eder. Toprak hesaplamalarını devre dışı bırakmak ve infiltrasyon suyun doğrudan yeraltı suyuna geçmesini sağlamak istenirse, bu değer sıfır olarak alınabilir.

Gerilim Depolaması (*Tension Storage*), toprakta yerçekiminin etkisiyle boşalmayan su miktarını belirtir. Toprak katmanından üst yeraltı suyu katmanına perkolasyon, mevcut toprak depolaması gerilim deposunu aştığında gerçekleşir. Gerilim deposundaki su yalnızca evapotranspirasyon ile kaybedilir. Tanım gereği, gerilim depolaması her zaman toprak depolamasından küçük olmalıdır.

Toprak Perkolasyonu (*Soil Percolation*), toprak depolamasından üst yeraltı suyuna olan perkolasyon için üst sınırı belirler. Gerçek perkolasyon hızı, mevcut toprak depolaması ile üst yeraltı suyu depolamasının lineer bir fonksiyonu olarak hesaplanır.

Yeraltı Suyu 1 Depolaması (*Groundwater 1 Storage*), üst yeraltı suyu katmanındaki toplam depolama kapasitesini temsil eder. Üst yeraltı suyu katmanını devre dışı bırakmak ve topraktan perkolasyonla gelen suyu doğrudan alt yeraltı suyu katmanına geçirmek istenirse, bu değer sıfır olarak alınabilir.

Yeraltı Suyu 1 Perkolasyon Hızı (*Groundwater 1 Percolation Rate*), üst yeraltı suyundan alt yeraltı suyuna olan perkolasyon için üst sınırı belirler. Gerçek perkolasyon hızı, üst ve alt yeraltı suyu katmanlarındaki mevcut depolama miktarlarının lineer bir fonksiyonu olarak hesaplanır.

Yeraltı Suyu 1 Katsayısı (*Groundwater 1 Coefficient*), depolamadaki suyun lineer rezervuar modeli ile lateral akışa *(lateral outflow*) dönüşmesi için zaman gecikmesini belirler. Bu lateral akış, taban akış (*baseflow*) olarak kullanılabilir.

Yeraltı Suyu 2 Depolaması (*Groundwater 2 Storage*), alt yeraltı suyu katmanındaki toplam depolama kapasitesini temsil eder. Alt yeraltı suyu katmanını devre dışı bırakmak ve üst yeraltı suyundan perkolasyonla gelen suyu doğrudan derin perkolasyona (*deep percolation*) yönlendirmek istenirse, bu değer sıfır olarak alınabilir.

Yeraltı Suyu 2 Perkolasyon Hızı (*Groundwater 2 Percolation Rate*), sistemden gerçekleşen derin perkolasyon (*deep percolation*) için üst sınırı belirler. Gerçek perkolasyon hızı, alt yeraltı suyu katmanındaki mevcut depolamanın lineer bir fonksiyonu olarak hesaplanır.

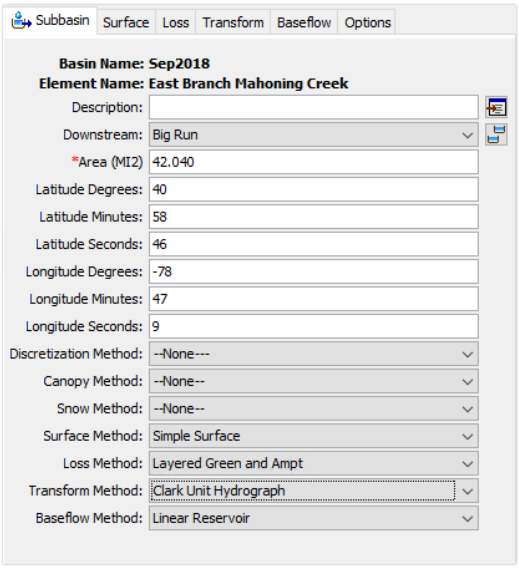
Yeraltı Suyu 2 Katsayısı (*Groundwater 2 Coefficient*), depolamadaki suyun lineer rezervuar modeli ile lateral akışa dönüşmesi için zaman gecikmesini belirler. Bu katsayı genellikle Yeraltı Suyu 1 Katsayısından daha büyüktür. Oluşan lateral akış, taban akış olarak kullanılabilir.

7.6 DÖNÜŞÜM YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

Bir Alt Havza elemanı, infiltrasyon, yüzey akışı ve yeraltı süreçlerinin birlikte etkileşimini kavramsal olarak temsil eder. Ancak yüzey akışına ilişkin gerçek hesaplamalar, alt havza içerisinde tanımlanan bir Dönüşüm (*Transform*) Yöntemi aracılığıyla gerçekleştirilir. HEC-HMS kapsamında toplam dokuz farklı Dönüşüm Yöntemi sunulmaktadır. Bu yöntemler; çeşitli Birim Hidrograf Yöntemlerini, bir Kinematik Dalga yaklaşımını, Doğrusal Yarı Dağıtık bir yöntemi ve İki Boyutlu (2B) Difüzyon Dalga Yöntemini kapsamaktadır.

Bir alt havza için kullanılacak Dönüşüm Yöntemi, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere alt havza elemanına ait Bileşen Düzenleyicisi üzerinden seçilir. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içerisindeki *Components* sekmesinde yer alan alt havza elemanı simgesine tıklanarak erişilebilir. Harita açık durumda ise, Havza Haritası üzerinde bulunan eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanabilir.

Kullanılabilir yedi farklı Dönüşüm Yöntemi arasından bir seçim yapılabilir. *None* (Yok) yöntemi seçildiğinde, alt havza her zaman adımının sonunda tüm fazla yağışı doğrudan yüzey akışına dönüştürür. Kullanmak istenilen yöntemi seçmek için seçim listesini kullanılır. Her bir alt havza farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla alt havza aynı yöntemi de kullanabilir.



Şekil 7.48 Alt Havza Bileşen Düzenleyicisinde Dönüşüm Yönteminin Seçilmesi

Yeni bir alt havza oluşturulduğunda, Program Ayarları bölümünde tanımlanan varsayılan Dönüşüm Yöntemi otomatik olarak atanır. Bir alt havza için kullanılacak Dönüşüm Yöntemi, alt havza elemanına ait Bileşen Düzenleyicisi kullanılarak istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir alt havza aynı anda yalnızca bir Dönüşüm Yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki yönteme ait parametre verilerinin silineceğine dair bir uyarı mesajı görüntülenir. Bu uyarı, Program Ayarları üzerinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla alt havza için Dönüşüm Yöntemi aynı anda değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne

tıklanarak *Transform | Change Method* komutu seçilir. Seçilen Dönüşüm Yöntemi, Havza Modeli içerisinde seçili olan alt havzalara uygulanır; eğer herhangi bir alt havza seçili değilse, yöntem tüm alt havzalara uygulanır.

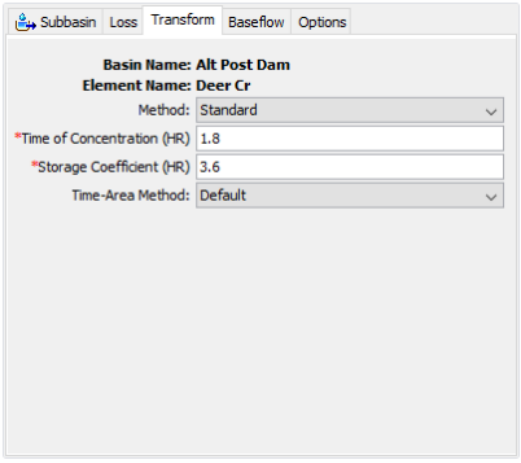
Her bir Dönüşüm Yöntemine ait parametreler, Alt Havza Elemanı Düzenleyicisinden ayrı bir Bileşen Düzenleyicisinde sunulmaktadır. Dönüşüm Düzenleyicisi, her zaman Kayıp Düzenleyicisinin yanında gösterilir. Kinematik Dalga Yöntemi, Bileşen Düzenleyicisi içerisinde birden fazla sekme kullanmaktadır. Dönüşüm Düzenleyicisinde görüntülenen bilgiler, o anda seçili olan Dönüşüm Yöntemine bağlı olarak değişiklik gösterir.

Clark Birim Hidrograf Dönüşüm Yöntemi

Clark Birim Hidrografı, sentetik bir birim hidrograf yöntemidir. Bu yöntem, kullanıcının geçmişte gözlenmiş hidrografların analizine dayalı olarak bir birim hidrograf geliştirmesini gerektirmez. Bunun yerine, bir yağış fırtınası sonucunda oluşan öteleme (*translation*) hidrografını geliştirmek için Zaman–Alan Eğrisi (*time–area curve*) kullanılır. Elde edilen öteleme hidrografı, alt havza genelindeki depolama ve zayıflama (*attenuation*) etkilerini temsil etmek amacıyla doğrusal bir rezervuar üzerinden yönlendirilir. Clark Birim Hidrografı için üç yöntem mevcuttur: Standart, Değişken Parametreli ve ABD Arizona Eyaleti *Maricopa County* yöntemi. Seçilen yönteme bağlı olarak Bileşen Düzenleyicisi otomatik olarak güncellenir.

Standart

Standart yöntem kullanıldığında Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



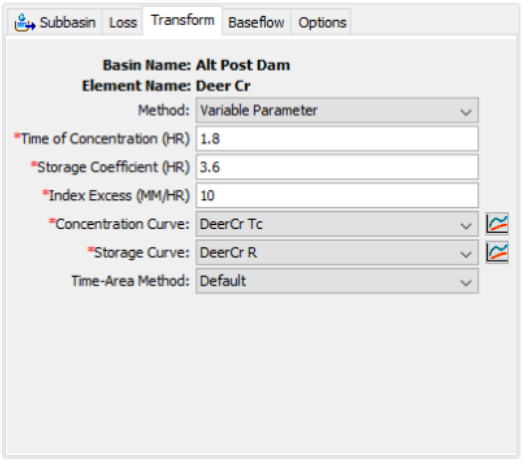
Şekil 7.49 Clark Standart Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Konsantrasyon Zamanı (*Time of Concentration*), alt havza içerisindeki maksimum akış süresini tanımlar ve öteleme hidrografının geliştirilmesinde kullanılır.

Depolama Katsayısı (*Storage Coefficient*) ise depolama etkilerini temsil eden doğrusal rezervuarda kullanılır. Boyutsuz bir oran, depolama katsayısının; konsantrasyon zamanı ile depolama katsayısının toplamına bölünmesiyle tanımlanabilir. Yapılan birçok çalışma, bu boyutsuz oranın bir bölge genelinde nispeten sabit olduğunu göstermiştir.

Değişken Parametreli

Birim hidrograf teorisi, yağış ile akış tepkisi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsayar. Bu varsayım, Muhtemel Maksimum Yağış (*Probable Maximum Precipitation, PMP*) gibi son derece büyük etkin yağış şiddetinin söz konusu olduğu olayların benzetiminde, zamanlama ve pik debi büyüklüğü açısından hatalara yol açabilir. Clark Birim Hidrografı kullanıldığında, konsantrasyon zamanı ve depolama katsayısını etkin yağışa bağlayan tablolar, benzetim süresince akış tepkisinin değiştirilmesi amacıyla kullanılabilir. Değişken Parametreli yöntem kullanıldığında Bileşen Düzenleyicisi aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.50 Clark Değişken Parametreli Yöntem Bileşen Düzenleyicisi

İndeks Etkin Yağış (*Index Excess*), Bileşen Düzenleyicisinde tanımlanan Konsantrasyon Zamanı ve Depolama Katsayısının, Değişken Parametre İlişkileri ile ilişkilendirilmesinde kullanılan etkin yağış hızıdır. Bu hız genellikle 1 inç/saat (veya 1 mm/saat) olarak alınır.

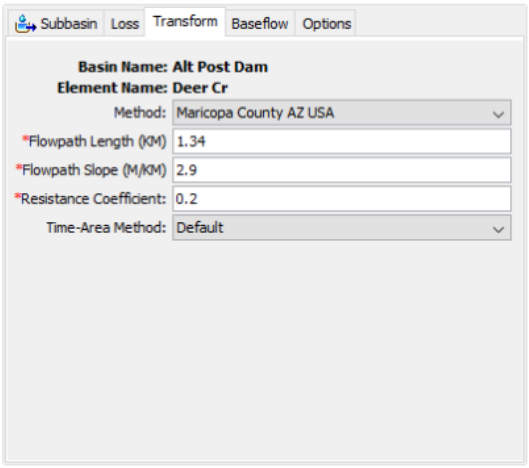
Değişken Parametre İlişkileri (*Variable Parameter Relationships*), alt havza elemanında kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içerisinde yüzde eğrileri (*percentage curves*) olarak tanımlanmalıdır. Bu eğrilerin monotonik olarak artan nitelikte olması gerekir. Yüzde eğrilerinin x-ekseni, İndeks Etkin Yağışa göre normalize edilmiş etkin yağış hızını tanımlar. y-ekseni ise her bir yüzde etkin yağış oranı için (yine İndeks Etkin Yağışa göre) konsantrasyon zamanını veya depolama katsayısını tanımlar.

Varsayılan Zaman–Alan Eğrisi (*Default Time-Area Curve*), alt havzayı eliptik bir şekil ile temsil eder. Bu şeklin, tipik alt havzalar için yüzey akışının zamanlamasını oldukça iyi şekilde yaklaşık olarak verdiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, kullanıcı tarafından belirlenen bir Zaman–Alan Eğrisi (*Time-Area Curve*) sağlama seçeneği de

mevcuttur. Bu ilişki, alt havza elemanında kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde yüzde eğrisi (*percentage curve*) olarak tanımlanmalıdır. Yüzde eğrisinin bağımsız ekseni, konsantrasyon zamanının yüzdesini; bağımlı ekseni ise akışa katkıda bulunan alt havza alanının kümülatif yüzdesini gösterir. Eğri monotonik olarak artan olmalıdır.

ABD, Arizona Eyaleti, Maricopa County

Maricopa County AZ USA yöntemi kullanıldığında Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.51 Clark Maricopa County Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Clark Konsantrasyon Zamanı (*Time of Concentration*) ve Depolama Katsayısı (*Storage Coefficient*) parametreleri, havzanın fiziksel özellikleri kullanılarak ve aşağıdaki iki denklem ile otomatik olarak hesaplanır.

$$T_c = 11.4\, L^{0.5}\, K_b^{0.52}\, S^{-0.31}\, i^{-0.38}$$

$$R = 0.37\, T_c^{1.11}\, A^{-0.57}\, L^{0.80}$$

L, hidrolik olarak en uzun akış yolunun uzunluğunu, S en uzun akış yolunun eğimini, K_b direnç katsayısını ve i ortalama etkin yağış şiddetini ifade eder. L, K_b ve S, kullanıcı tarafından tahmin edilerek Bileşen Düzenleyiciye girilir. L, K_b ve S değerlerinin tahmini hakkında bilgi için *Maricopa County Drainage Design Manual* kaynağına başvurulmalıdır (Maricopa County, 2011). Ortalama etkin yağış şiddeti, en yüksek on beş dakikalık zaman aralığı değerinden hesaplanmalıdır. HEC-HMS hesaplama süreci, kullanıcı tarafından tanımlanan simülasyon zaman adımına bakılmaksızın, Maricopa County AZ USA yöntemi seçildiğinde, beş dakikalık zaman aralığında yağış kaybı/etkin yağış değerini hesaplamak için bir ön simülasyon gerçekleştirecektir. Beş dakikalık zaman adımında yapılan ön simülasyonun ardından, program en yüksek on beş dakikalık zaman aralığı etkin yağış değerlerini çıkaracak, ortalama bir etkin yağış hızı hesaplayacak ve ardından konsantrasyon zamanı (*time of concentration*) ile depolama katsayısını (*storage coefficient*) hesaplayacaktır.

HEC-HMS, Mesaj Penceresi üzerinde hesaplanan ortalama etkin yağış şiddeti, konsantrasyon zamanı ve depolama katsayısı ile ilgili birkaç not verir. *Not 45820*, hesaplanan ortalama etkin yağış şiddeti hakkında bilgi içerirken, *Not 45917* hesaplanan konsantrasyon zamanı ve depolama katsayısını gösterir.

Kinematik Dalga Dönüşümü

Kinematik Dalga Yöntemi (*Kinematic Wave Method*), esas olarak kentsel alanları temsil etmek için tasarlanmıştır, ancak gelişmemiş bölgelerde de kullanılabilir. Bu, tek veya çift temsilci yüzeyi (*plane*) içeren kavramsal bir modeldir. Genellikle, bir yüzey geçirimsiz (*impervious*) alanlar, bir yüzey ise geçirgen (*pervious*) alanlar için kullanılır. Geçirimsiz yüzeylere örnek olarak bina çatıları, otoparklar ve sokaklar verilebilir. Geçirgen yüzeylere örnek olarak çim alanlar, parklar ve gelişmemiş açık alanlar verilebilir. Geçirimsiz ve geçirgen yüzeyler arasındaki temel fark, yüzeyin infiltrasyona izin verip vermemesidir. Her yüzeye aynı meteorolojik sınır koşulları uygulanır. Ancak, her yüzey için ayrı ayrı taç örtüsü (*canopy*), yüzey ve kayıp (*loss*) bilgileri gereklidir ve bunlar ayrı ayrı girilir. Akış, Kinematik Dalga Denklemleri (*Kinematic Wave Equations*) kullanılarak her yüzey için hesaplanır ve ardından, her yüzeyin temsil edilen yüzdesine göre ağırlıklı bir bileşik akış (*weighted composite runoff*) hesaplanır.

Bileşik Akış (*Composite Runoff*), bir Alt Toplayıcıya (*Subcollector*) yönlendirilir. Alt Toplayıcı, yağmur suyu yönetim sistemindeki birincil toplama işlevini temsil etmek için kullanılır. En yaygın toplama sistemi, sokak kenarlarındaki oluklardır (*gutters*). Oluğu olmayan bölgelerde ise, sokağın yanında bulunan astarsız hendeğe benzer yapılar, yağmur suyu toplama işlevi görebilir. Bileşik Akış, Alt Toplayıcıya uniform yan sınır koşulu (*uniform lateral boundary condition***)** olarak uygulanır ve tipik bir Alt Toplayıcı için temsil edilen alan temel alınarak ölçeklendirilir. Su, Kinematik Dalga Denklemleri (*Kinematic Wave Equations*) kullanılarak temsilci bir Alt Toplayıcı üzerinden yönlendirilir (*routed*). Alt Toplayıcıdan sızma (*seepage*) olmadığı için, bitkilendirilmiş şeritler (*vegetated swales*) ve diğer bazı en iyi yönetim uygulamaları (*best management practices*) için kullanımı sınırlı olabilir.

Temsilci Alt Toplayıcıdan (*Subcollector*) çıkan akış, bir Toplayıcıya (*Collector*) yönlendirilir. Toplayıcı, yağmur suyu yönetim sistemindeki bir sonraki aşamayı temsil etmek için kullanılır. Kavramsal olarak, Toplayıcı birden fazla oluktan veya hendekten gelen akışı alır. Yaygın bir Toplayıcı, yaklaşık iki ila üç metre genişliğinde beton bir kanaldır.

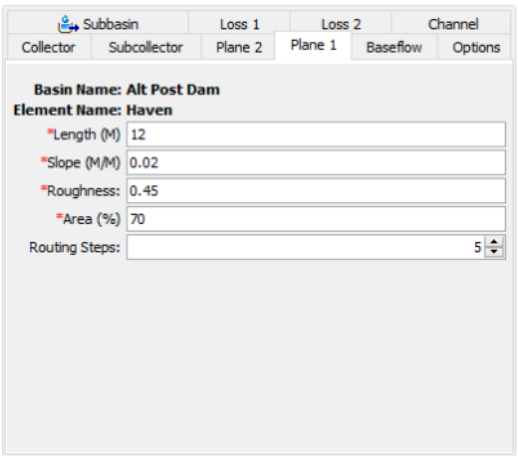
Alt Toplayıcıdan çıkan akış, tipik bir Toplayıcı için temsil edilen alan temel alınarak ölçeklendirilir ve Toplayıcıya uniform yan sınır koşulu (*uniform lateral boundary condition***)** olarak uygulanır. Su, Kinematik Dalga Denklemleri (*Kinematic Wave Equations*) kullanılarak temsilci bir Toplayıcı üzerinden yönlendirilir (*routed*). Toplayıcıdan da sızma (*seepage*) olmadığı unutulmamalıdır.

Temsilci Toplayıcıdan (*Collector*) çıkan akış, bir Kanal (*Channel*) üzerinden yönlendirilir. Kanal, yağmur suyu yönetim sistemindeki son aşamayı temsil etmek için kullanılabilir veya isteğe bağlı olarak alt havza içinden geçen nehir akışını temsil edebilir. Kavramsal olarak, Kanal birden fazla Toplayıcıdan gelen akışı alır.

Temsilci Toplayıcıdan çıkan akış, tipik bir Toplayıcının alanı ve alt havza alanı temel alınarak ölçeklendirilir. Ölçeklendirilmiş akış, Kanal üzerine üniform yan sınır koşulu (*uniform lateral boundary condition*) olarak uygulanır. Su, Kanal üzerinden yönlendirilerek (*routed*) alt havzadan çıkan akışı oluşturur. Yönlendirme işlemi, Kinematik Dalga Denklemleri (*Kinematic Wave Equations*) veya Muskingum-Cunge Denklemleri (*Muskingum Cunge Equations*) kullanılarak gerçekleştirilebilir.

Yüzeyler / Düzlemler

Her bir yüzey (*plane*) için ayrı bir sekme (*tab*) sağlanmıştır; bu sekmeler, alt havza için Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) görüntülendiğinde, aşağıdaki şekildeki gibi görüntülenir.



Şekil 7.52 Kinematik Dalga Yüzeyi (Plane) Bileşen Düzenleyicisi

İlk parametre Uzunluk (*Length*)'tur. Kavramsal yüzeyin tipik uzunluğu girilmelidir. Geçirimsiz (*impervious*) alanlar için bu, yağışın düştüğü noktadan akışın ilk olarak bir oluğa veya kanala girdiği noktaya kadar olan ortalama akış uzunluğu olmalıdır. Geçirgen (*pervious*) alanlar için de aynı şekilde ortalama akış uzunluğu girilmelidir. Geçirgen ve geçirimsiz alanları temsil etmek için iki yüzey kullanıldığında, hangi yüzey numarasının (bir veya iki) geçirgen alanı temsil ettiğine dair bir standart benimsemek yararlı olur.

Her kullanılacak yüzey (*plane*) için Eğim (*Slope*) de gereklidir. Eğim, yağışın düştüğü noktadan akışın ilk olarak bir oluğa veya kanala girdiği noktaya kadar olan akış hattı boyunca ortalama eğimi temsil etmelidir.

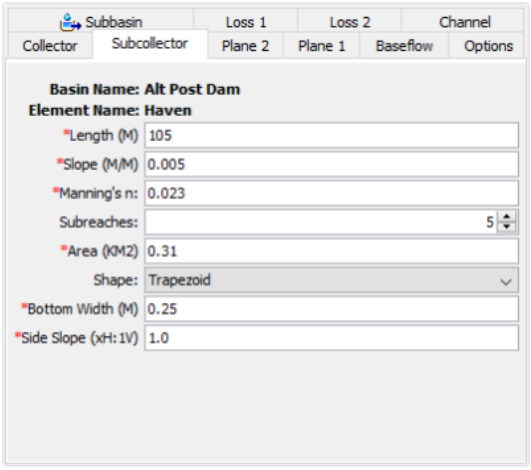
Pürüzlülük (*Roughness*), geçirimsiz veya geçirgen alanı temsil eden bir yüzey arasındaki temel farktır. Doğal alanlar için pürüzlülük katsayıları, geliştirilmiş (yerleşim) alanlara göre çok daha yüksektir. Ancak her iki durumda da Yüzey Pürüzlülük Katsayıları (*Surface Roughness Coefficients*), açık kanal akışı için kullanılan tipik *Manning* Pürüzlülük Katsayılarından daha yüksektir.

Her yüzeyin (*plane*) alt havza alanı içindeki yüzdesi (*Percentage of the Subbasin Area Occupied by Each Plane*) girilmelidir. Eğer yalnızca bir yüzey kullanılacaksa, birinci yüzey için 100, ikinci yüzey için 0 girilmelidir. Alan sıfır olarak ayarlanacaksa, uzunluk, eğim veya pürüzlülük değerlerini girmenize gerek yoktur.

Yönlendirme Adım Sayısı (*Number of Routing Steps*), akış hesaplamaları sırasında kullanılacak doğru mesafe adımını belirlerken programa bir ipucu olarak kullanılır. Yağış hızı ve diğer faktörlere dayalı kriterler, kinematik dalga denkleminin çözümü için doğru mesafe ve zaman adımlarını otomatik olarak belirler. Varsayılan değer beştir.

Alt Toplayıcı (*Subcollector*)

Alt Toplayıcı (*Subcollector*) ve Toplayıcı (*Collector*) için ayrı sekmeler (*tab*) sağlanmıştır; bu sekmeler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi görüntülenir.



Şekil 7.53 Kinematik Dalga Alt Toplayıcı (Subcollector) Bileşen Düzenleyicisi

Uzunluk (*Length*), Alt Toplayıcı (*Subcollector*) başlangıcından, Toplayıcıya (*Collector*) gireceği noktaya kadar olan ortalama mesafe olmalıdır. Genellikle bu değer, yağmur suyu toplama sisteminin haritalarından ölçülür.

Eğim (*Slope*), ortalama akış uzunluğu boyunca ortalama eğimi temsil etmelidir. Bu değer, haritalar yeterli dikey çözünürlüğe sahipse tahmin edilebilir. Oluğun veya kanalın gerçek yüksekliklerini belirlemek için saha ölçüm verileri gerekebilir. Sistem boyunca eğim önemli ölçüde değişiyorsa, bu durum, sistemi Alt Toplayıcılar (*Subcollectors*), Toplayıcılar (*Collectors*) ve Ana Kanal (*Main Channel*) şeklinde bölme kararını etkileyen bir faktör olabilir.

Manning Pürüzlülük Katsayısı (*Manning's n Roughness Coefficient*), Alt Toplayıcı (*Subcollector*) için tüm yapının ortalama değeri olmalıdır. Alt Toplayıcı için girilen parametre verilerinin, alt havzadaki tüm benzer Alt Toplayıcılar için temsil edici olması önemlidir.

Alt Bölümlerin Sayısı (*Number of Subreaches*), yönlendirme (*routing*) hesaplamaları sırasında kullanılacak doğru mesafe adımını belirlerken programa bir ipucu (*hint*) sağlar. Varsayılan değer beştir.

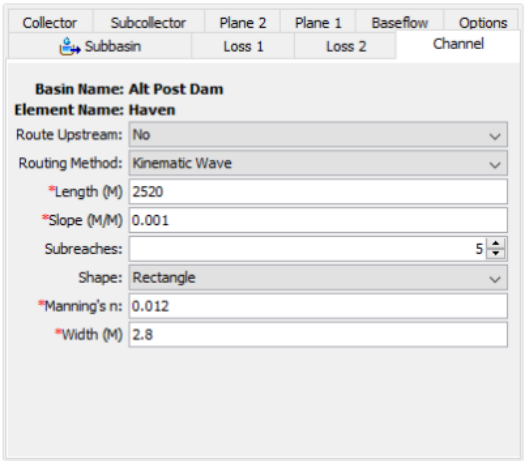
Her Alt Toplayıcının tipik alanı (*typical Area*) girilmelidir. Bu değer, Alt Toplayıcıdan çıkan bileşik akışın (*composite outflow*) Toplayıcı kanalına (*Collector channel*) nasıl uygulanacağını belirlemede kullanılır. Temel olarak, alt havzadaki Alt Toplayıcı kanallarının sayısını belirler.

Kesit Şekli (*Cross Section Shape*) için beş seçenek sunulmuştur: Daire (*Circle*), *Deep*, Dikdörtgen (*Rectangle*), Yamuk (*Trapezoid*) ve Üçgen (*Triangle*). Daire (*Circle*) şekli, basınçlı akış (*pressure flow*) veya boru ağları (*pipe networks*) için kullanılamaz, ancak bir boru içindeki serbest su yüzeyini temsil etmek için uygundur. *Deep* şekli, yalnızca akış derinliğinin akış genişliğine yaklaşık olarak eşit olduğu durumlarda kullanılmalıdır. Seçilen şekle bağlı olarak, kesit boyutunu tanımlamak için ek bilgiler girilmelidir. Bu bilgiler şunları içerebilir: Çap (*Diameter*) daire için, Alt Genişlik (*Bottom Width) deep*, dikdörtgen, yamuk için Yan Eğimi (*Side Slope*) yamuk ve üçgen için Yan eğim (*Side Slope*) boyutsuzdur ve bir birim dikey mesafe için yatay mesafe birimi olarak girilir.

Alt Toplayıcıdan (*Subcollector*) çıkan akış, yanal giriş (*lateral inflow*) olarak bir Toplayıcıya (*Collector*) girer. Toplayıcı Kanal (*Collector Channel*), mühendislik uygulamalı bir yağmur suyu yönetim sisteminin bir parçası olan küçük hendekler veya açık kanalları temsil etmek için tasarlanmıştır. Toplayıcı için kullanılan parametreler, Alt Toplayıcı ile tam olarak aynıdır. Uzunluk (*Length*), Eğim (*Slope*), *Manning n* katsayısı ve Alt Bölüm Sayısı (*Number of Subreaches*), Alt Toplayıcı ile aynı tanımlara sahiptir. Tipik bir Toplayıcının hizmet ettiği alan (*area served*) girilmelidir; bu değer, Toplayıcıdan ana kanala uygulanan lateral girişin belirlenmesinde kullanılır. Kesit Şekli (*Cross Section Shape*) için seçenekler, Alt Toplayıcı ile tamamen aynıdır.

Kanal

Kanal (*Channel*) için ayrı bir sekme (*tab*) sağlanmıştır; bu sekme aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi görüntülenir.



Şekil 7.54 Kinematik Dalga Kanal (Channel) Bileşen Düzenleyicisi

Normalde, alt havza (*subbasin*) elemanına yukarı akış (*upstream inflow*) bağlamak mümkün değildir. Ancak kanalın kavramsal temsili nedeniyle, ana kanal (*main channel*) üzerinde yukarı akış bağlantısı yapılabilir. Alt havza elemanına yukarı akış elemanlarını bağlamak için *Route Upstream* seçeneğinin işaretlenmesi gerekir.

İki yüzeydeki (*plane*) yüzey akışı her zaman Kinematik Dalga Yöntemi (*Kinematic Wave Method*) ile yönlendirilir (*routed*). Bununla birlikte, Alt Toplayıcı (*Subcollector*), Toplayıcı (*Collector*) ve Ana Kanal (*Main Channel*) için *Muskingum-Cunge* Yönlendirme (*Routing*) yöntemini kullanma seçeneği vardır. Üç kanal da aynı yönlendirme yöntemini kullanır; kullanmak istenilen yöntem seçilir.

Eğer *Route Upstream* seçeneği etkinse, Uzunluk (*Length*), alt havzanın (*subbasin*) yukarı sınırından çıkış noktasına kadar olan mesafe olmalıdır. Eğer *Route Upstream* seçeneği devre dışı ise, uzunluk, kanalın belirlenebilir konsantrasyon noktasından alt havza çıkışına kadar ölçülmelidir. Her alt havzada yalnızca bir kanal bulunur.

Eğim (*Slope*), tüm kanal boyunca ortalama eğim olmalıdır. Bu değer, haritalar yeterli dikey çözünürlüğe sahipse tahmin edilebilir. Kanal yatağının gerçek yüksekliklerini belirlemek için saha ölçüm verileri gerekebilir.

Alt Bölüm Sayısı (*Number of Subreaches*), yönlendirme (*routing*) hesaplamaları sırasında kullanılacak mesafe adımını belirlemek için kullanılır. Varsayılan değer beştir. Bu parametre yalnızca Kinematik Dalga Yönlendirme Yöntemi (*Kinematic Wave Routing Method*) seçildiğinde girilir. Kesiti, eğimi ve depolama kapasitesi değişken olan doğal kanallar için, alt bölüm sayısı kalibrasyon parametresi olarak ele alınabilir. Alt bölüm sayısı, doğal sistemde sel dalgalarının hareketini daha iyi temsil etmek amacıyla sayısal zayıflatma (*numerical attenuation*) eklemek için de kullanılabilir.

Kesit Şekli (*Cross Section Shape*) seçilmelidir. Eğer Kinematik Dalga Yönlendirme Yöntemi (*Kinematic Wave Routing Method*) seçilmişse, seçenekler Daire (*Circle*), Deep, Dikdörtgen (*Rectangle*), Yamuk (*Trapezoid*) ve Üçgen (*Triangle*) olacaktır. Eğer *Muskingum-Cunge* Yönlendirme Yöntemi (*Muskingum-Cunge Routing Method*) seçilmişse, seçenekler Daire (*Circular*), Dikdörtgen (*Rectangle)*, Tabular, Yamuk (*Trapezoid*), Üçgen (*Triangle*) ve Sekiz Nokta (*Eight Point*) olacaktır. Kanal için bir *Manning n* Pürüzlülük Değeri (*Manning's n Roughness Value*) girilmelidir. Eğer Tabular şekli seçilmişse, ayrıca deşarj (*discharge*), alan (*area*) ve üst genişlik (*top width*) değişimlerini yükseklikle (*elevation*) gösteren birden fazla eğri (*curve*) seçilmelidir. Bu eğriler, Reach elemanında kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde sırasıyla yükseklik-deşarj (*elevation-discharge*), yükseklik-alan (*elevation-area*) ve yükseklik-üst genişlik (*elevation-width*) fonksiyonları olarak tanımlanmalıdır. Bu eğriler tek yönlü artan (*monotonically increasing*) olmalıdır. Her bir eğride, x ekseni yükseklik (*elevation*), y ekseni ise ilgilenilen değişkeni gösterir. Yükseklikler tek yönlü artan olmalıdır. Eğer Sekiz Nokta (*Eight Point*) kesit şekli kullanılıyorsa, ayrıca sol ve sağ taşkın alanları (*left and right overbank areas*) için bir pürüzlülük (*roughness*) değeri girilmelidir. Seçilen kesit şekline bağlı olarak, diğer uygun parametre verileri de girilmelidir.

ModClark Dönüşümü

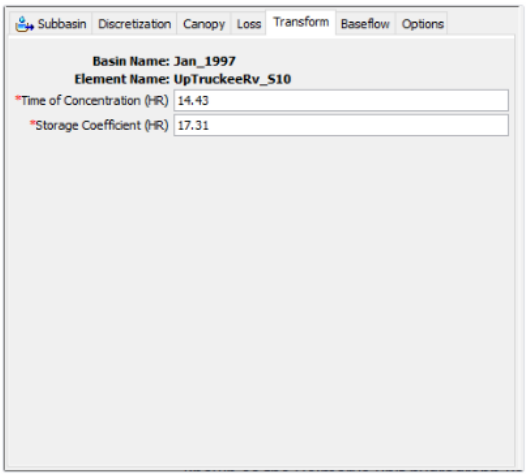
ModClark Yöntemi, Clark Kavramsal Birim Hidrografına dayanan, doğrusal ve yarı-dağıtılmış bir Dönüşüm Yöntemidir. Bu yöntem, alt havzayı temel olarak bir dizi ızgara hücresinden oluşan bir yapı olarak temsil eder**.** Clark Yöntemi, bir zaman-alan eğrisi (*time-area curve*) ve konsantrasyon zamanı (*time of concentration*) kullanarak bir çeviri hidrografı oluşturur. Buna karşılık *ModClark* Yöntemi, zaman-alan eğrisini ortadan kaldırır ve bunun yerine her bir ızgara hücresi için ayrı bir seyahat süresi indisi (*travel time index)* kullanır. Her hücre için tanımlanan seyahat süresi indisi, havzanın toplam konsantrasyon zamanı ile ölçeklendirilir. Her bir ızgara hücresine düşen fazla yağış, bu ölçeklendirilmiş zaman indisine göre geciktirilir ve ardından bir doğrusal rezervuar üzerinden yönlendirilir. Hücrelere ait doğrusal rezervuarlardan elde edilen çıkışlar birleştirilerek nihai hidrograf elde edilir.

Izgaralı bilgiler **(**örneğin hücre boyutu ve akış/seyahat uzunluğu**)** ya Dosya ile Tanımlanan Ayrıklaştırma (*File-Specified Discretization*) ya da Yapılandırılmış Ayrıklaştırma (*Structured Discretization*) kullanılarak sağlanmalıdır. Ayrıklaştırma Yöntemi Seçimi (*Selecting a Discretization Method*) bölümü bu seçenekleri daha ayrıntılı olarak açıklamaktadır.

ModClark dönüşüm yöntemi için kullanılabilir iki yöntem bulunmaktadır: Standart (*Standard*) ve Değişken Parametreli (*Variable Parameter*)**.**

Standart yöntem

Standart Yöntem kullanıldığında Bileşen Düzenleyici (Component Editor) aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



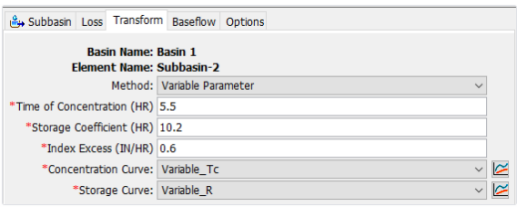
Şekil 7.55 ModClark Standart Yöntemi için Bileşen Düzenleyici

Konsantrasyon Zamanı (*Time of Concentration*), alt havzadaki en büyük seyahat süresini tanımlar. Alt havza içerisinde en büyük seyahat süresi indisine sahip olan ızgara hücresi, belirtilen bu konsantrasyon zamanına tam olarak sahip olacaktır. Diğer tüm ızgara hücreleri için konsantrasyon zamanı, hücrenin seyahat süresi indisinin en büyük seyahat süresi indisine oranı esas alınarak ölçeklendirilir.

Depolama Katsayısı (*Storage Coefficient*), her bir ızgara hücresi için kullanılan doğrusal rezervuarda uygulanır. Alt havzadaki tüm hücreler için aynı depolama katsayısı kullanılır.

Değişken Parametre yöntemi

Birim hidrograf teorisi, yağış ile akış tepkisi arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsayar. Bu varsayım, Olası En Büyük Yağış (*Probable Maximum Precipitation, PMP*) gibi son derece büyük fazla yağış oranlarına sahip olayların benzetiminde, zamanlama ve pik debi büyüklüğü açısından hatalara yol açabilir. *ModClark* Birim Hidrografı kullanılırken, konsantrasyon zamanı ve depolama katsayısını fazla yağışa bağlayan tablolar, benzetim süresince akış tepkisinin değişken hale getirilmesi için kullanılabilir. Değişken Parametre (*Variable Parameter*) yöntemi kullanıldığında Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.56 ModClark Değişken Parametre Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

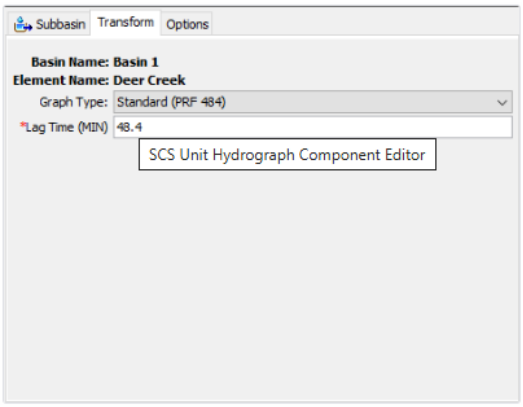
İndeks Fazla Yağış (*Index Excess*), Konsantrasyon Zamanı (*Time of Concentration*) ve Depolama Katsayısı (*Storage Coefficient*) ile Değişken Parametre İlişkileri (*Variable Parameter Relationships*) arasındaki bağlantıyı kurmak için kullanılan bir fazla yağış oranıdır. Genellikle bu oran 1 inç/saat (veya 1 mm/saat) olarak alınır.

Değişken Parametre İlişkileri, alt havza elemanında kullanılmadan önce Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) içerisinde yüzde eğrileri (*percentage curves*) olarak tanımlanmalıdır. Bu eğriler tek yönlü artan (*monotonically increasing*) olmalıdır. Yüzde eğrilerinin x ekseni, fazla yağış oranını İndeks Fazla Yağışa göre gösterir. Yüzde eğrilerinin y ekseni ise, her bir fazla yağış yüzdesi için (yine İndeks Fazla Yağışa göre) konsantrasyon zamanı veya depolama katsayısını tanımlar.

SCS Yöntemine Göre Birim Hidrograf Dönüşümü

Toprak Koruma Servisi (*SCS*) Birim Hidrograf Yöntemi, önce zirve akıştan önce gerçekleşen birim akış yüzdesini belirleyerek eğrisel bir birim hidrograf (*curvilinear unit hydrograph***)** tanımlar (NRCS, 2007). Daha sonra, toplam birim hidrograf zaman tabanını hesaplayabilmek için eğrisel birim hidrografa üçgen bir birim hidrograf (*triangular unit hydrograph***)** uydurulabilir. Standart birim hidrograf, zirve akıştan önce birim akışın %37,5'inin gerçekleştiği şekilde tanımlanır. Bu tanım, zirve öncesi birim akış yüzdesi, hesaplanmış toplam zaman tabanı ve ABD Geleneksel Birim Sistemi (*US Customary*) içinde denklemler uygulanırken yapılan birim dönüşümlerini içeren

484 zirve oran faktörüne (*peak rate factor*) karşılık gelir. Bileşen Düzenleyici için bir örnek aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.57 SCS Birim Hidrografı için Bileşen Düzenleyici

Zirve akıştan önce gerçekleşen birim akış yüzdesi, tüm havzalarda aynı değildir, çünkü bu değer akış uzunluğu, zemin eğimi ve havzanın diğer özelliklerine bağlıdır. Zirve öncesi birim akış yüzdesi değiştirilerek, farklı topoğrafya ve akışı etkileyen diğer koşullara sahip havzalar için alternatif birim hidrograflar hesaplanabilir. Zirve öncesi akış yüzdesi, Zirve Oran Faktörü (*Peak Rate Factor, PRF*) ile yansıtılır. Araştırmalar, düz havzalarda *PRF*'nin genellikle daha düşük olduğunu ve 100 kadar küçük olabileceğini göstermektedir. Dik havzalarda ise *PRF* daha büyük olup 600'e kadar çıkabilir. Varsayılan birim hidrografın *PRF*'si 484 olarak belirlenmiştir. Belirli zirve oran faktörlerine sahip birim hidrograflar, Ulusal Mühendislik El Kitabı (*National Engineering Handbook, NRCS, 2007*) içerisinde tanımlanmıştır. Özellikle düz kıyı havzaları için tanımlanmış özel bir birim hidrograf türü ise Delmarva Birim Hidrografı (*Delmarva Unit Hydrograph*) olarak bilinmektedir (Welle, Woodward ve Moody, 1980).

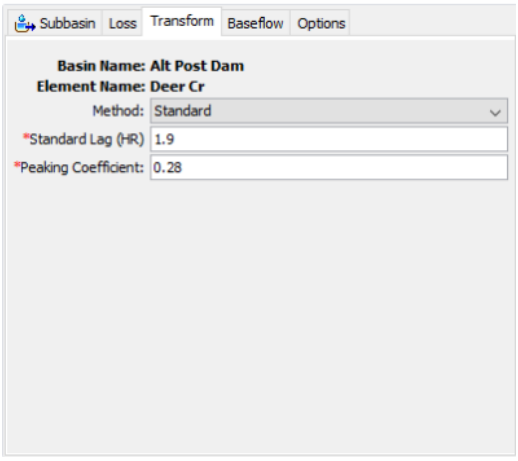
Standart Gecikme (*Standard Lag*), yağış kütlesinin merkezi ile oluşan hidrografın zirve akışı arasındaki süre olarak tanımlanır. Eğrisel birim hidrografın (*curvilinear unit hydrograph*) türetilmesinde kullanılan denklemler incelendiğinde, gecikme zamanı şu şekilde hesaplanabilir: birim yağışın süresinin yarısı artı konsantrasyon zamanının %60'dır.

Snyder Yöntemine Göre Birim Hidrograf Dönüşümü

Snyder Birim Hidrografı, sentetik bir Birim Hidrograf Yöntemidir (*synthetic Unit Hydrograph Method*). Orijinal veriler yalnızca birim yağış sonucunda oluşan zirve debiyi hesaplamayı destekler. Daha sonra, hidrografın zaman tabanını (*time base*) ve zirve debinin %50'sindeki genişliği (*width at 50% of peak flow*) tahmin etmek için denklemler geliştirilmiştir. Tüm hidrograf noktalarını (*ordinates*) hesaplamadığından, Clark Hidrografı, Snyder özellikleri korunacak şekilde oluşturulur.

Standart Snyder Yöntemi,

Standart Yöntem, kullanıcıdan parametreleri uygun tekniklerle tahmin etmesini gerektirir. Parametrelerin tahmini için birçok yaklaşım önerilmiştir ve bu yaklaşımlar, ilgili havzanın farklı fiziksel özelliklerine dayanır. Genellikle bu yaklaşımlar, gözlemlenmiş yağış ve debi verileri kullanılarak havza için birim hidrograf parametrelerini uydurma (*fitting*) yöntemi ile geliştirilir. Bu yaklaşımlar, eğer tahmin edilecek ölçüsüz (*ungaged*) havzalar, yaklaşımın geliştirildiği havzalara benzer özelliklere sahipse, parametreleri tahmin etmede etkili olabilir. Bileşen Düzenleyici aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



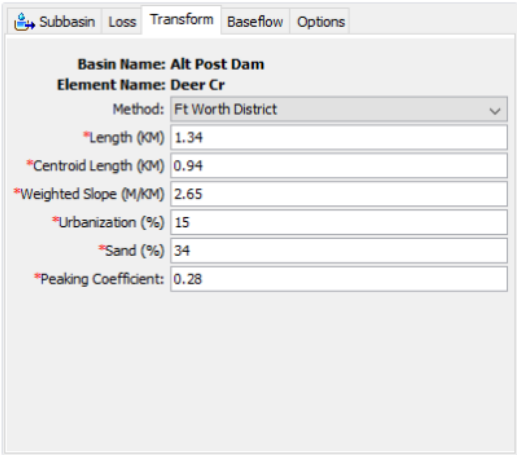
Şekil 7.58 Snyder Standart Yöntemi için Bileşen Düzenleyici

Standart Gecikme (*Standard Lag*), yağış kütlesinin merkezi ile oluşan hidrografın zirve akışı arasındaki süre olarak tanımlanır. Farklı bölgeler için, alt havza özelliklerinden gecikmeyi tahmin etmeye yönelik birçok ilişki geliştirilmiştir.

Zirve Katsayısı (*Peaking Coefficient*), bir birim yağış sonucunda oluşan hidrografın dikliğini ölçer. Genellikle 0,4 ile 0,8 arasında değişir; daha düşük değerler, daha dik yükselen hidrograflarla ilişkilidir. Bu katsayı, kullanıcının en iyi yargısı ile veya yerel olarak geliştirilmiş havza fiziksel özellikleriyle ilişkili denklemler kullanılarak tahmin edilir.

Ft. Worth Bölgesi

Ft. Worth Yöntemi, ABD Ordusu Mühendisler Birliği, Ft. Worth Bölgesi tarafından Dallas-Ft Worth, Austin ve San Antonio bölgelerinde yürütülen bölgesel kentsel çalışmaların bir sonucudur. Bu yöntem, bölgesel çalışmaya dahil edilen havzalara büyük ölçüde benzer özellikteki havzalarda uygulanabilir. Kullanıcı, bir alt havza için beş fiziksel özelliğin değerlerini girer. Bölgesel çalışmadan elde edilen denklemler, bu parametre değerlerini kullanarak Snyder Standart Gecikme (*Snyder Standard Lag*)'yi hesaplar.



Şekil 7.59 Snyder Ft. Worth Bölgesi Yöntemi için Bileşen Düzenleyici

Toplam Uzunluk (*Total Length*), alt havza çıkışından, ana su yolunu (*main watercourse*) izleyerek alt havza sınırındaki hidrolik olarak en uzak noktaya kadar ölçülür.

Merkez Nokta Uzunluğu (*Centroid Length*), alt havza çıkışından, ana su yolunu izleyerek**,** alt havza merkezine karşılık gelen noktaya kadar ölçülür.

Ağırlıklı Eğim (*Weighted Slope*), alt havza çıkışından ölçülen ana su yolunun uzunluğunun %10 ve %85 noktaları arasındaki eğimdir.

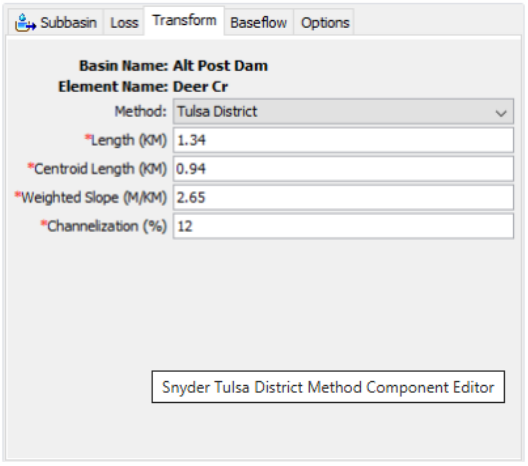
Kentselleşme Yüzdesi (*Urbanization Percentage*), alt havzada yağışı daha verimli bir şekilde çıkış noktasına taşıyan drenaj sistemlerinin geliştirilmiş olduğu alanların yüzdesi olarak tahmin edilir. Bu tür iyileştirmeler; cadde olukları, düzeltilmiş kanallar, beton kaplı kanallar veya diğer verimlilik artırıcı uygulamaları içerebilir.

Kum Yüzdesi (*Sand Percentage*), infiltrasyon ve yüzey akışı özelliklerinin hidrograf oluşumuna etkisini dikkate alır. %0, esasen tüm kil topraklar anlamına gelir ve tipik olarak düşük infiltrasyon hızlarını gösterir. Buna karşılık, %100, esasen tüm kumlu topraklar anlamına gelir ve tipik olarak yüksek infiltrasyon hızlarını gösterir.

Ft. Worth yöntemi, Zirve Katsayısı (*Peaking Coefficient*) tahminini içermez. Bu parametre başka bir yöntemle tahmin edilmeli ve doğrudan girilmelidir.

Tulsa Bölgesi

Tulsa Yöntemi**,** ABD Ordusu Mühendisler Birliği (U.S. Army Corps of Engineers), Tulsa Bölgesi tarafından Oklahoma genelindeki havzalar kullanılarak yürütülen bölgesel kentsel çalışmaların bir sonucudur. Bu yöntem, bölgesel çalışmaya dahil edilen havzalara büyük ölçüde benzer özellikteki havzalarda uygulanabilir. Kullanıcı, bir alt havza için dört fiziksel özelliğin değerlerini girer. Bu değerler, bölgesel çalışmada geliştirilen denklemlerle birlikte Standart Gecikme (*Standard Lag*) ve Zirve Katsayısı (*Peaking Coefficient*) tahmini için kullanılır.



Şekil 7.60 Snyder Tulsa Bölgesi Yöntemi için Bileşen Düzenleyici

Toplam Uzunluk (*Total Length*), alt havza çıkışından başlayarak ana su yolunu izleyip alt havza sınırındaki hidrolik olarak en uzak noktaya kadar ölçülür.

Merkez Nokta Uzunluğu (*Centroid Length*), alt havza çıkışından başlayarak ana su yolunu izler ve alt havza merkezine (*centroid*) karşılık gelen noktaya kadar ölçülür.

Ağırlıklı Eğim (*Weighted Slope*), alt havza çıkışından ölçülen ana su yolunun uzunluğunun %10 ve %85 noktaları arasındaki eğimi temsil eder.

Kanalizasyon Yüzdesi (*Channelization Percentage*), alt havzada yağışı çıkış noktasına daha verimli taşıyan drenaj sistemlerinin geliştirilmiş olduğu alanların yüzdesi olarak tahmin edilir. Bu tür iyileştirmeler arasında cadde olukları, düzeltilmiş kanallar, beton kaplı kanallar veya diğer verimlilik artırıcı uygulamalar yer alabilir.

Kullanıcı Tarafından Belirlenen S-Hidrografı Dönüşümü

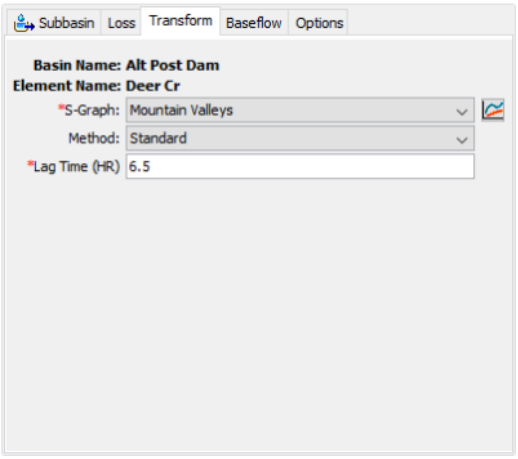
Kullanıcı Tanımlı S-Hidrograf Yöntemi (*User-Specified S-Graph Method*), sentetik bir yöntem değildir. Bu yöntem, bir alt havzanın birim yağışa verdiği tepkiyi temsil etmek için özel bir toplam birim hidrograf (S-Hidrograf veya S-Graph) kullanır. S-Hidrograf, bağımsız değişken (x ekseni) olarak zaman gecikmesinin yüzdesi**,** bağımlı değişken (y ekseni) olarak ise kümülatif akış hacminin yüzdesi ile tanımlanır. Hesaplama açısından, S-Hidrograf belirtilen bir zaman gecikmesi ile ölçeklendirilir ve ardından eğri boyunca ardışık farklar alınarak ölçeklenmiş S-Hidrograftan doğrudan birim hidrograf hesaplanır.

S-Hidrograf (*S-Graph*), daha önce Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) içerisinde tanımlanmış olan yüzde eğrileri (*percentage curves*) seçim listesinden seçilmelidir. Programda diğer uygulamalarda da yüzdelik eğriler kullanılıyor olsa da bu durumda eğriler birim debi yüzdesi ile zaman gecikmesi yüzdesini temsil eder. En az bir S-Hidrograf oluşturulana kadar seçim listesi kullanılamaz. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *paired data* düğmesini kullanarak, doğru S-Hidrografı seçilmesine yardımcı olacak bir seçim arayüzü açılabilir. Bir yüzde

eğrisine tıklanarak eğrinin açıklaması görüntülenebilir. Açıklamalar, programdaki farklı uygulamalar nedeniyle yüzde eğriler için özellikle önemlidir**.**

Standart Yöntem

S-Hidrografa uygulanacak gecikme süresi (*Lag Time*) için iki farklı yöntem vardır. Standart Yöntem, gecikme süresinin saat cinsinden basit bir şekilde belirtilmesine olanak tanır. Gecikme süresi, yağış kütlesinin merkezi ile oluşan hidrografın zirve akışı arasındaki süre olarak tanımlanır.



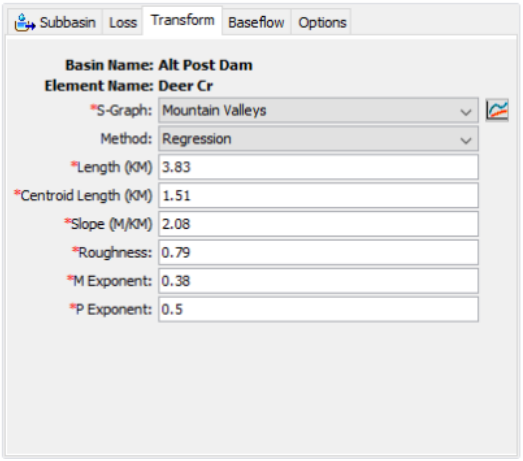
Şekil 7.61 Kullanıcı Tanımlı S-Hidrograf Standart Yöntem Bileşen Düzenleyicisi

Regresyon

Regresyon Yöntemi (*Regression method*), gecikme süresinin (lag time) otomatik olarak hesaplanmasını sağlar ve bu hesaplama genellikle bölgesel regresyon çalışmalarında kullanılan bir denklemle yapılır. Denklem, ABD Geleneksel Birim Sistemi (U.S. Customary units) bağlamında parametreler üzerinde uygulanır. Eğer parametreler Uluslararası Sistem (SI) birimleri ile girilmişse, denklem uygulanmadan önce parametreler U.S. Customary birimlerine dönüştürülür. Gecikme süresini (*saat cinsinden*) hesaplamak için denklem aşağıdaki şekilde kullanılır:

$$t_{lag}=c(L*L_{ca}/S^{p})^{m}$$

Alt havzadaki en uzun akış yolu uzunluğu, L parametresi ile belirtilir. Çıkış noktasından alt havza merkezine (*centroid*) karşılık gelen noktaya kadar olan akarsu üzerindeki uzunluk, Lca parametresi ile belirtilir. Tipik bir akarsu eğimi, S parametresi olarak belirtilmelidir. C katsayısı (*C coefficient*), akarsu kanalının hidrolik verimliliğini tanımlar. m ve p parametreleri, havza özellikleri ve gözlemlenmiş gecikme süresi üzerinde yapılan bölgesel regresyon çalışmaları ile belirlenmelidir. Bu yönteme bir örnek, aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

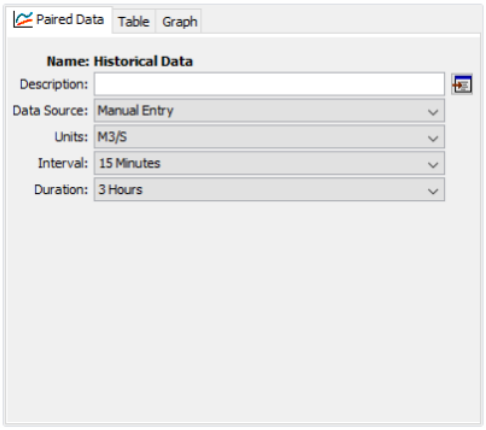


Şekil 7.61 Kullanıcı Tanımlı S-Hidrograf Regresyon Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Kullanıcı Tanımlı Birim Hidrograf Dönüşümü

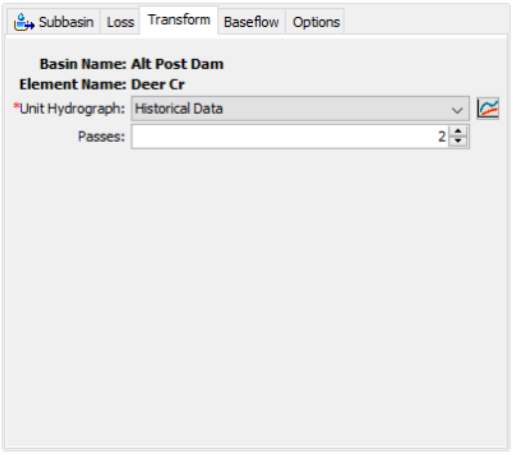
Kullanıcı Tanımlı Birim Hidrograf Yöntemi (*User-Specified Unit Hydrograph Method*), sentetik bir teknik değildir. Bu nedenle, her alt havza için ayrı bir birim hidrograf geliştirilmelidir. İdeal olarak, bu birim hidrograflar, yağış ve debi verilerinin benzer zaman aralıklarında ölçüldüğü birden fazla fırtına gözlemlerinden geliştirilir. Bu şekilde geliştirilen birim hidrografın sözde süresi (*duration*), fazla yağışın süresine eşittir. Örneğin, 3 saatlik bir birim hidrograf, 3 saatlik fazla yağış olayından türetilir.

Bir birim hidrograf (*unit hydrograph*), bir alt havzada kullanılmadan önce Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) içinde tanımlanmalıdır. Aşağıdaki şekilde, *Paired Data Manager*'da bir birim hidrograf örneği gösterilmektedir. Birim hidrografın süresi (*duration*) ve zaman aralığı (*interval*) belirtilmelidir. Süre (*duration*), birim hidrografı geliştirmek için kullanılan fazla yağış süresine eşit olmalıdır. Zaman aralığı (*interval*), birim hidrografın ordinatlarının zaman aralığını ifade eder. Örneğin, 3 saatlik süre boyunca, mekânda ve zamanda üniform dağılıma sahip fazla yağıştan türetilen bir birim hidrografın, 15 dakikalık bir zaman aralığı olabilir.



Şekil 7.62 Birim Hidrograf Eşleştirilmiş Veri Bileşen Düzenleyicisi

Kullanıcı Tanımlı Birim Hidrograf Yöntemi için gerekli bilgiler, *Paired Data Manager*'dan bir birim hidrografın seçilmesi ve geçiş sayısının (*number of passes*) belirtilmesi ile ilgilidir; bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Birim hidrograf, *Paired Data Manager*'da belirtilen süre (*duration*) için tanımlanır. Geçiş sayısı (*number of passes*), S-eğrisi (*S-curve*) üzerinde oluşabilecek küçük infleksiyon noktalarını düzeltmek için kullanılır. Bu S-eğrisi, birim hidrografı girdi süresinden (*input duration*), hesaplama aralığına (*computational interval*) uygun süresine dönüştürmek için kullanılır. Örneğin, 3 saatlik süreye sahip bir birim hidrograf, 1 saatlik hesaplama aralığına sahip bir simülasyonda kullanılacaksa, birim hidrograf 3 saatlik süreden 1 saatlik süreye dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm için S-eğrileri (*S-curves*) kullanılır. Eğer 3 saatlik birim hidrograftan türetilen S-eğrileri infleksiyon noktaları içeriyorsa, ortaya çıkan 1 saatlik birim hidrograf istenmeyen dalgalanmalar (*oscillations*) gösterebilir. Maksimum 20 geçiş (*passes*) izin verilir. Birim hidrograf, *Component Editor*'da seçilmeden önce Paired Data Manager'a girilmiş olmalıdır. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesini kullanarak, doğru birim hidrografın seçilmesine yardımcı olacak bir seçim arayüzü açılabilir.



Şekil 7.63 Kullanıcı Tanımlı Birim Hidrograf Bileşen Düzenleyicisi

2B Difüzyon Dalgası Dönüşümü

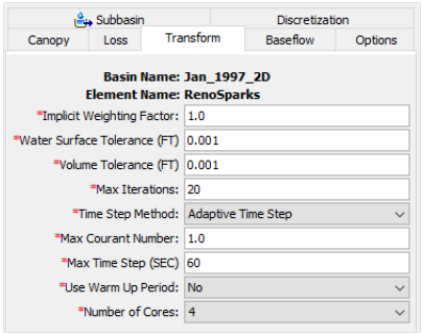
2B Difüzyon Dalga Dönüşümü Yöntemi (*2D Diffusion Wave Transform Method*), bir alt havza elemanı boyunca fazla yağışın açıkça yönlendirilmesini sağlar ve bu işlem süreklilik ve momentum denklemlerinin bir kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilir. Birim Hidrograf Dönüşüm Yöntemlerinin aksine, bu dönüşüm yöntemi, büyük miktarda fazla yağış altında alt havza boyunca suyun doğrusal olmayan hareketini simüle etmek için kullanılabilir (Minshall, 1960). Bu dönüşüm yöntemi, HEC-HMS içinde mevcut olan Tavan (*Canopy*), Yüzey ve Kayıp yöntemleri ile birlikte kullanılabilir. Ancak, bu dönüşüm yöntemi yalnızca Hiçbiri (*None*), Lineer Rezervuar ve Sabit Aylık Taban Akışı (*Constant Monthly Baseflow*) yöntemleri ile birlikte uygulanabilir. Örneğin, *Deficit* ve *Constant Loss* Yöntemi, yağışı fazla yağışa dönüştürmek için kullanılabilir; *Simple Canopy* Yöntemi, infiltrasyona uğrayan suyu evapotranspirasyon süreçleriyle geri kazanabilir; 2B Difüzyon Dalga Dönüşümü Yöntemi, yüzey akışını yönlendirmek için kullanılabilir ve Lineer Rezervuar Taban Akışı Yöntemi, infiltrasyona uğramış suyu alt havza çıkışında taban akışı olarak yeniden sisteme kazandırabilir. Ayrıca, başlangıçta infiltre

olmayan ve yüzey akışına dönüşen yağış, daha sonra veya başka bir hücrede infiltre olabilir. Bu dönüşüm yöntemi kullanıldığında, 2B'ye özgü mekânsal değişkenler harita üzerinde görüntülenebilir; bunlar arasında su yüzeyi yüksekliği, hidrolik derinlik (hücredeki su hacmi / hücrenin ıslak alanı olarak hesaplanır) ve hücre içindeki ortalama hız yer alır.

2B Ağ

2B Difüzyon Dalga Yöntemi (*2D Diffusion Wave Method*), alt havzayı 2B bir ağ (*2D mesh*) kullanarak temsil eder; bu ağ hem hücreler (*grid cells*) hem de hücre yüzleri (*cell faces*) içerir. Hücrelerin tabanı düz olmak zorunda değildir ve hücre yüzleri tek bir yükseklikte düz çizgiler olmak zorunda değildir. Bunun yerine, her bir hücre ve hücre yüzü, altyapı arazi detaylarına dayanarak geliştirilmiş hidrolik özellik tablolarından oluşur. Bu tür bir model, genellikle "yüksek çözünürlüklü alt hücre modeli (high resolution subgrid model)" olarak adlandırılır (Casulli, 2008). "Alt hücre (*subgrid*)" terimi, hücreleri ve hücre yüzlerini temsil eden geometrik ve hidrolik özellik tablolarının geliştirilmesinde detaylı bir altyapı arazi (*subgrid*) kullanımını ifade eder. Günümüzde kullanıcılar, 2B ağı (*2D mesh*) ve ilgili bağlantıları (*connections*) HEC-RAS (sürüm 5.0.7 veya daha yeni) içinde oluşturmalı ve ardından HEC-HMS'e aktarılmalıdır**.** Gelecekte, kullanıcılar 2B ağları ve sınır koşullarını tamamen HEC-HMS içinde oluşturup değiştirebileceklerdir. HEC-RAS içindeki 2B ağ ön işlemcisi (*preprocessor*) şunları oluşturur: Her bir hücre için yükseklik-hacim ilişkisi (*elevation-volume relationship*) Her bir hücre yüzü için kesit bilgileri (*cross-sectional information*), örneğin: yükseklik-ıslak çevre (*elevation-wetted perimeter*), alan (*area*), pürüzlülük (*roughness*) vb. Bu tür bir alt hücre (*subgrid*) modeli kullanmanın başlıca etkileri şunlardır: daha az hesaplama, daha hızlı simülasyon süreleri, daha yüksek kararlılık ve geliştirilmiş doğruluk. 2B ağın geliştirilmesine ilişkin daha fazla bilgi için, HEC-RAS 2D *Modeling User's Manual*'a başvurulabilir

2B Difüzyon Dalga Dönüşümü (*2D Diffusion Wave Transform*) yalnızca Yapısal Olmayan (*Unstructured*) veya Dosya Belirtili (*File-Specified*) Ayrıklaştırmalar (*Discretizations*) ile kullanılabilir. Yapısal Olmayan Ayrıklaştırma (*Unstructured Discretization*), bir HEC-RAS *Unsteady Plan HDF* dosyasından 2B ağ (*2D mesh*) içe aktararak oluşturulabilir. Bunun için *File | Import | HEC-RAS HDF* File seçeneği kullanılır. *Unsteady Plan HDF* dosyalarının uzantıları ".p##.hdf" şeklindedir; burada "p##", ilgili planı belirtir. HEC-RAS *Unsteady Plan HDF* dosyasından 2B ağ içe aktarılırken, seçilen 2B ağ için eşlik eden sınır koşulları (*precipitation time series* hariç) da içe aktarılır ve aynı parametreleme ile yeni 2B Bağlantılar (*2D Connections*) oluşturmak için kullanılır. Dosya Belirtili Ayrıklaştırma (*File-Specified Discretization*) kullanılıyorsa, destekleyici dosya HDF5 formatında olmalı ve HEC-RAS veya HEC-HMS kullanılarak oluşturulmuş olmalıdır. HDF dosyasına ait dosya yolu (*pathname*) maksimum 256 karakter ile sınırlı olmalıdır. 2B Difüzyon Dalga Bileşen Düzenleyicisi, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.64 2B Difüzyon Dalga Bileşen Düzenleyicisi

Bu Bileşen Düzenleyicisi içinde, kullanıcılar alt havza ile ilişkili 2B ağ (*2D mesh*) için çeşitli hesaplama toleranslarını ve parametreleri belirtmelidir.

Dolaylı Ağırlık Faktörü

Bu parametre, mekânsal türevleri (*spatial derivatives*) mevcut zaman adımı ile önceki hesaplanmış zaman adımı arasında ağırlıklandırmak için kullanılır. Diğer birçok uygulamada, bu parametre *Theta* olarak da adlandırılır. Varsayılan değeri 1,0'dır. Kullanıcı, bu parametreyi 0,5 ile 1,0 arasında değiştirebilir. 1,0 değeri (*Backward Euler* şemasıyla eşdeğer) en kararlı çözümü sağlar ve mekânsal türevler için yalnızca mevcut zaman adımını kullanır. 0,5 değeri (*Crank-Nicholson* yöntemiyle eşdeğer) denklemlerin en doğru çözümünü sağlar, ancak genellikle daha az kararlıdır. Gerçek dünyadaki sel ve taşkın akış olaylarının çoğunda, 1,0 değeri, 0,5 değeriyle benzer sonuçlar verir. Ancak, bu varsayım her model için test edilmelidir, çünkü siteye özgü geometri ve sel yayılımı farklılık gösterebilir.

Su Yüzeyi Toleransı

Su Yüzeyi Toleransı (*Water Surface Tolerance*), iterasyon şeması içinde kullanılır. Varsayılan değeri 0,001'dir. Eğer çözüm, belirtilen su yüzeyi toleransından daha küçük sayısal bir hata üretirse, çözücü (*solver*) bir sonraki zaman adımına geçer. Eğer çözüm, belirtilen toleranstan daha büyük bir sayısal hata üretirse, çözücü aynı zaman adımı üzerinde iterasyon yapar. Çözücü, sadece belirtilen maksimum iterasyon sayısına kadar iterasyon yapacaktır.

Hacim Toleransı

Hacim Toleransı (*Volume Tolerance*), belirli bir 2B ağ (*2D mesh*) için çözücü (*solver*) tarafından iterasyon sırasında kullanılır. Varsayılan değeri 0,001'dir. Çözücü tarafından hesaplanan hacim hatası, önce önceki zaman adımının su yüzeyi yüksekliği ve hücre için yükseklik-hacim eğrisi kullanılarak derinliğe dönüştürülür. Ardından, su yüzeyi yüksekliğindeki değişim, mevcut zaman adımının hacim hatasına dayanarak hesaplanır. Eğer çözüm,

belirtilen hacim toleransından daha küçük bir sayısal hata üretirse, çözücü bir sonraki zaman adımına geçer. Eğer çözüm, belirtilen toleranstan daha büyük bir sayısal hata üretirse, çözücü aynı zaman adımı üzerinde iterasyon yapar. Çözücü, yalnızca belirtilen maksimum iterasyon sayısına kadar iterasyon yapacaktır.

Maksimum İterasyon Sayısı

Belirtilen Maksimum İterasyon Sayısı (*Maximum Iterations*), çözücü tarafından belirli bir 2B ağ (*2D mesh*) için, tüm hücrelerde kullanıcı tarafından belirtilen toleranslardan daha küçük sayısal hata elde edene kadar uygulanacaktır. Bu parametrenin varsayılan değeri 20'dir. Kullanıcı, bu değeri 0 ile 40 arasında değiştirebilir. Bu parametrenin değiştirilmesi önerilmez, sadece değeri değiştirdiğinizde modelin yakınsamayı iyileştirme olasılığı (değeri artırmak) veya hesaplama süresini hızlandırma gibi belirgin bir fayda sağlayacağından emin olunursa yapılmalıdır. Aksi takdirde, önemli hatalar ortaya çıkabilir.

Zaman Adımı Yöntemi

Zaman adımını kontrol etmek için iki yöntem kullanılabilir: Uyarlanabilir Zaman Adımı (*Adaptive Time Step*), Sabit Zaman Adımı (*Fixed Time Step*).

Uyarlanabilir Zaman Adımı

Bu seçenek seçildiğinde, zaman adımı, 2B ağdaki tüm hücrelerdeki Courant Sayısı (*Courant Number*) değerine bağlı olarak değişebilir. Uyarlanabilir Zaman Adımı (*Adaptive Time Step*) seçeneği, modelin kararlılığını artırmak ve hesaplama süresini azaltmak için kullanılabilir. Ancak, tüm modellerde değişken zaman adımı kullanımı daha hızlı çalışmayı garanti etmez. Bu yöntemi kullanırken iki parametre gereklidir: Maksimum Courant Sayısı (*Maximum Courant Number*), Maksimum Zaman Adımı (*Maximum Time Step*).

Maksimum Courant Sayısı

Bu seçenek, 2B ağdaki herhangi bir hücrede izin verilen Maksimum Courant Sayısını (*Maximum Courant Number*) belirler. Bu parametrenin varsayılan değeri 1,0'dır. Eğer maksimum *Courant* sayısı aşılırsa, bir sonraki zaman adımı için hesaplama aralığı (*computational interval*) yarıya düşürülür. Çözücü, dolaylı (*implicit*) çözüm şeması kullandığından, *Courant* sayıları 1,0'dan büyük olsa bile çözüm kararlı ve doğru kalabilir. Genel olarak: Sel dalgası yavaş yükselip alçalıyorsa (derinlik ve hız yavaş değişiyorsa), çözücü çok yüksek *Courant* sayıları ile başa çıkabilir. Bu durumlarda, kullanıcı 5,0 veya daha yüksek bir *Courant* sayısı girebilir. Sel dalgası çok hızlı değişiyorsa (derinlik ve hız zaman içinde çok hızlı değişiyorsa), 1,0'a yakın bir *Courant* sayısı daha uygun olacaktır.

Maksimum Zaman Adımı

Bu seçenek, çözücü tarafından belirli bir 2B ağ (*2D mesh*) için kullanılacak maksimum zaman adımını (*computational interval*) belirtir.

Sabit Zaman Adımı

Bu seçenek seçildiğinde, zaman adımı simülasyon boyunca değişmez. Bu yöntemi kullanırken yalnızca bir parametre gereklidir: Zaman Adımı (*Time Step*).

Zaman Adımı (Time Step)

Bu seçenek, çözücü tarafından belirli bir 2B ağ (*2D mesh*) için kullanılacak zaman adımını (*computational interval*) belirtir.

Başlatma (Isıtma) Süresi Kullanımı

Bu seçenek, su yüzeyini kuru bir durumdan ıslak bir duruma kademeli olarak yükseltmek (*ramp up*) için kullanılabilir. Varsayılan olarak, *Warm Up Period* kullanılmaz. Bu seçenek etkinleştirildiğinde, iki ek parametre gereklidir: *Warm Up Period* ve *Warm Up Period Fraction*.

Başlatma Süresi (*Warm Up Period***)**

Bu parametrenin varsayılan değeri boş bırakılmıştır (kullanılmaz). Bu seçenek, kullanıcıya 2B ağ (*2D mesh*) için hesaplamaları çalıştıracak bir süre (saat cinsinden) belirtme olanağı sağlar. Bu süre boyunca: *Flow 2D Connections* sıfırdan başlangıç değerine kademeli olarak yükseltilir ve/veya *Stage 2D Connections* kuru yüksekliğinden (*dry elevation*) başlangıç su yüzeyi yüksekliğine yükseltilir. *Warm Up Period* kullanıldığında, *Warm Up Period Fraction* da belirtilmelidir.

Başlatma Süresi Kesri (*Warm Up Period Fraction***)**

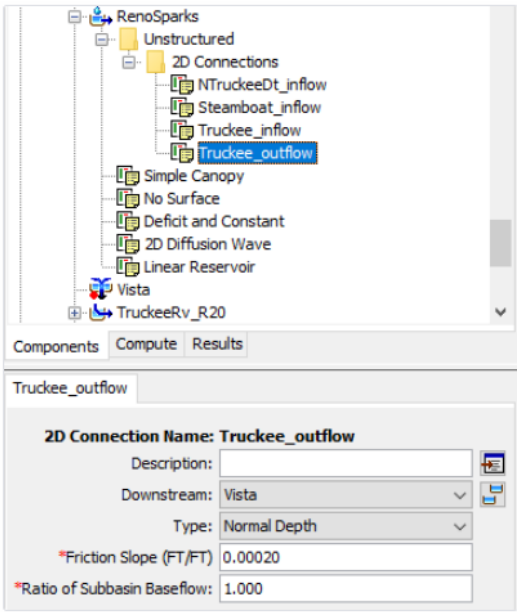
Bu parametre, *Warm Up Period* ile birlikte kullanılır. Varsayılan değeri boş bırakılmıştır (kullanılmaz). Örneğin, 0,1 değeri, belirtilen başlatma süresi zamanının %10'unun sınır koşullarını başlangıç değerlerine kademeli olarak yükseltmek için kullanılacağını belirtir. Kalan süre, sınır koşullarını sabit tutarken akışın 2B ağ boyunca yayılmasına izin verir; böylece model, uygun bir başlangıç durumuna stabilize olur.

İşlemci Çekirdek Sayısı (*Number of Cores*)

Bu seçenek, çözücü tarafından kullanılacak CPU çekirdek sayısının ayarlanmasına olanak tanır. Bu parametrenin varsayılan değeri, Araçlar (*Tools*) | Program Ayarları (*Program Settings*) | Varsayılanlar (*Defaults*) menüsünde belirtilen *Number of Cores* değerine göre atanır. Kullanıcının bilgisayarında mevcut çekirdek sayısı belirlenir ve açılır menüye otomatik olarak eklenir. Çekirdek sayısı artırıldığında, 2B Difüzyon Dalga Dönüşümü (*2D Diffusion Wave Transform*) kullanan hesaplamalarda daha fazla işlem kaynağı tahsis edilir. Genel olarak, çekirdek sayısı arttıkça hesaplama hızı da artar. Ancak, azalan verim noktası vardır; çekirdek sayısı belirli bir seviyenin üzerine çıktığında, performans azalabilir.

2B Bağlantılar

HEC-HMS içinde, 2B Bağlantılar (*2D Connections*), hem sınır koşullarını sağlamak hem de diğer hidrolik elemanları 2B ağ ile bağlamak/bağlantı kurmak için kullanılır. Mevcut sürümde, ağ içindeki dahili 2B bağlantılar (yani HEC-RAS içindeki dahili sınır koşulları) desteklenmemektedir. Tüm 2B Bağlantılar, ağın çevresi boyunca ve ağın dışında olmalıdır. *2D Connection* Bileşen Düzenleyicisi (*2D Connection Component Editor*), bu bağlantıların tanımlanması ve parametrelerinin ayarlanması için kullanılır.



Şekil 7.65 2B Bağlantı Bileşen Düzenleyicisi

Mansap

Her bir 2B Bağlantı (*2D Connection*), *Downstream* açılır menüsü aracılığıyla bir aşağı akım elemana bağlanabilir. Ancak, bir yukarı akım eleman (örneğin, alt havza – *subbasin*, kavşak – *junction* vb.) bir 2B Bağlantıya bağlıysa, *Downstream* açılır menüsü devre dışı bırakılır ve düzenlenemez**.**

2B Bağlantı Türleri

Kullanıcılar için dört 2B Bağlantı türü mevcuttur: *Flow* (Akış), *Normal Depth* (Normal Derinlik), *Rating Curve* (Debi-Eğim Eğrisi), *Stage* (Su Yüzeyi Seviyesi). Örnekler: Kullanıcı, 2B ağdan suyun normal derinlik varsayımı ile çıkmasını isterse, Normal Depth 2D Connection kullanılabilir. Kullanıcı, 2B ağa akış zaman serisi uygulamak isterse, *Flow 2D Connection* kullanılabilir. Eğer bir yukarı akım eleman bir 2B Bağlantıya bağlıysa, yalnızca *Flow* veya *Stage* türleri seçilebilir.

Su Seviyesi Hidrografı

Bu bağlantı, kullanıcının akışı sağlayabilmesini veya 2B ağdan akışın çıkmasını kontrol etmesine olanak tanır. 2B Bağlantı tarafından verilen su yüzeyi yüksekliği (*water surface elevation*), hücredeki su yüksekliğinden (veya kuru seviyeden) yüksekse, su hücreye girer. 2B Bağlantı tarafından verilen su yüzeyi yüksekliği, hücre yüksekliğinden düşükse, su hücreden çıkar. Hücre kuruysa ve 2B Bağlantı tarafından verilen su seviyesi, hücre minimum seviyesinden düşükse, akış gerçekleşmez. Akış, her hücre bazında hesaplanır: Bazı bağlı hücrelerde su yüzeyi yüksekliği daha yüksek, bazılarında daha düşükse, su aynı anda hem girer hem çıkar.

Stage Hydrograph 2B Bağlantısında Zaman Serisi ve Başlangıç Seviyesi (*Initial Stage*) eğer bu bağlantı türü kullanılıyorsa ve yukarı akım elemanı bağlı değilse, bir su seviyesi zaman serisi (*stage time series*) sağlanmalıdır. *Initial Stage* (Başlangıç Seviyesi) seçeneği "Yes" olarak ayarlanırsa**,** ilişkili hidrograftaki ilk su seviyesi, 2B ağın başlangıç koşulu olarak kullanılır. Dolum, 2B Bağlantıdan başlar ve hidrolik olarak bağlantılı tüm hücreleri doldurur. Dolum, su seviyesinden daha yüksek olan hücre yüzleri ile karşılaşıldığında durur.

Akım Hidrografı

Flow Hydrograph 2B Bağlantısı Bu bağlantı genellikle bir 2B ağa akış sağlamak için kullanılır. Ancak, negatif akış değerleri kullanılarak 2B ağdan akış çıkarmak için de kullanılabilir. Eğer bu bağlantı türü kullanılıyorsa ve yukarı akım elemanı bağlı değilse, bir akış zaman serisi (*flow time series*) sağlanmalıdır.

Enerji Eğimi (*Energy Grade Slope*) ve Akım Dağılımı *Energy Grade Slope* (Enerji Eğimi), her hesaplama adımında verilen debi ve 2B Bağlantı boyunca altlık arazi verilerini kullanarak normal su derinliğini hesaplamak için kullanılır. Bu eğim, 2B Bağlantının bulunduğu noktada tahmin edilmelidir. Hesaplanan normal derinlik su seviyesi ve iletim kapasitesine göre, 2B Bağlantı boyunca akım dağılımı belirlenir. Akım dağılımı, yalnızca suya maruz kalan hücrelere uygun şekilde dağıtılır: o anda sadece 2B Bağlantı boyunca belirli hücreler ıslak olabilir, bu nedenle sadece su yüzeyi yüksekliği dış sınır yüzeyinden yüksek olan hücreler su alır. Eğer hesaplanan normal derinlik su seviyesi, 2B Bağlantı boyunca tüm sınır yüzeyi yüksekliklerinden yüksekse, tüm hücreler, iletim ağırlıklı bir yaklaşım kullanılarak su alır.

Normal Depth 2B Bağlantısı

Bu bağlantı türü yalnızca bir 2B ağdan akış çıkarmak için kullanılabilir. *Friction Slope* (Sürtünme Eğimi)**,** her hesaplama adımında 2B Bağlantı boyunca altlık arazi verilerini kullanarak normal derinlik su seviyesi hesaplamak için kullanılır. Bu eğim, 2B Bağlantının bulunduğu noktada tahmin edilmelidir. Tıpkı *Stage Hydrograph 2D Connection*'da olduğu gibi, Normal Depth 2D Connection da her hücre bazında uygulanır**.**

Rating Curve 2B Bağlantısı

Bu bağlantı türü yalnızca bir 2B ağdan akış çıkarmak için kullanılabilir. Tıpkı *Stage Hydrograph 2D Connection*'da olduğu gibi, *Rating Curve 2D Connection* da her hücre bazında uygulanır**.**

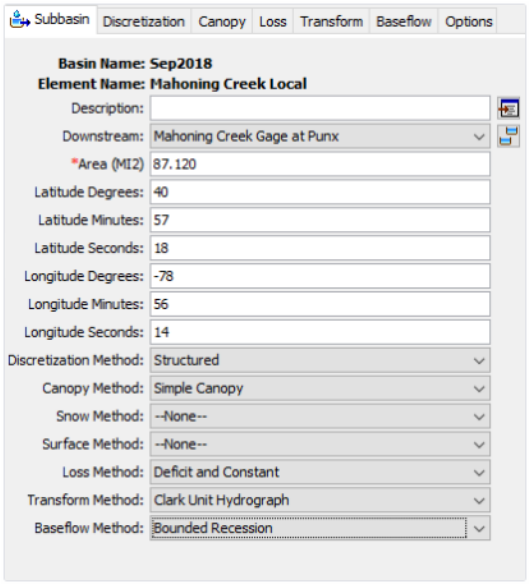
Alt Havza Baz Debi Oranı

Ratio of Subbasin Baseflow, bir alt havzada oluşan baz debinin belirli bir 2B Bağlantıya ulaşan kısmının oranı olarak tanımlanır. Varsayılan değer 0,0'dır; bu, alt havzada oluşan baz debinin hiçbir kısmının ilgili 2B Bağlantıya ulaşmayacağını ifade eder. Değer 1,0 olarak ayarlanırsa, alt havzada oluşan baz debinin tamamı ilgili 2B Bağlantıya ulaşır. Bu parametre, alt havza içinde kütle yaratmak veya kaldırmak için; dolayısıyla, belirli bir 2B ağ veya alt havza içindeki tüm 2B Bağlantılar için baz debi oranlarının toplamı 1,0 olmalıdır. Ancak, bir alt havza için *None* (Hiçbir) Baz Debi Yöntemi seçilmişse, bu parametreye ilişkin herhangi bir kontrol yapılmaz.

7.7 BAZ DEBİ YÖNTEMİ SEÇİMİ

Bir alt havza elemanı kavramsal olarak infiltrasyon, yüzey akışı ve yeraltı süreçlerinin birlikte etkileşimini temsil etsede, gerçek yeraltı akımı (*baseflow*) hesaplamaları alt havza içinde yer alan bir Taban Akımı Yöntemi (*Baseflow Method*) tarafından gerçekleştirilir. Toplamda altı farklı Taban Akımı Yöntemi sunulmaktadır. Bu yöntemlerin bazıları esas olarak olay bazlı (*event-based*) simülasyonlar için tasarlanmışken, bazıları sürekli (*continuous*) simülasyonlar için amaçlanmıştır.

Bir alt havza için kullanılacak Taban Akımı Yöntemi, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi alt havza elemanına ait Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) üzerinden seçilir. Bileşen Düzenleyiciye erişmek için *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan alt havza elemanı simgesine tıklanır. Harita açıksa, *Basin Map* üzerinde bulunan eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyiciye erişilebilir. Mevcut altı farklı Taban Akımı Yöntemi arasından biri seçilebilir. *None* (Yok) yöntemi seçildiğinde, alt havza için taban akımı hesaplanmaz ve çıkış debisi yalnızca Dönüşüm Yöntemi (*Transform Method*) ile hesaplanan doğrudan yüzey akışını içerir. Kullanılmak istenilen yöntem seçim listesinden belirlenir. Her bir alt havza farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla alt havza aynı yöntemi de kullanabilir.



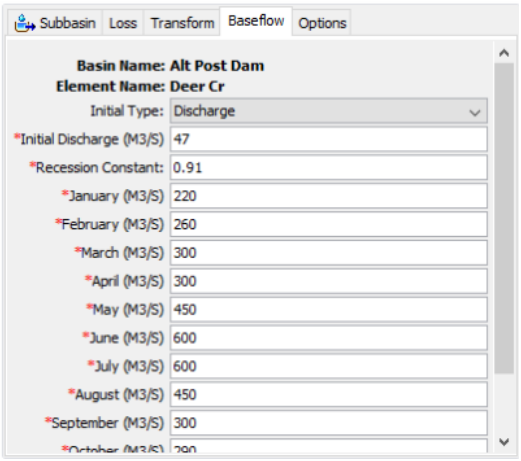
Şekil 7.66 Alt Havza Bileşen Düzenleyicisinde Taban Akımı Yönteminin Seçilmesi

Yeni bir alt havza oluşturulduğunda, Program Ayarları (*Program Settings*) içinde tanımlanan varsayılan Taban Akımı Yöntemi (*Baseflow Method*) otomatik olarak atanır. Bir alt havza için kullanılacak Taban Akımı Yöntemi, alt havza elemanına ait Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) kullanılarak istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir alt havza aynı anda yalnızca bir Taban Akımı Yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki yönteme ait parametre verilerinin silineceği konusunda kullanıcı uyarılır. Bu uyarı, Program Ayarları üzerinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla alt havza için Taban Akımı Yöntemi eş zamanlı olarak değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Baseflow* | *Change Method* komutu seçilir. Seçilen Taban Akımı Yöntemi, Havza Modeli içerisinde seçili olan alt havzalara uygulanır; eğer herhangi bir alt havza seçili değilse, yöntem tüm alt havzalara uygulanır.

Her bir Taban Akımı Yöntemine (*Baseflow Method*) ait parametreler, Alt Havza Elemanı (*Subbasin Element*) düzenleyicisinden ayrı olan özel bir Bileşen Düzenleyici üzerinde sunulur. Taban Akımı düzenleyicisi, her zaman Dönüşüm düzenleyicisinin yanında gösterilir. Taban akımı düzenleyicisinde görüntülenen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişir.

Sınırlı Çekilme (Resesyon) Taban Akımı

Sınırlı Resesyon Taban Akımı Yöntemi, öncelikli olarak gerçek zamanlı tahmin uygulamaları için geliştirilmiştir. Bu yöntem, Resesyon Yöntemine oldukça benzer olup, onun gibi alt havzada kütle korunumu sağlamaz. Temel fark, aylık taban akımı sınırlarının tanımlanabilmesidir. Taban akımı önce Resesyon Yöntemi esaslarına göre hesaplanır, ardından tanımlanan aylık sınırlar uygulanır. Resesyon Yöntemi ile birçok benzerliği bulunmakla birlikte, bu yöntemin önemli bir farkı, bir yağış–akış (fırtına) olayı sonrasında taban akımını yeniden başlatmamasıdır (reset etmemesidir). Bileşen Düzenleyici aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.67 Sınırlı Resesyon Taban Akımı Yöntemi Düzenleyicisi

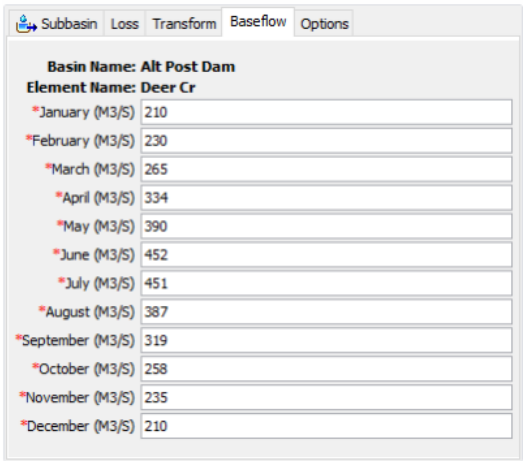
Bir simülasyonun başlangıcındaki Başlangıç Taban Akımı mutlaka tanımlanmalıdır. Başlangıç koşulunun belirlenmesi için iki yöntem mevcuttur: Başlangıç Debisi (*Initial Discharge*) ve Birim Alan Başına Başlangıç Debisi (*Initial Discharge Per Area*). İlk yöntemde, Başlangıç Taban Akımı hacim/zaman birimlerine sahip bir debi olarak tanımlanır. Bu yöntem, alt havza çıkışında gözlenmiş akım (debi) verileri bulunduğunda, kanal içindeki başlangıç akımının belirlenmesi açısından özellikle uygundur. İkinci yöntemde ise Başlangıç Taban Akımı, alan başına hacim/zaman birimleriyle ifade edilir. Bu yöntem, başlangıç akımının tahmininde havza verimine (*watershed yield*) ilişkin genel kabullerin veya kılavuz değerlerin kullanılması gerektiği durumlar için daha uygundur.

Resesyon Sabiti (*Recession Constant*), taban akımının yağış olayları arasındaki azalma hızını tanımlar. Sabit, mevcut zamandaki taban akımının, bir gün önceki taban akımına oranı olarak tanımlanır.

Ocak ayı için bir Taban Akımı Değeri (*Baseflow Value*) girilmelidir. Benzer şekilde, Şubat'tan Aralık'a kadar olan her ay için de bir değer girilmelidir. Bu değer, hesaplanan taban akımını sınırlamak için kullanılır.

Sabit Aylık Taban Akımı

Sabit Aylık Taban Akımı Yöntemi (*Constant Monthly Baseflow Method*), yılın her ayı için sabit bir taban akımı tanımlamaya olanak sağlar. Bu yöntem, alt havzada kütle korunumu sağlamaz. Yöntem, özellikle sürekli simülasyon için tasarlanmıştır ve alt havzada taban akımının her ay için sabit bir akımla yaklaşık olarak temsil edilebildiği durumlarda kullanılır. Bu Taban Akımı Yöntemi, 2B Difüzyon Dalgası Dönüşüm Yöntemi *(2D Diffusion Wave Transform Method)* ile birlikte kullanılabilir. Bileşen Düzenleyici aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 7.68 Sabit Aylık Taban Akımı Yöntemi Düzenleyicisi

Ocak ayı için bir Taban Akımı Değeri (*Baseflow Value*) girilmelidir. Benzer şekilde, Şubat'tan Aralık'a kadar olan her ay için de bir değer girilmelidir.

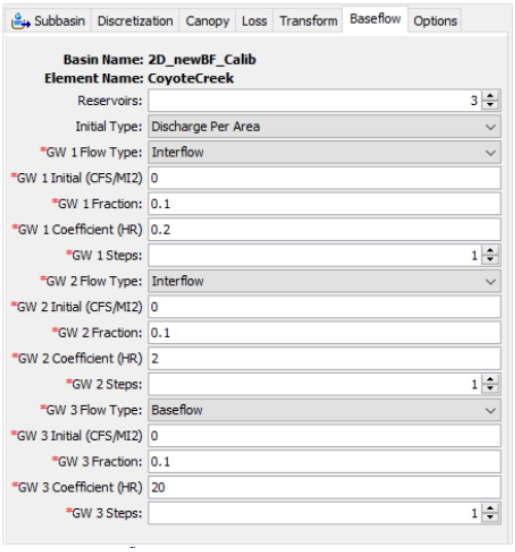
Lineer Rezervuar Taban Akımı

Lineer Rezervuar Taban Akımı Yöntemi (*Linear Reservoir Baseflow Method*), adından da anlaşılacağı gibi, bir yağış olayı sonrasında taban akımının çekilmesini modellemek için lineer rezervuar kullanır. Bu yöntem, alt havzada kütle korunumu sağlayan tek Taban Akımı Yöntemidir. Kayıp Yöntemi ile hesaplanan infiltrasyon veya perkolasyon, lineer rezervuarlara gelen giriş olarak bağlanır. Yöntem, bir, iki veya üç rezervuar ile kullanılabilir. Giriş, her bir rezervuara pay oranları (*partition fractions)* kullanılarak dağıtılır. Her rezervuara giden giriş miktarı, giriş debisi ile pay oranının çarpılmasıyla bulunur. Pay oranlarının toplamı bir veya daha az olmalıdır. Eğer pay oranlarının toplamı birden küçükse, kalan perkolasyon suyu yeraltı suyu beslemesi (*aquifer recharge*) olarak kabul edilir. Eğer pay oranlarının toplamı tam olarak bire eşitse, tüm perkolasyon taban akımı hâline gelir ve yeraltı suyu beslemesi olmaz. *SCS Curve Number*, *Exponential*, *Initial and Constant*, *Green and Ampt*, ve *Smith-Parlange* Kayıp Yöntemleri ile oluşan tüm kayıplar, Lineer Rezervuar Taban Akımı modeline yönlendirilir. *Soil Moisture Accounting*, *Layered Green and Ampt*, ve *Deficit and Constant Loss* Yöntemleri için ise yalnızca doygun koşullar sırasında oluşan perkolasyon kayıpları, Lineer Rezervuar Taban Akımı modeline yönlendirilir.

Lineer Rezervuar Taban Akımı Yöntemi, *Soil Moisture Accounting* veya *Gridded Soil Moisture Accounting Loss Methods* ile kullanıldığında özel bir davranış sergiler. Bu durumda, taban akımı rezervuarlarının sayısı, Kayıp Yöntemindeki yeraltı suyu katmanlarının sayısı ile uyumlu olmalıdır. Üst yeraltı suyu katmanından gelen yatay çıkış (*lateral outflow*), Taban Akımı Rezervuarı 1'e (*baseflow reservoir 1*) giriş olarak bağlanır. Alt yeraltı suyu katmanından gelen yatay çıkış, Taban Akımı Rezervuarı 2'ye (*baseflow reservoir 2*) giriş olarak bağlanır. Alt yeraltı suyu katmanından gelen perkolasyon, Taban Akımı Rezervuarı 3'e (*baseflow reservoir 3*) giriş olarak bağlanır. Taban akımı rezervuarları 1 ve 2 için pay oranları (*partition fractions*) kullanılmaz; çünkü bu

rezervuarlara gelen giriş, ilgili yatay çıkışlar tarafından belirlenir. Rezervuar 3'e gelen perkolasyon için ise, yeraltı suyu beslemesi (*aquifer recharge*) ile rezervuar girişi arasındaki bölünmeyi tanımlamak amacıyla bir pay oranı kullanılmalıdır. Bileşen Düzenleyici aşağıda gösterilmektedir.

Lineer Rezervuar Taban Akımı Yöntemi (*Linear Reservoir Baseflow Method*), 2B Difüzyon Dalgası Dönüşüm Yöntemi (*2D Diffusion Wave Transform Method*) ile birlikte kullanılabilir. Bu durumda Akım Türü**,** *Interflow* veya *Baseflow* olarak seçilebilir. Kullanıcı *Baseflow* akım türünü seçerse, yönlendirilen yeraltı suyu, alt havza çıkışındaki toplam akıma (yani 2B alanın çıkışlarına) eklenir. Kullanıcı *Interflow* akım türünü seçerse, yeraltı suyu yalnızca infiltrasyonun gerçekleştiği 2B hücre içinde yönlendirilir. Yönlendirilen *interflow*, hücrenin yüzey akımına eklenir ve 2B yüzey üzerinden aşağı akımdaki hücrelere yönlendirilir. *Interflow Linear Reservoir Baseflow* seçeneği, yalnızca 2D Difüzyon Dalgası Dönüşüm Yöntemi seçildiğinde etkinleştirilebilir.



Şekil 7.69 Lineer Rezervuar Taban Akımı Yöntemi Düzenleyicisi

Rezervuar Sayısı (yeraltı suyu katman sayısı) belirtilmelidir. Minimum değer bir, maksimum değer üçtür. Her bir yeraltı suyu katmanı için ayrı başlangıç koşulları ve parametreler gereklidir.

Simülasyon başlangıcında, her bir yeraltı suyu katmanı için Başlangıç Taban Akımı (*Initial Baseflow***)** tanımlanmalıdır. Başlangıç koşulunu belirlemek için iki yöntem mevcuttur: Başlangıç Debisi (*Initial Discharge*) ve Birim Alan Başına Başlangıç Debisi (*Initial Discharge Per Area*). İlk yöntemde, başlangıç taban akımı hacim/zaman birimlerinde bir debi olarak girilir. Bu yöntem, alt havza çıkışında gözlenmiş akım verileri mevcutsa, kanal içindeki başlangıç akımının belirlenmesi açısından özellikle uygundur. İkinci yöntemde, başlangıç taban akımı alan başına hacim/zaman birimlerinde tanımlanır. Bu yöntem, başlangıç akımını tahmin etmek için havza verimi ile ilgili genel kılavuzlar kullanıldığında daha uygundur. Tüm yeraltı suyu katmanları için başlangıç koşullarını belirlerken aynı yöntem kullanılmalıdır.

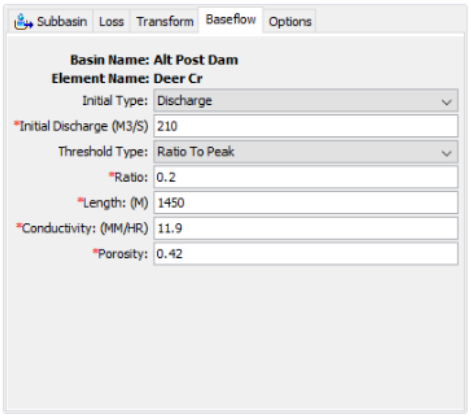
Pay Oranı (*Fraction*), Kayıp Yönteminden (*Loss Method*) gelen suyun yeraltı suyu katmanlarına nasıl dağıtılacağını belirler. Her bir pay oranı sıfırdan büyük ve birden küçük veya eşit olmalıdır. Pay oranlarının toplamı tam olarak bire eşit olduğunda, yeraltı suyu beslemesi (*aquifer recharge*) oluşmaz. Toplam pay oranı birden küçük ise, kalan perkolasyon yeraltı suyu beslemesi olarak kabul edilir.

Yeraltı Suyu Depolama Katsayısı (*Groundwater Storage Coefficient*), her bir yeraltı suyu katmanı için zaman sabiti (*linear reservoir coefficient*) olarak kullanılır. Saat biriminde ölçüldüğünden, alt havza içindeki yeraltı akımı bileşeninin tepki süresi hakkında bilgi verir.

Adım Sayısı (*Number of Steps*), rezervuardan yönlendirmenin (*routing*) alt bölümlere ayrılmasını sağlar ve yönlendirme sırasında meydana gelen zayıflamanın (*attenuation*) miktarıyla ilişkilidir. Sadece bir yönlendirme adımı seçildiğinde minimum zayıflama elde edilir. Adım sayısı arttıkça, taban akımının zayıflaması da artar.

Lineer Olmayan Boussinesq Taban Akımı

Lineer Olmayan *Boussinesq* Taban Akımı Yöntemi (*Nonlinear Boussinesq Baseflow Method*), bir yağış olayı sonrasında kanal akımının azalması sırasında havzalarda gözlenen tipik davranışı yaklaşık olarak modellemek için tasarlanmıştır. Bu yöntem, Resesyon Taban Akımı Yöntemine (*Recession Baseflow Method*) benzerdir; ancak açık yeraltı suyu katmanı (*unconfined groundwater layer*) varsayımı ve *Boussinesq* varsayımları kullanılarak, yöntem ölçülebilir saha verileri ile parametrik hale getirilebilir**.** Bu yöntem öncelikle olay bazlı simülasyon için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, her yağış olayından sonra otomatik olarak sıfırlanma (reset) yeteneğine sahiptir ve bu nedenle sürekli simülasyon için de kullanılabilir. Bu yöntem, alt havzada kütle korunumu sağlamaz. Bileşen Düzenleyici aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.70 Lineer Olmayan Boussinesq Taban Akımı Yöntemi Düzenleyicisi

Simülasyon başlangıcında Başlangıç Taban Akımı (*Initial Baseflow*) mutlaka tanımlanmalıdır. Başlangıç koşulunu belirlemek için iki yöntem mevcuttur: Başlangıç Debisi (*Initial Discharge*) ve Birim Alan Başına Başlangıç Debisi (*Initial Discharge Per Area*). İlk yöntemde, başlangıç taban akımı hacim/zaman birimlerinde bir debi olarak girilir. Bu yöntem, alt havza çıkışında gözlenmiş akım verileri mevcutsa, kanal içindeki başlangıç akımının belirlenmesi

açısından özellikle uygundur. İkinci yöntemde, başlangıç taban akımı alan başına hacim/zaman birimlerinde tanımlanır. Bu yöntem, başlangıç akımını tahmin etmek için havza verimi ile ilgili genel kılavuzların kullanılması gerektiğinde daha uygundur.

Bir yağış olayı sırasında taban akımının nasıl sıfırlanacağını belirlemek için iki farklı yöntem vardır: Tepeye Oran (*Ratio to Peak*) ve Eşik Akım (*Threshold Flow*). Tepeye Oran (*Ratio to Peak*) Yöntemi kullanıldığında, tepe akımına oran *flow ratio to the peak* olarak belirtilmelidir. Taban akımı, mevcut akımın tepe akıma bölümü belirlenen değere düştüğünde sıfırlanır. Örneğin, 0,2 oranı seçilmişse, taban akımı, olay hidroğrafının azalan kolunda, akım olay tepe akımının %20'sine düştüğünde sıfırlanır. Eşik Akım (*Threshold Flow*) Yönteminde, taban akımı her zaman, hidroğrafın azalan kolu belirlenen akım değerine düştüğünde sıfırlanır; önceki yağış olayındaki tepe akım değeri bu durumda etkili değildir.

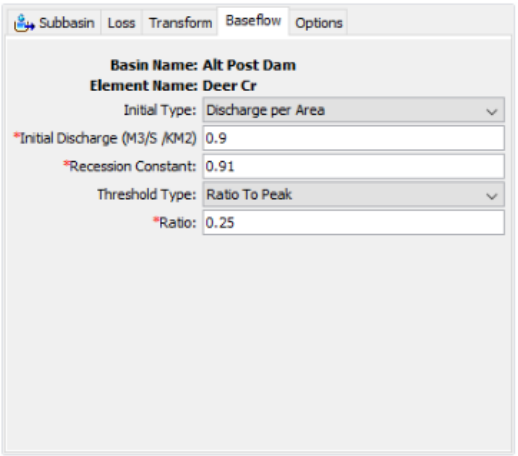
Özellikli Yeraltı Akışı Uzunluğu (*Characteristic Subsurface Flow Length*) belirtilmelidir. Bu, alt havza sınırından akarsuya olan ortalama mesafe olarak tahmin edilebilir.

Toprağın İletkenliği (*Conductivity*) belirtilmelidir. Bu değer, saha testlerinden veya toprak dokusundan (*soil texture*) tahmin edilebilir.

Drenajlanabilir Porozite (*Drainable Porosity*), hacim oranı (*volume ratio*) cinsinden belirtilmelidir. Üst sınır, toplam poroziteden artık porozitenin çıkarılmasıyla elde edilir. Gerçek drenajlanabilir porozite, yerel koşullara bağlıdır.

Resesyon Taban Akımı

Resesyon Taban Akımı Yöntemi (*Recession Baseflow Method*), bir yağış olayı sonrasında kanal akımının üstel olarak azalması sırasında havzalarda gözlenen tipik davranışı yaklaşık olarak modellemek için tasarlanmıştır. Bu yöntem öncelikle olay bazlı simülasyon için kullanılır. Bununla birlikte, her yağış olayından sonra otomatik olarak sıfırlanma yeteneğine sahip olduğundan, sürekli simülasyon için de kullanılabilir. Bu yöntem, alt havzada kütle korunumu sağlamaz. Bileşen Düzenleyici aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 7.71 Resesyon Taban Akımı Yöntemi Düzenleyicisi

Simülasyon başlangıcında Başlangıç Taban Akımı mutlaka tanımlanmalıdır. Başlangıç koşulunu belirlemek için iki yöntem mevcuttur: Başlangıç Debisi (*Initial Discharge*) ve Birim Alan Başına Başlangıç Debisi (*Initial Discharge Per Area*). İlk yöntemde, başlangıç taban akımı hacim/zaman birimlerinde bir debi olarak girilir. Bu yöntem, alt havza çıkışında gözlenmiş akım verileri mevcutsa, kanal içindeki başlangıç akımının belirlenmesi açısından özellikle uygundur. İkinci yöntemde, başlangıç taban akımı alan başına hacim/zaman birimlerinde tanımlanır. Bu yöntem, başlangıç akımını tahmin etmek için havza verimi ile ilgili genel kılavuzların kullanılması gerektiğinde daha uygundur.

Resesyon Sabiti (*Recession Constant*), taban akımının yağış olayları arasındaki azalma hızını tanımlar. Sabit, mevcut zamandaki taban akımının bir gün önceki taban akımına oranı olarak hesaplanır.

Bir yağış olayı sırasında taban akımının nasıl sıfırlanacağını (reset edileceğini) belirlemek için iki farklı yöntem vardır: Tepeye Oran (*Ratio to Peak*) ve Eşik Akım (*Threshold Flow*). Tepeye Oran (*Ratio to Peak*) Yöntemi kullanıldığında, tepe akımına oran (*flow ratio to the peak*) belirtilmelidir. Taban akımı**,** mevcut akımın tepe akıma bölümü belirlenen değere düştüğünde sıfırlanır. Örneğin, 0,2 oranı seçilmişse, taban akımı, olay hidroğrafının azalan kolunda, akım olay tepe akımının %20'sine düştüğünde sıfırlanır. Eşik Akım (*Threshold Flow*) Yönteminde, taban akımı her zaman, hidroğrafın azalan kolu belirlenen akım değerine ulaştığında sıfırlanır; önceki yağış olayındaki tepe akımı bu durumda dikkate alınmaz.

Bölüm 8

AKARSU KOLLARI

Akarsu Kolu (*Reach*), bir veya daha fazla girişe (*inflow*) ve yalnızca bir çıkışa (*outflow*) sahip bir elemandır. Giriş, Havza Modelindeki diğer elemanlardan gelir. Birden fazla giriş varsa, tüm girişler toplanarak çıkış akımı hesaplanır. Çıkış akımı, açık kanal akışını simüle etmek için mevcut yöntemlerden biri kullanılarak hesaplanır. İsteğe bağlı olarak, yeraltı suyu ile etkileşimleri temsil eden bir yöntem de dahil edilebilir. Akarsu Elemanı (*Reach Element*), nehirler ve akarsuları modellemek için kullanılabilir.

8.1 AKARSU KOLU ÖTELEME YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ)

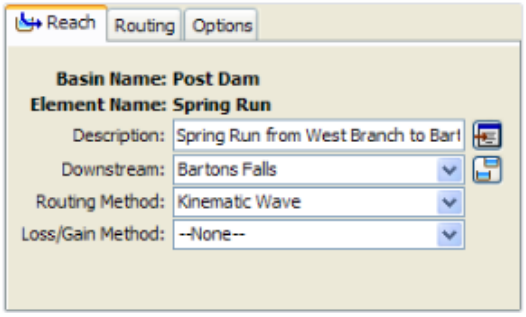
Bir Akarsu Kolu (Kesimi) (*Reach*) elemanı kavramsal olarak bir dere veya nehir bölümünü temsil etmesine rağmen, gerçek hesaplamalar Reach içerisinde tanımlanan bir Öteleme Yöntemi (*Routing Method*) tarafından gerçekleştirilir. HEC-HMS yazılımında, "*None*" seçeneği de dâhil olmak üzere dokuz farklı Öteleme Yöntemi sunulmaktadır. Bu yöntemlerin her biri, zamana bağlı akım denklemlerini (*unsteady flow equations*) tam olarak çözen hidrolik yaklaşımlardan farklı olarak, bir hidrolojik öteleme metodolojisini uygulamaktadır. Programda yer alan her yöntem farklı bir ayrıntı düzeyi sağlamaktadır ve tüm yöntemler her akarsu için aynı başarıyla temsil yeteneğine sahip değildir.

Bir akarsu kolu (*Reach*) için Öteleme Yöntemi, ilgili *Reach* elemanına ait Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) üzerinden seçilir. Bileşen Düzenleyicisine erişmek için, *Watershed Explorer* penceresinde yer alan *Components* sekmesinden *Reach* Elemanı simgesine tıklanır. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumda ise, harita üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanabilir. Mevcut dokuz farklı öteleme Yöntemi arasından biri seçilebilir. "*None*" yöntemi seçildiğinde, akarsu kesimi akımı anında ve herhangi bir zayıflama olmaksızın iletir. Kullanılmak istenen yöntemi belirlemek için seçim listesinden uygun yöntem seçilir. Her bir akarsu kesimi farklı bir öteleme yöntemi kullanabileceği gibi, birden fazla akarsu kesimi aynı öteleme yöntemini de kullanabilir.

Yeni bir akarsu kesimi (*Reach*) oluşturulduğunda, Program Ayarları (*Program Settings*) bölümünde tanımlı olan varsayılan Öteleme Yöntemi otomatik olarak atanır. Bir akarsu kesimi için Öteleme Yöntemi, ilgili *Reach* elemanına ait Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) kullanılarak istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir akarsu kesimi aynı anda yalnızca tek bir Öteleme Yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki parametre verilerinin silineceğine dair kullanıcı uyarılır. Bu uyarı, Program Ayarları (*Program Settings*) üzerinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla akarsu kesimi için Öteleme Yöntemi aynı anda değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Routing | Change Method* komutu seçilir. Seçilen

Öteleme Yöntemi, havza modelinde seçili olan akarsu kesimlerine uygulanır; eğer herhangi bir akarsu kesimi seçili değilse, yöntem tüm akarsu kesimlerine uygulanır.

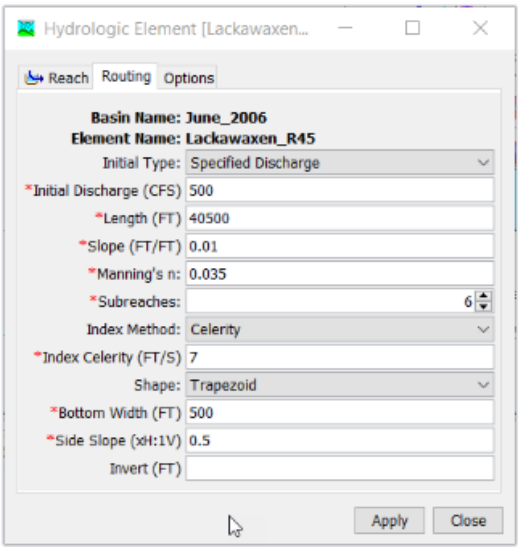
Her bir öteleme yöntemine ait parametreler, Reach elemanı düzenleyicisinden ayrı olan bağımsız bir Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) sunulmaktadır. Öteleme düzenleyicisi, her zaman Reach düzenleyicisinin yanında görüntülenir. Öteleme düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişiklik göstermektedir.



Şekil 8.1 Reach Elemanı Bileşen Düzenleyicisi

Kinematik Dalga Ötelemesi

Kinematik Dalga Öteleme Yöntemi, tam zamana bağlı akım denklemlerini, ataleti ve basınç kuvvetlerini ihmal ederek yaklaşık olarak çözer. Ayrıca enerji eğiminin taban eğimine eşit olduğu varsayılır. Bu nedenle, bu yöntem oldukça dik akarsular için en uygun yöntemdir. Genellikle doğal kanalların düzenli şekil ve eğim kazandırıldığı kentsel alanlarda kullanılır. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Başlangıç koşulu için iki seçenek mevcuttur: "*Inflow Equals Outflow*" ve "*Specified Discharge*". Birinci seçenek kullanılırsa, başlangıçta çıkış debisinin, yukarı akış elemanlarından *Reach*'e (kanal/akarsu elemanı) gelen giriş debisiyle aynı olduğu varsayılır. Bu, temel olarak kararlı durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir.



Şekil 8.2 Kinematik Dalga Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Eğim (*Slope*), tüm akarsu kesimi (*Reach*) için ortalama sürtünme eğimi olarak alınmalıdır. Bu değer, haritalar yeterli düşey çözünürlük sağlıyorsa tahmini olarak belirlenebilir. Kanal tabanının gerçek yüksekliklerini belirlemek için saha ölçümleri gerekebilir. Eğer eğim, *Reach* ile temsil edilen akış boyunca önemli ölçüde değişiyorsa, farklı eğimlere sahip birden fazla *Reach* kullanılması gerekebilir.

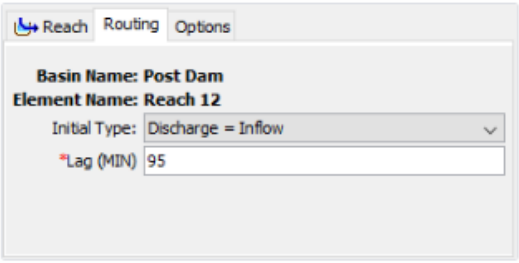
Manning n Pürüzlülük Katsayısı, tüm *Reach* için ortalama değer olarak seçilmelidir. Bu değer, bilinen pürüzlülük katsayısına sahip akarsuların fotoğraflarından tahmin edilebilir veya kalibrasyon yoluyla belirlenebilir.

Alt Akarsu Kesimi Sayısı (*Number of Subreaches*), programın öteleme hesaplamaları sırasında kullanılacak mesafe adımını belirlerken minimum değer olarak kullanılır. Mesafe adımı önce seyahat süresinden (*travel time*) tahmini olarak belirlenir. Eğer tahmini mesafe adımı, toplam uzunluğun alt akarsu kesimi sayısına bölünmesinden büyükse, mesafe adımı uygun şekilde azaltılır. Seyahat süresi, İndeks Hızı (*Index Celerity*) kullanılarak hesaplanır. İndeks Debisi (*Index Flow*) girildiğinde, bu debi, *Reach*'in özellikleri kullanılarak İndeks Hızına dönüştürülür.

Kesit şeklinin belirlenmesi için beş seçenek sunulmaktadır: Daire (*Circle*), Derin (*Deep*), Dikdörtgen (*Rectangle*), Yamuk (*Trapezoid*) ve Üçgen (*Triangle*). Daire şekli, basınçlı akış veya boru ağları için kullanılamaz, ancak bir boru içindeki serbest su yüzeyini temsil etmek için uygundur. Derin şekil yalnızca akış derinliğinin akış genişliğine yaklaşık olarak eşit olduğu akış koşullarında kullanılmalıdır. Seçilen şekle bağlı olarak, kesit boyutlarını tanımlamak için ek bilgiler girilmelidir. Bu bilgiler şunları içerebilir: Çap (*Diameter*) – daire için, Taban Genişliği (*Bottom Width*) – derin, dikdörtgen veya yamuk için veya Yan Eğim (*Side Slope*) – yamuk ve üçgen için. Yan Eğim boyutsuzdur ve bir birim düşey mesafe için yatay mesafe birimi olarak girilir.

Gecikmeli Öteleme

Gecikmeli Öteleme Yöntemi (*Lag Routing Method*) yalnızca sel dalgalarının ötelenmesini temsil eder. Bu yöntem, zayıflama (*attenuation*) veya yayılma (*diffusion*) süreçlerini içermez. Bu nedenle, akış derinliği ile değişmeyen öngörülebilir seyahat süresine sahip kısa akarsu kesimleri için en uygunudur. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



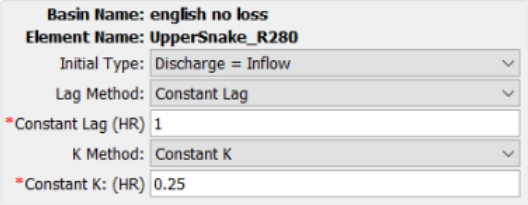
Şekil 8.3 Gecikmeli Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç koşulu için iki seçenek mevcuttur: Giriş Debisi = Çıkış Debisi (*Inflow Equals Outflow*) ve Belirlenmiş Debi (*Specified Discharge*). Birinci seçenek kullanılırsa, başlangıçtaki çıkış debisinin, yukarı akış elemanlarından *Reach*'e gelen başlangıç giriş debisi ile aynı olduğu varsayılır. Bu, temelde kararlı durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir.

Gecikmeli Öteleme (*Lag Routing*) parametresi, giriş hidroğrafının ötelenme süresini dakika cinsinden belirler. *Reach*'e gelen giriş akımı, belirtilen gecikme süresi kadar zaman açısından ötelenir ve daha sonra çıkış akımı olarak kabul edilir.

Gecikmeli ve K Ötelemesi

Gecikmeli ve K Öteleme Yöntemi (*Lag and K Routing Method*), Ulusal Meteoroloji Servisi (*National Weather Service*) tarafından yaygın olarak kullanılan grafiksel bir öteleme tekniğine dayanan hidrolik depolama öteleme yöntemidir. Bu yöntem, kanal depolamasının yalnızca prizma bileşeni ile temsil edildiği ve kama depolaması olmadığı özel bir *Muskingum* yöntemi durumudur (yani *Muskingum* X = 0). Kama depolamasının olmaması, yöntemin yalnızca yavaş değişen sel dalgaları için kullanılmasını gerektirir. Tüm hidrolik öteleme yöntemlerinde olduğu gibi, bu yöntem de geri su etkileri veya hidrolik yapılar gibi karmaşık akış koşullarını dikkate almaz. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*), sabit Lag ve K değerleri kullanıldığında aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 8.4 Gecikmeli ve K Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç koşulu için iki seçenek mevcuttur: Giriş Debisi = Çıkış Debisi (*Inflow Equals Outflow*) ve Belirlenmiş Debi (*Specified Discharge*). Birinci seçenek kullanılırsa, başlangıçtaki çıkış debisinin, yukarı akış elemanlarından *Reach*'e gelen başlangıç giriş debisi ile aynı olduğu varsayılır. Bu, temelde kararlı durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir.

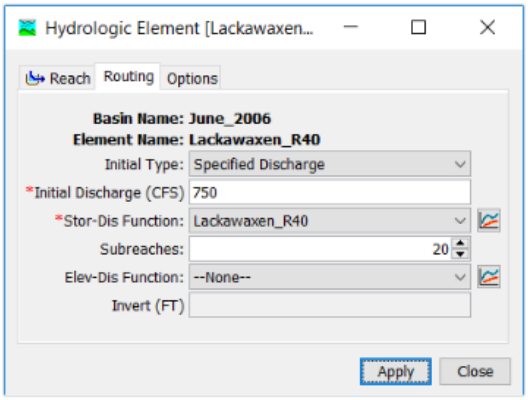
Lag Terimi *(Lag Term*), sel dalgasının mansaba doğru ilerlerken geçirdiği seyahat süresini hesaba katar. K Terimi (*K Term*) ise sel dalgasının zayıflamasını (*attenuation*) temsil eder. Lag ve K parametreleri sabit veya değişken fonksiyonlar olarak girilebilir. Değişken Lag ve K fonksiyonları kullanıldığında: Lag, Giriş Debisi-Lag eğrisi (*Inflow-Lag curve*) olarak girilir. K, Çıkış Debisi-Zayıflama eğrisi (*Outflow-Attenuation curve*) olarak girilir. Tarihsel sel hidrograflarının incelenmesi, bir *Reach* içindeki Lag ve K ilişkilerinin belirlenmesi için temel oluşturur. Birden fazla kesişim noktası olan lag fonksiyonları (yani birden fazla debi için aynı lag değerinin kullanılması) dikkatle kullanılmalıdır; aksi takdirde sayısal olarak tepe debilerinin zayıflamasına neden olabilir.

Değiştirilmiş Puls Ötelemesi

Değiştirilmiş Puls Öteleme Yöntemi (*Modified Puls Routing Method*), aynı zamanda depolama ötelemesi (*storage routing*) veya seviye havuzu ötelemesi (*level pool routing*) olarak da bilinir. Bu yöntem, akımın Reach boyunca iletimini sağlamak için kütle korunumu ve depolama ile debi arasındaki ilişkiyi kullanır. Zayıflama, momentum korunumu yaklaşımı yerine, Reach içindeki suyun depolanması ve gecikmeli olarak serbest bırakılması yoluyla sağlanır. Bu yöntem, kanal içindeki akış kısıtlamaları nedeniyle oluşan geri su etkilerini temsil etmek için kullanılabilir, Geri su etkileri yalnızca ilgili Reach içinde sınırlıdır.

Bir Depolama-Debi Fonksiyonu (*Storage-Discharge Function*), Reach içindeki belirli bir depolama miktarı için çıkış debisini tanımlar. Depolama bağımsız değişken olup, girilen değerler simülasyon sırasında karşılaşılabilecek tüm depolama aralığını kapsamalıdır. Genellikle ilk depolama değeri sıfır olur ve maksimum depolama, *Reach*'te maksimum akışta bulunan hacimden biraz daha büyük olmalıdır.

Her depolama değerine karşılık gelen çıkış debisi değerleri genellikle su yüzeyi profillerini hesaplayan bir hidrolik model yardımıyla belirlenir. Fonksiyon tek yönlü artan (*monotonik artan*) olmalıdır. Depolama-debi fonksiyonu, *Reach* elemanında kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmalıdır.



Şekil 8.5 Değiştirilmiş Puls Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Alt Akarsu Kesimi Sayısı *(Number of Subreaches*) girilmelidir. Bu parametre, zayıflamayı etkiler; tek bir alt akarsu kesimi maksimum zayıflamayı sağlar ve alt akarsu kesimi sayısı arttıkça zayıflama sıfıra yaklaşır. Bu parametre gereklidir çünkü idealize edilmiş bir kanalda bir alt akarsu kesimindeki seyahat süresinin simülasyon zaman adımı ile yaklaşık olarak eşit olması gerekir. Bu parametrenin ilk tahmini, *Reach*'in gerçek uzunluğunun, dalga hızı (*wave celerity*) ile simülasyon zaman adımının çarpımına bölünmesiyle elde edilebilir. Kesit boyutu, eğim ve depolama bakımından değişkenlik gösteren doğal kanallar için, alt akarsu kesimi sayısı kalibrasyon parametresi olarak ele alınabilir. Alt akarsu kesimi sayısı, sayısal zayıflama oluşturmak için de kullanılabilir ve bu, sel dalgalarının doğal sistem içindeki hareketini daha iyi temsil etmek için yararlıdır.

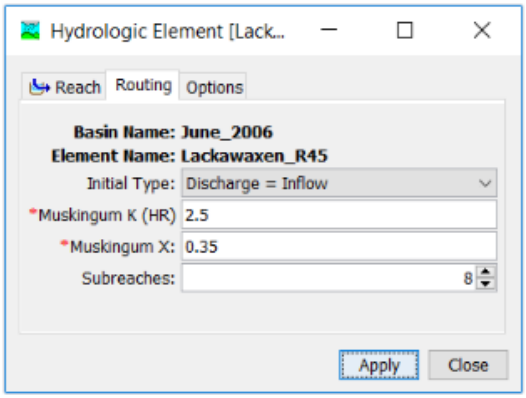
Başlangıç koşulu için iki seçenek vardır: Belirlenmiş Debi (*Specified Discharge*) ve Giriş Debisi = Çıkış Debisi (*Inflow Equals Outflow*). İlk seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir. Reach içindeki başlangıç depolaması, girilen debi ve depolama-debi fonksiyonu (*storage-discharge function*) kullanılarak hesaplanır. İkinci seçenek kullanılırsa, başlangıçtaki çıkış debisinin yukarı akış elemanlarından *Reach*'e gelen başlangıç giriş debisi ile aynı olduğu varsayılır. Bu, temelde kararlı durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. Başlangıç depolaması, *Reach*'e gelen ilk giriş debisi ve depolama-debi fonksiyonu kullanılarak hesaplanır.

İsteğe bağlı olarak bir Yükseklik-Debi Fonksiyonu (*Elevation-Discharge Function*) seçilebilir. Kullanılması durumunda, bu fonksiyon *Reach*'ten çıkış debisi için su derinliğini temsil etmelidir. Fonksiyon tek yönlü artan (*monotonik artan*) olmalıdır. Yükseklik-debi fonksiyonu, Reach elemanında kullanılmadan önce Eşlenmiş Veri Yöneticisi'nde (*Paired Data Manager*) tanımlanmalıdır.

İsteğe bağlı Yükseklik-Debi Fonksiyonu seçilirse, ayrıca taban yüksekliği (*invert elevation*) de belirtilmelidir. Akış derinliği, taban yüksekliğine eklenerek toplam su seviyesi (*stage*) hesaplanır.

Muskingum Ötelemesi

Muskingum Öteleme Yöntemi (*Muskingum Routing Method*), akarsu kolu (*Reach*) boyunca akımı iletmek için basit bir kütle korunumu yaklaşımını kullanır. Ancak, su yüzeyinin düz (*level)* olduğu varsayımı yapılmaz. Lineer fakat düz olmayan bir su yüzeyi varsayımıyla, sel dalgasının yükselen tarafında depolamanın artışı ve düşen tarafında depolamanın azalışı hesaba katılabilir. *Reach* için bir seyahat süresi (*travel time*) ve giriş ile çıkış akımlarının etkileri arasında bir ağırlıklandırma (*weighting*) eklenerek zayıflama (*attenuation*) yaklaşık olarak modellenebilir. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 8.6 Muskingum Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç koşulları için iki seçenek vardır: Giriş Akışı Çıkış Akışına Eşittir (*Inflow Equals Outflow*) ve Belirtilmiş Debi (*Specified Discharge*)**.** İlk seçenek kullanıldığında, başlangıçtaki çıkışın, yukarı akış elemanlarından gelen başlangıç giriş akışıyla aynı olduğu varsayılır. Bu, temel olarak durağan durum başlangıç koşulu varsayımıyla eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri de girilmesi gerekecektir.

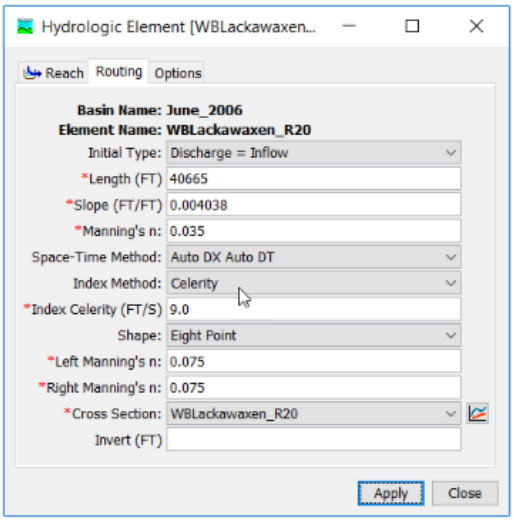
Muskingum K, temel olarak kanal kesiti boyunca suyun geçiş süresini ifade eder. Kanal kesiti özellikleri ve akış özellikleri kullanılarak tahmin edilebilir. Bazı durumlarda kalibrasyon parametresi olarak da kullanılabilir.

Muskingum X, giriş ve çıkış akışlarının etkisi arasındaki ağırlık oranını gösterir; 0,0 ile 0,5 arasında değer alır. Pratik uygulamada: 0,0 değeri maksimum sönümlemeyi, 0,5 değeri ise sönümleme olmamasını ifade eder. Çoğu akarsu kesiti için, kalibrasyon yoluyla belirlenen ara bir değer kullanılması gerekir.

Alt Kesit Sayısı (*Number of Subreaches*) girilmelidir. Bu parametre**,** sönümleme üzerinde etkilidir: Tek bir alt kesit, daha fazla sönümleme sağlar, Alt kesit sayısının artırılması ise sönümlemeyi azaltır**.** Bu parametrenin ilk tahmini, gerçek kanal uzunluğunu (*reach length*) dalga hızı (*wave celerity*) ile simülasyon zaman adımının (*time step*) çarpımına bölerek elde edilebilir. Kesit boyutları, eğim ve depolama kapasitesi değişken olan doğal kanallar için, alt kesit sayısı kalibrasyon parametresi olarak da ele alınabilir. Alt kesit sayısı, doğal sistemdeki sel dalgalarının hareketini daha iyi temsil etmek amacıyla sayısal sönümlemeyi dâhil etmek için de kullanılabilir.

Muskingum-Cunge Öteleme Yöntemi

Muskingum-Cunge Öteleme Yöntemi, kütlenin korunumu ile momentumun korunumu için difüzyon temsilinin birleşimine dayanır. Bazen değişken katsayılı yöntem olarak adlandırılır; çünkü öteleme parametreleri, her zaman adımında kanal özellikleri ve akış derinliğine bağlı olarak yeniden hesaplanır. Bu yöntem, sel dalgalarının sönümlemesini temsil eder ve küçük eğimli akarsu kesitlerinde kullanılabilir. Aşağıda, Bileşen Düzenleyicisi gösterilmiştir.



Şekil 8.7 Muskingum-Cunge Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç koşulları için iki seçenek vardır: Giriş Akışı Çıkışa Eşittir ve Belirtilmiş Debi. İlk seçenek kullanıldığında, başlangıçtaki çıkış, yukarı akış elemanlarından gelen başlangıç giriş akışıyla aynı kabul edilir. Bu, temelde durağan durum başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanıldığında, ayrıca bir debi değer girilmesi gerekir.

Uzunluk, kanal/akarsu elemanının toplam uzunluğu olmalıdır. Genellikle bu değer, havza haritalarından ölçülür.

Eğim (*Slope*), kanal/akarsu elemanının tüm uzunluğu için ortalama sürtünme eğimi olmalıdır. Bu değer, haritalar yeterli dikey çözünürlük sağlıyorsa haritalardan veya arazi ölçümleriyle tahmin edilebilir. Eğer akış boyunca eğim önemli ölçüde değişiyorsa, farklı eğimlere sahip birden fazla kanal/akarsu elemanı (*Reach*) kullanmak gerekebilir.

Manning'in n Pürüzlülük Katsayısı (*Roughness Coefficient*), kanal/akarsu elemanının tüm uzunluğu için ortalama değer olmalıdır. Bu değer, bilinen pürüzlülük katsayısına sahip akarsuların fotoğraflarından veya kalibrasyon yoluyla tahmin edilebilir. Tablo şeklinde kanal şekli seçildiğinde, *Manning*'in *n* değerlerinin girilmesine gerek yoktur.

Konum-Zaman Aralığı (*Space-Time Interval*) seçiminde üç seçenek vardır: Otomatik DX / Otomatik DT Yöntemi (*Auto DX Auto DT Method*): Program, sayısal kararlılığı koruyacak şekilde konum ve zaman aralıklarını otomatik olarak seçer. Belirtilmiş DX / Otomatik DT Yöntemi (*Specified DX Auto DT Method*): Program, belirtilen alt kesit

sayısını (*subreaches, DX*) kullanırken, zaman aralığını otomatik olarak değiştirir. Bu sayede, mümkün olan en uzun zaman adımı kullanılırken sayısal kararlılık korunur. Belirtilmiş DX / Belirtilmiş DT Yöntemi (*Specified DX Specified DT Method*): Program, belirtilen alt kesit sayısı ve alt zaman adımlarını (*subintervals*) tüm simülasyon boyunca kullanır.

İndeks Yöntemi (*Index Method*), kanalın fiziksel özellikleri ve daha önce bahsedilen konum-zaman aralığı (*space-time interval*) seçimi ile birlikte kullanılır. Seçilen indeks yöntemi ve belirtilen parametre, program tarafından kanal/akarsu elemanının ötelemesini hem konum hem de zamanda ayrıklaştırmak için kullanılır. Uygun referans akışlar ve dalga hızları, kanalın fiziksel özelliklerine ve ilgili hidrolik olaya bağlıdır. Deneyimler, söz konusu hidrografın ortalama değerleri (yani taban akış ve tepe akışın ortası) kullanılarak belirlenen referans akış veya dalga hızının genellikle en uygun seçim olduğunu göstermektedir. Tepe akışa dayalı referans akış veya dalga hızı, dalgayı doğal olacağından çok daha hızlı sayısal olarak ilerletme eğilimindedir. Düşük referans akış veya dalga hızı kullanıldığında ise tersi geçerlidir; dalga normalden daha yavaş hareket eder.

Kesit Şekli (*Cross Section Shape*) belirtmek için altı seçenek mevcuttur: Daire (*Circle*), Sekiz Nokta (*Eight Point*), Dikdörtgen (*Rectangle*), Tablo (*Tabular*), Yamuk (*Trapezoid*) ve Üçgen (*Triangle*). Daire (*Circle*) şekli, basınçlı akış (*pressure flow*) veya boru ağları (*pipe networks*) için kullanılamaz; ancak bir boru içindeki serbest su yüzeyini (*free water surface*) temsil etmek için uygundur. Seçilen şekle bağlı olarak, kesit özelliklerini tanımlamak için ek bilgiler girilmesi gerekir. Bu bilgiler şunları içerebilir: Çap (*Diameter*) – daire için Taban Genişliği (*Bottom Width*) – dikdörtgen ve yamuk için Yan Eğim (*Side Slope*) – yamuk ve üçgen için Yan Eğim boyutsuzdur ve bir birim dikey mesafe başına yatay mesafe birimi olarak girilir.

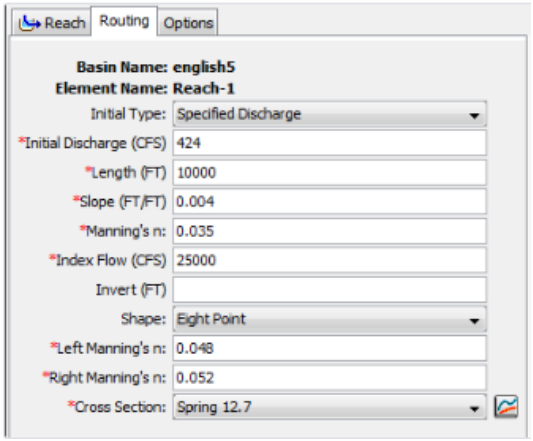
Tablo şekli kullanıldığında, ayrıca debi (*discharge*), alan (*area*) ve üst genişlik (*top width*) değişimlerini yükseklikle (*elevation*) gösteren birden fazla eğri seçilmesi gerekir. Bu eğriler, Reach (kanal/akarsu elemanı) içinde kullanılmadan önce, *Paired Data Manager*'da sırasıyla yükseklik-debi (*elevation-discharge*), yükseklik-alan (*elevation-area*) ve yükseklik-genişlik (*elevation-width*) fonksiyonları olarak tanımlanmalıdır. Sediment ötelemesi veya kanal tabanından kayıpların hesaplanması durumunda, ayrıca yükseklik-ıslak çevre (*elevation-wetted perimeter*) fonksiyonu tanımlanmalı ve seçilmelidir. Tüm bu eğriler monoton artan olmalıdır. Her eğrinin x ekseni yüksekliği (*elevation*), y ekseni ise ilgili değişkeni gösterir. Yükseklik değerleri de monoton artan olmalıdır.

Sekiz Nokta (*Eight Point*) şekli, yalnızca sekiz adet istasyon-yükseklik (*station-elevation*) değeri ile basitleştirilmiş bir kesit gerektirir. Kesit genellikle ana kanal ile sol ve sağ taşkın alanlarını (*overbank*) temsil edecek şekilde yapılandırılır. Her taşkın alanı için ayrı bir *Manning*'in *n* değeri girilmelidir. Kesit, simülasyon sırasında karşılaşılacak maksimum su yüzeyi yüksekliğine kadar kanal tabanından (*invert*) uzanmalıdır. Kesit, *Reach* (kanal/akarsu elemanı) içinde kullanılmadan önce, *Paired Data Manager*'da oluşturulmalıdır.

Opsiyonel olarak, bir Kanal Taban Yüksekliği (*Invert Elevation*) belirtilebilir. Bu kullanıldığında, öteleme sırasında hesaplanan akış derinliği, kademeyi (*stage*) hesaplamak için kanal taban yüksekliğine eklenir.

Normal Derinlik Ötelemesi

Normal Derinlik Öteleme Yöntemi (*Normal Depth Routing Method*), *Modifiye Puls* Öteleme (*Modified Puls Routing*) yaklaşımını kullanır; burada kanal/akarsu elemanı için depolama-debi (*storage-discharge*) ilişkileri**,** normal derinlik (*normal depth*) varsayımı temel alınarak geliştirilir. Kullanıcı, kanalın geometrik verilerini girer. HEC-HMS, *Manning* denklemini kullanarak belirtilen kanal için depolama-debi ilişkisini hesaplar. HEC-HMS, Modifiye Puls alt kesit sayısını (*subreaches*), geçiş süresini (*travel time*) simülasyon zaman adımına (*time interval*) bölerek belirler. Aşağıdaki şekilde, Bileşen Düzenleyicisi gösterilmiştir.



Şekil 8.8 Normal Derinlik Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç koşulları için iki seçenek vardır: Giriş Akışı Çıkışa Eşittir (*Inflow Equals Outflow*) ve Belirtilmiş Debi (*Specified Discharge*). İlk seçeneği kullanırsanız, başlangıçtaki çıkış, yukarı akış elemanlarından gelen başlangıç giriş akışıyla aynı kabul edilir. Bu, temelde durağan durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. İkinci seçenek kullanılırsa, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir. Uzunluk (*Length*), kanal/akarsu elemanının toplam uzunluğu olmalıdır. Bu değer genellikle havza haritalarından veya *GIS* araçlarıyla ölçülür. Eğim (*Slope*), kanal/akarsu elemanının tüm uzunluğu için ortalama eğimi olmalıdır. Bu değer, *GIS* veri setlerinden yeterli dikey çözünürlük sağlanıyorsa buradan veya arazi ölçümleriyle tahmin edilebilir. Akış boyunca eğim önemli ölçüde değişiyorsa, farklı eğimlere sahip birden fazla kanal/akarsu elemanı kullanmak gerekebilir. *Manning*'in n Pürüzlülük Katsayısı (*Roughness Coefficient*), kanal/akarsu elemanının tüm uzunluğu için ortalama değer olmalıdır. Bu değer, bilinen pürüzlülük katsayısına sahip akarsuların fotoğraflarından, *GIS* veri setlerinden veya kalibrasyon yoluyla tahmin edilebilir. İndeks Akış (*Index Flow*), kanal/akarsu elemanındaki beklenen maksimum akımı temsil etmelidir. Bu değere göre, 0'dan indeks akışın 1,5 katına kadar bir depolama-debi (*storage-discharge*) ilişkisi oluşturulur. Geçiş süresi (*Travel Time*), referans akış, kanal geometrisi ve kanal uzunluğu kullanılarak hesaplanır. Bundan sonra, alt kesit sayısı (*subreaches*) otomatik olarak, geçiş süresinin simülasyon zaman adımına bölünmesi ile belirlenir.

Opsiyonel olarak, bir Kanal Taban Yüksekliği (*Invert Elevation*) belirtilebilir. Kanal tabanı, öteleme kanalının **(***routing reach***)** aşağı ucu referans alınarak tanımlanır. Kullanıldığında, öteleme sırasında hesaplanan akım derinliği (*flow depth*), kanal taban yüksekliğine eklenerek kademeyi (*stage*) hesaplamak için kullanılır.

Kesit Şekli (*Cross Section Shape*) belirtmek için beş seçenek mevcuttur: Daire (*Circle*), Sekiz Nokta (*Eight Point*), Dikdörtgen (*Rectangle*), Yamuk (*Trapezoid*) ve Üçgen (*Triangle*)**.** Daire (*Circle*) şekli**,** basınçlı akış (*pressure flow*) veya boru ağları (*pipe networks*) için kullanılamaz; ancak bir boru içindeki serbest su yüzeyini (*free water surface*) temsil etmek için uygundur. Seçilen şekle bağlı olarak, kesit boyutlarını tanımlamak için ek bilgiler girilmesi gerekir. Bu bilgiler şunları içerebilir: Çap (*Diameter*) – daire için Taban Genişliği (*Bottom Width*) – dikdörtgen ve yamuk için Yan Eğim (*Side Slope*) – yamuk ve üçgen için Yan Eğim (*Side Slope*) boyutsuzdur ve bir birim dikey mesafe başına yatay mesafe birimi olarak girilir. Sekiz Nokta (*Eight Point*) şekli, yalnızca sekiz adet istasyon-yükseklik (*station-elevation*) değeri ile basitleştirilmiş bir kesit gerektirir. Kesit genellikle ana kanal ile sol ve sağ taşkın alanlarını (*overbank*) temsil edecek şekilde yapılandırılır. Sekiz Nokta kesit şekli seçildiğinde, her taşkın alanı için ayrı bir *Manning*'in *n* değeri girilmelidir. Kesit, simülasyon sırasında karşılaşılacak maksimum su yüzeyi yüksekliğine kadar, kanal tabanından (*invert*) uzanmalıdır. Kesit, *Reach* (kanal/akarsu elemanı) içinde kullanılmadan önce, *Paired Data Manager*'da oluşturulmalıdır.

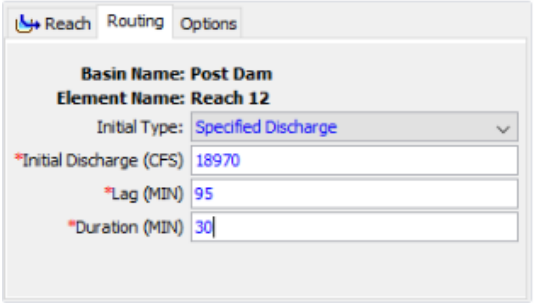
Çiftli Öteleme Yöntemi

Çiftli Öteleme Yöntemi (*Straddle Stagger Method*), bir kanal/akarsu elemanı boyunca suyun ötelemesini modellemek için göç (*translation*) ve sönümleme (*attenuation*) süreçlerinin ampirik temsillerini kullanır. Giriş akımı (*inflow*), belirli bir süre geciktirilir. Geciktirilmiş akımlar, belirli bir zaman aralığında ortalanarak nihai çıkış akımı (*outflow*) elde edilir. Aşağıdaki şekilde, Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) gösterilmiştir.

Başlangıç koşulları için iki seçenek vardır: Giriş Akımı Çıkışa Eşittir *(Inflow Equals Outflow*). Bu seçildiğinde, başlangıçtaki çıkış, yukarı akım elemanlarından gelen başlangıç giriş akımıyla aynı kabul edilir. Bu, temelde durağan durum (*steady-state*) başlangıç koşulu varsayımı ile eşdeğerdir. Belirtilmiş Debi (*Specified Discharge*) seçildiğinde, ayrıca bir debi değeri girilmesi gerekir.

Gecikme (*Lag*) parametresi, kanal/akarsu elemanı boyunca geçiş süresini (*travel time*) belirler. Kanal girişine gelen akış, belirtilen gecikme süresi kadar zamanla geciktirilir.

Süre (*Duration*) parametresi, sel tepesinin kanal boyunca ilerlerken yayılma miktarını (*spreading*) belirler. Geciktirilmiş giriş akışları, bu belirtilen süre boyunca ortalanarak çıkış akışı hesaplanır. Not: Süre parametresi, lag süresinin iki katından büyük olduğunda fiziksel anlamını kaybeder.



Şekil 8.9 Çiftli Öteleme Yöntemi Düzenleyicisi

8.2 KAYIP-KAZANÇ YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

Bir *reach* (akarsu kesimi) elemanı, kavramsal olarak bir dere ya da nehir bölümünü temsil ederken, yeraltı ortamı ile olan etkileşimlerin isteğe bağlı olarak modellenmesi *reach* içinde yer alan bir Kayıp/Kazanç Yöntemi (*Loss/Gain Method*) aracılığıyla gerçekleştirilir. Bir *Loss/Gain Method*, kanal içinden meydana gelen kayıpları, yeraltı suyundan kanala olan katkıları ya da yöntemin özel uygulamasına bağlı olarak çift yönlü su hareketlerini temsil edebilir. Programda toplam üç farklı *Loss/Gain Method* bulunmaktadır. Programda yer alan her yöntem farklı bir ayrıntı düzeyi sunar ve tüm yöntemler belirli bir akarsuyu temsil etmede eşit derecede uygun değildir. Ayrıca, veri gereksinimlerindeki farklılıklar nedeniyle bazı *Loss/Gain Method*'lar yalnızca belirli Öteleme Yöntemleri (*Routing Method*) ile uyumludur.

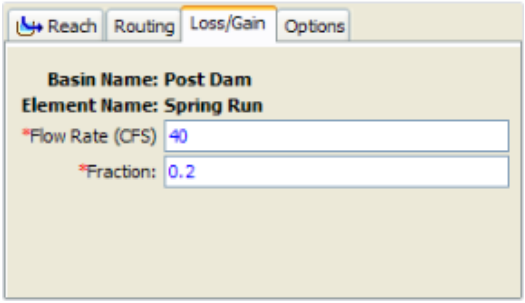
Bir *reach* için kullanılacak Kayıp/Kazanç Yöntemi, *reach* elemanına ait Bileşen Düzenleyici üzerinden seçilir. *Component Editor*'a erişmek için *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *reach* elemanı simgesine tıklanır. Eğer Havza Haritası açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklayarak da *Component Editor*'a erişilebilir. Mevcut üç seçenekten biri kullanılarak bir *Loss/Gain Method* seçilebilir. *None* (Yok) yöntemi seçildiğinde, *reach* elemanı kanalda herhangi bir kayıp ya da kazanç dikkate alınmadan öteleme hesaplamalarını gerçekleştirir. Kullanılmak istenilen yöntemi seçmek için seçim listesini kullanılır. Her *reach* farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla *reach* aynı yöntemi de kullanabilir.

Yeni bir *reach* oluşturulduğunda, Program Ayarları bölümünde tanımlanmış olan varsayılan Kayıp/Kazanç Yöntemi otomatik olarak atanır. Bir *reach* için kullanılan Kayıp/Kazanç Yöntemi, *reach* elemanına ait Bileşen Düzenleyici aracılığıyla istenilen herhangi bir zamanda değiştirilebilir. Bir *reach* aynı anda yalnızca bir Kayıp/Kazanç Yöntemi kullanabildiğinden, yöntem değiştirildiğinde önceki yönteme ait parametre verilerinin silineceğine dair bir uyarı mesajı görüntülenir. Bu uyarı, Program Ayarları içinden devre dışı bırakılabilir. Birden fazla *reach* için Kayıp/Kazanç Yöntemi aynı anda değiştirilebilir. Bunun için *Parameters* menüsüne tıklanır ve *Loss/Gain | Change Method* komutunu seçilir. Seçilen Kayıp/Kazanç Yöntemi, *Basin Model* içinde seçili olan *reach*'lere uygulanır; eğer hiçbir *reach* seçili değilse, yöntem tüm *reach*'lere uygulanır.

Her bir Kayıp/Kazanç Yöntemi için tanımlanan parametreler, *Reach Element editor*'dan ayrı bir Bileşen Düzenleyici üzerinde sunulur. *Loss/Gain* editor, her zaman *Routing editor*'un yanında görüntülenir. *Loss/Gain editor*'da gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişir.

Sabit Kayıp/Kazanç Yöntemi

Sabit Kayıp/Kazanç Yöntemi (*Constant Loss/Gain Method*), kanaldaki su kaybını hesaplamak için sabit bir debi azalımı ile debinin bir oranını kullanan ampirik bir ilişkiye dayanır. Bu yöntem, kazançlı (*gaining*) akarsuların temsil edilmesine yönelik herhangi bir yetenek içermez. Ötelenmiş (*routed*) akımdan önce sabit bir debi değeri çıkarılır, ardından kalan akım belirli bir oran ile çarpılır. Azaltılmış akım, reach için çıkış akımı olarak kabul edilir. Bu yöntem tüm Öteleme Yöntemleri (*Routing Method'lar*) ile uyumludur. Component Editor aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 8.10 Kayıp/Kazanç Bileşen Düzenleyicisi

Debi (*Flow Rate*) parametresi, giriş akımından çıkarılacak akım miktarını tanımlar. Bu değer sıfır ya da sıfırdan büyük olabilir; eğer belirtilen değer sıfır ise herhangi bir debi azaltımı gerçekleşmez. Belirtilen değer bir zaman adımı için giriş akımından büyükse, o zaman aralığı için çıkış akımı oluşmaz.

Oran (*Fraction*) parametresi, giriş akımını debiyle doğrusal orantılı olarak azaltmak için kullanılır. Sabit değer yönlendirilmiş giriş akımından çıkarıldıktan sonra kalan akım, **(***1 − Fraction***)** değeri ile çarpılır. *Fraction* değeri sıfır ile bir arasında olmalıdır.

Sızma (Perkolasyon) Kayıp/Kazanç yöntemi

Sızma Yöntemi (*Percolation Method*), kanal kaybını hesaplamak için sabit bir infiltrasyon hızı ile *reach* içindeki su basmış alanını birleştirir. Bu yöntem, kazançlı (*gaining)* akarsuların temsil edilmesine yönelik herhangi bir yetenek içermez. Bu yöntem yalnızca *Modified Puls* ve *Muskingum-Cunge Routing Method*'lar ile uyumludur. *Modified Puls* yöntemi ile kullanıldığında, öteleme (*routing*) parametrelerinde isteğe bağlı olarak Yükselti-Debiye Fonksiyonu (*Elevation-Discharge Function*) ve Taban Yükseltisi (*Invert Elevation*) tanımlanmalıdır. Su basmış alanın hesaplanma yöntemi, kullanılan *Routing Method*'a bağlı olarak değişir: *Modified Puls* yöntemi ile, mevcut

depolama ve çıkış akımı, yükselti–debi eğrisi ile birleştirilerek su basmış alan (*inundated area*) hesaplanır. *Muskingum-Cunge* yöntemi ile, ıslak çevre uzunluğu (*wetted perimeter*) *reach* uzunluğu ile çarpılarak alan hesaplanır. *Component Editor* aşağıda gösterilmiştir.



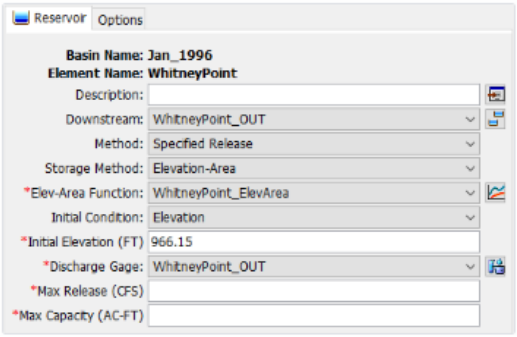
Şekil 8.11 Sızma Kayıp/Kazanç Yöntemi Düzenleyicisi

Hız / Debi Oranı (*Rate*) parametresi, sızmayı (*perkolasyonu*) birim alan başına debi olarak tanımlar. Her zaman adımı için kanal kaybı, su basmış alan (*inundated area*) ile bu oran çarpılarak hesaplanır.

BÖLÜM 9

REZERVUAR ELEMANLARI

Bir Rezervuar (*Reservoir*), bir veya daha fazla giriş akımı (*inflow*) ve bir hesaplanan çıkış akımı (*outflow*) olan bir elemandır. Giriş akımı, Havza Modeli içindeki diğer elemanlardan gelir. Birden fazla giriş akımı varsa, çıkış akımı hesaplanmadan önce tüm girişler toplanır. Rezervuar havuzundaki su yüzeyinin yatay olduğu varsayılır. Rezervuarın depolama özelliklerini tanımlamak için birkaç yöntem mevcuttur. Bu eleman, rezervuarlar, göller ve göletlerin modellenmesinde kullanılabilir. Ayrıca rezervuarların aşağısında yer alan elemanlar için düzenlenmemiş çıkışlar **(***unregulated outputs***)** da hesaplanabilir. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*)'ye erişmek için *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Reservoir Element* simgesine tıklanır Şekil 9.1.



Şekil 9.1 Depolama-Debi Fonksiyonu ile Çıkış Eğrisi Yönlendirme Yöntemi Kullanan Rezervuar Bileşen Düzenleyicisi

9.1 REZERVUAR ÖTELEME YÖNTEMİ SEÇİMİ

Bir rezervuar elemanı, kavramsal olarak doğal bir gölü ya da bir baraj arkasındaki gölü temsil etse de gerçek depolama benzetim (simülasyon) hesapları, rezervuar içinde tanımlanan bir Öteleme (*Routing*) Yöntemi tarafından gerçekleştirilir. Toplam beş farklı Öteleme Yöntemi mevcuttur. Çıkış Eğrisi (*Outflow Curve*) Yöntemi, bilinen bir depolama–çıkış (*storage–outflow*) ilişkisi ile rezervuarın basit bir şekilde temsil edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Belirlenmiş Salım (*Specified Release*) Yöntemi, rezervuardan yapılan deşarjın önceden tanımlandığı durumlarda kullanılır ve buna karşılık oluşacak depolama miktarını hesaplar. Çıkış Yapıları (*Outflow Structures*) Yöntemi, dolusavak, dip savak ve benzeri çıkış yapılarının bireysel bileşenlerini temsil etmek üzere tasarlanmıştır. Kural Tabanlı İşletme (*Rule-Based Operations*) Öteleme Yöntemi, çıkış yapısı bileşenlerini genişleterek bu yapılar içindeki kapakların kural tabanlı işletimini de tanımlamaya olanak sağlar. Ayrıca Yok (*None*) Öteleme Yöntemi seçeneği de bulunmaktadır. Bu seçenek, rezervuarda herhangi bir depolama olmadığı varsayımına dayanır ve benzetim süresince her bir zaman adımı için giren akımın tamamının çıkan akım olarak iletildiğini kabul eder.

Bir rezervuar için Öteleme Yöntemi, rezervuar elemanına ait Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) üzerinden seçilir. Bileşen Düzenleyicisine erişmek için *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan Rezervuar Elemanı simgesine tıklanır. Harita açık durumdaysa, *Basin Map* üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişilebilir. Mevcut beş farklı Öteleme Yöntemi arasından biri, listeden seçilerek tanımlanabilir (Rezervuar Elemanları, bkz. şekil). Kullanılmak istenen yöntemi belirlemek için seçim listesi kullanılır.

Her bir Öteleme Yöntemine ait parametreler, yöntem seçim listesinin altında görüntülenir. Bileşen Düzenleyicisinde gösterilen parametre verileri, seçilen yönteme bağlı olarak değişir. Bazı parametreler birden fazla Öteleme Yöntemi için ortak olabilir. Bununla birlikte, her bir Öteleme Yöntemi için gerekli olan tüm zorunlu ve isteğe bağlı veriler, izleyen bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

9.2 ÇIKIŞ EĞRİSİ ÖTELEMESİ

Bu Öteleme Yöntemi, rezervuarı veya gölü, kullanıcı tarafından tanımlanan depolama–deşarj (*storage–discharge*) ilişkisi ile temsil eder. Rezervuardaki su yüzeyinin yatay olduğu varsayılır. Deşarj ile depolama arasındaki ilişkinin tek değerli (*unique*) olması gerekir; bu nedenle döngülü (*loop*) debi–seviye eğrilerine izin verilmez. Ayrıca bu ilişkinin, depolama arttıkça monotonik olarak artan bir yapıya sahip olması zorunludur. Kullanıcının, rezervuardan su çıkışına olanak sağlayan tüm olası çıkışları dikkate alarak ve bunları tek bir depolama–deşarj ilişkisi altında birleştirerek, söz konusu depolama ilişkisini program dışında geliştirmesi gerekir. Simülasyon, tek bir öteleme adımı kullanılarak Değiştirilmiş Puls (*Modified Puls*) algoritması ile gerçekleştirilir.

Depolama Yöntemi

Depolama ilişkisinin tanımlanması için dört farklı seçenek bulunmaktadır. İlk seçenek Depolama–Deşarj (*Storage–Discharge*) seçeneğidir. Bu durumda kullanıcı, *Paired Data Manager* içindeki mevcut eğriler arasından bir Depolama–Deşarj eğrisi seçmelidir. İkinci seçenek Kot–Depolama–Deşarj (*Elevation–Storage–Discharge*) seçeneğidir. Bu seçenekte kullanıcı, *Paired Data Manager* üzerinden hem bir Depolama–Deşarj eğrisi hem de bir Kot–Depolama eğrisi seçmelidir. Üçüncü seçenek Kot–Alan–Deşarj (*Elevation–Area–Discharge*) seçeneğidir. Bu durumda kullanıcı, *Paired Data Manager* içinden bir Kot–Alan eğrisi ile bir Kot–Deşarj eğrisi seçmelidir. Bu seçenek kullanıldığında program, Konik Formül (*Conic Formula*) yardımıyla Kot–Alan eğrisini otomatik olarak Kot–Depolama eğrisine dönüştürür. Son seçenek Kot–Depolama–Alan–Deşarj seçeneğidir. Bu durumda kullanıcı, *Paired Data Manager* üzerinden bir Depolama–Deşarj eğrisi, bir Kot–Depolama eğrisi ve bir Kot–Alan eğrisi seçmelidir. Hangi seçenek seçilirse seçilsin, öteleme işlemi her zaman yalnızca Depolama–Deşarj eğrisi kullanılarak gerçekleştirilir. Depolama–Deşarj eğrisi kullanılarak öteleme tamamlandıktan sonra, program seçilen depolama yöntemine bağlı olarak her bir zaman adımı için su kotunu ve su yüzeyi alanını hesaplar.

Kot–Depolama–Deşarj, Kot–Alan–Deşarj ve Kot–Depolama–Alan–Deşarj depolama yöntemleri kullanıldığında enterpolasyon uygulanır. Bu durum, kullanılan Depolama–Deşarj ile Kot–Depolama / Kot–Alan eğrilerinin aynı

bağımsız değişkenleri içermesinin zorunlu olmadığı anlamına gelir. Eğrilerin her birinde aynı depolama değerlerinin bulunması ya da aynı sayıda satıra sahip olmaları gerekmez. Hesaplama sırasında, kullanıcı tarafından seçilen eğriler birleştirilerek; Kot, Depolama, Alan ve Deşarj sütunlarını içeren tek bir öteleme tablosu oluşturulur. Bu tablo, kullanıcının Birincil Eğri (*Primary Curve*) olarak seçtiği eğri temel alınarak başlangıçta yapılandırılır. Kalan sütun(lar), birincil eğri olarak seçilmeyen eğrilerden enterpolasyon yoluyla elde edilir. Son aşamada, oluşturulan birleşik tablo kullanılarak depolama ötelemesi, depolama ve çıkış (deşarj) sütunları esas alınarak gerçekleştirilir. Ardından, hesaplanan depolama değerlerine bağlı olarak su kotu ve yüzey alanı, mümkün olan durumlarda hesaplanır.

Seçilen Depolama Yöntemini tanımlayabilmek için uygun fonksiyonların seçilmesi gerekir. Örneğin, Kot–Depolama–Deşarj yöntemi seçildiğinde, bir Kot–Depolama ve bir Depolama–Deşarj eşlenik veri (*paired data*) fonksiyonunun seçilmesi zorunludur. Uygun seçim listeleri, Depolama Yöntemi seçim listesinin hemen altında görüntülenir. Gerekli olan tüm eşlenik veri fonksiyonlarının, rezervuarda kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içerisinde tanımlanmış olması gerekir. Her bir seçim listesinde uygun fonksiyon seçilmelidir. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine tıklanarak bir seçici (*chooser*) kullanılabilir. Bu seçici, ilgili türdeki tüm eşlenik veri fonksiyonlarını görüntüler. Bir fonksiyona tıklanarak açıklaması (*description*) incelenebilir.

Başlangıç Koşulu

Başlangıç Koşulu, simülasyonun başında rezervuardaki depolama miktarını belirler. Bu nedenle en basit seçenek, rezervuardaki depolamayı su hacmi olarak tanımlamaktır. Kolaylık sağlamak amacıyla başka seçenekler de sunulmaktadır. Giriş=Çıkış (*Inflow=Outflow*) yöntemi, simülasyon başındaki rezervuara gelen akımı esas alır ve Depolama–Deşarj eğrisi kullanılarak, aynı debiyi rezervuardan çıkış olarak sağlamak için gerekli depolama miktarını belirler. Bazı depolama yöntemleri, Kot (*Elevation*) değerinin başlangıç koşulu olarak tanımlanmasına izin verir. Bu durumda, kullanıcı tarafından sağlanan kot değeri kullanılarak, Kot–Depolama eğrisi üzerinden depolama değeri enterpolasyon ile hesaplanır. Diğer depolama yöntemleri ise, Debi (*Discharge*) değerinin başlangıç koşulu olarak tanımlanmasına izin verir. Bu durumda, depolama değeri Depolama–Deşarj eğrisi üzerinden **e**nterpolasyon ile belirlenir. Başlangıç koşulu seçenekleri, seçilen depolama yöntemine bağlıdır ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 9.1 Çıkış Eğrisi Ötelemesi Yöntemi ile Kullanılan Depolama Yöntemlerinde Mevcut Başlangıç Koşulu Seçenekleri

Depolama Yöntemi	Başlangıç Koşulu Seçenekleri
Depolama–Deşarj (*Storage–Discharge*)	Debi (*Discharge*), Depolama (*Storage*) ve Giriş=Çıkış (*Inflow=Outflow*)
Kot–Depolama–Deşarj (*Elevation–Storage–Discharge*)	Debi (*Discharge*), Depolama (*Storage*), Kot (*Elevation*) ve Giriş=Çıkış (*Inflow=Outflow*)
Kot–Alan–Deşarj (*Elevation–Area–Discharge*)	Debi (*Discharge*), Kot (*Elevation*) ve Giriş=Çıkış (*Inflow=Outflow*)
Kot–Depolama–Alan–Deşarj (*Elevation–Storage–Area–Discharge*)	Debi (*Discharge*), Kot (*Elevation*), Giriş=Çıkış (*Inflow=Outflow*) ve Depolama (*Storage*)

9.3 BELİRLİ SALIM ÖTELEMESİ

Belirli Salım Ötelemesi Yöntemi (*Specified Release Routing Method*), simülasyonun her zaman adımında rezervuardan çıkış debisinin bilindiği rezervuarları modellemek için tasarlanmıştır. Genellikle, çıkış debisinin ya gözlendiği ya da tamamen harici bir karar süreci tarafından belirlendiği durumlarda kullanılır. Bu yöntem, önceden belirlenmiş salımı korurken, rezervuardaki depolamayı Giriş (*Inflow*), Çıkış (*Outflow*) ve Kütle Korunumu (*Conservation of Mass*) ilkelerine göre takip eder. Böylece, simülasyon boyunca rezervuarın depolama seviyesi, belirlenen çıkış debisi ile uyumlu olarak güncellenir.

Depolama Yöntemi

Depolama ilişkisinin belirlenmesi için iki farklı seçenek mevcuttur. Birinci seçenek Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) seçeneğidir. Kullanıcı, *Paired Data Manager*'da mevcut olan Kot–Depolama eğrilerinden birini seçmelidir. Öteleme tamamlandıktan sonra program, her zaman adımı için kot ve depolama değerlerini hesaplar. İkinci seçenek ise Kot–Alan (*Elevation–Area*) seçeneğidir; bu durumda kullanıcı *Paired Data Manager*'da mevcut olan bir Kot–Alan eğrisini seçmelidir. Bu seçimde, program Kot–Alan eğrisini otomatik olarak Konik Formül (*Conic Formula*) kullanarak Kot–Depolama eğrisine dönüştürür. Öteleme tamamlandıktan sonra program, her zaman adımı için kot, yüzey alanı ve depolama değerlerini hesaplar.

Seçilen Depolama Yöntemini tanımlamak için uygun bir fonksiyon seçilmelidir. Örneğin, Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) yöntemi seçilirse, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan uygun bir Kot–Depolama eşleştirilmiş veri (*paired data*) fonksiyonu seçilmesi gerekir. Uygun seçim listesi, Depolama Yöntemi seçim listesinin hemen altında gösterilecektir. Gerekli eşleştirilmiş veri fonksiyonları, rezervuarda kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde tanımlanmış olmalıdır. Her seçim listesinde uygun bir fonksiyon seçilir. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine tıklanarak bir seçici (*chooser*) açılabilir. Bu seçici, ilgili türdeki tüm eşleştirilmiş veri fonksiyonlarını gösterir ve bir fonksiyona tıklayarak açıklaması görüntülenebilir.

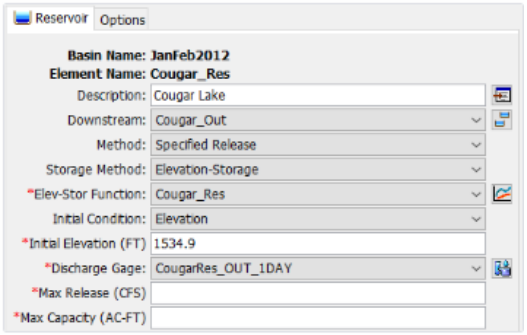
Başlangıç Koşulu

Başlangıç Koşulu (*Initial Condition*), simülasyonun başında rezervuardaki depolama miktarını belirler. Kullanılabilecek seçenekler, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlamak için seçilen depolama yöntemine bağlıdır. Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) yöntemi seçildiğinde, kullanıcı Başlangıç Kotu (*Initial Elevation*) veya Başlangıç Depolaması (*Initial Storage*) seçeneklerinden birini belirleyebilir. Kot–Alan (*Elevation–Area*) yöntemi seçildiğinde ise, kullanıcı Başlangıç Kotu belirtmek zorundadır.

Debi Ölçer Seçimi

Rezervuarın çıkışı için bir Debi Zaman Serisi Ölçer (*Discharge Time-Series Gage*) seçilmelidir. Bu ölçer, simülasyonun her zaman adımı için kullanılacak çıkış debisini kaydetmelidir. Eğer kayıtlarda eksik veri bulunuyorsa ve Havza Modeli seçenekleri eksik verileri otomatik dolduracak şekilde ayarlanmışsa, her eksik veri değeri için sıfır debi kullanılacaktır. Havza Modeli eksik verileri otomatik dolduracak şekilde ayarlanmamışsa, eksik veri simülasyonun durmasına ve bir hata mesajı görüntülenmesine yol açar.

Debi Zaman Serisi Ölçer, *Reservoir Editor* içinde kullanılmadan önce *Time-Series Manager* içinde tanımlanmış olmalıdır. Doğru ölçerin seçimi, rezervuar elemanının Bileşen Editörü üzerinden yapılır. Bileşen Editörüne erişmek için *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinde yer alan *Reservoir Element* simgesine tıklanabilir. Ayrıca, harita açık olduğunda *Basin Map* üzerindeki rezervuar eleman simgesine tıklayarak da Bileşen Editörüne ulaşılabilir.



Şekil 9.1 Reservoir Bileşen Editörü, Belirli Salım Öteleme Yöntemi

Debi Sınır Seçenekleri

Maksimum Salım (*Maximum Release*) ayarı isteğe bağlıdır. Bu değer belirlenirse, simülasyon sırasında zaman serisi ölçer kaydındaki belirli salım, ayarlanan maksimum değeri aştığında bir uyarı mesajı oluşturulur. Rezervuardan her zaman, zaman serisi ölçer tarafından belirlenen salım debisi tahliye edilir; ancak, belirtilen salım maksimum salım değerini aştığında uyarı mesajı görüntülenir.

Maksimum Kapasite (*Maximum Capacity*) ayarı da isteğe bağlıdır. Bu değer belirlenirse, simülasyon sırasında hesaplanan depolama miktarı ayarlanan değeri aştığında bir uyarı mesajı oluşturulur. Depolama, her zaman adımı

için kütle korunumu kullanılarak hesaplanır. Mevcut zaman adımındaki depolama, önceki zaman adımındaki depolama, bu zaman adımındaki giriş hacmi ve belirli çıkış hacmi kullanılarak belirlenir. Hesaplanan depolama, maksimum kapasite değerini aştığında değiştirilmeyecek, ancak uyarı mesajı görüntülenecektir.

9.4 ÇIKIŞ YAPILARI ÖTELEMESİ

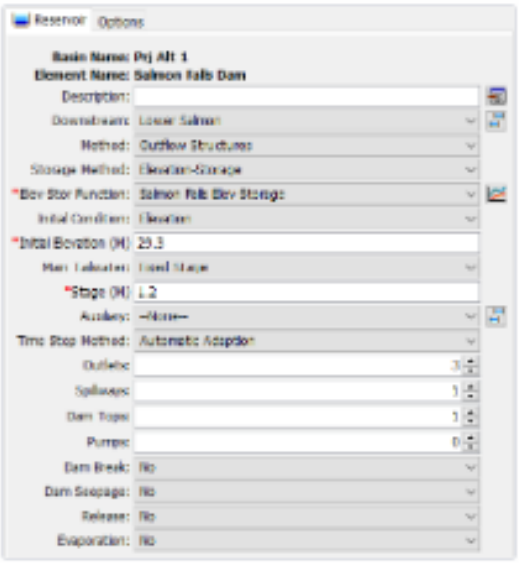
Çıkış Yapıları Öteleme Yöntemi (*Outflow Structures Routing Method*), birden fazla kontrolsüz çıkış yapısına sahip rezervuarları modellemek için tasarlanmıştır. Örneğin, bir rezervuar hem bir taşkın geçişi (*spillway*) hem de birkaç alçak seviyeli çıkış borusuna sahip olabilir. Taşkın geçişlerindeki kapakları dahil etme seçeneği bulunmakla birlikte, *Outflow Structures Routing Method* içinde kapakların kontrolü sınırlıdır. Bununla birlikte, farklı yapıların kontrolsüz çıkışlarına ek olarak bir zaman serisi salım (*time-series release*) ekleme olanağı vardır. Bu ek salımlar, rezervuar için hazırlanmış bir işletme planına dayalı olarak dışsal analizler ile geliştirilebilir. Kapaklı çıkışlar dahil olmak üzere kural tabanlı rezervuar işletmeleri, *Rule-Based Operations Routing* yöntemi kullanılarak simüle edilebilir.

Rezervuarda menfezler (*culverts*) ve pompalar (*pumps*) için ek özellikler, iç göletlerin (*interior ponds*) simülasyonuna olanak tanır. Bu tür rezervuarlar genellikle kentsel taşkın koruma sistemlerinde görülür. Örneğin, küçük bir kentsel dere, bir setin yanında yer alan bir toplama göletine akar ve taşkın suları burada birikir. Ana kanal seviyesi düşük olduğunda, toplama göletindeki su menfezler aracılığıyla ana kanala akabilir. Ana kanal seviyesi yüksek olduğunda ise, suyun set üzerinden pompalarla tahliye edilmesi gerekir.

Depolama Yöntemi

Depolama ilişkisini belirtmek için üç seçenek mevcuttur. Birinci seçenek Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) seçeneğidir. Kullanıcı, *Paired Data Manager*'da mevcut olan Kot–Depolama eğrilerinden birini seçmelidir. Öteleme tamamlandıktan sonra program, her zaman adımı için kot ve depolama değerlerini hesaplar. İkinci seçenek Kot–Alan (*Elevation–Area*) seçeneğidir; bu durumda kullanıcı, *Paired Data Manager*'da mevcut bir Kot–Alan eğrisini seçmelidir. Program, Kot–Alan eğrisini otomatik olarak Konik Formül (*Conic Formula*) kullanarak Kot–Depolama eğrisine dönüştürür. Öteleme tamamlandıktan sonra program, her zaman adımı için kot, yüzey alanı ve depolama değerlerini hesaplar. Üçüncü seçenek olan Kot–Depolama–Alan (*Elevation–Storage–Area*), ilk iki seçeneği birleştirir; bu durumda hem Kot–Depolama hem de Kot–Alan eğrileri seçilmelidir.

Kot–Depolama–Alan (*Elevation–Storage–Area*) yöntemi seçildiğinde enterpolasyon kullanılır. Bu, Kot–Depolama ve Kot–Alan eğrilerinin bağımsız değişkenlerinin eşleşmesine gerek olmadığı anlamına gelir. Eğrilerdeki depolama değerlerinin birbirine uyması veya aynı sayıda satır içermesi zorunlu değildir. Hesaplama sırasında, Kot–Depolama eğrisi birincil eğri *(primary curve)* olarak kullanılır ve Alan, Kot–Depolama eğrisindeki kot değerleri kullanılarak enterpolasyon ile belirlenir. Bu nedenle, Kot–Alan eğrisindeki kot değerlerinin, Kot–Depolama eğrisinde belirtilen minimum ve maksimum kot değerlerini kapsaması veya aşması gerekir. Başka bir deyişle, Kot–Alan eğrisi, Kot–Depolama eğrisini tamamen içermelidir.



Şekil 9.2 Reservoir Bileşen Editörü**,** Çıkış Yapıları Öteleme Yöntemi

Seçilen Depolama Yöntemini (*Storage Method*) tanımlamak için uygun bir fonksiyon seçilmelidir. Örneğin, Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) yöntemi seçilmişse, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan uygun bir Kot–Depolama *paired data* fonksiyonu seçilmelidir. Uygun seçim listesi, Depolama Yöntemi seçim listesinin hemen altında görüntülenecektir. Kullanılacak gerekli *paired data* fonksiyonları, rezervuar içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. Her seçim listesinde uygun bir fonksiyon seçilir. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine tıklanarak bir seçici (*chooser*) açılabilir. Açılan pencerede, ilgili türdeki tüm *paired data* fonksiyonları listelenir. Bir fonksiyona tıklayarak açıklama görüntülenebilir.

Başlangıç Koşulu

Başlangıç Koşulu (*Initial Condition*), simülasyonun başında rezervuardaki depolama miktarını belirler. Bu nedenle, en basit seçenek, rezervuardaki su hacmi olarak Depolama (*Storage*) değerini belirtmektir. Kullanım kolaylığı açısından diğer seçenekler de mevcuttur. Giriş=Çıkış (*Inflow = Outflow*) yöntemi, simülasyonun başındaki rezervuara gelen girişi alır ve bu çıkışı sağlayacak havuz kotunu (*pool elevation*) belirler. Daha sonra bu kot, Kot–Depolama (*Elevation–Storage*) eğrisinde karşılık gelen depolama değerini belirlemek için kullanılır. Havuz Kotu (*Pool Elevation*) yöntemi de başlangıç koşulu olarak seçilebilir. Bu durumda, kullanıcı tarafından verilen kot değeri, Kot–Depolama eğrisinden enterpolasyon ile depolama değerini belirlemek için kullanılır. Başlangıç koşulu seçenekleri, seçilen Depolama Yöntemine (*Storage Method*) bağlıdır ve aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 9.2 Outlet Structures Routing Method ile Kullanılan Farklı Depolama Yöntemleri İçin Mevcut Başlangıç Koşulu Seçenekleri

Depolama Yöntemi	Mevcut Başlangıç Koşulları
Kot–Depolama (*Elevation–Storage*)	Kot, depolama, giriş = çıkış (*Elevation, Storage, Inflow = Outflow*)
Kot–Alan (*Elevation–Area*)	Kot, giriş = çıkış (*Elevation, Inflow = Outflow*)

Kuyruk Suyu Yöntemi

Seçilen Kuyruk Suyu Yöntemi (*Tailwater Method*), rezervuarın bir parçası olarak tanımlanan bireysel yapılar için suya batma (*submergence*) durumunun nasıl hesaplanacağını belirler. Bir yapı suya battığında, yapıdan geçen debi, yapının fiziksel özelliklerine ve her zaman adımı için belirlenen kuyruk suyu kotuna *(tailwater elevation*) göre azalır. Rezervuarın tüm yapıları için yalnızca bir kuyruk suyu yöntemi seçilebilir ve seçilen yöntem, rezervuarın tüm çıkış yapıları için uygulanır.

Hiç Varsayma (*Assume None*) yöntemi, rezervuarın kuyruk suyunun rezervuar çıkış debisini etkilemediği durumlarda kullanılır.

Rezervuar Ana Deşarj Yöntemi (*Reservoir Main Discharge Method*), genellikle akarsu yatağını kaplayan ve aşağı kaynaklardan geri su (*backwater*) etkilenmeyen rezervuarlar için kullanılır. Bu durumda, rezervuar altındaki kuyruk suyu yalnızca rezervuarın deşarjlarından kaynaklanır. Rezervuar çıkışını kot değerine çevirmek için kot–deşarj (*elevation–discharge*) *paired data* fonksiyonu ile tanımlanmış bir değerlendirme eğrisi (*rating curve*) seçilmelidir. Kot–deşarj fonksiyonu, rezervuar içinde kullanılmadan önce tanımlanmış olmalıdır. Uygun fonksiyonu seçim listesinden seçebilir veya seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine tıklayarak açılan seçici (*chooser*) yardımıyla fonksiyonu belirleyebilirsiniz. Değerlendirme eğrisi, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan fonksiyonla aynı düşey seviyede (*vertical datum*) belirtilmelidir.

Ana Deşarj Aşağısı Yöntemi (*Downstream of Main Discharge Method*), genellikle içsel bir gölet (*interior pond*) veya pompa istasyonu temsil eden rezervuarlar için kullanılır ve rezervuar çıkışı, aşağı akım kotunu önemli ölçüde etkiler. Bu durumda, rezervuar çıkışı, rezervuarın altındaki elemanın diğer tüm giriş debileri ile birleştirilir. Bu birleşik giriş debisi, rezervuar kuyruk suyu kotunu *(tailwater stage*) belirlemek için bir değerlendirme eğrisi (*rating curve*) ile birlikte kullanılır. Değerlendirme eğrisi için kullanılan kot–deşarj (*elevation–discharge*) fonksiyonu, rezervuarda kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. Uygun fonksiyonu seçim listesinden seçebilir veya seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine tıklayarak açılan seçici (*chooser*) yardımıyla belirleyebilirsiniz. Değerlendirme eğrisi, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan fonksiyonla aynı düşey seviyede (*vertical datum*) belirtilmelidir.

Belirlenmiş Kot Yöntemi (*Specified Stage Method*), genellikle içsel bir gölet (*interior pond*) veya pompa istasyonu temsil eden rezervuarlar için kullanılır ve rezervuar çıkışı, aşağı akım kotunu minimum düzeyde etkiler. Bu durumda, rezervuar çıkışı, bir kot zaman serisi (*stage time-series gage*) ile belirtilen kot değerine göre suya batma

(*submergence*) etkisi dikkate alınarak ayarlanır. Kot zaman serisi, rezervuar içinde kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. Uygun kot zaman serisi seçim listesinden seçilebilir veya seçim listesinin yanındaki *Gage Data* düğmesine tıklayarak açılan seçici (*chooser*) ile belirlenebilir. Kot, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan fonksiyonla aynı düşey seviyede (*vertical datum*) belirtilmelidir.

Sabit Kot Yöntemi (*Fixed Stage Method*), genellikle içsel bir gölet veya pompa istasyonu temsil eden rezervuarlar için kullanılır. Simülasyonun tüm zaman adımları için aynı kot kullanılır ve rezervuar çıkışı, belirtilen kot değerine göre suya batma etkisi dikkate alınarak ayarlanır.

Yardımcı Deşarj Konumu

Tüm rezervuarların, aşağı akıma yönelen ana bir deşarjı (*primary discharge*) vardır. Rezervuar çıkış yapıları, taşkın geçişleri (*spillways*) ve diğer yapılar aracılığıyla su, rezervuardan çıkarak bir kanal sistemine girer. Ancak bazı rezervuarların, ana deşarjına ek olarak Yardımcı Deşarjı (*Auxiliary Discharge*) da bulunabilir. Yardımcı Deşarj Konumu *(Auxiliary Discharge Location)* üzerinden çıkan su, ana deşarjın girdiği kanal ile aynı kanala girmez. Yardımcı deşarj, örneğin bir acil taşkın geçişi (*emergency spillway*) olabilir ve suyu ikincil bir kanala yönlendirerek sonunda ana kanal sistemine aktarabilir. Ayrıca yardımcı deşarj, kentsel tüketim için su çekimi veya tarımsal sulama kanalı olarak da kullanılabilir.

Rezervuara eklenen her yapı, ana (*Main*) veya yardımcı (*Auxiliary*) yönde deşarj yapacak şekilde atanabilir. Varsayılan olarak, bir yapı ana yönde deşarj yapacak şekilde ayarlanmıştır. İsteğe bağlı olarak, bir veya daha fazla çıkış yapısı yardımcı yönde deşarj yapacak şekilde ayarlanabilir. Hem ana hem de yardımcı deşarj konumları için ayrı kuyruk suyu (*Tailwater*) yöntemleri kullanılır. Eğer yardımcı deşarj kullanılacaksa, bu konum için uygun bir *Tailwater* yöntemi seçilmelidir. *Tailwater* yöntemi seçimi, iki yön için bağımsızdır; yani ana ve yardımcı konumlar için aynı veya farklı yöntemler seçilebilir. *Tailwater* yöntemi için bir değerlendirme eğrisi (*rating curve*) kullanılıyorsa, bu eğri yalnızca seçildiği konum için uygun olmalıdır.

Zaman Adımı Kontrolü

Outflow Structures Routing Yöntemi, Otomatik Uyarlanabilir Zaman Adımı (*Automatic Adaption Time Step*) kullanır. Kontrol Şartları (*Control Specifications*) bölümünde belirtilen zaman adımı, rezervuar havuz kotunun yavaş değiştiği dönemlerde simülasyon sırasında kullanılır. Ancak, havuz kotunun hızlı değiştiği durumlarda, örneğin bir baraj kırılması sırasında, daha kısa bir zaman adımı kullanılır. Otomatik Uyarlanabilir Zaman Adımı Yöntemi, havuz kotu, depolama ve çıkış debisinin değişim hızlarına göre uygun bir zaman aralığını otomatik olarak seçer. Sonuçlar her zaman Kontrol Şartları bölümünde belirtilen zaman adımında hesaplanır. Bu zaman aralıkları arasındaki adaptif adımlar yalnızca çözümün elde edilmesinde dahili olarak kullanılır; daha sonra saklanmaz veya görüntülenmez. Otomatik Uyarlanabilir Zaman Adımı Yöntemi, havuz kotu ve çıkış debisi için çok doğru sonuçlar verir; ancak, bu yöntemin hesaplamaları tamamlamak için çok daha fazla işlem yapması gerekebilir. Özellikle uzun simülasyon sürelerine sahip ön simülasyonlar için, algoritmanın adaptif zaman adımı

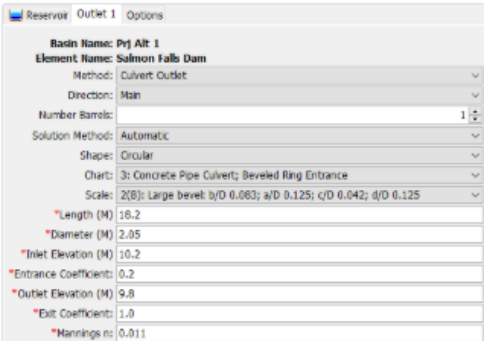
kısmını devre dışı bırakmak avantajlı olabilir. Bu, *Reservoir Component Editor* içinde, *Simulation Interval* zaman adımı yöntemi seçilerek yapılabilir. Kısa süreli simülasyonlar veya uzun süreli nihai simülasyonlar, en yüksek doğruluk için Otomatik Uyarlanabilir Zaman Adımı Yöntemi kullanmalıdır.

Çıkışlar

Çıkışlar (*Outlets*), *Outflow Structures Routing* Yöntemi kullanılarak rezervuarlara eklenebilir. Çıkışlar genellikle barajın dibine yakın konumlanan ve suyun kontrollü bir şekilde tahliye edilmesini sağlayan yapıları temsil eder. Bu yapılar sıklıkla yerçekimi çıkışları (*gravity outlets*) olarak adlandırılır, çünkü yalnızca rezervuardaki su kotu, kuyruk suyu kotundan yüksek olduğunda suyu tahliye edebilirler. Rezervuar içine en fazla 20 bağımsız çıkış eklenebilir. Dahil etmek istediğiniz çıkış sayısını seçmeniz gerekir. Seçilen çıkış sayısına göre, *Watershed Explorer* içindeki rezervuar simgesine bir *Outlets* klasörü ve her çıkış için bir simge eklenir. Parametre verilerini girmek için, *Outlets* klasörünü genişletip her bir çıkış simgesine tıklamanız gerekir. Bir çıkış üzerinden deşarjı hesaplamak için iki farklı yöntem kullanılabilir: Kanal (*Culvert*) veya Orifis (*Orifice*) yöntemi.

Menfez Çıkışı

Menfez Çıkışı (*Culvert Outlet*), farklı kesit şekillerine sahip bir menfezden kısmen dolu veya tamamen batmış akışı geçirmeye olanak tanır. Bu, giriş kontrolü ile akışı veya çıkış kontrolünü dikkate alabilir. Tipik bir menfez çıkışı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 9.3 Menfez Yöntemi ile Çıkış Bileşeni Düzenleyicisi

Menfez çıkışı (*Culvert Outlet*), farklı kesit şekillerine sahip bir menfezden kısmen dolu veya tamamen batmış akışı geçirmeye olanak tanır. Bu, giriş kontrolü ile akışı veya çıkış kontrolünü dikkate alabilir. Tipik bir menfez çıkışı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Menfez için bir çözüm yöntemi seçilmelidir: Giriş Kontrolü (*Inlet Control*), Çıkış Kontrolü (*Outlet Control*) veya Otomatik (*Automatic*). Eğer simülasyon boyunca menfez çıkışının her zaman rezervuardaki yüksek su seviyesi tarafından kontrol edileceği biliniyorsa, Giriş Kontrolü seçilebilir. Benzer şekilde, menfez çıkışının her zaman arka su seviyesi (*tailwater*) tarafından kontrol edileceği biliniyorsa, Çıkış Kontrolü seçilebilir. Genel olarak, en iyi seçenek Otomatik Kontroldür; program, kontrolü sağlayan giriş veya

çıkış koşulunu otomatik olarak belirleyecektir. Menfez bileşen düzenleyicisinde, çözüm yöntemi seçildikten sonra menfez parametreleri uygun şekilde girilebilir.

Menfez için Aynı Varil Sayısı (*Number of Identical Barrels*) seçilmelidir. Bu, tüm parametreleri aynı olan birden fazla menfez çıkışını tanımlamak için kullanılabilir. Maksimum 10 adet aynı varil tanımlanabilir.

Şekil (*Shape*), menfezin kesit şekli olarak seçilir: Kemer (*Arch*), Dikdörtgen (*Box*), Dairesel (*Circular*), Kon-Span (*Con-Span*), Eliptik (*Elliptical*), Yüksek Profil Kemer (*High-Profile Arch*), Alçak Profil Kemer (*Low-Profile Arch*), Boru Kemer (*Pipe Arch*) veya Yarım Daire (*Semi-Circular*). Seçilen şekil, Bileşen Düzenleyicisinde girilmesi gereken diğer bazı parametreleri belirleyecektir. Gerekli parametreler, önceki şekilde gösterilmiştir.

Tablo (*Chart*), *FHWA* (*Federal Highway Administration*) tablo tanımlama numarasını belirtir. Sadece seçilen şekle uygulanabilen tablolar seçim listesinde gösterilecektir (önceki şekilde gösterilmiştir).

Ölçek (*Scale*), *FHWA* ölçek tanımlama numarasını belirtir. Sadece seçilen tablo numarasına uygulanabilen ölçekler seçim listesinde gösterilecektir.

Menfezin Uzunluğu (*Length*) belirtilmelidir. Bu, menfezin toplam uzunluğu olup, giriş veya çıkışta olabilecek çıkıntılar da dahil edilmelidir.

Giriş Yüksekliği (*Inlet Elevation*), menfezin giriş tarafındaki taban seviyesinin (*invert elevation*) yüksekliği olarak tanımlanmalıdır. Giriş tarafı her zaman rezervuar havuzunda varsayılır. Bu yükseklik, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan veri fonksiyonları ile aynı düşey seviyede ölçülmelidir.

Giriş Katsayısı (*Entrance Coefficient*), suyun menfez girişine hareket ederken yaşadığı enerji kaybını tanımlar. Değerler 0,2 ile 1,0 arasında olabilir.

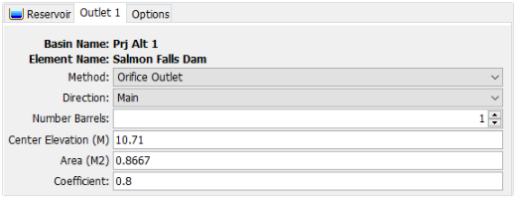
Çıkış Katsayısı (*Exit Coefficient*), suyun menfez çıkışından ayrılırken genişlemesi sonucu oluşan enerji kaybını tanımlar. Tipik olarak bu değer 1,0'dır.

Çıkış Yüksekliği (*Outlet Elevation*), menfezin çıkış tarafındaki taban seviyesinin (*invert elevation*) yüksekliği olarak belirtilmelidir. Çıkış tarafı her zaman rezervuarın arka su seviyesi (*tailwater*) içinde varsayılır. Bu yükseklik, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan veri fonksiyonları ile aynı düşey seviyede ölçülmelidir.

Menfezin iç yüzeyinin pürüzlülüğünü tanımlayan bir *Manning n* değeri girilmelidir. Bu aşamada, menfezin tüm uzunluğu boyunca, ayrıca tüm üst, yan ve taban yüzeyleri için aynı n değeri kullanılmalıdır.

Orifis Çıkışı

Orifis Tipi Çıkış (*Orifice Outlet*), çıkışta yeterli su altında kalma (*submergence*) koşulları sağlandığında orifis akışı koşullarının geçerli olacağını varsayar. Bu, yalnızca kısmen dolu akışı temsil edebilecek çıkışlar için kullanılmamalıdır. Yapının girişi, her zaman çapın en az 0,2 katı derinlikte suyla batırılmış olmalıdır. Tipik bir Orifis Çıkış düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 9.4 Orifis Çıkış Düzenleyicisi

Menfez çıkışı için Varil Sayısı (*Number of Barrels*) seçilmelidir. Bu, tüm parametreleri aynı olan birden fazla menfez çıkışını tanımlamak için kullanılabilir. Maksimum 10 adet aynı varil tanımlanabilir.

Merkez Yüksekliği (*Center Elevation*), kesit alanının merkezini belirtir. Bu yükseklik, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan veri fonksiyonları ile aynı düşey seviyede ölçülmelidir. Bu değer, çıkıştaki baş (*head*) hesaplamalarında kullanılır; dolayısıyla rezervuar havuz seviyesi bu belirtilen yüksekliğin üzerine çıkmadıkça akış gerçekleşmeyecektir.

Kesit Akış Alanı (*Cross-Sectional Flow Area*) belirtilmelidir. Orifis varsayımları, akış alanının şekline bağlı değildir.

Boyutsuz Deşarj Katsayısı (*Discharge Coefficient*) girilmelidir. Bu parametre, suyun rezervuardan çıkış sırasında yaşadığı enerji kaybını tanımlar.

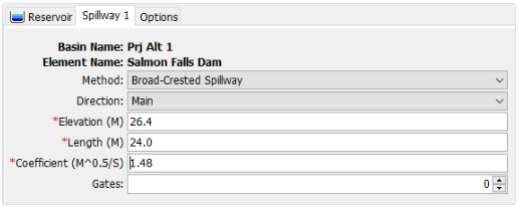
Savaklar- Taşkın Geçidi

Rezervuarlarda savaklar, *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak modele dahil edilebilir. Savaklar genellikle barajın tepe kotunda yer alan ve suyun kontrollü bir şekilde baraj üzerinden geçmesini sağlayan yapılardır. Bir rezervuara en fazla 10 adet bağımsız savak tanımlanabilir. Dahil etmek istenilen savak sayısını seçilir. Ayrıca dahil etmek istenilen çıkış sayısı seçilir. Seçim yapıldığında, *Watershed Explorer* içinde Rezervuar simgesinin altında, her bir savak için simgeler içeren bir *Spillways* klasörü oluşturulur. Parametre verilerini girebilmek için *Spillways* klasörünü genişletmek ve ilgili savak simgesine tıklamak gerekir. Bir savaktan geçen debinin hesaplanması için üç farklı yöntem bulunmaktadır: *Broad-Crested, Ogee* ve *User Specified*. Broad-Crested ve *Ogee* yöntemlerinde isteğe bağlı olarak kapak (*gate*) tanımlanabilir. Kapak tanımlanmadığı durumda, savaktan geçen akım serbesttir. Kapaklar dahil edildiğinde ise savaktan geçen akım kapaklar tarafından kontrol edilir. Bir savakta en fazla 10 adet bağımsız kapak tanımlanabilir.

Geniş Kretli Savak

Geniş Kretli Savak (*Broad-Crested Spillway*), savak akımı (*weir flow*) varsayımlarına göre rezervuarın üst kotundan kontrollü akıma izin verir. Tipik bir *Broad-Crested Spillway* düzenleyici aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Savak için Kret Kotunun (*Crest Elevation*) tanımlanması zorunludur. Bu kot, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarda kullanılan düşey referans sistemi (*vertical datum*) ile aynı olmalıdır.



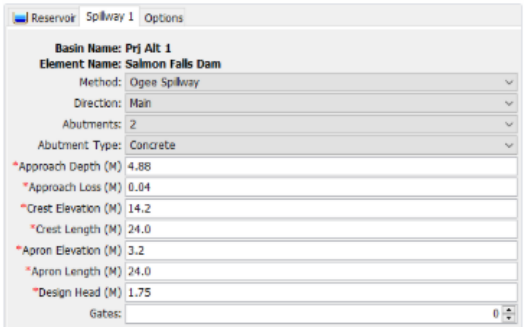
Şekil 9.5 Broad-Crested Yöntemi Seçili Olan Savak Bileşeni Düzenleyicisi

Savak için Uzunluk (*Length*) değeri tanımlanmalıdır. Bu değer, suyun geçtiği toplam genişliği ifade eder.

Debi Katsayısı (*Discharge Coefficient*), suyun savağa girişi sırasında, savak boyunca akışı esnasında ve savaktan çıkışı sırasında meydana gelen enerji kayıplarını temsil eder. Savak geometrisine bağlı olarak tipik değerler SI birim sisteminde 1,10 ile 1,66**,** ABD geleneksel birim sisteminde (*US Customary*) ise 2,0 ile 3,0 arasında değişmektedir.

Ogee Savak

Ogee Savak (*Ogee Spillway*), savak akımı (*weir flow*) varsayımlarına göre rezervuarın üst kotundan kontrollü akıma izin verir. Ancak, savak akımı denkleminde kullanılan debi katsayısı, yukarı havza enerji yükünün (*upstream energy head*) tasarım yükünün (*design head*) üzerinde veya altında olmasına bağlı olarak otomatik olarak ayarlanır. Tipik bir *Ogee Spillway* düzenleyicisi (*editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 9.6 Ogee Yöntemi Seçilmiş Savak Bileşeni Düzenleyicisi

Ogee savak, Beton (*Concrete*) veya Toprak (*Earthen*) mesnetlerle (*abutments*) tanımlanabilir. Bu mesnetler, savak kretinin üstünde, savak yanlarında bulunan baskın yapı malzemesini temsil etmelidir. Seçilen malzeme, suyun savaktan geçişi sırasında oluşan enerji kayıplarının ayarlanmasında kullanılır. Bir rezervuardaki savak ya da savakların kavramsal olarak nasıl temsil edildiğine bağlı olarak, savakta bir, iki ya da hiç mesnet bulunmayabilir.

Ogee savağın, suyu ana rezervuardan savağa ileten bir Yaklaşım Kanalına (*Approach Channel*) sahip olduğu varsayılır. Böyle bir yaklaşım kanalı mevcutsa, Kanal Derinliği (*Depth of the Channel*) ile ana rezervuar ile savak arasında meydana gelen Enerji Kaybı (*Energy Loss*) tanımlanmalıdır. Eğer bir yaklaşım kanalı yoksa, Kanal Derinliği, savak kret kotu ile rezervuar taban kotu arasındaki fark olarak alınmalı ve Enerji Kaybı sıfır olarak tanımlanmalıdır.

Savak için Kret Kotunun (*Crest Elevation*) girilmesi zorunludur. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Savak için Kret Uzunluğu (*Crest Length*) tanımlanmalıdır. Bu değer, suyun geçtiği toplam genişliği ifade eder.

Apron Kot (*Apron Elevation*), Ogee savak yapısının taban kotunu belirtir. Bu değerde, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde ölçülmelidir.

Apron Genişliği (*Apron Width*) tanımlanmalıdır. Bu değer, savağın tabanının toplam genişliğini ifade eder.

Tasarım Yükü (*Design Head*), savak için tasarlanmış toplam enerji yüksekliğini (*total energy head*) belirtir. Savak üzerindeki su yüksekliği tasarım yükünden farklı olduğunda, debi katsayısı (*discharge coefficient*) otomatik olarak hesaplanır.

Belirlenmiş Savak

Kullanıcı Tanımlı Savak (*User-Specified Spillway*), Broad-Crested veya Ogee savak varsayımlarıyla temsil edilemeyen akım karakteristiklerine sahip savakları modellemek için kullanılabilir. Kullanıcı, savaktan geçen debiyi rezervuar su kotuna bağlı olarak gösteren bir kot–debi (*elevation–discharge*) eğrisi oluşturmalıdır. Şu anda, savak debisine batma (*submergence*) etkilerini dahil etme imkânı yoktur. Bu nedenle, *User-Specified* savak yöntemi, sadece aşağı havzadaki su seviyesi (*tailwater stage*) savak debisini etkilemediği rezervuarlar için kullanılmalıdır. Tipik bir *User-Specified Spillway* düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 9.7 Kullanıcı Tanımlı Yöntem Seçilmiş Savak Bileşeni Düzenleyicisi

Savaktan geçen akımı tanımlayan Debi Eğrisi (*Rating Curve*), *Paired Data Manager* içinde bir kot–debi (*elevation–discharge*) fonksiyonu olarak oluşturulmalıdır. Bu fonksiyon, programın dışında ileri savak hidrolikleri veya deneysel veriler kullanılarak hesaplanmalıdır. Debi eğrisi, seçim listesinden (*selection list*) seçilir. İstenirse, seçim listesinin yanındaki *paired data* butonuna tıklayarak bir seçici (*chooser*) de kullanılabilir. Seçici açıldığında, o türdeki tüm *paired data* fonksiyonları görüntülenir ve bir fonksiyona tıklayarak açıklaması incelenebilir.

Savak Kapakları

Savak Kapakları (*Spillway Gates*), bir savak konfigürasyonunu tanımlarken isteğe bağlı olarak eklenebilir. Kapaklar, hem Geniş Kretli (*Broad-Crested*) hem de Ogee savaklara dahil edilebilir.

Bir savak için kullanılacak kapak sayısı, Savak Düzenleyicisi (*Spillway Editor*) üzerinden belirlenir. Her bir kapak için bir *ikon*, *Watershed Explorer*'daki ilgili savak ikonuna eklenir. Parametreleri girebilmek için bireysel kapak ikonuna tıklamak gerekir.

Kontrollü savaktan (*gated spillway*) debi hesaplamak için iki farklı yöntem bulunmaktadır: *Sluice* veya *Radial*. Her iki yöntemde de aynı özelliklere sahip birden fazla kapak birimi (*identical unit*) tanımlanabilir; her bir birim, kapak kontrolü de dahil olmak üzere tam olarak aynı parametrelere sahiptir.

Savak Kapaklarını Kontrol Etme

Bir savaktaki kapakları tanımlamanın önemli bir kısmı, her bir kapağın nasıl çalıştırılacağını (operasyonunu) belirlemektir. Bir kapağın sadece belirli bir miktar açılıp daha sonra hiç değiştirilmemesi nadir bir durumdur. Genellikle kapaklar, rezervuar su seviyesini hedef değerlerde tutmak için düzenli olarak değiştirilir; bu hedefler çoğunlukla rezervuar işletme talimatlarında (*reservoir regulation manual*) mevsimsel olarak belirlenir. Bazı durumlarda ise kapak operasyonu, taşkınları önlemek veya diğer özel koşullara uyum sağlamak amacıyla değiştirilebilir.

Savak kapakları için üç farklı kontrol yöntemi mevcuttur: Sabit Açıklık (*Fixed Opening*), Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*) ve Yüzde Zaman Serisi (*Percent Time Series*).

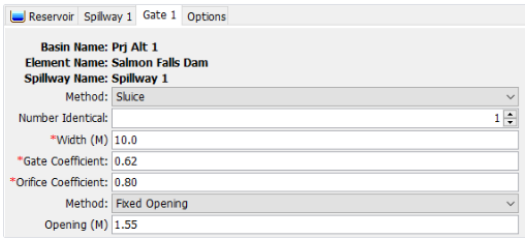
Sabit Açıklık (*Fixed Opening*): Bu yöntem, kapak için tek bir ayarı destekler. Savak ile kapağın alt kısmı arasındaki mesafe Açıklık (*Opening*) olarak tanımlanır. Aynı ayar, tüm simülasyon süresi boyunca kullanılır.

Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*): Bu yöntem, bir *Percent Pattern Paired Data* eğrisi ile tanımlanır. Eğri, kapak açıklıklarının maksimum değere göre yüzdesini gösterir. Kapak ayarları, yılın günü (*day of the year*) baz alınarak belirlenir ve simülasyon süresi boyunca her yıl için tekrar edilir.

Yüzde Zaman Serisi (*Percent Time Series*): Bu yöntem, bir *Percent Gage Time Series* ile tanımlanır. Kapak açıklıkları, zaman serisi bazında yüzdelik değerlerle belirlenir; yıllık desene bağlı değildir.

Sürgülü Kapak

Sürgülü Kapak (*Sluice Gate*), savaktaki akımı kontrol etmek için dikey düzlemde yukarı ve aşağı hareket eder. Su, kapak üzerinden değil, kapak altından geçer. Bu nedenle bu kapak türüne dikey kapak (*vertical gate*) veya alt akış kapak (*underflow gate*) da denir. Tipik bir Sluice Gate düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 9.8 Savaklar için Sluice Kapak Bileşeni Düzenleyicisi

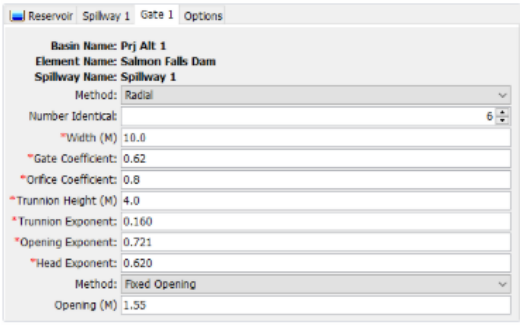
Sürgülü Kapak (*Sluice Gate*) için: Kapak Genişliği (*Width*) tanımlanmalıdır. Bu değer, bireysel bir kapağın toplam genişliği olarak girilmelidir.

Kapak Katsayısı (*Gate Coefficient*), suyun kapak altından geçerken oluşan enerji kayıplarını ifade eder. Tipik değerler, kapağın geometrisi ve konfigürasyonuna bağlı olarak 0,5 ile 0,7 arasındadır.

Delik Katsayısı (*Orifice Coefficient*), suyun kapak altından geçerken ve *tailwater* (arka su seviyesi) yeterince batmış olduğunda oluşan enerji kayıplarını tanımlar. Katsayının tipik değeri 0,8'dir.

Radyal Kapak

Radyal Kapak (*Radial Gate*), savak üzerinde dönerek hareket eder ve su, kapak üzerinden değil, kapak altından geçer. Bu kapak türüne aynı zamanda *Tainter Gate* de denir. Tipik bir *Radial Gate* düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 9.9 Savaklar için Radyal Kapak Bileşeni Düzenleyicisi

Radyal kapak (*Radial Gate*) için, her bir kapağın toplam genişliği (*Width***)** tanımlanmalıdır.

Kapak katsayısı (*Gate Coefficient*), suyun kapak altından geçerken oluşan enerji kayıplarını gösterir ve genellikle 0,5–0,7 arasındadır.

Delik katsayısı (*Orifice Coefficient*), arkadaki su seviyesi yeterince batmışsa oluşan enerji kaybını tanımlar; tipik değeri 0,8'dir.

Kapakların dönme noktası *Trunnion* olarak adlandırılır ve *Trunnion*'un savak üzerindeki yüksekliği girilmelidir.

Trunnion Exponent, radial kapağın geometrisinin tanımlanmasında kullanılır; tipik değeri 0,16'dır.

Kapak Açıklık Üssü (*Gate Opening Exponent*), kapak altından geçen akımın hesaplanmasında kullanılır ve tipik değeri 0,72'dir.

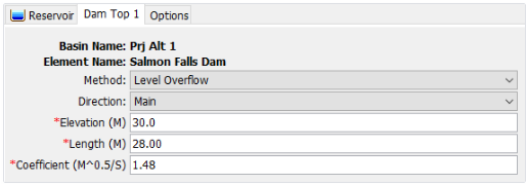
Yükseklik Üssü (*Head Exponent*) ise radyal kapak üzerindeki toplam yükseklik hesaplarında kullanılır; tipik değeri 0,62'dir.

Baraj Tepeleri

Baraj Tepeleri (*Dam Tops*), *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak rezervuarlara dahil edilebilir. Genellikle, barajın üst kısmını, herhangi bir savak üzerindeki kotun üstünde, kontrolsüz taşan suyun geçtiği alanı temsil eder. Bazı durumlarda, acil durum savaklarını (*emergency spillway*) temsil edebilir. Bir rezervuara en fazla 10 bağımsız baraj tepesi (*independent dam tops*) eklenebilir. Eklenmek istenilen baraj tepesi sayısı seçilir. Her bir baraj tepesi için bir *ikon, Watershed Explorer*'daki rezervuar ikonuna eklenir. Parametreleri girebilmek için *Dam Tops* klasörü açılıp bireysel dam top ikonuna tıklamak gerekir. Baraj tepesi üzerinden akımı hesaplamak için iki yöntem bulunmaktadır: Seviye (*Level*) ve Seviye Olmayan (*Non-Level*).

Seviye Baraj Tepesi

Seviye Baraj Tepesi (*Level Dam Top*), baraj üzerinden akan akımın Geniş Kretli Savak (*Broad-Crested Weir*) olarak temsil edilebileceğini varsayar. Hesaplamalar, temel olarak *Broad-Crested Spillway* ile aynıdır. Bu yapıların ayrı olarak tanımlanmasının nedeni, çoğunlukla rezervuar yapılarının kavramsal temsilidir. Tipik bir *Level Dam Top* aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 9.10 Seviye Taşma Yöntemi Seçilmiş Baraj Tepesi Bileşeni Düzenleyicisi

Baraj Tepesi (*Dam Top*) için: Kret Kotunun (*Crest Elevation*) girilmesi zorunludur. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik *(paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Baraj Tepesi Uzunluğu (*Length*) tanımlanmalıdır. Bu, suyun geçtiği toplam genişlik olup, varsa savakların kapladığı alan dahil edilmez.

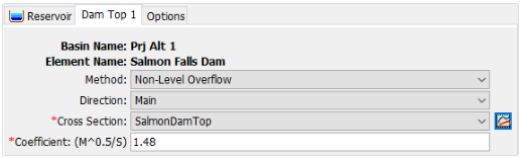
Debi Katsayısı (*Discharge Coefficient*), suyun baraj tepesine yaklaşırken ve tepeden akarken oluşan enerji kayıplarını hesaba katar. Baraj tepesinin şekline bağlı olarak tipik değerler 1,10–1,66 SI birimlerinde (2,0–3,0 US birimlerinde) değişir.

Seviye Olmayan Baraj Tepesi

Seviye Olmayan Baraj Tepesi (*Non-Level Dam Top*), barajın tepesinin sekiz adet istasyon–kot (*station–elevation*) çifti ile tanımlanan bir kesitle iyi temsil edilebileceğini varsayar. Kesitin her bir segmenti için ayrı bir akım hesabı yapılır ve her segment için Geniş Kretli Savak (*Broad-Crested Weir*) varsayımları uygulanır. Tipik bir *Non-Level Dam Top* aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Barajın tepesinin şeklini mesnetten mesnete kadar tanımlayan bir kesit (*Cross Section*) seçilmelidir; bu kesit, basitleştirilmiş sekiz noktalı bir şekle sahip olmalıdır. Kesit, barajın bir parçası olan savakları içermemelidir. Savaklar arasındaki farklı baraj tepesi bölümlerini temsil etmek için birden fazla dam top kullanmak gerekebilir. Kesit, baraj tepesinden simülasyon sırasında karşılaşılacak maksimum su seviyesi kotuna kadar uzanmalıdır. Kesit, *Reservoir Element* içinde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır.

Debi Katsayısı (*Discharge Coefficient*), suyun baraj tepesine yaklaşırken ve tepeden akarken oluşan enerji kayıplarını hesaba katar. Bu katsayı, baraj tepesindeki tüm segmentler için aynıdır. Baraj tepesinin şekline bağlı olarak tipik değerler *2,6–4,0* arasında değişir.



Şekil 9.11 Seviye Olmayan Taşma Yöntemi Seçilmiş Baraj Tepesi Düzenleyicisi

Pompalar

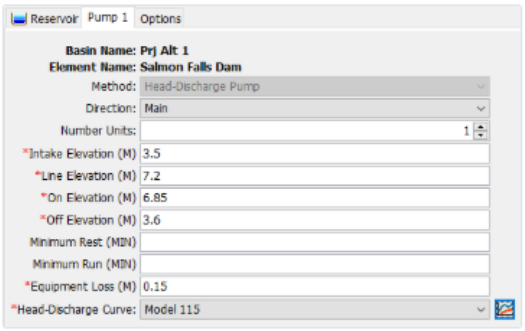
Pompalar (*Pumps*), *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak rezervuarlara dahil edilebilir. Genellikle, iç göletlerde veya pompa istasyonlarında bulunurlar ve yalnızca yerçekimi çıkışları yeterli olmadığında, suyu rezervuardan alıp kuyruk suyuna (*tailwater*) iletmek için kullanılırlar.

Bir rezervuara en fazla 10 bağımsız pompa (*independent pumps*) eklenebilir. Eklemek istenilen pompa sayısı seçilir. Her bir pompa için bir ikon, *Watershed Explorer*'daki rezervuar ikonuna eklenir. Parametreleri girebilmek için *Pumps* klasörü açılıp bireysel pompa ikonuna tıklamak gerekir. Pompadan akışı hesaplamak için yalnızca bir yöntem vardır: *Head-Discharge Pump* (Başlık-Debi Pompası).

Başlık-Debi Pompası

Başlık-Debi Pompası (*Head-Discharge Pump*), düşük yükseklik (*low-head*) ve yüksek debi (*high-flow*) durumlarını temsil edecek şekilde tasarlanmıştır. Yani, pompa göreceli olarak küçük bir başa karşı yüksek debiler için tasarlanmıştır. Pompa, rezervuar su seviyesi değiştikçe açılıp kapanacak şekilde kontrol edilebilir. Tipik bir *Head-Discharge Pump* aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

Ayrıca, Aynı Ünite Sayısı (*Number of Identical Units*) belirtilmelidir. Bu, aynı parametrelere sahip birden fazla pompa ünitesi olduğunda, verilerin sadece bir kez girilmesini sağlar.



Şekil 9.12 Başlık-Debi Yöntemi Seçilmiş Pompa Bileşeni Düzenleyicisi

Pompa (*Pump*) için: Giriş Kotunu (*Intake Elevation*), pompanın rezervuar su seviyesinden su aldığı yüksekliği tanımlar. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Boru Hattı Kotunu (*Line Elevation*), pompadan çıkış noktasına kadar olan basınç hattındaki en yüksek kotu tanımlar. Bu değer de aynı düşey referans sisteminde girilmelidir.

Pompa Açılma ve Kapanma Kotları (*Pump On/Off Elevations*) Pompa Açılma Kotu (*Elevation When the Pump Turns On*), pompanın devreye gireceği rezervuar su seviyesi yüksekliğini tanımlar. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir. Pompa açıldıktan sonra, rezervuar seviyesi kapanma kotunun altına düşene kadar çalışmaya devam eder.

Pompa Kapanma Kotu (*Elevation When the Pump Turns Off*), pompanın devreden çıkacağı su seviyesini tanımlar. Bu değer de aynı düşey referans sisteminde girilmelidir ve pompa açılma kotundan daha düşük olmalıdır.

Pompa için Minimum Bekleme ve Çalışma Süreleri (*Minimum Rest and Run Times*) Minimum Bekleme Süresi *(Minimum Rest Time*) isteğe bağlıdır. Kullanıldığında, pompa kapandıktan sonra, rezervuar seviyesi pompayı tekrar açma kotuna ulaşsa bile, belirtilen minimum bekleme süresi boyunca kapalı kalmak zorundadır.

Minimum Çalışma Süresi (*Minimum Run Time*) isteğe bağlıdır. Kullanıldığında, pompa devreye girdikten sonra, rezervuar seviyesi pompayı kapatma kotunun altına düşse bile, belirtilen minimum çalışma süresi boyunca

çalışmaya devam eder. Tek istisna, rezervuar seviyesi giriş kotunun altına düşerse, minimum çalışma süresi tamamlanmamış olsa bile pompa kapanır.

Ekipman Kaybı ve Başlık-Debi Eğrisi (*Equipment Loss & Head-Discharge Curve*) Ekipman Kaybı (*Equipment Loss*), pompa ile giriş ve çıkış noktaları arasındaki tüm enerji kayıplarını içerir. Bu kayıp, rezervuar su seviyesi ve arka su seviyesi farkından kaynaklanan başlık farkına eklenerek, pompanın çalışması gereken toplam enerjiyi belirler.

Başlık-Debi Eğrisi (*Head-Discharge Curve*), pompanın kapasitesini Toplam Başlık (*Total Head*) fonksiyonu olarak tanımlar. Toplam başlık, rezervuar su seviyesi ve arka su seviyesi farkına ekipman kaybının eklenmesiyle bulunur. Pompa için kullanılacak bir eğri, *Paired Data Manager*'da önce bir yükseklik-debi (*elevation-discharge*) fonksiyonu olarak tanımlanmalıdır. Seçim listesi yanındaki *Paired Data* butonuna tıklayarak bir seçim penceresi (*chooser*) açabilir ve mevcut fonksiyonların açıklamaları görüntülenebilir.

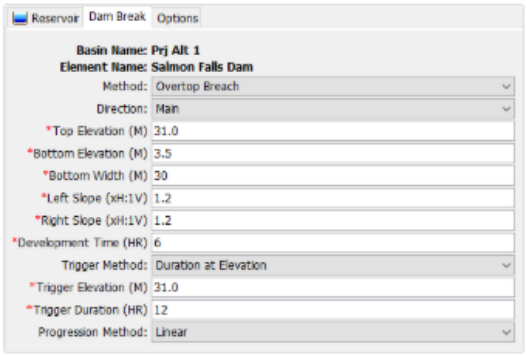
Baraj Yıkılması

Baraj Yıkılması (*Dam Break*), *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak rezervuarlara dahil edilebilir. Her rezervuara sadece bir baraj patlaması eklenebilir. Baraj Yıkılması eklemek istenip istenmediği seçilir. Bir dam break ikonu, *Watershed Explorer*'daki rezervuar ikonuna eklenir. Parametreleri girebilmek için bu ikona tıklamak gerekir. Baraj Yıkılması üzerinden akımı hesaplamak için iki yöntem bulunmaktadır: Üstten Taşma (*Overtop Breach*), Borulanma Yıkılması (*Piping Breach*)

Üstten Taşmalı Baraj Yıkılması

Üstten Taşmalı Baraj Yıkılması (*Overtop Dam Failure*), barajın üst kısmının aşılması nedeniyle oluşan yıkılmaları temsil edecek şekilde tasarlanmıştır. Bu tür yıkılmalar en sık toprak barajlarda görülür, ancak beton kemer, beton ağırlık veya sıkıştırılmış beton barajlarda da meydana gelebilir. Yıkılma, baraj yüzeyinden önemli miktarda su akışı başladığında başlar. Akan su, baraj yüzeyini erozyona uğratır ve erozyon başladıktan sonra barajın yıkılmasını durdurmak neredeyse imkânsızdır. Yöntem, yıkılmayı barajın tepe noktasından başlatır ve yıkılmayı trapez biçiminde genişleterek maksimum boyuta ulaşana kadar simüle eder. Yıkılma boyunca akış, savak (*weir*) akışı olarak modellenir.

Tepe Kotu (*Top Elevation*), baraj yüzeyinin en üst noktasını tanımlar. Yıkılma, tetikleme noktası (*trigger*) seçimine bağlı olarak tepe kotundan daha düşük bir kotta başlatılabilir. Bu bilgi, yıkılma açıklığının büyümesi sırasında üst sınırı belirlemek için kullanılır. Değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.



Şekil 9.13 Overtop Breach Yöntemi Seçili Baraj Yıkılması Bileşeni Düzenleyicisi

Alt Kotu ve Alt Genişlik *(Bottom Elevation & Bottom Width*) Alt Kotu (*Bottom Elevation*), yıkılma tamamen geliştiğinde baraj yüzeyindeki trapez biçimli açıklığın alt seviyesini tanımlar. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Alt Genişlik (*Bottom Width*), yıkılma tamamen geliştiğinde baraj yüzeyindeki trapez biçimli açıklığın alt kısmının genişliğini tanımlar.

Sol ve Sağ Yüzey Eğimi ile Gelişim Süresi (*Side Slopes & Development Time*) Sol Yüzey Eğimi (*Left Side Slope*), boyutsuz bir değerdir ve 1 birim düşey mesafe başına yatay mesafe olarak girilir. Sağ Yüzey Eğimi (*Right Side Slope*) de aynı şekilde boyutsuzdur ve 1 birim düşey mesafe başına yatay mesafe olarak girilir.

Gelişim Süresi (*Development Time*), yıkılmanın başlangıcından maksimum açıklık boyutuna ulaşana kadar geçen toplam süreyi tanımlar. Bu süre saat (*hours*) cinsinden girilmelidir.

Yıkılmayı Tetikleme Yöntemleri (*Failure Trigger Methods*) Yıkılmanın başlatılmasını belirlemek için üç yöntem vardır: Kota Göre (*Elevation*), Belirli Sürede Kota (*Duration at Elevation*), ve Belirli Zaman (*Specific Time*). Seçilen yönteme bağlı olarak ek parametreler girilmesi gerekir: Kota Göre (*Elevation*): Yıkılmanın başlayacağı kot girilir. Rezervuar su seviyesi bu kotu ulaştığında yıkılma başlar. Belirli Sürede Kota (*Duration at Elevation*): Hem kot hem süre girilir. Yıkılma, rezervuar seviyesi belirtilen kotta veya üzerinde belirtilen süre kadar kaldıktan sonra başlar. Belirli Zaman (*Specific Time*): Yıkılma, rezervuar seviyesi ne olursa olsun, belirtilen zamanda başlar. Kot belirtilirken, değer rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

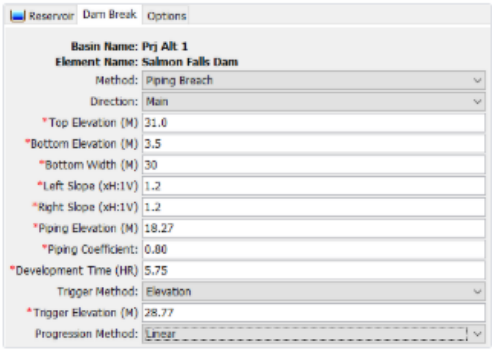
Üstten Taşmalı Baraj Yıkılması, barajın tepe kotu üzerinden taşması ve ani yıkılması durumlarını simüle eder. Bu yıkılmalar en sık toprak barajlarda görülür, ancak beton kemer, beton ağırlık veya sıkıştırılmış beton barajlarda da meydana gelebilir. Yıkılma, rezervuar su seviyesi belirli bir tetikleme noktasına ulaştığında başlar ve trapez biçimli bir açıklık oluşturarak maksimum boyutuna ulaşana kadar gelişir. Tepe kotu (*Top Elevation*) baraj yüzeyinin en üst noktasını, alt kotu (*Bottom Elevation*) ve alt genişliği (*Bottom Width*) trapez açıklığın tamamen gelişmiş alt seviyesini ve genişliğini tanımlar. Sol ve sağ yüzey eğimleri (*Left/Right Side Slopes*) 1 birim düşey mesafe başına

yatay mesafe olarak girilir. Gelişim süresi (*Development Time*), yıkılmanın başlangıcından maksimum açıklığa ulaşana kadar geçen toplam süreyi saat cinsinden tanımlar. Yıkılmayı tetikleme yöntemleri üç türdedir: Kota Göre (*Elevation*), Belirli Sürede Kota (*Duration at Elevation*) ve Belirli Zaman (*Specific Time*); seçilen yönteme bağlı olarak tetikleme kotu, süre veya zaman parametreleri girilir. Gelişim yöntemi (*Progression Method*) ise yıkılmanın başlangıçtan maksimum açıklığa kadar büyüme şeklini belirler; Lineer yöntemde eşit artış, Sinüs Dalga yönteminde erken hızlı ve sonradan yavaş büyüme, Kullanıcı Eğrisi yönteminde ise tanımlanmış bir yüzde eğrisine göre büyüme gerçekleşir. Kullanıcı eğrisi, 0–100% bağımsız değişken aralığında ve maksimum açıklığın yüzdesini tanımlayan monotonik artan bir fonksiyon olmalıdır. Tüm kotlar, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Borulanma Baraj Yıkılması

Borulanma Baraj Yıkılması (*Piping Dam Failure*), barajın içinde oluşan borulanma (*piping*) nedeniyle meydana gelen yıkılmaları temsil eder. Bu tür yıkılmalar genellikle yalnızca toprak barajlarda görülür. Yıkılma, baraj çekirdeğinden doğal olarak sızan suyun hızı ve miktarı arttığında, ince taneli malzemeleri toprağın matrisinden aşındırmaya başlamasıyla başlar. Yeterli malzeme aşındığında, rezervuar suyundan baraj yüzeyine doğrudan bir borulama bağlantısı oluşabilir ve bu bağlantı oluştuğunda barajın yıkılmasını durdurmak neredeyse imkânsızdır. Yöntem, yıkılmayı baraj yüzeyindeki bir noktadan başlatır ve dairesel bir açıklık olarak genişletir. Açıklık barajın tepesine ulaştığında, büyüme trapez biçimli olarak devam eder. Dairesel açıklık boyunca akış, delik (*orifice*) akışı olarak modellenirken; ikinci aşamada trapez biçimli açıklık boyunca akış savak (*weir*) akışı olarak modellenir.

Borulanma Baraj Yıkılması (*Piping Dam Break*), birçok parametre açısından Üstten Taşmalı Baraj Yıkılması ile benzerlik gösterir. Tepe Kotu (*Top Elevation*), Alt Kotu (*Bottom Elevation*), Alt Genişlik (*Bottom Width*), Sol Yüzey Eğimi (*Left Slope*) ve Sağ Yüzey Eğimi (*Right Slope*), barajda yıkılmanın maksimum açıklığını tanımlayan trapez biçimli açıklığı belirlemek için kullanılır. Bu parametreler yalnızca borulama açıklığı açık bir yıkılmaya dönüştüğünde uygulanır. Gelişim Süresi (*Development Time*), Tetikleme Yöntemi (*Trigger Method*) ve Gelişim Yöntemi (*Progression Method*) de yıkılmanın ne zaman başlayacağını, maksimum açıklığa ulaşmasının ne kadar süreceğini ve gelişim şeklini tanımlamak için aynen kullanılır. Boru yıkılmasına özgü diğer parametreler ise ayrıca tanımlanır.



Şekil 9.14 Borulanma Yıkılması (Piping Breach) Yöntemi Seçilmiş Baraj Yıkılması Bileşeni Düzenleyicisi

Borulanma Yıkılması Parametreleri (*Piping Dam Break Parameters*) Boru Kotu (*Piping Elevation*): Yıkılmanın barajda ilk olarak başladığı noktayı gösterir. Bu değer, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik (*paired data*) fonksiyonlarla aynı düşey referans sisteminde (*vertical datum*) ölçülmelidir.

Borulanma Katsayısı (*Piping Coefficient*): Boru açıklığı boyunca akışı delik (*orifice*) akışı olarak modellemek için kullanılır. Bu katsayı, suyun açıklıktan geçerken oluşan enerji kayıplarını temsil eder.

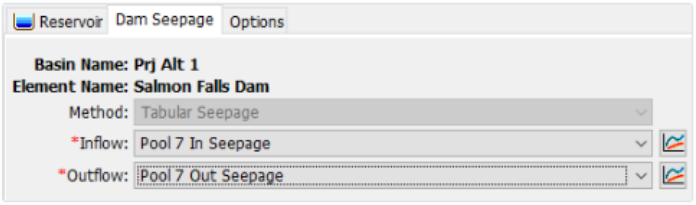
Baraj Sızıntısı

Baraj Sızıntısı (*Dam Seepage*), rezervuarlarda *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak modellenebilir. Çoğu barajın yüzeyinden bir miktar su sızar ve sızıntının miktarı, rezervuar su seviyesi, kuyruk su seviyesi (*tailwater*), barajın bütünlüğü ve diğer faktörlere bağlıdır. Bazı durumlarda, havuzdan baraj üzerinden veya kuyruk suya sızan su, önemli bir debi kaynağı olabilir ve modellenmesi gerekir. İç göletler (*interior ponds*) sızıntı suyu boşaltabilir, bazı durumlarda ise ana kanaldaki su, set veya baraj yüzeyinden havuza sızabilir. Her iki durum da baraj sızıntısı yapısı (*dam seepage structure*) ile temsil edilebilir.

Bir rezervuarda yalnızca bir baraj sızıntısı yapısı (*dam seepage structure*) bulunabilir ve bu yapı, tüm sızıntı kaynaklarını ve giderlerini temsil etmelidir. Rezervuardan su sızdığında, sızıntı otomatik olarak rezervuar depolamasından düşülür ve ana kuyruk suyu (*tailwater*) debisine eklenir. Bu durum, havuz kotu kuyruk su kotundan yüksek olduğunda geçerlidir. Rezervuara sızıntı olduğunda ise, kuyruk su kotu havuz kotundan yüksekse, uygun miktarda sızıntı rezervuar depolamasına eklenir, fakat kuyruk sudan düşülmez.

Tablo Bazlı Sızıntı

Tablo Bazlı Sızıntı Yöntemi (*Tabular Seepage Method*), sızıntıyı temsil etmek için kot-debi (*elevation-discharge*) eğrisi kullanır. Genellikle bu veriler, hidrolik çalışmadan bağımsız olarak yapılan jeoteknik incelemeler ile elde edilir. Rezervuardan kuyruk suya giden (*outflow*) sızıntı ve kuyruk sudan havuza gelen (*inflow*) sızıntı için ayrı eğriler tanımlanabilir. Uygun olması durumunda aynı eğri her iki yön için de seçilebilir. *Dam seepage* için kullanılacak herhangi bir eğri, önce *Paired Data Manager* içinde oluşturulmalıdır. Eğer bir sızıntı yönü için eğri seçilmezse, o yönde sızıntı hesaplanmaz.

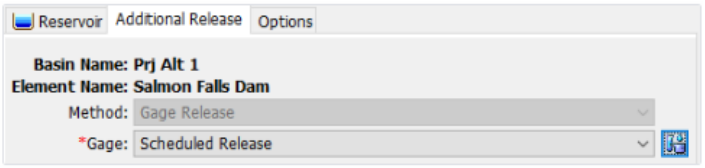


Şekil 9.15 Rezervuara Sızıntıyı Gösteren Baraj Sızıntısı Bileşeni Düzenleyicisi

Ek Boşaltım

Ek Boşaltım (*Additional Release*), rezervuarlarda *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak modellenebilir. Çoğu durumda, bir baraj *spillway, outlet* gibi çeşitli çıkış yapılarıyla doğru şekilde yapılandırılabilir ve toplam debi, bu yapılar için girilen fiziksel özellikler kullanılarak otomatik olarak hesaplanır. Ancak bazı rezervuarlarda, bu fiziksel yapılarla temsil edilenin ötesinde ilave boşaltım olabilir. Çoğu zaman bu ek boşaltım, *spillway* kapaklarının işletilmesiyle gerçekleştirilen planlı yönetilen boşaltımlar olarak tanımlanır. Ek boşaltım, diğer çıkış yapılarıyla birlikte kullanılarak rezervuardan çıkan toplam debiyi belirleyebilir veya *Rule-Based Operations Routing* seçenekleri ile simüle edilebilir.

Belirlenecek Ek Boşaltım (*Additional Release*), debi ölçer (*discharge gage*) olarak saklanmalıdır. Uygun ölçer, düzenleyicide seçilebilir. Ölçer, *Time-Series Data Manager* içinde tanımlanmış olmalıdır. Seçim listesi yanındaki *Time-Series Data* butonuna tıklayarak bir seçim aracı (*chooser*) açılabilir. Bu araç, projedeki mevcut tüm debi ölçerleri gösterir. Bir ölçere tıklayarak açıklaması görüntülenebilir.



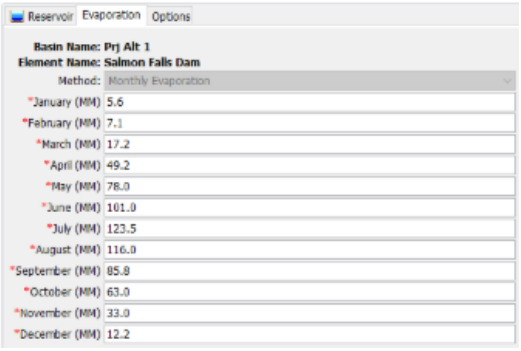
Şekil 9.15 Ek Serbest Bırakma Bileşeni Düzenleyicisinde Seçilmiş Bir Deşarj Göstergesi

Buharlaşma

Rezervuarlarda buharlaşma, *Outflow Structures Routing Method* kullanılarak modele dâhil edilebilir. Buna ek olarak, rezervuarın *Elevation–Area storage* seçeneğini kullanacak şekilde ayarlanması gerekir. Buharlaşma nedeniyle oluşan su kayıpları, özellikle kurak veya çöl iklimlerinde, bir rezervuarın su dengesi açısından önemli bir bileşen olabilir. Buharlaşma kayıpları, diğer çıkış yapılarından farklıdır; çünkü ana çıkış veya yardımcı çıkış debilerine katkı sağlamazlar. Bu kayıplar ayrı olarak muhasebeleştirilir ve rezervuara ait diğer zaman serisi sonuçlarıyla birlikte incelenebilir. Her bir zaman adımı için bir buharlaşma derinliği hesaplanır ve ardından mevcut su yüzey alanı ile çarpılarak buharlaşma hacmi elde edilir.

Aylık Buharlaşma

Monthly Evaporation Method, yılın her ayı için ayrı bir buharlaşma oranı tanımlamak amacıyla kullanılabilir; bu değerler aylık toplam buharlaşma derinliği olarak girilir. Buharlaşma verileri, ayrı ve harici bir analiz yoluyla elde edilmeli ve aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi modele girilmelidir.



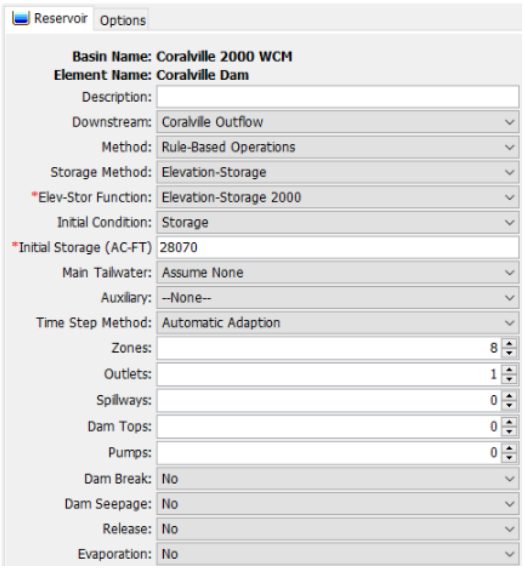
Şekil 9.16 Rezervuar için Aylık Buharlaşma Yöntemini gösteren Buharlaşma Bileşeni Düzenleyicisi

9.5 KURAL TABANLI İŞLETME YÖNTEMİ

Kural Tabanlı İşletme Yöntemi *(Rule-Based Operations Routing Method)*, çıkış yapılarının bir dizi kural kullanılarak kontrol edilmesine olanak tanıyan, *Outflow Structures Routing Method*'un bir uzantısıdır. Bir rezervuar; istenen depolama hacmi, salım sınırları veya hedefleri, mansap (aşağı havza) kısıtları gibi mevsime bağlı olabilen çeşitli amaçları sağlamak için hareketli kapaklar ile işletilebilir. İşletilebilir kapaklara sahip rezervuar yapıları; su kontrol talimatnamelerindeki çıkış kapasite eğrilerini temsil edecek şekilde tasarlanmış *General Outlet, Gated Orifice Outlet* ile Geniş Başlı (*Broad-Crested*) veya *Ogee* savaklar üzerindeki Sürgülü Kapaklar *(Sluice Gates)* ve Radyal Kapaklar *(Radial Gates)*'tir. *Rule-Based Operations* yöntemi, *Outflow Structures* yönteminin tüm özellik ve parametrelerine ek olarak Bölgeler (*Zones*) tanımını ve *General Outlet* ile *Gated Orifice* kullanım seçeneğini içerir. Diğer tüm özellikler için, dokümantasyonda *Outflow Structures* yöntemini açıklayan bölüme başvurulmalıdır.

Rule-Based Operations rotalama yöntemi, Reservoir Component Editor içerisinde seçilebilir.

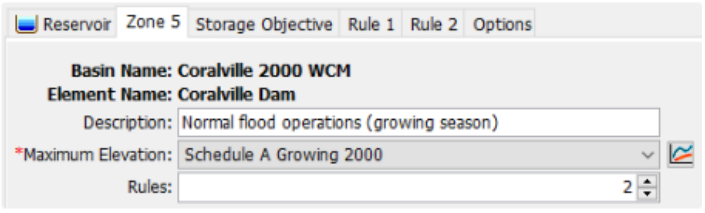
Bu yönteme ait *Component Editor, Outflow Structures* rotalama yöntemiyle işlev ve özelliklerin büyük bir kısmını paylaşmaktadır; ancak iki önemli fark bulunmaktadır. İlk olarak, kuralları uygulayan bir Zone bileşeninin dâhil edilmesi söz konusudur. Ayrıca, *Outflow Structures* yönteminde bulunmayan ek çıkış (outlet) türleri de mevcuttur.



Şekil 9.17 Rezervuar Elemanı Bileşen Düzenleyicisi

Bölgeler

Bölgeler, birbirleriyle tutarlı (homojen) işletme kurallarından oluşan kümelerdir. Simülasyonun yıl içindeki günü ile rezervuarın mevcut su seviyesi (havuz kotu), rezervuar işletmesinin hangi Bölge kapsamında yer aldığını belirler. Bir rezervuar yalnızca tek bir Bölge içerebileceği gibi, düşük akım koşulları, taşkın olayları veya mevsimsel koşullara bağlı olarak değişen işletme gereksinimlerini karşılamak amacıyla çok sayıda Bölge de içerebilir. Varsayılan olarak bir Rezervuar elemanında tanımlı herhangi bir Bölge bulunmaz. Ancak Kural Tabanlı İşletme (*Rule-Based Operations*) yönteminin kullanılabilmesi için, rezervuar elemanının Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) penceresinde yer alan döner seçim kutusu (*spinner box*) aracılığıyla en az bir Bölge eklenmesi gerekmektedir. Tipik bir Bölge Bileşen Düzenleyicisi aşağıda gösterilmektedir:



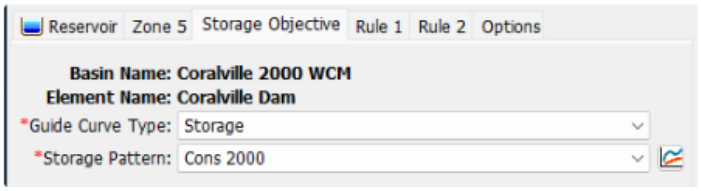
Şekil 9.18 Rezervuar Elemanı Bileşen Düzenleyicisi – Bölge Sekmesi

Her Bölge, Günlük Kot Deseni (*Daily Elevation Pattern*) türünde bir Maksimum Kot eşlenik veri eğrisi ile tanımlanır. Rezervuar, gün içindeki mevcut rezervuar kotuna bağlı olarak hangi Bölge içinde bulunduğunu belirler ve mevcut kotun üzerinde kalan en düşük Maksimum Kot eğrisini esas alır. Maksimum kot eğrisinde boş değerler bulunabilir; bu durum, ilgili Bölge'nin söz konusu gün için aktif olmadığı anlamına gelir.

Bir Bölge'ye kural eklemek için döner seçim kutusu (*spinner*) artırılır. Bir Bölge**,** hiç kural içermeyebilir; bu durumda rezervuar yalnızca depolama hedefi (kılavuz eğri – *guide curve*) değerine ulaşmaya çalışır.

Depolama Hedefi

Bölgeler, en az bir adet Depolama Hedefi (kural eğrisi olarak da adlandırılır) içerir. Depolama Hedefi, Depolama Deseni (*Storage Pattern*) türünde bir eşlenik veri eğrisi olarak uygulanır ve yılın herhangi bir zamanında rezervuar için hedeflenen depolama miktarını tanımlar. Kılavuz Eğri Türü *(Guide Curve Type*) olarak *Storage* seçilmeli ve bir Depolama Deseni (*Storage Pattern*) tanımlanmalıdır. Genellikle bir rezervuar için tek bir depolama hedefi tanımlanır ve bu hedef tüm Bölgeler için uygulanır. Ancak esneklik sağlamak amacıyla, her Bölge için farklı bir eğrinin kullanılmasına da izin verilmektedir.



Şekil 9.19 Depolama Deseni Belirleme

Depolama Hedefi, Kot Deseni (*Elevation Pattern*) türünde bir eşlenik veri eğrisi kullanılarak da tanımlanabilir. Bu durumda, yılın herhangi bir zamanında rezervuar için hedeflenen havuz kotunu ifade eder. Kılavuz Eğri Türü (*Guide Curve Type*) olarak Elevation seçilmeli ve bir Kot Deseni (*Elevation Pattern*) tanımlanmalıdır.



Şekil 9.20 Kot Deseni Belirleme

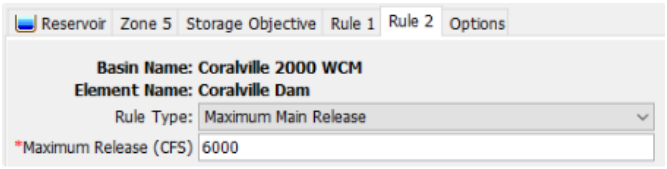
Kurallar

Bir Bölge, Depolama Hedefi dışında sıfır veya daha fazla ek kural içerebilir. Kullanılabilecek on bir farklı kural türü bulunmaktadır.

Tablo 9.3 Kural Türleri

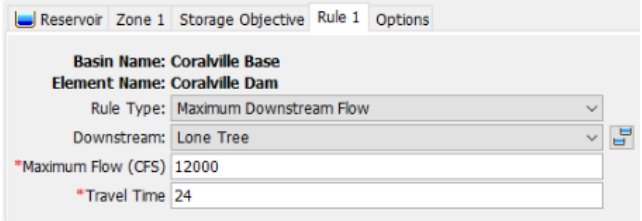
Rule Type (Kural Türü)	Açıklama
None-Hiçbiri	Aslında herhangi bir kural uygulanmaz. Genellikle kullanılmaz.
Maximum Auxiliary Release-Maksimum Yardımcı Salım	Rezervuarın yardımcı çıkış yapıları için tanımlıysa, bu kural o yönde salınabilecek maksimum miktarı kontrol eder
Maximum Downstream Flow-Maksimum Aşağı Akım Debisi	Rezervuarın aşağısında seçilen bir elemanda izin verilen maksimum akış miktarı.
Maximum Main Release-Maksimum Ana Salım	Rezervuarın ana salım yönünde maksimum salım miktarını kontrol eder.
Maximum Rate Flow Change-Maksimum Debi Değişim Hızı	Her kapı değişikliğinde salımın izin verilen maksimum değişim miktarı.
Minimum Auxiliary Release-Minimum Yardımcı Salım	Rezervuarın yardımcı çıkış yapıları için tanımlıysa, bu kural o yönde salınabilecek minimum miktarı kontrol eder.
Minimum Downstream Flow-Minimum Aşağı Akım Debisi	Rezervuarın aşağısında seçilen bir elemanda izin verilen minimum akış miktarı.
Minimum Main Release-Minimum Ana Salım	Rezervuarın ana salım yönünde minimum salım miktarını kontrol eder.
Specified Auxiliary Release-Belirlenmiş Yardımcı Salım	Rezervuarın yardımcı çıkış yapıları için tanımlıysa, rezervuar o yönde belirlenmiş bir miktarı salacak şekilde işletilir.
Specified Downstream Flow-Belirlenmiş Aşağı Akım Debisi	Rezervuarın aşağısında seçilen bir elemanda hedeflenen belirli akış miktarı.
Specified Main Release-Belirlenmiş Ana Salım	Rezervuar, ana salım yönünde belirlenmiş bir akışı salacak şekilde işletilir.

Her kuralın (*Rule*) bir Kural Türü (*Rule Type*) vardır ve gerekirse ek parametreler içerebilir. Aşağı akım kontrolü olmayan kurallarda genellikle bir ek parametre bulunur. Örneğin, aşağıdaki Maksimum Ana Salım (*Maximum Main Release*) kural düzenleyicisinde bu durum görülebilir:



Şekil 9.21 Kural Sekmesi – Maksimum Ana Salım Kuralı

Aşağı akım kontrolü için işletilen kurallar**,** ek bilgi gerektirir:



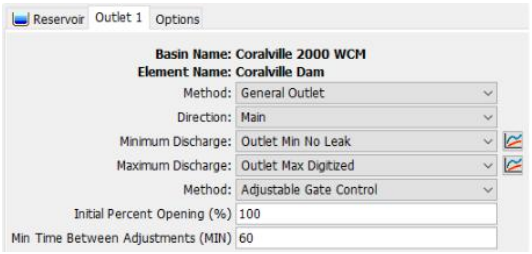
Şekil 9.22 Kural Sekmesi – Maksimum Aşağı Akım Debisi Kuralı

Çıkış Yapıları

Kural Tabanlı İşletme (*Rule-Based Operations*) Yönlendirme Yöntemi için dört tür çıkış yapısı (*outlet*) mevcuttur. Genel Çıkış (*General Outlet*) ve Kapaklı Orifis Çıkışı **(***Gated Orifice Outlet)* işletilebilir kapaklara sahiptir. Diğer iki çıkış türü ise, *Outflow Structures* yönlendirme yöntemindeki çıkışlarla tamamen aynıdır**.**

Genel Çıkış

Genel Çıkış, iki değerlendirme eğrisine (*rating curve*) dayanan basit bir çıkış yöntemidir: Minimum Debi (*Minimum Discharge*) ve Maksimum Debi (*Maximum Discharge*) eğrileri. Rezervuar, 0 ile 100% arasında açılabilen bir "sanal kapak (*virtual gate*)" ile işletilir. %0 konumunda, rezervuar minimum debiyi salarken, %100 konumunda, rezervuar maksimum debiyi salar. 0 ile 100% arasındaki kapak açıklıkları için salım miktarı doğrusal olarak enterpolasyon (*linear interpolation*) yöntemiyle hesaplanır.



Şekil 9.23 Çıkış Sekmesi – Genel Çıkış Yöntemi

Kapak Yöntemi

Genel Çıkış, üç Kapak Yöntemi (*Gate Method*) ile işletilebilir: Ayarlanabilir Kapak Kontrolü**,** Yıllık Yüzde Deseni ve Zaman Serisi Yüzdesi.

Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*), kapağın Başlangıç Açıklığı (*Initial Opening*) ile ayarlanmasını gerektirir ve kapak değişikliği uygulanana kadar ilk salım hesaplamalarında kullanılır. Kapak ayarlarının sıklığı ise Ayarlamalar Arası Minimum Zaman (*Min Time Between Adjustments*) parametresi ile belirlenir.

Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*)**,** *Percent Pattern Paired Data* eğrisi ile tanımlanır. Bu eğri, maksimum kapak açıklığının yüzdesi olarak ifade edilen bir kapak açılma deseni belirler. Kapak ayarları, yılın günü baz alınarak tanımlanır ve simülasyon boyunca her yıl tekrar edilir.

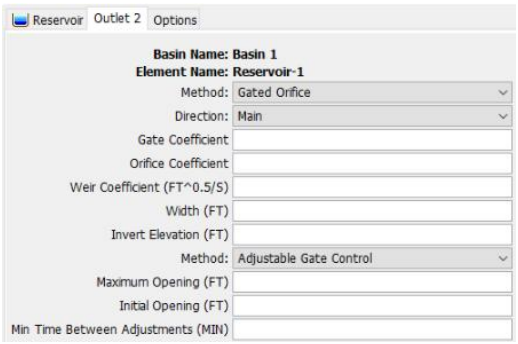
Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*), *Percent Gage Time Series* ile tanımlanır. Bu yöntem, kapak açılışlarını yıllık bir desene bağlı olmadan, zaman serisi bazında belirlenmiş yüzdeler olarak ifade eder.

Kapaklı Orifis Çıkışı

Kapaklı Orifis Çıkışı, kapak kontrollü bir çıkışta orifis akış denklemlerini uygular. Bu çıkış türüyle ilgili ayrıntılar için *Outflow Structures Routing* bölümündeki Orifis Çıkışı (*Orifice Outlet*) notlarına bakılabilir. Kapaklı versiyonu, dört farklı Kapak Kontrol Yöntemi (*Gate Control*) sunar:

1. Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*)
2. Sabit Açıklık (*Fixed Opening*)
3. Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*)
4. Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*)

Tipik bir Kapaklı Orifis Çıkışı Bileşen Düzenleyicisi (*Gated Orifice Outlet Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:



Şekil 9.24 Çıkış Sekmesi – Kapaklı Orifis Yöntemi

Kapaklı Orifis Çıkışı için iki boyutsuz kayıp katsayısı vardır: Kapak Katsayısı (*Gate Coefficient*) ve Orifis Katsayısı (*Orifice Coefficient*).

Çıkış batmamış (*submerged*) durumda değilse**,** bordür akışı (*weir flow*) uygulanır ve belirlenen Bordür Katsayısı (*Weir Coefficient*) kullanılır.

Bu çıkış için iki geometrik parametre gereklidir: Genişlik (*Width*) ve Taban Kot (*Invert Elevation*). Taban Kot, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşlenik veri (paired data) fonksiyonlarıyla aynı düşey seviye üzerinden ölçülmelidir.

Kapak yöntemi Sabit Açıklık (*Fixed Opening*) olarak ayarlandığında, yalnızca bir ek seçenek gerekir: Açıklık (*Opening*).

Ayarlanabilir kapak yöntemleri için, buna Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*), Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*) ve Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*) de dahildir, bir Maksimum Açıklık (*Maximum Opening*) belirlenmesi gereklidir.

Ayarlanabilir Kapak Kontrolü, kapağın Başlangıç Açıklığı (*Initial Opening*) ile ayarlanmasını gerektirir ve kapak değişikliği uygulanana kadar ilk salım hesaplamalarında kullanılır. Kapak ayarlarının sıklığı ise Ayarlamalar Arası Minimum Zaman (*Min Time Between Adjustments*) parametresi ile belirlenir.

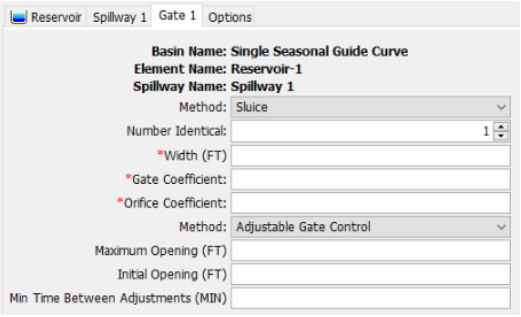
Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*), Percent Pattern Paired Data eğrisi ile tanımlanır. Bu, maksimum kapak açıklığının yüzdesi olarak ifade edilen bir kapak açılma deseni belirler. Kapak ayarları, yılın günü bazında tanımlanır ve simülasyon boyunca her yıl tekrar eder.

Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*) ise, kapak açılışlarını yıllık desene bağlı olmadan, zaman serisi bazında belirlenmiş yüzdeler olarak tanımlar.

Dolusavak-Taşkın Kanalı

Geniş Tepeli Dolusavak (*Broad-Crested Spillway*) ve Ogee Dolusavak (*Ogee Spillway*) için, dolusavak üzerinden akan debiyi kontrol eden kapakların tanımlanması mümkündür. Kullanıcı, akışı kontrol etmek amacıyla Sürgülü Kapaklar (*Sluice Gates*) veya Radyal Kapaklar (*Radial Gates*) arasından seçim yapabilir. Dolusavak kapaklarına ait parametreler ve geometrik özellikler**,** Outflow Structures Routing yönteminde kullanılanlarla aynıdır; ayrıntılı bilgiler bu bölümde yer almaktadır

Kural Tabanlı Rezervuar İşletmesi (*Rule-Based Reservoir Operations*) yönlendirme yöntemi ile dört tür kapak kontrol yöntemi kullanılabilir: Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*)**,** Sabit Açıklık (*Fixed Opening*), Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*) ve Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*). Sürgülü Kapak (*Sluice Gate*) üzerine uygulanan Ayarlanabilir Kapak Kontrolü için Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 9.25 Ayarlanabilir Kapak Kontrolü Bileşen Düzenleyicisi

Kapak yöntemi Sabit Açıklık (*Fixed Opening*) olarak ayarlandığında, yalnızca Açıklık (*Opening*) parametresinin tanımlanması yeterlidir.

Ayarlanabilir kapak yöntemleri için — Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*), Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*) ve Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*) — bir Maksimum Açıklık *(Maximum Opening*) belirlenmesi gereklidir.

Ayarlanabilir Kapak Kontrolü (*Adjustable Gate Control*), kapağın Başlangıç Açıklığı (*Initial Opening*) ile ayarlanmasını gerektirir ve kapak değişikliği uygulanana kadar ilk salım hesaplamalarında kullanılır. Kapak ayarlarının sıklığı ise Ayarlamalar Arası Minimum Zaman (*Min Time Between Adjustments*) parametresi ile belirlenir.

Yıllık Yüzde Deseni (*Percent Annual Pattern*)**,** Percent Pattern Paired Data eğrisi ile tanımlanır. Bu, maksimum kapak açıklığının yüzdesi olarak ifade edilen bir kapak açılma deseni oluşturur. Kapak ayarları, yılın günü bazında belirlenir ve simülasyon boyunca her yıl tekrarlanır.

Zaman Serisi Yüzdesi (*Percent Time Series*) ise kapak açılışlarını yıllık bir desene bağlı olmadan, zaman serisi bazında belirlenmiş yüzdeler olarak tanımlar.

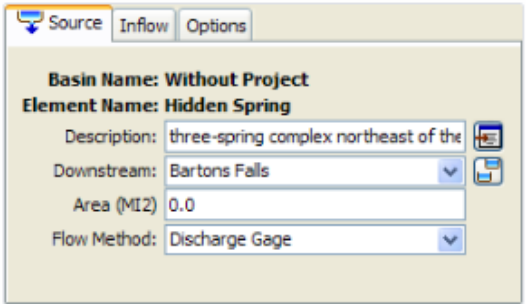
BÖLÜM 10

KAYNAK, BİRLEŞİM NOKTASI, SAPTIRMA, TOPLANMA ELEMANLARI

Kaynak (*Source*) Elemanları, akım ağına ölçülmüş girişlerin eklenmesini ya da yukarı havza sınır koşullarının temsil edilmesini sağlar. Birleşim (*Junction*) Elemanları, akım ağı içerisinde birden fazla girişin çoğunlukla bir akarsu birleşim noktasında bir araya getirilmesi için kullanılır. Saptırma (*Diversion*) Elemanı, akım ağı içinde sudan bir kısmının kanaldan çekildiği ve bir kanala ya da başka bir akarsuya yönlendirildiği konumları temsil etmek amacıyla kullanılır. Toplanma (*Sink*) Elemanları ise bir havzanın çıkış noktasını temsil eder. Bir Havza Modeli içerisinde birden fazla çıkış bulunmasına izin verilmektedir.

10.1 KAYNAK

Kaynak (*Source*), girişi olmayan, tek bir çıkışı bulunan ve Havza Modeli içinde akım üretmenin yalnızca iki yolundan biri olan bir elemandır. Kaynak elemanı; barajlardan ölçülen çıkış debileri veya modellenmemiş memba (üst havza) bölgeleri gibi Havza Modeli için sınır koşullarını temsil etmek amacıyla kullanılabilir. Bu sınır koşulu, ayrı bir Havza Modelinde modellenmiş katkı alanını da temsil edebilir. Bileşen Düzenleyicisine (*Component Editor*), *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Source Element* simgesine tıklanarak erişilir.



Şekil 10.1 Kaynak Bileşen Düzenleyicisi

Temsil Alanı

Kaynak elemanı için Temsil Alanının tanımlanması isteğe bağlıdır. Alan tanımlanırsa, program aşağı havza elemanlarındaki drenaj alanını otomatik olarak hesaplayabilir. Alan tanımlanmadığı takdirde, aşağı havza elemanları için bir drenaj alanı bulunmayacaktır.

Kaynak elemanı ayrı bir Havza Modelinde modellenmiş bir bölgeyi temsil ediyorsa, temsil alanı havza içerisindeki kaynak konumundaki drenaj alanına eşit olmalıdır. Kaynak elemanı bir kaynağı (*spring*)**,** havzalar arası su transferini ya da suyun başka bir hareketini temsil etmek için kullanıldığında ise, temsil alanı genellikle sıfır olarak ayarlanmalıdır.

Temsil alanı dâhil edilmeyecekse, alan değeri kaynak elemanına ait Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) tanımlanır. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Source Element* simgesine tıklanarak erişilebilir. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişmek mümkündür.

Giriş Akımı Yönteminin Seçilmesi

Bir Kaynak (*Source*) elemanı kavramsal olarak akım ağına bir giriş kaynağını temsil etse de gerçek hesaplamalar kaynak elemanı içerisinde tanımlanan bir giriş akımı yöntemi (*Inflow Method*) aracılığıyla gerçekleştirilir. Güncel olarak giriş akımının hesaplanması için üç farklı yöntem mevcuttur. Kaynak Yöntemi (*Source Method*), Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) seçilir. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Source Element* simgesine tıklanarak erişilir. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişilebilir. Kullanılacak Giriş Akımı Yöntemi, mevcut üç seçenekten biri seçilerek belirlenebilir. Yok (*None*) yöntemi seçildiğinde, kaynak elemanı simülasyon süresince akım ağına tam olarak sıfır debi verecektir. İstenilen yöntemi seçmek için seçim listesini kullanılır. Her bir kaynak elemanı farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla kaynak elemanı da aynı yöntemi kullanabilir.

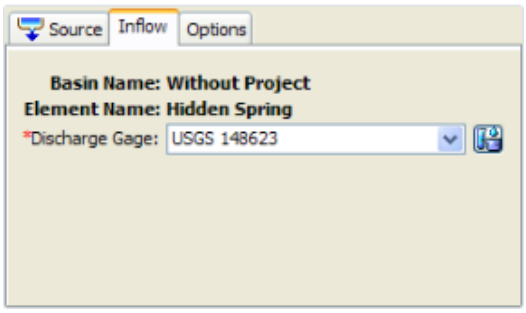
Giriş Akımı Yöntemi (*Inflow Method*) parametreleri, Source Element (*Kaynak Elemanı*) Düzenleyicisinden ayrı bir Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) sunulur. Giriş Akımı Düzenleyicisi (*Inflow Editor*) her zaman Kaynak Düzenleyicisinin yanında görüntülenir. Düzenleyicide gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişir.

Debi Ölçümü

Kaynak elemanı için Debi Ölçümü (*Discharge Gage*) yöntemi seçildiğinde, bir Zaman Serisi Debi Ölçeri (*Time-Series Discharge Gage*) seçilmesi gerekir. Ölçer, simülasyon sırasında her zaman aralığı için kullanılacak debiyi kaydetmelidir. Eğer kayıtta eksik veri varsa ve Havza Modeli (*Basin Model*) seçenekleri eksik veriyi değiştirecek şekilde ayarlanmışsa, her eksik veri değeri yerine sıfır debi kullanılacaktır. Havza Modeli eksik veriyi

değiştirmeyecek şekilde ayarlanmışsa, herhangi bir eksik veri simülasyonun durmasına neden olur ve bir hata mesajı görüntülenir.

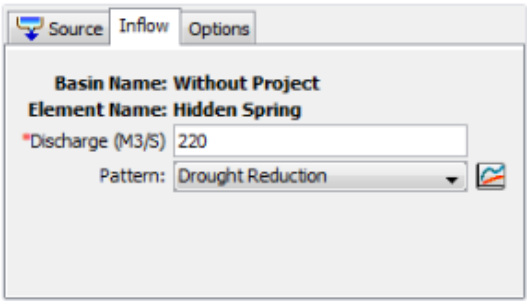
Zaman Serisi Debi Ölçeri (*Time-Series Discharge Gage*), kaynak elemanında kullanılmadan önce Zaman Serileri Yöneticisi (*Time-Series Manager*) içinde tanımlanmış olmalıdır. Doğru ölçerin seçimi, Kaynak Elemanı Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) gerçekleştirilir. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Source Element* simgesine tıklayarak erişilebilir. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişilebilir.



Şekil 10.2 Kaynakta Debi Ölçüm Seçimi

Sabit Akım

Kaynak elemanı için Sabit Akım (*Constant Flow*) yöntemi seçildiğinde, bir Debi (*Flow Rate*) değeri girilmelidir. Girilen aynı debi, simülasyon boyunca tüm zaman adımları için kullanılır. Debi, Kaynak Elemanı Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) tanımlanır. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Source Element* simgesine tıklayarak erişilebilir. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyicisine erişilebilir.



Şekil 10.3 Sabit Akım Yöntemi Kullanan Kaynak Düzenleyicisi

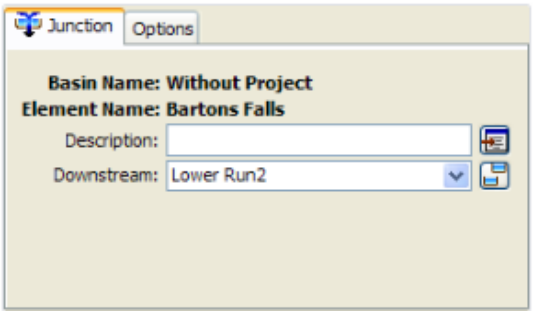
Yıllık Ayarlama Deseni (*Annual Adjustment Pattern*) isteğe bağlıdır. Bir yıllık desen belirtilmediğinde, simülasyondaki her zaman aralığı için aynı debi değeri kullanılır. Desen belirlendiğinde, simülasyon süresince her zaman aralığı için debi değeri, yıllık desen içindeki yüzde ile çarpılır. Yıllık desen, yıl boyunca değişen bir yüzde

sağlar. Yüzde bazlı yıllık desen (*Percent Annual Pattern*), kaynak elemanında kullanılmadan önce Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) içinde tanımlanmış olmalıdır.

10.2 BİRLEŞİM ELEMANI

Birleşim Elemanı (*Junction*), bir veya daha fazla girişe sahip olup yalnızca bir çıkışı olan bir elemandır. Tüm girişler, birleşimde sıfır depolama varsayılarak toplanır ve çıkış debisi hesaplanır. Genellikle bir nehir veya akarsu birleşim noktasını temsil etmek için kullanılır.

Birleşim Elemanı (*Junction*), özel bir veri veya özellik içermez; yalnızca tüm elemanlar için kullanılan standart Bileşen Düzenleyicisine (*Component Editor*) sahiptir. Bileşen Düzenleyicisine, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Junction Element* simgesine tıklanarak erişilebilir. Ayrıca, Havza Haritası (*Basin Map*) açık durumdaysa, harita üzerindeki eleman simgesine tıklayarak da Bileşen Düzenleyicisine erişmek mümkündür.



Şekil 10.4 Birleşim Elemanı Bileşen Düzenleyicisi

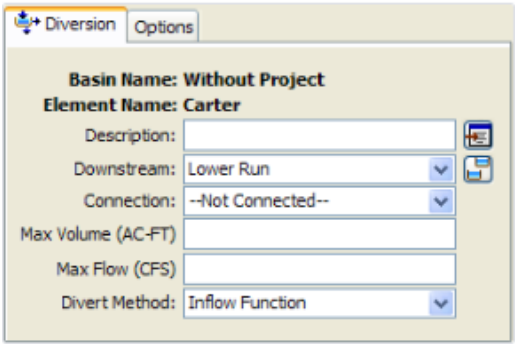
10.3 SAPTIRMA ELEMANI

Saptırma Elemanı (*Diversion*), iki çıkışı olan (ana ve saptırılmış) ve bir veya daha fazla girişi bulunan bir elemandır. Giriş, Havza Modelindeki diğer elemanlardan gelir. Birden fazla giriş varsa, çıkışlar hesaplanmadan önce tüm girişler toplanır. Kanal dışına alınacak saptırılmış akımı hesaplamak için altı farklı yöntem mevcuttur. Saptırılmayan tüm akım, ana çıkış olarak kabul edilir. Saptırılmış akım, hesaplamada aşağı yönde yer alan bir elemana bağlanabilir. Saptırma Elemanı, akımı kanallara veya akış dışı depolama alanlarına yönlendiren yapılar (*weir*) veya pompa istasyonlarını temsil etmek için kullanılabilir. Saptırma Elemanı, saptırılan akım miktarını sınırlamak için isteğe bağlı özellikler içerir. Ayrıca, saptırmalardan aşağı yönde yer alan elemanlar için düzenlenmemiş çıkışlar (*unregulated outputs*) da hesaplanabilir. Bileşen Düzenleyicisine (*Component Editor*), *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesinde yer alan *Diversion Element* simgesine tıklanarak erişilebilir.

Saptırma Akımının Bağlanması

İsteğe bağlı olarak, saptırılan akımı eleman ağı içindeki başka bir noktaya bağlanabilir. Bu durumda, saptırma akımı bir kavşağa (*junction*) veya başka bir elemana giriş akımı (*inflow*) haline gelebilir. Bu özellik, bir havza içindeki belirli bir noktadan saptırılan suyun ayrı bir kanal ağı boyunca taşınıp, saptırıldığı ana akarsuya yeniden katılmasını temsil etmek için kullanılabilir. Doğru şekilde yapılandırıldığında, havzalar arası su transferlerinin (*inter-basin transfer*) modellenmesinde de kullanılabilir. Saptırma akımı bağlanmazsa, bu akım saptırma elemanında sistemden çıkarılır. Her iki durumda, saptırma akımına ait zaman serisi, Saptırma Elemanı için grafiklerde ve zaman serisi tablolarında gösterilir. Ayrıca, saptırma akımı miktarı Saptırma Elemanı Özet Tablosunda da sunulur.

Saptırma akımı bağlantısı, saptırma elemanına ait Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) üzerinden tanımlanır. Bileşen Düzenleyiciye, Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) içindeki Bileşenler (*Components*) sekmesinde yer alan Saptırma Elemanı simgesine tıklanarak erişilebilir. Harita açık durumdaysa, Havza Haritası (*Basin Map*) üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyiciye erişmek mümkündür. Seçim listesi, Saptırma Elemanının hesaplama açısından mansabında (*computationally downstream*) yer alan tüm elemanları içerir. Listeden bir eleman seçilerek saptırma akımı bu elemana giriş akımı (*Inflow*) olarak bağlanabilir veya Bağlı Değil **(***Not Connected***)** seçeneği tercih edilebilir.



Şekil 10.5 Saptırma Bileşeni Düzenleyicisi

Debi veya Hacmin Sınırlandırılması

Kanaldan saptırma akımı olarak alınan su miktarını sınırlandırmak için iki seçenek mevcuttur. Bu seçeneklerden hiçbiri kullanılmazsa, saptırma akımı sınırlandırılmaz. Seçeneklerden biri veya her ikisi kullanıldığında, saptırma akımı önce herhangi bir sınırlama olmaksızın hesaplanır, ardından isteğe bağlı koşulları sağlayacak şekilde gerektiği kadar azaltılır. İsteğe bağlı bu sınırlamalar, saptırma elemanına ait Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içerisinde yer almaktadır. Bileşen Düzenleyiciye, Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) içindeki Bileşenler (*Components*) sekmesinde bulunan Saptırma Elemanı simgesine tıklanarak erişilebilir (önceki şekilde gösterildiği gibi). Harita açık durumdaysa, Havza Haritası (*Basin Map*) üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyiciye erişim sağlanabilir.

Saptırma akımını sınırlandırmak için kullanılan ilk seçenek, Maksimum Hacmin Tanımlanmasıdır. Saptırma akımı normal şekilde hesaplanır ve saptırılan akımın kümülatif hacmi izlenir. Kümülatif hacim tanımlanan maksimum hacme ulaştığında, bundan sonraki tüm saptırma akımları sıfıra ayarlanır.

Saptırma akımını sınırlandırmak için kullanılan ikinci seçenek ise İzin Verilen Maksimum Debinin Tanımlanmasıdır. Saptırma akımı başlangıçta herhangi bir sınırlama olmaksızın hesaplanır. Her bir zaman aralığı için hesaplanan saptırma akımı, tanımlanan maksimum debi ile karşılaştırılır. Hesaplanan debi maksimum değerin üzerinde ise, saptırma akımı tanımlanan maksimum debi değerine düşürülür.

Saptırma Yönteminin Seçilmesi

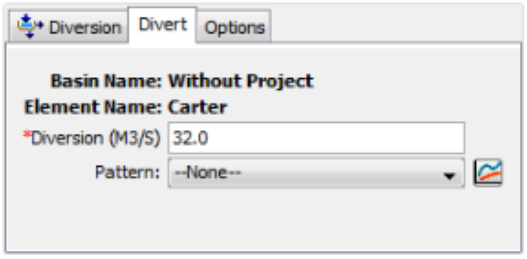
Bir Saptırma Elemanı (*Diversion Element*) kavramsal olarak akarsu veya nehirden yapılan bir saptırmayı temsil etse de gerçek hesaplamalar Saptırma Elemanı içinde yer alan bir Saptırma Yöntemi (*Divert Method*) tarafından gerçekleştirilir. Güncel olarak saptırma akımının hesaplanması için altı farklı yöntem mevcuttur. Saptırma Yöntemi, Saptırma Elemanına ait Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) üzerinden seçilir. Bileşen Düzenleyiciye, Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) içindeki Bileşenler (*Components*) sekmesinde bulunan Saptırma Elemanı simgesine tıklanarak erişilebilir. Harita açık durumdaysa, Havza Haritası (*Basin Map*) üzerindeki eleman simgesine tıklanarak da Bileşen Düzenleyiciye erişim sağlanabilir. Mevcut altı seçenekten biri, seçim listesinden Saptırma Yöntemi olarak belirlenebilir. *None* yöntemi seçildiğinde, tüm akım ana bağlantı boyunca iletilir ve herhangi bir saptırma gerçekleşmez. Seçim listesini kullanarak uygulamak istenilen yöntem belirlenebilir. Her bir Saptırma Elemanı farklı bir yöntem kullanabileceği gibi, birden fazla saptırma elemanı aynı yöntemi de kullanabilir.

Saptırma Yöntemi (*Divert Method*) parametreleri, Saptırma Elemanı (*Diversion Element*) düzenleyicisinden ayrı bir Bileşen Düzenleyicide (*Component Editor*) sunulur. Saptırma düzenleyicisi (*Divert Editor*), her zaman Saptırma Elemanı düzenleyicisinin yanında gösterilir. Saptırma düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişir.

Sabit Akımlı Saptırma

Bu yöntem, tüm simülasyon boyunca Sabit Saptırma Akımını (*Constant Diversion Flowrate*) kullanır. Saptırma akımının daha çok sabit olduğu olay simülasyonları için en uygun yöntemdir. Yıl boyunca saptırma akımının güvenilir bir desen (*pattern*) doğrultusunda değiştiği durumlarda, isteğe bağlı Yüzde Deseni (*Percentage Pattern*) kullanılarak sabit akım yıl boyunca ayarlanabilir. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Saptırma Akımı mutlaka belirtilmelidir. Bu değer Bileşen Düzenleyiciye girilir. Eğer saptırma elemanına gelen toplam giriş akımı, belirtilen saptırma akımından az ise, saptırma akımı toplam giriş akımı ile sınırlandırılır.



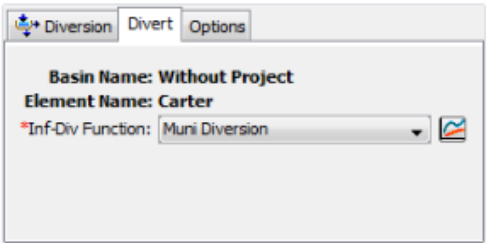
Şekil 10.6 Sabit Saptırma Akımının Yıllık Desen Olmadan Belirlenmesi

Yıllık Ayarlama Deseni (*Annual Adjustment Pattern*) isteğe bağlıdır. Belirli bir yıllık desen tanımlanmadığında, simülasyondaki her zaman adımı için aynı sabit saptırma akımı kullanılır. Bir desen tanımlandığında, saptırma akımı her zaman adımı için yıllık desende belirtilen yüzde ile çarpılır. Yıllık desen, yıl boyunca değişen bir yüzde sağlar. Yüzdelik yıllık desen (*percent annual pattern*), kaynak elemanda kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmalıdır.

Giriş Akımı Fonksiyonuna Göre Saptırma

Bu yöntem, kanaldan saptırılacak akım miktarını belirlemek için Giriş Akımı ile Saptırma Akımı arasındaki Fonksiyonel İlişkiyi (*Functional Relationship Between Inflow and Diversion Flow*) kullanır. Fonksiyonda belirtilen giriş akımı aralığı, yukarı akım elemanlarından gelen toplam giriş akımının tamamını kapsamalıdır. Genellikle fonksiyondaki ilk giriş akımı sıfır olmalıdır. Son giriş akımı, elemanın beklenen maksimum giriş akımından daha yüksek olmalıdır. Saptırma akımı bağımlı değişkendir ve her bir giriş akımı değerine karşılık gelen saptırma akımı belirtilmelidir. Belirli bir giriş akımı için doğru saptırma akımının belirlenmesi, saptırmanın nasıl çalıştığına bağlıdır. Genel olarak, saptırma elemanını temsil eden yan savak (*lateral weir*), pompa istasyonu veya diğer yapılar hakkında bilgi kullanılarak, her giriş akımı değeri için saptırma akımı hesaplanmalıdır. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

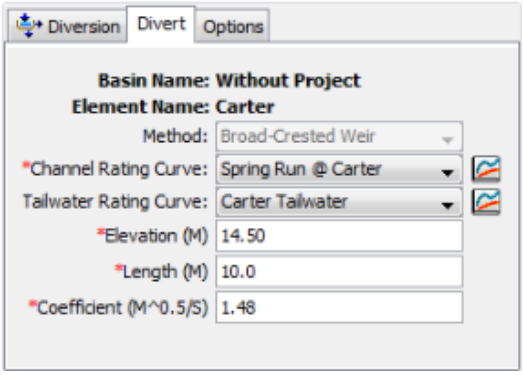
Mevcut seçenekler listesinden Giriş Akımı–Saptırma Fonksiyonu (*Inflow-Diversion Function*) seçilmelidir. Giriş akımı–saptırma fonksiyonu, Bileşen Düzenleyicide seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır.



Şekil 10.7 Giriş Akımı–Saptırma Fonksiyonu Saptırma Düzenleyicisi

Yan Savaklı Saptırma

Yan savak üzerinden akımı (*Flow Over the Lateral Weir*) hesaplamak için şu anda kullanılabilir tek yöntem Geniş başlıklı Taşkın Kanalı Yöntemidir (*Broad-Crested Spillway Method*). Kanal içindeki akım derinliği, bir değerlendirme eğrisi (*rating curve*) kullanılarak hesaplanır. Derinliğin, eğri kullanılarak hesaplanan üniform bir yükseklikle (*uniform head*) savak boyunca sabit olduğu varsayılır. Savaktan saptırılan akımın boşaldığı alanın özelliklerini temsil eden bir değerlendirme eğrisi kullanılarak kuyruk suyu (*tailwater*) da benzer şekilde hesaplanır. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 10.8 Yan Savak Saptırma Yöntemi Düzenleyicisi

Kanal için bir Değerlendirme Eğrisi (*Rating Curve*) seçilmelidir. Eğri, simülasyon sırasında oluşacak tüm giriş akımları aralığı için su seviyesi (*stage*) değerlerini vermelidir. Eğri monoton artan olmalıdır ve seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır.

İsteğe bağlı olarak, Kuyruk Suyu (*Tailwater*) için de bir Değerlendirme Eğrisi girilebilir. Bu eğri, saptırılan akımın boşaldığı alandaki kuyruk suyu seviyesini verir ve savak altında su seviyesinin etkisini otomatik olarak hesaba katmak için kullanılır. Eğri monoton artan olmalıdır ve seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. İsteğe bağlı bu kuyruk suyu eğrisi belirtilmezse, savak üzerinden akım kuyruk suyu etkisi olmadan hesaplanır.

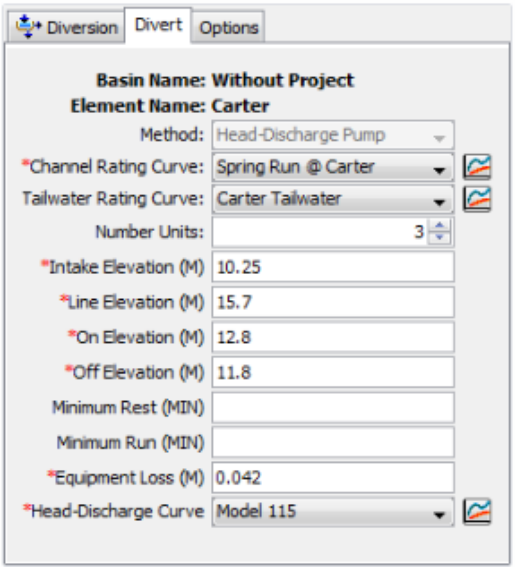
Savak Tepe Yüksekliği (*Crest Elevation*) belirtilmelidir. Bu yükseklik, değerlendirme eğrilerini (*rating curves*) tanımlayan eşleştirilmiş veri (*paired data*) fonksiyonlarıyla aynı düşey seviyede ölçülmelidir.

Savak Uzunluğu (*Length of the Weir*) belirtilmelidir. Bu, suyun geçtiği toplam genişliktir.

Debi Katsayısı (*Discharge Coefficient*), suyun savağa girişinde, savak üzerinden akarken ve savaktan çıkarken oluşan enerji kayıplarını dikkate alır. Savak şekline bağlı olarak tipik değerler Sistem Uluslararası birimlerinde (SI) 1,10–1,66; ABD geleneksel birimlerinde (*US Customary*) 2,0–3,0 arasında değişir.

Pompa İstasyonu Saptırması

Pompa İstasyonu Saptırma Yöntemi (*Pump Station Divert Method*), bir veya birden fazla pompa ünitesinin kanaldan su çekip, bunu bir kanala veya başka bir açık kanala boşaltmasını temsil etmek için tasarlanmıştır. Kanal içindeki akım derinliği, bir değerlendirme eğrisi (*rating curve*) kullanılarak hesaplanır ve ardından pompanın işletme kotlarıyla karşılaştırılır. Pompanın boşalttığı alandaki kuyruk suyu (*tailwater*) da boşaltma alanının özelliklerini temsil eden bir değerlendirme eğrisi kullanılarak benzer şekilde hesaplanır. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 10.9 Pompa İstasyonu Saptırma Yöntemi Düzenleyicisi

Kanal için bir Değerlendirme Eğrisi (*Rating Curve*) seçilmelidir. Eğri, simülasyon sırasında oluşacak tüm giriş akımları aralığı için su seviyesi (*stage*) değerlerini vermelidir. Eğri monoton artan olmalıdır ve seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine basarak bir seçim aracı (*chooser*) kullanılabilir. Bu araç, projedeki tüm mevcut kot-debi (*elevation-discharge*) fonksiyonlarını gösterir. Bir fonksiyona tıklayarak açıklamasını görüntülenebilir.

İsteğe bağlı olarak, Kuyruk Suyu (*Tailwater*) için bir Değerlendirme Eğrisi (*Rating Curve*) girilebilir. Bu eğri, saptırılan akımın pompa tarafından boşaltıldığı alandaki kuyruk suyu seviyesini verir ve pompa çıkış hattının su altında kalma etkisini otomatik olarak hesaba katmak için kullanılır. Eğri monoton artan olmalıdır ve seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da tanımlanmış olmalıdır. İsteğe bağlı bu kuyruk suyu eğrisi belirtilmezse, pompa çıkışı, kuyruk suyunun pompa hattı üzerindeki etkisi olmadan hesaplanır.

Aynı Parametrelere Sahip Ünitelere Dair Sayı (*Number of Identical Units*) belirtilmelidir. Bu, birden fazla pompa ünitesi tam olarak aynı parametrelere sahip olduğunda verilerin yalnızca bir kez girilmesini sağlar.

Pompa Giriş Kotu (*Intake Elevation*), pompanın sudan aldığı kotu tanımlar. Bu kot, rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşleştirilmiş veri (*paired data*) fonksiyonlarıyla aynı düşey seviyede ölçülmelidir.

Pompa Hattı Kotu (*Line Elevation*), pompadan boşaltma noktasına giden basınç hattındaki en yüksek kotu tanımlar. Bu kot da rezervuarın depolama özelliklerini tanımlayan eşleştirilmiş veri fonksiyonlarıyla aynı düşey seviyede ölçülmelidir.

Pompa Açılma Kotunu (*Elevation When the Pump Turns On*) belirtilmesi gerekir. Bu kot, kanalın seviyesini tanımlayan eşleştirilmiş veri fonksiyonuyla aynı düşey seviyede ölçülmelidir. Pompa açıldığında, kanal kotu pompayı kapatma tetik kotunun altına düşene kadar açık kalır.

Pompa Kapanma Kotunu (*Elevation When the Pump Turns Off*) belirtilmesi gerekir. Bu kot, kanal seviyesini tanımlayan eşleştirilmiş veri fonksiyonuyla aynı düşey seviyede ölçülmelidir. Bu kot, pompanın açılma kotundan daha düşük olmalıdır.

Minimum Dinlenme Süresinin (*Minimum Rest Time*) belirtilmesi isteğe bağlıdır. Eğer kullanılırsa, pompa kapandıktan sonra, rezervuar seviyesi pompayı açma tetik kotuna ulaşsa bile, belirtilen minimum dinlenme süresi kadar kapalı kalmalıdır.

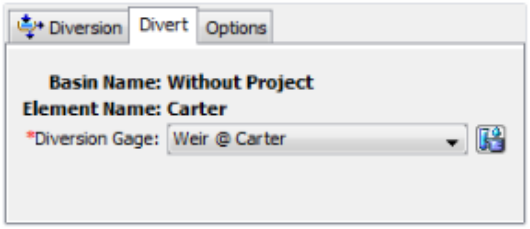
Minimum Çalışma Süresinin (*Minimum Run Time*) belirtilmesi isteğe bağlıdır. Eğer kullanılırsa, pompa açıldıktan sonra, rezervuar seviyesi pompayı kapatma tetik kotunun altına düşse bile, belirtilen minimum çalışma süresi boyunca açık kalmalıdır. Tek istisna, rezervuar seviyesi pompa giriş kotunun altına düşerse, minimum çalışma süresi sağlanmamış olsa bile pompa kapanır.

Ekipman Kayıpları (*Equipment Loss*), pompa giriş ve çıkış noktaları arasındaki tüm enerji kayıplarını içerir. Bu kayıplar bazen statik kayıplar (*static losses*) olarak adlandırılır, çünkü kanal içindeki su seviyesi değişse bile çok fazla değişmezler. Kayıpların bileşenleri arasında emiş hattındaki giriş kayıpları, pompanın kendi içindeki kayıplar, boru sürtünme kayıpları, hattaki dirsek kayıpları ve boşaltma hattının sonundaki çıkış kayıpları bulunur. Bu kayıp, toplam pompa çalışacak başlığı (*total head*) belirlemek için dinamik başlığa eklenir.

Başlık-Debi Eğrisi (*Head-Discharge Curve*), pompanın toplam başlığa (*total head*) bağlı olarak pompalama kapasitesini tanımlar. Toplam başlık, ekipman kaybı (*equipment loss*) ve dinamik başlığın (*dynamic head*) toplamıdır. Dinamik başlık, ilk olarak kanal içindeki su seviyesi ile hattın kotu (*line elevation*) arasındaki fark olarak tahmin edilir. Eğer su seviyesi hattın kotunun üzerindeyse, tahmini değer sıfır olur. İkinci aşamada, tahmin kuyruk suyu (*tailwater*) etkisi için düzeltilir. Bu ikinci aşama yalnızca isteğe bağlı kuyruk suyu değerlendirme eğrisi (*tailwater rating curve*) tanımlanmışsa gereklidir. Tanımlandığında, kuyruk suyu su seviyesi hattın kotu ile karşılaştırılır. Eğer kuyruk suyu hattın kotunu aşarsa, hattın kotu üzerindeki su derinliği, dinamik başlığın ilk tahminine eklenir. Başlık-debi eğrisi, hesaplanan toplam başlığa göre saptırılan akımı hesaplamak için kullanılır. Bir eğri, pompa için *Diversion Element*'te seçilmeden önce *Paired Data Manager*'da kot-debi (*elevation-discharge*) fonksiyonu olarak tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine basarak bir seçim aracı (*chooser*) kullanılabilir. Bu araç, projedeki tüm mevcut kot-debi fonksiyonlarını gösterir. Bir fonksiyona tıklayarak açıklamasını görüntülenebilir.

Belirtilen Akım Saptırması

Belirtilen Akım Saptırma Yöntemi (*Specified Flow Diversion Method),* kanaldan saptırılan akımın bir debimetre (*flow gage*) ile ölçüldüğü durumlar için tasarlanmıştır. Alternatif olarak, saptırma akımı program dışında hesaplanmışsa da kullanılabilir. Her iki durumda da kullanıcı kanaldan saptırılacak akımların zaman serisini (*time-series*) girebilir. Eğer belirtilen saptırma akımı, saptırma noktasına gelen toplam giriş akımını aşarsa, saptırma akımı toplam giriş akımına sınırlanır. Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



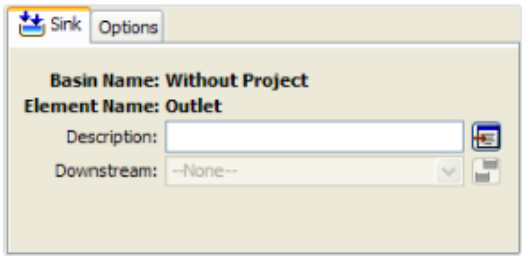
Şekil 10.10 Belirtilen Akım Saptırma Yöntemi Düzenleyicisi

Saptırma akımlarını temsil eden Zaman Serisi Debi Ölçer (*Time-Series Discharge Gage*), saptırma elemanında kullanılmadan önce Zaman Serisi Yöneticisi (*Time-Series Manager*) içinde tanımlanmış olmalıdır. Doğru ölçerin seçimi, Saptırma Elemanı (*Diversion Element*) için Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) üzerinden yapılır. Bileşen Düzenleyiciye erişmek için, *Watershed Explorer*'daki Bileşenler (*Components*) sekmesinde Saptırma Elemanı simgesine tıklayın. Harita açık ise, Havza Haritasındaki (*Basin Map*) eleman simgesine tıklayarak da Bileşen Düzenleyiciye erişilebilir.

10.4 SİSTEM ÇIKIŞ- TOPLANMA NOKTASI

Toplanma (*Sink*), bir veya birden fazla giriş akımına sahip ancak çıkış akımı olmayan bir elemandır. Birden fazla giriş akımı, elemana giren toplam su miktarını belirlemek için toplanır. Alıcılar, bir iç drenaj alanının en düşük noktasını veya havza modelinin çıkışını temsil etmek için kullanılabilir.

Alıcı elemanın özel bir veri veya özelliği yoktur; yalnızca tüm elemanlarda kullanılan standart Bileşen Düzenleyiciye (*Component Editor*) sahiptir. Bileşen Düzenleyiciye erişmek için, *Watershed Explorer*'daki Bileşenler (*Components*) sekmesinde Alıcı Elemanı simgesine tıklanır. Harita açık ise, Havza Haritasındaki (*Basin Map*) eleman simgesine tıklayarak da Bileşen Düzenleyiciye erişilebilir.



Şekil 10.11 Toplanma Bileşen Düzenleyicisi

BÖLÜM 11

METEOROLOJİK MODELİN TANIMLANMASI

Meteorolojik Verilerin Tanımı

Bu bölümde, meteorolojik bilgilerin Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) kullanılarak programa nasıl girileceği açıklanmaktadır. Meteorolojik Model, bir simülasyon sırasında havza üzerinde etkili olan sınır koşullarının hazırlanmasından sorumludur. Bu nedenle, bir Meteorolojik Model bir veya daha fazla Havza Modeli (*Basin Model*) ile birlikte kullanılmak üzere oluşturulur. Havza Modeli alt havza (*Subbasin*) elemanları içeriyorsa, Meteorolojik Model her bir alt havza için yağışın nasıl üretileceğini tanımlamalıdır (yalnızca ızgaralı-gridli olmayan yöntemler kullanıldığında). Havza Modeli, aşağıdaki kayıp (*Loss*) yöntemlerinden herhangi biri kullanılarak sürekli simülasyon (*Continuous Simulation*) için yapılandırılmışsa, evapotranspirasyon mutlaka modele dahil edilmelidir:

- Sabit Eksiklik Yöntemi (*Deficit Constant*)
- Izgaralı Sabit Eksiklik Yöntemi (*Gridded Deficit Constant*)
- Toprak Nem Muhasebesi Yöntemi (*Soil Moisture Accounting*)
- Izgaralı Toprak Nem Muhasebesi Yöntemi (*Gridded Soil Moisture Accounting*)

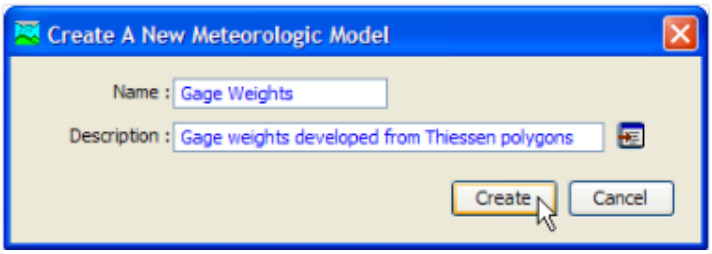
11.1 METEOROLOJİK MODELLER

Meteorolojik Modeller, bir projedeki ana bileşenlerden biridir. Temel amaçları, alt havzalar için meteorolojik sınır koşullarını hazırlamaktır. Bu nedenle, bir Meteorolojik Model oluşturmadan önce en az bir Havza Modeli oluşturulmalıdır. Bir Meteorolojik Model, birçok farklı Havza Modeli ile birlikte kullanılabilir. Ancak Meteorolojik Model tarafından hesaplanan sonuçlar, Havza Modellerindeki alt havzalarla alt havza adı kullanılarak eşleştirilir. Farklı Havza Modellerinde aynı ada sahip alt havzalar bulunuyorsa, bu alt havzaların her ikisi de Meteorolojik Modelden aynı sınır koşullarını alacaktır. Bu nedenle, her bir alt havza için doğru sınır koşullarının hesaplanabilmesi amacıyla alt havzaların adlandırılması dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

Yeni Bir Meteorolojik Model Oluşturma

Yeni bir Meteorolojik Model, Meteorolojik Model Yöneticisi (*Meteorologic Model Manager*) kullanılarak oluşturulur. Yöneticiye erişmek için Bileşenler (*Components)* menüsüne tıklanır ve *Meteorologic Model Manager* komutu seçilir. Yönetici açıldığında, projede mevcut olan tüm Meteorolojik Modeller görüntülenir. Meteorolojik

Model Yöneticisi, Meteorolojik Modelleri yönetirken ya da programın başka bölümlerinde işlemler yaparken açık kalabilir. Yönetici, sağ üst köşedeki *X* düğmesi kullanılarak kapatılabilir. Model listesinin sağ tarafında bulunan düğmeler, mevcut modelleri yönetmek veya yeni bir model oluşturmak için kullanılır. Yeni bir Meteorolojik Model oluşturmak için *New* düğmesine basılır. Bu düğmeye bastıktan sonra, oluşturulacak yeni Meteorolojik Model için *ad* ve *açıklama* girilebilecek bir pencere açılır. Yeni model için varsayılan bir ad tanımlanır; bu ad kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Bu düzenleyici, uzun açıklamaların girilmesini ve düzenlenmesini kolaylaştırır. Ad ve açıklama girildiğinde, yeni Meteorolojik Model oluşturma işlemini tamamlamak için *Create* düğmesine basılır. Yeni model için bir ad belirtilmediği sürece *Create* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ve yeni bir Meteorolojik Model oluşturulmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Meteorolojik Model Yöneticisi penceresine geri dönülebilir.

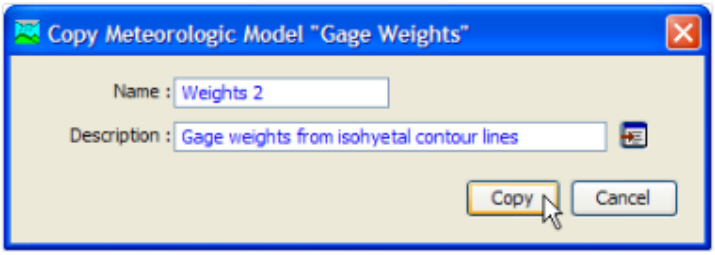


Şekil 11.1 Yeni Bir Meteorolojik Model Oluşturma

Meteorolojik Model Kopyalama

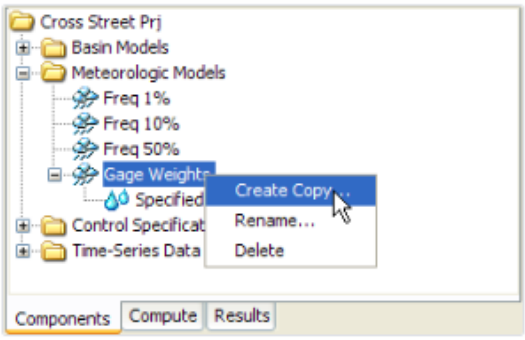
Bir Meteorolojik Modeli kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir adla orijinalin tam bir kopyasını oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra, orijinal modelden bağımsız olur ve birbirleriyle herhangi bir etkileşimde bulunmazlar.

Bir Meteorolojik Modeli kopyalamanın ilk yolu, *Components* menüsünden erişilen Meteorolojik Model Yöneticisini (*Meteorologic Model Manager*) kullanmaktır. Mevcut Meteorolojik Modeller listesinden kopyalanmak istenilen modeli seçmek için üzerine tıklanır. Model, seçildikten sonra vurgulanır (*highlighted*). Bir modeli seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* düğmesine basılabilir. Bu işlem, oluşturulacak kopya için *ad* ve *açıklama* girilebilecek yeni bir pencere (*Copy Meteorologic Model*) açar. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu ad kullanılabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen Meteorolojik Modeli kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Ad belirtilmediği sürece *Copy* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen Meteorolojik Model kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak Meteorolojik Model Yöneticisi penceresine geri dönülebilir.



Şekil 11.2 Bir Meteorolojik Modelin Kopyasını Oluşturma

Meteorolojik Modeli kopyalamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* penceresindeki *Components* sekmesidir. Kopyalanmak istenilen Meteorolojik Modelin üzerine fare getirilir ve ardından sağ fare düğmesine basılır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) birkaç seçenek yer alır; bunlar arasında *Copy* seçeneği de bulunur. *Create Copy* komutuna tıklanır. Bu işlem, oluşturulacak kopya için *ad* ve *açıklama* girebilecek yeni bir pencere (*Copy Meteorologic Model*) açılmasını sağlar. Kopya için varsayılan bir ad tanımlanır; bu ad kullanabilir veya değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen Meteorolojik Modeli kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Ad belirtilmediği sürece *Copy* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen Meteorolojik Model kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya *Copy Meteorologic Model* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine geri dönülebilir.



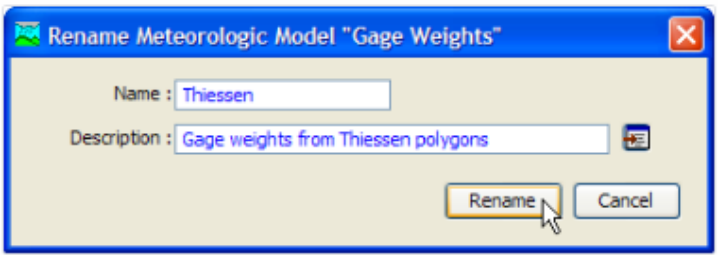
Şekil 11.3 Watershed Explorer'dan Bir Meteorolojik Modeli Kopyalama

Bir Meteorolojik Modelin Adını Değiştirme

Bir Meteorolojik Modeli yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntem de modelin adını değiştirir ve eski model adına yapılan tüm atıflar otomatik olarak yeni ada güncellenir.

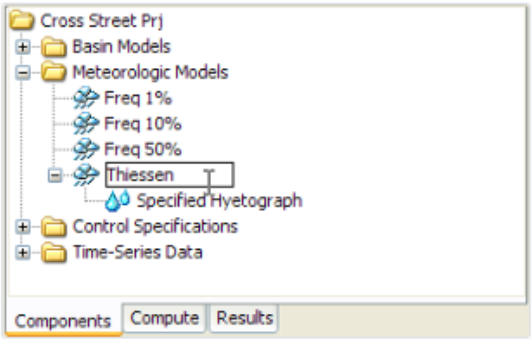
Bir Meteorolojik Modeli yeniden adlandırmanın ilk yolu, *Components* menüsünden erişilen Meteorolojik Model Yöneticisi (*Meteorologic Model Manager*) kullanmaktır. Mevcut Meteorolojik Modeller listesinden yeniden adlandırılmak istenilen model seçilerek tıklanır ve vurgulanır *(highlighted)*. Bir model seçildikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılabilir. Bu işlem, seçilen Meteorolojik Model için yeni ad

girebilecek yeni bir pencere (*Rename Meteorologic Model*) açar. İstenir ise bu sırada açıklama da girilebilir. Yeni açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeye basarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçilen Meteorolojik Modeli yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Ad belirtilmediği sürece *Rename* düğmesine basılamaz. Eğer vazgeçilir ve seçilen Meteorolojik Model yeniden adlandırılmak istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya *Rename Meteorologic Model* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Meteorolojik Model Yöneticisi* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 11.4 Bir Meteorolojik Modelin Adını Değiştirme

Meteorolojik Modeli yeniden adlandırmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* penceresindeki *Components* sekmesinden yapılır. Yeniden adlandırılmak istenilen Meteorolojik Modeli *Watershed Explorer*'da seçmek için üzerine tıklanır; model vurgulanır (*highlighted*). Seçili modelin üzerinde fare tutulur ve sağ fare düğmesine tıklanır. Menüden *Rename* komutu seçilir; seçili ad düzenleme moduna geçecektir. Bu aşamada imleç klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir. Ayrıca istenir ise adın tamamı veya bir kısmı fare ile seçilebilir. Yeni ad klavyeden yazılarak değiştirilir. Ad değişikliği tamamlandığında *Enter* tuşuna basılarak işlem onaylanabilir. Alternatif olarak, *Components* sekmesinde başka bir yere tıklanarak da işlem tamamlanabilir. Eğer düzenleme modundayken vazgeçer ve seçili Meteorolojik Model yeniden adlandırılmak istenmez ise, *Escape* tuşuna basılarak işlem iptal edilebilir.

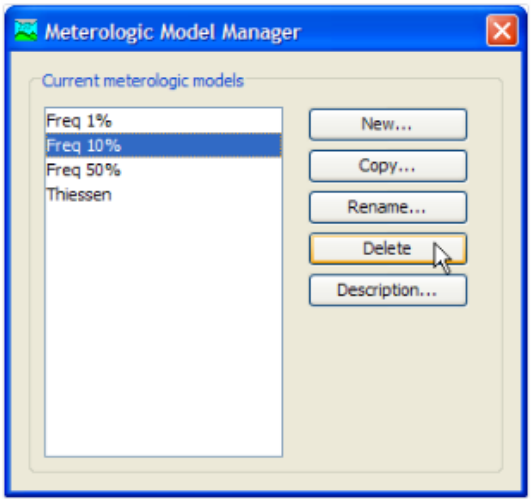


Şekil 11.5 Watershed Explorer'da Bir Meteorolojik Modelin Adını Değiştirme

Bir Meteorolojik Modeli Silme

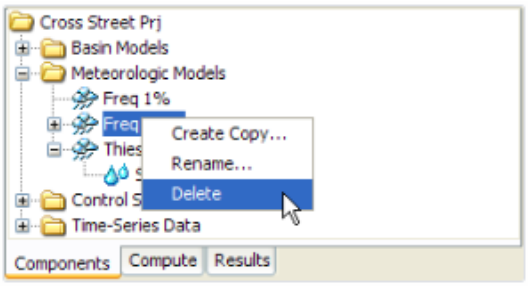
Bir Meteorolojik Modeli silmenin iki yolu vardır. Bir modeli silmek için kullanılan her iki yöntem de modeli projeden kaldırır ve ardından o modele ait tüm referanslar otomatik olarak güncellenir. Bir model silindikten sonra geri getirilemez veya silme işlemi geri alınamaz. Silinen modele ait tüm referanslar, Meteorolojik Model yok seçeneğine geçer; bu durum genellikle bir simülasyon sırasında geçerli bir seçim değildir. Daha sonra, bu bileşenlere giderek farklı bir Meteorolojik Modeli manuel olarak seçmek gerekir.

Silme işlemini gerçekleştirmenin ilk yolu, Bileşenler (*Components*) menüsünden erişilebilen Meteorolojik Model Yöneticisini (*Meteorologic Model Manager*) kullanmaktır. Silinmek istenilen Meteorolojik Modeli, mevcut Meteorolojik Modeller listesinden üzerine tıklayarak seçilir. Seçim yapıldıktan sonra ilgili model vurgulanır. Model seçtikten sonra pencerenin sağ tarafında bulunan *Delete* (Sil) düğmesine basılabilir. Açılan pencerede, seçilen modeli silmek istenilen onaylamak gerekir. *OK* düğmesine basarak modeli silinebilir. Eğer vazgeçer ve seçilen Meteorolojik Model silinmek istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak Meteorolojik Model Yöneticisi penceresine geri dönülebilir.



Şekil 11.6 Meteorolojik Model Yöneticisinde Bir Meteorolojik Modeli Silmeye Hazırlanma

Bir Meteorolojik Modeli silmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Components* sekmesini kullanmaktır. Silinmek istenilen Meteorolojik Modeli, *Watershed Explorer'*da üzerine tıklayarak seçilir; model vurgulanmış hâle gelir. Seçili modelin üzerinde fare imleci tutularak sağ fare düğmesine tıklanır. *Delete* (Sil) seçeneğini de içeren bir bağlam menüsü görüntülenir. *Delete* komutuna tıklanır. Açılan pencerede, seçilen modeli silmek istenildiğini onaylamak gerekir. *OK* düğmesine basarak model silinebilir. Eğer vazgeçer ve seçilen Meteorolojik Model silinmek istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



Şekil 11.7 Watershed Explorer'da bir Meteorolojik Modelin Silinmesi

Bir Meteorolojik Modelin Yüklenmesi

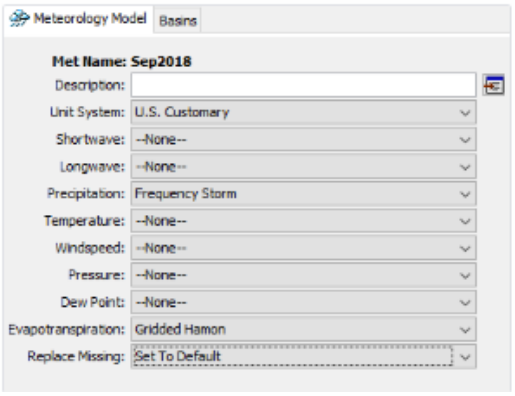
Başka bir projeden mevcut projeye bir Meteorolojik Model yüklenebilir. Modelin daha önce oluşturulmuş olması ve bilgisayarda ya da erişilebilir bir ağ konumunda saklanıyor olması gerekir. *File* menüsüne tıklanır ve *Import | Meteorologic Model* komutu seçilir. Yüklenmek istenilen modeli bulmak için kullanılabilecek bir *dosya tarayıcısı* açılır. Tarayıcı yalnızca "*.MET* " uzantısı ile biten Meteorolojik Model dosyalarının seçilmesine izin verir. Dosya tarayıcısında bir Meteorolojik Model dosyasına tıklandığında, modelin açıklaması tarayıcının sağ tarafında görüntülenir. İstenen Meteorolojik Modeli bulup seçtikten sonra *Select* düğmesine basılır. Herhangi bir modeli yüklemekten vazgeçilir ise, ana program penceresine dönmek için *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir. Seçim yapıldıktan sonra, Meteorolojik Model; zaman serisi ölçüm istasyonları (*time-series gages*) veya parametre ızgaraları (*parameter grids*) gibi bağımlı veriler açısından kontrol edilir. Kullanıcıya, gerekli olan bu verilerin de yüklemek için seçenek sunulur. Program, seçilen dosyayı ve varsa ek verileri otomatik olarak proje klasörüne kopyalar ve ilgili tüm bileşenleri projeye ekler.

Kısa Dalga Güneş Radyasyonu Hesaplama Yöntemi

Kısa Dalga Radyasyon, güneşten gelen radyasyonu temsil eder. Genellikle kara yüzeyine ulaşan en büyük enerji kaynağıdır ve atmosferdeki bulutlar tarafından azaltılır. Kısa dalga radyasyon gece saatlerinde sıfırdır. Kısa Dalga Radyasyon için, Kısa Dalga Radyasyon Yok seçeneği dâhil olmak üzere beş farklı yöntem bulunmaktadır. Kısa dalga radyasyon yalnızca Enerji Dengesi Evapotranspirasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir. Bu yöntemler; *Penman–Monteith* ve *Priestley–Taylor Evapotranspirasyon* Yöntemleri ile Enerji Dengesi Kar Erimesi Yöntemini kapsar. Bu yöntemlerden hiçbiri kullanılmıyorsa, Kısa Dalga Radyasyon *Yok* yöntemi seçilebilir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Kısa Dalga Yöntemi seçilebilir. Kısa Dalga Yöntemini her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Kısa Dalga Radyasyon Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerektiğini gösterecek şekilde güncellenir.



Şekil 11.8 Meteorolojik Model Bileşen Düzenleyicisi

Uzun Dalga Radyasyonu Hesaplama Yöntemi

Uzun Dalga Radyasyon, tüm cisimler tarafından yayılan radyant enerjiyi temsil eder. Buna kara yüzeyinin atmosfere doğru yayılan enerjisi ile bulutlar ve boş gökyüzü tarafından kara yüzeyine doğru yayılan enerji dahildir. Net uzun dalga radyasyon ya atmosferden kara yüzeyine ya da kara yüzeyinden atmosfere doğru olabilir. Net uzun dalga radyasyonun yönü, mevcut koşullara ve sıcaklıklara bağlıdır. Uzun Dalga Radyasyon için, Uzun Dalga Radyasyon Yok seçeneği dahil olmak üzere beş farklı yöntem mevcuttur. Uzun dalga radyasyon yalnızca Enerji Dengesi Evapotranspirasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir. Bu yöntemler, *Penman–Monteith Evapotranspirasyon* Yöntemini kapsar. Bu yöntemlerden hiçbiri kullanılmıyorsa, Uzun Dalga Radyasyon Yok yöntemi seçilebilir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) Uzun Dalga Radyasyon Yöntemini seçilir. Aynı anda yalnızca bir Uzun Dalga Yöntemi seçilebilir. Uzun Dalga Yöntemini her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Uzun Dalga Radyasyon Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçtiğiniz yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Yağış Hesaplama Yöntemi

Yağış, kara yüzeyine düşen tüm yağmur ve karı kapsar. Sıvı veya donmuş yağışın belirlenmesi Kar Erimesi (*Snowmelt*) Yöntemi içinde gerçekleştirilir; Yağış Yöntemi yalnızca kara yüzeyine düşen su miktarını belirler. Yağış Yöntemi için Yağış Yok seçeneği dahil olmak üzere dokuz farklı yöntem mevcuttur. Meteorolojik Modeli, alt havzalar içeren Havza Modelleri ile kullanmak istenirse, bir Yağış Yöntemi seçilmesi gerekir. Alt havzalardan herhangi biri *ModClark Gridded Transform Method* kullanıyorsa, *Gridded Precipitation Method* kullanılmalıdır. Havza Modelleri alt havza içermiyorsa, Yağış Yok (*No Precipitation*) seçeneği kullanılabilir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) Yağış Yöntemi seçilir (önceki şekilde gösterildiği gibi). Aynı anda yalnızca bir Yağış Yöntemi seçilebilir. Yağış Yöntemini her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Yağış Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir. Ayrıca, bazı Yağış Yöntemlerinin isteğe bağlı ayarları vardır. Seçilen yöntemin isteğe bağlı ayarları varsa, Bileşen Düzenleyicisine ek bir sekme (tab) eklenebilir.

Sıcaklık Hesaplama Yöntemi

Sıcaklık, kara yüzeyindeki havanın ısı yoğunluğunu temsil eder. Sıcaklık Yöntemi için, Sıcaklık Yok seçeneği dahil olmak üzere dört farklı yöntem mevcuttur. Meteorolojik Model olarak sıcaklık yalnızca belirli Evapotranspirasyon Yöntemleri, Kısa Dalga Radyasyon Yöntemleri veya Uzun Dalga Radyasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir. Sıcaklık aynı zamanda Kar Erimesi (*Snowmelt*) belirlemede temel bir girdidir; ancak Kar Erimesi bir hidrolik süreçtir ve Havza Modeli içinde işlenir. Kar Erimesi için sınır koşulları, *Basin Model* Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) girilir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde Sıcaklık Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Sıcaklık Yöntemi seçilebilir. Sıcaklık Yöntemini her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Sıcaklık Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Rüzgâr Hızı Hesaplama Yöntemi

Rüzgâr Hızı (*Windspeed*), havanın belirli bir noktadan ne kadar hızlı geçtiğinin ölçüsüdür. Rüzgâr Hızı Yöntemi için Rüzgâr Hızı Yok seçeneği dahil olmak üzere dört farklı yöntem mevcuttur. Rüzgâr hızı yalnızca belirli Evapotranspirasyon Yöntemleri veya Uzun Dalga Radyasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde Rüzgâr Hızı Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Rüzgâr Hızı Yöntemi seçilebilir. Rüzgâr Hızı Yöntemi her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Rüzgâr Hızı Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Hava Basıncı Hesaplama Yöntemi

Basınç (*Pressure*), kara yüzeyine atmosferin ağırlığı tarafından uygulanan basıncı temsil eder. Basınç Yöntemi için Basınç Yok seçeneği dahil olmak üzere üç farklı yöntem mevcuttur. Basınç yalnızca belirli Evapotranspirasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde Basınç Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Basınç Yöntemi seçilebilir. Basınç Yöntemi her zaman değiştirebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Basınç Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Çiğ Noktası Hesaplama Yöntemi

Çiğ Noktası (*Dew Point*), çiğin oluşabileceği sıcaklığın alt sınırını temsil eder. Çiğ Noktası Yöntemi için Çiğ Noktası Yok seçeneği dahil olmak üzere altı farklı yöntem mevcuttur. Çiğ Noktası yalnızca belirli Evapotranspirasyon Yöntemleri veya Uzun Dalga Radyasyon Yöntemleri kullanıldığında gereklidir.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde Çiğ Noktası Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Çiğ Noktası Yöntemi seçilebilir. Çiğ Noktası Yöntemi her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Çiğ Noktası Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Buharlaşma ve Terleme (Evapotranspirasyon) Hesaplama Yöntemi

Meteorolojik Model, kara yüzeyindeki potansiyel evapotranspirasyonu hesaplamaktan sorumludur. Potansiyel evapotranspirasyon, toprakta suyun sonsuz miktarda mevcut olması durumunda gerçekleşecek evapotranspirasyon miktarıdır. Bu potansiyel miktar genellikle atmosferik koşullara dayanarak hesaplanabilir. Evapotranspirasyonun dahil edilmesi kısa süreli olaylar için genellikle önemli değildir, ancak uzun süreli simülasyonlarda kritik hâle gelir.

Evapotranspirasyon Yöntemi için Evapotranspirasyon Yok seçeneği dahil olmak üzere yedi farklı yöntem mevcuttur. Meteorolojik Model, alt havzalar içeren Havza Modelleri ile kullanılmak istenirse, bir Evapotranspirasyon Yöntemi seçilmesi gerekebilir. Aşağıdaki kayıp (*loss*) yöntemleri, evapotranspirasyon sınır koşullarını gerektirir: *Deficit Constant, Gridded Deficit Constant, Soil Moisture Accounting, Gridded Soil Moisture Accounting*. Eğer Meteorolojik Model, alt havzalar içeren ve yukarıda belirtilen kayıp yöntemlerinden herhangi biri ile kullanılır ise, bir Evapotranspirasyon Yöntemi seçilmesi gerekir. Bu kayıp yöntemleri kullanılır

fakat Meteorolojik Modelde herhangi bir Evapotranspirasyon Yöntemi seçilmez ise, alt havzalarda evapotranspirasyon sıfır olarak kabul edilir. *Gridded Evapotranspirasyon Yöntemi, ModClark Gridded Transform Method* ile kullanmak üzere sağlanmıştır. *Gridded Evapotranspirasyon Yöntemini* kullanmak, her bir ızgara hücresi (*grid cell*) için ayrı sınır koşulları sağlar. *Non-Gridded Evapotranspirasyon Yöntemi* kullanıldığında ise, bir alt havzadaki tüm ızgara hücrelerinde aynı sınır koşulu uygulanır.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde Evapotranspirasyon Yöntemi seçilir. Aynı anda yalnızca bir Evapotranspirasyon Yöntemi seçilebilir. Evapotranspirasyon Yöntemi her zaman değiştirilebilir. Yöntem değiştirildiğinde, eski yöntemle ilgili tüm veriler silinir ve geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bazı Evapotranspirasyon Yöntemleri, her alt havza için parametre verileri gerektirir. Diğer yöntemler ise tüm alt havzalar için aynı veriyi kullanır. Seçilen yönteme bağlı olarak, *Watershed Explorer* hangi verilerin gerekli olduğunu gösterecek şekilde güncellenir.

Ölçü Birimleri Sistemi

Her Meteorolojik Model, Amerikan geleneksel birimleri (bazı durumlarda İngiliz birimleri olarak da adlandırılır) veya Uluslararası Sistem birimleri (SI/metric) içinde olmalıdır. Bir Meteorolojik Modeldeki tüm parametre verileri ister tüm alt havzalar için ister tek tek alt havzalar için olsun, aynı birim sisteminde olmalıdır. Birim sistemi değiştirilir ise, tüm veriler otomatik olarak yeni birim sistemine dönüştürülür. Meteorolojik Modelde referans verilen tüm zaman serisi verileri, eşleştirilmiş veriler ve ızgara verileri kendi birim sistemlerinde olur. Gerekirse, bu referans veriler simülasyon sırasında Meteorolojik Modelin birim sistemine otomatik olarak dönüştürülür.

Birim sistemini, Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde seçilir. Bileşen Düzenleyicisine erişmek için *Watershed Explorer*'daki *Components* sekmesinde Meteorolojik Model simgesine tıklanır. Birim sistemi değiştirilir ise, tüm veriler otomatik olarak yeni seçilen birim sistemine dönüştürülür.

Veri Eksikliği

Eksik Veri, atmosferik ölçümlerde sık karşılaşılan bir sorundur. Eksik verinin tam anlamı, çoğunlukla veri türüne bağlıdır. Örneğin, eksik yağış verisi genellikle o sırada yağışın olmadığını ifade eder. Dikkatli olunması gerekir, ancak çoğu zaman eksik veriler yerine sıfır yağış varsayımı yapılabilir. Diğer atmosferik ölçümler söz konusu olduğunda, eksik veri yönetimi daha zordur. Örneğin, hava sıcaklığı eksik olduğunda genellikle mantıklı bir yerine koyma (*substitution*) yapılamaz.

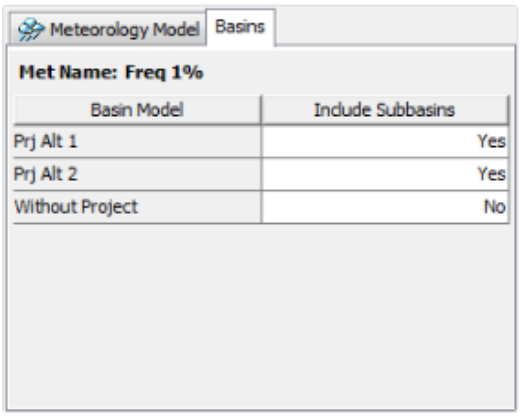
Meteorolojik Modelde eksik veriyi yönetmek için iki seçenek vardır. Birinci seçenek: Hesaplamayı Hata Mesajı ile Durdur (*Abort the Compute with an Error Message*). Bu seçenek kullanıldığında, herhangi bir eksik veri ile karşılaşıldığında simülasyon durdurulur ve eksik veri içeren zaman serisi ölçüm istasyonu veya ızgara (*grid*) bir hata mesajı ile bildirilir. Bu yaklaşım en güvenli olanıdır çünkü simülasyonda kullanılmadan önce tüm atmosferik verilerin gözden geçirilip düzeltilmesini gerektirir. İkinci seçenek: Varsayılan Değer Kullan (*Assume a Default Value*). Bu seçenek seçildiğinde, örneğin eksik yağış verileri sıfır olarak kabul edilir. Ancak eksik verilerin

varsayılan değerle değiştirilmesine izin vermek bazen tutarsız sonuçlara yol açabilir ve bunların yorumlanması zor olabilir. Ayrıca, sıcaklık gibi bazı veri türleri için varsayılan değer yoktur. Tanımlı varsayılan değeri olmayan veri türlerinde eksik veri ile karşılaşıldığında hesaplama her zaman bir hata mesajı ile durdurulur.

Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) eksik verilerle ilgili alınacak işlem seçilir. Bileşen Düzenleyicisine erişmek için *Watershed Explorer*'daki *Components* sekmesinde Meteorolojik Model simgesine tıklanır.

Havza Modellerinin Seçimi

Bir Meteorolojik Modelin temel amacı, alt havzalar için meteorolojik sınır koşullarını hazırlamaktır. Bu sınır koşulları yağışın yanı sıra gerektiğinde kısa dalga radyasyonu, uzun dalga radyasyonu, sıcaklık, rüzgâr hızı, basınç, çiğ noktası ve potansiyel evapotranspirasyonu da içerir. Meteorolojik Model, gerekli sınır koşullarını hesaplayacak şekilde yapılandırılmalıdır. Bu, her Meteorolojik Model ile hangi Havza Modellerinin kullanılacağını belirleyerek gerçekleştirilir (aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi). Sadece Izgarasız (*non-gridded*) meteorolojik yöntemler seçildiğinde, Meteorolojik Modeli bir Havza Modeline bağlamak gerekir. Bir Havza Modeli, bir Meteorolojik Model ile çalışacak şekilde seçildiğinde, alt havzalar Meteorolojik Model ile bağlanır. Bağlantı, alt havzanın adı kullanılarak gerçekleştirilir. Eğer birden fazla Havza Modeli aynı ada sahip bir alt havza içeriyorsa, Meteorolojik Model her bir modeldeki alt havza için aynı sınır koşullarını hesaplar. Her alt havzanın farklı sınır koşullarına sahip olması istenir ise, alt havzaların adları, aynı Meteorolojik Model ile kullanılacak tüm Havza Modellerinde farklı olmalıdır.



Şekil 11.9 Meteorolojik Model için Kullanılacak Havza Modellerinin Seçimi

Bir Havza Modeli, bir Meteorolojik Model ile çalışacak şekilde seçildiğinde, Meteorolojik Model otomatik olarak bu Havza Modelindeki değişikliklerle senkronize tutulur. Bir Havza Modeli yeniden adlandırıldığında, bu değişiklik o Havza Modeli ile çalışan tüm Meteorolojik Modellerde güncellenir. Bir Havza Modeli silindiğinde, içindeki alt havzalar o Havza Modeli ile çalışan tüm Meteorolojik Modellerden kaldırılır. Ancak, alt havzalar başka Havza Modellerinde de yer alıyorsa ve Meteorolojik Model tarafından kullanılmaya devam ediyorsa, Havza

Modeli silindiğinde bu alt havzalar Meteorolojik Modelden kaldırılmaz. Benzer şekilde, bir Havza Modeli Meteorolojik Modelden çıkarıldığında, alt havzalar da kaldırılır. Bir Havza Modeli ile çalışacak şekilde ayarlanmış bir Havza Modeline alt havzalar eklendiğinde, silindiğinde veya yeniden adlandırıldığında, bu değişiklikler de otomatik olarak Meteorolojik Modelde yansıtılır. Bir Havza Modeline eklenen alt havzalar, o Havza Modeli ile çalışacak şekilde ayarlanmış tüm Meteorolojik Modellere otomatik olarak eklenir. Bir Havza Modelinden silinen alt havzalar, o Havza Modeli ile çalışacak şekilde ayarlanmış tüm Meteorolojik Modellerden kaldırılır; ancak silinen alt havza, Meteorolojik Model ile bağlantılı diğer Havza Modellerinde yer alıyorsa kaldırılmaz. Yeniden adlandırılan alt havzalar da Meteorolojik Modelde aynı şekilde yeniden adlandırılır. Ancak, Meteorolojik Model ile bağlantılı diğer Havza Modelleri, yeniden adlandırılan alt havzanın eski adıyla aynı ada sahip alt havzalar içeriyorsa, bu alt havzalar kendi orijinal adlarını ve parametre verilerini korur; yeniden adlandırılan alt havza ise bu verilerin bir kopyasını alır.

Basins sekmesi, Meteorolojik Model için Bileşen Düzenleyicisinin bir parçasıdır ve Havza Modellerini Meteorolojik Model ile bağlamak için kullanılır. *Basins* sekmesi, projedeki tüm mevcut Havza Modellerinin bir tablosunu gösterir. Her bir Havza Modeli, Meteorolojik Model ile çalışacak şekilde seçilebilir veya seçimden çıkarılabilir. Tablo, Havza Modelleri oluşturulduğunda, yeniden adlandırıldığında veya silindiğinde otomatik olarak güncellenir.

11.2 KISA DALGA GÜNEŞ RADYASYONU

Kısa dalga radyasyonu, güneş tarafından üretilen ve kızılötesi, görünür ve morötesi dalga boylarını kapsayan ışınım enerjisidir. Bu nedenle kısa dalga radyasyonu, Dünya yüzeyindeki belirli bir konum için yalnızca gündüz saatleriyle ilişkilidir. Enerji, Dünya atmosferinin üst sınırına, yıl içinde ve yıllar arasında çok az değişkenlik gösteren bir *akı (Watt/metrekare)* ile ulaşır. Bu sebeple, hidrolojik benzetim çalışmalarında bu akı genellikle sabit kabul edilir. Gelen radyasyonun bir kısmı atmosferin üst sınırından, bir kısmı ise bulutlar tarafından yansıtılır. Gelen radyasyonun belirli bir bölümü atmosfer tarafından, bir kısmı da bulutlar tarafından soğurulur. *Albedo*, kara yüzeyine ulaşan kısa dalga radyasyonunun atmosfere geri yansıtılan kısmını ifade eden orandır. Kara yüzeyine ulaşmadan önce yansıtılmayan veya soğurulmayan ve kara yüzeyi tarafından da yansıtılmayan kısa dalga radyasyonu; evapotranspirasyon ve kar örtüsü erimesi gibi hidrolojik süreçleri tetiklemek için kullanılabilir durumdadır.

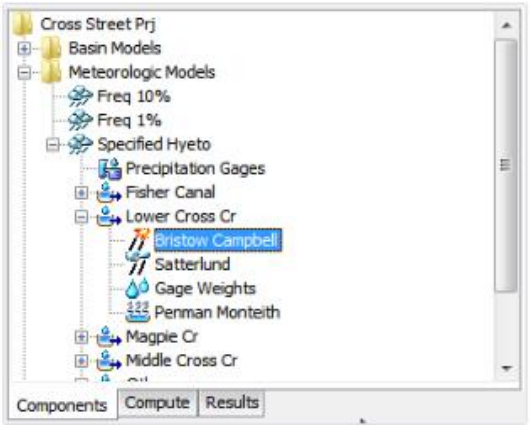
Meteorolojik Model içerisinde yer alan Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemi, yalnızca evapotranspirasyon veya kar erimesi için Enerji Dengesi Yöntemleri kullanıldığında gereklidir. Mevcut seçenekler, basitten karmaşığa doğru değişen farklı ayrıntı düzeylerini kapsar. Ayrıca, bir zaman serisi ölçüm istasyonu (*gage*) veya ızgara (*grid*) girdisi tanımlanmasına olanak sağlayan basit, tanımlı yöntemler de mevcuttur. Her bir seçenek, kara yüzeyine ulaşan net kısa dalga radyasyonunu üretir; bu radyasyon yüzey tarafından yansıtılabilir veya soğurulabilir. Her yönteme ilişkin daha ayrıntılı açıklamalar izleyen bölümlerde sunulmaktadır.

Bristow–Campbell Yöntemi

Bristow–Campbell Yöntemi (Bristow ve Campbell, 1984), kara yüzeyine ulaşan kısa dalga radyasyonunun tahmin edilmesinde kavramsal bir yaklaşım kullanır. Gündüz saatleri boyunca atmosferde bulunan bulutlar, gelen güneş radyasyonunun bir kısmını engelleyerek güneş kaynaklı ısınmayı azaltır ve bunun sonucunda daha düşük hava sıcaklıkları oluşur. Buna karşılık, bulutluluğun az olduğu durumlarda güneş radyasyonunun daha büyük bir bölümü atmosferden geçerek yüzeye ulaşır; bu da daha fazla ısınmaya ve genellikle daha yüksek hava sıcaklıklarına neden olur. Teorik olarak, günlük sıcaklık farkının bulutlu günlerde küçük, bulutsuz günlerde ise büyük olması beklenir. Günlük sıcaklık aralığı ile gelen güneş radyasyonu arasındaki bu ilişki, yalnızca hava sıcaklığı verileri kullanılarak kısa dalga radyasyonunun hesaplanmasında basit bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Bristow–Campbell Yöntemi, Meteorolojik Model içerisindeki her bir alt havza için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere güneş radyasyonu simgesi aracılığıyla Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.

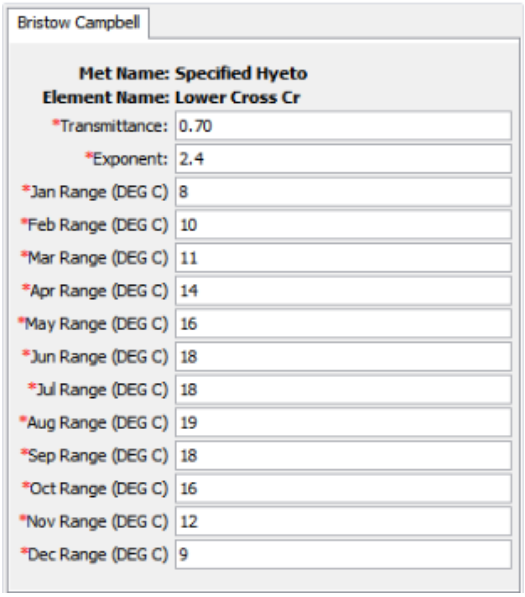
Meteorolojik model içerisinde mutlaka bir Hava Sıcaklığı Yöntemi (*Air Temperature Method*) seçilmiş olmalıdır.



Şekil 11.10 Her Bir Alt Havza İçin Bireysel Bileşen Düzenleyicileri Tanımlanmış Bristow–Campbell Kısa Dalga Radyasyonu Tabanlı Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Model içerisindeki her bir alt havza için tanımlanan Bileşen Düzenleyicisi, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere parametre verilerinin girilmesi amacıyla kullanılır. Geçirgenlik (*Transmittance*) parametresi, havza üzerindeki en açık gökyüzü koşullarını temsil eder. Geçirgenlik için varsayılan değer *0,70*'tir. Üs (*Exponent*) parametresi, maksimum sıcaklığın zamanlamasını kontrol eder ve nemli ortamlardan kurak ortamlara kadar değişkenlik gösterebilir. Üs parametresinin varsayılan değeri *2,4*'tür.

Aylık Ortalama Sıcaklık Aralığı (*Average Monthly Temperature Range*) parametresinin girilmesi zorunludur. Bu değer, aylık ortalama maksimum sıcaklık ile aylık ortalama minimum sıcaklık arasındaki farkı ifade eder.

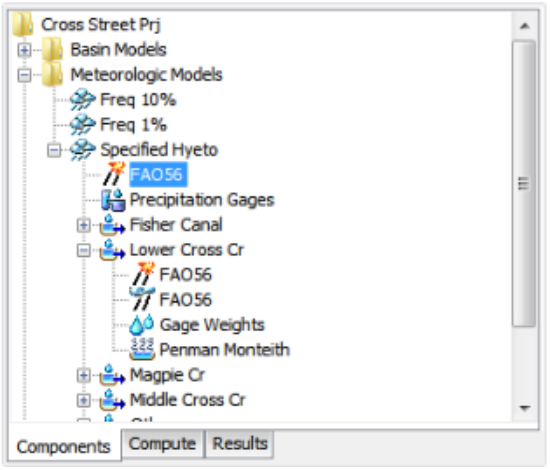


Şekil 11.11 Bristow–Campbell Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemi ile Bir Alt Havzaya Ait Atmosfer ve Sıcaklık Verilerinin Tanımlanması

AO-56 yöntemi

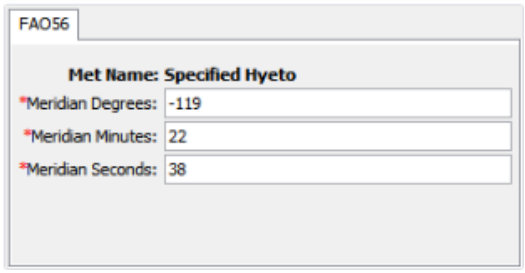
FAO-56 Yöntemi, Allen, Pereira, Raes ve Smith (1998) tarafından ayrıntılandırılan algoritmayı uygular. Bu algoritma, simülasyonun her bir zaman aralığı için; alt havzanın koordinatları, yılın Jülyen günü ve zaman aralığının orta noktasındaki zaman bilgilerini kullanarak güneş deklinasyonu ve güneş açısını hesaplar. Hesaplanan güneş parametreleri, her bir alt havza için atmosfer dışı (*ekstraterestriyal*) radyasyonun belirlenmesinde kullanılır. Toplam gündüz süresi, Jülyen güne bağlı olarak hesaplanır ve gerçekleşen gerçek güneşlenme süresi ile karşılaştırılır. Daha sonra, bulutluluk nedeniyle güneşlenme süresindeki azalmayı dikkate alan yaygın olarak kullanılan ilişki yardımıyla, yere ulaşan kısa dalga radyasyonu hesaplanır.

Havza Gezgini, güneş radyasyonu simgesi aracılığıyla Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar. FAO-56 Yöntemi, Meteorolojik Model içerisindeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi sunar. Ayrıca, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere, her bir alt havza için ayrı bir Bileşen Düzenleyicisi de bulunmaktadır.



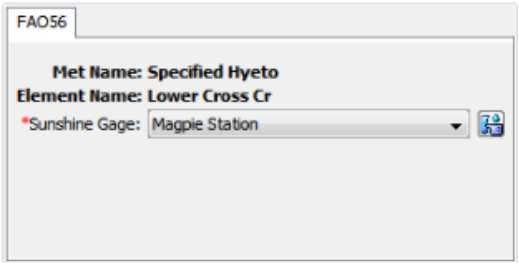
Şekil 11. FAO-56 Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için bir Bileşen Düzenleyicisi, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere Zaman Diliminin Orta Meridyeni (*Central Meridian*) bilgisini içerir. Şu anda zaman dilimi için herhangi bir ön tanım bulunmadığından, meridyenin manuel olarak girilmesi gerekmektedir. Orta meridyen, genellikle yerel zaman diliminin merkezindeki boylam olarak alınır. Sıfır meridyenden batıda kalan boylamlar negatif, doğuda kalan boylamlar ise pozitif olarak girilmelidir. Meridyen değeri, program ayarlarına bağlı olarak ondalık derece veya derece, dakika ve saniye biçiminde belirtilebilir.



Şekil 11.13 Yerel Zaman Diliminin Orta Meridyen Boylamının Girilmesi

Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, havza genelindeki bulutluluk farklarını dikkate almak için gerekli parametre verilerinin girilmesinde kullanılır. Bulutluluk, Güneşlenme Saatleri (*Sunshine Hours*) zaman serisi aracılığıyla ele alınır. Güneşlenme saatleri, kısa dalga radyasyonunun 120 watt/metrekareyi (W/m^2) aştığı tam saat başına düşen ondalık saat sayısı olarak tanımlanır (WMO, 2008).

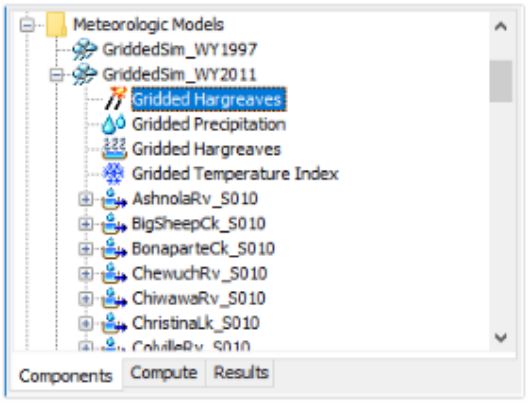


Şekil 11.14 Güneşlenme Saatleri İçin Bir Zaman Serisi Ölçüm İstasyonunun (Gage) Seçilmesi

Gridded Hargreaves Yöntemi

Gridded Hargreaves Yöntemi, daha sonra açıklanan standart Hargreaves Yöntemi ile aynıdır; tek fark, Hargreaves denklemlerinin alt havza genelinde alan ortalaması yerine, her bir ızgara hücresi için ayrı sınır koşulları kullanılarak uygulanmasıdır**.**

Gridded Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere güneş radyasyonu simgesi aracılığıyla Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.

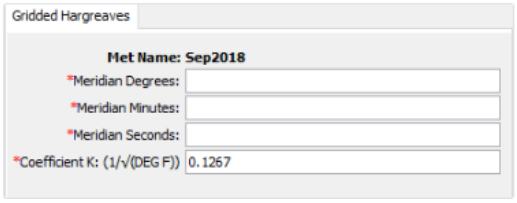


Şekil 11.15 Gridded Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

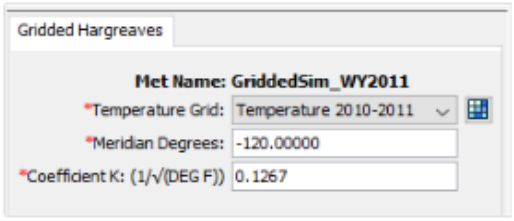
Bileşen Düzenleyicisi**,** Zaman Diliminin Orta Meridyeni (*Central Meridian*) bilgisini gerektirir. Eğer Havza Modeli birden fazla zaman dilimini kapsıyorsa, havza alanının çoğunluğunu içeren zaman diliminin orta meridyeni girilmelidir. Orta meridyen, yerel zaman diliminin merkezindeki boylamdır. Sıfır meridyenden batıda kalan boylamlar negatif, doğuda kalan boylamlar ise pozitif olarak girilmelidir. Meridyen değeri, program ayarlarına bağlı olarak ondalık derece veya derece, dakika ve saniye biçiminde belirtilebilir.

Bileşen Düzenleyicisi, ayrıca bir Hargreaves Kısa Dalga Katsayısı (*Hargreaves Shortwave Coefficient*) gerektirir. Varsayılan Hargreaves kısa dalga katsayısı 0,17 / √°C olup, bu değere Fahrenheit cinsinden karşılık 0,1267 / √°F'dir. Celsius cinsinden 0,17 varsayılan katsayı, Hargreaves ve Samani (1985) potansiyel evapotranspirasyon

formülasyonunda varsayılan olarak kabul edilir. Kullanıcı, Hargreaves kısa dalga katsayısını isteğe bağlı olarak ayarlayabilir.



Şekil 11.16 Gridded Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi

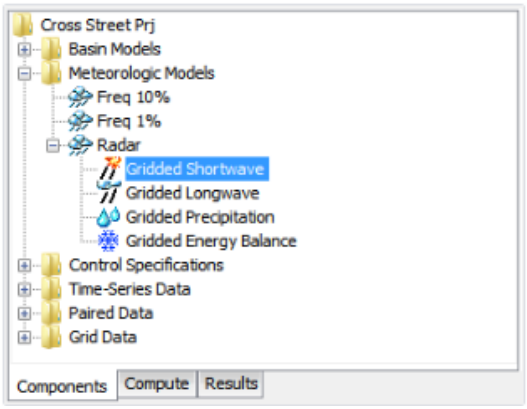


Şekil 11.17 (ESKİ) Gridded Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Izgara Tabanlı Kısa Dalga Radyasyonu

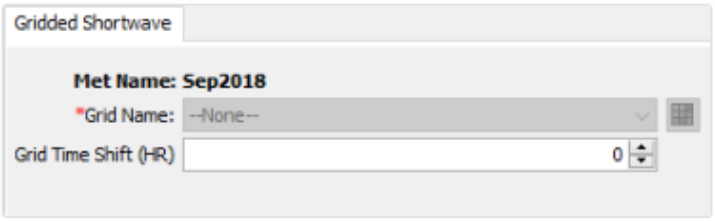
Yöntemin en yaygın kullanımı, genellikle dış bir model tarafından üretilen ızgara tabanlı kısa dalga radyasyonu tahminlerinin kullanılmasıdır; örneğin, dinamik bir atmosferik model. Eğer yöntem, ModClark dışında bir Transform Yöntemi ile birlikte kullanılırsa, alt havzadaki ızgara hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınarak her alt havza için kısa dalga radyasyonu zaman serisi hesaplanır.

Gridded Shortwave Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere güneş radyasyonu simgesi aracılığıyla Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.18 Gridded Shortwave Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için bir Bileşen Düzenleyicisi, veri kaynağının seçimini içerir. Tüm alt havzalar için bir Radyasyon Izgara Seti (*Radiation Gridset*) seçilmelidir. Mevcut ızgara setleri, seçim listesinde gösterilmektedir. Eğer çok sayıda farklı ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesi aracılığıyla erişilebilen ızgara seti seçicisinden bir ızgara seti seçmek istenebilir. Seçici, her bir ızgara seti için açıklamayı görüntüler ve doğru setin seçilmesini kolaylaştırır.

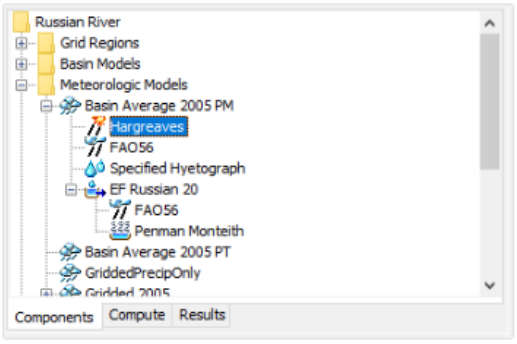


Şekil 11.19 Gridded Shortwave Yöntemi İçin Kısa Dalga Radyasyonu Veri Kaynağının Belirlenmesi

Hargreaves Yöntemi

Hargreaves Kısa Dalga Yöntemi, Hargreaves ve Samani (1982) tarafından tanımlanan kısa dalga radyasyon algoritmasını uygular. Yöntem, simülasyonun her bir zaman aralığı için; alt havzanın koordinatları, yılın Jülyen günü ve hesaplama aralığının ortasındaki zaman bilgilerini kullanarak güneş deklinasyonu ve güneş açısını hesaplar. Hesaplanan güneş değerleri, her bir alt havza için atmosfer dışı (*ekstraterestriyal*) radyasyonun belirlenmesinde kullanılır. Günlük sıcaklık farkı (günlük maksimum sıcaklık eksi günlük minimum sıcaklık), bulutluluğun bir göstergesi (*proxy*) olarak işlev görür. Yere ulaşan kısa dalga radyasyonu, *ekstraterestriyal* radyasyon ve günlük sıcaklık farkı fonksiyonu olarak hesaplanır.

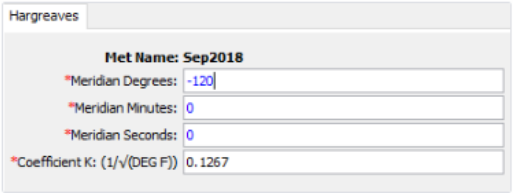
Hargreaves Kısa Dalga Yöntemi, Havza Modelindeki tüm alt havzalar için parametrelenmiştir. Havza Gezgini içerisinden Hargreaves Shortwave düğümünü seçerek Hargreaves Kısa Dalga Bileşen Düzenleyicisine erişilebilir; aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Meteorolojik modelde bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçilmiş olmalıdır.



Şekil 11.20 Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Hargreaves Kısa Dalga Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Kullanıcı, Zaman Diliminin Orta Meridyeni (*Central Meridian*) ve Hargreaves Kısa Dalga Katsayısını (*Hargreaves Shortwave Coefficient*) girmelidir. Eğer Havza Modeli birden fazla zaman dilimini kapsıyorsa, havza alanının çoğunluğunu içeren zaman diliminin orta meridyeni girilmelidir. Orta meridyen, yerel zaman diliminin merkezindeki boylamdır. Sıfır meridyenden batıda kalan boylamlar negatif, doğuda kalan boylamlar ise pozitif olarak girilmelidir. Meridyen değeri, program ayarlarına bağlı olarak ondalık derece veya derece, dakika ve saniye biçiminde belirtilebilir.

Varsayılan Hargreaves kısa dalga katsayısı 0,17 / √°C olup, bu değere Fahrenheit cinsinden karşılık 0,1267 / √°F'dir. Celsius cinsinden 0,17 varsayılan katsayı, Hargreaves ve Samani (1985) potansiyel evapotranspirasyon formülasyonunda varsayılan olarak kabul edilir. Kullanıcı, Hargreaves kısa dalga katsayısını isteğe bağlı olarak ayarlayabilir.

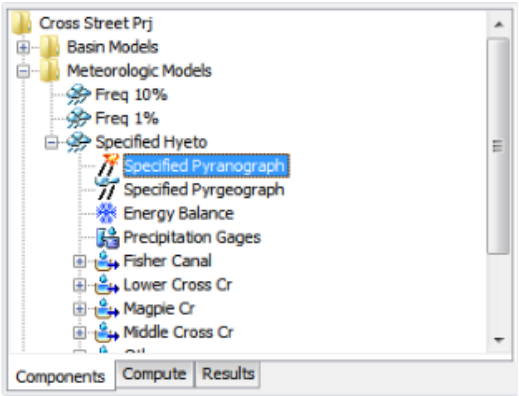


Şekil 11.21 Yerel Zaman Diliminin Orta Meridyen Boylamının ve Hargreaves Kısa Dalga Radyasyonu Katsayısının Girilmesi

Specified Pyranograph Yöntemi

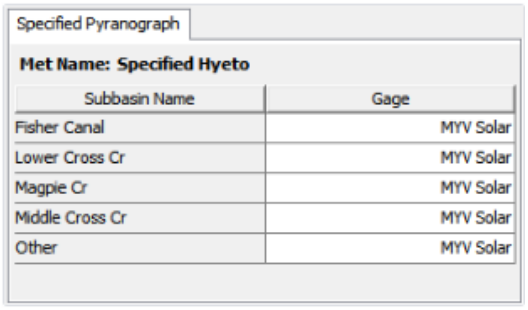
Piranometre, gelen kısa dalga güneş radyasyonunu ölçebilen bir cihazdır. Bu cihazlar temel meteorolojik gözlem istasyonlarının bir parçası değildir, ancak birinci dereceden *(first-order*) istasyonlarda bulunabilir. *Specified Pyranograph* Yöntemi, ölçülmüş piranometre verilerinin modele aktarılmasında kullanılabilir veya dış bir model tarafından üretilmiş kısa dalga radyasyon tahminlerinin içe aktarılması için de tercih edilebilir.

Bu yöntem, özellikle Priestley-Taylor Evapotranspirasyon Yöntemi ile birlikte kullanıldığında önerilmektedir; çünkü bu yöntemde hem kısa dalga hem de uzun dalga radyasyonu içeren etkili radyasyon kullanılır.



Şekil 11.22 Specified Pyranograph Kısa Dalga Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için kısa dalga radyasyonu zaman serisi ölçüm istasyonunu (*gage*) içerir. Her alt havza için bir Güneş Radyasyonu Ölçüm İstasyonu (*Solar Radiation Gage*) seçilmelidir. Mevcut ölçüm istasyonları, seçim listesinde gösterilmektedir.

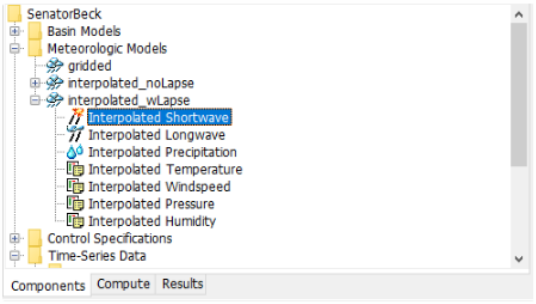


Şekil 11.23 Her Alt Havza İçin Kısa Dalga Radyasyonu Zaman Serisi Ölçüm İstasyonunun Belirlenmesi

Interpolated Shortwave Yöntemi

Izgara tabanlı meteoroloji verileri, bir havza genelinde meteorolojik koşulları zamansal ve mekânsal olarak tek bir ölçüm istasyonuna kıyasla daha doğru yakalar. Ancak, saatlik veya alt-saatlik ızgara tabanlı meteorolojik veriler her zaman mevcut değildir; özellikle modelleyici için ilgi duyulan tarihsel olaylar söz konusu olduğunda bu veriler eksik olabilir. Bu durumlarda, ızgara veri seti, meteoroloji istasyonlarından elde edilen nokta gözlemlerinden enterpolasyon yapılarak oluşturulabilir.

Interpolated Shortwave Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanır. Meteorolojik Modeldeki her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, Enterpolasyon Yöntemini tanımlayan parametrelerin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak radyasyon ölçüm istasyonlarının seçilmesi amacıyla kullanılır. Enterpolasyon yöntemi, açılır menüden seçilebilir ve bir yöntem mutlaka belirlenmelidir. Kullanıcı, dört farklı enterpolasyon seçeneğinden birini tercih edebilir; bu seçenekler aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 11.24 Interpolated Shortwave Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemini Kullanan bir Meteorolojik Model

Enterpolasyon Yöntemleri

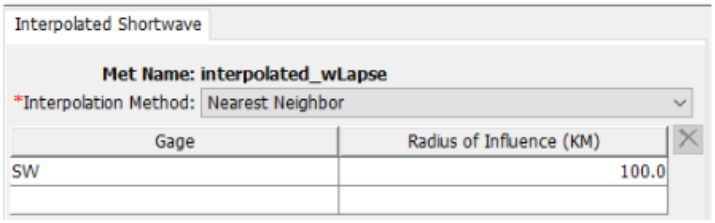
Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Yöntemi, bir ölçüm istasyonunun (*gage)* etkisinin, enterpolasyon yapılan hücreye olan mesafenin tersine orantılı olduğunu varsayar.

Ters Mesafe Karesi (*Inverse Distance Squared*) Yöntemi, bir ölçümün etkisinin, enterpolasyon hücresine olan mesafenin karesinin tersine orantılı olduğunu kabul eder.

En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) Yöntemi, yalnızca ilgili hücre merkezine en yakın değeri atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz.

İkili Lineer (*Bilinear Interpolation*) Yöntemi HEC-HMS'te, düzensiz olarak yerleştirilmiş ölçüm noktalarının üçgenleme (*triangulation*) işlemine dayanır. Ölçüm koordinatlarına göre, Havza Modeli koordinat sisteminde ölçüm ağını temsil eden bir *Triangulated Irregular Network (TIN)* oluşturulur. Bu TIN, her ölçümün bir veya daha fazla üçgenin köşesi olacak şekilde üçgenleri tanımlar. Belirli bir noktadaki değer, önce o noktanın hangi üçgen içinde yer aldığı belirlenir, ardından Barycentric Koordinatlar kullanılarak üçgen içinde enterpolasyon yapılır.

Açılır (*Dropdown*) menüdeki ölçüm sütunu altındaki satırlardan radyasyon ölçüm istasyonları (*Radiation Gages*) seçilmelidir. Etkileşim yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametre olup, ölçüm istasyonunun enterpolasyon hücreleri üzerindeki maksimum etkili mesafesini temsil eder; bu yarıçapın ötesinde ölçüm, hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılacak radyasyon ölçüm istasyonları, Zaman Serisi Radyasyon Verisi (*Time-Series of Radiation Data*) olarak modele yüklenmiş olmalı ve her bir istasyon için enlem ve boylam bilgileri tanımlanmış olmalıdır.



Şekil 11.25 Interpolated Shortwave Kısa Dalga Radyasyonu Bileşen Düzenleyicisi

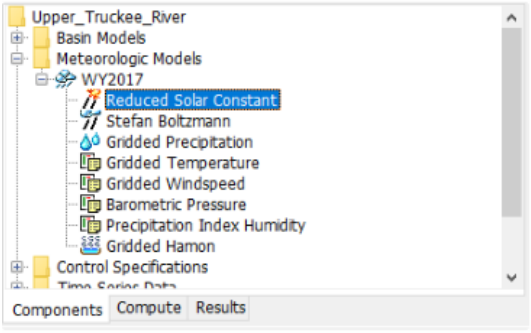
Simülasyon tamamlandıktan sonra, enterpolasyonlu kısa dalga radyasyonu ızgarası (*interpolated shortwave radiation grid*) oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandığında, enterpolasyonlu ızgara, Meteorolojik Model ile aynı isimle *DSS* formatında kaydedilecek ve HEC-HMS proje dizininde saklanacaktır.

Reduced Solar Constant Kısa Dalga Yöntemi

Reduced Solar Constant (*Azaltılmış Güneş Sabiti*) Kısa Dalga Yöntemi, kısa dalga radyasyonu algoritmasını TVA (1972) ve Follum ve ark. (2015) çalışmalarında tanımlandığı şekilde uygular. Bu yöntem, belirli bir konumda (grid hücresi veya alt havza) ulaşan kısa dalga radyasyon miktarını güneş sabiti (1366 W/m²) üzerinden çeşitli faktörler

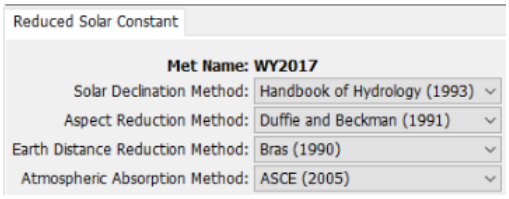
kullanarak azaltarak tahmin eder. Bu faktörler arasında: Dünya ile Güneş arasındaki mesafe, Atmosferik saçılma, Arazi eğimi ve bakısı (*slope/aspect*) yer alır.

Havza modeli coğrafi olarak referanslanmamışsa ve/veya ilişkili bir arazi modeli yoksa, bu hesaplamalar konumun ekvator ve deniz seviyesinde olduğu varsayımıyla yapılır.



Şekil 11.26 Reduced Solar Constant Kısa Dalga Radyasyonu Yöntemini Kullanan bir Meteorolojik Model

Aşağıdaki şekilde *Reduced Solar Constant* Kısa Dalga Bileşen Düzenleyicisi gösterilmektedir. Kullanıcı, aşağıdaki parametreleri seçmelidir:



Şekil 11.26 Reduced Solar Constant Kısa Dalga Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

11.3 UZUN DALGA RADYASYONU

Tüm canlı ve cansız cisimler uzun dalga radyasyon yayar. Yayılan radyasyonun büyüklüğü, cismin sıcaklığının (Kelvin cinsinden) dördüncü kuvvetiyle orantılıdır. Hidrolojik uygulamalarda uzun dalga radyasyonun önemli kaynakları, atmosferin kendisi ve atmosferde yerel olarak bulunabilen bulutlardır. Bulutlar genellikle açık atmosfere kıyasla daha yüksek ısı içeriğine ve daha yüksek sıcaklığa sahiptir; bu nedenle bulutlu günlerde yüzeye doğru gelen (aşağı yönlü) uzun dalga radyasyon artar. Atmosfer ve bulutların arazi yüzeyi için net bir uzun dalga radyasyon kaynağı olup olmadığı, yüzey sıcaklığına göre bağıl sıcaklıklarına bağlıdır. Çoğu durumda net uzun dalga radyasyon gündüz saatlerinde yüzeye doğru (gelen), gece saatlerinde ise yüzeyden atmosfere doğru (çıkan) yöndedir.

Meteorolojik Model içinde yer alan Uzun Dalga Radyasyon Yöntemi, yalnızca Enerji Dengesi yöntemleri Evapotranspirasyon veya Kar Erimesi hesaplarında kullanıldığında gereklidir. Mevcut seçenekler, basitten karmaşığa doğru değişen farklı ayrıntı düzeylerini kapsar. Ayrıca, bir zaman serisi veya ızgara girdisi

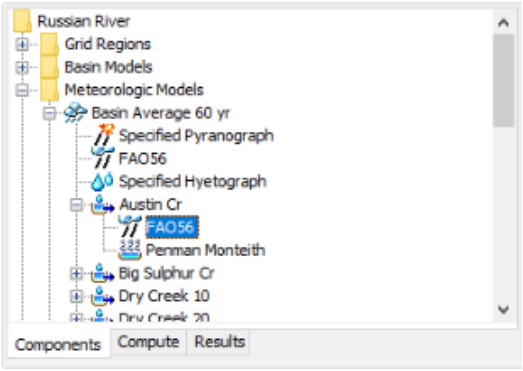
tanımlanmasına olanak sağlayan basit, kullanıcı tarafından belirlenen yöntemler de mevcuttur. Her bir seçenek, arazi yüzeyine ulaşan aşağı yönlü uzun dalga radyasyonu (*Downwelling Longwave Radiation*) hesaplar. HEC-HMS'te aşağı yönlü uzun dalga radyasyonu pozitif işaret konvansiyonu ile tanımlanır. Arazi yüzeyi tarafından gerçekleşen soğurma ve yeniden radyasyon, Alt Havza Elemanı içinde hesaplanır. Her bir yönteme ilişkin daha ayrıntılı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

FAO-56 Yöntemi, (*Food and Agriculture Organization*)

FAO-56 Yöntemi, Allen, Pereira, Raes ve Smith (1998) tarafından ayrıntıları verilen algoritmayı uygular. Algoritma, her bir simülasyon zaman aralığı için güneş sapma açısını (*solar declination*) ve güneş açısını, alt havzanın koordinatları, yılın Jülyen günü ve zaman aralığının orta anındaki zaman bilgisi kullanılarak hesaplar. Hesaplanan güneş geometrisi değerleri, her bir alt havza için açık gökyüzü radyasyonunun (*clear sky radiation*) belirlenmesinde kullanılır. Ardından hesaplanan kısa dalga radyasyon, hesaplanan açık gökyüzü radyasyonuna bölünerek yere ulaşan kısa dalga radyasyonun oranı (*fraction*) tahmin edilir. Son olarak, yere ulaşan kısa dalga radyasyon oranı buhar basıncı ile birlikte kullanılarak, Stefan-Boltzmann denklemi esas alınmak suretiyle aşağı yönlü uzun dalga radyasyonda (*downwelling longwave radiation*) meydana gelen azalma hesaplanır.

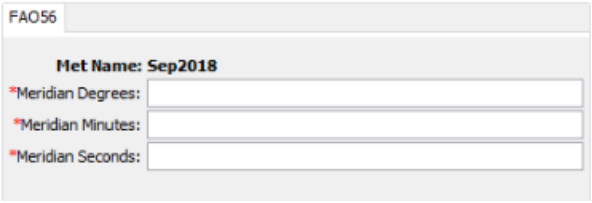
FAO-56 Yöntemi, Meteorolojik Model içindeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır; aynı veriler FAO-56 Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi ile de paylaşılmaktadır. FAO-56 yöntemi hem kısa dalga hem de uzun dalga radyasyon için birlikte kullanıldığında, simge gösteriminde öncelikli olarak Kısa Dalga Radyasyon simgesi görüntülenir. Ayrıca her bir alt havza için ayrı bir Bileşen Düzenleyicisi de mevcuttur. Havza Gezgini, bulut siyah cisim radyasyonunu temsil eden bir simge aracılığıyla Uzun Dalga Radyasyon Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar.

Meteorolojik Model içinde mutlaka bir Sıcaklık (veya Çiğ Noktası Sıcaklığı) yöntemi ile bir Rüzgâr Hızı yöntemi seçilmelidir. Gerçek Buhar Basıncı, yayılan uzun dalga radyasyon için bir nem düzeltmesi olarak kullanılır. Gerçek buhar basıncı; Çiğ Noktası Sıcaklığı, Bağıl Nem veya Günlük Minimum Sıcaklık kullanılarak hesaplanabilir. Bağıl nem veya çiğ noktası verilerinin bulunmadığı durumlarda Günlük Minimum Sıcaklık seçeneği kullanılmalıdır; bu seçenekte çiğ noktası sıcaklığının günlük minimum sıcaklığa eşit olduğu varsayılır.



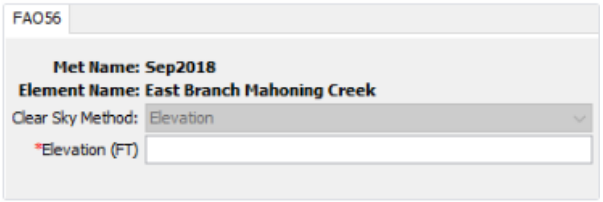
Şekil 11.27 FAO-56 Uzun Dalga Yöntemini Kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Model içindeki tüm alt havzalar için tanımlanan Bileşen Düzenleyicisi**,** Zaman Diliminin Merkezi Meridyenini (*Central Meridian*) içerir. Zaman dilimi için şu anda doğrudan bir tanımlama bulunmadığından, bu meridyenin manuel olarak girilmesi gerekmektedir. Merkezi meridyen genellikle yerel zaman diliminin merkezinde yer alan boylam değeridir. Sıfır boylamının (*Greenwich*) batısındaki meridyenler negatif, doğusundaki meridyenler ise pozitif olarak tanımlanmalıdır. Meridyen değeri, Program Ayarlarına bağlı olarak ondalık derece veya derece–dakika–saniye formatında girilebilir.



Şekil 11.28 FAO-56 Uzun Dalga Yöntemi**,** Zaman Diliminin Merkezi Meridyeninin Tanımlanması

Meteorolojik Model içindeki her bir alt havza için tanımlanan Bileşen Düzenleyicisi aşağıda gösterilmektedir. Mevcut durumda, açık gökyüzü radyasyonundan sapmaların hesaplanmasına yönelik tek yöntem yükseltiye (*elevation*) dayalıdır. Bu nedenle her bir alt havza için Temsilî Yükselti (*Representative Elevation*) değeri girilmelidir.

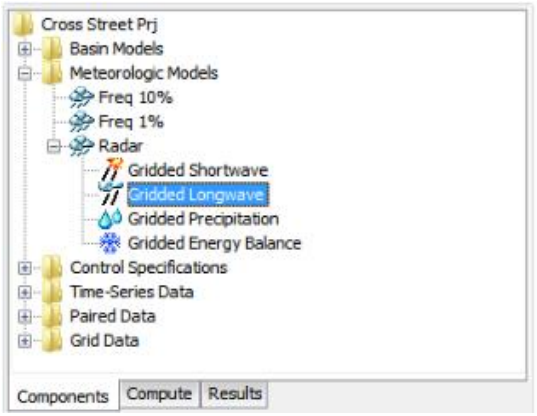


Şekil 11.29 FAO-56 Uzun Dalga Alt Havza Bileşen Düzenleyicisinde, Bir Alt Havza İçin Temsilî Yükselti Tanımlanması.

Izgaralı Uzun Dalga Radyasyon

Yöntemin en yaygın kullanımı, dış bir model tarafından üretilen ızgaralı uzun dalga radyasyon tahminlerini kullanmaktır; örneğin, bir dinamik atmosfer modeli. Eğer ızgaralı uzun dalga radyasyon tahmini ModClark dışındaki bir dönüştürme yöntemi ile kullanılıyorsa, alt havza için uzun dalga radyasyon zaman serisi alt havzadaki grid hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanır.

Izgaralı Uzun Dalga Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyici içerir. Havza Gezgini, bulutlardan gelen aşağı yönlü radyasyonu temsil eden bir simge aracılığıyla Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar.



Şekil 11.30 Meteorolojik Model**,** Izgaralı Uzun Dalga Yöntemi Alt Havzalar Bileşen Düzenleyicisi

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için tanımlanan Bileşen Düzenleyicisi, veri kaynağı seçimini de içerir. Tüm alt havzalar için bir Radyasyon Izgarası (*Radiation Gridset*) seçilmelidir. Mevcut ızgara setleri, seçim listesinden görüntülenebilir. Eğer birden fazla ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesine tıklayarak erişilen seçici aracılığıyla uygun bir ızgara seti tercih edilebilir. Bu seçici, her bir ızgara seti için açıklamaları gösterir ve doğru ızgara setinin seçilmesini kolaylaştırır.



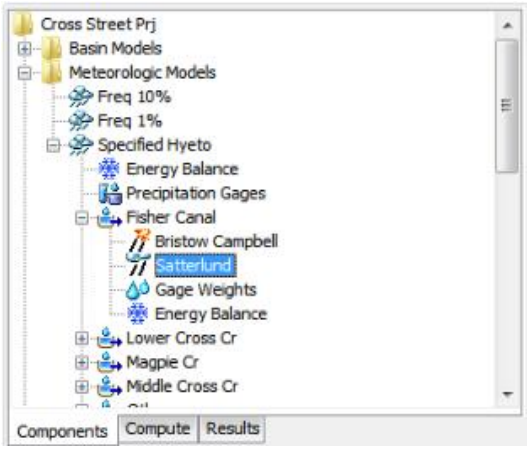
Şekil 11.31 Izgaralı Uzun Dalga Yöntemi İçin Uzun Dalga Radyasyon Veri Kaynağının Tanımlanması.

Satterlund Yöntemi

Satterlund Yöntemi (Satterlund, 1979)**,** aşağı yönlü uzun dalga radyasyonu (*incoming longwave radiation*) tahmin etmek için sıcaklık ve buhar basıncını kullanır. Belirli fiziksel sınırlar uygulanmasına rağmen, yaklaşım temelde ampiriktir. Yöntem, çoğunlukla açık gökyüzü koşullarında iyi tahminler sağlar ve sıcaklık donma noktasının altına düştüğünde dahi iyi performans gösterir. Avantajı, yalnızca kolayca elde edilebilen meteorolojik verilere ihtiyaç duymasıdır.

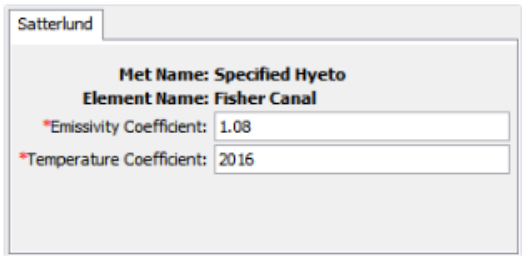
Satterlund Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki her alt havza için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini, bulutlardan gelen aşağı yönlü radyasyonu temsil eden bir simge aracılığıyla Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar.

Meteorolojik Modelde mutlaka bir Sıcaklık, Rüzgâr Hızı (*Windspeed*) ve Çiğ Noktası (*Dew Point*) yöntemi seçilmelidir.



Şekil 11.32 Satterlund Uzun Dalga Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Gelen Uzun Dalga Radyasyonu (*Incoming Longwave Radiation*), ideal siyah cisim radyasyonu (*black body radiation*) denkleminin değiştirilmiş bir biçimi kullanılarak hesaplanır. Emissivite (*Emissivity*)**,** sıcaklığın bir fonksiyonu olarak belirlenir ve Sıcaklık Katsayısı (*Temperature Coefficient*) varsayılan olarak 2016 Kelvin değerine sahiptir. Emissivite Katsayısı (*Emissivity Coefficient*) kalibrasyon amacıyla dahil edilmiştir; ancak varsayılan değer olan 1.08 yaygın olarak kullanılmaktadır. Emissivite ve Sıcaklık Katsayıları, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Bileşen Düzenleyicisinde girilebilir.

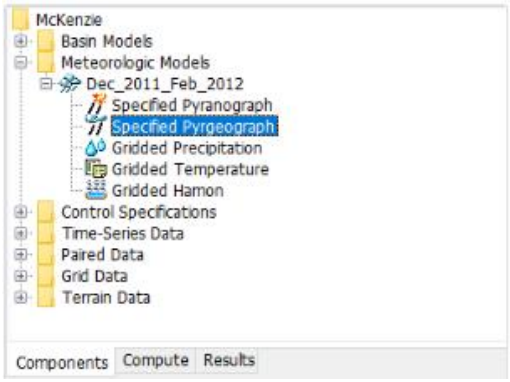


Şekil 11.33 Her Bir Alt Havza İçin Termodinamik Özelliklerin Tanımlanması.

Belirlenmiş Pyrgeograph Yöntemi

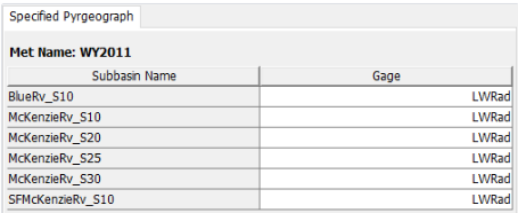
Pirgeometre (*Pyrgeometer*), aşağı yönlü uzun dalga radyasyonu (*Downwelling Longwave Radiation*) ölçebilen bir cihazdır. Temel meteorolojik gözlem istasyonlarının bir parçası değildir, ancak birinci dereceden istasyonlarda (*first-order stations***)** bulunabilir. Bu yöntem, Pirgeometre ile ölçülen gözlem değerlerini almak için kullanılabileceği gibi, dış bir model tarafından üretilen tahminleri içe aktarmak için de kullanılabilir.

Belirlenmiş Pyrgeograph (*Specified Pyrgeograph*) Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisini içerir. Havza Gezgini**,** bulutlardan gelen aşağı yönlü radyasyonu temsil eden bir simge aracılığıyla Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar.



Şekil 11.34 Meteorolojik Model, Belirlenmiş Pyrgeograph Uzun Dalga Yöntemi Bileşen Düzenleyicisi

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için tanımlanan Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Uzun Dalga Radyasyonunun Zaman Serisi Ölçerini (*Time-Series Gage of Longwave Radiation*) içerir. Her alt havza için bir Radyasyon Ölçeri (*Radiation Gage*) seçilmelidir. Mevcut ölçerler seçim listesinde görüntülenmektedir.

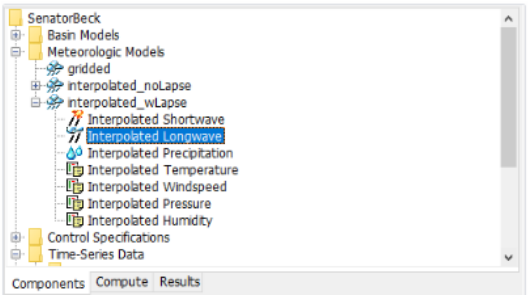


Şekil 11.35 Her Bir Alt Havza İçin Uzun Dalga Radyasyon Zaman Serisi Ölçerinin Tanımlanması.

Interpolated Longwave Yöntemi

Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçüm istasyonlarına kıyasla bir havza genelinde meteorolojiyi zamansal ve mekânsal olarak daha iyi yakalar. Ancak, özellikle modelleyici için ilgi taşıyan tarihî olaylar için saatlik veya alt-saatlik ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut değildir. Bu durumlarda, bir ızgaralı veri seti, hava durumu istasyonlarında kaydedilen noktasal gözlemler kullanılarak enterpolasyon yoluyla oluşturulabilir. Interpolated Longwave Yöntemi, kullanıcıya noktasal radyasyon ölçer verilerini kullanarak enterpolasyon ile uzun dalga radyasyon ızgarası geliştirme imkânı sağlar.

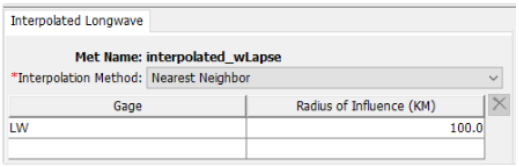
Interpolated Longwave Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyici içerir. Havza Gezgini, Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlar. Meteorolojik Modeldeki her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, Enterpolasyon Yöntemini tanımlayan parametre verilerinin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak radyasyon ölçerlerinin seçilmesi amacıyla kullanılır. Enterpolasyon Yöntemi, açılır menüden seçilebilir ve mutlaka bir yöntem seçilmelidir. Kullanıcının seçebileceği dört farklı enterpolasyon seçeneği kısa olarak aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 11.36 Meteorolojik Model**,** Interpolated Longwave Radiation Yöntemi

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının, enterpolasyon yapılacak hücreye olan mesafenin tersine eşit olduğunu varsayar. Ters Mesafe Karesi (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının enterpolasyon hücresine olan mesafenin karesinin tersine eşit olduğunu varsayar. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, sadece en yakın ölçer değerini ilgilenilen hücre merkezine atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz. Bilinear enterpolasyon HEC-HMS içinde, düzensiz yerleştirilmiş ölçer noktalarının triangülasyonuna dayanır. Ölçer koordinatlarına göre, havza model koordinat sisteminde ölçer ağını temsil eden *Triangulated Irregular Network* (TIN, Düzensiz Üçgen Ağı) oluşturulur. Bu *TIN*, her ölçerin bir veya daha fazla üçgenin köşesi olacak şekilde üçgenler tanımlar. Verilen *TIN* ile, herhangi bir noktadaki değer, önce o noktanın içinde bulunduğu üçgen belirlenerek, ardından Barycentric Koordinatlar kullanılarak o üçgen içinde enterpolasyon yapılarak hesaplanır. Bu yöntemde en az üç ölçer kullanılmalı ve ölçerler, tüm grid hücrelerini kapsayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Radyasyon Ölçerleri (*Radiation Gages*), *Gage* sütunu altındaki açılır satırlardan seçilmelidir. Etkilenme Yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametredir ve maksimum enterpolasyon mesafesini temsil eder. Ölçerin etkilenme yarıçapının ötesinde, ölçer enterpolasyon yapılan grid hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılacak radyasyon ölçerleri, koordinat bilgisi (enlem ve boylam) tanımlı Zaman Serisi Radyasyon Verisi olarak yüklenmiş olmalıdır.



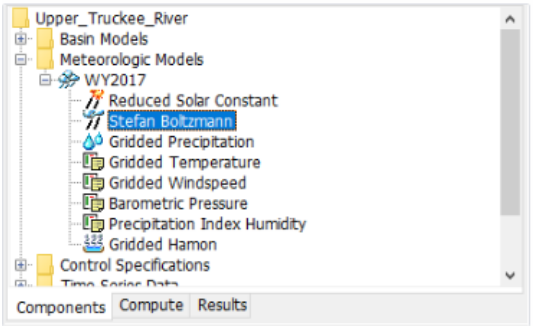
Şekil 11.37 Interpolated Longwave Radiation Bileşen Düzenleyicisi

Simülasyon tamamlandığında, enterpolasyon ile oluşturulmuş uzun dalga radyasyon ızgarası (*interpolated longwave radiation grid*) oluşturulacaktır. Simülasyon hesaplaması tamamlandıktan sonra, oluşturulan enterpolasyonlu ızgara, Meteorolojik Model ile aynı isimle *DSS* formatında *HEC-HMS* proje dizininde kaydedilecektir.

Stefan-Boltzmann Longwave Yöntemi

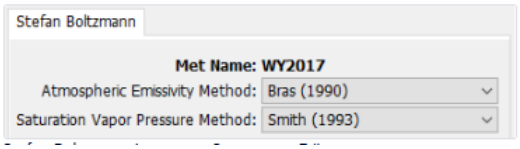
Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Yöntemi, TVA (1972) ve Follum ve ark. (2015) tarafından tanımlanan uzun dalga radyasyon algoritmasını uygular. Bu yöntem, belirli bir konumda (grid hücresi veya alt havza) hava sıcaklığı ve bağıl nemi kullanarak uzun dalga radyasyon miktarını tahmin eder. Bu nedenle, yöntemin kullanımı için geçerli bir sıcaklık ve bağıl nem yöntemi seçilmiş olmalıdır.

Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyici içerir. Havza Gezgini, bulutlardan gelen aşağı yönlü radyasyonu temsil eden bir simge aracılığıyla Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.38 Meteorolojik Model**,** Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Yöntemi

Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Kullanıcı, bir atmosferik emissivite (*atmospheric emissivity*) ve doyma buhar basıncı (*saturation vapor pressure*) yöntemi seçmelidir. Halen Atmosferik Emissivite Yöntemi için yalnızca Bras (1993) seçeneği mevcuttur. Bu yöntem, atmosferik emissiviteyi bağıl nem (*relative humidity*) ve doygun buhar basıncına göre hesaplar. Gelecekte ek seçenekler eklenmesi planlanmaktadır. Doyma Buhar Basıncı Yöntemi için iki seçenek vardır: Smith (1993) ve FAO56 (1998). FAO56 (1998) yöntemi, hava sıcaklığından *Clausius-Clapeyron* denklemi kullanarak doygun buhar basıncını hesaplar.



Şekil 11.39 Stefan-Boltzmann Uzun Dalga Bileşen Düzenleyicisi

11.4 YAĞIŞ (*Precipitation*)

Yağış, yeryüzüne düşen sudur. Atmosferdeki su buharı, havada asılı olan toz gibi çekirdekler üzerinde yoğunlaştığında oluşur. Yoğunlaşma, damlacığın ağırlığı rüzgâr akımlarının taşıma kapasitesini aşana kadar devam eder. Yağış, farklı fırtına tiplerinden kaynaklanabilir:

- Tabakalı Yağış (*Stratiform*)
- Konveksiyon (*Convection*)
- Siklon (*Cyclone*)

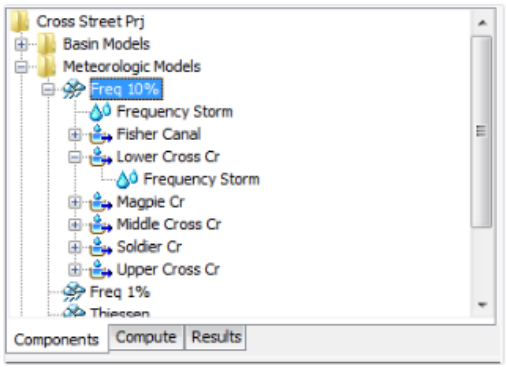
Her fırtına türünün tipik özellikleri vardır: Süre (*Duration*), Şiddet (*Intensity*) ve Mekânsal Yayılım (*Spatial Extent*). Yağış, sıvı form (*Rain* / Yağmur) ve çeşitli donmuş formlar (*Sleet*, Kar / S*now, Graupel,* Dolu / Hail) içerir. Çoğu hidrolojik uygulama için genellikle sadece yağmur ve kar dikkate alınır. Yağmur veya kar durumu, Meteorolojik Modelin kar erimesi (*snowmelt*) bölümünde belirlenir.

Meteorolojik Modelde yer alan Yağış Yöntemi (*Precipitation Method*), bir *Basin Model* Alt Havza Elemanları içerdiğinde mutlaka kullanılmalıdır. Bu yöntemin çeşitli seçenekleri mevcuttur: Yağış ölçer verilerini işleyen yöntemler, derinlik-süre istatistiklerine dayalı bir istatistiksel yöntem, farklı tasarım fırtına seçenekleri ve radar yağış verisi kullanılarak ızgaralı hesaplama yapılabilen ızgaralı-gridded yöntem. Her bir seçenek, seçilen alt havza için yağış hiyetografı (*Hyetograph*) üretir. Bu yöntemlerin detaylı açıklamaları, ilgili bölümlerde ayrı ayrı verilmiştir.

Frekans Fırtına Yöntemi (*Frequency Storm*)

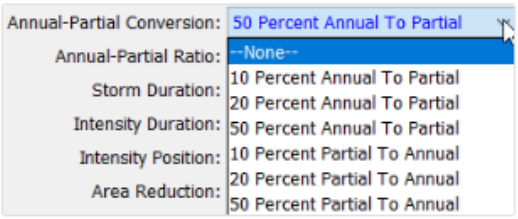
Frekans Fırtına Yöntemi, istatistiksel yağış verilerini kullanarak sentetik bir fırtına üretmek için tasarlanmıştır. ABD'de en yaygın veri kaynağı *National Weather Service* olup, veriler genellikle harita formatında sunulur; her harita, belirli bir fırtına süresi ve aşma olasılığı için belirli bir noktadaki beklenen yağış derinliğini gösterir. Bu yöntem, haritalardan ve diğer ilgili bilgilerden elde edilen verileri kullanarak her alt havza için yağış hiyetografı (*Hyetograph*) hesaplamayı amaçlar.

Meteorolojik Modelde, Frekans Fırtına Yöntemi hem tüm alt havzalar için bir *Component Editor*, hem de her alt havza için ayrı bir *Component Editor* içerir. Kullanıcı, bu editörler aracılığıyla fırtınanın parametrelerini tanımlar ve *Watershed Explorer* üzerinden yağış *Component Editor*'lerine, yağmur damlası simgesiyle erişim sağlar.



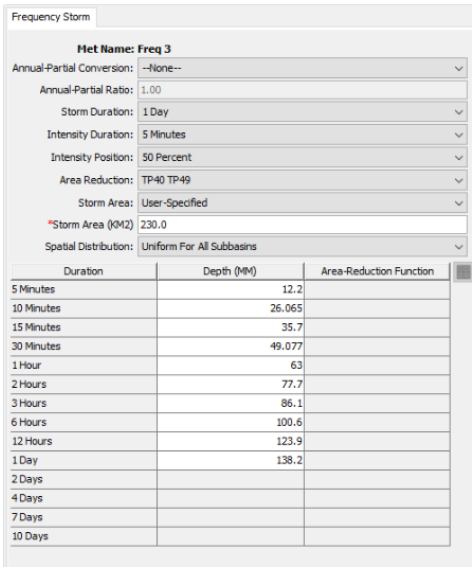
Şekil 11.40 Frequency Storm Yöntemi için Ortak bir Component Editor

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için *Component Editor*, Frekans Fırtınası tanımlamak için gerekli parametreleri içerir. Frekans Fırtına Yöntemi, hem kısmi süreli (*partial*) hem de yıllık süreli (*annual-duration*) yağış derinlik-süre (*Depth-Duration*) verilerini kabul edecek şekilde tasarlanmıştır. Eğer model çıktısı (hesaplanan akış) girdi yağışından farklı olması gerekiyorsa, bir dönüşüm katsayısı (*Annual-Partial Ratio*) uygulanabilir. Kısmi ve yıllık süreli frekans eğrileri arasındaki fark, %4 ve daha küçük aşma olasılıklarında çok küçüktür; %10 aşma olasılığının ötesinde kısmi ve yıllık süreli eğriler genellikle birbirine yakınlaşır. Yıllık ve kısmi süre farkları için 10%, 20% veya 50% aşma olasılıkları ayarlama faktörleri mevcuttur. *Annual-Partial Conversion* seçeneği seçildiğinde, *Annual-Partial Ratio* alanı otomatik olarak uygun oranla doldurulur. Varsayılan olarak, *None Annual-Partial Conversion* seçili olup oran 1,0'dır ve yağış frekans bilgisine doğrudan uygulanır. Eğer 50% *Annual to Partial* seçeneği seçilirse, oran 1,14 olarak uygulanır ve yıllık süreli frekans eğrisi kısmi süreli eğriye dönüştürülür. Tersine, 50% *Partial to Annual* seçeneği seçilirse, oran 0,88 olarak uygulanır ve kısmi süreli eğri yıllık süreli eğriye dönüştürülür.



Şekil 11.41 Yıllık ve Kısmi Süreli Frekans Bilgileri Arasında Dönüşüm Seçenekleri

Fırtına Süresi (*Storm Duration*), yağışın ne kadar süreceğini belirler ve Fırtına Yoğunluk Süresi (*Intensity Duration*)'nden uzun olmalıdır. Bölgedeki tarihsel fırtına verileri, uygun bir fırtına süresi belirlemede yardımcı olabilir. Yoğunluk süresi, fırtınanın en kısa zaman aralığını ifade eder ve genellikle simülasyonun zaman adımı ile aynı olacak şekilde ayarlanmalıdır. Yoğunluk süresi, toplam fırtına süresinden kısa olmalıdır. Eğer simülasyon süresi, fırtına süresinden uzunsa, fırtına süresinden sonraki tüm zaman aralıklarında yağış değeri sıfır olarak kabul edilir.

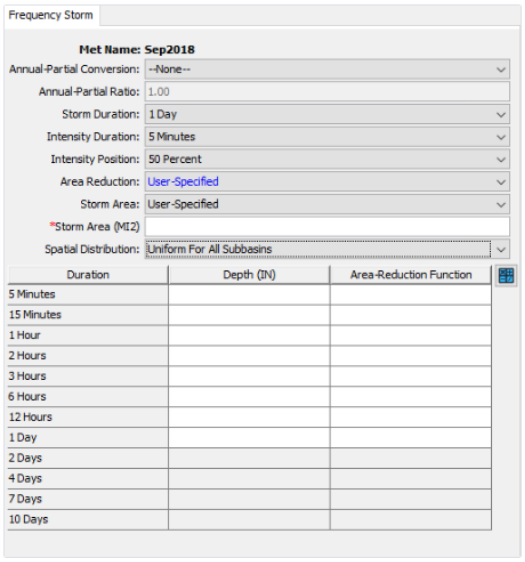


Şekil 11.42 Tüm Alt Havzalar İçin Yağış Editörü

Yoğunluk Konumu (*Intensity Position*), fırtına sırasında pik yoğunluğun hangi noktada gerçekleşeceğini belirler. Konumun değiştirilmesi, fırtınanın toplam yağış derinliğini etkilemez; ancak toplam yağışın zamana nasıl dağıldığını değiştirir. Kullanıcı, %25, %33, %50, %67 veya %75 seçeneklerinden birini belirleyebilir. Örneğin, fırtına süresi 6 saat olarak seçilmişse ve %25 konumu belirlenmişse, pik yoğunluk fırtınanın başlangıcından 1,5 saat sonra meydana gelir. Varsayılan seçenek ise %50'dir.

Alan Azaltma (*Area Reduction*), nokta bazlı yağış verilerini, yağış ölçer verilerine dayalı frekans analizinden, fırtına alanındaki yağışa dönüştürmek için kullanılan alan azaltma eğrilerini belirler. Üç seçenek mevcuttur: *None, TP40/TP49* ve *User-Specified*.

- *None*: Kullanıcı yağış frekans bilgilerine zaten alan azaltma faktörleri uyguladıysa veya analizde alan azaltma faktörlerinin uygulanmasını istemiyorsa seçilir.
- *TP40/TP49*: Program, NOAA Teknik Belgesi No. 40 (TP 40) ve No. 49 (TP 49)'da verilen alan azaltma eğrilerini uygular. Farklı fırtına süreleri için farklı eğriler mevcuttur. 400 mil²'den büyük drenaj alanlarında dikkatli kullanılmalıdır.
- *User-Specified*: Kullanıcı, her fırtına süresi için alan azaltma eşleşmeli veri tablosu belirleyebilir. Aynı alan azaltma fonksiyonu birden fazla süre için kullanılabilir.

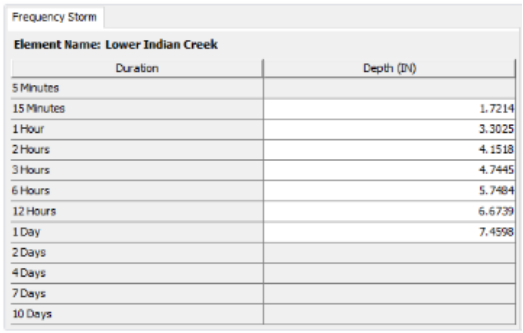


Şekil 11.43 Kullanıcı Tanımlı Bileşen Düzenleyici

TP40/TP49 veya *User-Specified* seçildiğinde, Fırtına Alanı (*Storm Area*), her fırtına süresi için otomatik olarak derinlik-alan azaltma faktörünün (*depth-area reduction factor*) hesaplanmasında kullanılır. Çoğu durumda, belirtilen fırtına alanı, değerlendirme noktasındaki havza drenaj alanına eşit olmalıdır. Fırtına alanı boş bırakılırsa, her alt havzanın alanı kullanılarak nokta yağışı azaltılır; bu durumda hesaplanan sonuçlar yalnızca alt havza çıkış noktası için doğru olur. Derinlik-alan analiz simülasyonu (*depth-area analysis simulation*), birden fazla analiz noktasını hızlıca değerlendirmek için kullanılabilir ve kullanıcı tarafından analiz noktaları seçilir. Bu simülasyon çoklu hesaplama içerir; her analiz noktası için fırtına alanı, yağış hiyetografı ve akış hesabı gerçekleştirilir.

Yağış Derinliği (*Precipitation Depth*) değerleri, pik yoğunluktan fırtınanın toplam süresine kadar olan tüm süreler için girilmelidir. Pik yoğunluk süresinden kısa veya toplam fırtına süresinden uzun süreler için değer girilmez. Girilen değerler, belirtilen süre için beklenen kümülatif yağış derinliği olarak belirtilmelidir.

Her alt havza için ayrı bir derinlik-süre (*depth-duration*) eğrisi, Meteorolojik Model'deki her alt havza Component Editor kullanılarak tanımlanabilir. Bu eğri yalnızca *Spatial Distribution* seçeneği *Variable by Subbasin* olarak ayarlandığında girilebilir. Bu seçenek, özellikle büyük havzalarda ve yağışın derinlik-süre özellikleri havza boyunca önemli ölçüde değişiyorsa gereklidir. Örneğin, dağlık alanlarda, yükseklik değişimine bağlı olarak yağış özelliklerinde farklılıklar görülebilir.


Frequency Storm

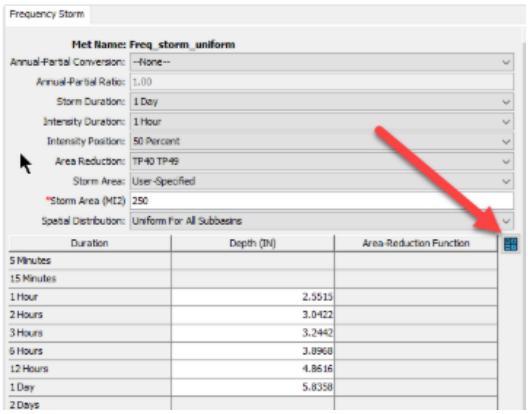
Element Name: Lower Indian Creek

Duration	Depth (IN)
5 Minutes	
15 Minutes	1.7214
1 Hour	3.3025
2 Hours	4.1518
3 Hours	4.7445
6 Hours	5.7484
12 Hours	6.6739
1 Day	7.4598
2 Days	
4 Days	
7 Days	
10 Days	

Şekil 11.44 Alt Havza Elemanı için Frequency Storm Component Editor

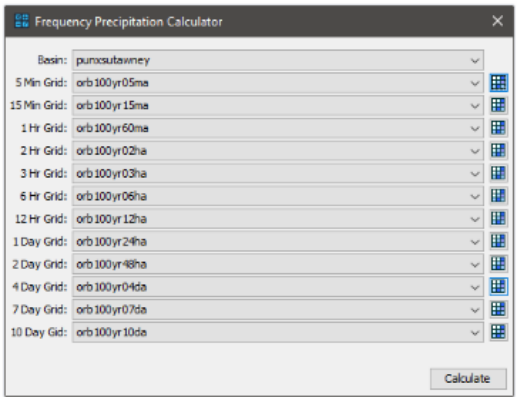
Frekans Yağış Hesaplayıcı

Frekans Yağış Hesaplayıcı *(Frequency Precipitation Calculator)*, seçilen *Spatial Distribution* seçeneğine bağlı olarak, tüm havza veya alt havza bazında ortalama yağış derinliklerini elde etmek için kullanılabilir. Hesaplayıcı, İki Boyutlu (*Two-Dimensional*) Havza Özellikleri ve Yağış Sıklığı (*Precipitation Frequency*) Grid'leri gerektirir. Hesaplayıcıyı açmak için, Component Editor tablosunun alt yarısında bulunan tabloda sağ tarafta yer alan *Calculator* simgesine tıklanması yeterlidir.



Şekil 11.45 Calculator düğmesi

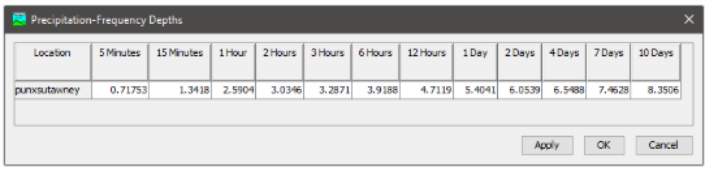
Frequency Precipitation Calculator, bir Havza kutusu ile başlar ve ardından *Component Editor*'de belirtilen aralık içindeki her süre için grid seçimlerini içerir. Kullanılabilir gridler, daha önce *Precipitation-Frequency Grid* olarak programa aktarılmış olanlardır. Bu yapı, her süre dilimi için doğru yağış derinliğini belirlemeyi ve alt havza veya tüm havza için ortalama yağışı hesaplamayı sağlar.



Şekil 11.46 Frekans Yağış Hesaplayıcı

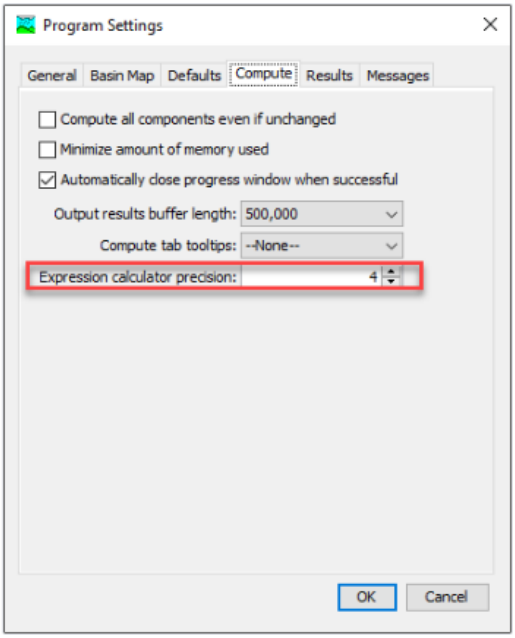
Calculate düğmesine tıklandıktan sonra, seçilen *Spatial Distribution* seçeneğine bağlı olarak, her süre için ortalama yağış derinlikleri havza veya alt havza alanı kullanılarak hesaplanır. Hesaplamanın ardından *Precipitation-Frequency Depths* tablosu açılır. Bu tablo, bir konum sütunu ve ardından seçilen süre aralıkları için hesaplanan değerleri içeren sütunlardan oluşur. Eğer *Spatial Distribution* seçeneği *Variable by Subbasin* olarak ayarlanmışsa, her alt havza için hesaplanan değerleri içeren bir satır görünür. Hesaplanan değerler tablo üzerinde kabul edilebilir veya manuel olarak düzenlenebilir.

Apply düğmesine tıklamak, değerleri *Component Editor*'e eklerken, *OK* düğmesine tıklamak hem değerleri *Component Editor*'a ekler hem de tabloyu kapatır.



Şekil 11.47 Precipitation-Frequency Depths Tablosunda, Hesaplanan Yağış Derinlikleri

Hesaplanan *precipitation-frequency* derinliklerinin görüntülenmesinde kullanılan anlamlı basamak sayısı, *Program Settings* editöründeki *Compute* sekmesinde bulunan *Expression Calculator Precision* ayarı ile kontrol edilir. Örneğin, 1,43 inçlik bir yağış derinliği için anlamlı basamak sayısı 3'tür. Eğer hassasiyet çok yüksek veya düşük ise, *Expression Calculator Precision* ayarı değiştirilip ardından *Frequency Precipitation Calculator* kullanılarak yağış derinlikleri yeniden hesaplanmalıdır. *Precipitation-Frequency Depths* tablosundan *Component Editor*'a kaydedilen yağış değerlerinde, anlamlı basamak sayısı korunur.

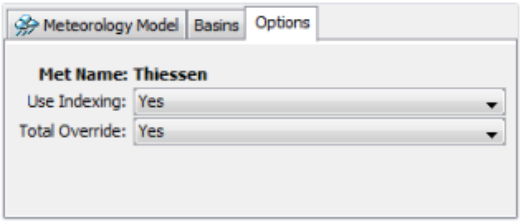


Şekil 11.48 Program Settings Editöründeki *Compute* Sekmesinde Bulunan *Expression Calculator Precision* ayarı

Ölçüm Ağırlıkları Yöntemi

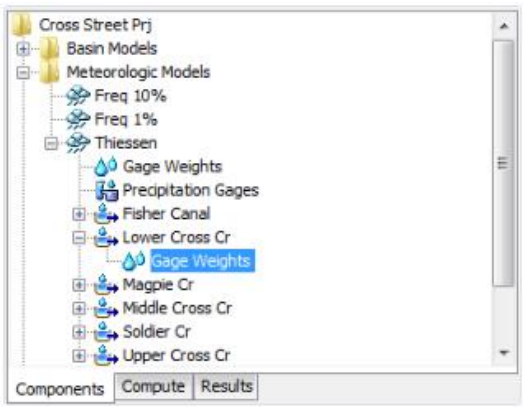
Ölçüm Ağırlıkları Yöntemi **(***Gage Weights Method*), kayıtlı ve kayıtsız yağış ölçerleri ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Kayıtlı ölçerler, yağışı meydana geldiği anda ölçer ve ham veriler genellikle 1 saat gibi düzenli bir zaman adımına dönüştürülür. Kayıtsız ölçerler ise genellikle yalnızca toplam fırtına derinliği tahmini sağlar. Kullanıcı, her alt havza için hiyetograf hesaplanırken her ölçere uygulanacak ağırlıkları geliştirmek için herhangi bir yöntemi seçebilir. Daha fazla esneklik sağlamak amacıyla, toplam fırtına derinliği ve zamansal desen her alt havza için ayrı ayrı geliştirilir. İsteğe bağlı olarak, her ölçer ve alt havza için bir indeks derinliği atanabilir. Bu indeks, yıllık veya aylık yağışta bölgesel yanlılığı düzeltmek için kullanılır.

Ölçüm Ağırlıkları Yöntemi, yağış ölçer verilerini işlemek için birkaç seçenek içerir. *Indexing* seçeneği, yağış desenlerinde bölgesel eğilimler olduğunda ölçüm verilerini düzeltmek için kullanılır. Bu seçenek, her yağış ölçeri ve her alt havzayı temsil edecek bir indeks değerinin belirtilmesini gerektirir. Ölçümler genellikle ortalama yıllık yağış toplamı indeks olarak kullanılırken, alt havzalarda tahmini ortalama yıllık yağış değerleri indeks olarak kullanılabilir. Alternatif olarak, her ölçer ve alt havza için aylık ortalama değerler de kullanılabilir. İndeks değerleri, ağırlıklı derinlik ve ağırlıklı zamanlamayı hesaplamadan önce yağış verilerini bölgesel eğilimler açısından düzeltmek için kullanılır. *Total Override* seçeneği ise her ölçerdeki yağış derinliğini ayarlamak için kullanılır. *Override* uygulanmadığında, bir ölçerdeki toplam derinlik ölçer kaydındaki değerlerin toplamına eşittir. *Override* uygulandığında ise ölçer kaydındaki değerler, toplamlarının belirtilen değerle eşit olacak şekilde orantılı olarak ayarlanır.



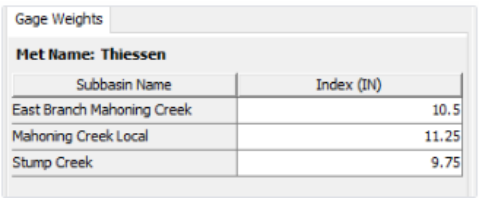
Şekil 11.49 Gage Weights Yağış Yöntemi için Seçeneklerin Belirlenmesi

Gage Weights Yöntemi, Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için parametre verilerini girilebilecek bir *Component Editor* içerir. Ayrıca, yağış ölçerleri için parametre verilerinin belirlendiği ayrı bir *Component Editor* da mevcuttur. Her bir alt havza için ve Meteorolojik Model için ayrı bir *Component Editor* bulunmaktadır. *Watershed Explorer*, yağış verilerini düzenlemek için *raindrop* (yağmur damlası) simgesiyle *Precipitation Component Editor*'e ve ölçer parametrelerini düzenlemek için ölçer simgesiyle *Gage Component Editor*'e erişim sağlar.



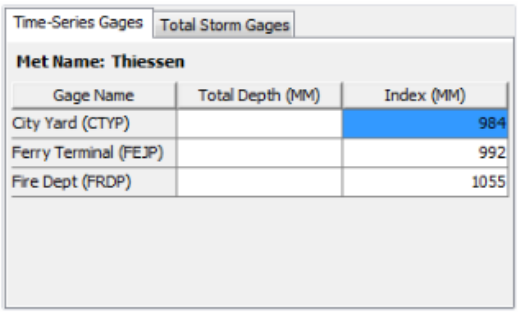
Şekil 11.50 Gage Weights Yağış Yöntemi

Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için *Component Editor*, her alt havza için isteğe bağlı *Index* değerini içerir (bu *Component Editor*'ün etkin olması için Meteorolojik Model'in *Options* sekmesinde bulunan *Use Indexing* seçeneğinin "*Yes*" olarak ayarlanması gerekir). Index parametreleri yalnızca bu seçenek etkinleştirildiğinde girilir. İsteğe bağlı Index'i kullanabilmek için her alt havza ve yağış ölçeri için bir Index değeri girilmelidir.



Şekil 11.51 Her Alt Havza İçin Index Değerlerinin Belirlenmesi

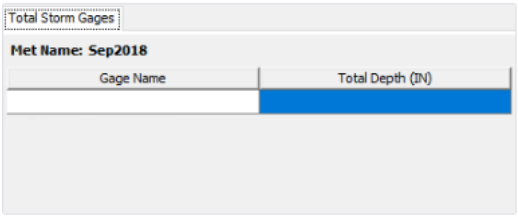
Meteorolojik Modeldeki tüm yağış ölçerler için *Component Editor*, isteğe bağlı olarak Toplam Derinlik *Override* ve *Indexleme* seçeneklerini içerir. *Override* ve *indexleme* için parametre verileri yalnızca ilgili seçenekler etkinleştirildiğinde girilir. İsteğe bağlı Toplam Derinlik *Override* her ölçer için girilir. Eğer toplam derinlik girilmezse, derinlik, yağış ölçerinde gerçekte kayıtlı olan verilerin toplamı olarak kullanılır. Ancak bir toplam derinlik girilirse, zaman adımlarındaki yağış örüntüsü korunur fakat her adımda yağış büyüklüğü, belirtilen toplam derinliğin tüm simülasyon boyunca uygulanacak şekilde ayarlanır. Toplam derinlik, hiç yağış ölçer için, bir ölçer, birden çok ölçer veya tüm ölçerler için belirtilebilir. *Use Override* seçeneği kapatıldığında, zaman serisi yağış ölçerleri için girilmiş tüm toplam derinlik verileri silinir.



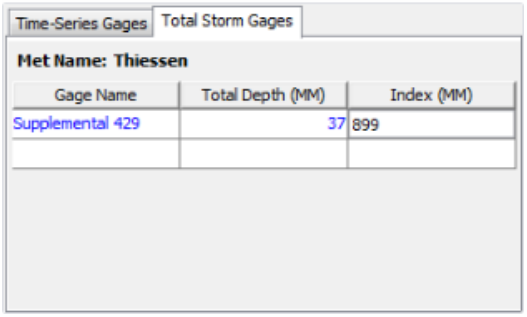
Şekil 11.52 Yağış Ölçerler İçin İsteğe Bağlı Toplam Derinlik ve İndeks Girilmesi

İsteğe bağlı İndeks (*Index*), her yağış ölçer için girilebilir. Bir ölçer için indeks girilir ise, bu indeks yalnızca şu koşullar sağlandığında simülasyon sırasında kullanılabilir: Alt havzada kullanılan tüm ölçerler için indeks belirtilmiş olmalı, Alt havza için de bir indeks belirtilmiş olmalı. *Use Indexing* seçeneği kapatıldığında, Meteorolojik Modeldeki tüm indeksler silinir.

Toplam Fırtına Ölçerleri (*Total Storm Gages*), *Meteorologic Manager* üzerinden doğrudan oluşturulur ve yönetilir. Yeni bir Toplam Fırtına Ölçeri oluşturmak için: *Total Storm Gages* sekmesine gidilir, Son satırın ilk sütununa ölçer adı girilir (son satır her zaman yeni ölçer oluşturmak için boş tutulur). Bir ölçerin adını değiştirmek için ilk sütundaki mevcut adı üzerine yazılabilir.

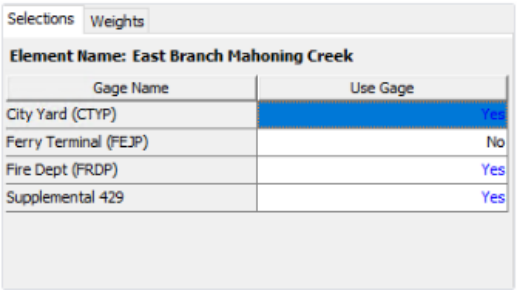


Şekil 11.53 Meteorolojik Model için Toplam Fırtına Ölçerlerini Yönetmek



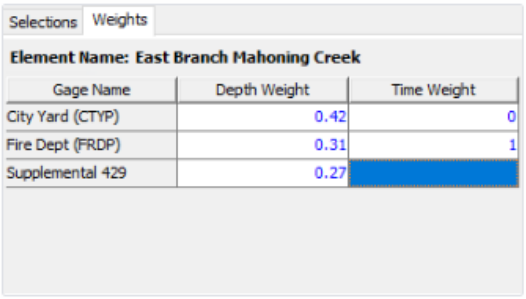
Şekil 11.54 Toplam Fırtına Ölçeri Oluşturma ve Toplam Fırtına Derinliği ile İsteğe Bağlı İndeks Girişi

Meteorologic Model'de her bir alt havza için *Component Editor*, o alt havza için kullanılacak yağış ölçerlerini seçmek ve seçilen her ölçer için ağırlıkları girmek amacıyla kullanılır. *Gage Selections* sekmesi, ölçerlerin seçildiği yerdir. Tüm kullanılabilir ölçerler bir tabloda gösterilir. Mevcut ölçerler, *Time-Series Data Manager*'da tanımlı yağış zaman serisi ölçerleri ile *Meteorologic Model*'de tanımlı *Total Storm Gages*'i içerir. Her bir Alt havza için, o Alt havza da hangi ölçerlerin kullanılacağını ayrı ayrı seçilmesi gerekir.



Şekil 11.55 Alt havza için Ölçer Seçimi

Her alt havza için seçilen ölçerlerin ağırlıkları, *Component Editor*'daki *Gage Weights* sekmesinde belirlenir. Ölçerler bir tabloda listelenir ve her ölçer için ayrı bir satır bulunur. Tabloya yalnızca *Gage Selections* sekmesinde daha önce seçilen ölçerler dahil edilir. Her ölçer için *Depth Weight* (Derinlik Ağırlığı) girilebilir. Zaman serisi ölçerler için ayrıca *Zaman Ağırlığı* (*Time Weight*) da girilebilir. Girilen derinlik veya zaman ağırlığı değerleri simülasyon sırasında otomatik olarak normalize edilir. Ağırlık değerleri program tarafından otomatik hesaplanmaz; kullanıcı tarafından tahmin edilmelidir. Ağırlıkları hesaplamak için olası yöntemler şunlardır: *Thiessen Polygons*, *Inverse Distance*, *Inverse Distance Squared*, *Isohyetal Mapping* veya uygun görülen diğer yöntemler.

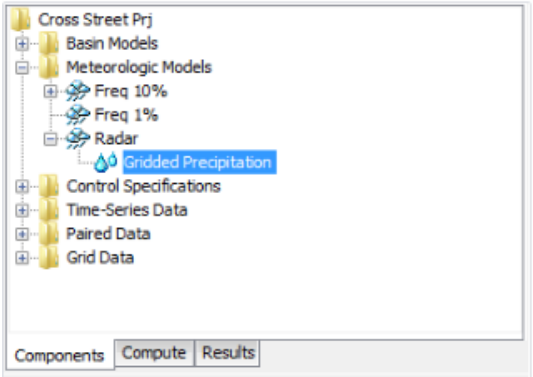


Şekil 11.56 Seçilen Ölçerler için Derinlik ve Zaman Ağırlıklarının Girilmesi

Izgaralı Yağış Yöntemi

Izgaralı Yağış (*Gridded Precipitation*) Yöntemi, ModClark Izgaralı Dönüşüm (*Gridded Transform*) ile birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte, diğer Alan-Ortalamalı Dönüşüm Yöntemleri (*Area-Average Transform Methods*) ile de kullanılabilir. Bu yöntemin en yaygın kullanımı, radar tabanlı yağış tahminlerinden yararlanmaktır. Ek yazılımlar kullanılarak, yağış ölçer verilerinin ızgaralı bir temsili oluşturulabilir veya atmosferik modellerin çıktıları kullanılabilir. ModClark dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile kullanıldığında, her bir alt havza için yağış hiyetografının hesaplanmasında, alt havza içerisindeki ızgara hücrelerinin alan-ağırlıklı ortalaması alınır.

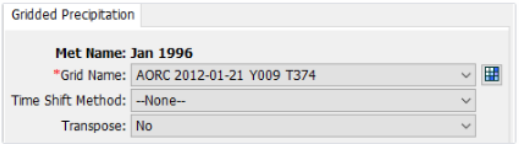
Izgaralı Yağış Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini, yağmur damlaları simgesi aracılığıyla Yağış Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.57 Izgaralı Yağış Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, ızgaralı yağışı tanımlamak üzere gerekli parametre verilerini içerir. Izgaralı yağış verileri, Meteorolojik Modelde kullanılmadan önce yağış ızgarası (*precipitation grid*) olarak saklanmalıdır. Bu veriler radar kaynaklı olabileceği gibi, program dışındaki karmaşık hesaplamaların sonucu olarak da elde edilmiş olabilir. Kaynağı ne olursa olsun, ızgara verilerinin mutlaka yağış

ızgarası biçiminde depolanması gerekir. Yalnızca daha önceden tanımlanmış yağış ızgaraları seçim listesinde görüntülenir. Çok sayıda farklı ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanında bulunan *Grid* düğmesi aracılığıyla erişilen ızgara seti seçicisinden uygun bir ızgara seti seçilebilir. Seçici, her bir ızgara seti için açıklamaları göstererek doğru ızgara setinin seçilmesini kolaylaştırır.



Şekil 11.58 Izgaralı Yağış Yöntemi için Yağış Bileşen Düzenleyicisi

Zaman Kaydırması

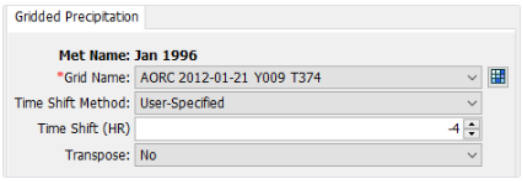
Bir simülasyon sırasında gerçekleştirilen tüm hesaplamalar, yaz saati uygulamasını (ABD'de *daylight savings*) dikkate almayan keyfi bir yerel saat dilimi varsayımıyla yapılır. Izgaralı yağış verilerinin, yaygın olarak Eşgüdümlü Evrensel Zaman (UTC) referans alınarak tanımlandığı görülür. Izgaralı yağış verilerinin zamansal olarak ayarlanabilmesi için üç adet Zaman Kaydırması yöntemi tanımlanmıştır.

Yok

Yok (*None*) zaman kaydırması yöntemi, tüm zaman serileri ve ızgara verilerinin aynı saat dilimine referanslandığı durumlarda kullanılmalıdır. Bu yöntem kullanıldığında, ızgaralı yağış verileri zamansal olarak kaydırılmaz**.**

Kullanıcı Tanımlı

Kullanıcı Tanımlı zaman kaydırması yöntemi, saat dilimi farkı ile saklanmış yağış ızgaralarını düzeltmek için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi Zaman Kaydırması yöntemi açılır menüsünden Kullanıcı Tanımlı seçeneği seçilir.

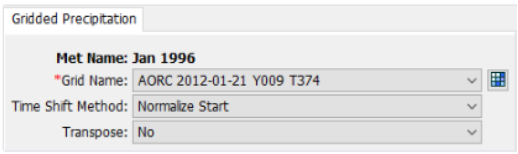


Şekil 11.59 Kullanıcı Tanımlı Zaman Kaydırması Yönteminin Kullanımı

Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı yerel saat dilimine referanslı ise, kaydırma değerini sıfır olarak ayarlanır. Eğer diğer veri kaynakları, örneğin gözlenen debi veya sıcaklık, yerel saate göre referanslanmış ve yağış ızgarası UTC zaman dilimindeyse, yağış verilerinin diğer verilerle uyumlu olması için doğru kaydırma değerini seçilir.

Başlangıcı Normalize Et

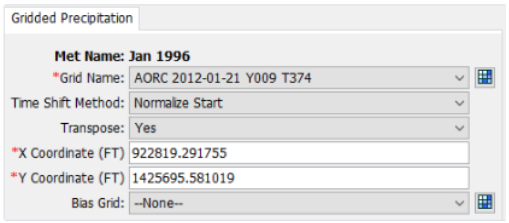
Başlangıcı Normalize Et zaman kaydırması yöntemi, bir ızgara setindeki ilk ızgaranın zamanını simülasyonun başlangıç zamanına ayarlamak için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi Zaman Kaydırması yöntemi açılır menüsünden Başlangıcı Normalize Et seçeneğini seçilir.



Şekil 11.60 Başlangıcı Normalize Et Zaman Kaydırması Yönteminin Kullanımı

Transpoze

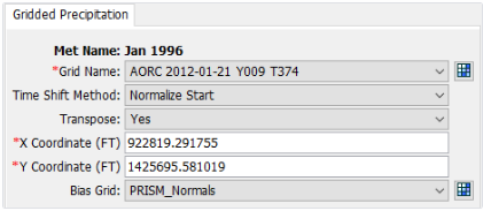
Bir fırtınayı, benzer meteorolojik özelliklere sahip yakın bir bölgeye kaydırma yeteneği, kullanıcının yağış verisi eksik veya mevcut olmayan bölgelerde, mekânsal yakınlık esasına dayanarak verileri uygulamasını sağlar. Bu işleme "zamana karşı mekân ikamesi" (*substituting space for time*) denir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi Transpoze açılır menüsünden Evet (*Yes*) seçeneği seçilir ve geçerli X ve Y koordinatları girilir.



Şekil 11.61 Izgaralı Yağışın Transpoze Edilmesi

Bias Izgarası

Izgaralı yağış, bir bias düzeltme ızgarası (*Bias Grid*) kullanılarak ayarlanabilir. Bu seçenek genellikle, hava istasyonları arasındaki arazi koşullarının yağış miktarını önemli ölçüde etkilediği dağlık bölgelerde kullanılır, ancak kullanıcı yağış dağılımını düzeltmek veya modellemek istediğinde de uygulanabilir. Genellikle PRISM 30 yıllık normal değerleri veya aylık ızgaralar, bias ızgarası olarak kullanılır. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi *Bias Grid* açılır menüsünden geçerli bir Yağış Bias ızgarası seçilir.



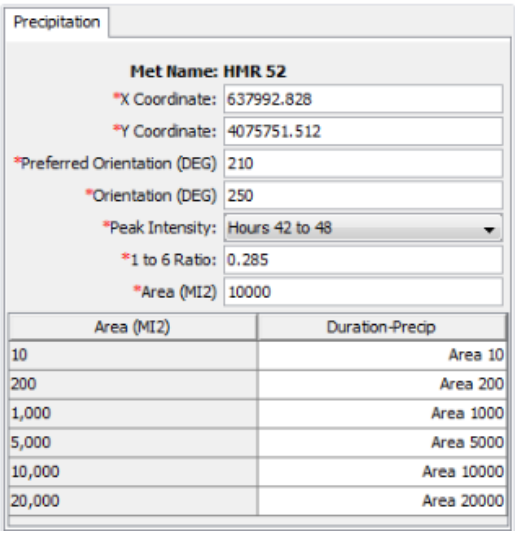
Şekil 11.62 Bias Izgarası Kullanımı

HMR 52 Fırtınası

HMR 52 Fırtınası, bir havza için muhtemel maksimum yağışı (*Probable Maximum Precipitation, PMP*) hesaplamanın bir yaklaşımıdır ve detayları Hydrometeorological Report No. 52 (Hansen, Schreiner ve Miller, 1982) raporunda verilmiştir. Fırtınanın mekânsal deseni, her bir elipsin yağış derinliği izoiyetini temsil ettiği konsantrik elipsler kullanılarak oluşturulur. Fırtına, desenin merkezi ve elipslerin ana eksen açısı belirtilerek havza üzerine yerleştirilir. Toplam yağış derinliği, belirtilen fırtına alanı ve alan-süre yağış eğrileri (*area-duration precipitation curves*) kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan toplam yağış derinliği, fırtına süresi içindeki tepe yoğunluğun konumuna bağlı olarak zamansal bir paterne dönüştürülür. Fırtınanın en yoğun 6 saatlik dönemi, en büyük saat ile altıncı en büyük saat arasındaki yağış derinliği oranı kullanılarak oluşturulur.

HEC-HMS, her bir alt havza için yağış hiyetografını, alt havzanın poligon sınırının fırtına ile kesişimi temelinde hesaplar. Poligon sınırının geometrik verileri, GIS öznitelikleri ile aynı kaynaktan gelir (bkz. Çizim Elemanları ve Etiketler / *Drawing Elements and Labels*). Alt havza elemanlarını Havza Haritası üzerinde çizmek için GIS özniteliklerini kullanmak opsiyoneldir. Ancak, HMR 52 fırtınasını kullanmak için alt havza GIS öznitelikleri zorunludur**.**

HMR 52 Fırtına Yöntemi, fırtınanın konumunu, yönelimini ve zamansal dağılımını tanımlayan çeşitli parametrelerin yanı sıra, alan indirgeme (*area reduction*) ile ilgili ek bilgileri içerir. X ve Y Koordinatları parametreleri, fırtına deseninin merkezini belirtmek için kullanılır. Koordinat değerleri, alt havza poligonlarının geometrik verileri ile aynı koordinat sistemi kullanılarak girilmelidir. Tercih edilen yönelim, kuzeyden başlayarak saat yönünde artan derece cinsinden ölçülür. Gerçek yönelim de aynı şekilde kuzeyden saat yönünde ölçülür. Hydrometeorological Report No. 52 (HMR 52) rehberine göre, gerçek yönelim tercih edilen yönelimden 40 dereceden fazla saparsa, bir indirgeme (*reduction*) uygulanır. HMR 52'ye göre, fırtına yönelimi 135 ile 315 derece arasında sınırlandırılmalıdır.



Şekil 11.63 HMR 52 Fırtınası için Yağış Bileşen Düzenleyicisi

HMR 52 Fırtınası, 72 saat sürelidir ve simülasyon başlangıç zamanında başlar. Tepe Yoğunluk (*Peak Intensity*) parametresi, 72 saatlik fırtına süresince yağış hızının en yüksek olacağı dönemi belirler. Tepe yoğunluğun 6 saatlik dönemi, fırtına süresinin 24. saatinden başlayarak 60. saatine kadar herhangi bir noktaya ayarlanabilir. Tepe yoğunluk döneminde düşen yağış derinliği, 1 Saat / 6 Saat Derinlik Oranı (*Ratio of the 1-Hour to 6-Hour Depth*) parametresi kullanılarak 1 saatlik artımlara bölünür.

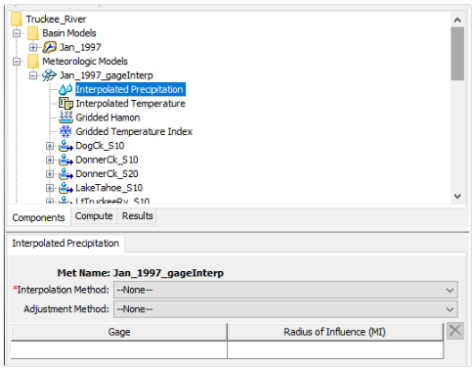
Toplam Fırtına Alanı (*Total Storm Area*) belirtilmelidir. Ayrıca, olası fırtına alanları aralığı için bir Süre–Yağış (*Duration–Precipitation*) fonksiyonu seçilmelidir. Genel olarak, bu eğriler Hydrometeorological Report No. 51 (Schreiner ve Riedel, 1978) raporunda yer alan veriler kullanılarak oluşturulur. Her bir Süre–Yağış fonksiyonu, seçilebilmeden önce Eşleştirilmiş Veri Yöneticisi (*Paired Data Manager*) içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesine basarak bir seçici (*chooser*) kullanılabilir. Seçici, projedeki tüm mevcut süre–yağış fonksiyonlarını gösterir.

HMR 52 Fırtına Yöntemi, fırtına merkezini, yönelimini ve alanını içeren kullanıcı tarafından belirtilen girdilerden fırtınayı oluşturur. Optimizasyon denemesi (*optimization trial compute*) seçeneği, tepe akışı, hacim veya rezervuar su seviyesi gibi hedefleri maksimize etmek için bu parametrelerin otomatik olarak seçilmesini sağlar.

Enterpolasyonlu Yağış

Izgara veriler, tek bir noktadaki yağış ölçer ölçümleriyle karşılaştırıldığında, bir havza genelindeki meteorolojik koşulları zamansal ve mekânsal olarak daha iyi temsil eder. Ancak saatlik veya saat altı zaman çözünürlüğüne sahip ızgara meteoroloji ürünleri her zaman mevcut değildir; özellikle modelleyicinin ilgilendiği tarihsel olaylar için bu durum geçerlidir. Bu gibi durumlarda, meteoroloji istasyonlarında kaydedilen noktasal gözlemler enterpolasyon yöntemiyle kullanılarak bir ızgara veri seti oluşturulabilir. Enterpole Edilmiş Yağış Yöntemi (*Interpolated Precipitation Method*), noktasal yağış ölçer verilerine dayalı olarak enterpolasyon yoluyla bir yağış ızgarası geliştirilmesine olanak tanır.

Enterpole Edilmiş Yağış Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, yağmur damlası simgesiyle gösterilen Yağış Bileşeni Düzenleyicisine **(***Precipitation Component Editor***)** erişim sağlar.

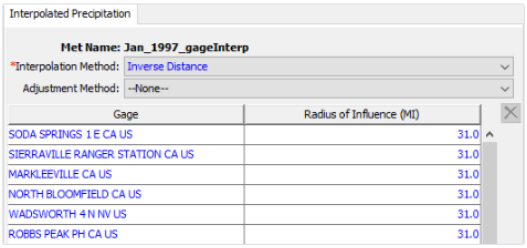


Şekil 11.64 Meteorolojik Modelde Enterpole Edilmiş Yağış Bileşeninin Seçilmesi

Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, enterpolasyon yöntemini tanımlayan parametre verilerinin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak yağış ölçer istasyonlarının seçilmesi amacıyla kullanılır.

Enterpolasyon Yöntemi, açılır menüden seçilebilir. Bir enterpolasyon yönteminin mutlaka seçilmesi gerekmektedir. Kullanıcının aşağıda kısaca özetlenen dört farklı enterpolasyon seçeneği bulunmaktadır.

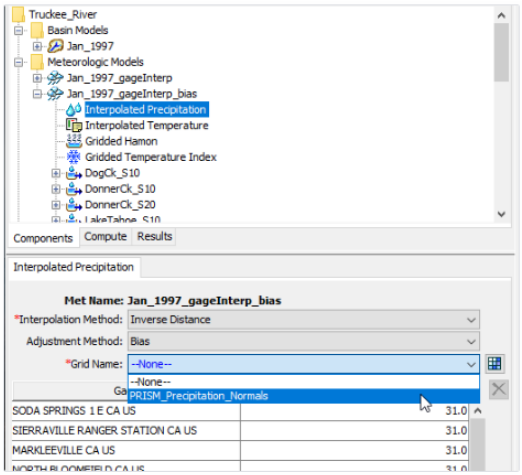
Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir yağış ölçer istasyonunun ağırlığının (ya da etkisinin), enterpolasyon yapılan hücreye olan mesafesinin tersi ile orantılı olduğunu varsayar. Mesafenin Karesinin Tersi (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi ise, bir istasyonun ağırlığının, enterpolasyon yapılan hücreye olan mesafesinin karesinin tersi ile orantılı olduğunu kabul eder. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almadan, ilgi duyulan hücre merkezine en yakın istasyonun değerini doğrudan atar. HEC-HMS içerisindeki Bilineer enterpolasyon yöntemi, düzensiz aralıklarla konumlanmış yağış ölçer istasyonlarının üçgenleştirilmesine dayanır. İstasyon koordinatlarına bağlı olarak, havza modeli koordinat sisteminde yağış ölçer ağını temsil eden bir Düzensiz Üçgen Ağı (*Triangulated Irregular Network – TIN*) oluşturulur. Bu TIN, her bir yağış ölçer istasyonunun bir veya daha fazla üçgenin köşesini oluşturduğu üçgenleri tanımlar. Oluşturulan bu TIN kullanılarak, herhangi bir noktadaki değer; öncelikle noktanın hangi üçgen içerisinde yer aldığının belirlenmesi ve ardından Ağırlık Merkezi Koordinatlar (*Barycentric Coordinates*) kullanılarak söz konusu üçgen içerisinde enterpolasyon yapılmasıyla hesaplanır. Bu yöntemin kullanılabilmesi için en az üç yağış ölçer istasyonu gereklidir ve istasyonların tüm ızgara hücrelerini çevrelemesi (sınırlandırması) gerekir.



Şekil 11.65 Enterpole Edilmiş Yağış Yöntemi için Ters Mesafe Enterpolasyon Yönteminin Seçilmesi

İsteğe bağlı olarak bir Düzeltme Yöntemi (*Adjustment Method*) tanımlanabilir. Yağış ölçer verilerini mekânsal olarak düzeltmek amacıyla bir sapma (bias) ızgarası eklemek için *Adjustment Method* | *Bias* seçeneği seçilir.

Sapma düzeltmesi için bir ızgara kullanılabilmesi adına, bu ızgaranın modele Yağış-Normal Izgarası (*Precipitation-Normal Grid*) olarak yüklenmiş olması gerekmektedir. *Grid Name* açılır menüsünden bir *Precipitation-Normal Grid* seçilir.



Şekil 11.66 Sapma (Bias) Düzeltme Yönteminin Seçilmesi ve Sapma Izgarası Olarak PRISM_Precipitation_Normals Izgarasının Belirlenmesi

Gage sütunu altındaki açılır satırlardan Yağış Ölçer İstasyonları (*Precipitation Gages*) seçilir. Etki Yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametredir ve enterpolasyon için kullanılacak maksimum mesafeyi temsil eder. Etki yarıçapının ötesinde, ilgili yağış ölçer istasyonu enterpole edilmiş ızgaranın hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılacak yağış ölçer istasyonlarının, enlem ve boylam bilgileri tanımlanmış Yağış Zaman Serisi (*Time-Series of Precipitation Data*) olarak modele yüklenmiş olması gerekmektedir.

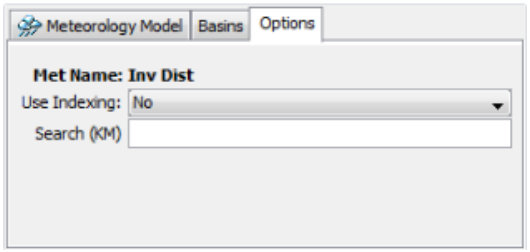
Simülasyon hesaplaması tamamlandıktan sonra enterpole edilmiş bir yağış ızgarası oluşturulur. Hesaplama tamamlandığında, enterpole edilmiş ızgara Meteorolojik Model ile aynı adla, DSS formatında, HEC-HMS proje dizinine kaydedilir.

Ters Mesafe Yöntemi

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Yöntemi, orijinal olarak gerçek zamanlı tahmin sistemlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu yöntem, 15 dakikalık veya 1 saatlik gibi düzenli aralıklarla veri kaydı yapan yağış ölçerleri kullanabilir. Ayrıca yalnızca günlük toplam yağışı raporlayan ölçerler de kullanılabilir. Gerçek zamanlı tahmin için tasarlandığından, yakın yağış ölçerler veri göndermeyi durdurduğunda, otomatik olarak daha uzak ölçerlerin kullanımına geçme yeteneğine sahiptir. Ölçerlerin enlem ve boylam bilgileri, her bir alt havzada belirtilen bir veya daha fazla düğüme olan yakınlığı belirlemek için kullanılır. Bir alt havza için kullanılacak ölçerlerin mesafesi, arama mesafesi (*search distance*) ile kontrol edilir. İsteğe bağlı olarak, her bir yağış ölçer ve alt havza düğümüne bir indeks derinliği (*index depth*) atanabilir. Bu indeks, yıllık veya aylık yağışta bölgesel sapmaları (*regional bias*) düzeltmek için kullanılır.

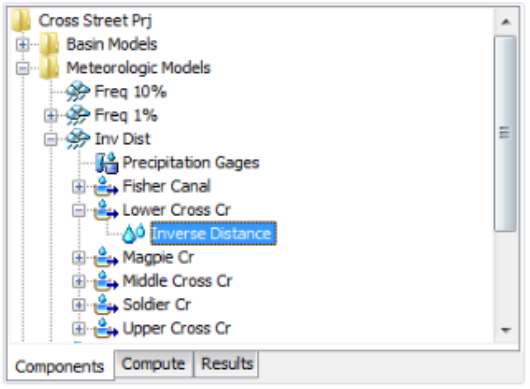
Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Yöntemi, yağış ölçer verilerini işlemek için birkaç seçenek içerir. İndeksleme (*Indexing*) seçeneği, yağışta bölgesel eğilimler olduğunda ölçer verilerini düzeltmek için kullanılır. İndeksleme

seçeneğini kullanmak, her bir yağış ölçer ve her bir alt havzadaki düğüm için bir indeks değeri belirlemeyi gerektirir. Ölçerlerde indeks olarak genellikle ortalama yıllık yağış toplamı kullanılırken, alt havza düğümlerinde indeks olarak genellikle tahmini ortalama yıllık yağış değeri kullanılır. Alternatif olarak, her bir ölçer ve düğüm için aylık ortalama değerler de kullanılabilir. Arama Mesafesi (*Search Distance*) seçeneği, yağış ölçerlerinin etki mesafesini sınırlamak için kullanılabilir. Arama mesafesi belirtilmediğinde, varsayılan değer 1.000 kilometre olarak kullanılır. İsteğe bağlı bir mesafe girildiğinde, ölçerler yalnızca belirlenen mesafe içindeyse bir alt havza düğümü için kullanılacaktır.



Şekil 11.67 Ters Mesafe Yağış Yöntemi İçin Seçeneklerin Belirlenmesi

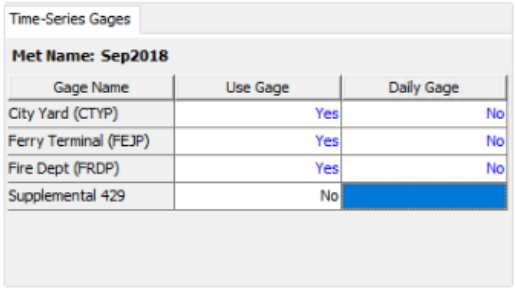
Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Yöntemi, yağış ölçerler için parametre verilerinin tanımlanabileceği bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için de ayrı bir Bileşen Düzenleyici mevcuttur. *Watershed Explorer*, ölçer bileşen düzenleyicisine ölçer simgesi ile, her bir alt havza için Yağış Bileşen Düzenleyicisine ise yağmur damlası simgesi ile erişim sağlar.



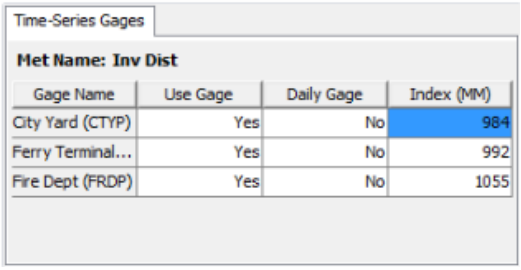
Şekil 11.68 Ters Mesafe Yağış Yöntemi Kullanan bir Meteorolojik Model

Meteoroloji Modelindeki tüm yağış ölçerler için Bileşen Düzenleyicisi, ölçerlerin işlenmesi için seçilmesini, işlenme biçiminin kontrolünü ve isteğe bağlı indeksleme parametre verilerinin girilmesini sağlar. Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Yönteminde kullanılacak tüm ölçerlerin, önceden Zaman Serisi Veri Yöneticisi (*Time-Series Data Manager*) içinde tanımlanmış olması gerekir. Bileşen Düzenleyici, sonrasında kullanılabilir tüm yağış

ölçerleri listeler. Meteoroloji Modelinde hangi ölçerlerin kullanılacağını belirlemek için, *Use Gage* sütununda uygun seçenekler işaretlenir.



Şekil 11.69 Ters Mesafe Yağış Yöntemi Seçili Olan Bir Meteorolojik Modelde, Bir Alt Havzada Kullanılacak Zaman Serisi Yağış Ölçerlerinin Seçilmesi



Şekil 11.70 (ESKİ) Ters Mesafe Yağış Yöntemi seçili olan bir Meteorolojik Modelde, bir alt havzada kullanılacak zaman serisi yağış ölçerlerinin seçilmesi

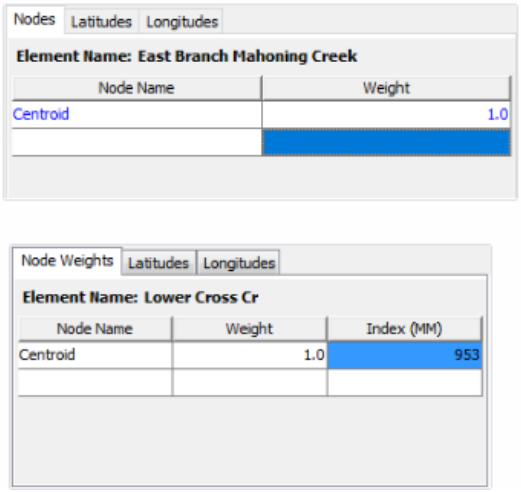
Her bir yağış ölçer, 1 dakikadan 24 saate kadar olan herhangi bir izin verilen zaman aralığını kullanabilir. Bir ölçer günlük ölçer (*daily gage*) olarak seçildiğinde, hesaplamalar sırasında günlük yağış derinliğinin bilindiği, ancak zamanlama bilgisinin olmadığı varsayılır. Genellikle günlük ölçerler 24 saatlik bir zaman aralığıyla saklanır, ancak herhangi bir aralık kullanılabilir. Günlük ölçer verileri yalnızca **s**imülasyon zaman penceresinin tamamının kapsadığı günlerde işleme alınır. Bir ölçer günlük ölçer olarak seçilmediğinde, içerdiği veriler simülasyon zaman adımına enterpolasyon edilir. Uygun ayar, *Daily Gage* sütununda yapılmalıdır.

İsteğe bağlı indeks (*Optional Index*) her bir ölçer için girilebilir. Bir ölçer için indeks girilir ise, bu ölçer yalnızca şu koşullar sağlandığında simülasyonda kullanılabilir: Alt havzada kullanılan tüm ölçerler için indeks girilmiş olmalıdır, Her bir alt havza düğümü için indeks belirtilmiş olmalıdır. *Use Indexing* seçeneğini kapatmak, Meteorolojik Modeldeki tüm indeksleri kaldırır.

Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, bir veya daha fazla düğüm (*node*) oluşturmak ve her düğüm için koordinatları girmek amacıyla kullanılır. En az bir düğüm oluşturulması gerekir. Yeni bir düğüm oluşturmak için, *Node Weights* sekmesine erişilir ve son satırın ilk sütununa bir düğüm adı girilir. Son satır her zaman yeni düğümler için boş tutulur. Mevcut bir düğümün adını değiştirmek için, ilk sütundaki adı üzerine

yazılabilir. Bir düğümü silmek için, ilk sütundaki adı ve diğer sütunlardaki verilerin silinmesi yeterlidir. Her zaman bir düğüm için ağırlık (*weight)* girilmelidir. Ağırlık, alt havza için nihai hiyetografın (*hyetograph*), her düğümde hesaplanan hiyetograflardan nasıl hesaplanacağını kontrol eder. İndeksleme (*indexing*) seçeneği etkinleştirilir ise, her düğüm için de indeks girilmelidir. İndeks, yıllık veya aylık yağıştaki bölgesel sapmaları (*regional bias*) düzeltmek için kullanılır.

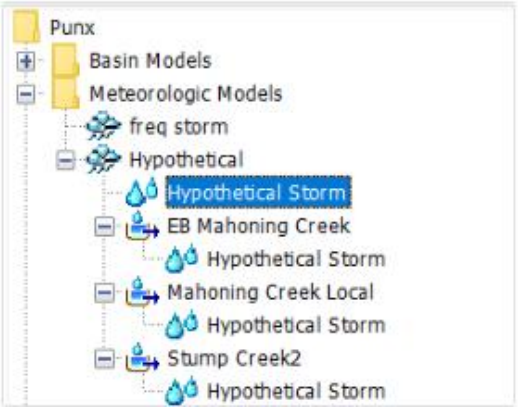
Oluşturulan tüm düğümler, *Latitudes* ve *Longitudes* sekmelerinde gösterilir. Her düğüm için uygun koordinat bilgilerinin girilmesi gerekir. Koordinatlar derece-dakika-saniye (*DMS*) formatında veya ondalık derece (*decimal degree*) formatında girilebilir. Veri giriş formatı, Program Ayarları (*Program Settings*) bölümünde seçilir.



Şekil 11.71 Bir Alt Havzada Ters Mesafe Düğümü Oluşturma

Hipotetik Fırtına

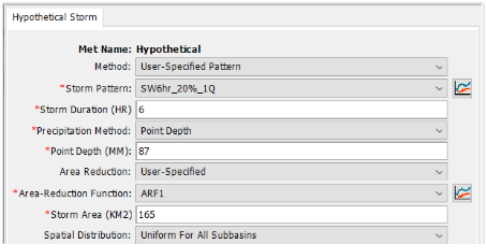
Hipotetik Fırtına (*Hypothetical Storm*), HEC-HMS sürüm 4.2.1 ve önceki sürümlerde kullanılan SCS Fırtına Yöntemi (*SCS Storm Method*) yerine geçmiştir. Hipotetik Fırtına, kullanıcılara Fırtına Süresi (*Storm Duration*), Yağış Derinliği (*Depth*), Alan Azaltma Bilgisi (*Area Reduction Information*), Zamansal Desen (*Temporal Pattern*) ve Fırtına Alanı (*Storm Area*) gibi verileri girme imkânı sağlayan genel bir yaklaşımdır. Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren Bileşen Düzenleyici, *Watershed Explorer* üzerinden yağmur damlası simgesi ile erişilebilir. Ayrıca, her bir alt havza için ayrı bir Bileşen Düzenleyici, alt havza parametre verilerini içerir.



Şekil 11.72 Hipotetik Fırtına kullanan Meteorolojik Model

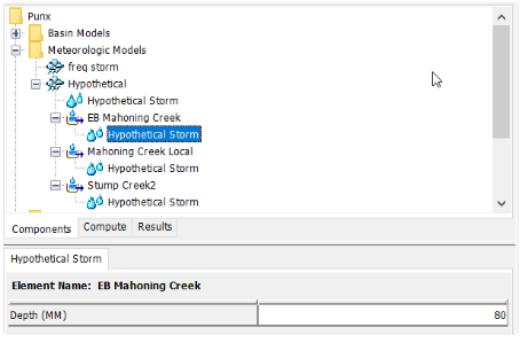
Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, fırtına için parametre verilerini belirler. Yöntem (*Method*) seçimi, hipotetik fırtına için zamansal desen (*temporal pattern*) yaklaşımını ayarlamak için zorunludur. Seçenekler şunları içerir: 4 Standart SCS Zamansal Deseni (*SCS Type 1, SCS Type 1A, SCS Type 2, SCS Type 3*), Kullanıcı Tanımlı Desen (*User-Specified Pattern*), Alan Bağımlı Zamansal Desen (*Area-Dependent Temporal Pattern*).

Aşağıdaki şekilde, Yönetici Tanımlı Desen (*User-Specified Pattern*) seçeneğinin yöntemde seçili olduğu gösterilmektedir. Bu seçenek seçildiğinde, kullanıcı Fırtına Deseni (*Storm Pattern*) ve Fırtına Süresi (*Storm Duration*) ile birlikte Derinlik (*Depth*) ve Alan Azaltma Bilgisi (*Area-Reduction Information*) değerlerini de tanımlamak zorundadır. Kullanıcı tarafından tanımlanan fırtına deseni, *Paired Data Manager* içinde yüzde eğrisi (% curve) olarak girilir. Bağımsız değişken, toplam fırtına süresinin yüzdesi (%0–100) ve bağımlı değişken, nokta yağış derinliğinin yüzdesi *(% of point depth*) olarak girilir (bu değer otomatik olarak alan azaltma bilgisi ve fırtına alanına göre küçültülür). 4 standart SCS zamansal deseni HEC-HMS'e gömülüdür. Her bir SCS fırtınası 24 saat uzunluğundadır. Simülasyonun süresi 24 saat veya daha uzun olmalıdır. İlk 24 saatin ardından tüm yağış değerleri sıfır olarak kabul edilir. Alan Bağımlı Desen (*Area-Dependent Pattern*) seçeneği, Derinlik-Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) hesaplama seçeneği ile birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Alan Bağımlı Desen seçildiğinde, kullanıcı farklı fırtına alanları için birden fazla Fırtına Zamansal Deseni (*Number of Storm Temporal Patterns*) tanımlamalıdır. HEC-HMS, kullanıcı tarafından tanımlanan fırtına alanını veya Derinlik-Alan analizindeki analiz noktası alanını kullanarak, zamansal desenler arasında enterpolasyon yapar.



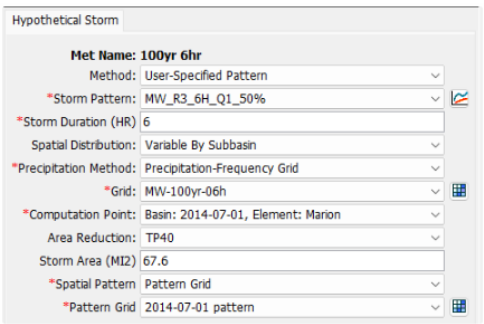
Şekil 11.73 Hipotetik Fırtına Yöntemi – Nokta Derinliği Tanımlı Yağış Bileşen Düzenleyicisi

Kullanıcı, zamansal desen (*temporal pattern*) seçildikten sonra Fırtına Derinliği (*Storm Depth*) ve Alan Azaltma Bilgisi (*Area-Reduction Information*) tanımlayabilir. Yağış Yöntemi (*Precipitation Method*) altında fırtına derinliğini belirtmek için iki seçenek vardır: Nokta Derinliği (*Point Depth*): Kullanıcının, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılacak tek bir nokta derinliği değeri girmesi gerekir; bu, Tüm Alt Havzalar İçin Tekdüze (*Uniform For All Subbasins*) mekânsal dağılım seçildiğinde geçerlidir (yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi). Alternatif olarak, Mekânsal Dağılım (*Spatial Distribution*) seçeneği Alt Havzaya Göre Değişken (*Variable by Subbasin*) olarak ayarlandığında ve Yağış Yöntemi Nokta Derinliği (*Point Depth*) olarak seçildiğinde, kullanıcı her alt havza için ayrı bir nokta derinliği girebilir. Bu değer yalnızca ilgili alt havzanın Bileşen Düzenleyicisi içinde girilebilir. Ayrıca, Nokta Derinliği Yöntemi kullanılırken, kullanıcı Fırtına Alanını (*Storm Area*) da belirtmelidir.



Şekil 11.74 Mekânsal Dağılım "Alt Havzaya Göre Değişken" Olarak Seçildiğinde, Bir Alt Havza İçin Nokta Derinliği Girilecek Bileşen Düzenleyicisi

Yağış yönteminin ikinci seçeneği Yağış-Sıklık Izgarası (*Precipitation-Frequency Grid*) dır. Bu yöntemde kullanıcı, ızgara veri seti olarak oluşturulmuş bir Yağış-Sıklık Izgarası belirleyebilir. Ayrıca, bu yöntem için bir Hesaplama Noktası **(***Computation Point***)** da tanımlanmalıdır. Bu yöntem yalnızca coğrafi referanslı (*georeferenced*) Havza Modelleri ile kullanılabilir. Çünkü HEC-HMS, alt havza çokgenleri ile yağış-sıklık ızgarasını otomatik olarak kesiştirir ve havza-ortalama yağış değerini (*basin-average precipitation value*) hesaplar. Aynı zamanda, fırtına alanını (*storm area*), hesaplama noktasının yukarısındaki drenaj alanına eşit olarak otomatik hesaplar. Eğer Mekânsal Dağılım (*Spatial Distribution*) Alt Havzaya Göre Değişken (*Variable by Subbasin*) olarak seçilirse, havza-ortalama yerine her alt havza için ayrı yağış derinliğ**i** hesaplanır.



Şekil 11.75 Hipotetik Fırtına Yağış Yöntemi – Yağış-Frekans Izgarası Tanımlı Yağış Bileşeni Düzenleyicisi

Alt Havzaya Göre Değişken (*Variable by Subbasin*) seçeneği kullanılarak yağışın dağıtılması için iki seçenek bulunmaktadır ve bunlar *Pattern Grid* seçenekleri olarak görünür: *Precipitation-Frequency Grid* ve *Pattern Grid*. *Precipitation-Frequency Grid* seçeneği, havza ortalama yağış derinliğinin hesaplanmasında kullanılan *Precipitation-Frequency Grid* içindeki bağıl yağış şiddetlerine göre yağışı alt havzalara dağıtır. Bu yaklaşım, 4.13 sürümüne kadar *Precipitation-Frequency Grid* kullanılan *Variable by Subbasin* seçeneği için varsayılan davranış olmuştur. İkinci seçenek ise, *Precipitation-Normal Grid* kullanılarak tanımlanabilen bir *Pattern Grid* kullanılmasıdır.

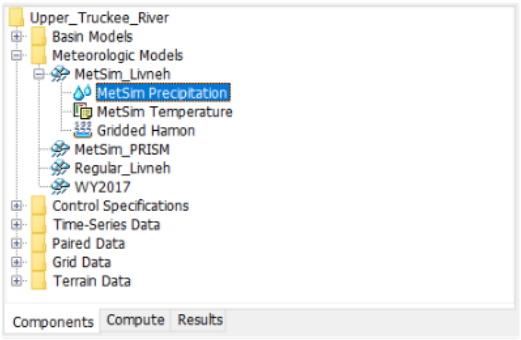
Bir Alan Azaltma Yöntemi (*Area Reduction Method*) bulunmaktadır ve kullanıcı *None*, *TP40* ve *User-Specified* seçenekleri arasından seçim yapabilir. *None* seçeneği seçildiğinde, alt havza hiyetografının hesaplanmasında Noktasal Yağış Derinliği (*Point Depth*) veya *Precipitation-Frequency Grid* kullanılır. Alan Azaltma Yöntemi olarak TP40 seçildiğinde, TP40'a ait 24 saatlik alan azaltma eğrisi kullanılır. TP40 Alan Azaltma Yöntemi yalnızca SCS zamansal desenlerinden biri seçildiğinde veya *User-Specified* Zamansal Desen ile 24 Saatlik Fırtına Süresi seçildiğinde kullanılmalıdır. TP40 ve *User-Specified* alan azaltma seçeneklerinin her ikisi için de bir Fırtına Alanı (*Storm Area*) tanımlanması gereklidir. *HEC-HMS*, fırtına yağış derinliğini güncellemek için TP40 veya User-Specified alan azaltma eğrisinden azaltma katsayısını enterpolasyon yoluyla hesaplar.

Hipotetik Fırtına (*Hypothetical Storm*), *Frequency Storm Precipitation Method*'a benzer şekilde Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) hesaplama seçeneği ile çalışacaktır. Derinlik–Alan Analizi simülasyonu sırasında, kullanıcı tarafından tanımlanan her bir analiz noktasındaki Drenaj Alanı (*Drainage Area*), fırtına alanının (*storm area*) yerine kullanılacaktır. Alana bağlı zamansal desen (*area-dependent temporal pattern*) seçeneği seçildiğinde, her bir fırtına alanı için uygun zamansal desen ve yağış derinliği hesaplanır. *Precipitation-Frequency Grid Precipitation Method* kullanıldığında, Derinlik–Alan Analizi her bir hesaplama noktası için ızgaradan havza ortalama yağışı da hesaplayacaktır. Ayrıca Derinlik–Alan Analizi, Hipotetik Fırtına yağış yönteminde seçilmiş olan tüm hesaplama noktalarını geçersiz kılacak ve yalnızca Derinlik–Alan Analizi kapsamında tanımlanan noktaları kullanacaktır.

MetSim Tabanlı Yağış

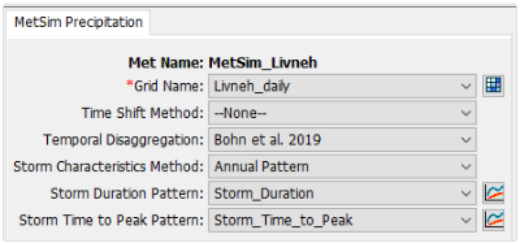
HEC-HMS içerisinde uygulanan *MetSim* Yağış Yöntemi, Bohn ve diğerleri (2019) tarafından tanımlanan yaklaşımı esas almaktadır. Bu yöntem, günlük toplam yağış birikimi girdisinden, ikizkenar üçgen biçimindeki bir zamansal dağılım kullanılarak, her bir ızgara hücresi için gün altı (*sub-daily*) yağış derinliğini enterpole eder.

MetSim Yağış Yöntemi, Meteorolojik Model içerisindeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. *MetSim* Yağış Bileşeni Düzenleyicisi, günlük yağışın gün altı (*sub-daily*) zaman adımlarına dağılımını tanımlamak için gerekli parametre verilerini içerir. *Watershed Explorer*, aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere, yağmur damlaları simgesi aracılığıyla *MetSim* Yağış Bileşeni Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.76 MetSim Yağış Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

MetSim Yağış Bileşeni Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Kullanıcının, günlük zaman adımı kullanan bir yağış Izgara Adı (*Precipitation Grid Name*), bir Zaman Kaydırma (*Time Shift*) yöntemi, bir Zamansal Ayrıştırma (*Temporal Disaggregation*) yöntemi, bir Fırtına Karakteristikleri (*Storm Characteristics*) yöntemi, bir Fırtına Süresi (*Storm Duration*) ve bir Tepe Zamanı (*Storm Time to Peak*) seçmesi gerekmektedir.



Şekil 11.77 *MetSim* Yağış Bileşeni Düzenleyicisi

Günlük yağış verileri, Meteorolojik Modelde kullanılmadan önce bir yağış ızgarası *(precipitation grid*) olarak saklanmalıdır. Seçim listesinde yalnızca daha önce tanımlanmış yağış ızgaraları gösterilecektir. Eğer kullanılabilir birçok farklı ızgara seti (*gridset*) varsa, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesi ile erişilen seçiciden (*selector*) bir ızgara seti seçmek isteyebilirsiniz. Seçici, her ızgara seti için açıklamayı görüntüler ve doğru olanın seçilmesini kolaylaştırır.

Şu anda, Zamansal Ayrıştırma (*Temporal Disaggregation*) yöntemi için yalnızca Bohn ve diğerleri 2019 seçeneği mevcuttur. Gelecekte ek seçenekler eklenecektir. Fırtına Karakteristikleri (*Storm Characteristics*) yöntemi için üç seçenek bulunmaktadır: Sabit Değer (*Fixed Value*), Yıllık Desen (*Annual Pattern*) ve Izgara (*Grid*).

1. Sabit Değer (*Fixed Value*) seçeneği, Fırtına Süresi (*Storm Duration*) ve Tepe Zamanı (*Storm Time to Peak*) için sabit değerler kullanır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*) seçeneği, Fırtına Süresi ve Tepe Zamanını yılın zamanına bağlı olarak tanımlayan desenleri kullanır. Bu desenler, *MetSim* Yağış Yönteminde kullanılmadan önce *Paired Data Manager*'da ayrı olarak tanımlanmalıdır. *Paired Data* Türü (*Paired Data Type*) *Parameter Value Pattern,*

Kategori (*Category*) Precipitation, Yöntem (*Method*) *MetSim* ve Parametre (*Parameter*) *Storm Duration* veya *Storm Time to Peak* olmalıdır.

3. Izgara (*Grid*) seçeneği, Fırtına Süresi ve Tepe Zamanı için ızgara setlerini kullanır. Bu veriler, *MetSim* Yağış Yönteminde kullanılmadan önce sırasıyla *Precipitation Storm Duration Grids* ve *Precipitation Storm Time to Peak Grids* olarak saklanmalıdır.

Zaman Kaydırma

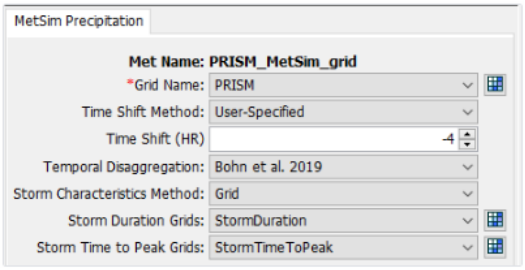
Bir simülasyon sırasında yapılan tüm hesaplamalar, yaz saati uygulamasının (*ABD'deki daylight savings*) geçerli olmadığı rastgele bir yerel saat dilimi varsayımıyla yapılır. Izgaralı (*gridded*) yağış verilerinin genellikle Koordine Evrensel Zaman (*UTC*) referanslı olduğu görülür. Zaman kaydırma (*Time Shift*) işlemi ile ızgaralı yağış verilerini zamana göre ayarlamak için üç farklı *Time Shift* yöntemi mevcuttur.

Hiçbiri (None)

Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı saat dilimine göre referanslanmış ise, *None* zaman kaydırma (*Time Shift*) yöntemi kullanılmalıdır. Bu yöntemde, ızgaralı yağış verileri zamana göre kaydırılmaz.

Kullanıcı Belirlemesi (User-Specified)

User-Specified zaman kaydırma (*Time Shift*) yöntemi, zaman dilimi kaydırması uygulanmış olarak saklanmış yağış ızgaralarını düzeltmek için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi *Time Shift* yöntemi açılır menüsünden *User-Specified* seçeneği seçilir.



Şekil 11.78 Kullanıcı Belirlemesi Zaman Kaydırma Yönteminin Kullanımı

Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı yerel saat dilimine göre referanslanmış ise, kaydırmayı sıfır (0) olarak ayarlanır. Eğer diğer veri kaynakları (örneğin ölçülen akım veya sıcaklık) yerel saate göre referanslanmışken yağış ızgarası *UTC* ise, yağış verisinin diğer verilerle uyumlu olması için doğru kaydırmayı seçilir.

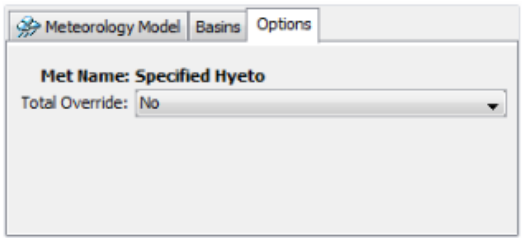
Normalize Başlangıç (Normalize Start)

Normalize Start zaman kaydırma (*Time Shift*) yöntemi, bir ızgara setindeki ilk ızgaranın zamanını simülasyonun başlangıç zamanına ayarlamak için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, *Time Shift* yöntemi açılır menüsünden Normalize Start seçeneğini seçilir.

Belirlenmiş Hiyetograf

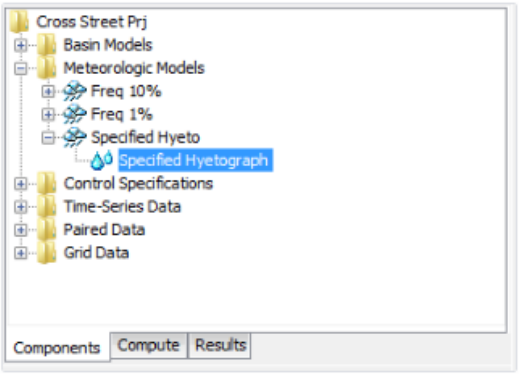
Belirlenmiş Hiyetograf (*Specified Hyetograph*) Yöntemi, kullanıcının alt havzalardaki hiyetograf için kullanılacak tam zaman serilerini belirlemesine olanak tanır. Bu yöntem, yağış verilerinin program dışında işlenip değiştirilmeden içe aktarılacağı durumlarda faydalıdır. Ayrıca, tek bir yağış ölçerinin bir alt havzada olanları temsil etmesi gerektiğinde de kullanışlıdır.

Belirlenmiş Hiyetograf Yöntemi, yağış ölçer verilerini işleme seçeneğini de içerir. Toplam Geçersiz Kılma (*Total Override*) seçeneği, her bir ölçerdeki yağış derinliğini ayarlamak için kullanılır. Geçersiz kılma yapılmadığında, bir ölçerdeki toplam derinlik, ölçer kaydındaki değerlerin toplamına eşittir. Geçersiz kılma kullanıldığında, ölçer kaydındaki değerler orantılı olarak ayarlanır ve toplamları belirtilen toplam değere eşit olacak şekilde düzenlenir.



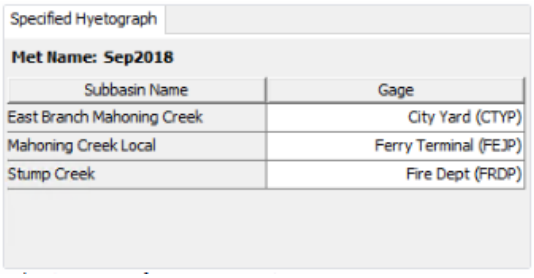
Şekil 11.79 Belirlenmiş Hiyetograf Yağış Yöntemi için Seçeneklerin Belirlenmesi

Belirlenmiş Hiyetograf (*Specified Hyetograph*) Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) kullanır. *Watershed Explorer*, yağmur damlası simgesi aracılığıyla Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.80 Tüm Alt Havzalar için Component Editor ile Belirlenmiş Hiyetograf Modeli

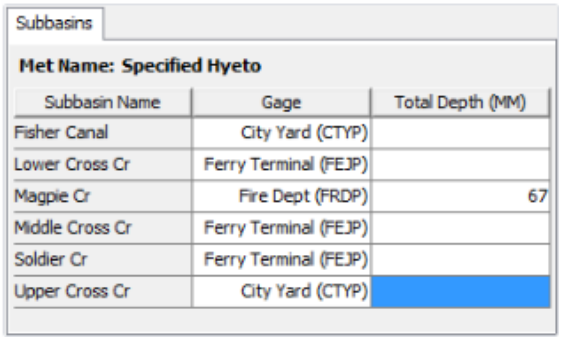
Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için *Gage* Seçimini (*Gage Selection*) ve isteğe bağlı Derinlik Geçersiz Kılma (*Depth Override*) seçeneğini içerir. Bir Hiyetografın (*Hyetograph*) Meteorolojik Modelde kullanılabilmesi için önceden bir yağış ölçeri (*precipitation gage*) olarak saklanmış olması gerekir. Veriler aslında bir kayıt ölçerden (*recording gage*) gelebilir veya program dışında yapılan karmaşık hesaplamaların sonucu olabilir; her durumda, hiyetograf bir ölçer olarak saklanmalıdır. Aynı ölçer birden fazla alt havza için kullanılabilir. Tablo içerisindeki her alt havza için, o alt havzada kullanılacak ölçeri seçilir. Seçim listesinde yalnızca *Time-Series Data Manager*'da önceden tanımlanmış yağış ölçerleri gösterilecektir.


Specified Hyetograph

Met Name: Sep2018

Subbasin Name	Gage
East Branch Mahoning Creek	City Yard (CTYP)
Mahoning Creek Local	Ferry Terminal (FEJP)
Stump Creek	Fire Dept (FRDP)

Şekil 11.81 Alt Havzalar için Gage Seçimi


Subbasins

Met Name: Specified Hyeto

Subbasin Name	Gage	Total Depth (MM)
Fisher Canal	City Yard (CTYP)	
Lower Cross Cr	Ferry Terminal (FEJP)	
Magpie Cr	Fire Dept (FRDP)	67
Middle Cross Cr	Ferry Terminal (FEJP)	
Soldier Cr	Ferry Terminal (FEJP)	
Upper Cross Cr	City Yard (CTYP)	

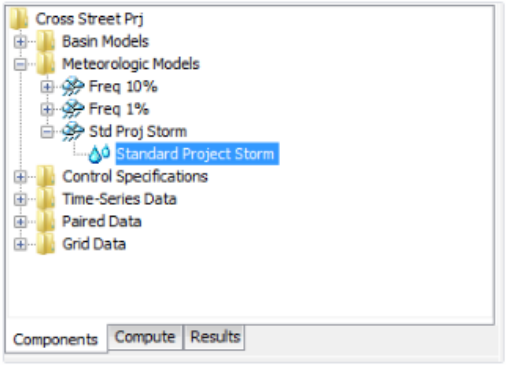
Şekil 11.82 (ESKİ) Her Alt Havza İçin Ölçer Seçimi. Toplam Derinlik Geçersiz Kılma İsteğe Bağlıdır.

İsteğe bağlı olarak, her alt havza için bir Toplam Derinlik (*Total Depth*) girebilir. Eğer toplam derinlik girilmezse, derinlik yağış ölçerinde (*precipitation gage*) gerçekte saklanan verilerin toplamı olarak alınır. Ancak, bir alt havza için toplam derinlik girilirse, zaman adımlarındaki yağış örüntüsü (*pattern*) korunur, fakat her zaman adımındaki yağış miktarı, belirtilen toplam derinliğin tüm simülasyon boyunca uygulanması için orantılı olarak ayarlanır. Toplam derinlik, hiç alt havza için, tek bir alt havza için, birden fazla alt havza için veya tüm alt havzalar için belirtilebilir. Sadece bir alt havza için toplam derinlik belirlenmek istenirse, tüm alt havzalar için girilmesi gerekmez.

Standart Proje Fırtınası

Standart Proje Fırtınası (*Standard Project Storm*) Yöntemi, *Engineering Manual* EM-1110-2-1411 (Corps 1965) gereksinimlerini uygular. Bu metodoloji artık sık kullanılmasa da bazı projelerde gerekli olabileceği için programda yer almaktadır.

Standart Proje Fırtınası Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, yağmur damlası simgesi aracılığıyla Yağış Bileşen Düzenleyicilerine (*Precipitation Component Editors*) erişim sağlar.



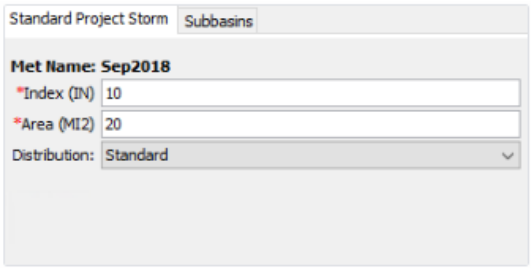
Şekil 11.83 Tüm Alt Havzalar için Bileşen Düzenleyicisi ile Standart Proje Fırtınası Yöntemini Kullanan Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, fırtınayı tanımlamak için parametre verilerini içerir. Yağış İndeksi (*Precipitation Index*), fırtına süresince düşen yağış derinliğini temsil eder. Bu indeks, olası maksimum yağış (*Probable Maximum Precipitation*) ile aynı değildir ve ilgili bir aşılma olasılığı (*exceedance probability*) yoktur. İndeks, *Engineering Manual*'daki bir haritadan seçilir.

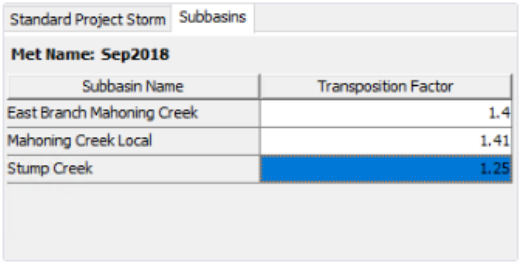
Fırtına Alanı (*Storm Area*), *Engineering Manual*'daki şekillere göre derinlik–alan (*depth-area*) azaltma faktörünü otomatik olarak hesaplamak için kullanılır. Çoğu durumda, belirtilen fırtına alanı, değerlendirme noktasındaki havza drenaj alanına eşit olmalıdır.

Dağılım (*Distribution*), her alt havza için ayarlanmış yağış derinliğinin bir hiyetografa (*hyetograph*) nasıl dönüştürüleceğini belirler ve mevcut seçenekler listesinden seçilmelidir. Standart (*Standard*) seçeneği, ayarlanmış fırtına derinliğini dağıtmak için *Engineering Manual*'da belirtilen prosedürü kullanır. *Southwest Division* seçeneği ise, bazı havzalarda daha uygun olabilecek farklı bir prosedür kullanır.

Transpozisyon Faktörü (*Transposition Factor*), bir alt havzanın fırtına merkezine göre havza içindeki konumunu dikkate alır. *Engineering Manual*, yüzde ile etiketlenmiş konsantrik halkalara sahip izohip haritası içerir. Bir alt havza genellikle %120 izohip hattı ile örtülüyorsa, programa 1,20 faktörü girilmelidir.



Şekil 11.84 Standart Proje Fırtınasının Özelliklerinin Girilmesi



Şekil 11.85 Her Alt Havza İçin Transpozisyon Faktörünün Girilmesi

11.5 SICAKLIK

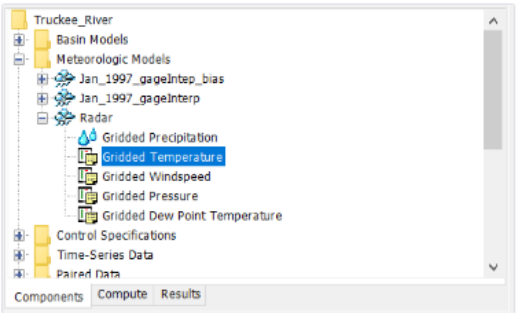
Sıcaklık (*Temperature*), havada bulunan ısının şiddetini ifade eder. Hava sıcaklığı, enlem, yükselti, topoğrafya ile bitki örtüsü veya su kütlelerinin varlığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Sıcaklık ayrıca, HEC-HMS'de modellenebilen birçok diğer meteorolojik süreçte de temel bir rol oynar. Bu süreçler arasında Evapotranspirasyon, Kısa Dalga Radyasyonu, Uzun Dalga Radyasyonu ve Kar Erimesi yer almaktadır.

Meteorolojik Model içerisinde yer alan Sıcaklık Yöntemi, belirli Evapotranspirasyon, Kısa Dalga Radyasyonu ve Uzun Dalga Radyasyonu yöntemleri kullanıldığında zorunludur. Meteorolojik Modele sıcaklık verisi eklemek için Izgaralı Sıcaklık (*Gridded Temperature*), Enterpole Edilmiş Sıcaklık (*Interpolated Temperature*) ve Tanımlanmış Termograf (*Specified Thermograph*) olmak üzere üç yöntem mevcuttur. Her bir yönteme ilişkin daha ayrıntılı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

Izgaralı Sıcaklık

Izgaralı Sıcaklık Yönteminin en yaygın kullanımı, radar tabanlı sıcaklık tahminlerinin değerlendirilmesidir. Ek yazılımlar kullanılarak sıcaklık verilerinin ızgaralı bir temsili oluşturulabilir ya da atmosferik modellerden elde edilen çıktılar kullanılabilir. Bu yöntem ModClark dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile birlikte kullanıldığında, her bir alt havza için termografın hesaplanmasında alt havza içerisindeki ızgara hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması esas alınır.

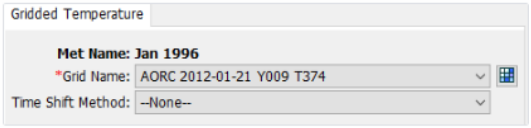
Izgaralı Sıcaklık Yöntemi, Meteorolojik Modelde yer alan tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini aracılığıyla Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanmaktadır.



Şekil 11.86 Tüm alt havzalar için Izgaralı Sıcaklık Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modelde yer alan tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, bir veri kaynağı (*datasource*) seçimini içermektedir. Izgaralı sıcaklık verileri, Meteorolojik Modelde kullanılmadan önce sıcaklık ızgarası (*temperature grid*) olarak depolanmış olmalıdır. Bu veriler radar kaynaklarından elde edilebileceği gibi, program dışında gerçekleştirilen karmaşık hesaplamaların sonucu da olabilir. Kaynağı ne olursa olsun, ızgara verilerinin sıcaklık ızgarası olarak kaydedilmesi zorunludur. Yalnızca daha önce tanımlanmış sıcaklık ızgaraları seçim listesinde

görüntülenecektir. Eğer birden fazla ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesi aracılığıyla erişilen seçiciden bir ızgara seti seçilmesi önerilir. Bu seçici, her bir ızgara setine ait açıklamaları göstererek doğru ızgara setinin seçilmesini kolaylaştırır.



Şekil 11.87 Izgaralı Sıcaklık Yöntemi için Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisi

Zaman Kayması

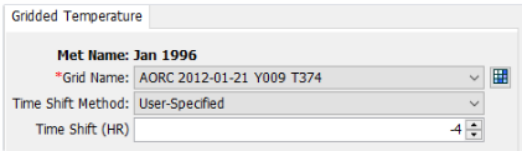
Bir benzetim (simülasyon) sırasında gerçekleştirilen tüm hesaplamalar, yaz saati uygulaması olmayan (ABD'deki daylight savings) keyfi bir yerel saat dilimi esas alınarak yapılır. Izgaralı sıcaklık verilerinin sıklıkla Eşgüdümlü Evrensel Zaman (*UTC*) referanslı olması yaygın bir durumdur. Bu nedenle, ızgaralı sıcaklık verilerinin zamansal olarak ayarlanabilmesi için üç adet Zaman Kayması yöntemi tanımlanmıştır.

None

None (Yok) zaman kayması yöntemi, tüm zaman serileri ve ızgara verilerinin aynı saat dilimine referanslı olması durumunda kullanılmalıdır. Bu yöntem kullanıldığında, ızgaralı sıcaklık verileri zamansal olarak kaydırılmaz.

Kullanıcı Tarafından Belirlenen

Kullanıcı Tarafından Belirlenen (*User-Specified*) Zaman Kayması yöntemi, zaman dilimi ofseti ile kaydedilmiş sıcaklık ızgaralarını düzeltmek için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği gibi Zaman Kayması yöntemi (*Time Shift method*) açılır menüsünden Kullanıcı Tarafından Belirlenen seçeneği işaretlenir.



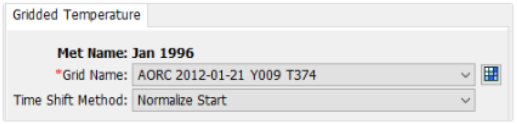
Şekil 11.88 Kullanıcı Tarafından Belirlenen Zaman Kayması Yöntemini Kullanma

Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı yerel saat dilimine referanslı ise, kaymayı (*shift*) sıfır olarak ayarlanır. Eğer diğer veri kaynakları, örneğin gözlemlenen akım (*discharge*) veya yağış (*precipitation*) yerel saat dilimine göre referanslı iken, sıcaklık ızgarası *UTC* zaman diliminde ise, sıcaklık verisinin diğer verilerle uyumlu olması için doğru zaman kayması *(shift)* seçilir.

Başlangıcı Normalleştir

Başlangıcı Normalleştir (*Normalize Start*) zaman kayması yöntemi, bir ızgara setindeki ilk ızgaranın zamanını simülasyonun başlangıç zamanına ayarlamak için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, aşağıda gösterildiği

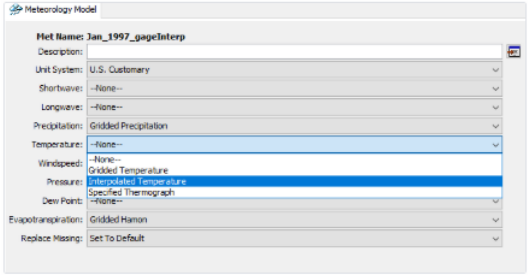
gibi Zaman Kayması yöntemi (*Time Shift method*) açılır menüsünden Başlangıcı Normalleştir (*Normalize Start*) seçeneği işaretlenir.



Şekil 11.89 Başlangıcı Normalleştir Zaman Kayması Yöntemini Kullanma

Enterpole Edilmiş Sıcaklık

Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçümlere kıyasla bir havza genelinde meteorolojiyi zaman ve mekân açısından daha iyi yakalar. Ancak, saatlik veya saatten daha kısa aralıklı ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut olmayabilir; özellikle modelleyici için ilgi çekici tarihi olaylar için bu durum geçerlidir. Bu gibi durumlarda, hava istasyonlarında kaydedilen nokta ölçümleri kullanılarak ızgaralı bir veri seti oluşturulabilir. Enterpole Edilmiş Sıcaklık Yöntemi (*Interpolated Temperature Method*), kullanıcının nokta sıcaklık ölçüm verilerine dayalı olarak enterpole edilmiş bir sıcaklık ızgarası geliştirmesine olanak tanır.

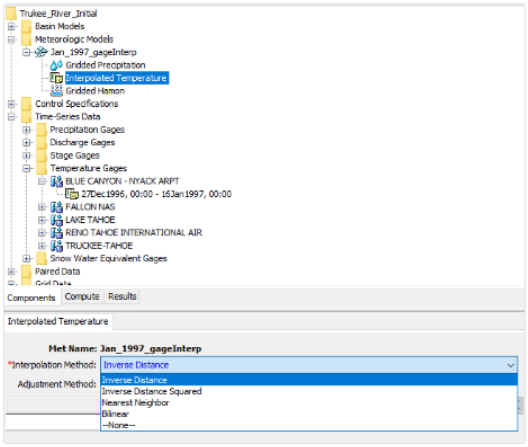


Şekil 11.90 Meteorolojik Model Bileşen Düzenleyicisinde Enterpole Edilmiş Sıcaklık Yönteminin Seçilmesi

Enterpole Edilmiş Sıcaklık Yöntemi, Meteorolojik Modelde yer alan tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanır.

Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, Enterpolasyon Yöntemini tanımlayan parametre verilerinin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak sıcaklık ölçüm istasyonlarının (*temperature gages*) seçilmesi amacıyla kullanılır.

Enterpolasyon Yöntemi, açılır menüden (*dropdown menu*) seçilebilir. Bir enterpolasyon yöntemi mutlaka seçilmelidir. Kullanıcıya sunulan dört enterpolasyon seçeneği aşağıda kısaca özetlenmiştir.

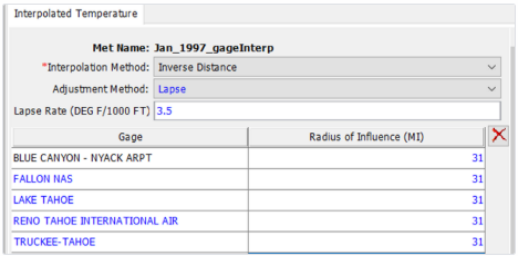


Şekil 11.91 Enterpole Edilmiş Sıcaklık için Ters Mesafe Enterpolasyon Yönteminin Seçilmesi

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçüm istasyonunun ağırlığının, enterpolasyon yapılacak hücreye olan mesafenin tersi olarak kabul edildiğini varsayar. Ters Mesafe Kareli (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi ise bir ölçüm istasyonunun ağırlığını, enterpolasyon hücresine olan mesafenin karesinin tersi olarak kabul eder. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almadan, ilgili hücre merkezine en yakın değeri atar. HEC-HMS içindeki *Bilineer enterpolasyon*, düzensiz dağılımlı ölçüm istasyonu konumlarının üçgenleme (*triangulation*) yöntemi ile değerlendirilmesine dayanır. Ölçüm istasyonu koordinatlarına göre, havza model koordinat sisteminde ölçüm istasyonu ağını temsil eden bir Düzensiz Üçgen Ağı (*Triangulated Irregular Network, TIN*) oluşturulur. Bu *TIN*, her bir ölçüm istasyonunun bir veya birden fazla üçgenin köşesi olduğu üçgenleri tanımlar. Bu *TIN* kullanılarak herhangi bir noktadaki değer, önce o noktanın içinde yer aldığı üçgen belirlenerek ve ardından *Barycentric Koordinatlar* kullanılarak üçgen içinde enterpolasyon yapılmak suretiyle hesaplanır. Bu yöntemi kullanabilmek için en az üç ölçüm istasyonu gereklidir ve bu istasyonların tüm ızgara hücrelerini kapsaması gerekir.

Opsiyonel Bir Düzeltme (*Adjustment*) Yöntemi belirlenebilir. *Adjustment Method | Fixed* seçeneğini işaretlenir ve sıcaklığın rakım ile değişim oranını (*Lapse Rate*) uygun birimlerde girilir. Bu *Lapse Rate*, arazi verilerine dayalı olarak alt havza modelindeki enterpole edilmiş sıcaklıkları ayarlayacaktır**.**

Gage sütunu altındaki açılır satırlardan Sıcaklık Ölçüm İstasyonlarını (*Temperature Gages*) seçilir. Etki Yarıçapı (*Radius of Influence*) opsiyonel bir parametredir ve maksimum enterpolasyon mesafesini temsil eder. Etki yarıçapının ötesinde, ölçüm istasyonu enterpolasyon ızgarasının hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılacak sıcaklık ölçüm istasyonları, zaman serisi (*Time-Series*) sıcaklık verisi olarak yüklenmiş olmalı ve tanımlanmış enlem (*latitude*) ve boylam (*longitude*) bilgilerine sahip olmalıdır.



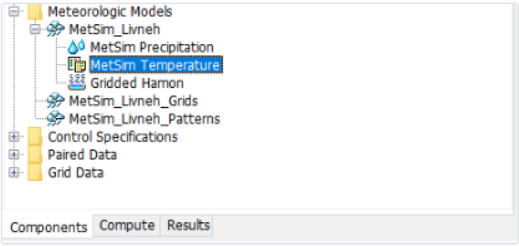
Şekil 11.92 Lapse Yöntemi ile Düzeltme, Lapse Rate ve Gage/Etki Yarıçapı Seçimi

Simülasyon tamamlandığında, enterpole edilmiş bir sıcaklık ızgarası oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandıktan sonra, ızgara Meteorolojik Model ile aynı isimle *DSS* formatında HEC-HMS proje dizininde kaydedilecektir.

MetSim Sıcaklığı

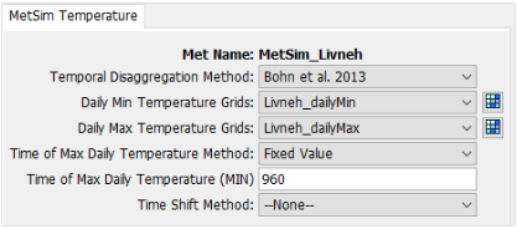
MetSim Sıcaklık Yöntemi, HEC-HMS içinde uygulandığı şekilde Bohn ve ark. (2013) tarafından tanımlanan yöntemi izler. Bu yöntem, girdi olarak sağlanan günlük minimum ve maksimum sıcaklık ızgaralarından, alt-günlük (*sub-daily*) hava sıcaklıklarını *spline polinomu* kullanarak enterpole eder.

MetSim Sıcaklık Yöntemi, Meteorolojik Modelde yer alan tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. MetSim Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisi, günlük minimum ve maksimum sıcaklıkların alt-günlük zaman adımlarına dağılımını tanımlayan parametre verilerini içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi MetSim Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanır.



Şekil 11.93 MetSim Sıcaklık Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

MetSim Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisi, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Kullanıcı, zamansal ayrıştırma (*Temporal Disaggregation*) yöntemini, günlük minimum sıcaklık ızgarası adını (*Daily Minimum Grid Name*), günlük maksimum sıcaklık ızgarası adını (*Daily Maximum Grid Name*), günlük maksimum sıcaklık zamanı yöntemi (*Time of Max Daily Temperature method*) ve günlük maksimum sıcaklık zamanını (*Time of Max Daily Temperature*), ayrıca zaman kayması (*Time Shift*) yöntemini seçmelidir. Günlük minimum ve maksimum ızgaralar günlük zaman adımı ile kullanılır.



Şekil 11.94 MetSim Sıcaklık Bileşen Düzenleyicisi

Şu anda Zamansal Ayrıştırma (*Temporal Disaggregation*) yöntemi için yalnızca Bohn ve ark., 2013 seçeneği mevcuttur. Gelecekte ek seçenekler eklenmesi planlanmaktadır.

Günlük minimum ve maksimum sıcaklık verileri, Meteorolojik Modelde kullanılmadan önce sıcaklık ızgarası (*temperature grid*) olarak depolanmalıdır. Seçim listesinde yalnızca daha önce tanımlanmış sıcaklık ızgaraları gösterilir. Eğer birden fazla ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki Grid düğmesi aracılığıyla erişilen seçiciden bir ızgara seti seçmek istenebilir. Bu seçici, her bir ızgara setine ait açıklamaları göstererek doğru ızgara setinin seçilmesini kolaylaştırır.

Günlük Maksimum Sıcaklık Zamanı (*Time of Max Daily Temperature*) yöntemi için iki seçenek vardır: Sabit Değer (*Fixed Value*) ve Yıllık Desen (*Annual Pattern*).

1. Sabit Değer (*Fixed Value*) seçeneği, günlük maksimum sıcaklık zamanı için sabit bir değer kullanır.
2. Yıllık Desen (*Annual Pattern*) seçeneği ise, günlük maksimum sıcaklık zamanını yılın zamanına bağlı bir fonksiyon olarak tanımlayan bir desen kullanır. Bu desen, MetSim Sıcaklık Yönteminde kullanılmadan önce *Paired Data Manager* içinde ayrı olarak tanımlanmalıdır. *Paired Data* tipi *Parameter Value Pattern*, kategori *Temperature*, yöntem *MetSim*, ve parametre *Time of Max Daily Temperature* olarak ayarlanmalıdır.
3.

Zaman Kayması

Bir simülasyon sırasında tüm hesaplamalar, yaz saati uygulanmayan keyfi bir yerel saat dilimi esas alınarak yapılır (ABD'deki *daylight savings* uygulanmaz). Izgaralı yağış veya sıcaklık verilerinin sıklıkla Eşgüdümlü Evrensel Zaman (*UTC*) referanslı olması yaygındır. Bu nedenle, ızgaralı verilerin zamanını ayarlamak için üç Zaman Kayması yöntemi sunulmaktadır.

None

Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı saat dilimine referanslı ise, None yöntemi kullanılmalıdır. Bu yöntemde ızgaralı veriler zamansal olarak kaydırılmaz.

Kullanıcı Tarafından Belirlenen

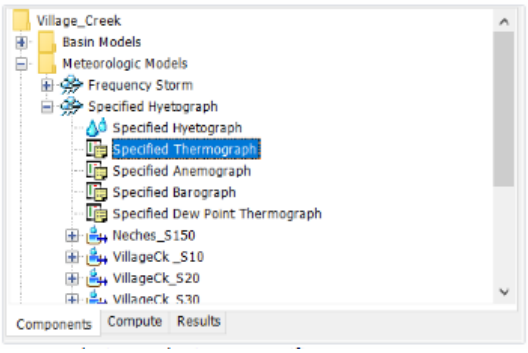
User-Specified yöntemi, zaman dilimi ofseti ile kaydedilmiş sıcaklık veya yağış ızgaralarını düzeltmek için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, *Time Shift* yöntemi açılır menüsünden *User-Specified* seçeneği işaretlenir. Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı yerel saat dilimine referanslı ise, kaymayı (*shift*) sıfır olarak ayarlanır. Eğer diğer veri kaynakları, örneğin gözlemlenen akım (*discharge*) veya yağış verileri yerel saat dilimine göre referanslı iken, sıcaklık veya yağış ızgaraları *UTC* zaman dilimindeyse, doğru kaymayı seçerek verilerin uyumlu olması sağlanır.

Başlangıcı Normalleştir

Başlangıcı Normalleştir (*Normalize Start*) zaman kayması yöntemi**,** bir ızgara setindeki ilk ızgaranın zamanını simülasyonun başlangıç zamanına ayarlamak için kullanılabilir. Bu yöntemi kullanmak için, *Time Shift* yöntemi açılır menüsünden (*drop down menu*) Normalize Start seçeneği işaretlenir.

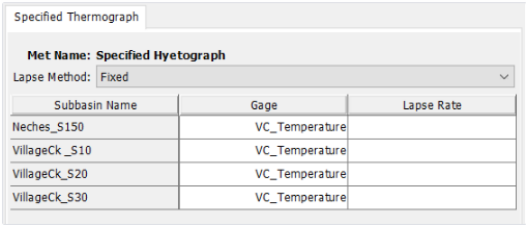
Belirlenmiş Termograf

Belirlenmiş Termograf Yöntemi (*Specified Thermograph Method*), Meteorolojik Modelde yer alan tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, Sıcaklık Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlanır.



Şekil 11.95 Termograf Sıcaklık Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Zaman Serisi Sıcaklık Ölçüm İstasyonunu (*Time-Series Gage of Temperature*) içerir. Her alt havza için bir sıcaklık ölçüm istasyonu seçilmelidir. Mevcut ölçüm istasyonları seçim listesinde gösterilir. Her alt havza için opsiyonel bir Düzeltme Yöntemi (*Adjustment Method*) belirlenebilir. *Adjustment Method* | *Fixed* seçeneğini işaretlenir ve sıcaklığın yükseltiye bağlı olarak değişim oranı (*Lapse Rate*) uygun birimlerde girilir. Bu *Lapse Rate*, arazi verilerine dayalı olarak, havza modelindeki sıcaklık verilerini ayarlayacaktır.



Şekil 11.96 Lapse Rate Düzeltme Yöntemi opsiyoneldir.

11.6 RÜZGÂR HIZI (*Windspeed*)

Rüzgâr hızı, havanın belirli bir noktadan ne kadar hızlı geçtiğinin bir ölçüsüdür. Rüzgâr hızı, basınç gradyanları (*Pressure Gradients*) ve hava sıcaklığı (*Air Temperature*) tarafından etkilenir. Ayrıca, HEC-HMS'te modellenebilen diğer meteorolojik süreçlerde de temel bir rol oynar; bunlar arasında Evapotranspirasyon ve Uzun Dalga Radyasyonu (*Longwave Radiation*) yer alır.

Meteorolojik Modelde yer alan Rüzgâr Hızı Yöntemi (*Windspeed Method*), belirli Evapotranspirasyon veya Uzun Dalga Radyasyonu yöntemleri kullanıldığında zorunludur. Meteorolojik Modele rüzgâr hızı verisi eklemek için üç yöntem mevcuttur:

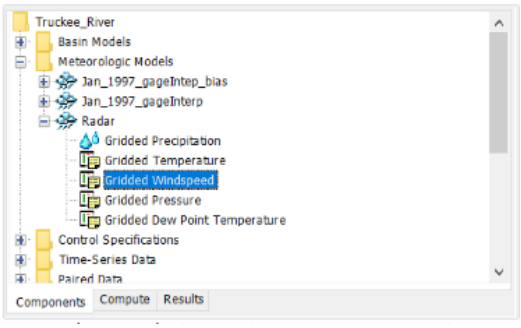
1. Izgaralı Rüzgâr Hızı (*Gridded Windspeed*)
2. Enterpole Edilmiş Rüzgâr Hızı (*Interpolated Windspeed*)
3. Belirlenmiş Termograf (*Specified Thermograph*)

Her yönteme ilişkin detaylar, aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

Izgaralı Rüzgâr Hızı Yöntemi

Izgaralı Rüzgâr Hızı (*Gridded Windspeed*) Yönteminin en yaygın kullanımı, radar tabanlı rüzgâr hızı tahminlerini kullanmaktır. Izgaralı rüzgâr hızı verileri, başka yazılımlardan veya atmosferik modellerin çıktılarından elde edilebilir. Eğer *Gridded Windspeed*, *ModClark* dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile kullanılırsa, her alt havza için termograf, alt havza içindeki ızgara hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanır.

Gridded Windspeed Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, Rüzgâr Hızı Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanır.



Şekil 11.97 Izgaralı Rüzgâr Hızı Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, bir veri kaynağı (*datasource*) seçimini içerir. Izgaralı rüzgâr hızı verileri, Meteorolojik Modelde kullanılmadan önce rüzgâr hızı ızgarası (*windspeed grid*) olarak depolanmalıdır. Veriler, radar kaynaklarından gelebilir veya program dışında yapılan karmaşık hesaplamaların sonucu olabilir. Her durumda, veriler rüzgâr hızı ızgarası formatında olmalıdır. Seçim listesinde yalnızca daha önce tanımlanmış rüzgâr hızı ızgaraları gösterilir. Eğer birden fazla ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesi ile erişilen seçiciden bir ızgara seti tercih edilebilir. Bu seçici, her ızgara setinin açıklamasını göstererek doğru ızgara setinin seçilmesini kolaylaştırır.



Şekil 11.98 Izgaralı Rüzgâr Hızı Yöntemi için Rüzgâr Hızı Bileşen Düzenleyicisi

Zaman Kayması (*Time Shift*), zaman dilimi ofseti ile kaydedilmiş rüzgâr hızı ızgaralarını düzeltmek için kullanılabilir. Bir simülasyon sırasında tüm hesaplamalar, yaz saati uygulanmayan keyfi bir yerel saat dilimi esas alınarak yapılır (ABD'de *daylight savings* uygulanmaz). Tüm zaman serileri ve ızgara verileri aynı yerel saat dilimine referanslı ise, *shift* değerini sıfır olarak ayarlayın. Eğer diğer veri kaynakları, örneğin gözlemlenen akım (*discharge*) veya yağış verileri yerel saat dilimine göre referanslı iken, rüzgâr hızı ızgarası farklı bir saat dilimine göre referanslanmışsa, doğru *shift* değerini seçerek rüzgâr hızı verisinin diğer verilerle uyumlu olması sağlanır.

Enterpole Edilmiş Rüzgâr Hızı Yöntemi

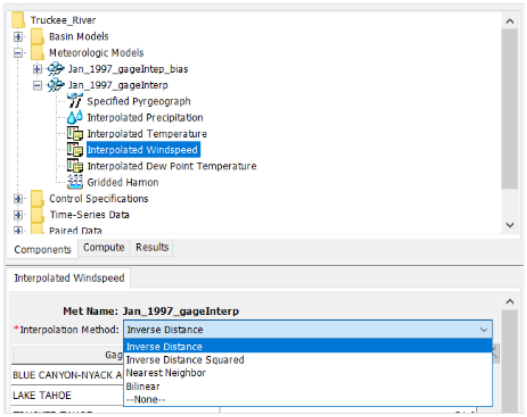
Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçüm istasyonlarına kıyasla, bir havza genelinde meteorolojiyi zamansal ve mekânsal olarak daha iyi yakalar. Ancak, özellikle modelleyici için ilgi çekici geçmiş olaylar için saatlik veya alt-saatlik ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut olmayabilir. Bu durumlarda, ölçüm istasyonlarında kaydedilen nokta gözlemlerini enterpole ederek bir ızgaralı veri seti oluşturmak mümkündür. Enterpole Edilmiş

Rüzgâr Hızı (*Interpolated Windspeed*) Yöntemi, kullanıcının nokta rüzgâr hızı ölçüm verilerine dayanarak enterpole edilmiş bir rüzgâr hızı ızgarası geliştirmesine olanak tanır.

Enterpole Edilmiş Rüzgâr Hızı Yöntemi (*Interpolated Windspeed*), Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, Rüzgâr Hızı Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlanır.

Her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, enterpolasyon yöntemini tanımlayan parametre verilerini girmek ve enterpolasyonda kullanılacak rüzgâr hızı ölçüm istasyonlarını (*windspeed gages*) seçmek için kullanılır.

Enterpolasyon Yöntemi, açılır menüden seçilebilir ve mutlaka bir yöntem seçilmelidir. Kullanıcı için dört enterpolasyon seçeneği bulunmaktadır ve bunlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

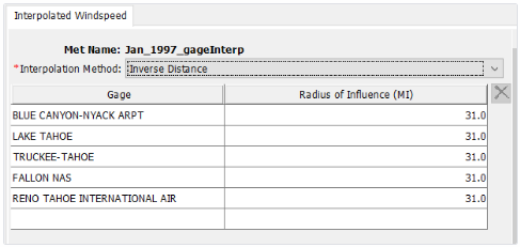


Şekil 11.99 Enterpole Edilmiş Rüzgâr Hızı için Ters Mesafe Enterpolasyon Yönteminin Seçilmesi

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) Enterpolasyon Yöntemi, bir ölçüm istasyonunun (*gage*) ağırlığının veya etkisinin, enterpole edilecek hücreye olan mesafesinin tersine eşit olduğunu varsayar. Ters Mesafe Kare (*Inverse Distance Squared*) Enterpolasyon Yöntemi ise, bir ölçüm istasyonunun ağırlığını mesafenin karesinin tersi olarak alır. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) Enterpolasyon Yöntemi, yalnızca ilgili hücre merkezine en yakın değeri atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz. HEC-HMS içindeki Bilinear Enterpolasyon, düzensiz yerleştirilmiş ölçüm istasyonlarının üçgenleme (*triangulation*) yöntemiyle işlenmesine dayanır. Ölçüm istasyonlarının koordinatlarına göre, havza model koordinat sisteminde ölçüm istasyonu ağını temsil eden bir *Triangulated Irregular Network (TIN)* oluşturulur. Bu TIN, her ölçüm istasyonunun bir veya daha fazla üçgenin köşesi olduğu üçgenleri tanımlar. TIN kullanılarak herhangi bir noktadaki değer, önce o noktanın hangi üçgen içinde olduğunu belirleyip, ardından Barycentric Koordinatlar kullanılarak üçgen içinde enterpolasyon yapılmasıyla hesaplanır. Bu yöntemi kullanabilmek için en az üç ölçüm istasyonu gereklidir ve ölçüm istasyonları tüm ızgara hücrelerini kapsamalıdır.

Gage sütunu altındaki açılır satırlardan (*dropdown rows*) rüzgâr hızı ölçüm istasyonlarını (*Windspeed Gages*) seçilir. Etki Yarıçapı (*Radius of Influence*) opsiyonel bir parametredir ve enterpolasyon için maksimum mesafeyi temsil eder. Ölçüm istasyonunun etki yarıçapının ötesinde, istasyon enterpole edilmiş ızgara hücre değerlerini

etkilemez**.** Bu yöntemde kullanılacak rüzgâr hızı ölçüm istasyonları, koordinat bilgisi (enlem ve boylam) tanımlanmış zaman serisi rüzgâr hızı verileri (*Time-Series of Windspeed Data*) olarak yüklenmiş olmalıdır.

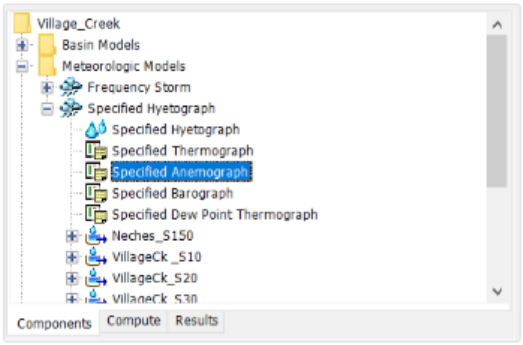


Şekil 11.100 Enterpole Edilmiş Rüzgâr Hızı Yöntemi için Ölçüm İstasyonlarının ve Etki Yarıçapının Seçilmesi

Simülasyon tamamlandığında, enterpole edilmiş rüzgâr hızı ızgarası (*interpolated windspeed grid*) oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandıktan sonra, enterpole edilmiş ızgara, Meteorolojik Model ile aynı ad kullanılarak DSS formatında, HEC-HMS proje dizininde kaydedilir.

Belirlenmiş Anemograf Yöntemi

Belirlenmiş *Anemograf* Yöntemi (*Specified Anemograph Method*), Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, Rüzgâr Hızı Bileşen Düzenleyicilerine erişim sağlanır.



Şekil 11.101 Anemograf Rüzgâr Hızı Yöntemini Kullanan Bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Zaman Serisi Rüzgâr Hızı Ölçüm İstasyonunu (*Time-Series Gage of Windspeed*) içerir. Her alt havza için bir rüzgâr hızı ölçüm istasyonu seçilmelidir. Mevcut ölçüm istasyonları seçim listesinde gösterilir.

11.7 BASINÇ

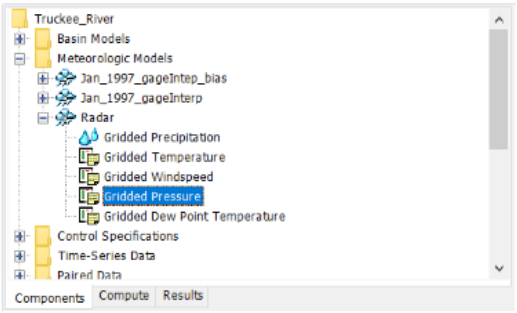
Meteorolojik anlamda basınç (*Pressure*), atmosferin ağırlığı tarafından uygulanan basınçtır. Basınç; hava sıcaklığı, rakım ve nem gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Basınç aynı zamanda HEC-HMS'te modellenebilen birçok meteorolojik sürecin ayrılmaz bir bileşenidir. Bu süreçler arasında Evapotranspirasyon, Bağıl Nem**,** Uzun Dalga Radyasyonu ve Kar Erimesi yer almaktadır.

Meteorolojik Model içerisinde yer alan Basınç (*Pressure*) Yöntemi, belirli türde Evapotranspirasyon Yöntemleri veya Uzun Dalga Radyasyonu Yöntemleri kullanıldığında zorunlu olarak gereklidir. Meteorolojik Modele basınç verisi eklemek için iki yöntem mevcuttur: Izgaralı Basınç (*Gridded Pressure*) ve Tanımlı Barograf (*Specified Barograph*)**.** Her bir yönteme ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

Izgaralı Basınç

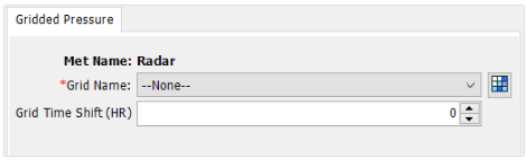
Izgaralı Basınç Yönteminin en yaygın kullanımı, radar tabanlı basınç tahminlerinin değerlendirilmesidir. Ek yazılımlar kullanılarak basınç verilerinin ızgaralı bir temsili oluşturulabilir veya atmosferik modellerin çıktıları doğrudan kullanılabilir. ModClark dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile birlikte kullanılması durumunda, her bir alt havza için termografın hesaplanmasında alt havza içerisindeki ızgara hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınır.

Izgaralı Basınç Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini aracılığıyla Basınç Bileşeni Düzenleyicisine erişim sağlanır.



Şekil 11.102 Izgaralı Basınç Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir veri kaynağının seçimini içerir. Izgaralı Basınç verilerinin Meteorolojik Modelde kullanılabilmesi için öncelikle bir basınç ızgarası olarak saklanmış olması gerekir. Bu veriler radar kaynaklı olabileceği gibi, program dışında gerçekleştirilen karmaşık hesaplamaların sonucu da olabilir. Her durumda, ızgara verilerinin sıcaklık ızgarası formatında saklanması gerekmektedir. Yalnızca daha önce tanımlanmış olan basınç ızgaraları seçim listesinde görüntülenir. Çok sayıda farklı grid seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesi aracılığıyla erişilen seçiciden bir grid seti seçilmesi önerilir. Seçici, her bir grid setine ait açıklamayı görüntüleyerek doğru grid setinin seçilmesini kolaylaştırır.

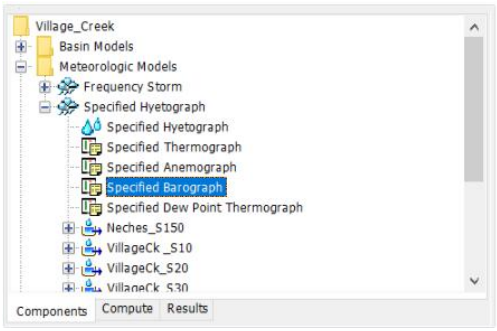


Şekil 11.103 Izgaralı Basınç Yöntemi için Basınç Bileşeni Düzenleyicisi

Zaman Kaydırması (*Time Shift*), farklı bir zaman dilimi ofseti ile saklanmış basınç ızgaralarının düzeltilmesi amacıyla kullanılabilir. Bir benzetim (simülasyon) sırasında yapılan tüm hesaplamalar, yaz saati uygulaması (ABD'de *daylight savings*) içermeyen, varsayımsal bir yerel zaman dilimi esas alınarak gerçekleştirilir. Tüm zaman serisi ve ızgara verileri aynı yerel zaman dilimine referanslı ise, zaman kaydırması değeri sıfır (0) olarak ayarlanmalıdır. Gözlenmiş debi veya yağış gibi diğer veri kaynakları yerel zamana referanslı olup basınç ızgarası farklı bir zaman dilimine referanslı ise, basınç verilerinin diğer verilerle uyumlu olması için uygun zaman kaydırması seçilmelidir.

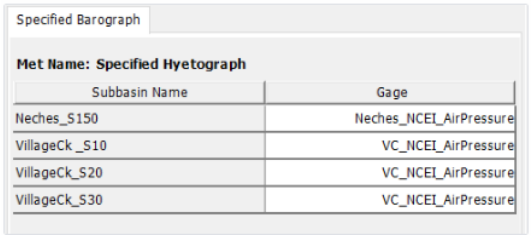
Tanımlı Barograf

Tanımlı Barograf Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini aracılığıyla Basınç Bileşeni Düzenleyicilerine (*Pressure Component Editors*) erişim sağlanır.



Şekil 11.104 Tanımlı Barograf Basınç Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Basınç Zaman Serisi Ölçerini (*Time-Series Gage of Pressure*) içerir. Her alt havza için bir Basınç Ölçeri (*Pressure Gage*) seçilmesi zorunludur. Mevcut ölçerler seçim listesinde görüntülenir.

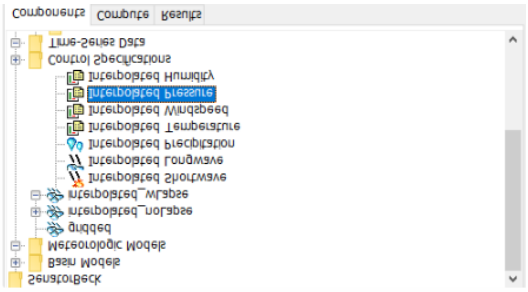


Şekil 11.105 Her alt havza için bir basınç ölçerinin seçilmesi.

Enterpolasyonlu Basınç

Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçer verilerine kıyasla, bir havza boyunca meteorolojik koşulları zamansal ve mekânsal olarak daha iyi yansıtır. Ancak, özellikle modelleyici için ilgi çekici tarihî olaylar söz konusu olduğunda, saatlik veya alt-saatlik ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut olmayabilir. Bu durumlarda, hava istasyonlarında kaydedilmiş noktasal gözlemler kullanılarak bir ızgaralı veri seti oluşturulabilir. Enterpolasyonlu Basınç Yöntemi (*Interpolated Pressure Method*), kullanıcıya noktasal basınç ölçer (*point pressure gage*) verileri temelinde enterpolasyon ile oluşturulmuş bir basınç ızgarası geliştirme imkânı sağlar.

Enterpolasyonlu Basınç Yöntemi (*Interpolated Pressure Method*), Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi barındırır. Havza Gezgini aracılığıyla Kısa Dalga Bileşen Düzenleyicisine (*Shortwave Component Editor*) erişim sağlanır. Meteorolojik Modeldeki her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, enterpolasyon yöntemini tanımlayan parametre verilerinin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak radyasyon ölçerlerinin (*radiation gages*) seçilmesi için kullanılır. Enterpolasyon yöntemi, açılır menüden seçilebilir ve mutlaka bir yöntem seçilmelidir. Kullanıcıya sunulan dört enterpolasyon seçeneği aşağıda kısaca özetlenmiştir.

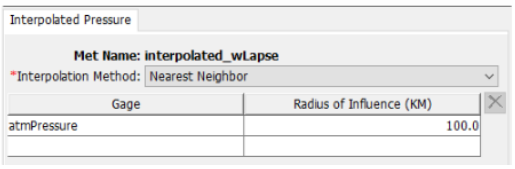


Şekil 11.106 Enterpolasyonlu Basınç Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının veya etkisinin, enterpolasyon yapılan hücreye olan uzaklığının tersiyle orantılı olduğunu varsayar. Ters Mesafe Kare (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi ise, bir ölçerin ağırlığının, enterpolasyon hücresine olan uzaklığının karesinin tersiyle orantılı olduğunu varsayar. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, yalnızca ilgilenilen hücre merkezine en yakın değeri atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz. HEC-HMS'teki Bilineer

(*Bilinear*) enterpolasyon, ölçerlerin düzensiz konumlarına dayalı üçgenleme (*triangulation*) kullanır. Ölçer koordinatlarına göre, havza modeli koordinat sisteminde ölçer ağını temsil eden bir Düzensiz Üçgen Ağı (*Triangulated Irregular Network – TIN*) oluşturulur. Bu TIN, her ölçerin bir veya daha fazla üçgenin köşesi olacak şekilde üçgenleri tanımlar. Belirli bir noktadaki değer, önce o noktanın hangi üçgen içinde olduğunu belirleyerek, ardından o üçgen içinde *Barycentrik* Koordinatlar (*Barycentric Coordinates*) kullanılarak enterpolasyon yapılır. Bu yöntemi kullanmak için en az üç ölçer gereklidir ve ölçerler tüm grid hücrelerini kapsayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

Basınç Ölçerlerini (*Pressure Gages*), Gage sütunu altındaki açılır satırlardan seçilir. Etkileşim Yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametredir ve maksimum enterpolasyon mesafesini temsil eder. Ölçerin etkileşim yarıçapının ötesinde, ilgili ölçer grid hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılan basınç ölçerleri, enlem ve boylam bilgileri tanımlanmış Basınç Zaman Serisi (*Time-Series of Pressure Data*) olarak yüklenmiş olmalıdır.



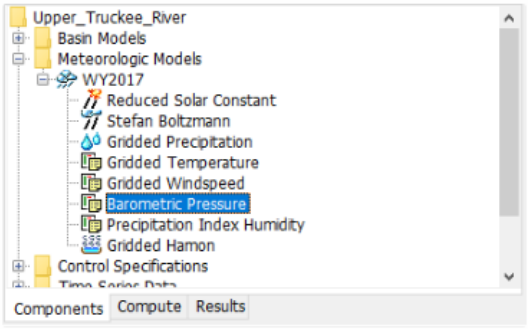
Şekil 11.107 Enterpolasyonlu Basınç Bileşeni Düzenleyicisi

Benzetim *(simulation)* tamamlandığında enterpolasyonlu basınç ızgarası (*interpolated pressure grid*) oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandıktan sonra, enterpolasyonlu grid, *HEC-HMS* proje dizininde, Meteorolojik Model ile aynı adla ve DSS formatında kaydedilecektir.

Barometrik Basınç

Barometrik Basınç Yöntemi (*Barometric Pressure Method*)**,** Follum ve ark. (2015) çalışmasında tanımlanan atmosfer basıncı algoritmasını uygular. Bu yöntem, belirli bir konumda (grid hücresi veya alt havza) atmosfer basıncını hesaplamak için, deniz seviyesindeki standart atmosfer basıncı (101,325 kPa) değerini tanımlı bir düşüş oranı (*lapse rate*) ile değiştirir. Eğer havza modeli coğrafi referanslı değilse ve/veya ilişkili bir arazi modeli yoksa, hesaplamalar konumun deniz seviyesinde olduğu varsayılarak yapılır.

Barometrik Basınç Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Barometrik Basınç Düzenleyicisine (*Barometric Pressure Editor*) erişim sağlanır; bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 11.108 Barometrik Basınç Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Aşağıdaki şekilde Barometrik Basınç Bileşeni Düzenleyicisi (*Barometric Pressure Component Editor*) gösterilmiştir. Kullanıcının bir düşüş yöntemi (*lapse method)* seçmesi ve uygun parametrelemeyi (parameterization) sağlaması gerekmektedir.



Şekil 11.109 Barometrik Basınç Bileşeni Düzenleyicisi

11.8 ÇİY NOKTASI (*Dew Point*)

Çiy Noktası (*Dew Point*), damlacıkların yoğunlaşıp çiy oluşturduğu alt sıcaklık değeridir. Hava sıcaklığı, enlem (*Latitude*), rakım (*Altitude*), topografya (*Topography*) ve bitki örtüsü veya su kütlelerinin varlığı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Çiy noktası ayrıca HEC-HMS'te modellenebilen birçok meteorolojik sürecin ayrılmaz bir bileşenidir; bu süreçler arasında Evapotranspirasyon ve Uzun Dalga Radyasyonu (*Longwave Radiation*) yer almaktadır.

Meteorolojik Modelde yer alan Çiy Noktası Yöntemi (*Dew Point Method*), belirli türde Evapotranspirasyon Yöntemleri veya Uzun Dalga Radyasyonu Yöntemleri kullanıldığında zorunlu olarak gereklidir. Meteorolojik Modele çiy noktası verisi eklemek için yedi yöntem mevcuttur:

1. Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı (*Gridded Dew Point Temperature*)
2. Izgaralı Nem (*Gridded Humidity*)
3. Enterpolasyonlu Çiy Noktası Sıcaklığı (*Interpolated Dew Point Temperature*)
4. Enterpolasyonlu Nem (*Interpolated Humidity*)
5. Yağış İndeksi Nem (*Precipitation Index Humidity*)
6. Tanımlı Çiy Noktası Termografı (*Specified Dew Point Thermograph*)

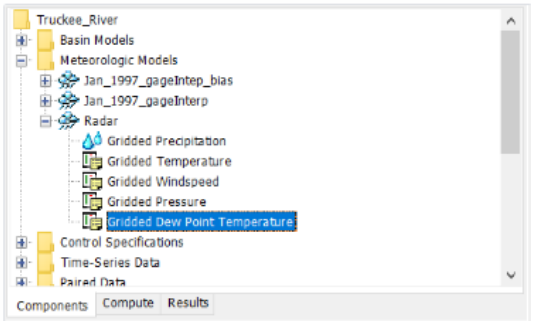
7. Tanımlı Nem Grafiği (*Specified Humidograph)*

Her bir yönteme ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı

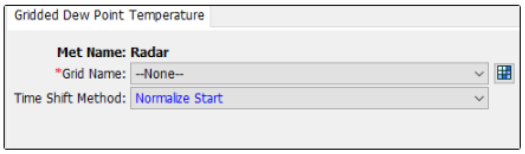
Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi (Gridded Dew Point Temperature Method)'nin en yaygın kullanımı, radar tabanlı sıcaklık tahminlerini kullanmaktır. Ek yazılımlar aracılığıyla sıcaklık verilerinin ızgaralı (grid) temsili oluşturulabilir veya atmosferik modellerin çıktıları doğrudan kullanılabilir. ModClark dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile birlikte kullanıldığında, her alt havza için termografın hesaplanmasında alt havza içerisindeki grid hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınır.

Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Çiy Noktası Bileşen Düzenleyicisine (*Dew Point Component Editor*) erişim sağlanır.



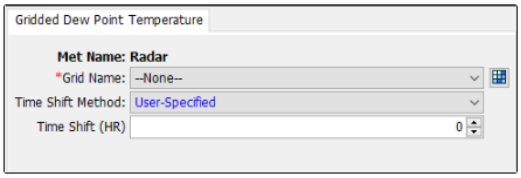
Şekil 11.110 Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir veri kaynağı (*datasource*) seçimini içerir. Izgaralı sıcaklık verilerinin Meteorolojik Modelde kullanılabilmesi için öncelikle bir sıcaklık ızgarası (*temperature grid*) olarak saklanmış olması gerekir. Bu veriler radar kaynaklı olabileceği gibi, program dışında yapılan karmaşık hesaplamaların sonucu da olabilir. Her durumda, grid verileri sıcaklık ızgarası formatında saklanmalıdır. Yalnızca daha önce tanımlanmış sıcaklık ızgaraları seçim listesinde görüntülenir. Çok sayıda farklı grid seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesi aracılığıyla erişilen seçiciden bir grid seti seçilmesi önerilir. Seçici, her bir grid setine ait açıklamayı göstererek doğru grid setinin seçilmesini kolaylaştırır.



Şekil 11.111 Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi Zaman Kaydırma Yöntemi

Zaman Kaydırma Yöntemi (*Time Shift Method*), farklı bir zaman dilimi ofseti ile saklanmış sıcaklık ızgaralarının zamanlamasını düzeltmek için kullanılabilir. Bir benzetim (*simulation*) sırasında yapılan tüm hesaplamalar, yaz saati uygulaması (ABD'de *daylight savings*) içermeyen varsayımsal bir yerel zaman dilimi esas alınarak gerçekleştirilir. *Normalize Start*, bir ızgara setindeki ilk gridin zamanını simülasyon başlangıç zamanına ayarlar.

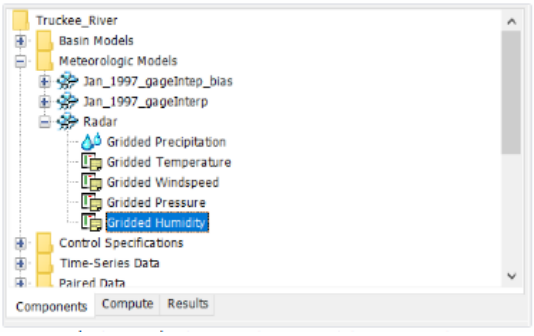


Şekil 11.112 Izgaralı Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi Başlangıç Zaman Ayarlanması

Kullanıcı Tanımlı (*User-Specified*) seçenek, kullanıcının ızgaranın zaman dilimi ile yerel zaman dilimi arasındaki Zaman Kaydırmasını (*Time Shift*) ayarlamasına olanak tanır. Tüm zaman serisi ve grid verileri aynı yerel zaman dilimine referanslı ise, zaman kaydırması değeri sıfır (0) olarak ayarlanmalıdır. Gözlenmiş debi veya yağış gibi diğer veri kaynakları yerel zamana referanslı olup sıcaklık ızgarası farklı bir zaman dilimine referanslı ise, sıcaklık verilerinin diğer verilerle uyumlu olabilmesi için uygun zaman kaydırması seçilmelidir.

Izgaralı Nem

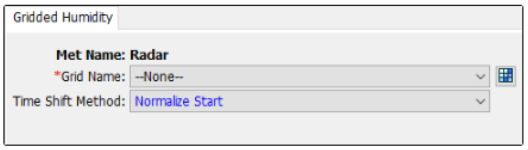
Izgaralı Nem Yöntemi (*Gridded Humidity Method*), mekânsal olarak değişken ve sürekli bir nem veri seti sağlar. ModClark dışındaki bir dönüşüm yöntemi ile birlikte kullanıldığında, her alt havza için nem değerinin hesaplanmasında alt havza içerisindeki grid hücrelerinin alan ağırlıklı ortalaması alınır. Izgaralı Nem Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Çiy Noktası Bileşen Düzenleyicisine (*Dew Point Component Editor*) erişim sağlanır.



Şekil 11.113 Izgaralı Nem Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

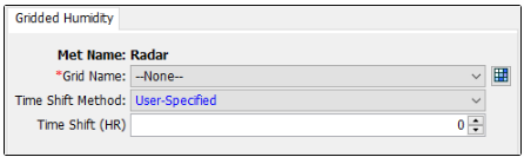
Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir veri kaynağı (*datasource*) seçimini içerir. Izgaralı nem verilerinin Meteorolojik Modelde kullanılabilmesi için öncelikle bir nem ızgarası

(*humidity grid*) olarak saklanmış olması gerekir. Bu veriler radar kaynaklı olabileceği gibi, program dışında yapılan karmaşık hesaplamaların sonucu da olabilir. Her durumda, ızgara verileri nem ızgarası formatında saklanmalıdır. Yalnızca daha önce tanımlanmış nem ızgaraları seçim listesinde görüntülenir. Çok sayıda farklı ızgara seti mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Grid* düğmesi aracılığıyla erişilen seçiciden bir grid seti seçilmesi önerilir. Seçici, her bir ızgara setine ait açıklamayı göstererek doğru grid setinin seçilmesini kolaylaştırır.



Şekil 11.114 Izgaralı Nem Verilerinin Meteorolojik Modelde Kullanılması

Zaman Kaydırma Yöntemi (*Time Shift Method*), farklı bir zaman dilimi ofseti ile saklanmış nem ızgaralarının zamanlamasını düzeltmek için kullanılabilir. Bir benzetim sırasında yapılan tüm hesaplamalar, yaz saati uygulaması içermeyen varsayımsal bir yerel zaman dilimi esas alınarak gerçekleştirilir. *Normalize Start*, bir grid setindeki ilk gridin zamanını simülasyon başlangıç zamanına ayarlar.



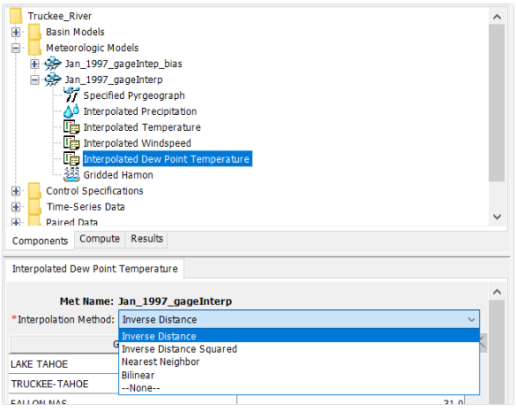
Şekil 11.115 Izgaralı Nem Verilerinin Meteorolojik Modelde Zaman Kaydırma Yöntemi

Kullanıcı Tanımlı (*User-Specified*) seçenek, kullanıcının ızgaranın zaman dilimi ile yerel zaman dilimi arasındaki Zaman Kaydırmasını (*Time Shift*) ayarlamasına olanak tanır. Tüm zaman serisi ve ızgara verileri aynı yerel zaman dilimine referanslı ise, zaman kaydırması değeri sıfır (0) olarak ayarlanmalıdır. Gözlenmiş debi veya yağış gibi diğer veri kaynakları yerel zamana referanslı olup nem ızgarası farklı bir zaman dilimine referanslı ise, nem verilerinin diğer verilerle uyumlu olabilmesi için uygun zaman kaydırması seçilmelidir.

Enterpolasyonlu Çiy Noktası Sıcaklığı

Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçer verilerine kıyasla, bir havza boyunca meteorolojik koşulları zamansal ve mekânsal olarak daha iyi yansıtır. Ancak, özellikle modelleyici için ilgi çekici tarihî olaylar söz konusu olduğunda, saatlik veya alt-saatlik ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut olmayabilir. Bu durumlarda, hava istasyonlarında kaydedilmiş noktasal gözlemler kullanılarak bir ızgaralı veri seti oluşturulabilir. Enterpolasyonlu Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi (*Interpolated Dew Point Temperature Method*), kullanıcıya noktasal çiy noktası sıcaklığı ölçer verileri (*point dew point temperature gage data*) temelinde enterpolasyon ile oluşturulmuş bir çiy noktası sıcaklığı ızgarası geliştirme imkânı sağlar.

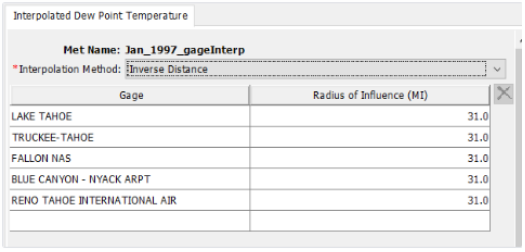
Bu yöntem, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Çiy Noktası Bileşen Düzenleyicisine (*Dew Point Component Editor*) erişim sağlanır. Meteorolojik Modeldeki her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, enterpolasyon yöntemini tanımlayan parametrelerin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak çiy noktası sıcaklığı ölçerlerinin (*dew point temperature gages*) seçilmesi için kullanılır. Enterpolasyon yöntemi, açılır menü aracılığıyla seçilebilir ve mutlaka bir yöntem seçilmelidir. Kullanıcıya sunulan dört enterpolasyon seçeneği aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 11.116 Enterpolasyonlu Çiy Noktası Sıcaklığı için Ters Mesafe Enterpolasyon Yönteminin Seçilmesi

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının veya etkisinin, enterpolasyon yapılan hücreye olan uzaklığının tersiyle orantılı olduğunu varsayar. Ters Mesafe Kare (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının, enterpolasyon hücresine olan uzaklığının karesinin tersiyle orantılı olduğunu varsayar. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, yalnızca ilgilenilen hücre merkezine en yakın değeri atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz. *HEC-HMS*'teki Bilineer (*Bilinear*) enterpolasyon, ölçerlerin düzensiz konumlarına dayalı üçgenleme (triangulation) kullanır. Ölçer koordinatlarına göre, havza modeli koordinat sisteminde ölçer ağını temsil eden bir Düzensiz Üçgen Ağı (*Triangulated Irregular Network – TIN*) oluşturulur. Bu TIN, her ölçerin bir veya daha fazla üçgenin köşesi olacak şekilde üçgenleri tanımlar. Belirli bir noktadaki değer, önce o noktanın hangi üçgen içinde olduğunu belirleyerek, ardından o üçgen içinde Barycentrik Koordinatlar (*Barycentric Coordinates*) kullanılarak enterpolasyon yapılır. Bu yöntemi kullanmak için en az üç ölçer gereklidir ve ölçerler tüm grid hücrelerini kapsayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

Çiy Noktası Sıcaklığı Ölçerlerini (*Dew Point Temperature Gages*)**,** *Gage* sütunu altındaki açılır satırlardan seçilir. Etkileşim Yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametredir ve maksimum enterpolasyon mesafesini temsil eder. Ölçerin etkileşim yarıçapının ötesinde, ilgili ölçer enterpolasyonlu grid hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılan çiy noktası sıcaklığı ölçerleri, enlem ve boylam bilgileri tanımlanmış Sıcaklık Zaman Serisi (*Time-Series of Temperature Data*) olarak yüklenmiş olmalıdır.



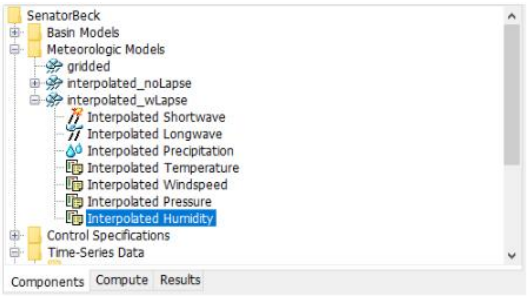
Şekil 11.117 Enterpolasyonlu Çiy Noktası Sıcaklığı Yöntemi için Ölçerlerin ve Etkileşim Seçilmesi

Benzetim tamamlandığında enterpolasyonlu sıcaklık ızgarası (*interpolated temperature grid*) oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandıktan sonra, enterpolasyonlu ızgara, HEC-HMS proje dizininde, Meteorolojik Model ile aynı adla ve *DSS* formatında kaydedilecektir

Enterpolasyonlu Nem

Izgaralı veriler, tek bir noktadaki ölçer verilerine kıyasla, bir havza boyunca meteorolojik koşulları zamansal ve mekânsal olarak daha iyi yansıtır. Ancak, özellikle modelleyici için ilgi çekici tarihî olaylar söz konusu olduğunda, saatlik veya alt-saatlik ızgaralı meteoroloji ürünleri her zaman mevcut olmayabilir. Bu durumlarda, hava istasyonlarında kaydedilmiş noktasal gözlemler kullanılarak bir ızgaralı veri seti oluşturulabilir. Enterpolasyonlu Nem Yöntemi (*Interpolated Humidity Method*), kullanıcıya noktasal bağıl nem ölçer verileri (*point relative humidity gage data*) temelinde enterpolasyon ile oluşturulmuş bir nem ızgarası geliştirme imkânı sağlar.

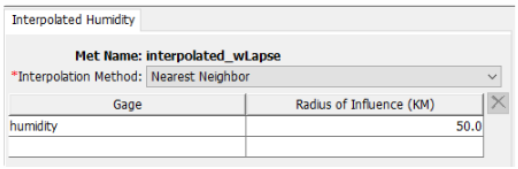
Bu yöntem, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Nem Bileşen Düzenleyicisine (*Humidity Component Editor*) erişim sağlanır. Meteorolojik Modeldeki her alt havza için Bileşen Düzenleyicisi, enterpolasyon yöntemini tanımlayan parametrelerin girilmesi ve enterpolasyonda kullanılacak nem ölçerlerinin (*humidity gages*) seçilmesi için kullanılır. Enterpolasyon yöntemi, açılır menü aracılığıyla seçilebilir ve mutlaka bir yöntem seçilmelidir. Kullanıcıya sunulan dört enterpolasyon seçeneği aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 11.118 Enterpolasyonlu Nem Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Ters Mesafe (*Inverse Distance*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının veya etkisinin, enterpolasyon yapılan hücreye olan uzaklığının tersiyle orantılı olduğunu varsayar. Ters Mesafe Kare (*Inverse Distance Squared*) enterpolasyon yöntemi, bir ölçerin ağırlığının, enterpolasyon hücresine olan uzaklığının karesinin tersiyle orantılı olduğunu varsayar. En Yakın Komşu (*Nearest Neighbor*) enterpolasyon yöntemi, yalnızca ilgilenilen hücre merkezine en yakın değeri atar ve diğer yakın noktaların değerlerini dikkate almaz. HEC-HMS'teki Bilineer (*Bilinear*) enterpolasyon, ölçerlerin düzensiz konumlarına dayalı üçgenleme (*triangulation*) kullanır. Ölçer koordinatlarına göre, havza modeli koordinat sisteminde ölçer ağını temsil eden bir Düzensiz Üçgen Ağı (*Triangulated Irregular Network – TIN*) oluşturulur. Bu TIN, her ölçerin bir veya daha fazla üçgenin köşesi olacak şekilde üçgenleri tanımlar. Belirli bir noktadaki değer, önce o noktanın hangi üçgen içinde olduğunu belirleyerek, ardından o üçgen içinde Barycentrik Koordinatlar (*Barycentric Coordinates*) kullanılarak enterpolasyon yapılır. Bu yöntemi kullanmak için en az üç ölçer gereklidir ve ölçerler tüm grid hücrelerini kapsayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

Nem Ölçerlerini (*Humidity Gages*), *Gage* sütunu altındaki açılır satırlardan seçilir. Etkileşim Yarıçapı (*Radius of Influence*) isteğe bağlı bir parametredir ve maksimum enterpolasyon mesafesini temsil eder. Ölçerin etkileşim yarıçapının ötesinde, ilgili ölçer enterpolasyonlu ızgara hücre değerlerini etkilemez. Bu yöntemde kullanılan nem ölçerleri, enlem ve boylam bilgileri tanımlanmış Nem Zaman Serisi (*Time-Series of Humidity Data*) olarak yüklenmiş olmalıdır.

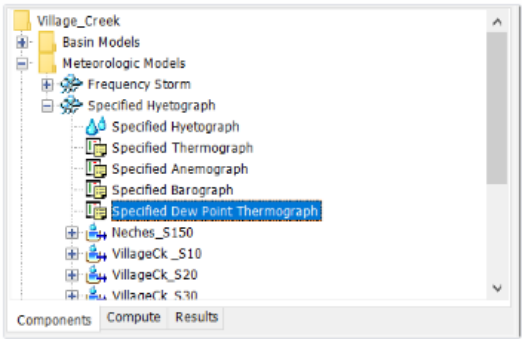


Şekil 11.119 Enterpolasyonlu Nem Bileşen Düzenleyicisi

Benzetim tamamlandığında**,** enterpolasyonlu nem ızgarası (*interpolated humidity grid*) oluşturulacaktır. Hesaplama tamamlandıktan sonra, enterpolasyonlu grid, HEC-HMS proje dizininde, Meteorolojik Model ile aynı adla ve *DSS* formatında kaydedilecektir.

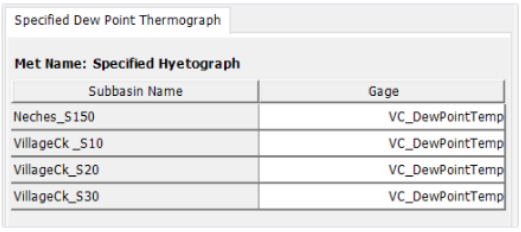
Belirlenmiş Çiy Noktası Termografı

Belirlenmiş Çiy Noktası Termografı Yöntemi (*Specified Dew Point Thermograph Method*), Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Çiy Noktası Bileşen Düzenleyicilerine (*Dew Point Component Editors*) erişim sağlanır.



Şekil 11.120 Belirlenmiş Çiy Noktası Termografı Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

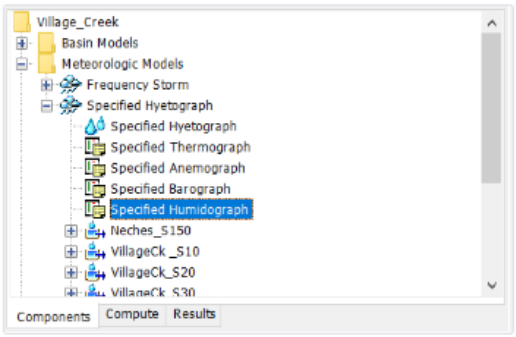
Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Sıcaklık Zaman Serisi Ölçerini (*Time-Series Gage of Temperature*) içerir. Her alt havza için bir Çiy Noktası Sıcaklığı Ölçeri (*Dew Point Temperature Gage*) seçilmelidir. Mevcut ölçerler, seçim listesinde (*selection list*) görüntülenir.



Şekil 11.121 Her alt havza için bir sıcaklık ölçerinin seçilmesi

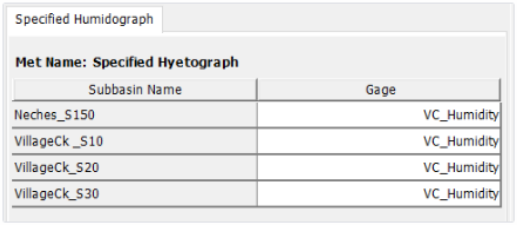
Belirlenmiş Nem Grafiği

Belirlenmiş Nem Grafiği Yöntemi (*Specified Humidograph Method*), Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla Çiy Noktası Bileşen Düzenleyicilerine (*Dew Point Component Editors*) erişim sağlanır.



Şekil 11.122 Belirlenmiş Nem Grafiği Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için Nem Zaman Serisi Ölçerini (*Time-Series Gage of Humidity*) içerir. Her alt havza için bir Nem Ölçeri (*Humidity Gage*) seçilmelidir. Mevcut ölçerler seçim listesinde (*selection list*) görüntülenir.

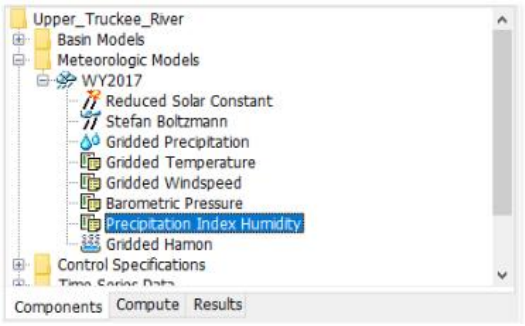


Şekil 11.123 Her alt havza için bir nem ölçerinin seçilmesi

Yağış Endeksli Nem

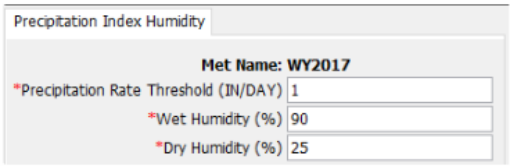
Yağış Bazlı Nem Yöntemi (*Precipitation Based Humidity Method*), Follum ve ark. (2015) tarafından tanımlanan bağıl nem algoritmasını (*relative humidity algorithm*) uygular. Bu yöntem, belirli bir konumda (ızgara hücresi veya alt havza) bağıl nemi, yağış oranı (*precipitation rate*) kullanarak tahmin eder. Bu nedenle, bu yöntemin geçerli bir yağış yöntemi (*precipitation method*) ile birlikte kullanılması gereklidir.

Yağış Bazlı Nem Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Havza Gezgini aracılığıyla, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Yağış Bazlı Nem Düzenleyicisine (*Precipitation Based Humidity Editor*) erişim sağlanır.



Şekil 11.124 Yağış Endeksli Nem Yöntemini kullanan bir Meteorolojik Model

Aşağıdaki şekilde Yağış Bazlı Nem Bileşen Düzenleyicisi (*Precipitation Based Humidity Component Editor*) gösterilmiştir. Kullanıcı, şu parametreleri belirlemelidir**:** Yağış hızı eşik değeri (*precipitation rate threshold*) (in/gün veya mm/gün), Islak nem (*wet humidity*) (%), Kuru nem (*dry humidity*) (%). Belirtilen konumdaki yağış hızı eşik değeri aşıldığında, ıslak nem kullanılacaktır. Yağış hızı eşik değerine eşit veya daha düşük olduğunda ise, kuru nem kullanılacaktır.



Şekil 11.125 Yağış Endeksli Nem Bileşen Düzenleyicisi

11.9 EVAPOTRANSPİRASYON

Evapotranspirasyon, zemin yüzeyinden gerçekleşen buharlaşma (*evaporation*) ile bitkiler tarafından gerçekleşen terleme (*transpiration*) süreçlerinin birleşimidir. Bu süreç hem bitki yüzeyinden hem de arazi yüzeyinden serbest suyun buharlaşmasını kapsar. Ayrıca, bitkilerin kök sistemi aracılığıyla topraktan suyu alıp atmosfere vermesi süreci olan terlemeyi de içerir. Buharlaşma veya terleme yoluyla olsun, su yüzeysel ya da yüzey altı ortamdan atmosfere geri döner. Buharlaşma ve terleme birlikte değerlendirilse de suyun hareketinde terleme genellikle buharlaşmadan çok daha büyük bir paya sahiptir. Birleşik evapotranspirasyon, çoğu zaman yağışın %50 hatta %60'ını atmosfere geri döndürmekten sorumludur. Teorik evapotranspirasyon ya da diğer adıyla potansiyel evapotranspirasyon (*Potential Evapotranspiration, PET*), atmosferik koşullara bağlı olarak arazi yüzeyinde gerçekleşebilecek evapotranspirasyonun üst sınırını ifade eder. HEC-HMS'te tüm durumlarda Meteorolojik Model potansiyel evapotranspirasyonu hesaplar; alt havzalar ise toprak nemi sınırlamalarını dikkate alarak gerçek evapotranspirasyonu (*Actual Evapotranspiration, AET*) hesaplar.

Meteorolojik Model içerisinde yer alan Evapotranspirasyon Yöntemi, yalnızca alt havzalarda sürekli simülasyon kayıp yöntemleri (*continuous simulation loss rate methods*) kullanıldığında gereklidir. Bu yöntemler şunlardır: *Deficit Constant, Gridded Deficit Constant, Soil Moisture Accounting (SMA)* ve *Gridded Soil Moisture Accounting.*

Eğer sürekli simülasyon kayıp yöntemi kullanılır ve Meteorolojik Model'de evapotranspirasyon tanımlanmazsa, alt havzalarda sıfır potansiyel evapotranspirasyon (*zero potential evapotranspiration*) değeri kullanılır. Evapotranspirasyon seçenekleri arasında şunlar yer alır:

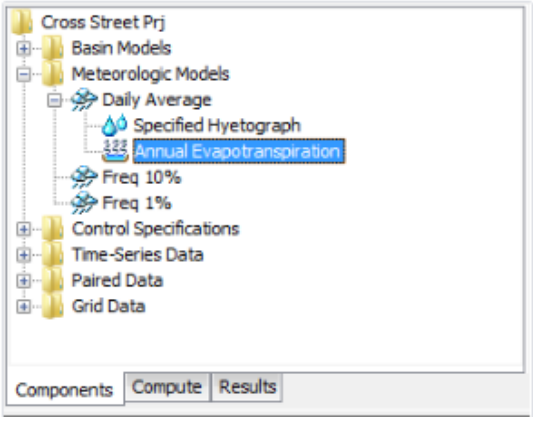
- Fiziksel Tabanlı Enerji Dengesi Modeli (*Penman-Monteith*)
- Basitleştirilmiş Fiziksel Tabanlı Model (*Priestley-Taylor*)
- Yalnızca Sıcaklığa Dayalı Yöntemler (*Hargreaves ve Hamon*)
- Basit Aylık Ortalama (*Simple Monthly Average*) yaklaşımı

Ayrıca, evapotranspirasyonun program dışında hesaplanarak içe aktarılmasına olanak sağlayan bir *Specified* (Belirtilmiş) Yöntem de bulunmaktadır. Her bir yöntem, arazi yüzeyi üzerindeki potansiyel evapotranspirasyon hızını (*potential evapotranspiration rate*) üretir. Bu değer, alt havza elemanında bitki örtüsü (*canopy*) ve yüzey buharlaşmasının ile topraktan gerçekleşen terlemenin hesaplanmasında kullanılır. Her bir yönteme ilişkin daha ayrıntılı açıklamalar izleyen bölümlerde sunulmaktadır.

Yıllık Evapotranspirasyon

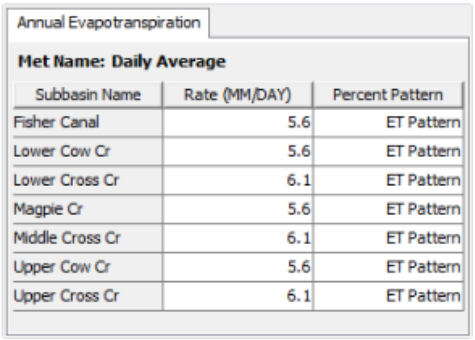
Yıllık Evapotranspirasyon Yöntemi (*Annual Evapotranspiration Method*), isteğe bağlı olarak yıl içerisindeki değişim desenine (*pattern of variation*) eklenen bir maksimum günlük oran (*maximum daily rate*) ile birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Yalnızca günlük bir oran tanımlanması, evapotranspirasyonun her gün nispeten sabit olduğu ve simülasyon süresinin birkaç gün ile birkaç hafta arasında olduğu durumlarda yeterli sonuçlar verebilir. İsteğe bağlı değişim deseni ise, birkaç haftadan birkaç yıla kadar süren simülasyonlarda uygulanan evapotranspirasyon oranını ayarlamak için kullanılabilir.

Yıllık Evapotranspirasyon Yöntemi, Meteorolojik Model içerisindeki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.126 Yıllık Evapotranspirasyon Yöntemine sahip bir Meteorolojik Model

Meteorolojik Model içerisindeki tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, her bir alt havza için Günlük Oran (*Daily Rate*) ve isteğe bağlı Desen (*Pattern*) parametrelerini içerir. İsteğe bağlı yüzdesel desen (*percentage pattern*) kullanılmadığında, günlük oran için girilen değer genellikle simülasyon süresi boyunca geçerli olan ortalama günlük potansiyel evapotranspirasyon hızını temsil etmelidir. Bir desen eklenecekse, günlük oran için girilen değer genellikle simülasyon süresi boyunca gerçekleşen herhangi bir gün için geçerli olan en yüksek potansiyel evapotranspirasyon değerini temsil etmelidir.


Annual Evapotranspiration

Met Name: Daily Average

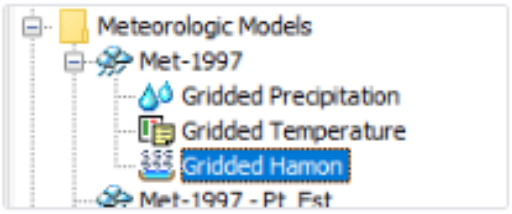
Subbasin Name	Rate (MM/DAY)	Percent Pattern
Fisher Canal	5.6	ET Pattern
Lower Cow Cr	5.6	ET Pattern
Lower Cross Cr	6.1	ET Pattern
Magpie Cr	5.6	ET Pattern
Middle Cross Cr	6.1	ET Pattern
Upper Cow Cr	5.6	ET Pattern
Upper Cross Cr	6.1	ET Pattern

Şekil 11.127 Her bir alt havza için oranların girilmesi ve yüzdesel desenin seçilmesi

İsteğe bağlı Desen (*Pattern*)**,** Paired Data Manager içerisinde bir yüzdesel desen *(percent pattern)* olarak tanımlanır. Simülasyon süresince her bir gün için evapotranspirasyon değeri, girilen günlük oran (*Daily Rate*) ile yüzdesel desenden enterpolasyon yoluyla elde edilen yüzde değerinin çarpılmasıyla hesaplanır. Kullanılabilir yüzdesel desenler seçim listesinde gösterilir. Eğer çok sayıda farklı desen mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi aracılığıyla erişilen seçici *(selector*) kullanılarak uygun desen tercih edilebilir. Bu seçici, her bir yüzdesel desen için açıklamayı görüntüler ve doğru desenin seçilmesini kolaylaştırır.

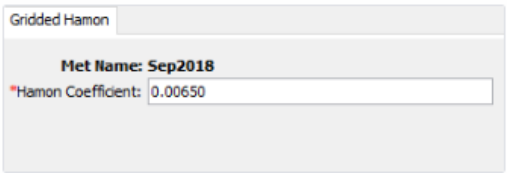
Izgara Tabanlı Hamon Yöntemi

Izgara Tabanlı Hamon Yöntemi, temel olarak normal *Hamon Yöntemi* ile aynıdır. Fark, Hamon denklemlerinin, alt havzanın tümü için alan ortalaması yerine, her bir ızgara hücresi için ayrı sınır koşulları (*boundary conditions*) kullanılarak uygulanmasıdır. Izgara Tabanlı Hamon Yöntemi, Meteorolojik Model'de tanımlanmış bir sıcaklık yöntemi (*temperature method*) tarafından sağlanan sıcaklık verisini gerektirir. Izgara Tabanlı Hamon Yöntemi, Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. Watershed Explorer, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.128 Izgara Tabanlı Hamon Yöntemi

Bileşen Düzenleyicisi, tüm alt havzalar için bir Hamon Katsayısı (*Hamon Coefficient*) seçilmesini gerektirir. Varsayılan katsayı 0,0065 inç/gram/m³ olarak sağlanmıştır; bu, 0,1651 mm/gram/m³ değerine eşdeğerdir. İnç/gram/m³ birimi, Hamon (1963) formülasyonunda katsayının sabit bir değer **(**0,0065) olarak sunulmasından dolayı örtük bir birimdir. Kullanıcı, Bileşen Düzenleyicisinde bu katsayıyı ihtiyaçlarına göre ayarlayabilir.

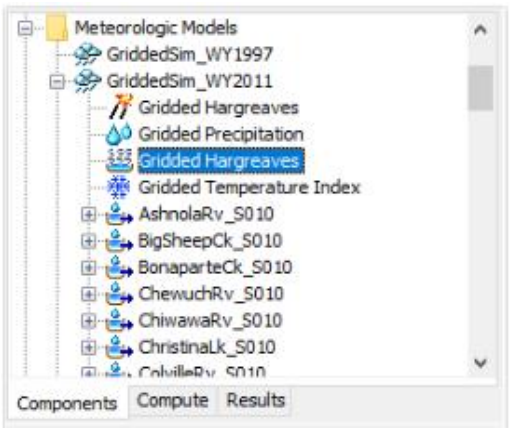


Şekil 11.129 Izgara Tabanlı Hamon Evapotranspirasyon Yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi

Izgara Tabanlı Hargreaves Yöntemi

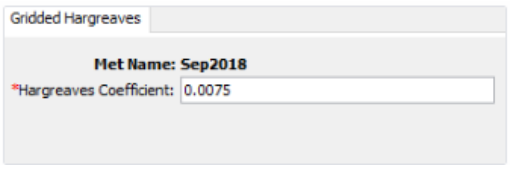
Izgara Tabanlı *Hargreaves* Yöntemi, temel olarak normal *Hargreaves* Yöntemi ile aynıdır. Fark, *Hargreaves* denklemlerinin, alt havzanın tümü için alan ortalaması yerine, her bir ızgara hücresi için ayrı sınır koşulları (*boundary conditions*) kullanılarak uygulanmasıdır. *Hargreaves* yöntemi için kısa dalga radyasyonu (*shortwave radiation*) gereklidir; bu nedenle Meteorolojik Modelde bir Izgara Tabanlı Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi (*Gridded Shortwave Radiation Method*) seçilmelidir. Ayrıca, Izgara Tabanlı *Hargreaves* Yöntemi, Meteorolojik Model'de tanımlanmış bir sıcaklık yöntemi (*temperature method*) tarafından sağlanan sıcaklık verisini kullanır.

Izgara Tabanlı *Hargreaves* Yöntemi, Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.130 Gridded Hargreaves Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

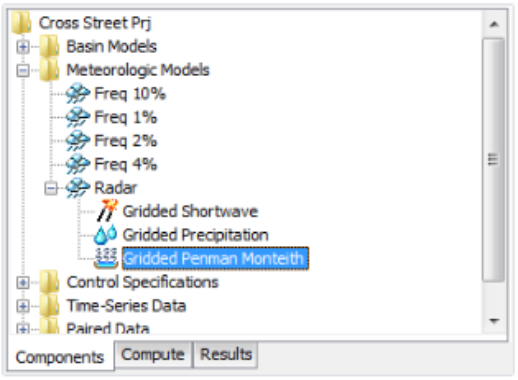
Tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir *Hargreaves* Evapotranspirasyon Katsayısı (*Hargreaves Evapotranspiration Coefficient*) içerir. Varsayılan katsayı 0,0075 derece Fahrenheit^{-1} olarak verilmiştir; bu, 0,0135 derece Celsius^{-1} değerine eşdeğerdir. Eğer *Gridded Hargreaves Evapotranspiration Method*, *Gridded Hargreaves Shortwave Radiation Method* ile birleştirilirse, ortaya çıkan varsayılan katsayı 0,0023 derece Celsius$^{-3/2}$ olur. Bu, *Hargreaves* ve Allen (2003), Denklem 8'de sunulan forma eşdeğerdir. Kullanıcı, *Component Editor* aracılığıyla bu katsayıyı ihtiyaçlarına göre değiştirebilir.



Şekil 11.131 Izgara Tabanlı Hargreaves Evapotranspirasyon Yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi

Izgara Tabanlı Penman-Monteith Yöntemi

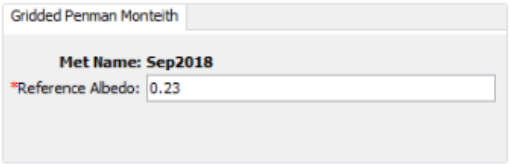
Izgara Tabanlı *Penman-Monteith* Yöntemi, temel olarak normal *Penman-Monteith* Yöntemi ile aynıdır. Fark, *Penman-Monteith* denklemlerinin, alt havzanın tümü için alan ortalaması yerine, her bir ızgara hücresi için ayrı sınır koşulları (*boundary conditions*) kullanılarak uygulanmasıdır. *Penman-Monteith* Yöntemi için hem kısa dalga (*shortwave*) hem de uzun dalga (*longwave*) radyasyon verileri gereklidir; bu nedenle Meteorolojik Model'de bir Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi (*Shortwave Radiation Method*) ve bir Uzun Dalga Radyasyon Yöntemi (*Longwave Radiation Method*) seçilmelidir. Izgara Tabanlı *Penman-Monteith* Yöntemi, Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.132 Gridded Penman-Monteith Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

Meteorolojik Model'de tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu yöntemde ayrıca Sıcaklık (*Temperature*), Rüzgâr Hızı (*Windspeed*), Basınç (*Pressure*) ve Çiy Noktası (*Dew Point*) yöntemleri de gereklidir.

Referans Albedo (*Reference Albedo*), zemin yüzeyinde enerji dengesi hesaplaması için gereklidir. Aynı değer, tüm alt havzalardaki tüm ızgara hücrelerine uygulanır. Varsayılan değer 0,23 olarak verilmiştir.



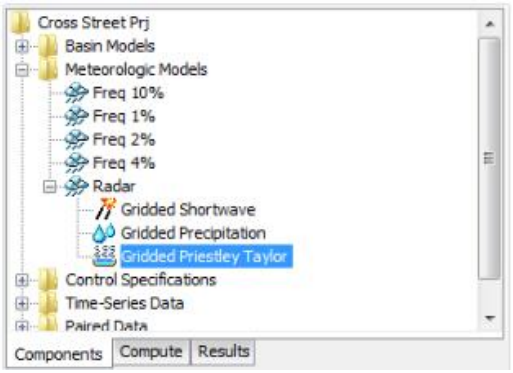
Şekil 11.133 Izgara Tabanlı Penman-Monteith Evapotranspirasyon Yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi

Izgara Tabanlı Priestley-Taylor Yöntemi

Izgara Tabanlı *Priestley-Taylor* Yöntemi, temel olarak normal *Priestley-Taylor* Yöntemi ile aynıdır. Fark, *Priestley-Taylor* denklemlerinin alt havzanın tümü için alan ortalaması yerine, her bir ızgara hücresi için ayrı sınır koşulları kullanılarak uygulanmasıdır. *Priestley-Taylor* Yöntemi için net kısa dalga radyasyonu (*net shortwave*

radiation) gereklidir; bu nedenle Meteorolojik Model'de bir Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi (*Shortwave Radiation Method*) seçilmelidir.

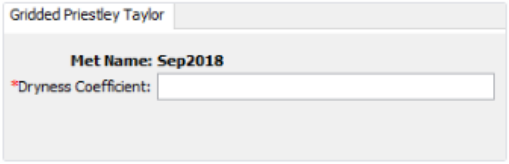
Izgara Tabanlı *Priestley-Taylor* Yöntemi, parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.134 Gridded Priestley-Taylor Evapotranspiration Method kullanan bir Meteorologic Model

Meteorolojik Model'de tüm alt havzalar için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, tüm alt havzalar için girilmesi gereken bir Kuruluk Katsayısı (*Dryness Coefficient*) içerir. Aynı katsayı, tüm alt havzalardaki tüm ızgara hücrelerine uygulanır. Bu katsayı, toprak nem durumu temel alınarak yapılan küçük düzeltmelerde kullanılır. Simülasyon sırasında tipik toprak su koşullarını temsil edecek bir katsayı belirlenmelidir. Örneğin, nemli (*humid*) koşullar için 1,2 kurak (*arid)* koşullar için 1,3 değeri kullanılabilir.

Meteorolojik modelde ayrıca bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçilmelidir.



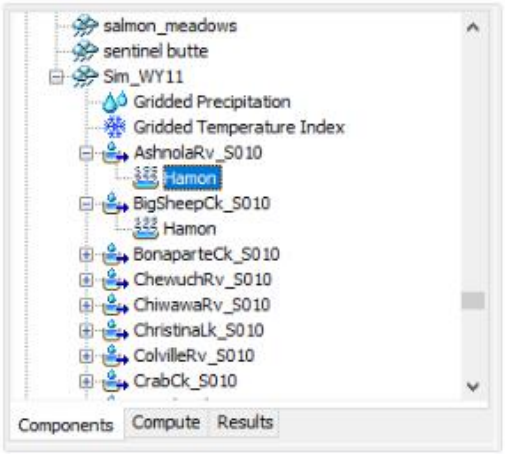
Şekil 11.135 Izgara Tabanlı Priestley-Taylor Evapotranspirasyon Yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi

Hamon Yöntemi

Hamon Yöntemi, günlük ortalama hava sıcaklığında doygun su buharı yoğunluğu ile potansiyel evapotranspirasyon arasında ampirik bir ilişkiye dayanır. Bu yoğunluk, gün uzunluğu faktörü (*day length factor*) ile düzeltilir; bu faktör bitki tepkisi, türbülans süresi ve net radyasyonu dikkate alır. Tek veri gereksinimi Günlük Ortalama Sıcaklık (*Daily Average Temperature*)'tır. Yöntem, veri sınırlı durumlarda potansiyel evapotranspirasyonu tahmin etmek için etkili olduğu kanıtlanmıştır. Günlük ortalama sıcaklığa dayanarak günlük potansiyel evapotranspirasyon hesaplanır. Eğer simülasyon zaman adımı bir günden kısa ise, potansiyel

evapotranspirasyon güneşin doğuşu ile batışı arasında sinüzoidal dağılım kullanılarak her zaman adımına yeniden dağıtılır.

Hamon Yöntemi, Meteorolojik Modeldeki her bir alt havza için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı (*water pan*) simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar. Ayrıca Meteorolojik Model'de bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçilmelidir.



Şekil 11.136 Hamon Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

Her alt havza için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir *Hamon* Katsayısı (*Hamon Coefficient*) içerir. Varsayılan katsayı 0,0065 inç/gram/m³ olarak verilmiştir; bu, 0,1651 mm/gram/m³ değerine eşdeğerdir. İnç/gram/m³ birimi, Hamon (1963) formülasyonunda katsayının sabit bir değer (0,0065) olarak verilmesinden dolayı örtük bir birimdir. Kullanıcı, *Component Editor* aracılığıyla bu katsayıyı ihtiyaçlarına göre ayarlayabilir.



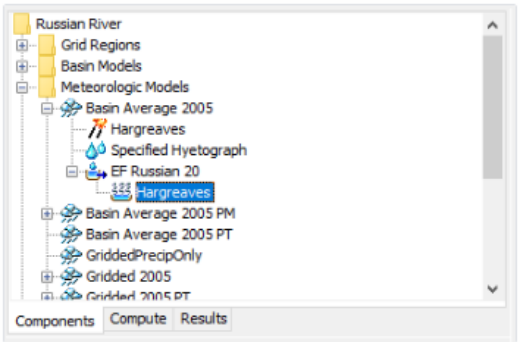
Şekil 11.137 Bir alt havza için Hamon Evapotranspirasyon Katsayısının Girilmesi

Hargreaves Evapotranspirasyon Yöntemi

Hargreaves Yöntemi, referans evapotranspirasyon ile güneş radyasyonu ve sıcaklık verileri arasındaki ampirik ilişkiye dayanır. Regresyon, *Davis, CA*'daki çim referans bitkisi için 8 yıllık hassas *lysimeter* gözlemleri temel alınarak yapılmıştır. Yöntem, dünya genelindeki çeşitli bölgelerde doğrulanmıştır (Hargreaves and Allen, 2003). Yöntem, simülasyon zaman adımları 24 saatten kısa olduğunda gün içi (*diurnal*) potansiyel evapotranspirasyon

değişimini yakalayabilir. *Hargreaves* Evapotranspirasyon Yöntemi, *Hargreaves Shortwave Radiation Method* ile birleştirildiğinde, Hargreaves ve Allen (2003) Denklem 8 ile eşdeğer evapotranspirasyon formu elde edilir.

Hargreaves Evapotranspirasyon Yöntemi, Meteorolojik Model'deki her bir alt havza için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar. Ayrıca Meteorolojik Model'de bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçilmelidir.



Şekil 11.138 Hargreaves Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

Her alt havza için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir *Hargreaves* Evapotranspirasyon Katsayısı (*Hargreaves Evapotranspiration Coefficient*) içerir. Varsayılan katsayı 0,0135 derece Celsius^{-1} olarak verilmiştir; bu, 0,0075 derece Fahrenheit^{-1} değerine eşdeğerdir. Eğer *Hargreaves Evapotranspiration Method*, *Hargreaves Shortwave Radiation Method* ile birleştirilirse, ortaya çıkan varsayılan katsayı 0.0023 derece Celsius$^{-3/2}$ olur. Bu, Hargreaves ve Allen (2003) Denklem 8'de sunulan forma eşdeğerdir. Kullanıcı, alt havzanın koşullarına uygun olarak bu katsayıyı *Component Editor* aracılığıyla değiştirebilir.

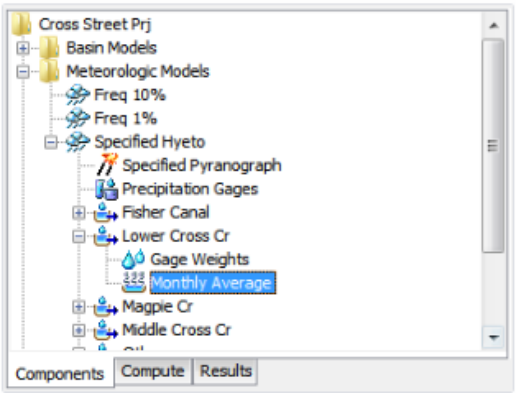


Şekil 11.139 Bir alt havza için Hargreaves Evapotranspirasyon Katsayısının Girilmesi

Aylık Ortalama Yöntemi

Aylık Ortalama Yöntemi, ölçülmüş su kabı (pan) buharlaşma verileri ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak, *Eddy Correlation* Tekniği veya diğer modern yöntemlerle toplanan verilerle de kullanılabilir. Veriler nasıl toplanırsa toplansın, genellikle her ay için ortalama buharlaşan su derinliği şeklinde sunulur. Her ay için haritalar veya tablolar kullanılarak bu yöntemde değerlendirilebilir.

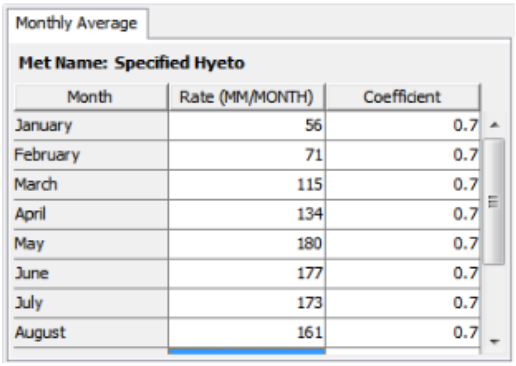
Aylık Ortalama Yöntemi, Meteorolojik Model'deki her bir alt havza için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi içerir. *Watershed Explorer*, su kabı simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.140 Aylık Ortalama Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

Her alt havza için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, yılın her ayı için Evapotranspirasyon Oranını (*Evapotranspiration Rate*) içerir. Bu değer, o ay için toplam evapotranspirasyon miktarı olarak girilir. Ay içindeki her zaman adımı, aynı evapotranspirasyon oranını kullanır.

Ayrıca Katsayı (*Coefficient*) da her ay için girilmelidir. Belirtilen oran, katsayı ile çarpılarak o ay için nihai potansiyel evapotranspirasyon oranı elde edilir. Katsayı genellikle, gerçek su kabı (*pan)* buharlaşma verilerini, bitkilerin su kullanımını daha doğru yansıtacak şekilde düzeltmek için kullanılır.


Monthly Average

Met Name: Specified Hyeto

Month	Rate (MM/MONTH)	Coefficient
January	56	0.7
February	71	0.7
March	115	0.7
April	134	0.7
May	180	0.7
June	177	0.7
July	173	0.7
August	161	0.7

Şekil 11.141 Bir alt havza için oran ve su kabı (pan) katsayısı verilerinin girilmesi

Penman-Monteith Yöntemi

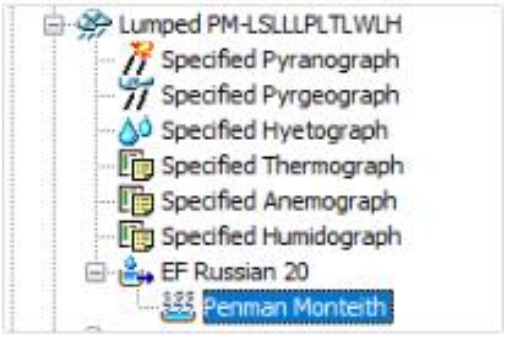
Penman-Monteith Yöntemi, Allen, Pereira, Raes ve Smith (1998) tarafından ayrıntıları verilen denklemleri kullanarak günlükten kısa zaman adımlarında evapotranspirasyonu hesaplar. Denklemler, enerji dengesi ile kütle transferinin birleşimine dayanır. Maksimum potansiyel evapotranspirasyon, bitki örtüsü üzerinde hava akışı sırasında sürtünme nedeniyle oluşan aerodinamik dirençle sınırlandırılır. Bununla birlikte, yaprak yüzeyleri ve toprakta su buharı akışına sınırlama getiren toplu yüzey direnci (*bulk surface resistance*), aerodinamik dirençle seri olarak eklenir. Parametreler tamamen atmosferik koşullara bağlıdır.

Penman-Monteith Yöntemi için Meteorolojik Model'de aşağıdaki veriler gereklidir:

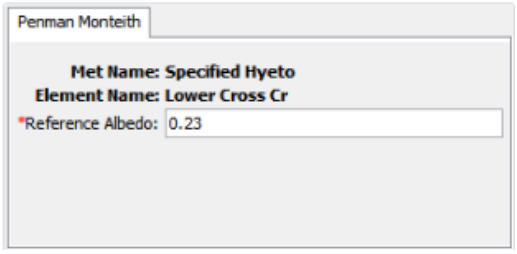
- Kısa Dalga Radyasyonu (*Shortwave Radiation*)
- Uzun Dalga Radyasyonu (*Longwave Radiation*)
- Sıcaklık (*Temperature*)
- Rüzgâr Hızı (*Windspeed*)
- Çiy Noktası (*Dew Point*)

Allen ve arkadaşlarının algoritması (1998), *Specified Pyranograph Shortwave Method* ve FAO56 *Longwave Method* seçildiğinde en doğru şekilde uygulanır. Kısa dalga verileri mevcut değilse, *Hargreaves Shortwave* Method kullanılması önerilir.

Watershed Explorer, su kabı simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar. Ayrıca, her alt havza için atmosferik değişkenler arasında bir Hava Sıcaklığı Ölçer (*Air Temperature Gage*) ve Rüzgâr Hızı Ölçer (*Windspeed Gage*) seçilmelidir.



Şekil 11.142 Her alt havza için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi**,** Referans Albedo seçimini içerir.



Şekil 11.143 Bir alt havza için Penman-Monteith Özelliklerinin Girilmesi

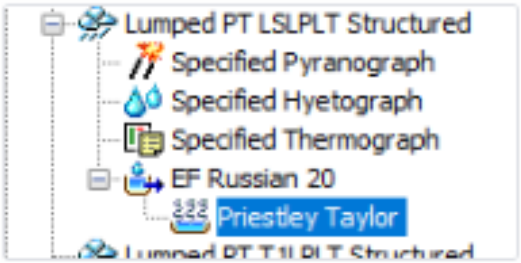
Priestley-Taylor Yöntemi

Priestley-Taylor Yöntemi (Priestley ve Taylor, 1972), toprak suyu arzının sınırsız olduğu varsayımıyla basitleştirilmiş bir enerji dengesi yaklaşımı kullanır. *Latent* ve *sensible* enerji için basitleştirilmiş formlar uygulanır. Yöntem, simülasyon zaman adımı 24 saatten kısa olduğu sürece, net güneş radyasyonu ölçer (*net solar*

radiation gage) kullanılarak gün içi (*diurnal*) potansiyel evapotranspirasyon değişimini yakalayabilir. Meteorolojik Model'de aşağıdaki yöntemlerin seçilmesi gerekir:

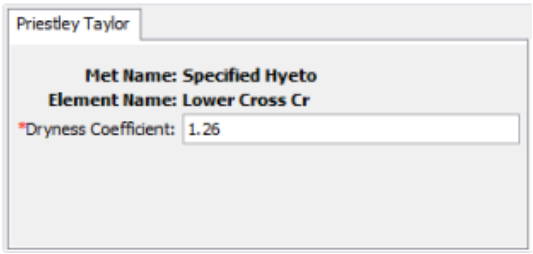
- Kısa Dalga Radyasyon Yöntemi (*Shortwave Radiation Method*) – net radyasyonu sağlamak için yapılandırılmalıdır. Genellikle, gerekli değer dışarıda hesaplanır ve Radyasyon Zaman Serisi Ölçeri (*Radiation Time-Series Gage*) ile programa girilir.
- Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*)

Watershed Explorer, su kabı simgesi aracılığıyla Evapotranspirasyon Bileşen Düzenleyicisine erişim sağlar.



Şekil 11.144 Priestley-Taylor Yöntemi

Her alt havza için kullanılan Bileşen Düzenleyicisi, bir Kuruluk Katsayısı (*Dryness Coefficient*) içerir. Kuruluk katsayısı, toprak nem durumuna bağlı olarak küçük düzeltmeler yapmak için kullanılır. Katsayı, simülasyon sırasında tipik toprak suyu koşullarını temsil edecek şekilde belirlenmelidir. Varsayılan değer 1,26 olarak sağlanmıştır. Bu katsayının dünya genelindeki farklı bölgelerde değişebileceği gözlemlenmiştir.

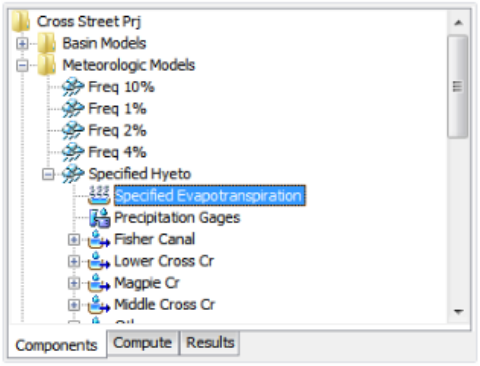


Şekil 11.145 Bir alt havza için Priestley-Taylor Özelliklerinin Girilmesi

Belirlenmiş Evapotranspirasyon Yöntemi

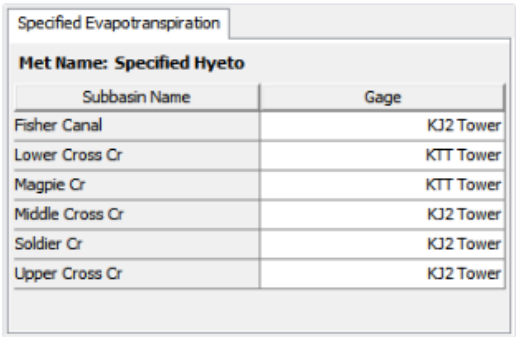
Belirlenmiş Evapotranspirasyon Yöntemi, kullanıcının alt havzalar için potansiyel evapotranspirasyon zaman serilerini (*time-series*) doğrudan belirtmesine olanak tanır. Bu yöntem, atmosfer ve bitki örtüsü verilerinin program dışında işlenip değiştirilmeden içe aktarılması gerektiğinde kullanışlıdır. Ayrıca, tek bir evapotranspirasyon gözlem ölçümünün bir alt havza genelinde olup biteni temsil etmesi gerektiğinde de uygundur.

Belirlenmiş Evapotranspirasyon Yöntemi, Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için parametre verilerini içeren bir Bileşen Düzenleyicisi kullanır. *Watershed Explorer*, su kabı simgesi aracılığıyla *Gage Component Editor*'a erişim sağlar.



Şekil 11.146 Evapotranspirasyon Yöntemine sahip Meteorolojik Model

Meteorolojik Model'deki tüm alt havzalar için Bileşen Düzenleyicisi, her alt havza için ızgara seçimini içerir. Bir Evapotranspirasyon Zaman Serisi (*Evapotranspiration Time-Series*), Meteorolojik Model'de kullanılmadan önce Evapotranspirasyon ızgarası (*Evapotranspiration Gage*) olarak saklanmalıdır. Veriler günlük pan ölçümlerinden, saatlik *Eddy Covariance* ölçümlerinden veya program dışında yapılan karmaşık hesaplamalardan elde edilmiş olabilir. Ancak, zaman serisi mutlaka bir ızgara olarak tanımlanmış olmalıdır. Aynı ızgara birden fazla alt havza için kullanılabilir. Tablo üzerindeki her alt havza için, o alt havzada kullanılacak ızgara seçilmelidir. Seçim listesinde yalnızca *Time-Series Data Manager*'da daha önce tanımlanmış Evapotranspirasyon ızgaraları gösterilir.



Şekil 11.147 Meteorolojik Modelde, her alt havza için zaman serisi gage seçimi

BÖLÜM 12

HİDROLOJİK SİMÜLASYON

Bu bölüm, havza (watershed) ve meteorolojik bilgilerin bir araya getirilerek hidrolojik tepkinin nasıl simüle edildiğini açıklamaktadır. Simülasyonların gerçekleştirilmesinde temel mod Simülasyon Çalışması (Simulation Run)'dır. Simülasyon Çalışması, meteorolojik koşulları havza yüzeyine uygulayarak yüzey akışını (runoff) belirler. Simülasyon çalışmalarının yapılandırılması ve hesaplanmasına ek olarak, bu bölüm hesaplanan sonuçlara nasıl erişileceğini de açıklamaktadır.

12.1 SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI (*Sımulatıon Runs*)

Simülasyon Çalışmaları, sonuçların hesaplanmasında kullanılan temel yöntemdir. Her bir simülasyon çalışması aşağıdaki üç bileşenden oluşur:

- Bir Havza Modeli (*Basin Model*)
- Bir Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*)
- Bir Kontrol Tanımları (*Control Specifications*)

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki biçimlerde görüntülenebilir:

- Grafikler (*Graphs*)
- Özet tablolar (*Summary Tables*)
- Zaman serisi tabloları (*Time-Series Tables*)

Bu sonuçlara hem Havza Haritası (*Basin Map*) üzerinden hem de Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) aracılığıyla erişilebilir. Meteorolojik model, havza modeli ve kontrol bileşenlerinin seçilmesine ek olarak, simülasyonun çalıştırılmasını kontrol etmeye yönelik gelişmiş özellikler de bulunmaktadır.

Yeni Bir Simülasyon Çalışması Oluşturma

Yeni bir Simülasyon Çalışması **(***Simulation Run***)**, kullanıcıyı adım adım yönlendiren bir sihirbaz (*wizard*) aracılığıyla oluşturulur. Bu sihirbaza erişmenin iki farklı yolu vardır.

Sihirbaza erişmenin ilk yolu:

1. *Compute* menüsüne tıklamak,

2. *Create Compute* | *Simulation Run* komutunu seçmektir.

Bu komut yalnızca aşağıdaki bileşenlerin her birinden en az bir tane mevcutsa etkin olur:

- En az bir Havza Modeli (*Basin Model*)
- En az bir Meteorolojik (*Model Meteorologic Model*)
- En az bir Kontrol Tanımları (*Control Specifications*)

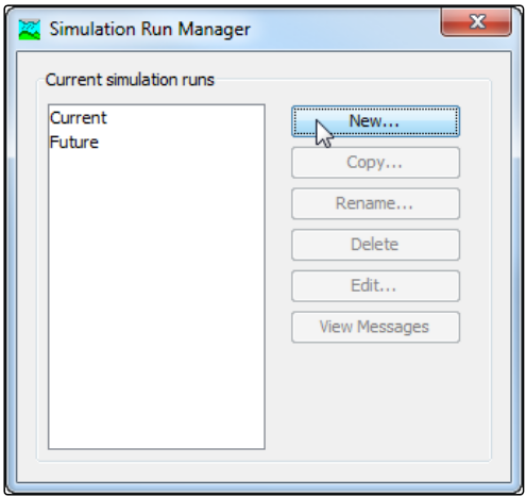
Komut seçildiğinde sihirbaz açılır ve yeni bir Simülasyon Çalışması oluşturma süreci başlatılır.

Sihirbaza erişmenin ikinci yolu *Simulation Run Manager* aracılığıyladır.

İzlenecek adımlar:

1. *Compute* menüsüne tıklanır.
2. *Simulation Run Manager* komutu seçilir.

Simulation Run Manager penceresi açıldığında mevcut tüm simülasyon çalışmaları görüntülenir. Yeni bir çalışma oluşturmak için *New* düğmesine basılır. Bu işlem sihirbazı başlatır ve Simülasyon Çalışması oluşturma süreci başlar.

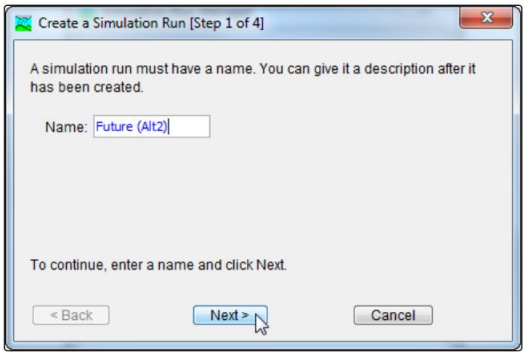


Şekil 12.1 Simulation Run Manager Kullanılarak Simülasyon Çalışması Oluşturma Sürecinin Başlatılması

Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*) oluşturmanın ilk adımı, yeni çalışma için bir isim belirlemektir. Yazılım, yeni simülasyon için varsayılan bir isim önerir; bu ismi olduğu gibi kabul edebilir veya isteğe bağlı değiştirebilir. Simülasyon oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra çalışmaya ayrıca bir açıklama eklenmesi de mümkündür. Eğer kullanıcı yeni bir Simülasyon Çalışması oluşturmaktan vazgeçerse, sihirbaz penceresinin alt kısmında bulunan *Cancel* (İptal) düğmesine ya da pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak işlem sonlandırılabilir. İptal düğmesi, sihirbazın herhangi bir aşamasında kullanılabilir. Girilen isim uygun bulunduğunda ve bir sonraki adıma geçilmeye hazır olunduğunda *Next* (İleri) düğmesine basılır.

İkinci adımda, projede mevcut olan Havza Modelleri (*Basin Models*) arasından bir seçim yapılması gerekir. Tüm mevcut havza modelleri listelenir ve ilerlemek için bunlardan birinin seçilmesi zorunludur. Varsayılan olarak listedeki ilk havza modeli seçili durumdadır ve seçilen model görsel olarak vurgulanır. Kullanıcı, fare ile tabloda istediği model üzerine tıklayarak ya da klavyedeki yön tuşlarını kullanarak farklı bir model seçebilir. Seçim tamamlandığında ve kullanıcı tercihinden emin olduğunda *Next (İleri)* düğmesine basılarak bir sonraki adıma geçilir. Eğer simülasyon çalışmasına verilen ismi değiştirmek istenirse, *Back (Geri)* düğmesi kullanılarak önceki adıma dönülebilir.

Simülasyon Çalışması oluşturmanın üçüncü adımı, bir Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) seçmektir. Projede tanımlı olan tüm Meteorolojik Modeller listelenir ve bir sonraki adıma geçmeden önce bunlardan birinin seçilmesi zorunludur. Varsayılan olarak tabloda yer alan ilk Meteorolojik Model seçili durumdadır ve seçilen model görsel olarak vurgulanır. Kullanıcı, fare ile tabloda istediği model üzerine tıklayarak farklı bir Meteorolojik Model seçebilir. Alternatif olarak klavyedeki yön (ok) tuşları kullanılarak da seçim yapılabilir. Seçilen Meteorolojik Model uygun bulunduğunda ve bir sonraki adıma geçmeye hazır olunduğunda *Next* (İleri) düğmesine basılır. Eğer önceki adıma dönerek farklı bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçmek istenirse, *Back* (Geri) düğmesi kullanılabilir.



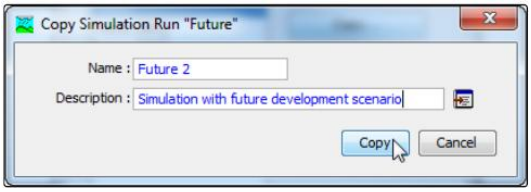
Şekil 12.2 Yeni bir Simülasyon Çalışması Oluşturma

Simülasyon Çalışması oluşturmanın dördüncü ve son adımı, bir Kontrol Tanımları (*Control Specifications*) seçmektir. Projedeki mevcut tüm Kontrol Tanımları listelenir ve bir sonraki adıma geçebilmek için bunlardan biri seçilmelidir. Varsayılan olarak tabloda yer alan ilk Kontrol Tanımları seçili durumdadır ve seçilen seçenek görsel olarak vurgulanır. Kullanıcı, fare ile tabloda istediği seçenek üzerine tıklayarak veya klavyedeki yön (ok) tuşlarını kullanarak farklı bir Kontrol Tanımları seçebilir. Seçimden ve girilen isimden memnun kalındığında *Finish* (Bitir) düğmesine basılarak Simülasyon Çalışması oluşturulur. Eğer önceki adıma dönmek ve farklı bir Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) seçmek istenirse, *Back* (Geri) düğmesi kullanılabilir.

Simülasyon Çalışmasını Kopyalama

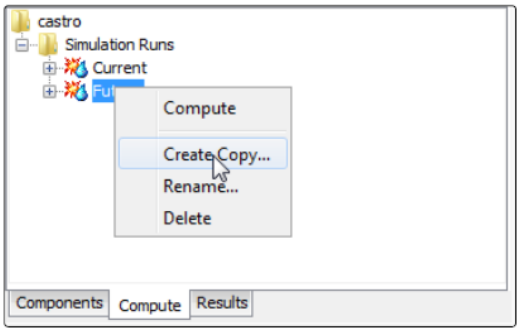
Bir Simülasyon Çalışması iki farklı yolla kopyalanabilir. Her iki yöntemde, orijinal çalışmadan bağımsız, aynı özelliklere sahip yeni bir kopya oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra orijinal çalışmayla herhangi bir etkileşimleri olmaz.

İlk yöntem, *Simulation Run Manager* kullanmaktır; bu yöneticiye *Compute* menüsünden erişilir. Kopyalanacak simülasyon çalışması, mevcut simülasyonlar listesinden seçilir ve seçilen çalışma vurgulanır. Çalışmayı seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Açılan *Copy Simulation Run* penceresinde, kopyaya bir isim ve açıklama verilebilir. Kopya için varsayılan bir isim sunulur; kullanıcı bu ismi olduğu gibi kullanabilir veya kendi tercihine göre değiştirebilir. Açıklama alanı da doldurulabilir; açıklama uzun ise, sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında *Copy* (Kopyala) düğmesine basılarak işlem tamamlanır. İsim belirtilmeden *Copy* düğmesine basılamaz. Eğer kullanıcı kopyalama işleminden vazgeçerse, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Simulation Run Manager* penceresine geri dönebilir.



Şekil 12.3 Simülasyon Çalışmasının Kopyasının Oluşturulması

Simülasyon Çalışmasını kopyalamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* üzerindeki *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. Kopyalanacak simülasyon çalışmasının üzerine fare ile gelinir ve sağ fare düğmesine basılır. Açılan bağlam menüsünde bir dizi seçenek görüntülenir; bunlar arasında *Copy* (Kopyala) seçeneği bulunur. *Create Copy* (Kopya Oluştur) komutuna tıklandığında, yeni bir *Copy Simulation Run* penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopyaya bir isim ve açıklama girilebilir. Yazılım kopya için varsayılan bir isim sunar; kullanıcı bu ismi kabul edebilir veya kendi tercihine göre değiştirebilir. Açıklama alanı da doldurulabilir; açıklama uzun ise, sağdaki düzenleme düğmesi kullanılarak detaylı açıklama yapılabilir. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında *Copy* (Kopyala) düğmesine basılarak kopyalama işlemi tamamlanır. Eğer isim girilmemişse kopyalama gerçekleştirilemez. İşlemden vazgeçilirse, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



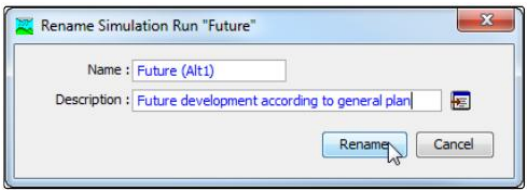
Şekil 12.4 Watershed Explorer Üzerinden Simülasyon Çalışmasının Kopyalanması

Simülasyon Çalışmasının Yeniden Adlandırılması

Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*) yeniden adlandırmanın iki farklı yolu vardır. Her iki yöntemde de çalışmanın adı değiştirilir ve eski adla ilişkili tüm referanslar otomatik olarak yeni ad ile güncellenir.

İlk yöntem, *Simulation Run Manager* aracılığıyla gerçekleştirilir; bu yöneticiye *Compute* menüsünden erişilebilir. Yeniden adlandırılacak simülasyon çalışması, mevcut simülasyonlar listesinden seçilir ve seçilen çalışma vurgulanır. Bu adımdan sonra, seçilen çalışmanın adı değiştirilerek süreç tamamlanabilir.

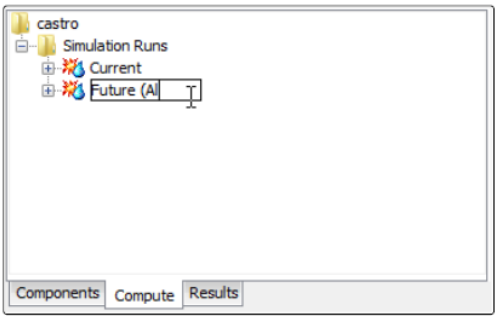
Simülasyon çalışmasını seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılır. Açılan *Rename Simulation Run* penceresinde, çalışmaya yeni bir isim verilebilir. İsteğe bağlı olarak aynı anda açıklama da değiştirilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında *Rename* düğmesine basılarak süreç tamamlanır. İsim belirtilmemişse yeniden adlandırma gerçekleştirilemez. İşlemden vazgeçilirse, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Simulation Run Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 12.5 Simülasyon Çalışmasının Yeniden Adlandırılması

Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*), *Watershed Explorer* üzerinden de yeniden adlandırılabilir. Bunun için, adı değiştirilmek istenilen çalışma *Watershed Explorer*'da seçilir; seçilen çalışma vurgulanacaktır. Fare seçili çalışmanın üzerinde tutulur ve sol fare düğmesine tekrar tıklanır. Bu işlem, adı düzenleme moduna (*editing mode*) geçirir. Ad düzenlenirken imleç klavyedeki yön tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir. İstenir ise adın bir bölümünü veya tamamını fare ile seçilerek değiştirilebilir. Yeni isim klavyeden yazılarak girilir. Düzenleme tamamlandığında, *Enter* tuşuna basarak veya *Compute* sekmesinde başka bir yere tıklayarak değişiklik

kaydedilebilir. Düzenleme sırasında fikir değiştir ve ad değiştirilmek istenmez ise, *Escape* tuşuna basarak düzenleme modundan çıkılabilir.

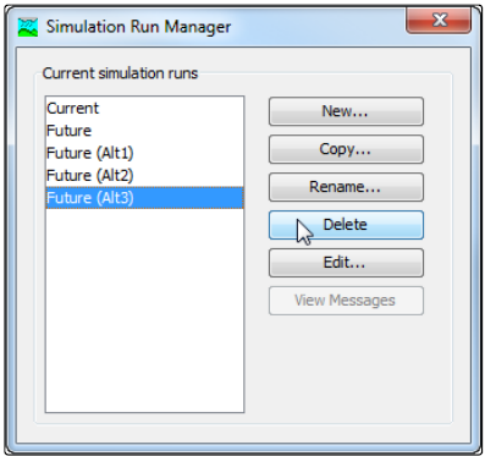


Şekil 12.6 Watershed Explorer Üzerinden Simülasyon Çalışmasının Yeniden Adlandırılması

Simülasyon Çalışmasının Silinmesi

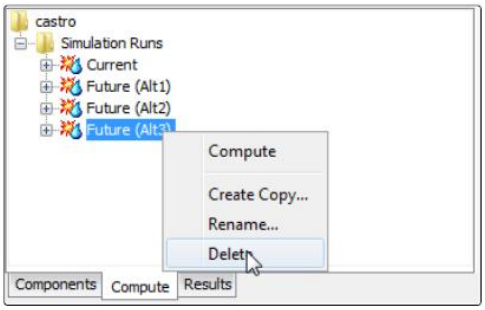
Bir Simülasyon Çalışması, iki farklı yolla silinebilir. Her iki yöntemde de seçilen çalışma projeden tamamen kaldırılır, çalışmaya yapılan tüm referanslar otomatik olarak güncellenir ve önceden hesaplanmış sonuçlar silinir. Silinen bir çalışma geri getirilemez veya geri alınamaz. Silinen çalışmaya yapılan tüm referanslar, genellikle simülasyon sırasında geçersiz bir seçenek olan "hiçbir Simülasyon Çalışması yok" durumuna geçer. Daha sonra, bu bileşenlerde manuel olarak farklı bir Simülasyon Çalışması seçilmesi gerekir.

İlk yöntem, *Simulation Run Manager* kullanılarak gerçekleştirilir; bu yöneticiye *Compute* menüsünden erişilebilir. Silinecek çalışma, mevcut simülasyonlar listesinden seçilir ve seçilen çalışma vurgulanır. Ardından pencerenin sağ tarafındaki *Delete* (Sil) düğmesine basılır. Açılan onay penceresinde, silme işleminin doğrulanması istenir. Silme işlemini tamamlamak için *OK* düğmesine basılır. Eğer işlemden vazgeçilirse, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basarak *Simulation Run Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 12.7 Simulation Run Manager Üzerinden Simülasyon Çalışmasını Silmeye Hazırlık

Bir Simülasyon Çalışması, *Watershed Explorer* üzerinden de silinebilir. Bunun için silinecek çalışmanın üzerine fare getirilir ve sağ fare düğmesine basılır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler görüntülenir; bunlar arasında *Delete* (Sil) komutu bulunur. *Delete* komutuna tıklandığında bir onay penceresi açılır ve silme işleminin doğrulanması istenir. Silme işlemini tamamlamak için *OK* düğmesine basılır. Eğer işlemden vazgeçilirse, *Cancel* (İptal) düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.

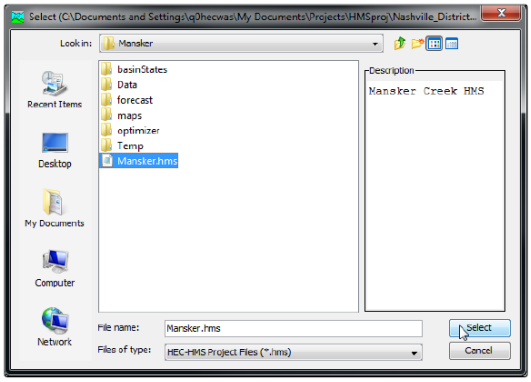


Şekil 12.8 Watershed Explorer Üzerinden Simülasyon Çalışmasının Silinmesi

Simülasyon Çalışmasının İçe Aktarılması (*Importing*)

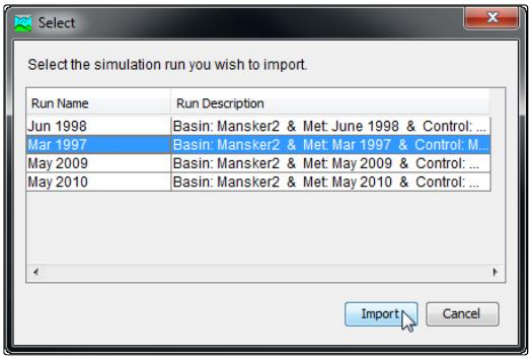
Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*) mevcut projede içe aktarılabilir yüklenebilir. İçe aktarılacak çalışma, kaynak bir projeden seçilir. Çalışma seçildiğinde, gerekli tüm simülasyon bileşenleri mevcut projeye aktarılır. Bu bileşenler arasında Havza Modeli, Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*), Kontrol Tanımları (*Control Specifications*) ve destek veriler yer alır. Destek veriler, Havza Modeli için arka plan haritaları ve grid hücre dosyalarını, ayrıca havza veya Meteorolojik Modelde kullanılan paylaşılan veriler (zaman serisi ölçümleri, eşleşmiş veriler ve grid verileri) içerir. İçe aktarma işlemi tamamlandığında, aktarılan bileşenler kullanılarak mevcut projede yeni bir Simülasyon Çalışması oluşturulur.

Bir Simülasyon Çalışmasını içe aktarmak için, *File* | *Import* | *Simulation Run* menü komutu kullanılır. Açılan dosya seçici (*file chooser*) aracılığıyla, içe aktarılmak istenildiğinde Simülasyon Çalışmasını içeren proje dosyası seçilir.



Şekil 12.9 Simülasyon Çalışması İçin Kaynak Projenin Seçilmesi

Kaynak proje seçildikten sonra, proje içinde mevcut olan Simülasyon Çalışmaları (*Simulation Runs*) bir liste halinde görüntülenir. İçe aktarılmak istenen çalışmayı bu listeden seçilir ve ardından *Import (İçe Aktar)* düğmesine basılır. Bu işlem, seçilen çalışmayı ve gerekli tüm bileşenlerini mevcut projeye aktarmaya başlar.



Şekil 12.10 Kaynak Projeden Mevcut Projeye İçe Aktarılacak Simülasyon Çalışmasının Seçilmesi

Havza Modeli ve Meteorolojik Model tarafından kullanılan verilere bağlı olarak, içe aktarım sırasında zaman serisi (*time-series*), eşleşmiş (*paired*) ve *grid* verilerinin nasıl ele alınacağı sorulabilir. Verileri içe aktarma seçilir ise: Bu durumda verilerin bir kopyası mevcut proje dizinine oluşturulur ve uygun ölçüm noktaları (*gage*), eşleşmiş veri (*paired data*) ve grid bileşenleri otomatik olarak oluşturulur. Havza Modeli veya Meteorolojik Modelde bu verilere yapılan tüm referanslar, otomatik olarak mevcut projedeki yeni paylaşılan veri bileşenlerini kullanacak şekilde güncellenir. Verileri içe aktarma seçilir ise: Bu durumda Havza Modeli ve Meteorolojik Model, veri bileşenleri olmadan içe aktarılır. Bu durumda, mevcut projede Havza ve Meteorolojik Modelin doğru şekilde simülasyonu için gerekli zaman serisi, eşleşmiş ve grid verilerinin zaten bulunması gerekir.

Havza Modeli ve Meteorolojik Model tarafından kullanılan verilere bağlı olarak, içe aktarım sırasında dış verilerin (*external data*) nasıl ele alınacağı sorulabilir. Dış verileri yerelleştirme (*localize*) seçilir ise: Bu durumda, dış veri dosyalarının kopyaları mevcut proje dizinine oluşturulur. Havza Modeli veya Meteorolojik Modelde bu verilere yapılan tüm referanslar, otomatik olarak mevcut projedeki yeni kopyaları kullanacak şekilde güncellenir. Dış verileri yerelleştirme seçilir ise: Bu durumda, mevcut projedeki bileşenler, dış veri dosyalarına orijinal konumlarından erişecek şekilde güncellenir. Bu sayede veriler projede kopyalanmaz, orijinal dosyalar referans olarak kullanılır.

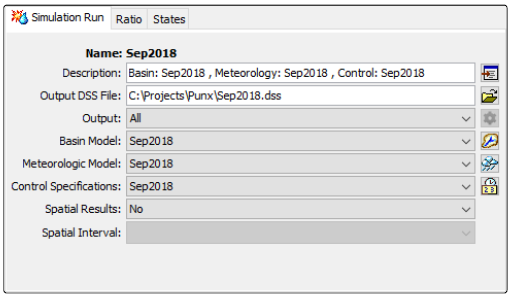
Bileşenlerin Seçilmesi

Bir Simülasyon Çalışması oluştururken sihirbazın (*wizard*) temel görevi, bir Havza Modeli (*Basin Model*), Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) ve Kontrol Tanımları (*Control Specifications*) seçmektir. Ancak, kullanılmak istenilen bileşenleri her zaman *Simulation Run* için Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aracılığıyla değiştirilebilir. Bileşen Düzenleyicisine erişmek için *Watershed Explorer* üzerindeki *Compute* sekmesi kullanılır. Gerekirse, mevcut *Simulation Runs* klasörü genişletilerek kullanılabilir simülasyon çalışmaları

görüntülenir. Düzenlemek istenilen simülasyon çalışması düğmesine tıklanır; ilgili *Component Editor* otomatik olarak gösterilecektir. Bileşen Düzenleyicisi, sırasıyla Havza Modeli, Meteorolojik Model ve Kontrol Tanımları için üç ayrı liste içerir:

- Birinci liste: Mevcut projedeki tüm Havza Modellerini gösterir.
- İkinci liste: Tüm Meteorolojik Modelleri içerir.
- Üçüncü liste: Tüm Kontrol Tanımlarını listeler.

Kullanıcı olarak, hangi bileşenlerin birlikte kullanılması gerektiğini ve simülasyon sonuçlarını doğru bir şekilde üretmek için uygun kombinasyonları bilmek kullanıcı sorumluluğundadır.



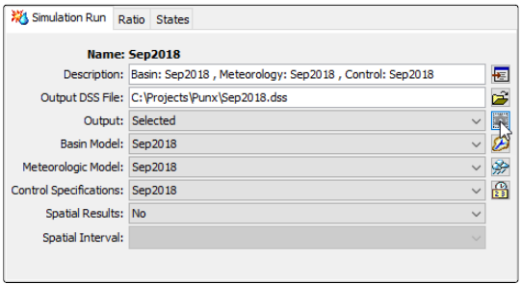
Şekil 12.11 Simülasyon Çalışması Bileşen Düzenleyicisinin Kullanımı

Simülasyon Sonuçlarının Çıktısı

Simülasyon sürecinde, tüm model bileşenleri zaman serisi (*time-series*) sonuçları üretir. Bazı bileşenler ayrıca grid sonuçları da üretebilir. Varsayılan olarak, tüm çıktılar *Output DSS* Dosyası içinde saklanır. Her bir Simülasyon Çalışması için çıktı *DSS* dosyası değiştirilebilir. Çıktı dosyasını değiştirmek için *Component Editor* içinde yeni bir dosya belirtilir. Simülasyon çıktısı, kullanıcı tarafından yapılandırılabilir ve üç seçenek sunar:

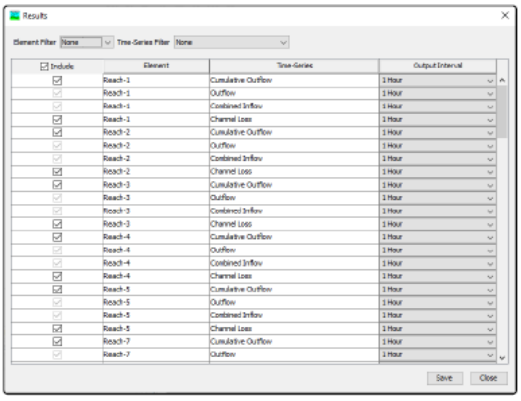
- *All Output* (Tüm Çıktı): Tüm sonuçlar kaydedilir.
- *Minimal Output* (Minimum Çıktı): Yalnızca temel sonuçlar kaydedilir.
- *Selected Output* (Seçili Çıktı): Belirli sonuçlar seçilerek kaydedilir.

Selected Output seçildiğinde, ayarları yapılandırmak için *Settings* (Ayarlar) düğmesi etkinleşir ve kullanıcı, hangi çıktıları kaydedeceğini belirleyebilir.



Şekil 12.12 Component Editor'da Seçili Çıktı Seçeneği ile Ayarlar Düğmesini Etkinleştirme

Selected Output Settings (Seçili Çıktı Ayarları) düğmesine tıklayarak, simülasyon çıktıları için *Selected Results Editor* (Seçili Sonuçlar Düzenleyicisi) açılır. Bu düzenleyici ile simülasyon çıktıları dosyasına dahil edilecek veya çıkarılacak sonuçlar seçilebilir. Bazı sonuçlar seçilemez; bu sonuçlar simülasyon hesaplamasının bir parçası olarak mutlaka çıktı dosyasına yazılır. Her bir zaman serisi için *Time Interval* (Zaman Aralığı) değiştirilebilir. Varsayılan çıktı aralığı, simülasyon zaman aralığı ile aynıdır. Ek olarak, simülasyon zaman aralığının katları şeklinde farklı çıktı aralığı seçenekleri de mevcuttur. Diyalog penceresinin üst kısmında, tabloyu öğe veya zaman serisi türüne göre filtrelemek için *Filters* (Filtreler) bulunur. Düzenlemeler tamamlandıktan sonra, *Save* (Kaydet) düğmesine tıklanarak değişiklikler kaydedilir. Düzenleyici kaydedilmeden kapatılmaya çalışılır ise, değişiklikleri kaydetmek için bir uyarı mesajı gösterilir.



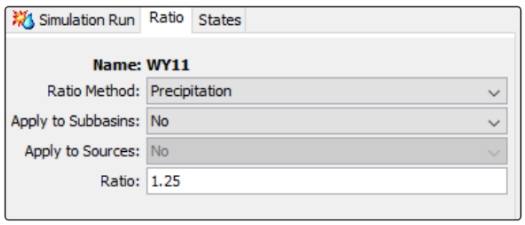
Şekil 12.13 Simülasyon Çıktı Sonuçlarının Seçilmesi

Yağış ve Akış Oranları

Bir Simülasyon Çalışması (*Simulation Run*) için Yağış ve Akış Oranları (*Precipitation and Flow Ratios*) kullanımı isteğe bağlıdır. Oranlar kullanılmaz ise, simülasyon sonuçları tamamen Meteoroloji Modelinde belirtilen meteorolojik koşullar ve Havza Modelinde (*Basin Model*) tanımlanan fiziksel özellikler tarafından belirlenir. Opsiyonel olarak, Meteoroloji Modeli tarafından hesaplanan yağışa bir oran uygulanabilir; bu oran, yağış Havza Modeline uygulanmadan önce kullanılır. Alternatif olarak, Havza Modelindeki Alt Havza (*Subbasin*) ve Kaynak (*Source*) Elemanları tarafından hesaplanan akışa bir oran uygulanabilir; bu oran, akış aşağıya yönlendirilmeden

önce uygulanır. Simülasyon sırasında, oran uygulanmayacak, yağış oranı uygulanacak veya akış oranı uygulanacak seçeneklerinden biri tercih edilmelidir. Aynı oran, tüm elemanlara eşit şekilde uygulanır.

Simülasyon Çalıştırması (*Simulation Run*) için *Ratio, Watershed Explorer* penceresindeki *Compute* sekmesinden erişilir. *Simulation Run* altında bulunan *Ratio* düğmesine tıklanarak, orana ait *Component Editor* görüntülenir. *Component Editor* açıldığında, *Ratio* ve diğer isteğe bağlı sekmeler her zaman gösterilir. Uygulanmak istenilen *Ratio Type* (Oran Türü), mevcut seçenekler arasından seçilir. *Precipitation* yöntemi seçildiğinde, oran yalnızca *subbasins* (alt havzalar) için uygulanabilir. *Flow* yöntemi seçildiğinde ise oran; *subbasins, sources* (kaynaklar) veya her iki eleman türüne birden uygulanabilir. Son olarak, *Ratio Value* (Oran Değeri) girilir. *Precipitation Ratio* ile çalışırken, Meteorolojik Model tarafından her zaman adımı için hesaplanan yağış değeri, alt havza elemanlarına uygulanmadan önce belirtilen oran ile çarpılır. *Flow Ratio* ile çalışırken ise, Havza Modeli tarafından her zaman adımı için hesaplanan çıkış debisi, bir sonraki mansap elemanına iletilmeden önce belirtilen oran ile çarpılır. Bir oran yöntemi seçilmeden, *Subbasins* ve *Sources* elemanlarına oran uygulanıp uygulanmayacağı seçilemez ve *Ratio* değeri girilemez.



Şekil 12.14 Simülasyon Çalıştırmasındaki Tüm Alt Havzalar İçin Yağış Oranı Girilmesi

Başlangıç ve Durumların Kaydedilmesi (*Start and Save States*)

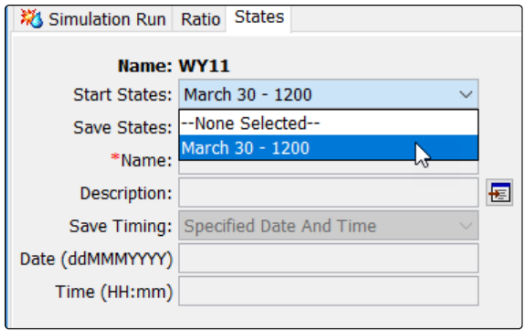
Havza ve Meteorolojik Modellerde kullanılan çeşitli matematiksel denklemlerin tümü Durum Değişkenleri (*State Variables*) içerir. Durum değişkeni, bir zaman aralığının sonunda sistemin mevcut durumunu ifade eder. Örneğin: Bir rezervuardaki durum değişkeni, depolanan su miktarıdır ve genellikle su kotu (*elevation*) olarak ölçülür. Toprak nemi muhasebesi (*soil moisture accounting*) kayıp yönteminde durum değişkeni, her bir toprak katmanında mevcut olarak tutulan su miktarıdır. Durum değişkenleri, değişen sınır koşulları ve yöntemi yöneten matematiksel denklemin dinamikleri doğrultusunda simülasyon süresince değişir. Simülasyonun başlangıcında tüm durum değişkenlerinin tanımlanması gerekir; bu durumda bunlara Başlangıç Koşulları (*Initial Conditions*) denir.

Bazı yöntemlerde başlangıç değeri kullanıcı tarafından doğrudan belirlenebilir. Örneğin, bir rezervuar için başlangıç depolama miktarı girilebilir. Bazı yöntemlerde ise başlangıç koşulu dolaylı olarak tanımlanır. Örneğin, yüzey akışının başlamasından önce gerçekleşmesi gereken infiltrasyon miktarının girildiği kayıp yöntemlerinde bu değer genellikle başlangıç kaybı (*initial loss*) olarak adlandırılır. Birçok kanal yönlendirme (*channel routing*) yöntemi, başlangıç koşulu olarak başlangıç çıkış debisinin (*initial outflow*) mansaptaki ilk giriş debisine (*first inflow*) eşit olduğunu varsayar. Alternatif olarak, kullanıcı başlangıç çıkış debisini doğrudan tanımlayabilir.

Durum değişkenlerinin iki temel amacı vardır: uzun simülasyonların daha küçük zaman dilimlerine bölünmesi ve gerçek zamanlı tahmin operasyonlarının yürütülmesi. Uzun süreli simülasyonlarda durumların kullanılması, tek ve kesintisiz bir simülasyonla aynı sonuçların elde edilmesini sağlar. Örneğin, 1995 ve 1996 yıllarının tamamını kapsayan bir çalışma yerine, 1995 yılı için bir *Simulation Run* yapılandırılıp simülasyon sonunda durumlar kaydedilebilir; ardından 1996 yılı için yeni bir simülasyon oluşturularak başlangıç durumları olarak 1995 çalıştırmasının sonunda kaydedilen değerler kullanılabilir. Bu şekilde iki ayrı çalıştırma ile elde edilen sonuçlar, tek bir uzun çalıştırmadan elde edilen sonuçlarla tamamen aynı olur. Bu yaklaşım, özellikle uzun yıllar veya on yıllar süren sürekli simülasyon çalışmalarında oldukça kullanışlıdır. Gerçek zamanlı tahmin uygulamalarında ise genellikle simülasyon günlük olarak çalıştırılır ve üç ila beş günlük ileriye dönük tahmin yapılır. Simülasyon beş gün sürecek şekilde ayarlanıp ilk günün sonunda durum değişkenleri kaydedilebilir; ertesi gün tahmin güncellendiğinde ise bir önceki günün kaydedilmiş durumlarından başlanarak simülasyona devam edilir. Böylece simülasyonu çok eski olabilecek son bilinen havza koşullarından başlatmaya gerek kalmadan, sürekli güncellenen ve tutarlı sonuçlar elde edilir.

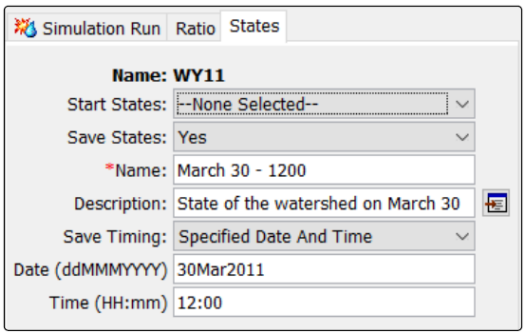
Bir *Simulation Run* sırasında başlangıç durum değişkenlerinin (*Start State Variables*) kaydedilmesi veya simülasyonun kaydedilmiş durum değişkenlerinden başlatılması isteğe bağlıdır. Eğer kaydedilmiş durum değişkenleri (*start states*) kullanılmazsa, başlangıç koşulları havza ve Meteorolojik modellerde tanımlandığı şekilde alınır. Ancak *start states* kullanılırsa, havza ve Meteorolojik modellerde belirtilen başlangıç koşulları, kaydedilmiş durum dosyasında yer alan değerler tarafından geçersiz kılınır ve bu değerlerle değiştirilir. Kaydedilmiş durumlar kullanılmadığında simülasyon normal şekilde çalışır. Durumların kaydedilmesi seçildiğinde ise simülasyon, durum değişkenlerini kaydetmek için kısa bir süreliğine duraklar ve ardından normal şekilde devam eder. Oluşturulan kaydedilmiş durum dosyası herhangi bir simülasyonda kullanılabilir; simülasyonun başlangıç tarihinin, durumların kaydedildiği tarihle aynı veya benzer olması gerekmez. Kaydedilmiş durumlar farklı *Simulation Run*'lar arasında da kullanılabilir; ancak bunun için havza ve Meteorolojik modellerin benzer yapılandırmalara sahip olması (Havza Modelinde benzer elemanlar ve her iki modelde benzer modelleme yöntemleri bulunması) gerekir, aksi halde kaydedilmiş durumlar geçerli olmayacaktır.

Simulation Run için isteğe bağlı başlangıç durumlarının (*optional start states*) seçimi, *Watershed Explorer* penceresindeki *Compute* sekmesinden yapılır. *Simulation Run*'a ait *Component Editor* açıldıktan sonra *States* sekmesine tıklanır. *Simulation Run Component* Editor görüntülendiğinde, *States* sekmesi ve diğer isteğe bağlı sekmeler her zaman gösterilir. Kullanıcı, durumları kaydetmeyi (*Save States*) seçebilir ve simülasyonu mevcut kaydedilmiş durumlarla başlatabilir. Simülasyonu kaydedilmiş durumlarla başlatmak için, *Start States* seçim listesinden kullanılmak istenen durumlar seçilir. Listede yalnızca, durum kaydetme seçeneği etkinleştirilmiş bir simülasyon çalıştırılarak oluşturulmuş geçerli durumlar görüntülenir. Geçerli kaydedilmiş durumlar mevcut değilse başlangıç durumları seçilemez. Simülasyonu başlatırken doğru durumları seçebilmek için açıklayıcı bir kaydetme adı kullanmak faydalıdır. Örneğin, aşağıdaki şekilde verilen örnekte durumlar kaydedilirken "March 30 – 1200" adı kullanılmıştır. Kaydetme sırasında kullanılan tarih ve saat bilgisinin ad olarak verilmesi, sonraki simülasyonlarda uygun kaydedilmiş durumların kolayca seçilmesini sağlar.



Şekil 12.15 Kaydedilmiş Durum Dosyası Kullanılarak Simülasyonun Başlatılması

Simulation Run için isteğe bağlı durum kaydı (*save states*) oluşturma işlemi, *Watershed Explorer* penceresindeki *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. *Simulation Run*'a ait *Component Editor* açıldıktan sonra *States* sekmesine tıklanır. *Component Editor* görüntülendiğinde *States* sekmesi ve diğer isteğe bağlı sekmeler her zaman gösterilir. Bir *save states* dosyası oluşturmak için *Save States* seçeneğinin *No* yerine *Yes* olarak değiştirilmesi gerekir. Ayrıca kaydedilecek durumlar için bir *Name* (Ad) girilmesi zorunludur; isteğe bağlı olarak açıklama da eklenebilir. Durumların ne zaman kaydedileceğini belirlemek için iki seçenek vardır: *Simulation Run* sonunda (*End of the Simulation Run*) veya *Simulation Run* sırasında belirli bir tarih ve saatte (*Specified Date and Time During the Simulation Run*). Eğer simülasyon sonunda kaydetme seçilirse, program durumların kaydedileceği doğru tarih ve saati otomatik olarak belirler. Belirli bir tarih ve saatte kaydetme seçilirse, ilgili tarih ve saat kullanıcı tarafından girilmelidir. Girilen tarih ve saat, *Simulation Run* başlangıç zamanından sonra ve simülasyon bitiş zamanına eşit ya da ondan önce olmalıdır.



Şekil 12.16 Simulation Run'u, Hesaplama Zaman Aralığı Sırasında Durumları Kaydedecek Şekilde Yapılandırmak

12.2 SIMULATION RUN İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI

Bir *Simulation Run* için sonuçlar, simülasyon çalıştırılarak (*computing*) elde edilir. Çalıştırmada kullanılan tüm bileşenlerdeki değişiklikler otomatik olarak izlenir ve sonuçların güncel olup olmadığı belirlenir. Sonuçlar artık güncel değilse, sonuçları yenilemek için simülasyonun tekrar çalıştırılması gerekir. Sonuçların hesaplanması, öncelikle bir *Simulation Run* seçilmesiyle başlar.

Mevcut Simulation Run'un Seçilmesi

Mevcut bir *Simulation Run*'u seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, seçilen çalıştırmanın hesaplanabilmesini ve sonuçların *Watershed Explorer* ile *Basin Map* üzerinden erişilebilir olmasını sağlar. Mevcut *Simulation Run, Basin Map* başlığında gösterilir.

Birinci yöntem, *Toolbar* üzerinden seçim yapmaktır. *Compute Selection Box,* projedeki tüm *Compute* bileşenlerini listeler ve *Simulation Run*'lar listenin başında görünür. Her *Simulation Run*, "*Run*" öneki ile başlar ve ardından *Simulation Run* adı gelir. *Toolbar*'daki seçim kutusuna tıklayarak bir *Simulation Run* seçildiğinde, bu *run* mevcut *run* olarak atanır.

İkinci yöntem ise *Watershed Explorer* penceresi üzerindeki *Compute* sekmesini kullanmaktır. Mevcut *run* yapmak istediğiniz *Simulation Run*'a *Watershed Explorer*'da tıklayarak seçilebilir. *Simulation Run*'lar, *Simulation Runs* klasörü altında alfabetik olarak listelenir.

Simulation Run'un Hesaplanması

Mevcut olarak seçili *Simulation Run*, üç farklı şekilde hesaplanabilir. Tüm yöntemler, önce otomatik olarak parametre kontrolü yapar ve herhangi bir hata yoksa simülasyon sonuçlarının hesaplanmasına geçer. Program ayrıca hesaplama açısından verimli olacak şekilde tasarlanmıştır: yalnızca önceki hesaplamadan sonra verisi değişmiş bileşenler yeniden hesaplanır; diğer bileşenlerde değişiklik olmadığından önceki simülasyon sonuçları geçerliliğini korur. İstenirse, *Program Settings* içindeki bir seçenek ile tüm bileşenlerin veri değişikliği olup olmamasına bakılmaksızın yeniden hesaplanması da sağlanabilir.

Birinci yöntem, *Compute* menüsü üzerinden hesaplama yapmaktır. *Compute* menüsüne tıklanıp *Compute Run* komutu seçilir. Mevcut *Simulation Run*'un adı komutun parantez içinde gösterilir. Eğer komut seçilemez durumdaysa, bu durum mevcut bir *Simulation Run*'un seçilmediğini gösterir; önce bir *run* seçilmesi gerekir. Hesaplama sırasında, ilerlemeyi gösteren bir pencere otomatik olarak açılır. Hesaplama tamamlandığında, pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir; işlem başarısız veya başarılı olabilir. Eğer sadece veri değişikliği olan bileşenler değil de tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenir ise, menü komutunu seçerken *CTRL* tuşu basılı tutulur.

Simulation Run'un Hesaplanmasının İkinci ve Üçüncü Yöntemleri

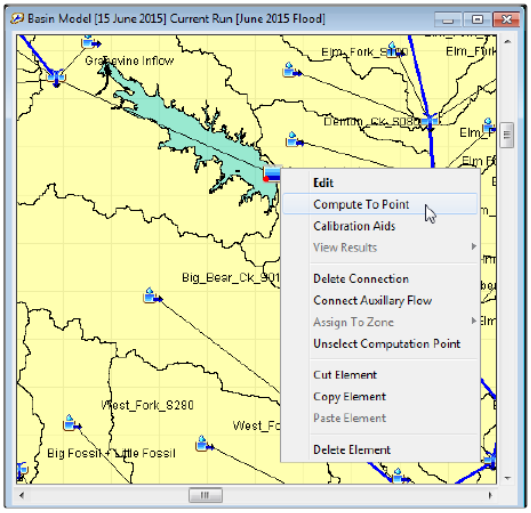
İkinci yöntem, *Watershed Explorer* penceresi üzerindeki *Compute* sekmesi kullanılarak yapılır. Hesaplanmak istenilen *Simulation Run*'a sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler yer alır; bunlardan *Compute* komutu seçilir. Hesaplama ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Eğer sadece veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenir ise, sağ tıklama menüsünden *Compute* komutunu seçerken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Üçüncü yöntem, *Toolbar* üzerindeki *Compute* butonunu kullanmaktır. Buton, yalnızca mevcut ve hesaplanabilir bir *run* olduğunda etkin olur. Eğer buton kullanılamıyor veya farklı bir hesaplama türü gösteriyorsa, önce bir *Simulation Run* seçilmesi gerekir. Butona basarak mevcut *Simulation Run*'u hesaplanabilir; ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenir ise, butona basarken *CTRL* tuşunu basılı tutulabilir.

Hesaplama Noktasına Kadar Hesaplama

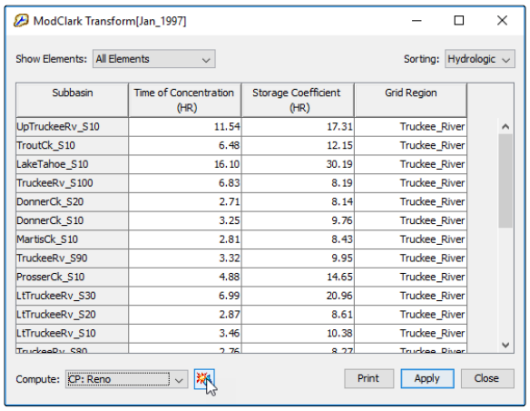
Bir *Basin Model* içindeki herhangi bir hidrolik eleman, *Computation Point* olarak atanabilir. Bir *computation point*'in nasıl seçileceği veya seçiminin kaldırılacağı, *Computation Point* bölümünde açıklanmıştır. Bir *Simulation Run*'u belirli bir *computation point*'e kadar hesaplamak da mümkündür. Bu yöntemle, yalnızca *computation point* olarak belirlenmiş hidrolik eleman ve onun mansap yönündeki tüm elemanlar hesaplanır. *Computation point*'in aşağısındaki elemanlar için hesaplama yapılmaz, böylece işlem süresi kısaltılabilir.

Bir *Simulation Run*, en az bir *computation point* atanmış ve bir *run* seçilmiş olduğunda *computation point*'e kadar hesaplanabilir. Kullanıcıların *computation point*'e kadar hesaplama yapabileceği birkaç farklı yöntem vardır. Örneğin, kullanıcılar *Basin Model Map* penceresinden, harita üzerindeki bir *computation point*'e sağ tıklayıp *Compute To Point* komutunu seçerek hesaplamayı başlatabilirler.



Şekil 12.17 Computation Point Olarak Atanmış Bir Elemana Kadar Simulation Run Sonuçlarının Hesaplanması

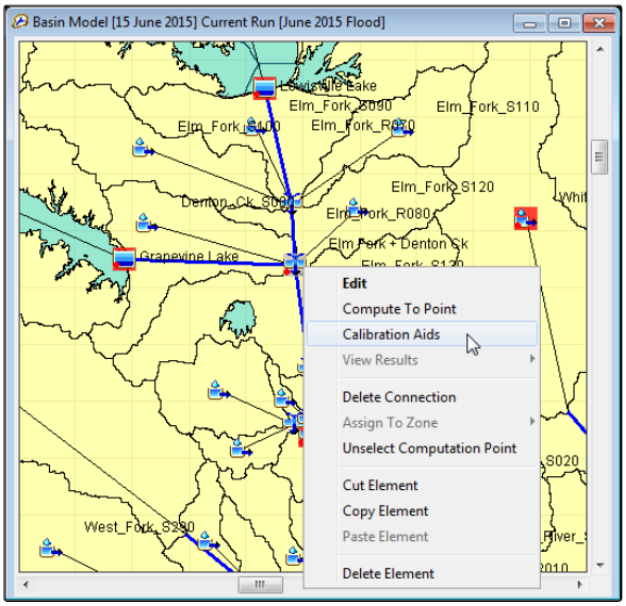
Ayrıca, bir *computation point* seçerek, mansap yönündeki tüm hidrolik elemanların *Global Parameter* editörleri üzerinden hesaplanması sağlanabilir.



Şekil 12.18 Global Parameter Editor Kullanarak Bir Elemana Kadar Simulation Run Sonuçlarının Hesaplanması

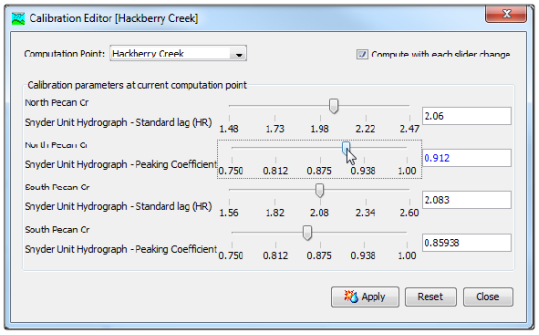
Computation Point'te Kalibrasyon Yardımlarının Kullanılması

Calibration Aids, bir *computation point*'te yapılandırılmış *Custom Editor* ve *Custom Results*'u içerir. *Computation point*'te *Custom Editor* ve sonuçların nasıl yapılandırılacağı, *Computation Points* bölümünde açıklanmıştır. Özelleştirilebilir editör ve sonuç grafikleri yapılandırıldıktan sonra, bu kalibrasyon yardımcıları, bir *Simulation Run* seçildiğinde *Basin Model Map* penceresinden kullanılabilir. Harita üzerindeki bir *computation point*'e sağ tıklanır ve *Calibration Aids* komutu seçilir. Bu komut yalnızca mevcut bir *Simulation Run* varken seçilebilir. Komut seçildiğinde, yapılandırılmış *Custom Editor* ve özelleştirilmiş sonuç grafikleri açılır.



Şekil 12.19 Computation Point'te Kalibrasyon Yardımlarının Açılması

Aşağıda, bir örnek *Custom Editor* gösterilmektedir. Bu editor, *computation point*'te yapılandırılmış kalibrasyon yardımlarına erişmek ve sonuçları incelemek için kullanılır.



Şekil 12.20 Computation Point'te Özel Kalibrasyon Editörünün Kullanılması

Bir eleman için parametre değeri, o parametreye ait *Slider Bar* kullanarak ayarlanabilir. Her *slider bar*, elemanın adı ve parametre adını içerir; ayrıca parametrenin birimi de gösterilir. Değeri değiştirmek için fare ile *slider*'ı sürüklenir; seçilen kesin değer her *slider*'ın sağında gösterilir. İstenirse, değer kutusuna doğrudan yazarak da parametreyi değiştirilebilir.

Slider bar ile bir parametre değeri değiştirildiğinde, *computation point* ve onun mansap yönündeki tüm elemanların sonuçları hemen yeniden hesaplanır. Çoğu havzada bu hesaplamalar sadece birkaç saniye sürerken, bazı karmaşık havzalarda sonuçların yeniden hesaplanması daha uzun sürebilir. Bu durumlarda, sağ üst köşedeki onay kutusunu kullanarak yeniden hesaplamanın zamanı kontrol edilebilir. Onay kutusu *Engaged* durumdayken, her *slider* değişikliğinde sonuçlar otomatik olarak yeniden hesaplanır. Onay kutusu *Disengaged* durumdayken ise sonuçlar yalnızca *Apply* butonuna basıldığında yeniden hesaplanır.

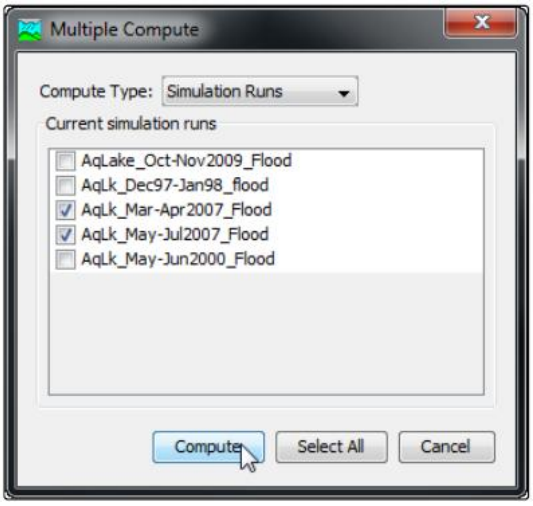
Result Graphs, Customizable Editor ile yapılan değişiklikleri otomatik olarak yansıtacaktır. Yeniden hesaplama tamamlandığında, güncellenmiş sonuçlar her grafikte gösterilen önceki sonuçların yerine otomatik olarak geçer.

Bazen yapılan tüm parametre ayarlarını iptal edip kalibrasyona yeniden başlamak istenebilir. Bu durumda *Reset* butonuna basarak, özelleştirilebilir editördeki parametre değerlerini, editör ilk açıldığında geçerli olan değerlerine geri döndürülebilir.

Birden Fazla Simulation Run'un Hesaplanması

Birden fazla *Simulation Run*, art arda hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Hesaplamaya dahil edilen her *run*, izole bir şekilde çalıştırılmış gibi dahili olarak yönetilir. Kullanıcı için otomatik olarak gerçekleştirilen adımlar şunlardır: öncelikle *Simulation Run*'un seçilmesi, ardından *run* için parametrelerin kontrol edilmesi ve son olarak simülasyonun hesaplanması. Bu işlem sırası, seçilen her *Simulation Run* için hızlı bir şekilde tekrarlanır. Hesaplama süreci boyunca uygun geri bildirim, bir *progress bar* aracılığıyla sağlanır.

Birden fazla *Simulation Run*, önce var olmalı ve ardından çoklu hesaplama (*multiple compute*) için seçilebilir. *Compute* menüsünden *Multiple Compute* komutu seçilir. Açılan yönetici (*manager*) penceresi, hangi *Simulation Run*'ların hesaplanacağını seçmek için kullanılır. Listeden seçimler yaptıktan sonra *Compute* butonuna basarak seçilen *run*'ların hesaplanması başlatılabilir. Her *Simulation Run* için ayrı bir *progress bar* gösterilir. *Progress bar, Program Settings* ayarlarına bağlı olarak *run* tamamlandığında otomatik olarak kaybolabilir. Ancak, hesaplama sırasında bir hata oluşursa, seçilen tüm *run*'lar hesaplamayı bitirse bile *progress bar* her zaman görünür durumda kalır.



Şekil 12.21 Art Arda Hesaplama İçin Birden Fazla Simulation Run'un Seçilmesi

12.3 MEVCUT SİMULATİON SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Bir *Simulation Run* hesaplandıktan sonra, çeşitli grafiksel ve tablo sonuçları görüntülenebilir. Program, *Simulation Run*'daki tüm verileri, seçilen *Basin Model*, seçilen *Meteorologic Model* ve seçilen *Control Specifications*'ı takip eder. Ayrıca havza ve meteorolojik modellerde kullanılan zaman serisi, eşleştirilmiş veri veya grid verilerini de izler. Bir sonuç görüntülendiğinde, kullanıcı tarafından kapatılana kadar açık kalır. Ancak, açıkken simülasyonu üreten model bileşenlerinden bazıları değiştirilirse, sonuç penceresi hemen verilerin değiştiğini ve *Simulation Run*'un yeniden hesaplanması gerektiğini gösterir. Run yeniden hesaplandığında, açık sonuçlar otomatik olarak yeni sonuçlarla güncellenir ve güncellemenin tarihi ve saati gösterilir. Model bileşenleri değişmiş olsa bile sonuçlar açılabilir; bu durumda grafik veya tablo, sonuçların güncel olmadığını ve modelin yeniden hesaplanması gerektiğini belirtir.

Global Özet Tablosu

Mevcut Simülasyon Çalıştırmasına ait Global Özet Sonuçlarına erişmenin iki yolu bulunmaktadır. Her iki yöntem de aynı sonuçları görüntüler. Global Özet Tablosu açıldıktan sonra, Simülasyon Çalıştırması her hesaplandığında tablo otomatik olarak güncellenir.

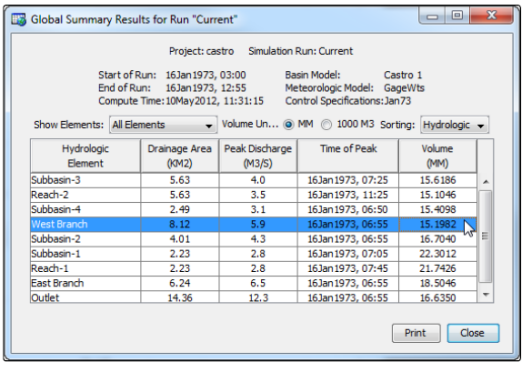
Global Özet Sonuçlarını görüntülemenin ilk yöntemi *Results* (Sonuçlar) menüsünü kullanmaktır. *Results* menüsüne tıklanarak *Global Summary Table* komutu seçilir. Bu menü komutu yalnızca mevcut Simülasyon Çalıştırmasına ait sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek olmadığı durumlarda etkin olur. Menü komutu seçildikten sonra Özet Tablosu otomatik olarak açılır.

Tablo, Havza Modeli içindeki her bir eleman için bir satır içerir ve aşağıdaki sütunlardan oluşur:

- Eleman Adı (*Element Name*)
- Drenaj Alanı (*Drainage Area*)
- Pik Debi (*Peak Flow*)
- Pik Debi Zamanı (*Time of Peak Flow*)
- Toplam Çıkış Hacmi (*Total Outflow Volume*)

Tablo, sonuç talep edildiğinde seçilmiş olan elemanları gösterecek şekilde açılır. Seçili elemanlar hem *Basin Map* (Havza Haritası) hem de *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) üzerinde gösterilir. İsteğe bağlı olarak, sonuç tablosunun üzerindeki seçim kutusu kullanılarak tüm elemanlar görüntülenebilir.

Global Özet Sonuçlarını görüntülemenin ikinci yöntemi ise *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindeki butonu kullanmaktır. Üzerinde tablo ve küre simgesi bulunan araç çubuğu butonuna basılır. Bu buton yalnızca hesaplanmış sonuçlara sahip geçerli bir Simülasyon Çalıştırması mevcut olduğunda etkin olur.



Şekil 12.22 Bir Simülasyon Çalıştırmasına Ait Global Özet Tablosunun Görüntülenmesi

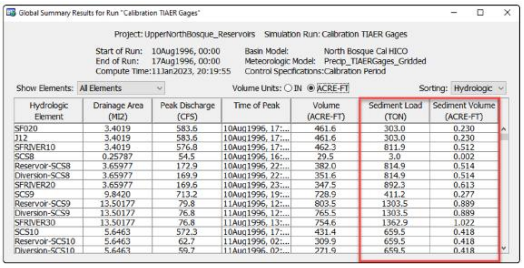
Hacim sonuçları için kullanılacak birimler seçilebilir. Gerçek hacim değeri, Bin Metreküp (THOU M3) veya Acre-Feet (AC-FT) birimlerinden biriyle gösterilir. Hacim birimlerini değiştirmek için sonuç tablosunun üzerinde bulunan butonlar kullanılabilir.

Listelenen elemanlar Alfabetik veya Hidrolojik sıra düzenine göre görüntülenebilir. Hidrolojik sıra seçildiğinde, elemanlar *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içerisindeki sıralama ile aynı şekilde gösterilir. Bu sıralama, akım ağına (*flow network*) göre belirlenen düzeni ve varsa yapılan manuel düzenlemeleri yansıtır. İsteğe bağlı olarak, sonuç tablosunun üzerindeki seçim kutusu kullanılarak elemanlar alfabetik sıraya göre görüntülenebilir.

Bir alt havzada sediman hesaplaması etkinleştirilmiş ve hesaplama yapılmışsa, Global Özet Tablosunda iki ek sonuç sütunu görüntülenir. Her bir hidrolojik eleman için:

- Toplam Sediman Yükü (TONNE veya TON)
- Toplam Sediman Hacmi (THOU M3 veya ACRE-FT)

değerleri listelenir.



Şekil 12.23 Sediman Sütunları İçeren Global Özet Tablosu

Bireysel Elemanlar

Mevcut Simülasyon Çalıştırmasında yer alan Bireysel Elemanlara ait sonuçlara erişmenin üç yolu bulunmaktadır. Tüm yöntemler aynı sonuçları görüntüler. Bir elemana ait sonuçları görüntüleyebilmek için öncelikle Havza Haritası (*Basin Map*) üzerinde bir veya daha fazla elemanın seçilmesi gerekir.

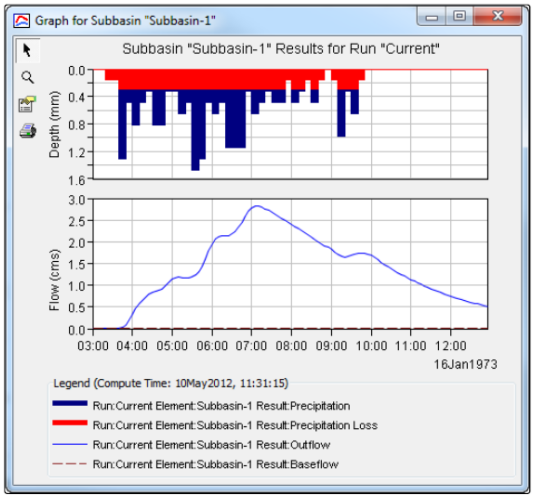
Bireysel Eleman Sonuçlarını görüntülemenin ilk yöntemi *Results* (Sonuçlar) menüsünü kullanmaktır. Öncelikle, gerekirse *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içerisindeki *Components* (Bileşenler) sekmesinden Havza Modeli açılmalıdır. Mevcut Simülasyon Çalıştırması, Havza Haritası başlık çubuğunda köşeli parantez içinde gösterilir.

Havza Haritası üzerinde *Arrow Tool* (Ok Aracı) kullanılarak bir veya daha fazla eleman seçilir. Eleman seçildikten sonra *Results* menüsüne tıklanarak aşağıdaki komutlardan biri seçilir:

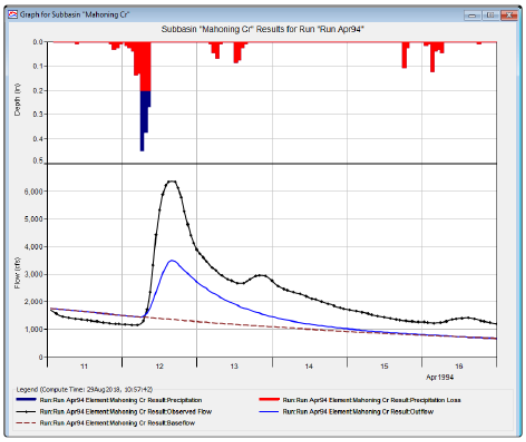
- *Element Graph* (Eleman Grafiği)
- *Element Summary Table* (Eleman Özet Tablosu)
- *Element Time-Series Table* (Eleman Zaman Serisi Tablosu)

Seçilen komuta ait sonuç, otomatik olarak *Desktop* (Çalışma Alanı) bölümünde görüntülenir.

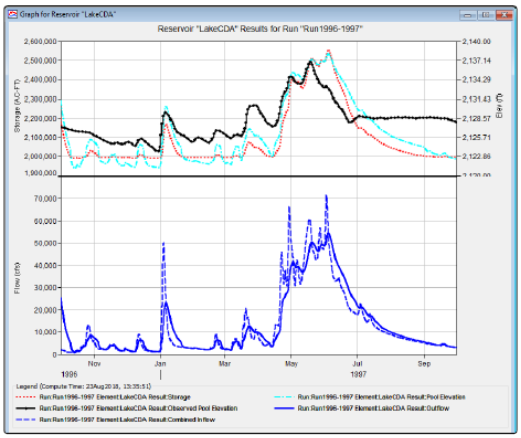
Grafikte yer alan bilgiler eleman tipine göre değişmekle birlikte, her zaman *Outflow* (Çıkış Debisi) bilgisini içerir. Ayrıca isteğe bağlı olarak *Observed Flow (*Gözlenen Debi), *Computed Stage* (Hesaplanan Su Seviyesi) ve *Observed Stage* (Gözlenen Su Seviyesi) gibi ek bilgiler de görüntülenir.



Şekil 12.24 Bir Alt Havza İçin Eleman Grafiği



Şekil 12.25 Gözlenen Debi Verisi ile Bir Alt Havza Eleman Grafiği



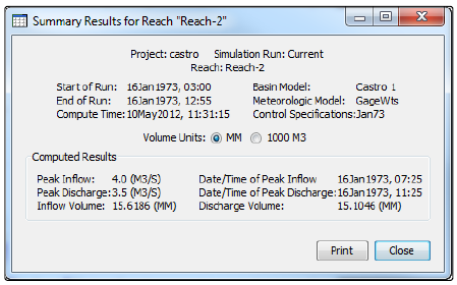
Şekil 12.26 Gözlenen Su Seviyesi Verisi ile Bir Rezervuar Eleman Grafiği

Özet Tablosunda yer alan bilgiler de eleman tipine göre değişiklik gösterir, ancak her zaman Pik Debi (*Peak Flow*), Pik Debi Zamanı (*Time of Peak Flow*) ve Çıkış Hacmi (*Outflow Volume*) bilgilerini içerir. Eğer Gözlenen Veriler (*Observed Data*) mevcutsa hem gözlenen verilere ilişkin bilgiler hem de simülasyon zaman serisi ile gözlenen veriler arasındaki uyum derecesini gösteren *Goodness-of-Fit* İstatistikleri sunulur.

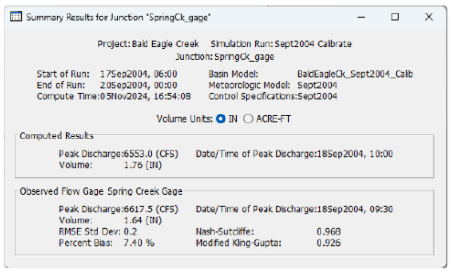
Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*), grafikte yer alan bilgilerin aynılarını sayısal formatta sunar. Birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir sonuç görüntülenir.

Results (Sonuçlar) menüsündeki komutlar yalnızca şu koşullar sağlandığında etkin olur:

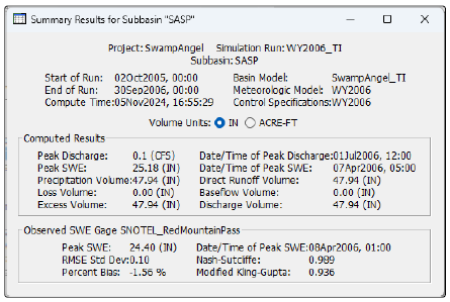
1. Mevcut Simülasyon Çalıştırmasına ait sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoktur.
2. Havza Haritasında en az bir eleman seçilmiştir.



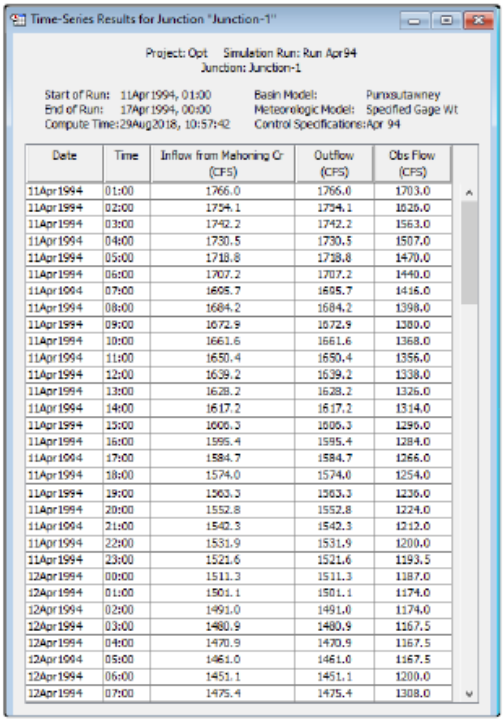
Şekil 12.27 Bir Akarsu Kesimi İçin Eleman Özet Tablosu



Şekil 12.28 Gözlenen Debi Verileri ve Uyumluluk İstatistiklerini İçeren Bir Alt Havza Eleman Özet Tablosu



Şekil 12.29 Gözlenen Kar Su Eşdeğeri Verileri ve Uyumluluk İstatistiklerini İçeren Bir Alt Havza Eleman Özet Tablosu



Time-Series Results for Junction "Junction-1"

Project: Opt Simulation Run: Run Apr94
Junction: Junction-1

Start of Run: 11Apr1994, 01:00 Basin Model: Punxsutawney
End of Run: 17Apr1994, 00:00 Meteorologic Model: Specified Gage Wt
Compute Time: 29Aug2018, 10:57:42 Control Specifications: Apr 94

Date	Time	Inflow from Mahoning Cr (CFS)	Outflow (CFS)	Obs Flow (CFS)
11Apr1994	01:00	1766.0	1766.0	1703.0
11Apr1994	02:00	1754.1	1754.1	1626.0
11Apr1994	03:00	1742.2	1742.2	1563.0
11Apr1994	04:00	1730.5	1730.5	1507.0
11Apr1994	05:00	1718.8	1718.8	1470.0
11Apr1994	06:00	1707.2	1707.2	1440.0
11Apr1994	07:00	1695.7	1695.7	1416.0
11Apr1994	08:00	1684.2	1684.2	1398.0
11Apr1994	09:00	1672.9	1672.9	1380.0
11Apr1994	10:00	1661.6	1661.6	1368.0
11Apr1994	11:00	1650.4	1650.4	1356.0
11Apr1994	12:00	1639.2	1639.2	1338.0
11Apr1994	13:00	1628.2	1628.2	1326.0
11Apr1994	14:00	1617.2	1617.2	1314.0
11Apr1994	15:00	1606.3	1606.3	1296.0
11Apr1994	16:00	1595.4	1595.4	1284.0
11Apr1994	17:00	1584.7	1584.7	1266.0
11Apr1994	18:00	1574.0	1574.0	1254.0
11Apr1994	19:00	1563.3	1563.3	1236.0
11Apr1994	20:00	1552.8	1552.8	1224.0
11Apr1994	21:00	1542.3	1542.3	1212.0
11Apr1994	22:00	1531.9	1531.9	1200.0
11Apr1994	23:00	1521.6	1521.6	1193.5
12Apr1994	00:00	1511.3	1511.3	1187.0
12Apr1994	01:00	1501.1	1501.1	1174.0
12Apr1994	02:00	1491.0	1491.0	1174.0
12Apr1994	03:00	1480.9	1480.9	1167.5
12Apr1994	04:00	1470.9	1470.9	1167.5
12Apr1994	05:00	1461.0	1461.0	1167.5
12Apr1994	06:00	1451.1	1451.1	1200.0
12Apr1994	07:00	1475.4	1475.4	1308.0

Şekil 12.30 Gözlenen Debi Verisine Sahip Bir Kavşak Eleman Zaman Serisi Tablosu

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ikinci yöntemi, *Basin Map* (Havza Haritası) üzerindeki eleman ikonunu kullanmaktır. Yine, sonuçları görüntülemeden önce *Basin Modeli* açmak ve mevcut bir Simülasyon Çalıştırması seçilmesi gerekebilir. Bir elemanı vurgulamak için üzerine tıklanır. Fare elemanın üzerinde tutarken sağ fare tuşuna basılır. Bir *context menu* (bağlamsal menü) görüntülenir ve bu menüde *View Results* (Sonuçları Görüntüle) seçeneği de dahil olmak üzere çeşitli seçenekler bulunur. Mevcut Simülasyon Çalıştırmasının adı, menü komutunun yanında köşeli parantez içinde gösterilir. Fareyi *View Results* (Sonuçları Görüntüle) alt menüsüne hareket ettirilir ve aşağıdaki sonuç komutlarından biri seçilir:

- *Graph* (Grafik)
- *Summary Table* (Özet Tablosu)
- *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu)

Seçilen komuta uygun sonuç açılır. Birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir sonuç görüntülenir. *View Results* menü komutu yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında etkin olur: Mevcut Simülasyon Çalıştırmasına ait sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoktur. Havza Haritasında en az bir eleman seçilmiştir.

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin üçüncü yöntemi, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindeki butonları kullanmaktır. Öncelikle *Basin Model* (Havza Modeli) açılmalı, mevcut bir Simülasyon Çalıştırması seçilmeli ve

Basin Map (Havza Haritası) üzerinde *Arrow Tool* (Ok Aracı) ile bir veya daha fazla eleman seçilmelidir. Eleman seçildikten sonra aşağıdaki butonlardan biri tıklanır:

- *Graph* (Grafik) Butonu – bir çizgi grafiği simgeler.
- *Summary Table* (Özet Tablosu) Butonu – düz bir tablo simgeler.
- *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) Butonu – tablo ve saat simgesi içerir.

Seçilen komuta uygun sonuç otomatik olarak açılır. Birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir sonuç *Desktop* (Çalışma Alanı) bölümüne eklenir. Araç çubuğu butonları yalnızca aşağıdaki koşullar sağlandığında etkin olur: Mevcut Simülasyon Çalıştırmasına ait sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoktur. Havza Haritasında en az bir eleman seçilmiştir.

12.4 DİĞER ÇALIŞTIRMALARIN SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Mevcut seçili Simülasyon Çalıştırması için sonuçları görüntülemenin yanı sıra, geçerli seçim olmayan diğer çalıştırmaların sonuçları da görüntülenebilir. Bu diğer çalıştırmalar, verilerin değişmediğinden ve sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek olmadığından emin olmak için mevcut çalıştırma ile aynı şekilde izlenir.

Diğer Simülasyon Çalıştırmalarına ait sonuçlara erişim, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içerisindeki *Results* (Sonuçlar) sekmesi üzerinden sağlanır.

Sonuçları görüntülemeye başlamak için:

1. *Watershed Explorer'*da *Results* sekmesine gidilir.
2. İlgili *Simülasyon Çalıştırması* ikonuna tıklanır.
3. Gerekirse *Simulation Runs* (Çalıştırmalar) klasörünü açarak projedeki tüm çalıştırmaları görüntülenir.

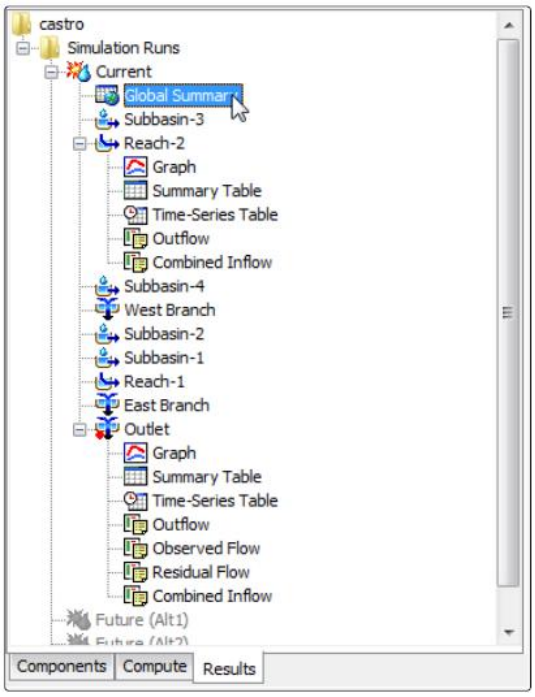
Simülasyon Çalıştırması ikonunun etkin olmaması, sonuçların henüz hesaplanmadığını gösterir. Veri değişikliği sırasında herhangi bir sonuç açık ise, ilgili sonuçlar Simülasyon Çalıştırması yeniden hesaplandığında otomatik olarak güncellenir.

Global Özet Tablosu

Global Özet Tablosu (*Global Summary Table*), Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) içerisindeki *Global Summary* düğümüne tıklanarak açılabilir. Tablo, mevcut Simülasyon Çalıştırması için görüntülenebilen tablo ile tamamen aynıdır. Tablo, Havza Modeli (*Basin Model*) içindeki her bir eleman için bir satır içerir ve aşağıdaki sütunları kapsar:

- Eleman Adı (*Element Name*)
- Drenaj Alanı (*Drainage Area*)

- Pik Debi (*Peak Flow*)
- Pik Debi Zamanı (*Time of Peak Flow*)
- Toplam Çıkış Hacmi (*Total Outflow Volume*)



Şekil 12.31 Watershed Explorer'dan Simülasyon Çalıştırması Sonuçlarına Erişim

Bireysel Elemanlar

Havza Modeli (*Basin Model*) içindeki her bir eleman, Havza Gezgini (*Watershed Explorer*) altında, ilgili Simülasyon Çalıştırması düğümünün altında görüntülenir. Bu elemanlar, Global Özet Tablosu altında hidrolojik sıraya göre listelenir. Her bir elemanın sonuçlarına, elemanın düğümüne tıklayarak erişilebilir. Her eleman için listelenen ilk öğe *Graph* (Grafik)'tir; grafiği görüntülemek için *Graph* düğümüne tıklanır. Bu grafik, mevcut Simülasyon Çalıştırması için görüntülenebilen grafik ile tamamen aynıdır. Grafikte yer alan bilgiler eleman tipine göre değişiklik gösterir, ancak her zaman *Outflow* (Çıkış Debisi) bilgisini içerir. Ayrıca isteğe bağlı olarak *Observed Flow* (Gözlenen Debi), *Computed Stage* (Hesaplanan Su Seviyesi) ve *Observed Stage* (Gözlenen Su Seviyesi) bilgileri de eklenebilir. Benzer şekilde, *Summary Table* (Özet Tablosu) ve *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu)'na da sırasıyla *Summary Table* veya *Time-Series Table* düğümüne tıklanarak erişilebilir.

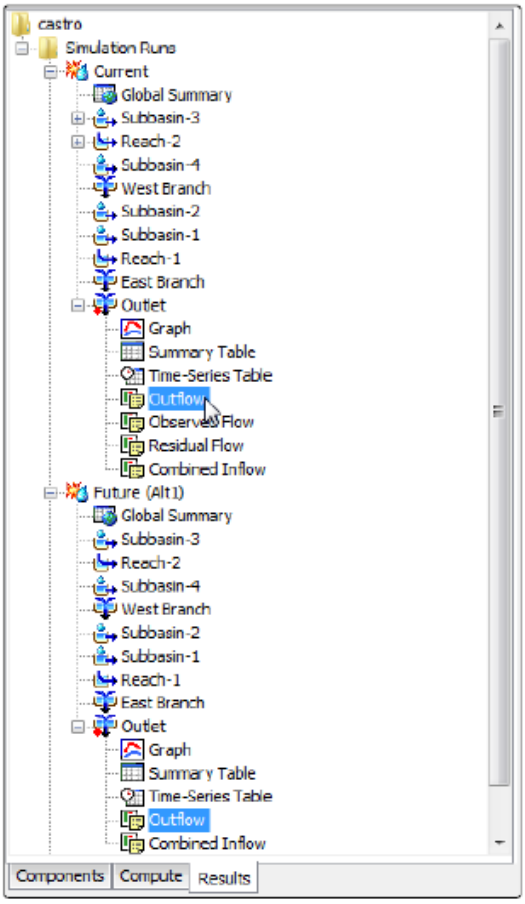
Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği

Bir bireysel eleman tarafından hesaplanan tüm zaman serisi verileri (*time-series data*) görüntülenebilir. Bu zaman serisi verileri, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini)'ndeki her eleman düğümünün altında listelenir. Her eleman

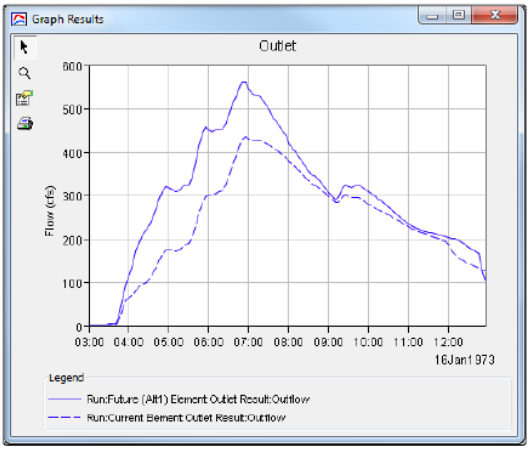
için listelenen ilk düğüm *Graph* (Grafik)'tir, ardından *Summary Table* (Özet Tablosu) ve *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğümleri gelir. Elemanın kalan düğümleri, o elemanda mevcut olan farklı zaman serisi verilerini temsil eder. Bir *Time-Series* (Zaman Serisi) düğümüne tıklanarak veriyi *Component Editor* (Bileşen Düzenleyicisi) içinde ön izlenebilir. *Shift* veya *Ctrl* tuşunu basılı tutarak birden fazla zaman serisi düğümü seçilebilir. Seçilen zaman serileri: Aynı Simülasyon Çalıştırmasındaki farklı elemanlardan, Farklı çalıştırmalardaki aynı elemandan, Farklı çalıştırmalardaki farklı elemanlardan gelebilir. Seçilen zaman serisi verileri, veri tipine göre otomatik olarak gruplara ayrılır.

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler

Seçilen zaman serisi (*time-series*) verilerinin önizleme grafikleri, *Desktop* (Çalışma Alanı) içinde *Graph* (Grafik) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) olarak açılabilir. Bunu yapmak için: Grafikte veya tabloda yer alması istenilen zaman serileri seçilir. Seçilen zaman serilerini grafiğe veya tabloya dönüştürmek için *Graph* veya *Time-Series Table* butonları tıklanır. Seçilen zaman serisi verileri, ilgili grafikte çizilir veya tabloya aktarılır.



Şekil 12.32 İki Farklı Simülasyon Çalıştırmasında Aynı Elemanın Hesaplanmış Çıkış Debisini Seçme

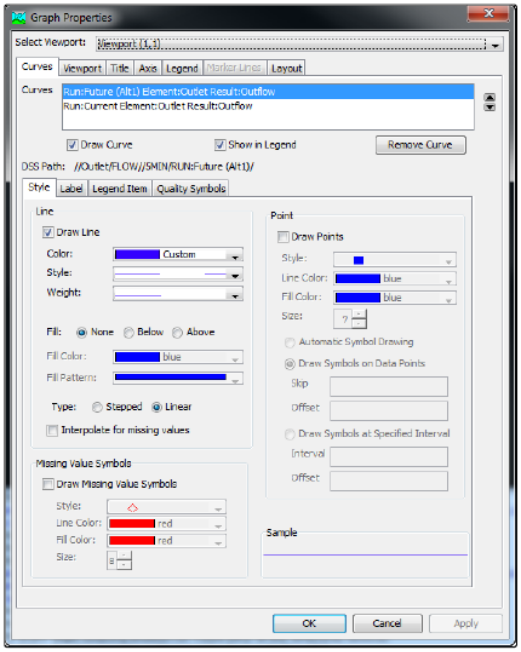


Şekil 12.33 Araç Çubuğu ile Oluşturulmuş Özel Grafik

Bir zaman serisi tablosu (*Time-Series Table*) veya grafik (*Graph*) açıldıktan sonra, ek zaman serisi sonuçları (*Additional Time-Series Results*) eklenebilir. Bunu yapmak için: *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içinde grafiğe veya tabloya eklenmek istendiğinde zaman serisi sonucunun üzerine fare getirilir. Sol fare tuşu basılı tutulur ve eklemek istenilen tablo veya grafiğin üzerine sürüklenir. Fare imleci, hangi tabloların veya grafiklerin ek zaman serisini kabul edebileceğini gösterecek şekilde değişir. Fare tuşunu, ekleme yapmak istenilen tablo veya grafiğin üzerine bırakıldığında, tablo veya grafik otomatik olarak güncellenir ve eklenen zaman serisi sonuçları görüntülenir.

Grafik Özelliklerinin Değiştirilmesi

Erişilebilen tüm grafikler, varsayılan özellikler (*default properties*) ile açılır; bunlar arasında çizgi rengi, çizgi stili, veri sembolleri vb. bulunur. Bu varsayılan özellikler, çoğu durum için uygun olacak şekilde seçilmiştir. Ancak, bir grafiğin özellikleri özelleştirilebilir. Özellikleri değiştirmek için: Öncelikle grafiği seçmek için üzerine tıklanır. Ardından *Results* (Sonuçlar) menüsüne gidilir ve *Graph Properties* (Grafik Özellikleri) komutu seçilir. Açılan *Graph Properties Editor* (Grafik Özellikleri Düzenleyicisi) ile seçilen grafiğin özellikleri değiştirilebilir. Değiştirilebilecek özellikler şunları içerir: Her bir zaman serisi eğrisi (*time-series curve*) için çizgi rengi, çizgi stili ve veri sembolleri Ekseni (*Axis*), Başlığı (*Title*), Izgara çizgileri (*Gridlines*), Desenler (*Patterns*), Açıklama (*Legend*).



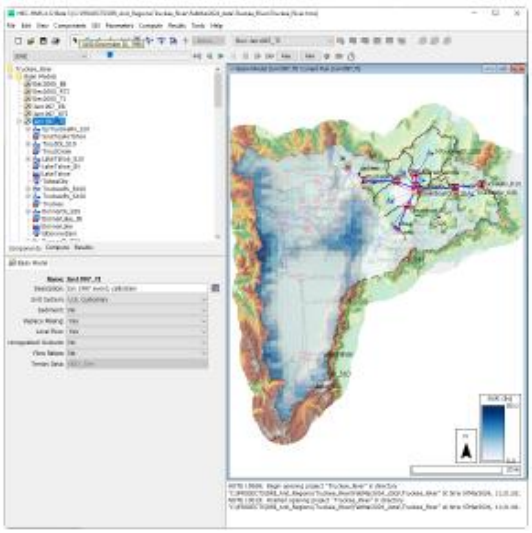
Şekil 12.34 Bir Eleman Grafiğinin Çizim Özelliklerini Düzenleme

12.5 MEKANSAL SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME

Mekânsal Sonuç Araç Çubuğu, CBS Özellikleri (Coğrafi Referanslı Ögeler) kullanılarak oluşturulmuş Havza Modelleri için sonuçları görselleştirme seçenekleri sunar. Mekânsal sonuçlar, Simülasyon Çalıştırma bileşen düzenleyicisinde etkinleştirilmelidir. Mekânsal sonuçlar, öncelikli kalibrasyon tamamlandıktan sonra açılmalıdır. Mekânsal sonuçların kullanımı, kalibrasyon sürecine yardımcı olabilir ve simülasyon hakkında ek bilgiler sağlayabilir. Havza geometrisinde değişiklik yapılır, model parametrelerini düzenlenir ise veya simülasyon yapılandırmasını değiştirilir ise, mekânsal sonuçlar simülasyon sırasında otomatik olarak yeniden hesaplanacaktır.

Aşağıdaki şekil, Mekânsal Sonuç Araç Çubuğu ile birlikte Havza Modeli üzerinde görüntülenen Kar Su Eşdeğeri (*SWE*) sonuçlarını göstermektedir. Mekânsal Sonuç Araç Çubuğu şunları içerir:

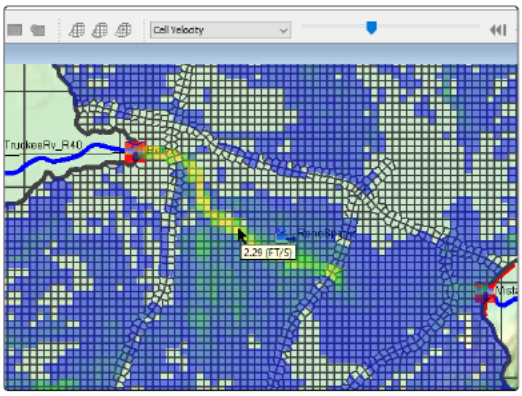
- Çıktı Sonuçlarını Seçme seçenekleri,
- Bir Animasyon Araç Çubuğu,
- Animasyonu Kontrol Etme Butonları,
- Maksimum ve Minimum değer butonları,
- Animasyon, semboloji ve görüntü ayarları seçeneklerini sunan bir görüntü ayarları düzenleyici butonu,
- Animasyon ve/veya anlık görüntü (*snapshot*) dosyası dışa aktarma butonları.



Şekil 12.35 Mekansal Sonuçları Görüntüleme

Mekânsal Sonuçların Görüntülenmesi

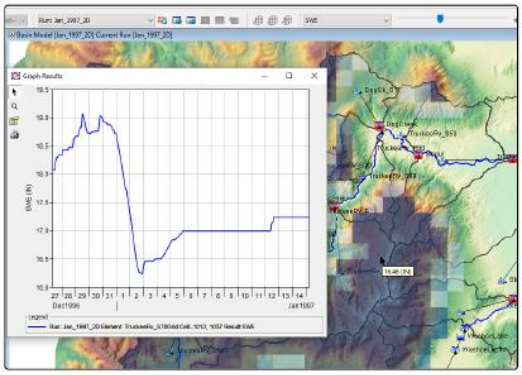
Geçerli bir mekânsal sonuç seçildiğinde, fare ile üzerine gelinen zaman adımı ve hücre için değer ve birimleri içeren bir ipucu *(tool tip*) görüntülenecektir. Bu, aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 12.36 Fare ile Bir Izgara Hücresinin Üzerine Gelindiğinde, Belirli Bir Zaman Adımı İçin Değer ve Birimleri Gösteren İpucu

Geçerli bir mekânsal sonuç seçildiğinde, tıklanan belirli bir ızgara hücresi için sonuçları tablo halinde görüntülemek amacıyla, Mekânsal Sonuçları Çiz (*Plot Spatial Results*) seçeneği bağlam menüsünden kullanılabilir. Bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Mekânsal Sonuçlar için Gereksinimler



Şekil 12.37 Belirli Bir Izgara Hücresinden Grafik Sonuçları Oluşturma

Mekânsal sonuçları kullanabilmek için coğrafi referanslı bir Havza Modeli gereklidir (Alt Havza Ögelerinin coğrafi referanslı olması zorunludur). Coğrafi referanslı bir Havza Modeli, CBS Araçları kullanılarak Arazi Modeli üzerinden ögeler çizilerek oluşturulabilir. Bir diğer seçenek ise, Havza Modelini coğrafi olarak referanslamak için Mevcut Ögeleri Coğrafi Referansla (*Georeference Existing Elements*) veya Coğrafi Referanslı Ögeleri İçe Aktar *(Import Georeferenced Elements)* araçlarını CBS menüsünden kullanmaktır. Bu iki araç, *shapefile* içindeki coğrafi bilgileri kullanarak Alt Havza Ögelerini coğrafi olarak referanslar**.**

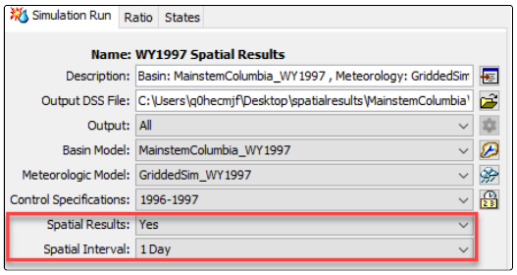
Mekânsal sonuçlar, alt havza düzeyinde**,** alt havza için mekânsal olarak ortalanmış şekilde veya model alanı genelinde, alt havza ögeleri için seçilen Ayrıştırma (*Discretization*) Yöntemi kullanılarak görselleştirilebilir (Yapılandırılmış Ayrıştırma – *Structured Discretization* veya Yapılandırılmamış Ayrıştırma – *Unstructured Discretization*). Mekansal sonuçlar, Transform Yöntemi (*Transform Method*) ModClark veya 2D Diffusion Wave olduğunda ve *Structured, Unstructured* veya dosya ile belirlenmiş (*.sqlite, *.HDF5, *.HDF) Ayrıştırma Yöntemleri seçildiğinde, Grid veya Mesh Düzeyinde görüntülenir. ModClark dosya seçeneği (*File-Specified Discretization Method* altındaki) kullanıldığında, alt havza ögeleri için *gridded* mekânsal sonuçlar görüntülenemez. Bunun yerine, sonuçlar alt havza ortalama değeri olarak gösterilir (*.mod dosya seçeneği kullanıldığında). Transform Yöntemi olarak ModClark veya 2D *Diffusion Wave* dışındaki yöntemler kullanıldığında, mekânsal sonuçlar alt havza düzeyinde görüntülenir.

Mekânsal Sonuçları Etkinleştirme

Mekânsal sonuçlar, hem Simülasyon Çalıştırmaları (*Simulation Runs*) hem de Tahmin Alternatifleri (*Forecast Alternatives*) için görüntülenebilir. Mekânsal sonuçlar, Simülasyon Çalıştırma Bileşen Düzenleyicisinde (*Simulation Run's Component Editor*) etkinleştirilmelidir, aşağıda gösterildiği gibi. Ayrıca, mekânsal sonuçlar için Zaman Aralığı (*Time Interval*) da ayarlanabilir; varsayılan olarak simülasyonun zaman adımı kullanılır. Mekânsal sonuçlar, projenin *Results* dizininde HDF5 dosyası olarak kaydedilir; sonuçlar *.H5 dosyası olarak saklanır. Mekânsal sonuçların etkinleştirilmesi, ek çıktılar üretildiği ve diske kaydedildiği için simülasyon süresine ek

zaman ekler. Bu ek süre, mekânsal sonuçlar etkinleştirilmeden yapılan simülasyon süresinin yaklaşık 1/3'üne kadar çıkabilir.

Mekânsal Sonuçlar Araç Çubuğunda bir Çıktı Sonucu (*Output Result*) ilk kez seçildiğinde, program simülasyonun HDF5 dosyasını işler ve görüntüleme için animasyon parçalarını (*animation tiles*) oluşturur. Çıktı HDF dosyası ilk kez işlendiğinde, animasyon parçalarının oluşturulduğunu belirten bir mesaj görüntülenir. Büyük model alanlarında animasyon parçalarının oluşturulması uzun sürebilir; ancak bu işlem yalnızca mekânsal sonuçlar ilk kez görüntülendiğinde gereklidir. Sonraki simülasyonlarda görüntüleme süresi çok daha kısa olur çünkü animasyon bilgisi zaten mevcut olacaktır.



Şekil 12.38 Mekânsal Sonuçları Etkinleştirme

Mekânsal Sonuçlar Araç Çubuğu

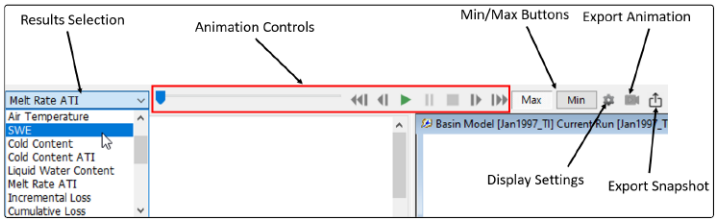
Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi, Mekânsal Sonuçlar Araç Çubuğu şu amaçlarla yapılandırılmıştır:

1. Görselleştirilecek Çıktı Sonucunu Seçmek (*Select an Output Result to Visualize*),
2. Animasyonu Kontrol Etmek (*Control the Animation*),
3. Görüntüleme ve Animasyon Özelliklerini Düzenlemek (*Edit the Display and Animation Properties)*.

Animasyonu yapılabilecek sonuçlar şunları içerir:

- Meteorolojik Sonuçlar,
- Kar Modelleme Sonuçları (*Snow Modeling Results*),
- Yağış Fazlası ve Kayıplar (*Precipitation Excess and Loss*).

Hidrolik Derinlik (*Hydraulic Depth*), Su Yüzeyi Yüksekliği (*Water Surface Elevation*) ve Hücre Hızı (*Cell Velocity*), *2D Diffusion Wave Transform* Yöntemi kullanan alt havzalar için görüntülenebilir. Belirlenmişse, gözlemlenen ve hesaplanan verileri karşılaştıran istatistiksel ölçütler de kullanılabilir.

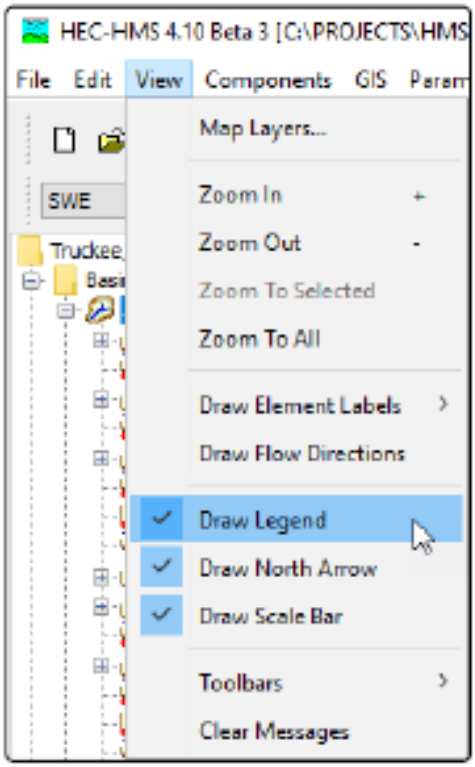


Şekil 12.39 Mekânsal Sonuç Kontrolleri

Animasyon, Animasyon Kontrol Kaydırma Çubuğu (*Animation Control Slider Bar*) ve *Butonlar* aracılığıyla kontrol edilebilir. *Kaydırma çubuğu*, sonuçları ileri veya geri almak için manuel olarak sağa veya sola sürüklenebilir. Animasyon kontrol butonları şunları içerir: Animasyonun başına gitme, Bir zaman aralığı ileri gitme, Animasyonu duraklatma, Bir zaman aralığı geri gitme, Animasyonun sonuna gitme.

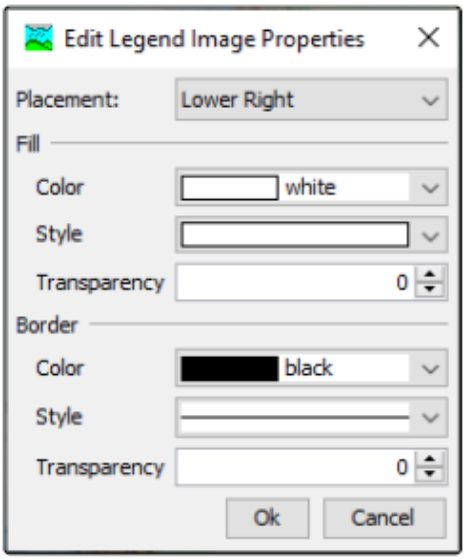
Lejant, Ölçek Çubuğu ve Kuzey Oku

Geçerli bir mekânsal sonuç seçildiğinde, Lejant (*Legend)*, Ölçek Çubuğu (*Scale Bar*) ve Kuzey Oku (*North Arrow*) artık masaüstü ekranında görüntülenebilir. Bu seçenekler, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi Görünüm (*View*) menüsü aracılığıyla etkinleştirilebilir veya devre dışı bırakılabilir.



Şekil 12.40 Görünüm Menüsü Seçenekleri

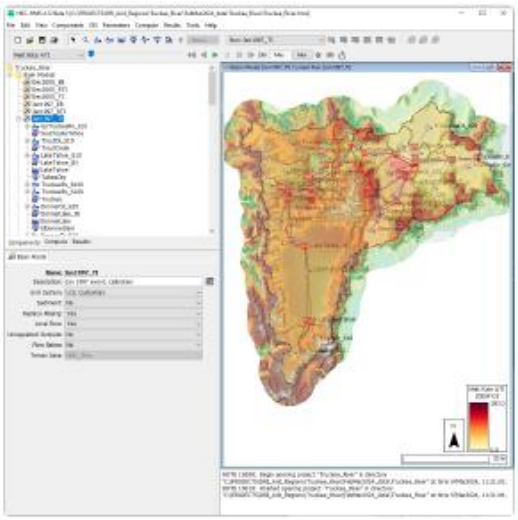
Harita üzerindeki ilgili öğeye sağ tıklayarak Özellikleri Düzenle (*Edit Properties*) seçeneği ile Lejant, Ölçek Çubuğu ve Kuzey Oku özellikleri düzenlenebilir. Yerleştirme (*Placement*), Dolgu (*Fill*) ve Kenarlık (*Border*) seçenekleri ayarlanabilir. Ayrıca, Kuzey Oku özellikleri düzenlenirken, oku Gerçek Kuzeye (*True North*, varsayılan) veya Manyetik Kuzeye (*Magnetic North*) göre göstermek mümkündür.



Şekil 12.41 Lejant Görüntü Özelliklerini Düzenle

Maks/Min Butonları

Max (Maksimum) ve Min (Minimum) butonları, herhangi bir mekânsal sonucun ulaştığı en düşük veya en yüksek değeri, zaman fark etmeksizin görselleştirmeyi hızlı bir şekilde sağlar. Seçildiğinde, bu butonlar beyaz bir arka plan ile gösterilir, aşağıdaki şekilde olduğu gibi.



Şekil 12.42 Maksimum Değerlerin Görüntülenmesi

Animasyon ve Anlık Görüntü (Snapshot) Dışa Aktarma Butonları

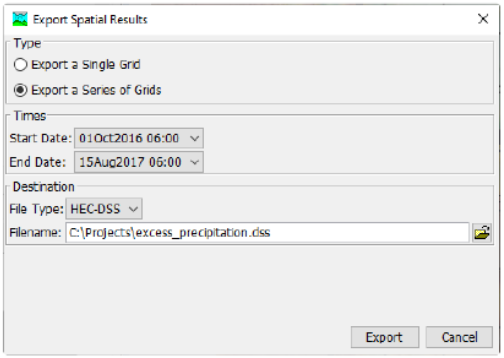
Export Animation (Animasyonu Dışa Aktar) ve *Export Snapshot* (Anlık Görüntüyü Dışa Aktar) butonları, mevcut mekânsal sonucu başka bir uygulamada görüntülemek üzere dışa aktarmak için kullanılır.

Anlık Görüntüyü Dışa Aktarma

Bu buton, seçili mekânsal sonucu tek bir *raster* veya *raster* dizisi olarak *DSS*, GeoTIFF veya ASCII dosya formatına dışa aktarmayı sağlar. Butona tıklandığında, kullanıcıya aşağıdaki seçenekleri belirleyebileceği bir iletişim penceresi açılır:

- Tek bir grid veya grid dizisi (*series of grids*) seçimi,
- Başlangıç ve bitiş tarihi (grid dizisi dışa aktarılıyorsa),
- Hedef dosya türü (DSS, GeoTIFF, ASCII),
- Hedef dosya adı.

Aşağıdaki şekilde bu iletişim penceresi gösterilmektedir.

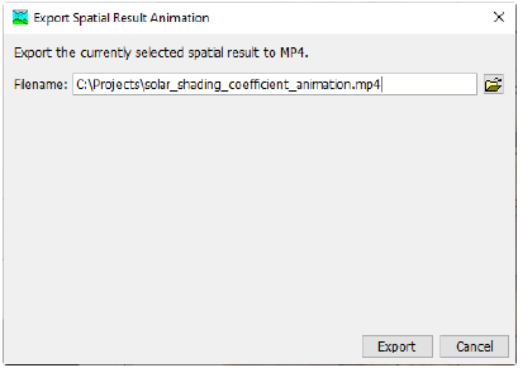


Şekil 12.43 Anlık Görüntü Dışa Aktarma İletişim Penceresi

Oluşturulan çıktı dosyaları coğrafi referanslı (*georeferenced*) olacak ve diğer uygulamalar tarafından okunabilir (ör. *HEC-RAS, QGIS, ArcGIS* vb.).

Export Animation (Animasyonu Dışa Aktar) butonu, seçili mekânsal sonucun animasyonunu dışa aktarmayı sağlar. Şu anda animasyonları dışa aktarırken yalnızca MP4 dosya formatı desteklenmektedir.

Animasyon dışa aktarma işlemi, *Export Animation* (Animasyonu Dışa Aktar) butonuna tıklanarak başlatılır (bu başlangıç zamanı olarak alınır) ve butona tekrar tıklanarak tamamlanır (bu bitiş zamanı olarak alınır). Butona ikinci kez tıklandığında, kullanıcıya çıktının konumunu ve dosya adını belirleyebileceği bir iletişim penceresi açılır, aşağıda gösterildiği gibi. Oluşturulan animasyon, o anda görüntülenen tüm haritaları da içerir (ör. alt havza sınırları, rezervuar simgeleri, arazi yapısı vb.) ve Windows Media Player, Microsoft PowerPoint gibi yaygın medya oynatıcıları ile açılabilir.



Şekil 12.44 Animasyonu Dışa Aktarma İletişim Penceresi

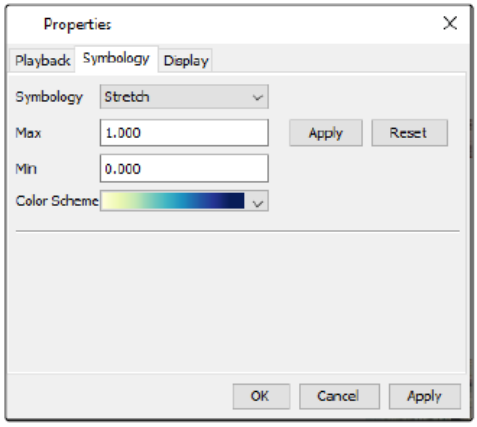
Görüntüleme Ayarları

Görüntüleme Ayarları düzenleyicisi (*Display Settings editor*), Mekansal Özellikler Araç Çubuğunun (*Spatial Properties Toolbar*) sağ tarafındaki Dişli simgesine (*Gear icon*) tıklanarak açılabilir. Aşağıdaki şekilde, Görüntüleme Ayarları düzenleyicisindeki Oynatma (*Playback*) sekmesi gösterilmiştir. Kare Hızı (*Frame Rate*) değiştirilebilir; bu, animasyonun hızını kontrol eder. Animasyonun döngüye alınması (*loop*) veya alınmaması, bir onay kutusu (*checkbox*) ile kontrol edilebilir.



Şekil 12.45 Animasyonun Döngüye Alınıp Alınmayacağını Ayarlama

Aşağıdaki şekilde, Semboloji (*Symbology*) sekmesi gösterilmektedir. *Stretch Symbology* seçeneği etkinleştirildiğinde: Maksimum (*Max*) ve Minimum (*Min*) değerler düzenlenebilir, Renk Şeması (*Color Scheme*) seçilebilir veya değiştirilebilir. Bu sayede mekânsal sonuçların görselleştirme aralığı ve renkleri kullanıcı tarafından özelleştirilebilir.

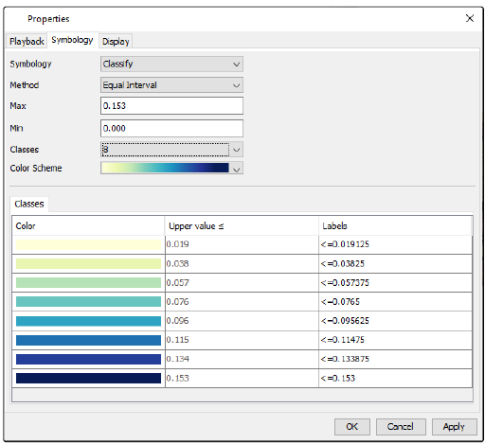


Şekil 12.46 Maksimum ve Minimum Değerler ile Renk Şemasını Düzenleme

Sınıfları alt bölümlere ayırmak için üç yöntem vardır:

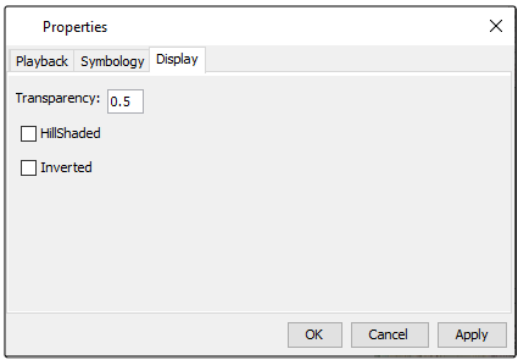
1. Natural Breaks (*Jenks*)
2. *Equal Interval* (Eşit Aralık)
3. Manual (*Manuel*)

- *Equal Interval* seçildiğinde, Maksimum (*Max*) ve Minimum (*Min*) değerler üzerine yazılabilir.
- *Manual* yöntemi seçildiğinde, Sınıflar (*Classes*) tablosundaki Üst değerler (*Upper values*) düzenlenebilir.
- Sınıf sayısı (*Number of Classes*) yalnızca *Natural Breaks (Jenks)* veya *Equal Interval* yöntemleri seçildiğinde değiştirilebilir.
- Renk Şeması *(Color Scheme)*, açılır listeden bir palet seçilerek düzenlenebilir; ayrıca Sınıflar tablosundaki bireysel renkler üzerine tıklanarak tek tek değiştirilebilir.
- Gerekirse, Etiketler (*Labels*) manuel olarak düzenlenebilir.



Şekil 12.47 Semboloji Sınıflandırma Seçeneğini Kullanma

Aşağıdaki şekilde Görüntüleme (*Display)* sekmesi gösterilmektedir. Bu sekmede şunları kontrol edilebilir: Saydamlık (*Transparency*) ayarı, *Hillshading* uygulanıp uygulanmayacağı, Renk skalasının ters çevrilip çevrilmeyeceği (*Invert Color Ramp*). Kısaca, bu ayarlar mekânsal verilerin harita üzerindeki görsel sunumunu özelleştirmek için kullanılır.

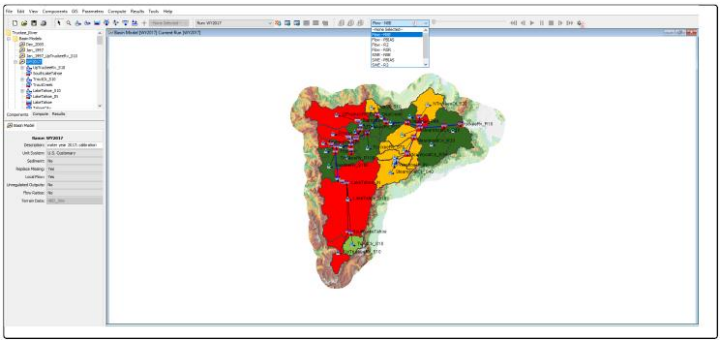


Şekil 12.48 Saydamlık, Hillshading ve Renk Skalası Ters Çevirme Ayarları

Görüntüleme ayarlarında değişiklik yaptıktan sonra, değişikliklerin uygulanabilmesi için "*Apply*" (Uygula) butonuna basılmalıdır. Ardından, düzenleyiciyi kapatmak için *Close* (Kapat) butonuna basılır.

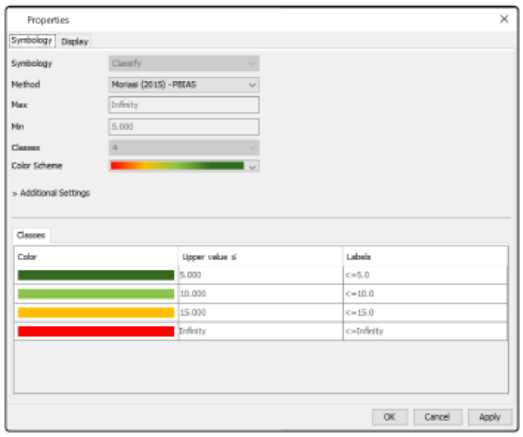
Kalibrasyon Sonuçlarını Görüntüleme

Kalibrasyon sonuçları, Mekânsal Sonuçlar Araç Çubuğu (*Spatial Results Toolbar*) üzerinden bir İstatistiksel Ölçüt Değişkeni (*Statistical Metric Variable*) seçilerek görselleştirilebilir. Değişken seçildiğinde, harita üzerindeki alt havzalar, ait oldukları değer aralığına göre renklerle kodlanır (*color-coded*). Kalibrasyon sonuçlarını görüntülemek için, aşağıdaki şekilde gösterilen *combo box (1)* menüsüne gidin ve bir İstatistiksel Ölçüt Değişkeni seçilir.



Şekil 12.49 Kalibrasyon Sonuçlarını Görüntülemek için İstatistiksel Ölçüt Değişkeni Seçme

Aralıklar (*Ranges*) ve renkler (*Colors*) üzerinde değişiklik yapmak için, aşağıdaki şekilde gösterilen Dişli simgesine (*Gear icon*) tıklanır (2). Bu işlem, Görüntüleme Ayarları (*Display Settings*) iletişim penceresinin açılmasını sağlar. Aşağıda, iletişim penceresine bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 12.50 Seçili İstatistiksel Ölçüt Değişkeni için Görüntüleme Ayarları İletişim Penceresi

Bölüm 13

MODEL KALİBRASYONU VE OPTİMİZASYONU

Bu bölüm, gözlenen verilerin model performansını optimize etmek amacıyla parametrelerin otomatik olarak tahmin edilmesinde nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. HEC-HMS model optimizasyonu için iki farklı yaklaşım sunar: *Deterministik* ve *Stokastik*. Deterministik optimizasyon, başlangıç parametre tahminleri ile başlar ve simülasyon sonuçlarının gözlenen verilerle mümkün olduğunca yakın eşleşmesini sağlayacak şekilde bu parametreleri ayarlar. Stokastik optimizasyon ise, parametre popülasyonunun ortak (birleşik) dağılımından bir örneklem temsil eden ve eşit olasılığa sahip parametre setlerinden oluşan bir koleksiyon üretir.

HEC-HMS Optimizasyon Araçları, başlangıç parametre tahminlerinden en iyi nihai parametre tahminlerine ilerleyen iki deterministik arama algoritması sunar. Simüle edilen veriler ile gözlenen veriler arasındaki uyumun (uygunluğun) farklı şekillerde ölçülmesi için çeşitli amaç (*objective*) fonksiyonları sağlanmaktadır. Ayrıca, parametrelerin ortak (birleşik) dağılımından örnekler üretmeye yönelik bir stokastik yöntem de sistemde yer almaktadır. Optimizasyon kullanılarak yapılan parametre tahmini kusursuz sonuçlar üretmese de modellerin kalibrasyonu sürecinde oldukça değerli bir yardımcı araç olabilir. *Deterministik* ve *Stokastik Optimizasyon,* optimizasyon problemine felsefi olarak farklı yaklaşımlardır.

Deterministik Optimizasyon, model parametrelerini değiştirerek model çıktıları ile gözlenen veriler arasındaki farkı en aza indirmeyi ve tek bir optimum parametre seti bulmayı amaçlar. Bu şekilde belirlenen parametreler, normal bir Simülasyon Çalıştırması içinde parametre değeri olarak kullanılabilir. Aynı parametreler kullanıldığında, deterministik optimizasyon her denemede aynı optimum parametrelere ulaşır. *Stokastik Optimizasyon* ise, gözlenen veriler ışığında model parametrelerinin olası değerlerini çıkarımsar ve bunu ancak birden fazla parametre seti oluşturarak yapabilir. Bu yaklaşım, parametreleri belirsizlik altında ele alır ve tek bir optimize edilmiş parametre seti döndürmez. Stokastik optimizasyon ile üretilen parametre setlerinin kullanılabilmesi için, kullanıcının bir Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) yürütmesi ve örneklenmiş parametre tablolarını doldurması gerekir. Stokastik optimizasyonlar, her çalıştırmada farklı parametre setleri üretir.

13.1 OPTİMİZASYON DENEMELERİ

Parametre tahmini, genel bir modelin belirli bir havzaya uyarlanması sürecidir. Bazı parametreler arazi ölçümlerinden doğrudan tahmin edilebilir. Örneğin, bir Alt Havza Elemanı için girilmesi gereken alan değeri, standart ölçme (harita yapımı) yöntemleri kullanılarak sahada doğrudan ölçülebilir ya da ölçüm çalışmalarıyla oluşturulmuş haritalardan elde edilebilir. Diğer bazı parametreler ise arazi ölçümlerinden dolaylı olarak tahmin edilir. Bu durumda yapılan saha ölçümü, programa doğrudan girilebilecek bir değer üretmez. Ancak önceki

deneyimlere dayanarak, programdaki ilgili parametre için güçlü bir öneri sağlayabilir. Örneğin, toprak dokusu ölçümleri, hidrolik iletkenlik gibi parametrelerle ilişkilidir (korelasyon gösterir). Son olarak, bazı parametreler yalnızca hesaplanan sonuçların; ölçülmüş akım (debi) veya kar su eşdeğeri gibi gözlemlerle karşılaştırılması yoluyla tahmin edilebilir. İlk iki gruptaki parametreler için bile, gerçek parametre değerinde genellikle yeterli düzeyde belirsizlik bulunduğundan, modelin gözlenen verileri yakından takip edebilmesi için tahminlerde belirli düzeltmeler (ayarlamalar) yapılması gerekir.

Modelden elde edilen hesaplanmış sonuç ile gözlenen veriler arasındaki uyumun nicel ölçüsüne Amaç Fonksiyonu (*Objective Function*) adı verilir. Farklı amaç fonksiyonları, hesaplanan ve gözlenen *hidrograflar* arasındaki farkı farklı şekillerde ölçer. Bazı fonksiyonlar, simüle edilen veriler ile gözlenen veriler arasındaki uyum arttıkça azalan bir değer üretirken; bazıları ise uyum arttıkça artan bir değer üretir. Otomatik parametre tahmininin temelinde, parametreleri ayarlayarak Amaç Fonksiyonu değerini daha iyi bir uyuma yönlendiren ve optimum parametre değerlerini bulan bir arama yöntemi yer alır. Gözlenen hidrografı en iyi şekilde yeniden üretebilen parametre değerleri bulunduğunda, Amaç Fonksiyonu için optimum değer elde edilmiş olur. Gerçekçi olmayan (makul olmayan) parametre değerlerinin kullanılmasını önlemek amacıyla çeşitli kısıtlamalar (*constraints*) tanımlanır.

Optimizasyon denemeleri, sonuç üretebilen bileşenlerden biridir. Her bir deneme, Havza Modeli (*Basin Model*), Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) ve Zaman Kontrol Bilgisi (*Time Control Information*) öğelerinden oluşur. Deneme ayrıca, optimum bir model bulmak için Amaç Fonksiyonu (*Objective Function*), Arama Yöntemi (*Search Method*) ve ayarlanacak Parametreler (*Parameters*) seçimlerini içerir. Sonuçların kalitesini değerlendirmek amacıyla, *Watershed Explorer* üzerinden çeşitli grafikler ve tablolar kullanılabilir.

Program tarafından kullanılan tekrarlamalı parametre tahmin prosedürü, genellikle Optimizasyon (*Optimization*) olarak adlandırılır. Optimizasyon denemesinin (*Optimization Trial*) başlangıcında, tüm parametreler için başlangıç değerleri gereklidir. Bir hidrograf, hedef bir elemanda (*target element*) hesaplanır; bunun için tüm yukarı akış elemanları hesaplanır. Hedef elemanın, Amaç Fonksiyonu ***(****Objective Function*) değerlendirmesi yapılacak zaman dilimi için gözlenen bir hidrografa sahip olması gerekir. Sadece yukarı akıştaki elemanların parametreleri tahmin edilebilir. Amaç Fonksiyonu değeri, hedef elemandaki hesaplanan ve gözlenen hidrograflar kullanılarak hesaplanır. Parametre değerleri arama yöntemi (*search method*) ile ayarlanır ve hedef eleman için hidrograf ve Amaç Fonksiyonu yeniden hesaplanır. Bu süreç, Amaç Fonksiyonu değeri yeterince küçük olana kadar veya belirlenen maksimum iterasyon sayısına ulaşılana kadar tekrarlanır. Optimizasyon denemesi tamamlandıktan sonra sonuçlar görüntülenebilir.

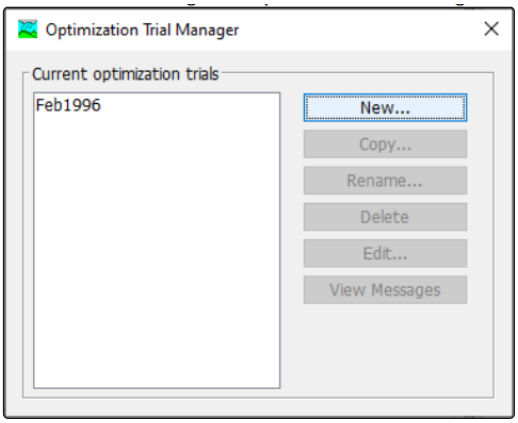
Yeni Bir Optimizasyon Denemesi Oluşturma

Yeni bir Optimizasyon Denemesi *(Optimization Trial)*, adım adım oluşturma sürecine rehberlik eden bir sihirbaz (*wizard*) kullanılarak oluşturulur. Sihirbazı açmanın iki yolu vardır:

1. *Compute Menüsünden Erişim***:**
    - *Compute* menüsüne tıklanır ve *Create Compute* | *Optimization Trial* komutunu seçilir.

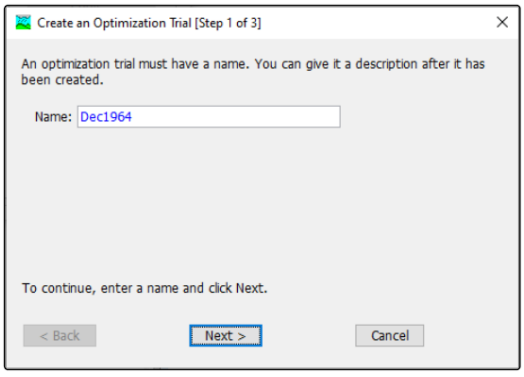
- Bu seçenek, en az bir Havza Modeli ve bir Meteorolojik Model mevcutsa etkin olur.
- Sihirbaz açılacak ve yeni bir Optimizasyon Denemesi oluşturma süreci başlayacaktır.

2. Optimization Trial Manager'dan Erişim:
   - *Compute* menüsüne tıklanır ve *Optimization Trial Manager* komutu seçilir.
   - *Optimization Trial Manager* açılacak ve mevcut denemeleri gösterecektir.
   - Yeni bir deneme oluşturmak için *New* butonuna basarak sihirbaza erişebilir ve Optimizasyon Denemesi oluşturma süreci başlatılabilir.



Şekil 13.1 Optimizasyon Denemesi Oluşturma Sürecinin Başlatılması

Yeni bir Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) oluşturmanın ilk adımı, deneme için bir *isim* belirlemektir. Yeni deneme için varsayılan bir isim sunulur; bu ismi kullanabilir veya değiştirilebilir. Denemeyi oluşturduktan sonra, isteğe bağlı olarak bir açıklama (*description*) eklenebilir. Eğer fikir değiştirir ve yeni bir Optimizasyon Denemesi oluşturmak istenmez ise, sihirbazın altındaki *Cancel* butonuna veya sağ üst köşedeki *X* butonuna basılabilir. *Cancel* butonu, sihirbaz kullanılırken her zaman kullanılabilir. Girilen isimden memnun kalındığında ve bir sonraki adıma geçmeye hazır olunduğunda *Next* butonuna basılır.



Şekil 13.2 Yeni Bir Optimizasyon Denemesi İçin İsim Girme

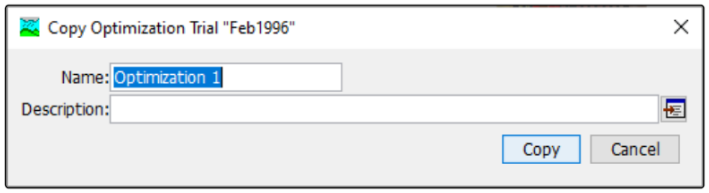
Yeni bir Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) oluşturmanın ikinci adımı, bir Havza Modeli (*Basin Model*) seçmektir. Projede mevcut olan tüm Havza Modelleri alfabetik sırayla listelenir. Varsayılan olarak, tabloda yer alan ilk Havza Modeli seçilidir ve seçilen model vurgulanır. Farklı bir Havza Modeli seçmek için fare ile tabloda istenilen model tıklanabilir. Ayrıca, klavyedeki ok tuşlarını kullanarak da farklı bir model seçilebilir. Seçilen Havza Modelinden memnun olunduğunda ve bir sonraki adıma geçmeye hazır olunduğunda *Next* butonuna basılır. Önceki adıma dönüp yeni Optimizasyon Denemesi için girilen isim değiştirilmek istenir ise *Back* butonuna basılabilir.

Yeni bir Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) oluşturmanın üçüncü adımı, bir Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*) seçmektir. Projede mevcut olan tüm Meteorolojik Modeller alfabetik sırayla listelenir. Varsayılan olarak tabloda yer alan ilk Meteorolojik Model seçilidir ve seçilen model vurgulanır. Farklı bir Meteorolojik Model seçmek için fare ile tabloda istenilen model tıklanabilir. Ayrıca klavyedeki ok tuşları kullanılarak da farklı bir model seçilebilir. İkinci adımda seçilen Havza Modeli ile birlikte başarılı bir şekilde sonuç üretecek bir Meteorolojik Model seçmek kullanıcı sorumluluğundadır. Önceki adıma dönmek ve farklı bir Havza Modeli seçmek istenir ise *Back* butonuna basılır. Girilen isimden, seçilen Havza Modeli ve elemandan, seçilen Meteorolojik Modelden memnun olunduğunda ve Optimizasyon Denemesini oluşturmak için hazır olunduğunda *Finish* butonuna basılır.

Optimizasyon Denemesini Kopyalama

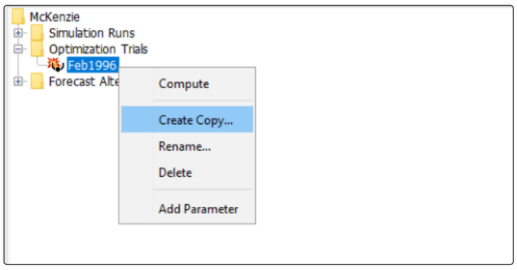
Bir Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir isimle tam bir kopya oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra, orijinal denemeden bağımsız olur ve birbirleriyle herhangi bir etkileşimde bulunmazlar.

Bir kopya oluşturmanın ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen *Optimization Trial Manager*'ı kullanmaktır. Mevcut Optimizasyon Denemeleri listesinden kopyalanmak istenilen deneme tıklanarak seçilir. Seçilen deneme vurgulanır. Denemeyi seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Copy* butonuna basılır. *Copy Optimization Trial* penceresinde kopya için yeni bir isim ve açıklama girilebilir. Kopya için varsayılan bir isim sunulur; bu isim kullanabilir veya değiştirilebilir. Açıklama eklemek de mümkündür; uzun açıklamalar için açıklama alanının sağındaki buton ile bir editör açılabilir. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında *Copy* butonuna basılarak seçilen Optimizasyon Denemesinin kopyalanma süreci tamamlanır. İsim belirtilmemişse *Copy* butonuna basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen Optimizasyon Denemesini kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* butonuna veya sağ üstteki *X* butonuna basarak *Optimization Trial Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 13.3 Bir Optimizasyon Denemesinin Kopyasını Oluşturma

Bir Optimizasyon Denemesini kopyalamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir: Kopyalanmak istenilen Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) üzerine fareyi getirilir ve sağ tıklanır. Görüntülenen bağlam menüsünde, *Create Copy* komutu tıklanır. *Copy Optimization Trial* penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopya için isim ve açıklama girilebilir. Kopya için varsayılan bir isim sunulur; bu kullanabilir veya tercih edilen isimle değiştirilebilir. Açıklama eklenebilir; uzun açıklamalar için açıklama alanının sağındaki buton ile bir editör açılır. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında *Copy* butonuna basılarak seçilen Optimizasyon Denemesinin kopyalanma süreci tamamlanır. İsim belirtilmemişse *Copy* butonuna basılamaz. Eğer vazgeçer ve seçilen Optimizasyon Denemesi kopyalanmak istenmez ise, *Cancel* butonuna veya sağ üstteki *X* butonuna basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



Şekil 13.4 Watershed Explorer'dan Bir Optimizasyon Denemesini Kopyalama

Optimizasyon Denemesinin Adını Değiştirme

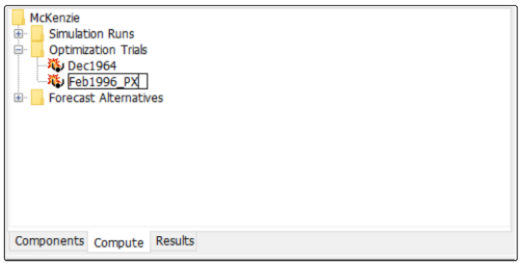
Bir Optimizasyon Denemesinin (*Optimization Trial*) adını değiştirmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de denemenin adını değiştirir ve gerekli diğer işlemleri gerçekleştirir.

Optimizasyon denemesinin adını değiştirmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen *Optimization Trial Manager*'ı kullanmaktır. Mevcut Optimizasyon Denemeleri listesinden adı değiştirilmek istenilen deneme tıklanarak seçilir. Seçilen deneme vurgulanır. Deneme seçildikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Rename* butonuna basılır. *Rename Optimization Trial* penceresi açılır ve burada yeni isim girilebilir. İstenirse aynı zamanda açıklama da değiştirilebilir. Uzun açıklamalar için açıklama alanının sağındaki buton ile bir editör açılabilir. İsim ve açıklama değiştirildiğinde *Rename* butonuna basılarak seçilen Optimizasyon Denemesinin ad değiştirme işlemi tamamlanır. İsim belirtilmemişse *Rename* butonuna basılamaz. Eğer vazgeçer ve denemenin adı değiştirilmek istenmez ise, *Cancel* butonuna veya sağ üstteki *X* butonuna basılarak *Optimization Trial Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 13.5 Bir Optimizasyon Denemesinin Adını Değiştirme

Bir Optimizasyon Denemesinin adını değiştirmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır: Adı değiştirilmek istenilen Optimizasyon Denemesi üzerine tıklanır; deneme vurgulanır. Fare seçili denemenin üzerinde tutulur ve sol fare butonu tekrar tıklanır. Vurgulanan isim düzenleme moduna geçer. İmleç, klavyedeki ok tuşları veya fare ile hareket ettirilebilir. İsimden bir kısmını veya tamamını seçmek için fare kullanılabilir. Yeni isim klavye ile yazılarak değiştirilir. İsim değiştirme bitirildiğinde, değişikliği onaylamak için *Enter* tuşuna basılır veya *Compute* sekmesinde başka bir yere tıklanır. Düzenleme modundayken vazgeçer ve isim değiştirilmek istenmez ise, *Escape* tuşuna basılarak işlem iptal edilebilir.

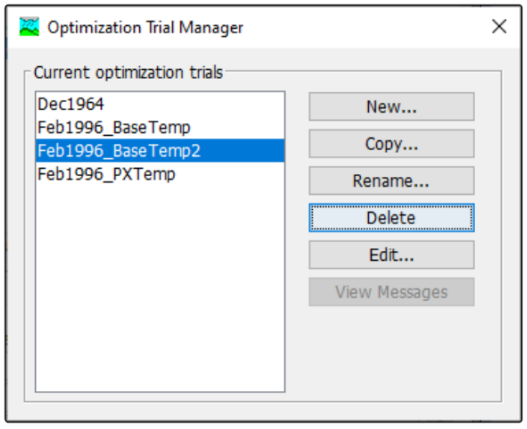


Şekil 13.6 Watershed Explorer'da Bir Optimizasyon Denemesinin Adını Değiştirme

Optimizasyon Denemesini Silme

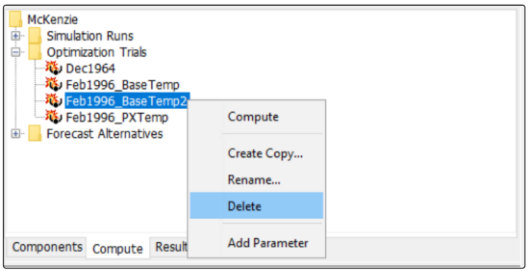
Bir Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de denemeyi projeden kaldırır ve önceden hesaplanmış sonuçları otomatik olarak siler. Bir deneme silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bir Optimizasyon Denemesini silmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen *Optimization Trial Manager*'ı kullanmaktır. Mevcut Optimizasyon Denemeleri listesinden silmek istenilen deneme tıklanarak seçilir. Seçilen deneme vurgulanır. Deneme seçildikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Delete* butonuna basılır. Açılan pencerede, seçilen denemeyi silmek istenildiğinin onaylanması gerekir. Denemeyi silmek için *OK* butonuna basılır. Eğer vazgeçer ve seçilen deneme silinmek istenmez ise, *Cancel* butonuna veya sağ üstteki *X* butonuna basılarak *Optimization Trial Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 13.7 Optimization Trial Manager'dan Bir Optimizasyon Denemesini Silmeye Hazırlık

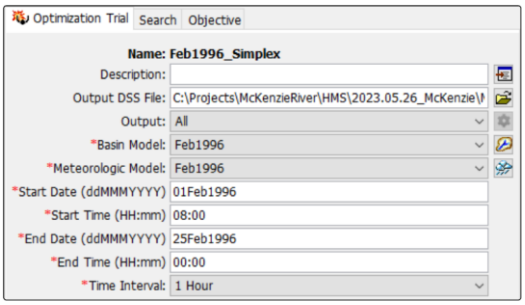
Bir Optimizasyon Denemesini silmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer'ın Compute* sekmesinden yapılır: Silinmek istenilen *Optimizasyon Denemesi* üzerine tıklanır; deneme vurgulanır. Fare seçili denemenin üzerinde tutulur ve sağ fare butonuna tıklanır. Görüntülenen bağlam menüsünde *Delete* komutuna tıklanır. Açılan pencerede, seçilen denemenin silinmek istenildiğinin onaylanması gerekir. Denemeyi silmek için *OK* butonuna basılır. Eğer vazgeçer ve seçilen deneme silinmek istenmez ise, *Cancel* butonuna veya sağ üstteki *X* butonuna basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



Şekil 13.8 Watershed Explorer'da Bir Optimizasyon Denemesini Silme

Bileşenlerin Seçilmesi

Bir Optimizasyon Denemesi oluştururken sihirbaz kullanmanın temel görevlerinden biri, optimizasyon sonuçlarını hesaplamak için kullanılacak bileşenlerin seçilmesidir. Bu bileşenler şunları içerir: *Havza Modeli (Basin Model)* ve Amaç Fonksiyonunun (*Objective Function*) hesaplanacağı Havza Modeli içindeki Hidrolik Eleman (*Hydrologic Element*), Meteorolojik Model (*Meteorologic Model*). Bu bileşenler, yeni bir Optimizasyon Denemesi oluşturulurken sihirbaz aracılığıyla seçilir. Ancak, kullanılacak Havza Modeli ve Meteorolojik Model istenilen zamanda *Optimization Trial Component Editor* kullanarak değiştirilebilir. *Component Editor*'a erişim, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden sağlanır. Gerekirse, mevcut *Optimization Trials* klasörünü açarak mevcut denemeleri görüntülenebilir. Component Editor şunları içerir: Projedeki tüm Havza Modellerini içeren ve en az bir elemanı gözlenen veri içeren *Basin Model* seçim listesi, Projedeki tüm Meteorolojik Modelleri içeren *Meteorologic Model* seçim listesi, Optimizasyon Denemesi *Component Editor*'ün *Search* ve *Objective* sekmeleri, sonraki bölümlerde detaylı olarak ele alınacaktır.



Şekil 13.9 Component Editor'ün Optimizasyon Denemesi Sekmesi

Zaman Aralığı Girişi

Bir Optimizasyon Denemesi için bir Başlangıç Tarihi ve Saati (*Start Date and Time*) ve bir Bitiş Tarihi ve Saati (*End Date and Time*) girilmelidir. Optimizasyon Denemesi oluşturmak için kullanılan sihirbazda zaman kontrol bilgisi belirtilmez. Bu bilgiler, deneme oluşturulduktan sonra *Optimization Trial Component Editor* kullanılarak girilmelidir. Başlangıç tarihini, gün için sayısal değer, ay için kısaltma ve yıl için dört haneli format kullanarak girilir. Bitiş tarihi aynı formatta girilir. Başlangıç ve bitiş saatlerini 24 saatlik saat formatında girilir. Kullanılacak zaman aralığını 1 dakikadan 1 güne kadar olan mevcut seçeneklerden seçilir. Başlangıç ve bitiş saatleri, günün başlangıcından itibaren tam sayı olacak şekilde seçilen zaman aralıklarıyla uyumlu olmalıdır.

Arama Yöntemleri: Deterministik

Amaç Fonksiyonunu (*Objective Function*) optimize etmek ve optimum parametre değerlerini elde etmek için iki Deterministik Arama Yöntemi mevcuttur: Tek değişkenli yöntem (*Univariate Method)* ve Basit yöntem (*Simplex Method)*. *Univariate Method*, optimizasyon simülasyonu sırasında tek bir parametreyi değerlendirir ve ayarlar. Bu yöntem seçildiğinde, kullanıcı programın ayarlayacağı yalnızca bir parametre seçebilir. *Simplex Method* ise aşağı yönlü bir simplex algoritması kullanarak tüm parametreleri eşzamanlı olarak değerlendirir ve hangi parametrenin ayarlanacağını belirler. Varsayılan yöntem *Simplex Method*'dur. Bu yöntem belirtildiğinde, en az iki parametre seçilmesi gerekir.

Optimizasyon Denemesi için Arama Yönteminin (*Search Method*) seçimi, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesindeki *Optimization Trial Component Editor* üzerinden yapılır. Optimizasyon Denemesi düğümüne (*node*) tıklayarak ilgili *Component Editor*'ü görüntülenir. Gerekirse, projedeki mevcut Optimizasyon Denemelerini görmek için *Optimization Trials* klasörü genişletilir.

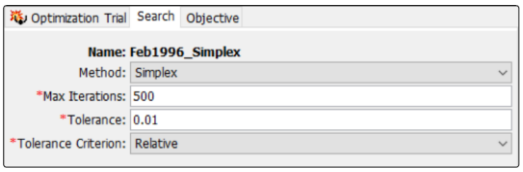
Arama sürecini kontrol etmek için iki yöntem sunulmuştur: *Univariate Method* ve *Simplex Method*. Her iki arama yöntemi de Amaç Fonksiyonu (*Objective Function*) değerini azaltmak (maksimizasyon hedefliyorsa artırmak) için parametre değerlerini tekrarlamalı olarak ayarlayarak çalışır. Her parametre ayarlamasına bir İterasyon (*Iteration*) denir. *Tolerance*, iki ardışık iterasyon arasındaki Amaç Fonksiyonu değerindeki değişimin, aramanın sonlandırılmasını belirleyen eşik değerdir.

Simplex Method ile kullanmak için iki *Tolerance Criterion* türü mevcuttur: *Absolute* ve *Relative*. *Absolute Criterion***:** Yakınsama (*convergence*), mutlak tolerans veya mutlak fark kullanılarak değerlendirilir. *Relative Criterion:* Yakınsama, *Simplex* düğümleri arasındaki göreli fark kullanılarak değerlendirilir. Bu yöntem, Amaç Fonksiyonu değerlerinin büyüklüğüne daha az duyarlıdır ve genellikle tercih edilir. Ancak varsayılan seçenek uyumluluk nedeniyle *Absolute*'dur. Ayrıca, *Maximum Number of Iterations* kullanılarak arama sınırlandırılabilir. Maksimum iterasyon sayısına ulaşıldığında, Amaç Fonksiyonu değerindeki değişiklik veya parametrelerin kalitesi ne olursa olsun arama durur. Tolerans ve maksimum iterasyon değerleri, *Optimization Trial Component Editor*'ün *Search* sekmesinden girilir ve her iki kriter için varsayılan değerler mevcuttur. Başlangıçtaki varsayılan değerler, seçilen arama yöntemine bağlıdır. İki stokastik arama yöntemi vardır: *Differential Evolution (DE)* ve *Markov Chain Monte Carlo (MCMC)*. Ancak, MCMC seçeneği HEC HMS kullanıcı arayüzünde devre dışı bırakılmıştır.

Differential Evolution (DE) Search Method, *Simplex Method*'a benzer şekilde çalışır; ancak iterasyonlar deterministik değil, rastgele parametre değişiklikleri ile yapılır. Bu, aynı şekilde yapılandırılmış iki *DE* aramasının farklı yollar izlemesi ve farklı sürede yakınsamaya ulaşması anlamına gelir. Buna rağmen, herhangi bir *DE* araması, seçilen *Objective Function* ve zaman serisine dayanarak tek bir optimum parametre seti üzerinde sonuçlanır.

Not: Amaç Fonksiyonunun büyüklüğü yakınsamanın belirlenmesini etkiler. Örneğin, *Sum of Squared Errors (SSE)* fonksiyonu için daha büyük bir tolerans gerekir çünkü SSE değerleri genellikle *Root Mean Square Error (RMSE)* değerlerinden katlarca büyüktür.

Aramayı sınırlamak için *Maximum Number of Iterations* de kullanılabilir. Maksimum iterasyon sayısına ulaşıldığında, *Objective Function* değerindeki değişiklikler veya tahmin edilen parametrelerin kalitesi ne olursa olsun arama durur. *Tolerance* ve *Maximum Number of Iterations* değerleri, *Optimization Trial Component Editor*'ün *Search* sekmesinden girilir. Her iki kriter için varsayılan değerler sunulmuştur ve başlangıçtaki varsayılan değerler, seçilen arama yöntemine bağlıdır.

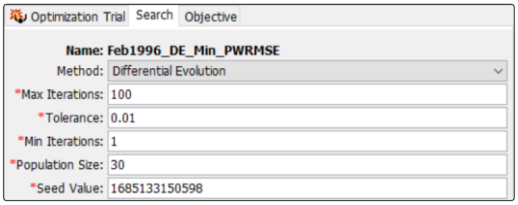


Şekil 13.10 Component Editor'ün Arama Sekmesi

Arama Yöntemleri: Stokastik

İki stokastik arama yöntemi mevcuttur: Diferansiyel Evrim ve Markov Zinciri Monte Carlo. Ancak Markov Zinciri Monte Carlo seçeneği, HEC-HMS yazılımının kullanıcı arayüzünde devre dışı bırakılmıştır.

Diferansiyel Evrim (*DE*) Arama Yöntemi, *Simplex* Arama Yöntemine benzer şekilde çalışır; ancak arama yinelemeleri (iterasyonlar), parametreleri deterministik bir biçimde değil, rastgele (stokastik) olarak değiştirir. Bu durum, aynı şekilde kurulmuş iki *DE* aramasının farklı yollar izleyebileceği ve yakınsamaya (*convergence*) farklı sürelerde ulaşabileceği anlamına gelir. Bununla birlikte, her *DE* araması, seçilen Amaç Fonksiyonu (*Objective Function*) ve zaman serisine bağlı olarak tek bir optimum parametre setinde karar kılar. Aşağıdaki şekil, aramanın DE yöntemi kullanılarak yapılandırılmış halini göstermektedir.



Şekil 13.11 Bileşen Düzenleyicisi içindeki Search (Arama) Sekmesi.

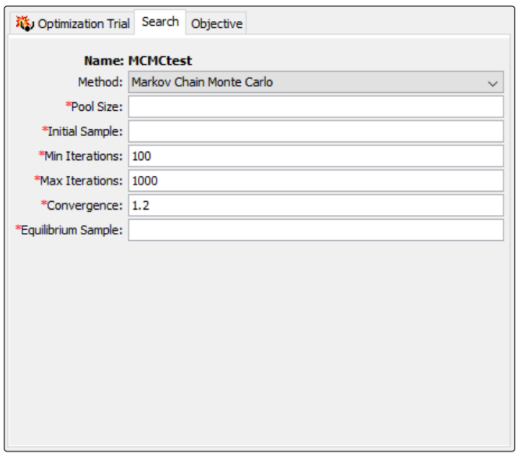
DE yöntemi, *Simplex* için gerekli olan iki parametreye ek olarak üç ilave parametreye sahiptir. *Population Size* (Popülasyon Büyüklüğü), her iterasyonda oluşan parametre setlerinin (dolayısıyla model çalıştırmalarının) sayısını kontrol eder. Varsayılan değer olan 30, hidrolojik modelleme uygulamaları için genellikle uygun bir seçimdir. Çok az sayıda popülasyon üyesi kullanılması yakınsamanın değerlendirilmesini zorlaştırır; çok fazla kullanılması ise arama süresini uzatır. Parametre sayısının fazla olduğu ya da problemin özellikle karmaşık olduğu durumlarda, daha yüksek bir Popülasyon Büyüklüğü değeri aramanın küresel optimumu bulmasına yardımcı olabilir. *Seed Value* (Başlangıç Tohum Değeri), arama sırasında parametreler için rastgele örnekleri üreten sözde rastgele sayı üretecini başlatır. Aynı tohum değeri ile yapılan bir arama her zaman aynı rastgele sayıları üretir. Bu nedenle, aynı ayarlar ve aynı tohum değeri ile gerçekleştirilen iki DE araması her zaman aynı sonuçları verir. Tohum değeri, yeni bir DE araması oluşturulduğunda sistem saati tarafından başlatılır. *Min Iterations* (Minimum İterasyon) ayarı, yakınsama değerlendirilmeden önce aramanın en az belirli sayıda iterasyonu tamamlamasını zorunlu kılar. Bu ayar, istenen sonucu elde etmek için Tolerance (*Tolerans*) ayarı ile birlikte kullanılabilir. 0,01 tolerans değeri başlangıç için uygun bir değerdir; ancak yakınsamış bir denemede parametre izlerinde (*parameter traces*) hâlâ belirgin bir değişkenlik gözleniyorsa, daha küçük bir tolerans değeri gerekebilir ya da Minimum İterasyon değeri artırılabilir. Tolerans değerinin gereğinden fazla küçük seçilmesi, parametre tahminlerini kayda değer biçimde iyileştirmeden arama süresini uzatır. Çok büyük seçilmesi ise yalancı yakınsamaya (*false convergence*) yol açar.

Markov Zinciri Monte Carlo (*MCMC*), HEC-HMS yazılımında bulunan stokastik arama yöntemidir. *MCMC* optimizasyonunun genel prensibi şöyledir: Algoritma, parametre uzayında olası (makul) parametre setlerini rastgele bir yürüyüş *(random walk*) ile ziyaret etmeyi ve gözlenen veri setini üretmiş olma olasılığı daha yüksek olan parametre setlerini daha sık ziyaret etmeyi amaçlar. *MCMC* araması, bir öneri dağılımı (*proposal distribution*) kullanarak Markov Zinciri'nin bir durumundan diğerine rastgele geçişler yaparak parametre değerlerinden oluşan bir dizi üretir. Her durum, optimize edilen modele ait parametre değerlerinden oluşan bir settir. Eğer Markov Zinciri'nin mevcut durumu (parametre değerleri), simüle edilen veriler ile gözlenen veriler arasında iyi bir uyum gösteriyorsa, yinelemenin mevcut durumdan büyük sıçramalar yapma olasılığı daha düşüktür. Bu yaklaşım, parametre uzayında gözlenen değerleri üretmiş olma olasılığı daha yüksek olan bir bölgeden tekrar eden örnekler elde edilmesini sağlar. Eğer simülasyon ile gözlem arasındaki uyum iyi değilse, parametre uzayı boyunca daha büyük rastgele sıçramalar meydana gelmesi olasıdır. Başlangıçta farklı başlangıç koşullarıyla başlatılan birden fazla zincir (*multiple chains*), örneklerin başlangıç koşullarının etkisinden çıkıp çıkmadığını ve başlangıçta bilinmeyen, en yüksek olabilirlik (*highest-likelihood*) bölgelerinden örneklemeye başlayıp başlamadığını değerlendirmek için kullanılır. Parametre uzayının en yüksek olabilirlik bölgesinden örnekleme yapılmaya başlanan duruma Denge (*Equilibrium*) denir. Parametrelerin bu yüksek olabilirlikli uzayla ilişkili istatistiksel özelliklerini karakterize edebilmek için bu bölgeden çok sayıda örnek elde edilmesi arzu edilir.

MCMC aramasının çalışabilmesi için ek parametrelemeler gereklidir. *Pool Size* (Havuz Büyüklüğü), simülasyonda kullanılacak bağımsız Markov Zincirlerinin sayısını kontrol eder. *Initial Sample* (Başlangıç Örneği), örnek yakınsaması değerlendirmesine başlamadan önce alınacak *burn-in* (başlangıç) örneklerinin sayısını belirler. *Min Iterations* ve *Max Iterations* (Minimum ve Maksimum İterasyonlar), simülasyon için izin verilen iterasyon aralığını kontrol eder. *Convergence* (Yakınsama), kullanıcıya *Gelman-Rubin* istatistiği için bir değer belirleme

olanağı sağlar; bu istatistik, denge öncesi ve sonrası örnekleri ayırt eder. Varsayılan değer olan 1,2 genellikle yeterlidir; daha hassas ayrım için 1,0'dan düşük olmayan daha küçük bir sayı kullanılabilir. *Equilibrium Sample* (Denge Örneği), simülasyon denge durumuna ulaştıktan sonra alınacak örnek sayısını kontrol eder.

Optimizasyon Denemesi için Arama Yöntemi, HEC-HMS yazılımındaki *Watershed Explorer*'ın *Compute (*Hesapla) sekmesinden seçilir. Optimizasyon Denemesi bileşen düzenleyicisini (*Component Editor*) görüntülemek için *Optimization Trial* düğümüne tıklanır. Gerekirse, *Optimization Trials* klasörüne tıklayarak genişletilir ve projedeki mevcut Optimizasyon Denemelerini görüntülenir.



Şekil 13.12 Component Editor Search (Arama) Sekmesi**.**

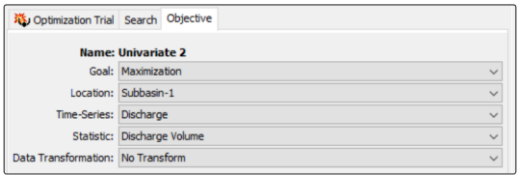
Amaç Fonksiyonu

Amaç Fonksiyonu, seçilen elemanda hesaplanan sonuçlar ile gözlenen veriler arasındaki uyumun (*goodness-of-fit*) derecesini ölçer. Minimizasyon Hedefi (*Minimization Goal*) için, simülasyon ile gözlem arasındaki uyum arttıkça değeri azalan 14 farklı *goodness-of-fit* fonksiyonu mevcuttur. Maksimizasyon Hedefi (*Maximization Goal*) iki farklı şekilde kullanılabilir: Akış hacmi veya maksimum debi, rezervuar seviyesi gibi bir Eleman Özelliğini Maksimize Etmek veya Uyumu artırdıkça değeri yükselen bir *Goodness-of-Fit* İstatistiğini Maksimize Etmek.

Bir elemanın zaman serisi istatistiğinin (örneğin akış hacmi, maksimum debi veya özellikle rezervuar maksimum seviyesi) maksimize edilmesi, özellikle baraj güvenliği çalışmaları gibi *hazard* (risk) analizleri ile birlikte kullanılır. Özellikle önemli bir optimizasyon, denemenin *HMR 52 Storm Precipitation Method* ile birlikte kullanıldığı durumdur; burada bir istatistiğin maksimize edilmesi amaçlanır. Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*), maksimizasyon sırasında *HMR 52* Fırtına parametrelerini otomatik olarak ayarlar. Bu, optimal *HMR 52* Fırtına Parametre Setini belirlemek için çok sayıda manuel simülasyon iterasyonu yapma gereksinimini ortadan kaldırır.

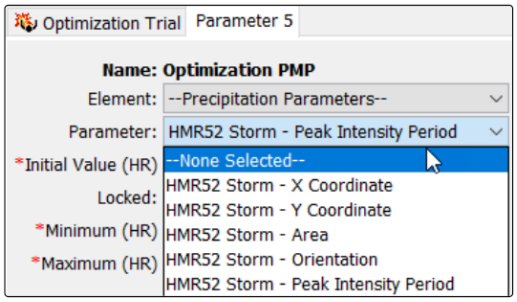
Aşağıdaki şekil, HEC-HMS yazılımındaki *Optimization Trial Component Editor*'ın *Objective* (Amaç) sekmesini göstermektedir. Optimizasyon hedefi maksimizasyon (*Maximization*) olarak ayarlanmıştır. *Location* (Konum), kullanıcının seçilen istatistiği maksimize etmek istediği *Basin Model Element*'idir ve havza modeli içindeki

herhangi bir eleman seçilebilir. *Time-Series* (Zaman Serisi) açılır listesi, seçilen konum türüne bağlı olarak farklı seçenekler sunar: eğer *reach, subbasin* veya *junction* seçilmişse, yalnızca *discharge* (debî) zaman serisi mevcuttur; eğer *reservoir* (rezervuar) elemanı seçilmişse, kullanıcı *discharge* veya *pool elevation* (rezervuar seviyesi) arasında seçim yapabilir. *Statistic* (İstatistik*)*, optimizasyon denemesi sırasında maksimize edilen hesaplanmış sonuçtur. *Discharge* zaman serisi seçildiğinde, istatistik olarak *Discharge Volume* (Debi Hacmi) veya *Peak Discharge* (Maksimum Debi) seçilebilir. *Pool Elevation* zaman serisi seçildiğinde ise tek istatistik seçeneği *Peak Elevation* (Maksimum Seviye)'dir.



Şekil 13.13 Optimizasyon Denemesi için Amaç (Objective) Belirleme

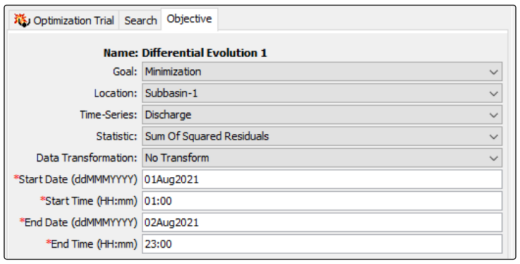
Optimizasyon Denemesi sırasında ayarlanabilecek *HMR 52 Storm* Parametreleri, yön (*Orientation*), alan (*Area*), X ve Y koordinatları ve *Peak Intensity Period* (Maksimum Yoğunluk Süresi)'dir. Aşağıdaki şekil, HEC-HMS yazılımındaki *Optimization Trial Component Editor*'ın *Parameter* (Parametre) sekmesini göstermektedir. *Element* için *Precipitation Parameters* (Yağış Parametreleri) seçeneği tercih edilmiştir; yağış parametreleri, Havza Modeli içindeki tüm alt havzalar için geçerlidir. Parametre listesi, Optimizasyon Denemesi sırasında ayarlanabilecek tüm parametreleri içerir. Başlangıç değeri, Optimizasyon Denemesi tarafından referans verilen Meteorolojik Modelde belirtilen değerdir, ancak kullanıcı bu değeri değiştirebilir. Program tarafından varsayılan minimum ve maksimum değerler belirlenmiştir; kullanıcı, havza hakkında sahip olduğu bilgilerle bu değerleri geçersiz kılmalıdır. Varsayılan olarak, minimum ve maksimum X ve Y koordinatları, alt havza CBS (*GIS*) özelliklerinden alınan koordinatlara göre tanımlanır.



Şekil 13.14 HMR 52 Fırtına Meteorolojik Modeli ile Çalışacak Şekilde Yapılandırılmış Optimizasyon Denemesi için Parametre Seçenekleri

HEC-HMS yazılımında, bir Optimizasyon Denemesi için *Objective Function Method* (Amaç Fonksiyonu Yöntemi), *Component Editor* içinden seçilir. *Component Editor*'a erişmek için *Watershed Explorer*'ın *Compute*

(Hesapla) sekmesini kullanılır. Gerekirse, projedeki mevcut Optimizasyon Denemelerini görüntülemek için *Optimization Trials* klasörü genişletilir. Ardından, ilgili *Optimization Trial* düğümüne tıklayarak altındaki *Objective Function* düğümü görünür hale getirilir. *Objective Function* düğümüne tıklayarak editörü açılır ve *Component Editor* içindeki *Objective* sekmesi seçilir.



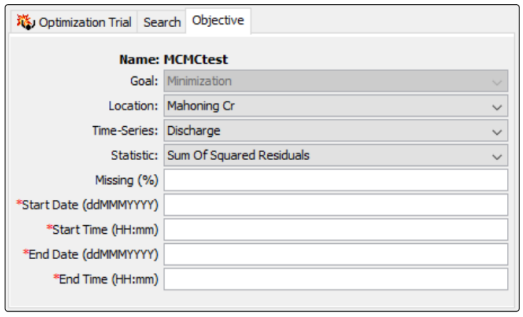
Şekil 13.15 Component Editor'da Minimizasyon Hedefi Belirleme

Optimizasyon Denemesi oluşturulurken, gözlemlenmiş veriye sahip bir eleman (*Element with Observed Data*) seçilmiştir. Bu eleman, *Objective Function* (Amaç Fonksiyonu)'nun değerlendirileceği konumdur. Ancak, *Objective Function* için *Component Editor* kullanılarak eleman konumu her zaman değiştirilebilir. Seçim listesi, Optimizasyon Denemesi için seçilen Havza Modelinde gözlenen debi ve/veya kar suyu eşdeğeri (*snow water equivalent*) verisine sahip tüm elemanları gösterir. *Objective Function*'ın değerlendirileceği konumu değiştirmek için listeden farklı bir eleman seçilebilir. Unutulmamalıdır ki, parametreler yalnızca seçilen elemanın yukarısındaki (*upstream*) konumlarda tahmin edilebilir. Konum değişikliği, tahmin edilebilecek parametreleri de değiştirecektir. Genel olarak, seçilen elemanın gözlem veri kaydı eksik veri içermemelidir.

Objective Function (Amaç Fonksiyonu), belirli bir Zaman Penceresi (*Specified Time Window*) boyunca değerlendirilir. Bu zaman penceresi, Optimizasyon Denemesinin (*Optimization Trial*) başlangıç zamanından önce başlayamaz ve bitiş zamanından sonra sona eremez. Bununla birlikte, zaman penceresini tüm Optimizasyon Denemesi için belirlenen aralıktan daha dar olacak şekilde değiştirme seçeneği vardır. Varsayılan olarak, *Objective Function*'ın başlangıç ve bitiş zamanı, Optimizasyon Denemesinin zaman penceresi ile aynı olacak şekilde ayarlanır.

Objective Function: Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC)

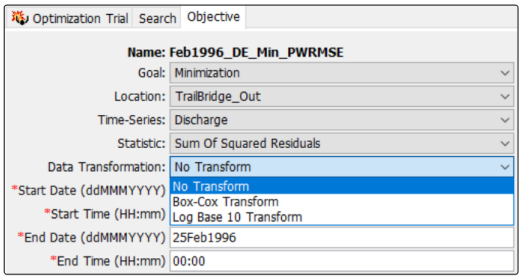
MCMC optimizasyonu için yalnızca bir *Goal* (Hedef) ve bir *Objective Function* (Amaç Fonksiyonu) mevcuttur: *Minimization Goal* ile *Sum of Squared Residuals* Objective Function. Bu kombinasyon, MCMC algoritmasının belirli bir parametre setinin gözlenen verileri üretmiş olma olasılığını değerlendirmesini sağlar. Aşağıdaki şekil, *MCMC* seçildiğinde varsayılan olarak doldurulan bu seçimleri göstermektedir.



Şekil 13.16 MCMC Optimizasyonu için Component Editor'daki Objective Sekmesi

Veri Dönüşümleri

Veri dönüşümleri için üç seçenek mevcuttur: *No Transformation* (Dönüşüm Yok), *Log Base 10* ve *Box-Cox*. Dönüşüm, *Objective Function* hesaplanmadan önce hem gözlenen hem de simüle edilen zaman serilerine uygulanır. Bu, birçok durumda *Objective Function*'ın büyüklüğünü değiştirir. Aşağıdaki şekil, veri dönüşümleri için seçim menüsünü göstermektedir. *Log Base 10* ve *Box-Cox* dönüşüm yöntemleri, dönüştürülen verilerin pozitif olmasını gerektirir. Bu nedenle, her iki durumda da tüm verilerin pozitif olmasını sağlamak için otomatik olarak bir *Shift* (Kaydırma) uygulanır. *Box-Cox* dönüşümü için *Power* parametresi, maksimum olabilirlik yöntemi (*maximum likelihood*) kullanılarak otomatik olarak tahmin edilir. *Objective Function* zaman penceresinde eksik gözlenen veri varsa, dönüşüm parametreleri tahmin edilemez ve arama varsayılan olarak *No Transform* (Dönüşüm Yok) seçeneğine geçer.



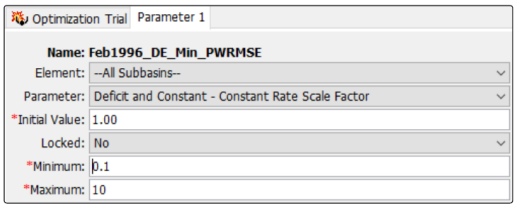
Şekil 13.17 Objective Sekmesinde Veri Dönüşümünü Ayarlama

Parametre Ekleme ve Silme

Otomatik olarak tahmin edilecek parametreler, seçilen eleman konumunda veya bu konumun yukarısında (*upstream*) yer alan elemanlarda bulunmalıdır. Seçilen konum değiştirildiğinde, artık yukarıda olmayan elemanlar otomatik olarak silinir. Tahmin için seçilebilecek parametreler şunlardır: alt havzadaki ***(Subbasin)*** *Canopy*, *Surface*, *Loss Rate*, *Transform*, *Baseflow* parametreleri; *Reach*'teki yönlendirme (*Routing*) parametreleri ve *Snowmelt* parametreleri. Saha ölçümleriyle kesin olarak belirlenmesi gereken parametrelerin tahmin edilmesine izin verilmez. Örneğin, alt havza alanı (*subbasin area*) veya bir akış kanalının uzunluğu (*reach length*) tahmin edilemez.

Parametreleri tahmin için seçerken dikkatli olunmalıdır. Aynı parametreyi birden fazla kez seçmek mümkün olsa da bu önerilmez. Böyle bir durumda, arama yöntemi aynı parametre değerini farklı ve bazen çelişkili noktalarda ayarlayarak tahminleri iyileştirmeye çalışır. Bu durum, arama yönteminin *Objective Function*'ı geliştirmek için parametreleri nasıl ayarlayacağını doğru şekilde belirleyemediği ve bu nedenle optimal olmayan sonuçların elde edildiği bloklama durumu (*blocking condition*)'na yol açabilir.

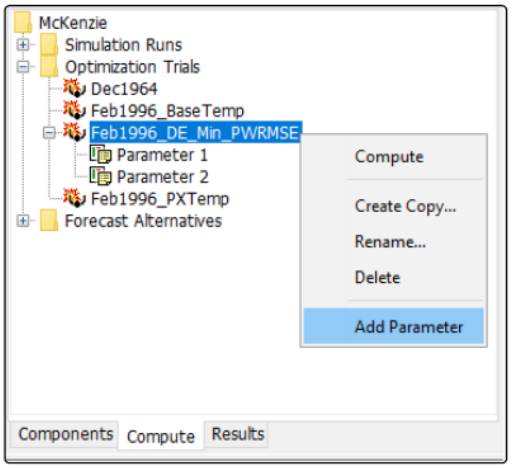
Gözlenen veri konumunun yukarısındaki (*upstream*) elemanlarda parametre seçerken de dikkatli olunmalıdır. Birden fazla parametre, değerlendirme konumundaki hesaplanan hidroğraf üzerinde benzer etkiler gösterebilir. Bu durumda, bir parametrede yapılan ayarlamalar diğer parametrelerdeki ayarlamaları dengeleyebilir veya çelişebilir. Örneğin, değerlendirme konumunun yukarısındaki birden fazla alt havzada (*subbasin*) zaman konsantrasyonu (*time of concentration*) tahminleri genellikle kötü sonuçlar verebilir. Bu tür durumlar için özel parametreler olan *Scale Factors* (Ölçek Faktörleri) eklenmiştir. Ölçek faktörleri, değerlendirme konumunun yukarısındaki benzer tüm parametreleri aynı yönde birlikte ayarlamayı sağlar. Ancak, bu özel ölçekleme kullanılsa bile dikkatli olunması gerekir. Ölçek faktörleri, optimizasyon konumu seçilerek (ör. bir *junction*) ve parametre eklenip *All Subbasins* seçilerek uygulanabilir. Bu şekilde parametre girişinde ölçek faktörleri seçilebilir ve tüm benzer parametreler aynı anda optimize edilebilir.



Şekil 13.18 Ölçek Faktörlerini Kullanarak Parametre Belirleme

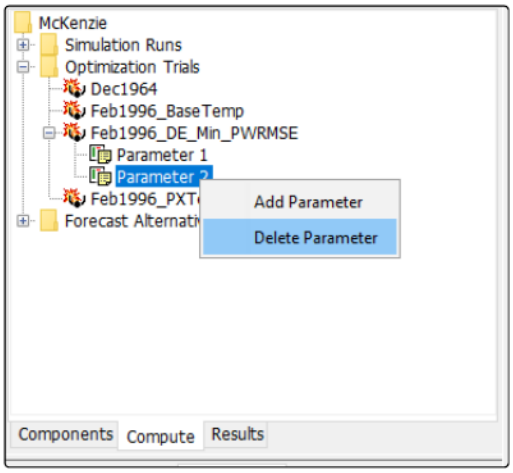
HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'a yeni parametre eklemek için *Watershed Explorer*'ı kullanılabilir. Bunun için, fareyi *Optimization Trial* üzerinde gezdirilir ve sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) çeşitli seçenekler yer alır; bunlar arasında *Add Parameter* (Parametre Ekle) komutuna tıklanır. Eğer *Univariate Search Method* kullanılıyorsa ve *Optimization Trial*'a zaten bir parametre eklenmişse, ek parametre eklenemez. Aşağıdaki tablolar, eklenebilecek parametreleri gösterir:

- *Subbasin Canopy Parameters* (Alt Havza Bitki Örtüsü Parametreleri)
- *Subbasin Surface Parameters* (Alt Havza Yüzey Parametreleri)
- *Loss Rate Parameters* (Kayıp Oranı Parametreleri)
- *Subbasin Transform Parameters* (Alt Havza Transform Parametreleri)
- *Baseflow Parameters* (Temel Akış Parametreleri)
- *Reach Routing Parameters* (Reach Yönlendirme Parametreleri)
- *Snowmelt Parameters* (Kar Erimesi Parametreleri)



Şekil 13.19 Optimizasyon Denemesi Bağlam Menüsünden "Add Parameter" Komutunu Kullanma

HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'dan parametre silmek için *Watershed Explorer*'ı kullanılabilir. Silinmek istenilen parametre *Watershed Explorer* listesinde tıklanarak seçilir; seçilen parametre vurgulanacaktır. Fareyi bu seçili parametre üzerinde tutulur ve sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde ***(context menu)*** çeşitli seçenekler görüntülenecektir; bunlar arasında *Delete Parameter* (Parametreyi Sil) komutuna tıklanır. Bu işlem, seçilen parametreyi *Optimization Trial*'dan kaldırır.



Şekil 13.20 Watershed Explorer'da Parametre Silme

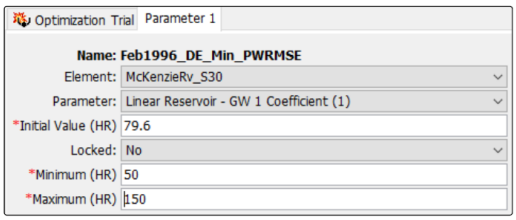
Parametre Bilgisi Belirtme

HEC-HMS yazılımında, arama yönteminin doğru çalışabilmesi için her *Optimization Parameter* için çeşitli bilgiler belirtilmelidir. *Watershed Explorer*'da düzenlemek istenilen parametreyi seçmek için üzerine tıklanır. Ardından *Optimization Trial* düğümüne tıklayarak altındaki öğeleri genişletilir. *Optimization Trial*'ın altındaki ilk düğüm *Objective Function* olacaktır. *Objective Function*'dan sonra, her parametre için ayrı bir düğüm yer alır.

Düzenlenmek istenilen parametre düğümüne tıklayarak ilgili parametre için *Component Editor* görüntülenebilir ve gerekli bilgileri belirtilebilir.

Her optimizasyon parametresi, ilgili parametrenin bulunduğu *Element*'i seçmelidir. *Objective Function*'ın değerlendirileceği konumun yukarısında (*upstream*) yer alan tüm uygun alt havza (*subbasin*) ve kanal (*reach*) elemanları seçim listesinde gösterilir. Uygun alt havzalar, daha önce tablolarla gösterilen kullanılabilir parametre yöntemlerini kullanan alt havzalardır. Uygun kanallar, *Reach Routing Parameters* tablosunda optimize edilebilir olarak listelenen yöntemleri kullanan *reach* elemanlarıdır. Listeden bir eleman seçmek, o elemanda kullanılan yöntemlere göre mevcut parametre listesini günceller. Ayrıca, *All Subbasins* seçeneğini belirleyerek *Scale Factors* uygulama seçeneği de olabilir; bu, değerlendirme konumunun yukarısındaki tüm alt havza parametrelerini aynı yönde optimize etmeyi sağlar.

Her optimizasyon parametresi, seçilen eleman (*Element*) için belirli bir *Parameter* seçmelidir. Kullanılabilir parametre seçenekleri, *Component Editor*'daki seçim listesinde gösterilir. Listeden bir parametre seçildikten sonra, *Component Editor*'daki geri kalan veri giriş alanları kullanıma açılır ve parametreye ilişkin tüm ayarlar yapılabilir.



Şekil 13.21 Optimizasyon Denemesi için Parametre Bilgisi Belirtme

Başlangıç değeri, parametre tahmin süreci için başlangıç noktasıdır. Arama yöntemi, optimal parametre değerlerini bulmak için bu noktadan aramaya başlar. Varsayılan başlangıç değeri, Optimizasyon Denemesi için seçilen *Basin Model* içindeki parametre değeridir. Kullanıcı, *Basin Model'*i etkilemeden başlangıç değerini değiştirebilir.

Bir parametre kilitlenebilir (*locked*). Parametre kilitlendiğinde, başlangıç değeri (*Initial Value*) kullanılır ve arama süreci sırasında bu parametre üzerinde hiçbir ayarlama yapılmaz. Bu, belirli parametrelerin sabit tutulmasını ve optimize edilmemesini sağlar.

Minimum parametre değeri, arama yönteminin kullanacağı değer aralığının alt sınırını daraltmak için kullanılabilir. Benzer şekilde, Maksimum parametre değeri, üst sınırı daraltmak için kullanılır. Bu sınırları daraltmak için iyi bir kaynak, saha ölçümleri veya manuel kalibrasyon ile elde edilen ön tahminlerdir. Program, fiziksel ve sayısal sınırlara dayanarak minimum ve maksimum için varsayılan değerler sağlar. Arama, belirtilen aralığın dışında devam edebilir. Bu durumda, *Objective Function*'a bir *Penalty (*Ceza*)* uygulanır; bu ceza, belirtilen aralığın dışındaki mesafeye bağlı olarak üstel bir fonksiyon şeklindedir. Ceza, optimal parametre değerlerinin belirtilen minimum ve maksimum aralığına geri yönlendirilmesini sağlar.

Optimizasyon Denemesini Devam Ettirme

HEC-HMS yazılımında, *Maximum Number of Iterations* (Maksimum İterasyon Sayısı) ve *Search Tolerance* (Arama Toleransı) ayarları, genellikle deneme-yanılma yoluyla belirlenir. Uygun bir çözüm elde etmek için iterasyon sayısını ve toleransı doğru şekilde ayarlamak birkaç deneme gerektirebilir. Büyük modellerde, çalıştırma süresi uzun olduğundan, başlangıçta daha küçük bir maksimum iterasyon sayısı ve daha büyük bir tolerans kullanmak zaman kazandırabilir. Aşağıdaki iki durumda, *Simplex* ve *Differential Evolution* arama yöntemleri, durdurulmuş bir aramadan devam ettirilebilir:

Arama, aşağıdaki durumlarda durduğunda yeniden devam ettirilebilir:

1. Arama *converge* (yakınsama) sağlamadan maksimum iterasyon sayısına ulaştığında
2. Arama, maksimum iterasyon sayısından daha az iterasyonla yakınlaştığında

Eğer arama henüz yakınsamadıysa, maksimum iterasyon sayısı artırılarak, durdurulan arama devam ettirilebilir. Eğer arama yakınsamışsa, arama toleransı azaltılır. Aramayı devam ettirmek için kullanıcı yalnızca bu iki ayardan birini değiştirebilir. Diğer ayarlarda (parametreler, *Objective Function* vb.) yapılan değişiklikler, mevcut arama durumunu geçersiz kılar ve arama baştan başlar.

13.2 BİR DENEME İÇİN SONUÇLARI HESAPLAMA

HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'ın sonuçları, *compute* (hesaplama) işlemi ile üretilir. Deneme (*Trial*) sırasında kullanılan tüm bileşenlerdeki değişiklikler otomatik olarak izlenir; bu sayede sonuçların güncel olup olmadığı belirlenir. Sonuçlar güncel olmadığında, denemeyi yeniden hesaplamak (*recompute*) gerekir. Sonuçları hesaplama işlemi, öncelikle bir *Optimization Trial* seçilerek başlatılır.

Mevcut Optimizasyon Denemesini Seçme

HEC-HMS yazılımında, mevcut *Optimization Trial*'ı seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, denemenin hesaplanmasını (*compute*) ve sonuçlara *Watershed Explorer* ile *Basin Map* üzerinden erişilmesini sağlar. Seçilen mevcut *Optimization Trial, Basin Map* başlığında görüntülenir ve kullanıcıya hangi deneme üzerinde çalışıldığını gösterir.

HEC-HMS yazılımında, mevcut *Optimization Trial*'ı seçmenin ilk yöntemi *Toolbar* üzerinden yapılır. *Toolbar'*daki *Compute* seçim kutusu, projedeki tüm hesaplama bileşenlerini gösterir; *Optimization Trials,* seçim kutusunda *Simulation Runs*'dan sonra listelenir. Her *Optimization Trial,* seçim kutusunda *Trial* öneki ile birlikte adıyla gösterilir. Mevcut deneme olarak ayarlamak için, *toolbar*'daki seçim kutusuna tıklanır ve listeden bir *Optimization Trial* seçilir.

HEC-HMS yazılımında, mevcut *Optimization Trial*'ı seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesini kullanmaktır. Watershed Explorer'da, mevcut deneme olarak ayarlanmak istenilen *Optimization Trial*'a

tıklanır. Tüm *Optimization Trials*, *Optimization Trials* klasörü içinde alfabetik sırayla listelenir. Bu yöntemle seçilen *Trial, Compute* işlemleri için geçerli deneme olarak atanır ve sonuçlara erişilebilir.

Optimizasyon Denemesini Hesaplama

HEC-HMS yazılımında, seçili olan *Optimization Trial*'ı hesaplamanın üç farklı yolu vardır. Tüm yöntemler, hesaplama öncesinde otomatik olarak parametre kontrolleri yapar ve herhangi bir hata bulunmazsa optimizasyon sonuçlarının hesaplanmasına geçer. Program, hesaplama işlemlerini verimlilik odaklı şekilde tasarlanmıştır: yalnızca son hesaplamadan bu yana veri değişikliği olan bileşenler yeniden hesaplanır; değişmeyen bileşenlerde önceki optimizasyon sonuçları geçerliliğini korur. İsteğe bağlı olarak, son hesaplamadan bu yana veri değişikliği olup olmamasına bakılmaksızın tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması da sağlanabilir.

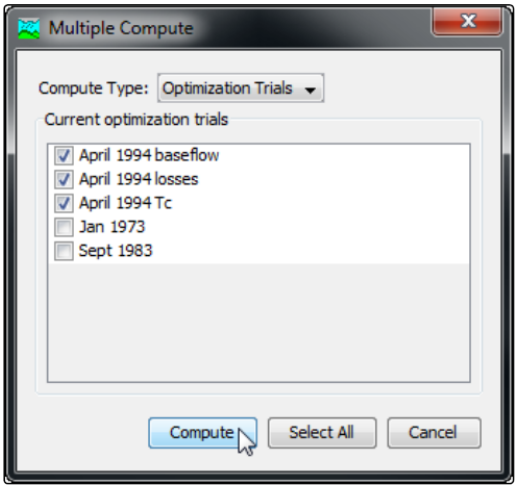
HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'ı hesaplamanın ilk yöntemi *Compute* menüsünü kullanmaktır. Bunun için *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Trial* komutunu seçilir. Menüde, mevcut *Optimization Trial*'ın adı köşeli parantez içinde gösterilir. Eğer komut kullanılamıyorsa, bunun nedeni henüz bir mevcut *Optimization Trial* seçilmemiş olmasıdır; önce bir deneme seçilmelidir. Hesaplama başladığında, ilerlemeyi gösteren bir pencere otomatik olarak açılır ve hesaplama tamamlandığında pencereyi manuel olarak kapatma gerekir. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, menü komutunu seçerken *CTRL* tuşunu basılı tutulabilir; bu durumda yalnızca veri değişikliği olan bileşenler değil, tüm bileşenler yeniden hesaplanır.

HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'ı hesaplamanın ikinci yöntemi *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Hesaplamak istenilen *Optimization Trial*'ı *Watershed Explorer*'da sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) çeşitli seçenekler görüntülenir; bunlar arasında *Compute* komutuna tıklanır. Hesaplama başladığında, ilerlemeyi gösteren pencere otomatik olarak açılır. Eğer tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması, yalnızca veri değişikliği olanların değil, sağlamak istenir ise, sağ tıklama menüsünden *Compute* komutunu seçilirken *CTRL* tuşunu basılı tutulabilir.

HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial*'ı hesaplamanın üçüncü yöntemi *Toolbar* üzerindeki *Compute* düğmesini kullanmaktır. *Compute* düğmesi, hesaplanabilir bir mevcut deneme bulunduğunda etkin hale gelir. Eğer düğme kullanılamıyorsa veya farklı bir hesaplama türü gösteriyorsa, önce bir *Optimization Trial* seçilmelidir. Düğmeye basıldığında, mevcut *Optimization Trial* hesaplanır ve ilerlemeyi gösteren pencere otomatik olarak açılır. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını sağlanmak istenirse, düğmeye basarken *CTRL* tuşunu basılı tutulabilir; bu durumda yalnızca veri değişikliği olan bileşenler değil, tüm bileşenler yeniden hesaplanır.

HEC-HMS yazılımında, birden fazla *Optimization Trial* hızlı bir şekilde ardışık olarak hesaplanabilir. Dahili olarak her deneme, tek başına hesaplanıyormuş gibi yönetilir. Kullanıcı için otomatik olarak gerçekleştirilen adımlar, önce *Optimization Trial*'ın seçilmesi, ardından deneme parametrelerinin kontrol edilmesi ve son olarak simülasyonun hesaplanması ile başlar. Bu işlem sırası, seçilen deneme setindeki her *Optimization Trial* için hızlı bir şekilde tekrarlanır. Hesaplama sırasında uygun geri bildirim, ilerleme çubuğu (*progress bar*) aracılığıyla sağlanır.

HEC-HMS yazılımında, birden fazla *Optimization Trial* hesaplamadan önce mevcut olmalıdır. Bunun için *Compute* menüsünden *Multiple Compute* komutunu seçilir. Açılan yönetici (*manager*) penceresi, hangi *Optimization Trials*'ın hesaplanacağını seçmek için kullanılır. Liste üzerinden seçimlerinizi yaptıktan sonra *Compute* düğmesine basarak seçilen denemelerin hesaplanmasını başlatılır. Her *Optimization Trial* için ayrı bir ilerleme çubuğu (*progress bar*) görüntülenir. Program ayarlarına bağlı olarak, bir deneme tamamlandığında ilerleme çubuğu otomatik olarak kaybolabilir. Ancak, bir deneme hesaplanırken hata ile karşılaşılırsa, tüm seçili denemeler hesaplandıktan sonra ilerleme çubuğu her zaman görünür durumda kalır, diğer ayarlardan bağımsızdır.



Şekil 13.22 Ardışık Hesaplama için Birden Fazla Optimizasyon Denemesini Seçme

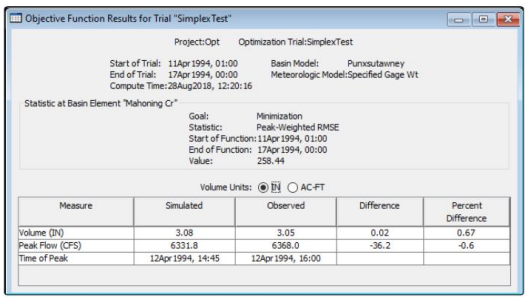
13.3 MEVCUT DENEME İÇİN SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME

HEC-HMS yazılımında, bir *Optimization Trial* hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tablo sonuçları görüntülenebilir. Aynı sonuçlar, mevcut deneme için de kullanılabilir, ancak simülasyonda kullanılan veriler değişmemiş olmalıdır. Program, *Optimization Trial* ile seçili *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'deki tüm verileri takip eder; ayrıca, havza ve meteoroloji modellerinde kullanılan herhangi bir *Time-Series Data, Paired Data* veya *Grid Data* de izlenir. Bir *Optimization Trial*'ın sonuçlarına yalnızca, denemenin en son hesaplanmasından bu yana ilgili veriler değişmemişse erişilebilir. Eğer verilerde herhangi bir değişiklik olmuşsa, sonuçlara erişebilmek için *Optimization Trial*'ın yeniden hesaplanması gerekir.

HEC-HMS yazılımında, bir sonuç görüntülenmek üzere açıldığında, kullanıcı kapatana kadar açık kalır. Ancak, sonuç üretilirken kullanılan veriler görüntüleme sırasında değişebilir. Bu durumda, açık sonuçta hemen bir uyarı gösterilir; uyarı, verilerin değiştiğini ve *Optimization Trial*'ın yeniden hesaplanması gerektiğini belirtir. Deneme yeniden hesaplandığında, açık sonuçlar otomatik olarak yeni sonuçlarla güncellenir ve uyarı, en son hesaplamanın tarih ve saati ile birlikte güncellenir. Bu sayede kullanıcı, her zaman güncel sonuçlara erişebilir.

Amaç Fonksiyon Tablosu

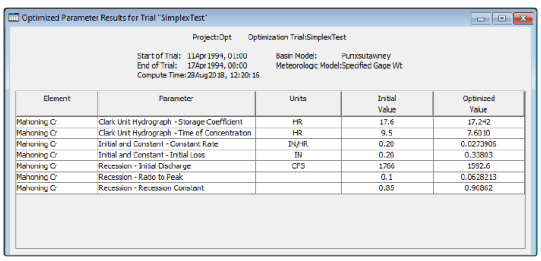
HEC-HMS yazılımında, *Objective Function Table*, değerlendirme yapılan konum için *Objective Function* hakkında özet bilgiler sağlar. Tablo, *Basin Model* ve *Meteorologic Model, Start Time* ve *End Time* gibi temel bilgileri içerir. Hangi *Objective Function* yönteminin kullanıldığını, fonksiyonun değerlendirme dönemi başlangıç ve bitiş zamanlarını ve arama yöntemi tamamlandığında fonksiyonun *Final Value* değerini gösterir. Ayrıca, hesaplanan ve gözlemlenen hidrograflar için *Volume (*Hacim*), Peak Flow (*Tepe Debi*), Time of Peak Flow (*Tepe Debi Zamanı*)* ve *Time to Center of Mass (*Kütle Merkezi Zamanı*)* bilgilerini verir. Son olarak, hesaplanan ve gözlemlenen hidrograflar arasındaki *Volume* ve *Peak Flow* Farkları da tabloda yer alır. *Objective Function Table*'a, *Results* menüsünden erişilebilir. *Basin Map* açık ve bir deneme seçili iken, *Objective Function Summary* komutu seçilerek sonuçlar görüntülenebilir.



Şekil 13.23 Optimizasyon Denemesi için Objective Function Tablosu

Optimize Edilmiş Parametreler Tablosu

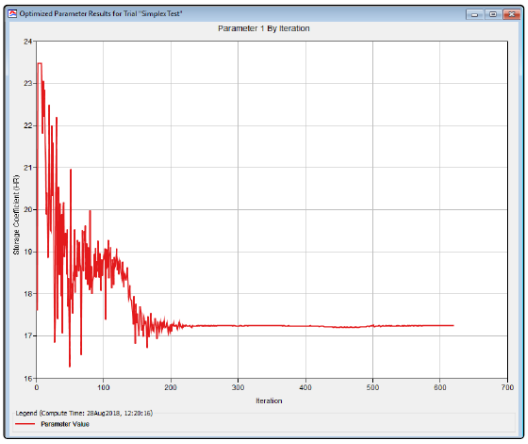
HEC-HMS yazılımında, *Optimized Parameters Table*, özet bilgiler sağlar ve seçilen *Basin Model, Meteorologic Model, Start Time* ve *End Time* gibi temel bilgileri içerir. Tablo, optimize edilmeye seçilen parametreleri listeler; her parametre için bir satır ayrılmıştır. Tabloda yer alan sütunlar şunlardır: *Element Name* (Eleman Adı), *Parameter Name* (Parametre Adı), *Units* (Birimler), *Initial Value* (Başlangıç Değeri), *Optimized Value* (Optimize Edilmiş Değer) ve *Sensitivity* (Duyarlılık). Duyarlılık, arama yöntemi tamamlandıktan sonra hesaplanır ve bir parametre değerinde %1 değişiklik yapıldığında *Objective Function* değerinde oluşan yüzde değişimi gösterir. Optimize edilmiş parametreler tablosuna, *Results* menüsünden erişilebilir. *Basin Map* açık ve bir deneme seçili olduğunda, *Optimized Parameters* komutunu seçerek sonuçlar görüntülenebilir.



Şekil 13.24 Optimizasyon Denemesi için Optimize Edilmiş Parametreler Tablosu

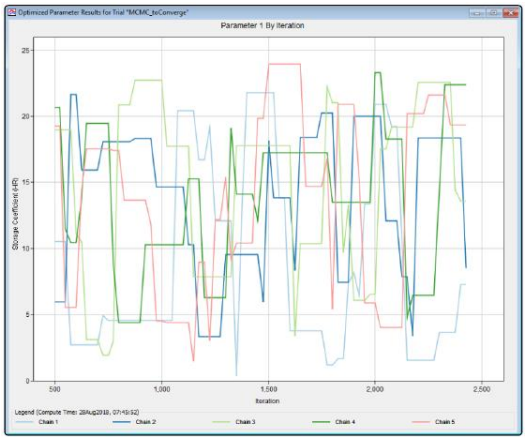
Parametreye Göre İterasyon Grafiği

HEC-HMS yazılımında, bir parametrenin iteratif evrimi (*iterative evolution*) sonuçlar ağaç görünümünden (*results tree view*) *Parameter Graph* seçilerek görüntülenebilir. Deterministik optimizasyon için tek bir seri gösterilir ve bu seri, parametrenin simülasyon boyunca nasıl değiştiğini ortaya koyar. İterasyonlar boyunca parametre değerlerindeki azalan değişim, algoritmanın yakınsama (*convergence*) sürecinde olduğunu gösterir. Bu grafik, optimize edilen parametrenin stabil bir değere nasıl ulaştığını görselleştirmek için kullanılır.

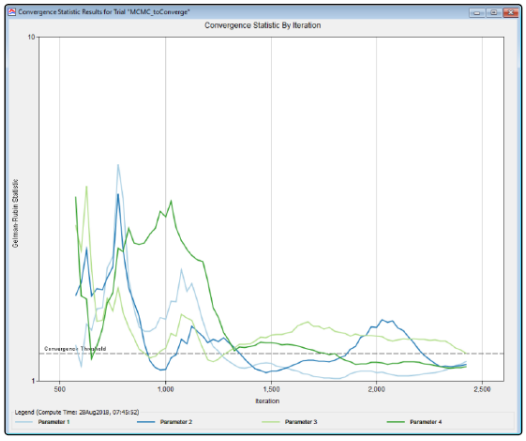


Şekil 13.25 Deterministik Optimizasyon için Parametreye Göre İterasyon Grafiği

HEC-HMS yazılımında, *MCMC* simülasyonları sırasında, havuzdaki her zincir (*chain*) *Iteration vs. Value* grafiğinde ayrı ayrı gösterilir. Bu grafik, zincirlerin parametre değerlerini iterasyonlar boyunca nasıl izlediğini görselleştirir; ancak dengeye (*equilibrium*) yakınsama genellikle bu grafikte gözlemlenmez. Dengeye ulaşmayı değerlendirmek için özel bir grafik olan *Convergence Statistic Plot by Iteration* kullanılır. Her iki grafikte, *MCMC* algoritması tarafından alınan *pre-equilibrium* örneklerin (*sample*) inceltilmiş (*thinned*) bir versiyonunu gösterir. Zincirler denge durumuna ulaştığında, örnekleyici belirtilen sayıda dengelenmiş örneklerini DSS kaydına yazar; bu örnekler daha sonra analiz veya başka amaçlar için kullanılabilir.



Şekil 13.26 MCMC Optimizasyonu için Parametreye Göre İterasyon Grafiği

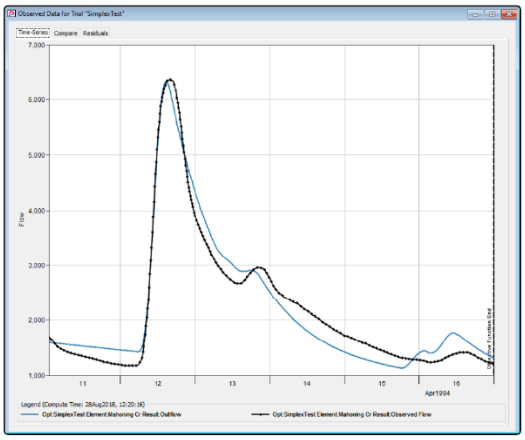


Şekil 13.27 MCMC Optimizasyonu için İterasyona Göre Yakınsama İstatistik Grafiği

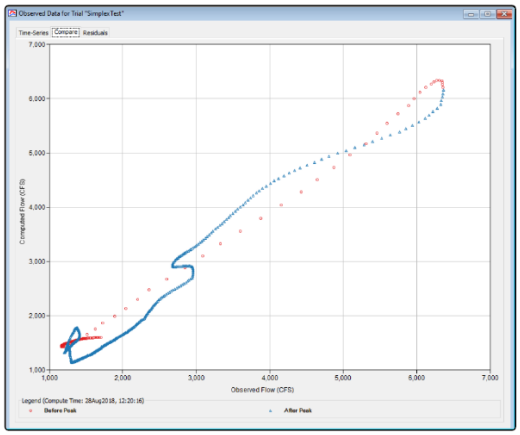
Gözlemlenen Veri Grafikleri

Observed Data Graphs (Gözlemlenen Veri Grafikleri), üç farklı bilgiyi sunar: *Objective Function* değerlendirme konumundaki *Computed Results* (Hesaplanan Sonuçlar) ve *Observed Data* (Gözlenen Veriler), *Observed vs. Computed Scatter Plot* (Gözlenen–Hesaplanan Saçılım Grafiği) ve *Residual Time Series* (Artık Zaman Serisi). Bu üç grafik, *Observed Data Graph* penceresindeki ilgili sekmeler seçilerek görüntülenebilir. Grafikler, hesaplanan ve gözlenen hidrografların ne ölçüde uyum sağladığını görsel olarak karşılaştırmaya olanak tanır. *Objective Function Time Window*'un (Amaç Fonksiyonu Zaman Aralığı) başlangıç ve bitişini göstermek amacıyla dikey çizgiler çizilir. Zaman Serisi Grafiği, hesaplanan sonuçlar ile gözlenen veriler arasında iyi bir görsel uyum elde edildiğinde parametre kestiriminin kalitesini gösterebilir. Hesaplanan sonuçlar gözlenen verilere tam olarak eşit olduğunda, karşılaştırma (saçılım) grafiğindeki tüm noktalar 45 derecelik doğru üzerinde yer alır; ancak uygulamada bu eşleşme neredeyse hiçbir zaman tam değildir ve veriler genellikle 45 derecelik doğru etrafında bir saçılım gösterir.

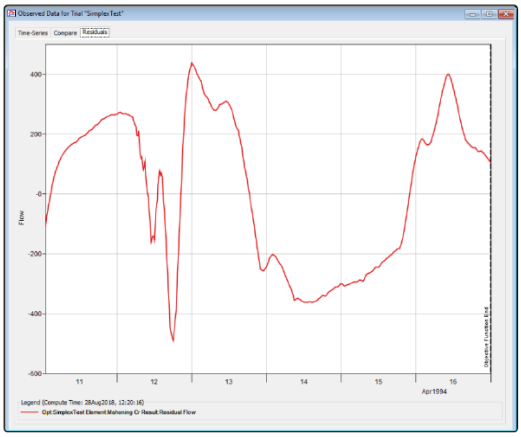
Tepe debi zamanından önceki veri noktaları kırmızı daire ve noktalarla, tepe debi zamanından sonraki veri noktaları ise mavi üçgenlerle gösterilir. Saçılım miktarı, parametre kestiriminin kalitesini değerlendirmeye yardımcı olur. *Flow Residuals* (Akım Artıkları) Grafiği, her zaman adımı için hesaplanan değer ile gözlenen değer arasındaki farkı gösterir. Bu fark, hesaplanan sonuçlardan gözlenen verilerin çıkarılmasıyla (*Computed − Observed*) elde edilir ve pozitif veya negatif olabilir. *Objective Function Time Window*'un (Amaç Fonksiyonu Zaman Aralığı) başlangıç ve bitişini göstermek amacıyla grafikte dikey çizgiler çizilir. Artıkların büyüklüğü, parametre kestiriminin kalitesine ilişkin bilgi verir. Ayrıca artıklar, hesaplanan sonuçlar ile gözlenen veriler arasındaki uyumda herhangi bir yanlılık (*bias*) olup olmadığını da ortaya koymaya yardımcı olur. *Observed Data Graphs, Results* (Sonuçlar) menüsünden erişilebilir. *Basin Map* açıkken ve bir deneme seçiliyken, sonuçları görüntülemek için *Observed Data* komutu seçilir. Örnek *Observed Data Graphs*, izleyen şekillerde gösterilmektedir.



Şekil 13.28 Gözlenen Veri Zaman Serisi Grafiği



Şekil 13.29 Gözlenen Veri Karşılaştırma Grafiği

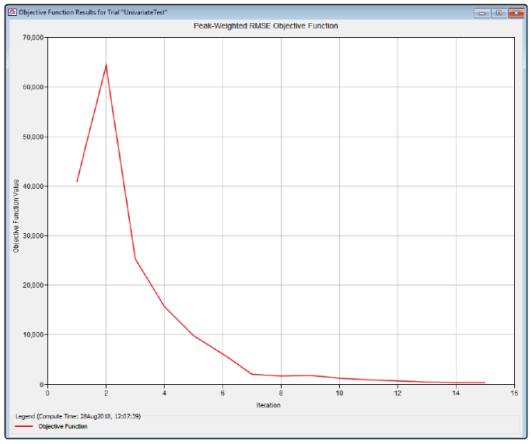


Şekil 13.30 Gözlenen Veri Artıklar Grafiği

Amaç Fonksiyonu Grafiği

Objective Function Graph (Amaç Fonksiyonu Grafiği), arama (optimizasyon) yönteminin her bir iterasyonunda Amaç Fonksiyonu değerinin nasıl değiştiğini gösterir. Bu grafik, arama yönteminin optimum parametre değerlerine ne kadar hızlı yakınsadığı hakkında bilgi verir. Bazı durumlarda grafik, yöntemin yakınsamadığını ya da amaç fonksiyonu değerinde belirgin bir iyileşme sağlanamadığını da gösterebilir.

Objective Function Graph'a *Results* (Sonuçlar) menüsünden erişilir. *Basin Map* açıkken ve bir deneme seçiliyken, sonuçları görüntülemek için *Objective Function* komutu seçilir. Örnek bir *Objective Function* Grafiği izleyen şekilde gösterilmektedir.



Şekil 13.31 Gözlenen Veri Artıklar Grafiği

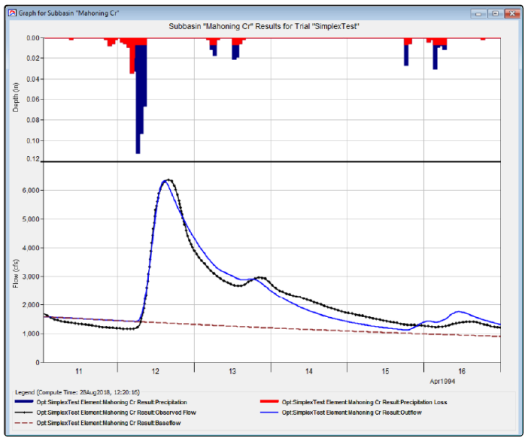
Bireysel Elemanlar

Individual Elements (Bireysel Elemanlar) için sonuçlara erişmenin üç farklı yolu vardır ve tüm yöntemler aynı sonuçları gösterir. Sonuçları görüntüleyebilmek için önce *Basin Map* üzerinde bir veya birden fazla eleman seçilmesi gerekir. Ancak, *Basin Map*'teki tüm elemanlar sonuçlara sahip olmayabilir.

Optimizasyon denemesi (*Optimization Trial*), belirli bir *Basin Model* kullanılarak yapılan bir Simülasyon Koşusu (*Simulation Run*) üzerine kuruludur. Optimizasyon denemesi, *Objective Function* değerlendirmesinde kullanılan gözlenen verinin bulunduğu konumun yukarı akışındaki elemanlarla çalışır. Gözlenen verinin bulunduğu elemandan aşağı akıştaki elemanlar için simülasyon yapılmaz, bu nedenle sonuçlar yalnızca gözlenen verinin bulunduğu konumun yukarısındaki elemanlar için mevcut olur. Aşağı akıştaki elemanlarda sonuçlar "mevcut değil" olarak gösterilir.

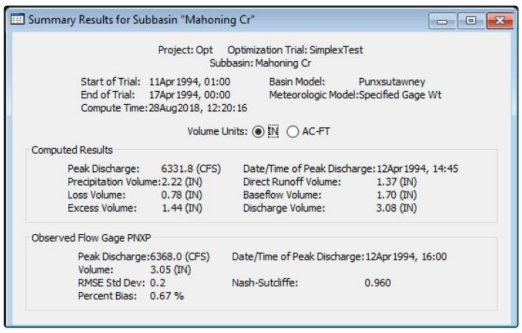
Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ilk yöntemi, *Results* (Sonuçlar) menüsünü kullanmaktır. Öncelikle *Watershed Explorer*'da *Components* (Bileşenler) sekmesinden *Basin Model*'i açılması gerekebilir. Mevcut *Optimization Trial*, Basin Map başlık çubuğunda köşeli parantez içinde gösterilir. *Basin Map* üzerinde *Arrow Tool* (Ok Aracı) ile bir veya birden fazla eleman seçilir. Bir eleman seçili durumdayken *Results* menüsüne tıklanır ve *Element Graph*, *Element Summary Table* veya *Element Time-Series Table* komutlarından birini seçilir. Seçilen

komuta uygun sonuç, otomatik olarak Desktop alanında görüntülenecektir. Grafikte gösterilen bilgiler, eleman tipine göre değişiklik gösterebilir ancak her zaman *Outflow* (Debi) bilgisi dahil edilir. İsteğe bağlı olarak *Observed Flow* (Gözlenen Debi), *Computed Snow Water Equivalent* (Hesaplanan Kar Su Eşdeğeri, SWE) ve *Observed SWE* (Gözlenen SWE) gibi ek bilgiler de gösterilebilir.



Şekil 13.32 Optimizasyon Denemesinden Sonra Alt Havza Eleman Grafiği

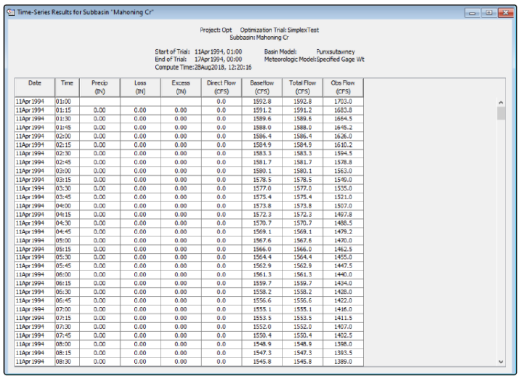
Element Summary Table (Eleman Özet Tablosu)'nda yer alan bilgiler, eleman tipine göre değişiklik gösterebilir; ancak tablo her zaman *Peak Flow* (Tepe Debi), *Time of Peak Flow* (Tepe Debi Zamanı) ve *Outflow Volume* (Debi Hacmi) bilgilerini içerir. Bu tablo, optimizasyon denemesinden sonra seçilen elemanın hidrolik performansını sayısal olarak değerlendirmeye olanak sağlar ve grafiklerle birlikte kullanıldığında modelin doğruluğunu ve parametre kestiriminin başarısını daha iyi anlamayı sağlar.



Şekil 13.33 Optimizasyon Denemesinden Sonra Alt Havza Eleman Özet Tablosu

Element Time-Series Table (Eleman Zaman Serisi Tablosu), grafikte gösterilen bilgilerin sayısal formatta sunulmuş halidir. Eğer birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir tablo açılır. *Results* menüsündeki komutlar yalnızca mevcut *Optimization Trial* için sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoksa etkin hale gelir. Ayrıca, *Basin Map* üzerinde bir eleman seçilmiş olmalı ve seçilen eleman, gözlenen verilerin kullanıldığı *Objective Function* değerlendirme elemanının yukarı akışında bulunmalıdır. Bu tablo, sayısal verileri grafiklerle birlikte

kullanarak alt havza elemanlarının performansını detaylı biçimde incelemeye ve parametre optimizasyonunun doğruluğunu değerlendirmeye olanak sağlar.



Şekil 13.34 Optimizasyon Denemesinden Sonra Alt Havza Eleman Zaman Serisi Tablosu

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ikinci yöntemi, *Basin Map* üzerindeki Element simgesini kullanmaktır. Öncelikle *Basin Model*'in açılması gerekebilir. Bir eleman tıklanarak seçilir ve fare elemanın üzerinde iken sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde *View Results* (Sonuçları Görüntüle) seçeneği bulunur; mevcut *Optimization Trial*'ın adı menü komutunun yanında köşeli parantez içinde gösterilir. Fare *View Results* alt menüsüne taşınır ve *Graph* (Grafik), *Summary Table* (Özet Tablo) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) komutlarından biri seçilir. Seçilen komuta uygun sonuç otomatik olarak açılır. Eğer birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir sonuç penceresi açılır. Bu menü komutu yalnızca şu koşullar sağlandığında etkin olur: mevcut *Optimization Trial* sonuçlarının yeniden hesaplanmasına gerek yoktur ve seçilen eleman, gözlenen debinin kullanıldığı *Objective Function* değerlendirme elemanının *yukarı akışında* yer almaktadır.

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin üçüncü yöntemi, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindeki düğmeleri kullanmaktır. Öncelikle *Basin Model*'in açılması ve *Arrow Tool* (Ok Aracı) ile *Basin Map* üzerinde bir veya birden fazla eleman seçilmesi gerekir. Eleman seçildikten sonra, *Graph* (Grafik)**,** *Summary Table* (Özet Tablo) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğmelerine tıklanabilir. *Graph* düğmesi: Bir çizgi grafiği simgesiyle gösterilir. *Summary Table* düğmesi: Düz bir tablo simgesiyle gösterilir. *Time-Series Table* düğmesi: Tablo ve saat simgesiyle gösterilir. Seçilen komuta uygun sonuç otomatik olarak açılır. Eğer birden fazla eleman seçilmişse, her eleman için ayrı bir sonuç *Desktop* alanına eklenir. Bu araç çubuğu düğmeleri yalnızca şu koşullar sağlandığında etkin olur: mevcut *Optimization Trial* sonuçlarının yeniden hesaplanmasına gerek yoktur, *Basin Map* üzerinde bir eleman seçilmiştir ve seçilen eleman, gözlenen debinin kullanıldığı *Objective Function* değerlendirme elemanının yukarı akışında yer almaktadır.

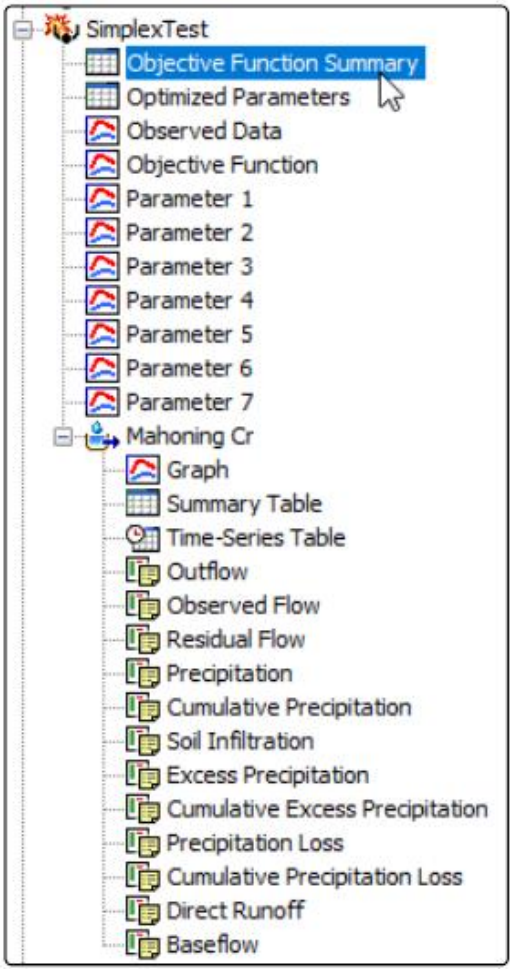
13.4 DİĞER DENEMELER İÇİN SONUÇLARI GÖRÜNTÜLEME

Viewing Results for Other Trials (Diğer Denemeler İçin Sonuçları Görüntüleme), yalnızca mevcut seçili *Optimization Trial* (Optimizasyon Denemesi) sonuçlarını görmekle sınırlı değildir; seçili olmayan diğer denemelerin sonuçları da görüntülenebilir. Ancak bu diğer denemeler, mevcut deneme ile aynı şekilde izlenir; bu sayede verilerin değişip değişmediği kontrol edilir ve gerekirse sonuçlar yeniden hesaplanır. Eğer herhangi bir *Optimization Trial* içindeki veriler değişirse, sonuçlar görüntülenmeden önce yeniden hesaplanmalıdır. Diğer *Optimization Trial* sonuçlarına erişim, *Watershed Explorer* üzerinde *Results* (Sonuçlar) sekmesinden sağlanır.

Sonuçları görüntülemeye başlamak için, *Watershed Explorer*'da *Results* (Sonuçlar) sekmesine gidilir ve görüntülenmek istenilen *Optimization Trial* (Optimizasyon Denemesi) ikonuna tıklanır. Gerekirse, *Optimization Trials* klasörünü açarak projedeki tüm denemeleri görüntülenebilir. Eğer denemede kullanılan herhangi bir veri değişmiş ve sonuçların yeniden hesaplanması gerekiyorsa, *Optimization Trial* ikonu devre dışı bırakılır. Veri değişikliği sırasında herhangi bir sonuç açık ise, etkilenen sonuçlar otomatik olarak güncellenir.

Deneme Sonuçları

Deneme Sonuçlarına (*Trial Results*), Amaç Fonksiyonu Özet Tablosundan (*Watershed Explorer*'da *Objective Function Summary*) tıklanarak erişilebilir. Tablo açıldığında, mevcut *Optimization Trial* için görüntülenebilen tablo ile tamamen aynıdır. Benzer şekilde, Optimizasyonlu Parametreler (*Optimized Parameters),* Hidroğraf Karşılaştırması (*Hydrograph Comparison*), Debi Karşılaştırması (*Flow Comparison*), Debi Artıkları (*Flow Residuals*) ve Amaç Fonksiyonu (*Objective Function*) gibi diğer sonuçlara da aynı yöntemle erişilebilir.



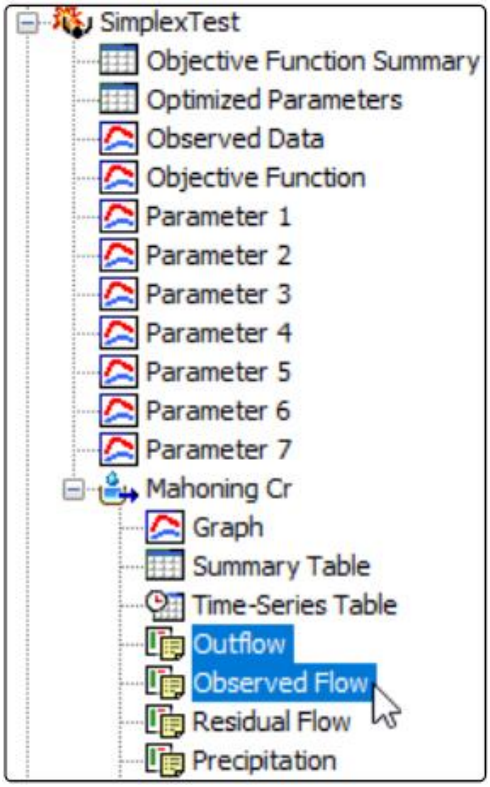
Şekil 13.35 Watershed Explorer'da Optimizasyon Sonuçlarını Görüntüleme

Bireysel Elemanlar

Bireysel Elemanlar (*Individual Elements*), *Objective Function* Değerlendirme Konumunun yukarısındaki her eleman için *Watershed Explorer*'da *Optimization Trial node*'u altında gösterilir. Bu elemanlar, *Objective Function Graph*'dan sonra hidrolojik sıraya göre listelenir. Her elemanın sonuçlarına, ilgili düğüme tıklanarak erişilir. Her eleman için listelenen ilk öğe Grafik'tir (*Graph*); *Graph* düğümüne tıklayarak grafiği görüntülenebilir. Bu grafik, mevcut *Optimization Trial* için görüntülenebilen grafikle tamamen aynıdır. Grafikte gösterilen bilgiler, eleman tipine göre değişiklik gösterebilir ancak her zaman Debi (*Outflow*) bilgisi bulunur. Ayrıca isteğe bağlı olarak Gözlenen Debi (*Observed Flow*), Hesaplanan Su Seviyesi (*Computed Stage*) ve Gözlenen Su Seviyesi (*Observed Stage*) gibi ek bilgiler de dahil edilebilir. Benzer şekilde, Özet Tablo (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosuna da (*Time-Series Table*) sırasıyla *Summary Table* veya *Time-Series Table node*'una tıklayarak erişilebilir.

Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği

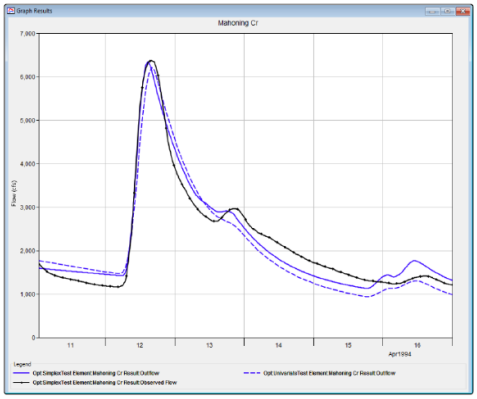
Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği (*Element Time-Series Preview Graph*), bir eleman tarafından hesaplanan tüm zaman serisi verilerini görüntülemesini sağlar. Bu zaman serisi verileri, *Watershed Explorer*'da her eleman düğümü altında listelenir. Her elemanın ilk düğümü Grafik (*Graph*)**,** ardından Özet Tablo (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) gelir. Her eleman için kalan düğümler, farklı zaman serisi verilerini temsil eder. Bir zaman serisi düğümüne tıklanarak verileri *Component Editor*'de ön izlenebilir. Ayrıca, *Shift* veya *Ctrl* tuşunu kullanarak birden fazla zaman serisi seçilebilir. Seçilen zaman serileri, aynı *Optimization Trial* içindeki farklı elemanlardan, farklı denemelerdeki aynı elemandan veya farklı denemelerdeki farklı elemanlardan olabilir. Sonuçlar, hem *Simulation Runs* (Simülasyon Koşuları) hem de *Optimization Trials* (Optimizasyon Denemeleri)'nden birleştirilebilir. Seçilen zaman serisi verileri, veri tipine göre otomatik olarak gruplara ayrılır ve görselleştirilir.



Şekil 13.36 Watershed Explorer'da Optimizasyon Denemesi Sonuçlarını Görüntüleme

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler (*Time-Series Tables and Graphs*), seçilen zaman serisi verilerinin grafik veya tablo olarak Desktop alanında görüntülenmesini sağlar. Başlamak için, grafikte veya tabloda dahil etmek istenildiğinde zaman serileri seçilir. İstenilen zaman serileri seçildikten sonra, Araç Çubuğu (*Toolbar*) üzerindeki *Graph* (Grafik) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğmesine basılır. Seçilen zaman serileri, seçilen formatta otomatik olarak grafiklendirilir veya tablo halinde listelenir.



Şekil 13.37 İki Farklı Optimizasyon Denemesi Sonuçlarını Karşılaştırma

Bir Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) veya Grafik (*Graph*) açtıktan sonra, ek zaman serisi sonuçları eklenebilir. Bunu yapmak için, eklemek istenilen zaman serisi sonucunun üzerine fare getirilir, sol fare tuşunu basılı tutulur ve ardından fare, sonucu eklemek istenilen tablo veya grafiğin üzerine sürüklenir. Fare imleci, hangi tablo veya grafiklerin ek zaman serisi kabul edebileceğini gösterecek şekilde değişir. İmleç, hedef tablo veya grafiğin üzerinde iken fare tuşunu bırakın; tablo veya grafik otomatik olarak güncellenir ve eklenen zaman serisi sonuçları görüntülenir.

Grafik Özelliklerini Değiştirme

Grafik Özelliklerini Değiştirme (*Changing Graph Properties*), açılan grafiklerin varsayılan çizgi rengi, çizgi stili, veri sembolleri gibi özelliklerin özelleştirilmesini sağlar. Tüm grafikler başlangıçta çoğu durum için uygun olacak şekilde varsayılan özelliklerle açılır; ancak istenirse bu özellikler değiştirilebilir. Özellikleri değiştirmek için öncelikle grafiğe tıklanarak seçilir. Ardından *Results* (Sonuçlar) menüsüne gidilir ve *Graph Properties* (Grafik Özellikleri) komutu seçilir. Açılan editör, seçili grafiğin özelliklerinin değiştirilmesine olanak sağlar. Her bir zaman serisi eğrisinin özellikleri ayrı ayrı değiştirilebilir. Ekseni, başlığı, ızgara çizgilerini, desenleri ve lejantı da özelleştirmek mümkündür. Kullanılan editör, *Simulation Run* grafiklerinde kullanılan ve "*Viewing Results for Other Runs*" bölümünde gösterilen editör ile aynıdır.

BÖLÜM 14

NEHİR AKIŞ HIZININ TAHMİN EDİLMESİ

Akım tahminleri, HEC HMS kapsamında özellikle taşkın kontrol amaçlı işletilen rezervuarların ve taşkın koruma sistemlerinin (*levee*) etkin işletimi için temel bir girdidir. Bu tahminler, havzadaki güncel meteorolojik koşullar (yağış, sıcaklık vb.) ile mevcut hidrolojik durumun (toprak nemi, başlangıç kayıpları, taban akımı koşulları ve gözlenen debiler) değerlendirilmesine dayanır ve gerekli durumlarda öngörülen meteorolojik veriler (*forecast precipitation*) modele dahil edilerek gerçekleştirilir. HEC HMS'te bu süreç, Meteorolojik Model ile tanımlanan yağış girdilerinin Havza Modeli içinde seçilen kayıp *(loss*), dönüşüm (*transform*), taban akımı (*baseflow*) ve yönlendirme (*routing*) yöntemleri aracılığıyla akış hidrografına dönüştürülmesi esasına dayanır. Elde edilen debi hidrografı, beklenen taşkın koşullarının zamanlaması (*time to peak*) ve büyüklüğünün (*peak discharge*) belirlenmesini sağlayarak acil durum işletmesini destekler. Bununla birlikte akım tahminleri yalnızca taşkın analizlerinde değil; su temini planlaması, hidroelektrik üretim optimizasyonu, çevresel akış gereksinimlerinin sağlanması ve diğer rezervuar işletme senaryolarında da karar destek aracı olarak kullanılmaktadır.

14.1 AKIM TAHMİN ALTERNATİFLERİ

Akım tahmini (*streamflow forecasting*) çalışmaları, genellikle geçmiş ve geleceğe ait koşulların birlikte simülasyonunu içerir. Süreç, Tahmin Zamanının **(***Time of Forecast***)** seçilmesi ile başlar. Tahmin zamanı çoğunlukla yağış, sıcaklık ve diğer meteorolojik değişkenlere ait mevcut en son gözlem verilerinin bulunduğu zamanı temsil eder. Eğer akım, su seviyesi (*stage*) veya rezervuar kotu (*pool elevation*) gözlemleri mevcutsa, bu değerlerin en son ölçümleri de genellikle tahmin zamanına karşılık gelir. Simülasyon, tahmin zamanından saatler ya da günler önce başlatılır. Başlangıç zamanı ile tahmin zamanı arasında hesaplanan sonuçlar Geriye Dönük Periyot (*Look Back Period*) olarak adlandırılır. Havzanın mevcut koşullarına ilişkin gözlemler mevcutsa, bu veriler geriye dönük periyotta hesaplanan model sonuçları ile karşılaştırılarak kalibrasyon ayarlamaları yapılabilir ve model performansı iyileştirilebilir. Tahmin zamanından sonraki periyot için meteorolojik gözlemler mevcut değildir, bu nedenle geleceğe yönelik tahmin verileri kullanılır. Örneğin, Nicel Yağış Tahmini (*Quantitative Precipitation Forecast – QPF*) gelecekteki yağış miktarlarına ilişkin meteorolojik öngörü sağlar. Benzer şekilde sıcaklık gibi diğer meteorolojik değişkenler için de tahmin verileri modele girilir. Bu öngörülen meteorolojik koşullara bağlı olarak gelecekteki akım tepkisi simüle edilir. Tahmin zamanından sonraki bu ileriye dönük zaman aralığı ise Tahmin Periyodu (*Forecast Period*) olarak adlandırılır.

Akım tahmini çalışmalarında zaman çoğu durumda kritik bir faktördür ve kullanılan modelleme teknikleri bu gerekliliği dikkate almalıdır. Bir tahmin geliştirilirken, benzer hidrolojik özelliklere sahip alt havzaların

gruplandırılması ve parametre ayarlamalarının her grup için toplu şekilde uygulanması yaygın bir yaklaşımdır. HEC-HMS'te bu işlem, *Forecast Alternative* yapısı içerisinde bölgeler kullanılarak desteklenmektedir. Bölge (*Zones*) oluşturma süreci ise *Zones* bölümünde açıklanmaktadır. Bölgeler, benzer hidrolojik koşullara sahip alt havzalar için parametre ayarlamalarının hızlı ve tutarlı bir şekilde yapılmasını sağlar. Bir parametre düzeltmesi yalnızca bir kez girilir ve ilgili bölge içindeki tüm alt havzalara otomatik olarak uygulanır. Eğer aynı bölge içerisinde yer alan bir alt havza, diğerlerinden farklı bir davranış sergiliyorsa, bu durumda *Local Element Override* (Yerel Öge Geçersiz Kılma) kullanılarak o alt havza için özel parametre ayarlaması yapılabilir. Böylece hem model kurulum süresi kısaltılır hem de gerekli durumlarda alt havza bazında detaylı müdahale imkânı korunur.

Forecast Alternatives, HEC-HMS'te sonuç üretebilen bir model bileşenidir. Her bir alternatif, *Basin Model*, *Meteorologic Model* ve *Time Control Information (Control Specifications)* bileşeninden oluşur. Alternatif ayrıca, *loss rate, transform*, *baseflow* ve *reach routing* parametreleri için *Zone Configurations* içerir; bu sayede benzer hidrolojik özelliklere sahip alt havzalar için parametre ayarlamaları toplu şekilde uygulanabilir. İsteğe bağlı olarak, gözlenen akım verisi bulunan elemanlarda harmanlama (*blending)* işlemi uygulanarak hesaplanan debi ile gözlenen debi birleştirilebilir ve tahmin doğruluğu artırılabilir. Simülasyon tamamlandıktan sonra, modeldeki her bir eleman için sonuçlar ayrı ayrı görüntülenebilir.

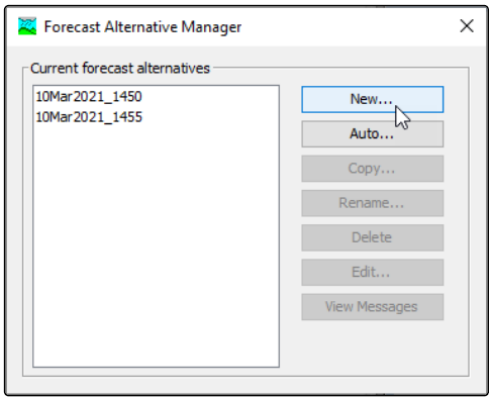
Bir Akım Tahmin Alternatifi, seçilen Havza Modelindeki başlangıç koşulları ve parametreler kullanılarak oluşturulur. Daha sonra, her bir Bölge için belirtilen parametre ayarlamaları, Havza Modelinden alınan değerlerin yerine geçer ve bölge içindeki her alt havza veya akarsu kolu aynı parametre ayarlamasını alır. Eğer varsa, *Local Element Override* ayarları bölge ayarlamalarından sonra uygulanır. Başlangıç taban akımı (*initial baseflow*), gözlenen akım verileri kullanılarak ve rezervuar kotları (*pool elevations*) gözlenen su seviyesi (*stage*) değerleri ile ayarlanabilir. Ayrıca, başlangıç *reach* çıkış debisi (*initial reach outflow*) gözlenen akım verileri ile belirlenebilir. Daha sonra, ayarlanmış parametre değerleri ve seçilen *Meteorologic Model* kullanılarak simülasyon sonuçları hesaplanır. Son olarak, gözlenen akım verisi bulunan elemanlarda ve *blending* (harmanlama) seçilmişse bu elemanlarda hesaplanan sonuçlar, gözlemlerle uyumlu olacak şekilde düzeltilir.

Çoğu zaman, aynı tahmin zamanı (*time of forecast)* için birden fazla tahmin hazırlanması gerekebilir. Bu birden fazla tahmin, farklı senaryolar veya varsayımlar altında gelecekteki koşullara ilişkin alternatif öngörüler sağlar. Örneğin, birden fazla alternatif, *look back period* başlangıcındaki havzanın toprak nemi durumuna ilişkin farklı varsayımların etkisini incelemek için kullanılabilir. Başka bir örnekte, gelecekteki yağış miktarına bağlı olarak potansiyel akım aralığını değerlendirmek için birkaç alternatif oluşturulabilir. Bir diğer örnek ise, farklı rezervuar salım programları ile birden fazla alternatif geliştirilerek salımların aşağı havzadaki akımlar üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Tüm bu alternatiflerden elde edilen sonuçlar, rezervuarların nasıl işletileceğine karar vermek veya acil taşkın uyarıları vermek amacıyla bir karar destek sistemi kapsamında kullanılabilir.

Yeni Bir Tahmin Alternatifi Oluşturma

Yeni bir Tahmin Alternatifi *(Forecast Alternative)*, oluşturma adımları, kullanıcıyı yönlendiren bir sihirbaz (*wizard*) yardımıyla hazırlanır. Sihirbazı açmanın iki yolu vardır. Birinci yol, *Compute* menüsüne tıklayarak

Create Compute | *Forecast Alternative* komutunu seçmektir; bu seçenek yalnızca en az bir *Basin Model* ve bir *Meteorologic Model* mevcutsa etkinleşir. Bu komut seçildiğinde sihirbaz açılır ve yeni bir *Forecast Alternative* oluşturma süreci başlar. İkinci yol ise *Forecast Alternative Manager* aracılığıyla erişmektir. Bunun için *Compute* menüsünden *Forecast Alternative Manager* komutu seçilir. *Forecast Alternative Manager* açıldığında mevcut alternatifler listelenir. Yeni bir alternatif oluşturmak için *New* butonuna tıklanır ve sihirbaz üzerinden *Forecast Alternative* oluşturma süreci başlatılır.



Şekil 14.1 "New" Butonuna Tıklayarak Forecast Alternative Oluşturma

Yeni bir *Forecast Alternative* oluşturmanın ilk adımı, alternatif için bir isim sağlamaktır. HEC-HMS, yeni alternatif için varsayılan bir isim sunar; bu varsayılan isim kullanılabilir veya seçilen bir isimle değiştirilebilir. Alternatif oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra, isteğe bağlı olarak bir açıklama (*description)* eklenebilir. Eğer alternatif oluşturmak istenmez ise, sihirbazın alt kısmındaki *Cancel* butonuna veya sihirbazın sağ üst köşesindeki *X* butonuna tıklayarak işlem iptal edilebilir. *Cancel* butonu, sihirbazı kullanırken her zaman kullanılabilir. İsim seçimi yapıldıktan sonra, *Next* butonuna basılarak sürece devam edilebilir.



Şekil 14.2 Yeni Bir Forecast Alternative İçin İsim Girme

Yeni bir *Forecast Alternative* oluşturmanın ikinci adımı, kullanılacak *Basin Model*'i seçmektir. Projedeki mevcut tüm *Basin Model*'ler alfabetik sırayla listelenir ve varsayılan olarak tablodaki ilk *Basin Model* seçili olarak gelir.

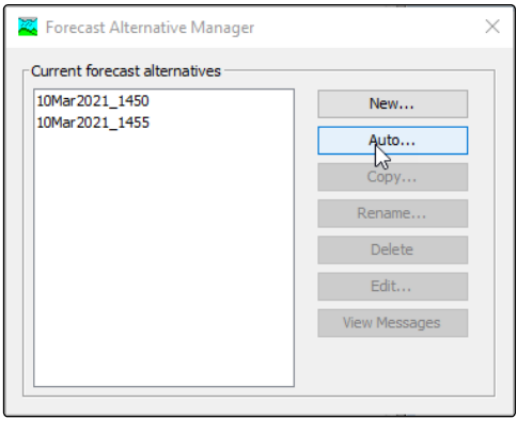
Seçili model, tabloda vurgulanır *(highlighted).* Farklı bir *Basin Model* seçmek için fare kullanılarak tabloda istenilen model tıklanabilir veya klavyedeki ok tuşlarıyla seçim yapılabilir. *Basin Model* seçimi yapıldığında, bir sonraki adıma geçmek için *Next* butonuna basılır. Önceki adıma dönüp *Forecast Alternative* için belirtilen isim değiştirilmek istenir ise *Back* butonu kullanılabilir.

Yeni bir *Forecast Alternative* oluşturmanın üçüncü adımı, kullanılacak Meteorolojik Modeli seçmektir. Projedeki mevcut tüm Meteorolojik Model'ler alfabetik sırayla listelenir ve varsayılan olarak tablodaki ilk model seçili olarak gelir. Seçili model, tabloda vurgulanır (*highlighted*). Farklı bir *Meteorologic Model* seçmek için fare kullanılarak tabloda istenilen model tıklanabilir veya klavyedeki ok tuşlarıyla seçim yapılabilir. Bu adımda, ikinci adımda seçilen *Basin Model* ile birlikte doğru çalışacak ve simülasyon sonuçlarını üretecek bir *Meteorologic Model* seçmek gerekmektedir. Meteorolojik Model seçiminden, sonra adıma geçmek için *Next* butonuna basılabilir. Önceki adıma dönüp farklı bir *Basin Model* seçmek istenirse *Back* butonu kullanılabilir.

Yeni bir *Forecast Alternative* oluşturmanın dördüncü adımı, kullanılacak zaman aralığı (*Time Interval*) ve *Zone Configurations* seçimini yapmaktır. Zaman aralığı, mevcut seçenekler arasından belirlenir; varsayılan olarak 15 dakika seçili gelir, ancak diğer aralıklar da tercih edilebilir. *Zone Configuration* seçimi ise, *loss rate* (kayıp oranı), *transform* (birim hidrograf dönüşümü), *baseflow* (taban akımı) ve *routing* (akarsu yönlendirme) parametre ayarlamaları için kullanılır. Liste, ikinci adımda seçilen *Basin Model*'de tanımlı tüm *Zone Configurations*'ı içerir ve her parametre türü için farklı bir *Zone Configuration* seçilebileceği gibi, tüm parametreler için aynı *Zone Configuration* da kullanılabilir. Tüm seçimlerden sonra ve *Forecast Alternative*'ı oluşturmak istenir ise *Finish* butonuna basılır; önceki adıma dönüp farklı bir *Meteorologic Model* seçmek istenirse *Back* butonu kullanılır.

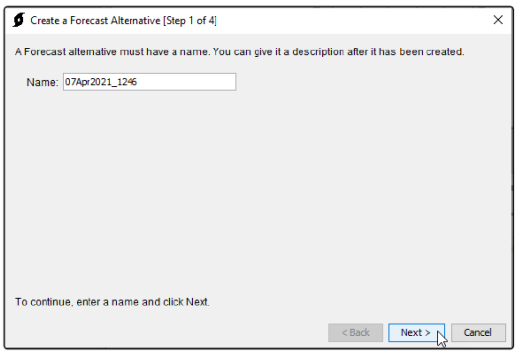
Yeni Bir Otomatik Tahminin Oluşturulması

Otomatik Tahmin *(Automated Forecast)* seçeneği, web üzerinden veri çekerek *look back period* ve *forecast period* verilerini kullanarak sürekli bir akım tahmini oluşturur. Versiyon 4.9 itibarıyla, *Automated Forecast* seçeneği yalnızca Kıta Amerika Birleşik Devletleri (*Continental United States*) için veri kaynaklarını kullanır. Otomatik Tahmini çalıştırmak için internet bağlantısı gereklidir. Ayrıca, çalıştırılacak *Basin Model*in mekânsal elemanlara sahip olması gerekir; alt havza elemanları coğrafi referanslı (*georeferenced*) olmalıdır. *Subbasin* elemanları, *structured* veya *unstructured discretization* yöntemlerinden biriyle tanımlanmalıdır. Ayrıca, *Basin Model*'in sürekli simülasyon (*continuous simulation*) için yapılandırılmış olması gerekir. *Forecast Alternative Manager* içinde, *Automated Forecast* seçeneği bu ayarlarla başlatılabilir ve sürekli tahmin oluşturma süreci otomatik olarak yürütülür.



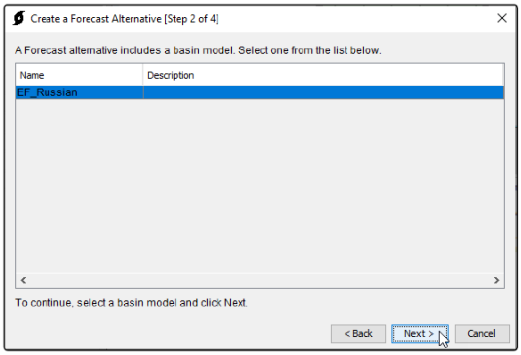
Şekil 14.3 Yeni Bir Otomatik Forecast Alternative Oluşturma

Otomatik *Forecast* sihirbazının ilk adımında, kullanıcı yeni *Forecast Alternative* için bir *isim* belirler. HEC-HMS, varsayılan olarak bir isim sağlar; bu isim, sihirbazın ilk adımına erişilen zamanı temel alır. Varsayılan isim formatı korunursa, oluşturulan *forecast* ve ilgili tüm proje bileşenleri tek bir tıklama ile kolayca silinebilir. İstenirse bu varsayılan isim değiştirebilir veya olduğu gibi bırakabilir.



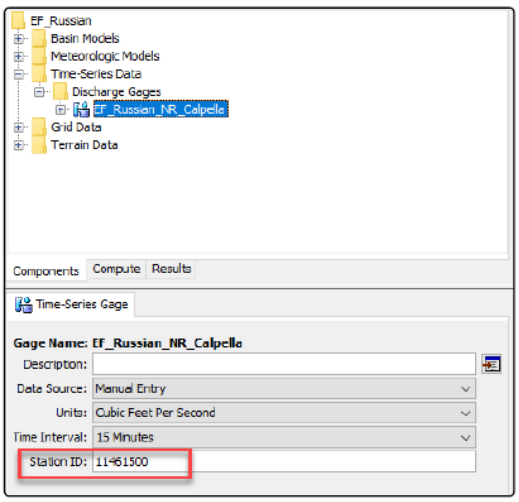
Şekil 14.4 Otomatik Forecast Sihirbazının İlk Adımı

Otomatik *Forecast* sihirbazının ikinci adımında, kullanılacak *Basin Model* seçilir. Seçilen *Basin Model*'deki *Subbasin* elemanları, *structured* veya *unstructured discretization* yöntemlerinden biriyle tanımlanmış olmalıdır. Ayrıca, *Basin Model*'in *continuous simulation* (sürekli simülasyon) için yapılandırılmış olması gerekir. Bu adım, otomatik *forecast*'un doğru ve sürekli bir şekilde çalışabilmesi için kritik bir adımdır.



Şekil 14.5 Otomatik Forecast Sihirbazının İkinci Adımı

Eğer *Basin Model*'deki debi ölçüm istasyonları için geçerli bir *USGS Station ID* belirtilmişse, *Automated Forecast*, o konumdaki en güncel akım verilerini almaya çalışır. Aşağıdaki şekilde, bir USGS nehir ölçüm istasyonu için belirlenmiş bir *station ID* örneği gösterilmektedir.



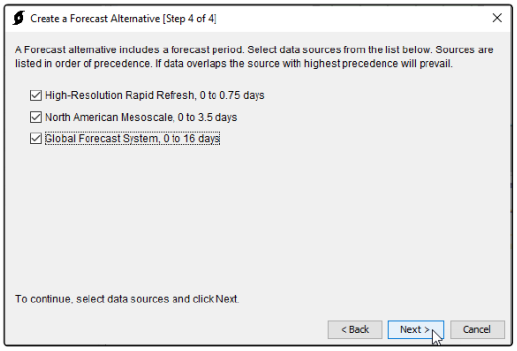
Şekil 14.6 Zaman Serisi Ölçüm İstasyonu İçin USGS Station ID Görüntüleme

Otomatik *Forecast* sihirbazının üçüncü adımında, *look back period* verileri seçilir. Bu adımda en az bir veri kaynağı seçilmelidir; aksi takdirde bir sonraki adıma geçilemez. *Look back period* verileri, geçmiş akım ve meteorolojik koşulları temsil eder ve otomatik *forecast*'un başlangıç koşullarını belirlemek için kullanılır.



Şekil 14.7 Otomatik Forecast Sihirbazının Üçüncü Adımı

Otomatik *Forecast* sihirbazının dördüncü adımında, *forecast period* verileri seçilir. Bu adımda en az bir veri kaynağı seçilmelidir; aksi takdirde bir sonraki adıma geçilemez. Birden fazla veri seti seçilirse, veri setleri öncelik sırasına (*precedence*) göre birleştirilir. Veri setleri, tabloda üstten alta doğru en yüksekten en düşük mekânsal ve zamansal çözünürlük sırasına göre listelenir. Birleştirme sırasında, en yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlüğe sahip veri setlerine öncelik verilir.



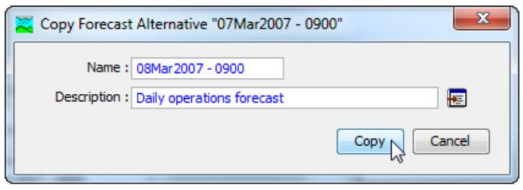
Şekil 14.8 Otomatik Forecast Sihirbazının Dördüncü Adımı

Otomatik *Forecast* sihirbazının dördüncü adımında *Next* butonuna basıldıktan sonra, *Automated Forecast* web üzerinden veri indirmeye başlar. Bu işlem, havzanın büyüklüğüne bağlı olarak birkaç dakika sürebilir. İndirilen veri setleri birleştirilerek sürekli bir sınır koşulu (*continuous boundary condition*) oluşturulur. Yağış ve sıcaklık (*precipitation* ve t*emperature*) *grid* setleri, *forecast* ile aynı isimle oluşturulur. Seçilen *Basin Model* ile ilişkilendirilen bir *Meteorologic Model* de aynı isimle oluşturulur. Yeni *Forecast, Automated Forecast* ismiyle proje içine eklenir. *Forecast*'u çalıştırmak için indirilen veriler, projenin *Data* alt dizininde bulunabilir. Bu süreç, otomatik olarak sürekli bir tahmin oluşturmak ve gerekli tüm model bileşenlerini hazırlamak için tasarlanmıştır.

Tahmin Alternatifinin Kopyalanması

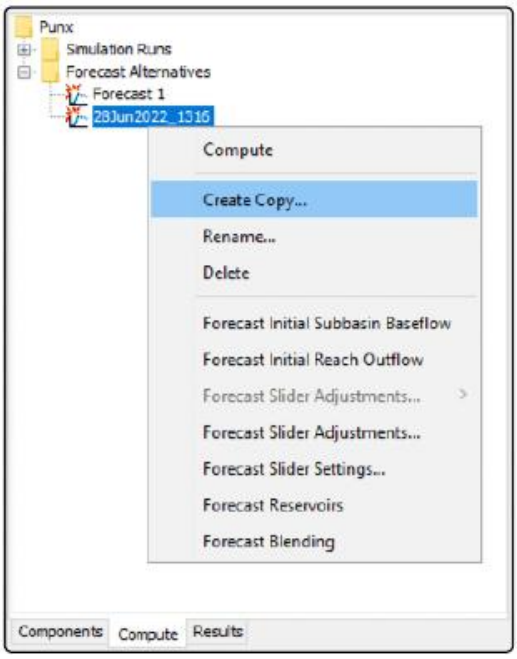
Bir *Forecast Alternative*'ı kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, mevcut alternatifi tam olarak aynı şekilde çoğaltır, ancak farklı bir isimle kaydeder. Kopyalama işlemi tamamlandıktan sonra, yeni alternatif orijinalinden bağımsız hale gelir; yani orijinal ve kopya birbirini etkilemez veya değiştirmez.

Bir *Forecast Alternative*'ı kopyalamanın ilk yolu, *Forecast Alternative Manager* aracılığıyla yapılır; bu menüye *Compute* menüsünden erişilir. Kopyalamak istenilen alternatif, mevcut *Forecast Alternatives* listesinden tıklanarak seçilir ve seçilen alternatif vurgulanır (*highlighted*). Seçimin ardından, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* butonuna basılır. Açılan *Copy Forecast Alternative* penceresinde, oluşturulacak kopya için bir *isim* ve isteğe bağlı olarak açıklama (*description*) girilebilir. Varsayılan bir isim sağlanır; bu isim kullanılabilir veya değiştirilebilir. Açıklama alanı uzun ise, sağındaki buton ile bir düzenleyici açarak metin girilebilir. İsim ve açıklama girildikten sonra, işlemi tamamlamak için *Copy* butonuna basılır. Eğer isim girilmemişse, *Copy* butonu aktif değildir. Kopyalama işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* butonu veya sağ üst köşedeki *X* butonu ile *Forecast Alternative Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 14.9 Forecast Alternative Kopyası Oluşturma

Bir *Forecast Alternative*'ı kopyalamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesi üzerinden gerçekleştirilir. Kopyalanmak istenilen *Forecast Alternative*'ın üzerine fareyi getirip sağ tıklama yapılır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) bulunan *Create Copy* komutu seçilir. Bu işlem, *Copy Forecast Alternative* penceresini açar. Burada, oluşturulacak kopya için bir *isim* ve isteğe bağlı olarak bir açıklama (*description*) girilebilir. Varsayılan bir isim sağlanır; bu isim kullanılabilir veya değiştirilebilir. Açıklama uzun ise, sağındaki buton ile düzenleyici açarak metin girişi yapılabilir. İsim ve açıklama girildikten sonra, *Copy* butonuna basılarak kopyalama işlemi tamamlanabilir. İsim girilmemişse, *Copy* butonu aktif olmaz. Kopyalama işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* butonu ile *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.

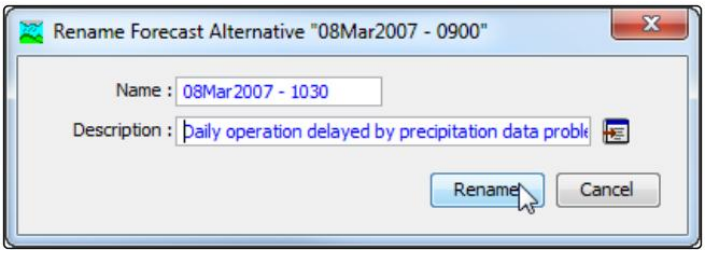


Şekil 14.10 Watershed Explorer'dan Forecast Alternative Kopyalama

Tahmin Alternatifinin Adını Değiştirme

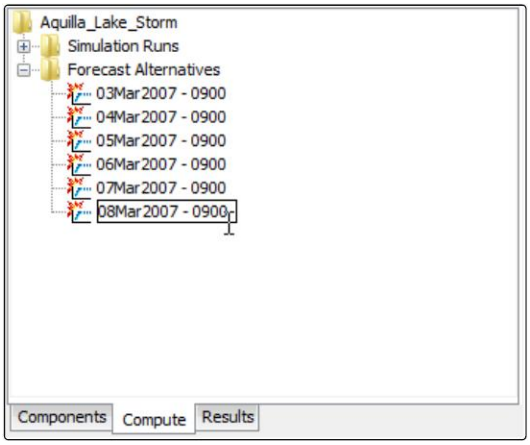
Bir Tahmin Alternatifini yeniden adlandırmanın (*Renaming a Forecast Alternative*) iki yöntemi vardır. Alternatifin yeniden adlandırılmasına yönelik her iki yöntem de alternatifin adını değiştirir ve gerekli diğer işlemleri gerçekleştirir.

Yeniden adlandırma işlemini gerçekleştirmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilebilen *Forecast Alternative Manager* aracını kullanmaktır. Mevcut alternatifler listesinden yeniden adlandırmak istenilen Tahmin Alternatifinin üzerine tıklanır. Seçilen alternatif, seçim yapıldıktan sonra vurgulanır. Alternatifi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafında bulunan *Rename* düğmesine basılır. Bunun üzerine (aşağıda gösterilen***)*** *Rename Forecast Alternative* penceresi açılır ve burada yeni adı girilebilir. İstenirse aynı anda açıklama (*description*) bilgisi de değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici (*editor*) penceresi açılabilir. Ad ve açıklama bilgilerinden emin olduktan sonra, seçilen Tahmin Alternatifinin yeniden adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Herhangi bir ad girilmemişse *Rename* düğmesi etkin değildir ve kullanılamaz. Eğer yeniden adlandırma işleminden vazgeçilir ise, *Rename Forecast Alternative* penceresinin sağ alt köşesindeki *Cancel* düğmesine veya *X* simgesine basarak *Forecast Alternative Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 14.11 Bir Tahmin Alternatifinin Yeniden Adlandırılması

Yeniden adlandırmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. *Watershed Explorer* üzerinde yeniden adlandırılmak istenilen Tahmin Alternatifi üzerine tıklanarak seçilir; seçilen alternatif vurgulanacaktır. Fare imlecini seçili alternatif üzerinde tutarak sol fare tuşuna tekrar tıklanır. Vurgulanan ad, düzenleme moduna (*editing mode*) geçecektir. Bu aşamada imleç, klavyedeki yön tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir. Ayrıca fare kullanılarak adın bir kısmını ya da tamamı seçilebilir. Adı değiştirmek için klavye ile yeni adı yazılır. Değişiklik tamamlandığında seçileni kesinleştirmek için *Enter* tuşuna basılır. Alternatif olarak, *Compute* sekmesi üzerinde başka bir yere tıklayarak da işlem tamamlanabilir. Düzenleme modundayken yeniden adlandırma işleminden vazgeçilir ise, seçili Tahmin Alternatifinin adını değiştirmeden çıkmak için *Escape* tuşuna basılır.



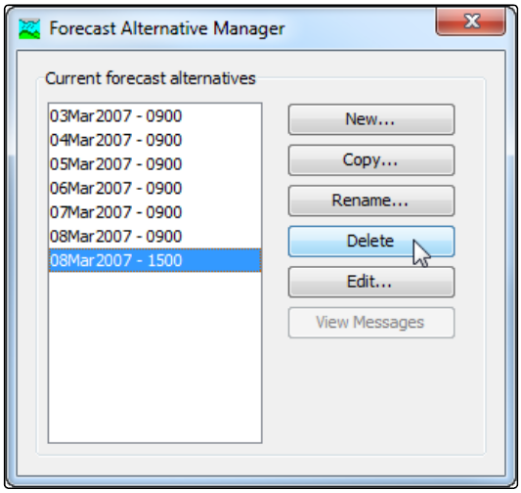
Şekil 14.12 Bir Tahmin Alternatifinin Yeniden Adlandırılması

Tahmin Alternatifinin Silinmesi

Bir Tahmin Alternatifini silmenin (*Deleting a Forecast Alternative*) iki yöntemi vardır. Alternatifin silinmesine yönelik her iki yöntem de ilgili alternatif projeden kaldırılır ve daha önce hesaplanmış sonuçlar otomatik olarak silinir. Bir alternatif silindikten sonra geri getirilemez veya silme işlemi geri alınamaz.

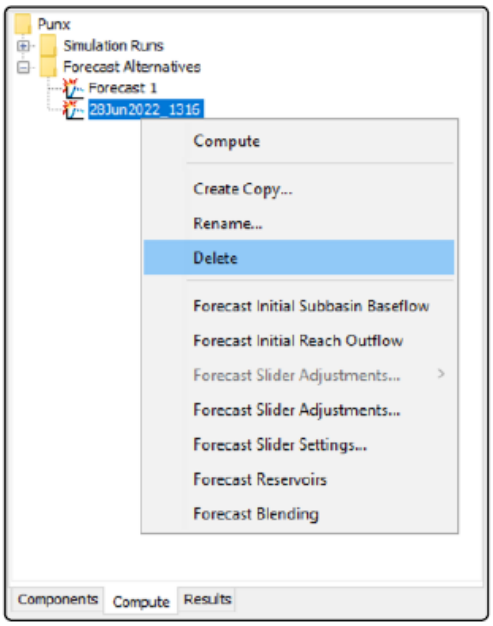
Silme işlemini gerçekleştirmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilebilen *Forecast Alternative Manager* aracını kullanmaktır. Mevcut alternatifler listesinden silinmek istenilen Tahmin Alternatifinin üzerine tıklayarak seçilir.

Seçim yapıldıktan sonra ilgili alternatif vurgulanır. Alternatifi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafında bulunan *Delete* düğmesine basılır. Bunun üzerine, seçilen alternatifin silinmesinin onaylanması gereken bir onay penceresi açılır. Alternatifi silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer silme işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* simgesine basarak *Forecast Alternative Manager* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 14.13 Forecast Alternative Manager Üzerinden Bir Tahmin Alternatifinin Silinmesi

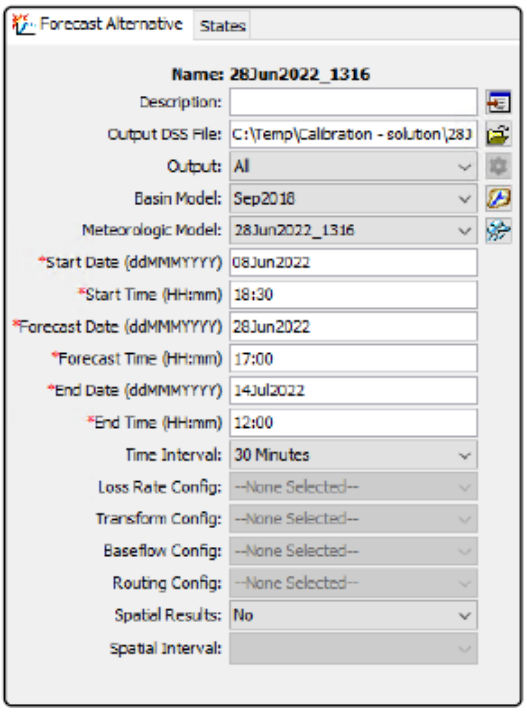
Silme işleminin ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. *Watershed Explorer* üzerinde silinmek istenilen Tahmin Alternatifi üzerine tıklanarak seçilir; seçilen alternatif vurgulanacaktır. Fare imlecini seçili alternatif üzerinde tutarak sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler yer alır; bunlar arasında *Delete* komutu da bulunmaktadır. *Delete* komutuna tıklanır. Bunun üzerine, seçilen alternatifin silinmesi onaylama gereken bir pencere açılır. Alternatifi silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer silme işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* simgesine basarak *Watershed Explorer* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 14.14 Watershed Explorer Üzerinden Bir Tahmin Alternatifinin Silinmesi

Bileşenlerin Seçilmesi

Bir Tahmin Alternatifi oluştururken sihirbazı kullanmanın temel görevlerinden biri, tahmin sonuçlarını hesaplamak için kullanılacak bileşenlerin seçilmesidir. Bu bileşenler, *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'i içerir. Bu bileşenler, yeni bir Tahmin Alternatifi oluşturulurken sihirbaz aracılığıyla seçilir. Ancak, istenilen zaman Tahmin Alternatifi için *Component Editor*'ü kullanarak *Basin Model* ve *Meteorologic Model* değiştirilebilir. *Component Editor*, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden erişilebilir. Gerekirse, mevcut Tahmin Alternatiflerini görmek için *Forecast Alternatives* klasörüne tıklanarak açılır. *Component Editor* şunları içerir: Projedeki tüm *Basin Model*'leri içeren bir *Basin Model* seçim listesi, Projedeki tüm *Meteorologic Model*'leri içeren bir *Meteorologic Model* seçim listesi.



Şekil 14.15 Tahmin Alternatifi Bileşen Düzenleyicisi

Zaman Penceresinin Girilmesi

Bir Tahmin Alternatifi için Başlangıç, Tahmin ve Bitiş Tarih ve Saatleri girilmelidir. Bu zaman bilgileri, alternatif oluşturulurken kullanılan sihirbazda belirtilmez; alternatif oluşturulduktan sonra *Forecast Alternative Component Editor* üzerinden girilmelidir. Tarihler sayısal gün, kısaltılmış ay ve dört haneli yıl formatında, saatler ise 24 saatlik formatta olmalıdır. Zaman aralığı 1 dakikadan 1 güne kadar seçilebilir ve tüm saatler, günün başlangıcından itibaren bu aralığın tam katları olmalıdır.

Bölge Konfigürasyonlarının Seçilmesi

Bölge konfigürasyonları **(***Selecting Zone Configurations***)**, bir Tahmin Alternatifinde parametre ayarlamaları yapmak için kullanılır. Bir *Zone Configuration, Basin Model* içinde tanımlanır ve *Basin Model* birden fazla *Zone Configuration* içerebilir. Her *Zone Configuration* yalnızca *subbasin* veya *reach* öğelerini içerir, her ikisini birden değil. Her *Zone Configuration* ise bir veya daha fazla *zone* içerir ve *Basin Model*'deki tüm *subbasin* veya *reach* öğeleri bir *zone*'a atanmalıdır. *Zone Configuration, Forecast Alternative Component Editor* üzerinden seçilir ve kayıp oranı (*lossrate*), dönüşüm (*transform*), taban akışı (*baseflow*) ve yönlendirme (*routing*) ayarlamaları için kullanılabilir. Her ayarlama için farklı bir *Zone Configuration* seçilebilir veya aynı *Zone Configuration* birden fazla kez kullanılabilir. *Zone Configuration* seçimi yapılmadan parametre ayarlamaları yapılamaz.

Başlangıç ve Kayıt Durumları

Basin ve *Meteorologic Model*lerde kullanılan çeşitli matematiksel denklemler, *State Variables* (Durum Değişkenleri) içerir. Bir durum değişkeni, basitçe bir zaman aralığının sonunda sistemin mevcut koşulunu ifade eder. Örneğin, bir rezervuardaki durum değişkeni, depolanan su miktarıdır ve genellikle kot (*elevation*) olarak ölçülür. Toprak nemi hesaplama kayıp yöntemde ise durum değişkeni, her bir katmanda mevcut su miktarıdır. Durum değişkenleri, simülasyon sırasında değişen sınır koşullarına ve yöntemi yöneten matematiksel denklemlerin dinamiklerine bağlı olarak değişir.

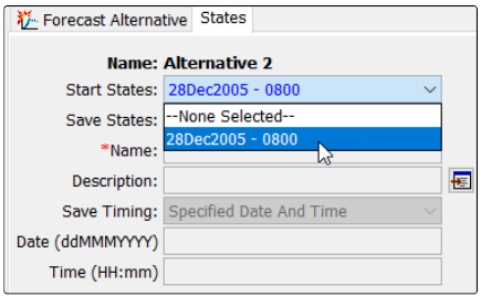
Tüm durum değişkenleri simülasyonun başında belirtilmelidir; bu değerler *Initial Conditions* (Başlangıç Koşulları) olarak adlandırılır. Bazı yöntemlerde, örneğin bir rezervuardaki başlangıç depolama miktarı gibi, kullanmak istenilen değer manuel olarak belirlenebilir. Bazı yöntemler ise başlangıç koşulunu dolaylı olarak belirler; örneğin, yüzey akışı başlamadan önce gerçekleşmesi gereken infiltrasyon miktarını belirlemeye olanak veren kayıp yöntemleri, genellikle *initial loss* (başlangıç kaybı) olarak adlandırılır. Kanal yönlendirme (*channel routing*) yöntemlerinin birçoğu ise başlangıç koşulu olarak, ilk çıkışın *reach*'e giren ilk akışa eşit olduğunu varsayar veya kullanıcı başlangıç çıkışını belirleyebilir.

Durum değişkenlerinin iki ana amacı vardır: Uzun Simülasyonları Daha Kısa Zaman Aralıklarına Bölmek ve Gerçek Zamanlı Tahmin İşlemleri. Gerçek zamanlı tahminlerde tipik yaklaşım, simülasyonu günlük olarak çalıştırmak ve geleceğe üç ila beş gün tahmin yapmaktır. Simülasyon, beş günlük olarak yapılandırılabilir ve birinci günün sonunda durum değişkenleri kaydedilebilir. Ertesi gün tahmin güncellendiğinde, simülasyon bir önceki günün kaydedilen durumlarından başlatılarak devam edebilir. Bu yöntemle, sürekli güncellenen sonuçlar elde edilir ve simülasyonun, eski olabilecek son bilinen havza koşullarından başlatılmasına gerek kalmaz.

Bir Tahmin Alternatifinde başlangıç durum değişkenlerini kaydetmek veya kaydedilmiş durumlardan başlatmak isteğe bağlıdır. Kaydedilmiş durum değişkenlerini (*start states*) kullanılmaz ise, başlangıç koşulları *Basin* ve *Meteorologic Modeller*den alınır. *Start states* kullanılır ise, *Basin* ve *Meteorologic Model*lerde belirtilen başlangıç koşulları, kaydedilen durum değerleri ile geçersiz kılınır. *Start states* kullanılmazsa Tahmin Alternatifi normal şekilde çalışır. Kaydedilmiş durumları kullanma seçilir ise, Tahmin Alternatifi kısa bir süre duraklayarak durum değişkenlerini kaydeder ve ardından normal şekilde çalışmaya devam eder. Oluşturulan *save states* dosyası herhangi bir Tahmin Alternatifinde kullanılabilir; Tahmin Alternatifinin başlangıç tarihi, *save states* oluşturulduğu tarihle aynı olmak zorunda değildir. *Save states* farklı Tahmin Alternatifi çalıştırmalarında da kullanılabilir. Ancak, *save states*'in geçerli olabilmesi için *Basin ve Meteorologic Model*lerin benzer yapılandırmalara sahip olması gerekir; yani *Basin Model*'deki öğeler ve *Basin* ile *Meteorologic Model*lerdeki modelleme yöntemleri birbirine yakın olmalıdır.

Tahmin Alternatifi için opsiyonel *start states, Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden erişilen *Forecast Alternative Component Editor* üzerinden seçilir. Component Editor açıldığında her zaman *States* sekmesi görünür. Simülasyonu kaydedilmiş durumlarla başlatmak için *Start States* seçim listesinden kullanmak istenilen durumlar seçilir. Yalnızca, *save states* ile yapılandırılmış bir Tahmin Alternatifi çalıştırılarak kaydedilmiş durumlar listelenir. Geçerli durumlar yoksa *start states* seçilemez. Simülasyonu başlatırken uygun durumu seçmeyi

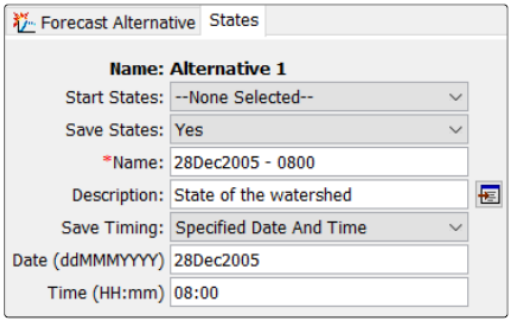
kolaylaştırmak için *save states*'e açıklayıcı bir isim vermek faydalıdır. Örneğin, örnekte gösterildiği gibi 28Dec2005-0800 adı, durumların kaydedildiği tarih ve saat kullanılarak verilmiştir; bu, sonraki Tahmin Alternatiflerinde doğru durumları seçmeyi kolaylaştırır.



Şekil 14.16 Save States Dosyası Kullanarak Tahmin Alternatifini Başlatma

Tahmin Alternatifi için opsiyonel *save states* oluşturmak, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden erişilen *Component Editor* üzerinden yapılır. *Component Editor* açıldığında her zaman *States* sekmesi görünür. *Save states* dosyası oluşturmak için *Save States* seçeneğini *No*'dan *Yes*'e değiştirilir. *Save states* için bir *Name* girilmesi zorunludur, isteğe bağlı olarak bir *Description* de eklenebilir. *Save states*'in ne zaman kaydedileceğini belirlemek için üç seçenek vardır: Simülasyon çalışmasının sonunda (*At the End of the Simulation Run*), Tahmin zamanı (*At the Time of Forecast*), Tahmin Alternatifi sırasında belirli bir tarih ve saat (*At a Specified Date and Time*). *Run* sonu veya tahmin zamanı seçilirse, program kaydedilecek doğru tarih ve saati otomatik olarak belirler. Belirli bir tarih ve saat seçilir ise, bu bilgileri manuel olarak girmek gerekir; belirtilen tarih ve saat, simülasyonun başlangıcından sonra ve simülasyonun sonunda ya da öncesinde olmalıdır.

Bir Tahmin Alternatifi, *Basin Model*deki başlangıç koşulları ve parametreleri değiştirmek için çeşitli araçlar içerir: *Zonal Editors, Parameter Override Editors, Slider Bar Editors* ve *Initialization Editors***.** *Save states* dosyasından alınan başlangıç koşulları, *Zonal Editors, Parameter Override Editors* ve *Slider Bar Editors* tarafından hesaplanan başlangıç koşulları ve parametre ayarlarının üzerine yazılır. *Initialization Editors* tarafından hesaplanan başlangıç koşulları ise *save states* dosyasından alınan başlangıç koşullarının üzerine yazılır.



Şekil 14.17 Save States Kaydedecek Şekilde Tahmin Alternatifinin Yapılandırılması

14.2 TAHMİN İÇİN PARAMETRELERİN AYARLANMASI

Bir Tahmin Alternatifindeki *subbasin* ve *reach* öğeleri, *Basin Model*'den alınan varsayılan parametre değerleri ile başlatılır. Bu öğelerdeki parametre değerleri, *Basin Model*'deki orijinal değerleri değiştirmeden tahmin için ayarlanabilir. Parametre ayarlamaları yapmak zorunlu değildir; ayarlama yapılmadığında, *Basin Model*'den alınan değerler değiştirilmeden kullanılır. Ancak çoğu tahmin, havzadaki mevcut koşulları, önceki ve meteorolojik durumları yansıtmak için parametre ayarlamaları içerir.

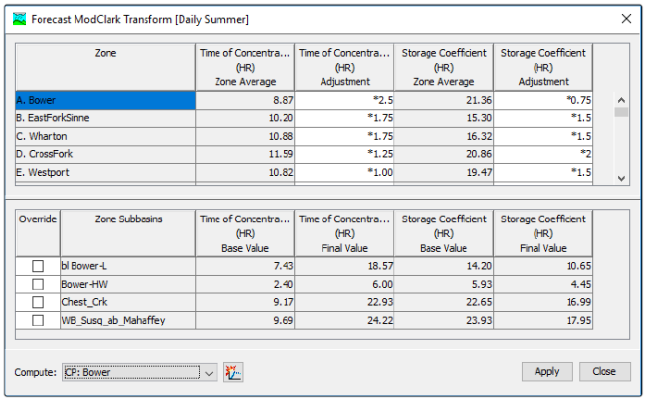
Bölge Parametre Ayarlamaları

Parametre ayarlamaları, Tahmin Alternatifi için *parameter editors* kullanılarak yapılır. Bu editörlere, *Compute* menüsündeki *Forecast Parameter Tables* komutu ile erişilir. Editörlere erişebilmek için geçerli bir Tahmin Alternatifi seçili olmalıdır. *Basin Model*'de kullanılan her *loss rate, transform, baseflow* ve *routing* yöntemi için ayrı bir parametre editörü gösterilir. Her *zone* için ayarlamalar, editörün üst yarısı kullanılarak yapılır; üst yarı, her *zone* için bir satır içerir. *Zone* ayarlamaları yapılmadığında, öğe sonuçları tamamen *Basin Model* parametrelerinden hesaplanır.

Her *loss rate, transform, baseflow, routing* veya *snow* yönteminde düzenlenebilir parametre için iki kolon bulunur. *Zone Average* kolonu, *zone*'daki tüm öğeler üzerinden hesaplanan alan ağırlıklı ortalama varsayılan parametre değerini gösterir. *Adjustment* kolonu, parametreye yapılacak ayarlamayı girmek için kullanılır. Bu kolon boş bırakılırsa, her öğe için varsayılan parametre değeri kullanılır. Ayarlama kolonuna sabit bir değer ekleyebilir veya çıkarılabilir:

- Örneğin, *+0,2* girilirse, *zone*'daki her öğedeki parametre değeri 0,2 artırılır.
- Örneğin, *-2,1* girilirse, *zone*'daki her öğedeki parametre değeri 2,1 azaltılır.

Zone'daki her öğedeki parametreyi sabit bir değerle çarpılabilir. Örneğin, *0,8 girilir ise, *zone*'daki her öğedeki parametre değeri 0,8 ile çarpılır. Ayrıca, *zone*'daki her öğedeki varsayılan parametre değerini sabit bir değerle değiştirilebilir. Örneğin, 7,0 girilirse, *zone*'daki her öğedeki parametre değeri 7,0 olarak ayarlanır. Tüm *zone* parametre ayarlamalarını girdikten sonra *Apply* düğmesine basarak değişiklikler uygulanır.



Şekil 14.18 Parametre Ayarlamalarının Girilmesi

Parametre editörünün alt yarısı, seçilen *zone*'daki öğelerin parametre değerlerini detaylı olarak gösterir. Üst yarıda bir satıra tıklayarak *zone* seçildiğinde, alt yarıda seçilen *zone*'daki her öğe için bir satır görüntülenir. Her *loss rate, transform, baseflow* veya *routing* parametresi için iki kolon bulunur:

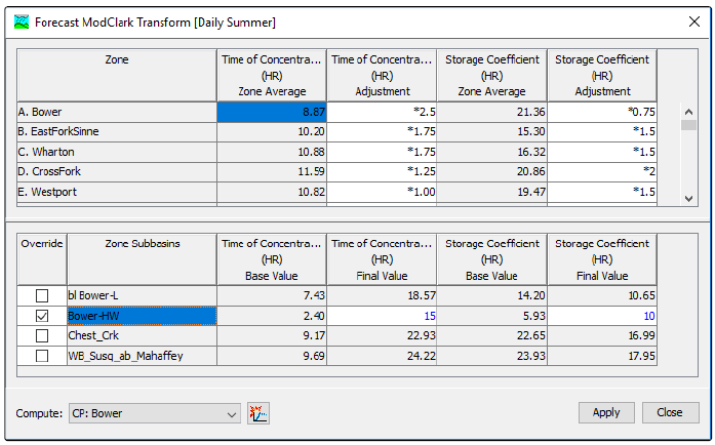
- *Base Value*: *Basin Model*'den alınan varsayılan parametre değeri
- *Final Value*: Tahmin sırasında kullanılacak ayarlanmış parametre değeri

Ayarlanmış parametre değerleri, üst yarıda girilen *zone* ayarlamalarına göre hesaplanır ve *Apply* düğmesine basıldığında güncellenir. Ayrıca kullanıcı, bir hesaplama noktası seçebilir ve bu noktaya kadar tüm havza öğeleri editörden hesaplanabilir.

Öğe Parametre Geçersiz Kılmaları

Zone Parametre Ayarlamaları, *subbasin* ve *reach* parametrelerini hızlı bir şekilde değiştirerek tahmin üretmek için kullanılır. Ancak bazen bir *zone* içindeki bazı öğelerin, diğer öğelerden farklı ayarlamalara ihtiyaç duyduğu durumlar olabilir. Bu durumda, *Element Override* kullanılarak, *zone* içindeki tek bir *subbasin* veya *reach* için farklı parametre değerleri uygulanabilir. Element *override* kullanılmadığında, öğe sonuçları yalnızca *Basin Model* parametreleri ve *zone* ayarlamaları temel alınarak hesaplanır.

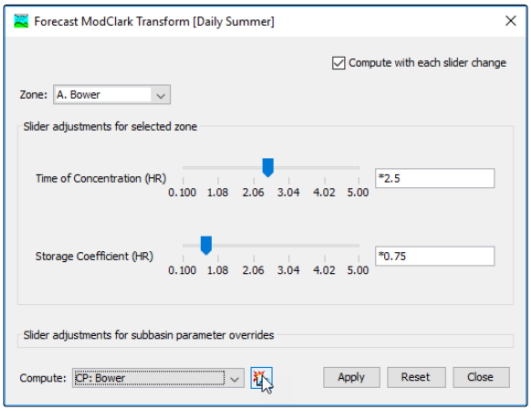
Başlamak için, istenilen öğe için *Override*'ın etkinleştirilmesi gerekir. Bunun için: Parametre editörünün üst yarısında, öğenin bulunduğu *zone*'un satırına tıklanır. Seçilen *zone*, geçerli *zone* olur ve *zone* içindeki öğeler editörün alt yarısında görüntülenir. Alt yarıda, öğe adının yanında bulunan *Override* onay kutusunu işaretlenir. *Override* etkinleştirildiğinde, seçilen öğe için her parametrenin *Final Value* kolonu düzenlenebilir hale gelir. Varsayılan final değer, *Basin Model*'deki değer üzerine *zone* ayarlaması uygulanarak otomatik hesaplanır. *Override* sırasında, parametrelerin final değerleri değiştirilebilir. Tek bir parametre, birkaç parametre veya tüm parametreler için *override* yapılabilir. *Override* ayarlamaları, öğe için onay kutusu temizlendiğinde kaldırılır.



Şekil 14.19 Belirli Bir Öğeye Özel Override Girilmesi

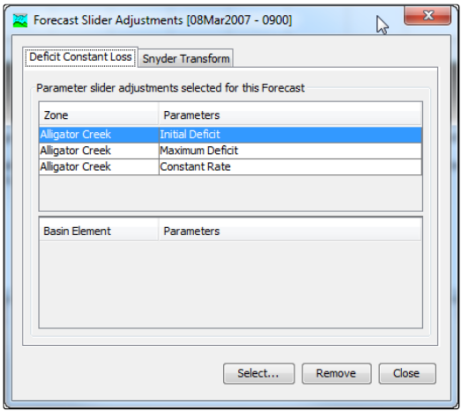
Slider Ayarlamaları

Slider Ayarlamaları (*Slider Adjustment),* bir *Zone Parameter Adjustment* veya *Element Parameter Override*'ı görüntülemenin ve değiştirmenin alternatif bir yoludur. Veri giriş tablosuna yeni bir değer yazmak yerine, *slider* fare ile sürüklenerek hızlıca yeni bir faktör elde edilebilir. *Slider* ayarlamaları, mevcut *zone* parametre ayarlamalarını ve element *override*'larını destekler ve iyileştirir. *Slider* kullanımı için, üzerinde değişiklik yapılacak her ayarlama veya *override* için yapılandırma bilgisi *(configuration information)* girilmesi gerekir. *Slider* ayarlamaya hazırlanmak, ilgili ayarlamayı veya *override*'ı seçmek ve gerekli yapılandırma bilgilerini girmekle başlar.



Şekil 14.20 Slider Adjustments Editor Kullanımı

Slider Adjustments, bir Tahmin Alternatifinin parametre verilerinin bir parçasıdır ve seçilmeleri veya kaldırılmaları, *zone* parametre ayarlamalarını veya *element parameter override*'larını etkilemez. Mevcut Tahmin Alternatifi için slider'lara, *Compute* menüsündeki *Forecast Slider Adjustments* komutu ile erişilir. *Forecast Slider Adjustments Manager* açıldığında, *Basin Model*'de kullanılan her *loss rate, transform, baseflow* ve *routing* yöntemi için ayrı bir sekme (tab) gösterilir. Sekmenin üst tablosu, *slider adjustment* için seçilmiş tüm *zone parametre* ayarlamalarını gösterir; her ayarlama ayrı bir satırda listelenir ve birden fazla *zone*'daki parametreler tabloya dahil edilir. Sekmenin alt tablosu, *slider adjustment* için seçilmiş tüm element *parameter override*'larını gösterir; her *override* ayrı bir satırda ve birden fazla *zone*'daki öğeler bir arada listelenir. Eğer *slider adjustments* için hiçbir ayarlama veya *override* seçilmemişse, tablolar boş olarak görünür.

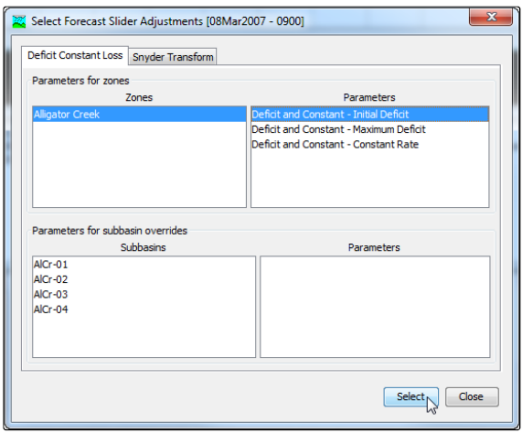


Şekil 14.21 Slider Adjustments'ın Görüntülenmesi ve Yönetilmesi

Slider Adjustments'ı seçmek için *Select* düğmesine tıklanır. Açılan pencerede, *zone* parametre ayarlamaları ve element *parameter override*'lar seçilebilir. *Basin Model*'de kullanılan her *loss rate, transform, baseflow* ve *routing* yöntemi için ayrı bir sekme (tab) bulunur ve her sekmede ilgili ayarlamalar listelenir.

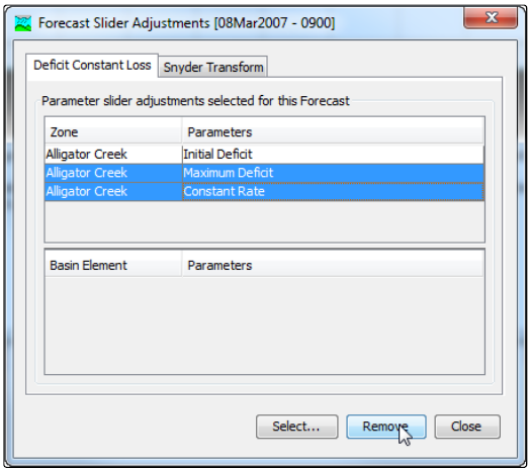
Ekranın üst yarısında *zone* parametre ayarlamaları seçilir. Bir *Zone Name*'e tıklamak, seçim için mevcut tüm parametre ayarlamalarını gösterir. Parametre ayarlamalarını seçmenin birkaç yolu vardır: Bir parametre ayarlamasına tıklayıp *Select* düğmesine basılabilir. Veya parametre ayarlamasına çift tıklayarak doğrudan seçilebilir. Birden fazla ayarlamayı aynı anda seçmek için *Ctrl* tuşunu basılı tutarak her parametre ayarlamasına tıklanır. Seçilen ayarlamalar vurgulanır. Tüm seçilen ayarlamaları uygulamak için *Select* düğmesine basılır. *Zone* parametre ayarlamalarının seçim işlemi tamamlandığında *Close* düğmesine basılır.

Element parameter override'lar, ekranın alt yarısında seçilir. Alt yarıda öğeler yalnızca üst yarıda seçili olan *zone* içindeyse gösterilir. Üst yarıda bir *Zone Name*'e tıklanarak *zone* seçilir; seçili *zone* vurgulanmaya devam eder. Alt yarıya geçilir ve bir öğeye tıklayarak seçilir. Seçilen öğe için mevcut element *parameter override*'lar görüntülenecektir. *Override*'lar, *zone* parametre ayarlamalarıyla aynı şekilde seçilir: *Select* düğmesine basılarak veya *override*'a çift tıklayarak. *Element override* seçim işlemi tamamlandığında *Close* düğmesine basılır.



Şekil 14.22 Slider Adjustments İçin Zone Parametrelerinin Seçilmesi

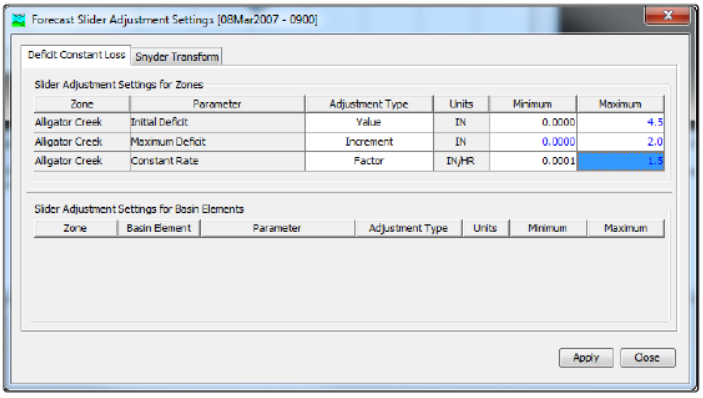
Tahmin Alternatifindeki *slider adjustments, Forecast Slider Adjustments Manager* kullanılarak kaldırılabilir. Mevcut Tahmin Alternatifi için yöneticiyi açmak için *Compute* menüsünden *Forecast Slider Adjustments* komutuna tıklanır. Bir *zone* parametre ayarlaması için *slider*'ı kaldırmak için ayarlamaya tıklanır; seçilen ayarlama vurgulanır. Ardından *Remove* düğmesine basılır; *slider, slider adjustments* listesinden kaldırılır. *Element override*'lar için *slider adjustments* aynı şekilde kaldırılabilir. Birden fazla *slider adjustment*'ı aynı anda kaldırmak için *Ctrl* tuşunu basılı tutarak her bir ayarlamaya tıklanır ve sonra *Remove* düğmesine basılır.



Şekil 14.23 İki Slider Adjustment'ı Kaldırmaya Hazırlanma

Slider adjustments'ı kullanıma hazırlamanın ilk adımı, onları seçmektir. Her *slider adjustment* ayrıca *Slider Editor*'de düzgün çalışması için gerekli özelliklerle yapılandırılmalıdır. Mevcut Tahmin Alternatifi için ayarlara erişmek için *Compute* menüsünden *Forecast Slider Settings* komutuna tıklanır. Üst yarıdaki tablo, *zone* parametreleri için *slider adjustments*'ı gösterir: *Zone Name*: Zone'un adı, *Parameter Name:* Parametrenin adı, *Adjustment Type:* Seçilen ayarlama türü (*value, increment* veya *factor*), *Units:* Parametrenin birimi, *Slider* aralığı, *minimum* değerle sol taraf ve *maximum* değerle sağ taraf belirlenir. Minimum ve maksimum değerler, her parametrenin doğası dikkate alınarak dikkatlice belirlenmelidir.

Tablonun alt yarısı, *element parameter override*'lar için *slider adjustments*'ı gösterir. Her *slider adjustment* için *Zone Name*, *Element Name* ve *Parameter Name* görüntülenir. *Element parameter override*'lar için ayarları girmek, *zone* parametreleri için yapılan yaklaşım ile aynıdır. Tüm yapılandırmalar tamamlandığında, *slider adjustment* ayar penceresi kapatılabilir.



Şekil 14.24 Seçilen Slider Adjustments için Ayarların Yapılandırılması

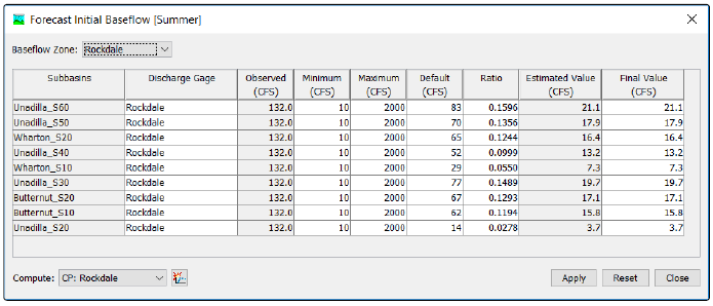
Slider Adjustments, *Forecast Parameter Adjustment Editors* üzerinden açılabilir. Bu editörlere erişmek için *Compute* menüsünden *Forecast Parameter Adjustments* komutuna tıklanır. *Slider Adjustments* düğmesine basarak *Slider Editor* açılır. Düğme yalnızca *Forecast Slider Settings*'te ayarlar yapılandırıldıktan sonra kullanılabilir.

14.3 ALT HAVZA TABAN AKIŞININ BAŞLATILMASI

Taban akımı (*Baseflow)*, genellikle bir tahmin simülasyonunun başında alt havzaların akış durumunu belirler. Tüm mevcut *Baseflow* yöntemleri, simülasyonun başlangıcında bir *Initial Flow Condition* içerir. Başlangıç koşulu, mutlak akış hızı (m^3/s veya ft^3/s) veya alan başına akış hızı ($m^3/s/km^2$ veya $ft^3/s/mi^2$) olarak belirtilebilir. Başlangıç koşulundan belirlenen akış, genellikle yağış yüzey akışı üretmeye başlayana kadar azalır.

Gözlenen akış, simülasyonun başında *Baseflow Initial Condition* hesaplamak için iyi bir kaynaktır. Bazı durumlarda, gözlenen akış doğrudan bir *subbasin* çıkışında mevcut olabilir ve *baseflow* başlangıç koşulu olarak kullanılabilir. Daha yaygın olarak, gözlenen akış konumunun üzerinde birden fazla *subbasin* bulunur; bu durum gözlenen akışın kullanımını engellemez. Birden fazla *subbasin* varsa, her *subbasin* için *baseflow* başlangıç koşulunu hesaplamak amacıyla gözlenen akışa bir oran uygulanabilir. Bu oranı belirlemenin bir yöntemi, *subbasin* alanı ile gözlenen akış konumundaki drenaj alanını karşılaştırmaktır. Gözlenen akış kullanılarak *baseflow* başlangıç hesabına, *Compute* menüsünden *Forecast Initial Baseflow* komutu ile erişilebilir. Başlangıç *baseflow* editörüne bir örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Baseflow Initialization özelliği isteğe bağlıdır. Kullanılmadığında, *subbasin* akışı yalnızca *Basin Model* parametreleri, *zone* ayarlamaları ve element *override*'lara göre hesaplanır. Başlatma özelliği, hiç *subbasin* için, sadece bir *subbasin* için, birkaç *subbasin* için veya tüm *subbasin*ler için uygulanabilir. Başlatma özelliğini kullanmak, *Basin Model* parametreleri, *zone* ayarlamaları ve element *override*'ların üzerine yazılır ve öncelik kazanır.



Şekil 14.25 Gözlenen Akışı Kullanarak Başlangıç Baseflow'unun Otomatik Hesaplanması

Initial Baseflow editörü, veri girişini düzenlemeye yardımcı olmak için *Baseflow Zone Configuration* kullanır. Editörün sol üst köşesinden geçerli *zone* seçilir ve zone'daki her *subbasin* editörde ayrı bir satırda gösterilir.

Her *subbasin* için bir *Discharge Gage* seçilebilir. *Discharge gage*'ler, önce *Time-Series Gage Manager*'da oluşturulmuş olmalıdır. Genellikle seçilen *gage, subbasin* çıkışında veya *subbasinin* aşağısındaki bir noktada bulunur ve *subbasin* akış koşullarını temsil etmelidir. Seçilen *gage*'deki gözlenen akış hızı, Tahmin Alternatifi'nin başlangıç zamanı için editörde gösterilir.

Initial Baseflow hesaplamasında gözlenen akış *gage*'inin kullanılabilmesi için bir *Minimum* ve *Maksimum Flow Rate* girilebilir. Bu değerler, *Default Flow Value* ile birlikte kullanılır: Gözlenen akış minimum değerin altındaysa, varsayılan değer kullanılır. Gözlenen akış maksimum değerin üstündeyse, yine varsayılan değer kullanılır. Eğer gözlenen akış için alt veya üst limit uygulanmayacaksa, minimum veya maksimum değer boş bırakılabilir. Tahmin Alternatifi'nin başlangıç zamanında gözlenen akış eksikse, varsayılan değer kullanılır.

Seçilen *gage*'den alınan gözlenen akış, başlangıç *baseflow* tahmini değerini hesaplamak için belirlenen *Ratio* ile çarpılır. Oran yalnızca gözlenen akış minimum ve maksimum değerler arasındaysa veya minimum/maksimum değerler boş bırakılmışsa kullanılır. Oranın sıfırdan büyük olması gerekir ve birden büyük olabilir. Ancak, oran birden büyük olarak kullanılacaksa, gözlenen akışın *subbasin* çıkışının aşağısında olmaması ve *subbasin* ile *gage* arasında önemli bir drenaj alanı bulunması durumunda, dikkatli bir analiz yapıldıktan sonra uygulanmalıdır.

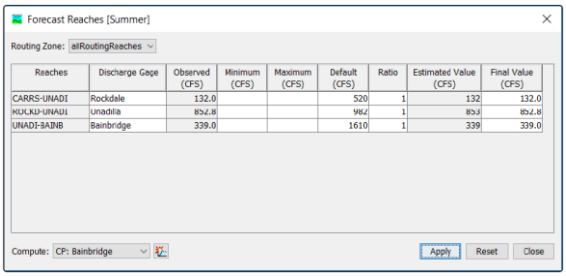
Gözlenen akım *gage*'i, belirlenen *Ratio* ile çarpılarak ve minimum/maksimum değerler göz önünde bulundurularak *Estimated Value* hesaplanır. Başlangıçta, *estimated value* aynı zamanda *Final Value* olarak da kopyalanır. *Final Value*, tahmini değeri geçersiz kılmak için düzenlenebilir. Mevcut akış koşulları, oran geliştirilirken kullanılan varsayımlardan farklıysa, final *value*'yu düzenlemek gerekebilir. Tabloya gösterilen her *subbasin* için *final value, Reset* düğmesine basıldığında tekrar *estimated value*'ya sıfırlanır.

14.4 AKARSU KOL ÇIKIŞ BAŞLATILMASI

Tüm mevcut *Reach Routing Methods*, simülasyonun başında bir başlangıç koşulu içerir. Başlangıç koşulu, çıkış akımı ile eşit olacak şekilde ayarlanabilir veya mutlak bir akım hızı (m^3/s veya ft^3/s) olarak belirtilebilir. Başlangıç koşulundan belirlenen akım, genellikle yukarıdaki öğelerden gelen yüzey akımı *reach*'e ulaşana kadar azalır.

Simülasyonun başlangıcındaki başlangıç çıkış debisi koşulunu hesaplamak için gözlenen akım iyi bir kaynak sağlar. Bazı durumlarda, bir akarsu kolunun memba (yukarı havza) ucunda gözlenen akım verisi mevcut olabilir ve bu veri doğrudan çıkış için başlangıç koşulu olarak kullanılabilir. Daha yaygın olan durum ise, gözlenen akım noktaları arasında birden fazla elemanın bulunmasıdır; ancak bu durum, gözlenen akımın çıkış başlangıç koşulunu tahmin etme amacıyla kullanılmasını engellemez. Gözlenen akım noktaları arasında birden fazla eleman olduğunda, her bir yönlendirme (*routing*) kolu için çıkış başlangıç koşulunu hesaplamak amacıyla gözlenen akıma bir oran uygulanabilir. Bu oranı belirlemenin bir yolu, bir bölge içindeki her bir kol için yukarı havzadan katkı sağlayan drenaj alanını dikkate almak ve bunu gözlenen akım noktalarındaki toplam katkı sağlayan drenaj alanı ile karşılaştırmaktır. *Reaches* düzenleyicisi kullanılarak kol çıkışının başlatılması, *Compute* menüsünden *Forecast Initial Reach Outflow* menü seçeneği seçilerek erişilebilir. *Reaches* düzenleyicisine ait bir örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Bu Kol Çıkış Başlatma (*Reach Outflow Initialization*) özelliği isteğe bağlıdır. Kol çıkış başlatma kullanılmadığında, kol çıkışı tamamen havza modeli parametreleri, bölge ayarlamaları ve eleman geçersiz kılmaları (*element overrides*) esas alınarak hesaplanır. Başlatma özelliği hiçbir kolda uygulanmayabilir; yalnızca bir kolda, birkaç kolda ya da tüm kollarda uygulanabilir. Başlatma özelliğinin kullanılması durumunda, havza modeli parametreleri, bölge ayarlamaları ve eleman geçersiz kılmaları geçersiz kılınır (bunların yerine başlatma değerleri esas alınır).



Şekil 14.26 Gözlenen Debi Kullanılarak Başlangıç Reach Çıkış Debisinin Otomatik Hesaplanması

HEC-HMS programında *Reach Editor*, veri girişini düzenlemeye yardımcı olmak amacıyla *Reach Zone Configuration* yapısını kullanır. Editörün sol üst köşesinde aktif (*current*) bölge seçilir ve seçilen bölge içerisinde yer alan her bir akarsu kesimi, editörde ayrı bir satırda görüntülenir.

HEC-HMS programında her bir akarsu kesimi için bir Debi Gözlem İstasyonu **(***Discharge Gage***)** seçilebilir. Ancak bir ölçümün akarsu kesimine atanabilmesi için öncelikle *Time-Series Gage Manager* içerisinde oluşturulmuş

olması gerekir. Seçilen ölçüm istasyonu genellikle akarsu kesiminin memba veya mansap ucunda ya da kesime yakın bir konumda bulunur. Bu istasyonun, akarsu kesiminin başlangıç akım koşullarını temsil edebilecek nitelikte olması beklenir. Tahmin senaryosunun (*forecast alternative*) başlangıç zamanı için, seçilen ölçüm istasyonunda ölçülen gözlenen debi değeri görüntülenir ve bu değer başlangıç akım koşulunu temsil eder.

HEC-HMS programında, başlangıç akarsu kesimi çıkış debisinin hesaplanmasında gözlenen debi istasyonunun kullanılmasını sınırlandırmak amacıyla Minimum ve Maksimum Debi değerleri girilebilir. Bu minimum ve maksimum değerler, Varsayılan Debi Değeri **(***Default Flow Value***)** ile birlikte değerlendirilir. Eğer gözlenen debi minimum değerden küçükse, gözlenen değer yerine varsayılan debi kullanılır. Benzer şekilde, gözlenen debi maksimum değerden büyükse yine varsayılan değer devreye girer. Gözlenen debinin alt veya üst sınır olmaksızın doğrudan kullanılmasının istendiği durumlarda minimum veya maksimum alanları boş bırakılabilir. Ayrıca, tahmin senaryosunun başlangıç zamanında gözlenen debi verisi mevcut değilse, başlangıç akım koşulu olarak varsayılan debi değeri kullanılır.

HEC-HMS programında seçilen debi gözlem istasyonundaki değer, belirtilen Oran (*Ratio*) katsayısı ile çarpılarak başlangıç akarsu kesimi çıkış debisinin tahmini değeri hesaplanır. Oran katsayısı yalnızca gözlenen debi minimum ve maksimum sınırlar arasında ise ya da bu sınırlar boş bırakılmışsa uygulanır. Oran değerinin sıfırdan büyük olması zorunludur ve birden büyük olabilir. Ancak birden büyük oran kullanımı genellikle yalnızca seçilen istasyonun akarsu kesiminden önemli ölçüde mansapta bulunması ve kesim ile istasyon arasında dikkate değer bir katkı drenaj alanının yer alması durumunda, dikkatli bir analiz sonrasında tercih edilmelidir.

HEC-HMS programında tahmini değer (*Estimated Value*), gözlenen debi istasyonundan alınan değer kullanılarak oran (*Ratio*) uygulanıp minimum ve maksimum değerler doğrultusunda varsayılan değerle (*Default Value*) değiştirilerek hesaplanır. Hesaplandıktan sonra tahmini değer aynı zamanda Nihai Değer (*Final Value*) olarak kopyalanır. Nihai değer, tahmini değerin üzerine yazmak için düzenlenebilir; bu, mevcut akım koşulları oran geliştirilirken kullanılan varsayımlardan farklıysa gerekli olabilir. Tablo üzerinde her bir akarsu kesimi için gösterilen nihai değer, *Reset* düğmesine basıldığında yeniden tahmini değere sıfırlanır.

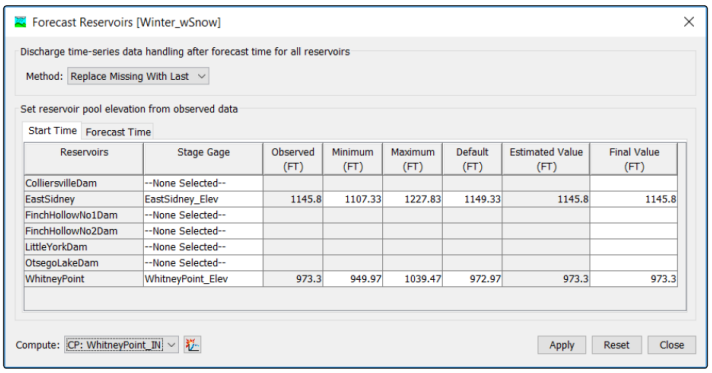
14.5 REZERVUAR HAVUZU BAŞLATMA VE SIFIRLAMA

HEC-HMS programında Rezervuar Havuzu Başlatma ve Sıfırlama (*Reservoir Pool Initialization and Reset*) işlemi, rezervuar çıkış debisinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Tahmin senaryosunun başlangıcında her rezervuar için başlangıç depolama miktarı **(***initial storage***)** belirtilmelidir. Varsayılan olarak, her rezervuarın başlangıç depolama değeri seçilen *Basin Model*'den alınır; ancak bu değer, tahmin senaryosunun başlangıcındaki gerçek koşullara göre güncellenmelidir.

Depolama miktarı genellikle doğrudan gözlemlenemesede, mevcut havuz kotundan (*pool elevation*) hesaplanabilir. Havuz kotunu gözlemlemek için çeşitli ölçüm cihazları kullanılabilir. Gözlenen kot, tahmin senaryosunun başlangıcında havuz depolamasını belirlemenin en güvenilir yöntemidir. Ayrıca, tahmin zamanındaki gözlenen kot, simülasyondaki depolama değeri başlangıç zamanından itibaren farklılaşmışsa havuz depolamasını güncellemek için bir fırsat sağlar.

Tüm Rezervuar Yönlendirme (*Reservoir Routing)* Yöntemleri, başlangıç havuz depolamasını (*Initial Pool Storage*) belirtmek için birden fazla seçenek sunar. Ancak, Tahmin Senaryosu (*Forecast Alternative*) ile yalnızca Başlangıç Kotu *(Initial Elevation)* kullanılır; bu nedenle, her rezervuar için başlangıç koşulu olarak *Basin Model*'de *Initial Elevation* seçilmelidir. *Initial Elevation* seçeneğini kullanmak, tahmin senaryosu için depolama miktarını özel bir editör aracılığıyla doğrudan ayarlamayı kolaylaştırır. *Forecast Reservoirs* editörüne, bir *Forecast Alternative* seçildikten sonra *Compute* menüsünden erişilebilir. Aşağıdaki şekilde*, Forecast Reservoirs* editörüne bir örnek gösterilmiştir.

Forecast Reservoirs editörü, tahmin başlangıç zamanından (*forecast time*) bitiş zamanına kadar olan zaman serisi verilerinin nasıl işleneceğine dair üç seçenek sunar. Bu seçim, *Basin Model*'deki tüm rezervuar elemanları için aynı şekilde uygulanır ve rezervuarda seçilen herhangi bir debi zaman serisi için geçerlidir. *Replace All With Zero* (Tümünü Sıfırla Değeri ile Değiştir): Tahmin başlangıç zamanından sonraki tüm zaman aralıklarında, *Time-Series Manager*'da gözlenen veya belirlenmiş değerler olsa bile, tüm debi değerleri sıfır ile değiştirilir. *Replace Missing With Zero* (Eksik Değerleri Sıfırla Değeri ile Değiştir): Tahmin zamanından bitiş zamanına kadar olan dönemde eksik olan değerler sıfır ile doldurulur. *Replace Missing With Last* (Eksik Değerleri Son Değer ile Değiştir): Tahmin zamanından bitiş zamanına kadar eksik değerler, eksik değerden önceki en son gözlenen veya belirlenmiş değer ile doldurulur.



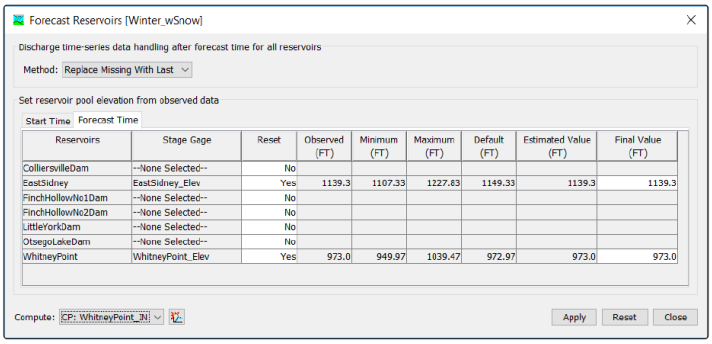
Şekil 14.27 Tahmin Senaryosu Başlangıcında Rezervuarın Başlangıç Havuz Kotunun Belirlenmesi

Forecast Reservoirs editörü, başlangıç havuz kotunu (*initial pool elevation*) tahmin senaryosu başlangıcında ayarlamak ile tahmin zamanında havuz kotunu sıfırlamak işlemlerini ayırmak için iki sekme *(tab*) kullanır. *Basin Model*'deki her rezervuar editörde ayrı bir satırda gösterilir. *Start Time* sekmesi, *Forecast Alternative*'ın başlangıç zamanına karşılık gelirken, *Forecast Time* sekmesi tahmin senaryosunun *forecast* zamanındaki havuz kotunu ayarlamak için kullanılır.

Start Time sekmesi, her rezervuar için bir *Stage Gage (*Kot Gözlem İstasyonu*)* seçilebilecek alandır. Havuz kotu, rezervuar için seçilebilmesi amacıyla önceden *Time-Series Gage Manager* içinde oluşturulmuş bir *stage gage*'den alınır. Seçilen *gage*, rezervuardaki havuz kotu gözlemini temsil etmelidir. Gözlenen kot, *Forecast Alternative*'ın başlangıç zamanında görüntülenir ve başlangıç havuz kotu olarak kullanılır.

Başlangıç depolamasını hesaplamak için gözlenen *stage gage* verisinin kullanımını sınırlandırmak amacıyla bir Minimum ve Maksimum Kot *(Elevation)* değeri girilebilir. Bu minimum ve maksimum değerler, Varsayılan Değer (*Default Value*) ile birlikte değerlendirilir. Eğer gözlenen kot minimum değerden düşükse, gözlenen değer yerine varsayılan değer kullanılır; benzer şekilde gözlenen kot maksimum değerden yüksekse de varsayılan değer uygulanır. Gözlenen değerin alt veya üst sınır olmaksızın kullanılması istenirse, minimum veya maksimum alanları boş bırakılabilir. Minimum için mantıklı bir değer, rezervuar havuzundaki en düşük kot; maksimum için ise havuzda izin verilen en yüksek kot olarak seçilebilir. Ayrıca, *Forecast Alternative*'ın başlangıç zamanında gözlenen kot verisi mevcut değilse, başlangıç depolaması olarak varsayılan değer kullanılır.

Tahmini değer (*Estimated Value*), gözlenen *Stage Gage* verisinden, minimum ve maksimum kot değerleri doğrultusunda gerekli durumlarda Varsayılan Değer (*Default Value*) kullanılarak hesaplanır. Hesaplandıktan sonra tahmini değer aynı zamanda Nihai Değer (*Final Value*) olarak kopyalanır. Nihai değer, tahmini değerin üzerine yazmak için düzenlenebilir; bu, örneğin güçlü rüzgâr gibi havuz kotu gözlemini etkileyen mevcut koşullar nedeniyle gerekli olabilir. Tablo üzerinde her rezervuar için gösterilen nihai değer, *Reset* düğmesine basıldığında tekrar tahmini değere sıfırlanır.



Şekil 14.28 Tahmin Senaryosu (*Forecast Alternative*) Sırasında Rezervuarın Havuz Kotunu Sıfırlama

Forecast Time sekmesi, rezervuarın depolamasının tahmin zamanında (*forecast time*) sıfırlanmasına olanak tanır, önceki şekilde gösterildiği gibi. Her rezervuar için Kot Gözlem İstasyonu (*Stage Gage*), Minimum Değer, Maksimum Değer ve *Default* Değer seçimleri görüntülenir. Ancak bu özellikler aslında *Start Time* sekmesinde ayarlanır ve *Forecast* Time sekmesinde yalnızca kolay başvuru amacıyla tekrar gösterilir.

Forecast Time sekmesi, *Forecast Alternative*'ın başlangıç zamanındaki gözlenen havuz kotunu (*Observed Elevation*) gösterir. Eğer tahmin zamanında veri eksikse gözlenen değer boş bırakılır. Tahmini Değer (*Estimated Value*), gözlenen *stage gage* verisinden minimum ve maksimum kot değerleri doğrultusunda gerekli durumlarda Varsayılan Değer (*Default Value*) kullanılarak hesaplanır; gözlenen veri eksikse yine varsayılan değer uygulanır. Hesaplandıktan sonra tahmini değer, aynı zamanda Nihai Değer (*Final Value*) olarak kopyalanır. Nihai değer, tahmini değerin üzerine yazmak için düzenlenebilir. Tablo üzerinde her rezervuar için gösterilen nihai değer, *Reset* düğmesine basıldığında tekrar tahmini değere sıfırlanır.

14.6 HESAPLANAN AKIMIN GÖZLENEN AKIMLA BİRLEŞTİRİLMESİ

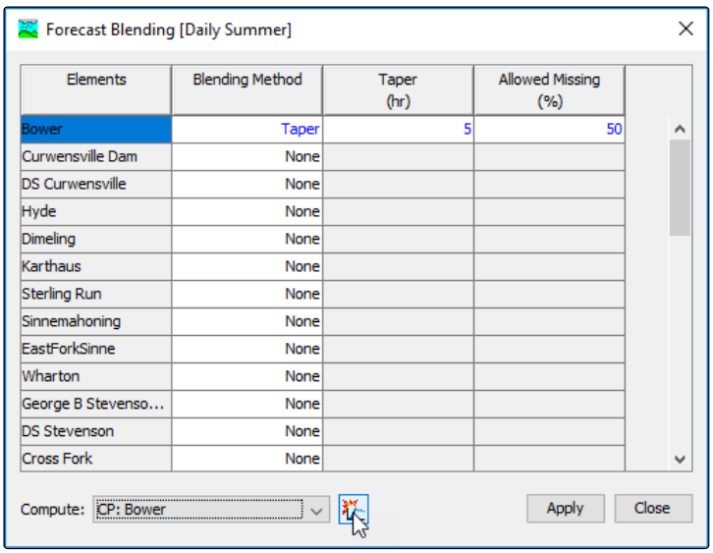
Hesaplanan akım (*computed streamflow*) hiçbir zaman tamamen doğru olmayabilir. Hesaplanan sonuçların doğruluğu, modelin kalitesine, tahmin yapan kişinin deneyimine, havzadaki önceden oluşmuş koşullara ilişkin bilgiye, yağış ve diğer meteorolojik verilerin doğruluğuna ve diğer faktörlere bağlı olarak değişir. *Blending* (birleştirme), hesaplanan akımı sistematik bir şekilde gözlenen akım ile ayarlamanın bir yöntemini sağlar. Gözlenen akımın *blending* için kullanılması isteğe bağlıdır. Eğer *blending* kullanılmazsa, akım yalnızca *Basin Model* parametreleri, *zone* ayarlamaları, eleman üzerine yazmalar (*element overrides*), baz akım (*baseflow*) başlangıç değerleri, akarsu kesimi çıkış debisi başlangıç değerleri ve rezervuar başlangıç ve sıfırlama değerleri temel alınarak hesaplanır.

Blending, bir elemanda çıkış debisi hesaplandıktan sonra, seçilen yöntemler ve belirlenen parametre değerleri kullanılarak uygulanır. Gözlenen veri mevcut olduğu dönemde, hesaplanan akım (*computed streamflow*) gözlenen akım ile değiştirilir; bu dönem, başlangıç zamanından tahmin zamanına kadar olan süredir. Tahmin zamanında hesaplanan akım ile gözlenen akım arasında bazı farklar olabilir. Bu noktadan itibaren, gözlenen akımdan hesaplanan akıma geçiş uygulanır (*transition*). Geçiş tamamlandıktan sonra, kalan sürede hesaplanan akım kullanılır ve bu nihai birleştirilmiş akım (*final blended streamflow*) mansap elemanına çıkış olarak iletilir. Nihai birleştirilmiş akımın kalitesi, doğrudan gözlenen akım verisinin doğruluğuna ve modelin kalitesine bağlıdır.

Gözlenen akım ile hesaplanan akım (*computed streamflow*) arasındaki geçiş (*transition*) için üç farklı seçenek mevcuttur. *Step (Adım) Seçeneği:* Tahmin zamanından bitiş zamanına kadar hesaplanan akıma sabit bir düzeltme uygular. Tahmin zamanında gözlenen akım ile hesaplanan akım arasındaki fark hesaplanır. Bu fark, gözlenen akım hesaplanandan büyükse pozitif, küçükse negatif olarak, tahmin zamanından bitiş zamanına kadar hesaplanan akıma eklenir. *Taper (Azalan)* Seçeneği: Tahmin zamanından sonra hesaplanan akıma kademeli olarak azalan bir düzeltme uygular. Bu yöntemler, gözlenen ve hesaplanan akım arasındaki farkı simülasyona uygun şekilde entegre etmeyi sağlar. Tahmin zamanında (*forecast time*) gözlenen akım ile hesaplanan akım (*computed streamflow*) arasındaki fark hesaplanır. Bu başlangıç farkı, tahmin zamanındaki hesaplanan akıma eklenir. Ardından, fark, *taper* süresi boyunca lineer olarak azaltılır. *Taper* süresi sonunda uygulanan düzeltme tamamen sıfır olur. *Taper* süresi tamamlandıktan sonra, tahmin senaryosunun bitiş zamanına kadar hesaplanan akım kullanılır. *None (Hiçbiri)* seçeneği ise tahmin zamanından sonra hesaplanan akım üzerinde hiçbir düzeltme uygulamaz. Bu durumda, tahmin zamanında gözlenen akım ile hesaplanan akım arasında anlık bir sıçrama (*instantaneous jump*) meydana gelir.

Tahmin senaryosu (*Forecast Alternative*) için birleştirme (*blending), Blending Editor* kullanılarak yapılandırılır. Bu editöre, *Compute* menüsünden *Forecast Blending* komutu ile erişilir. Editörde, *Basin Model'*de gözlenen akım verisi bulunan tüm elemanlar listelenir. Her eleman için *blending* açılabilir veya kapatılabilir. *Blending* kapalıysa, gözlenen veri mevcut olsa bile tahmin başlangıcından bitiş zamanına kadar yalnızca hesaplanan akım (*computed streamflow*) kullanılır. *Blending* açıldığında, mevcut seçeneklerden bir blending geçiş yöntemi (*transition method*) seçilmelidir. Eğer *taper blending* seçeneği kullanılırsa, *taper* süresi (*taper duration*) girilmelidir. Ayrıca, izin verilen eksik veri yüzdesi (*allowed missing percentage*) belirtilmelidir. *Lookback* dönemi boyunca gözlenen verinin bu belirlenen yüzdeden fazla eksik olması durumunda, *blending* uygulanmaz. Son olarak, kullanıcılar bir

hesaplama noktası (*computation point*) seçebilir ve bu editör üzerinden seçilen noktaya kadar olan tüm mansap hidrolik elemanların simülasyonu başlatılabilir.



Şekil 14.29 Gözlenen Akımı Olan Her Bir Eleman İçin Blending Özelliklerinin Ayarlanması

14.7 BİR ALTERNATİF İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI

Bir *Forecast Alternative* için sonuçlar, alternatifin hesaplanması **(***compute***)** ile üretilir. Alternatifte kullanılan tüm bileşenlerde yapılan değişiklikler otomatik olarak izlenir ve sonuçların güncel olup olmadığı belirlenir. Sonuçlar artık güncel değilse, sonuçları yenilemek için alternatif yeniden hesaplanmalıdır. Hesaplama süreci, öncelikle ilgili *Forecast Alternative*'ın seçilmesiyle başlar.

Mevcut Tahmin Alternatifinin Seçilmesi

Mevcut Tahmin Alternatifi seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de alternatifi, hesaplanabilir hale getirir ve sonuçlar hazır olduğunda *Watershed Explorer* ve *Basin Map* üzerinden erişilebilir olur. Seçili olan mevcut *Forecast Alternative, Basin Map* başlığında gösterilir.

Mevcut Tahmin Alternatifi seçmenin ilk yolu, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerinden yapılır. *Compute Selection Box* projedeki tüm hesaplanabilir bileşenleri gösterir; *Forecast Alternatives,* optimizasyon denemelerinden sonra bu seçim kutusunda görünür. Seçim kutusundaki her Forecast Alternative, *Forecast* öneki ile birlikte alternatifin adıyla listelenir. Mevcut alternatif yapmak için *Toolbar*'daki seçim kutusuna tıklayıp bir *Forecast Alternative* seçilmesi yeterlidir.

Mevcut *Forecast Alternative*'ı seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* üzerinden, *Compute* sekmesini kullanmaktır. Mevcut alternatif yapmak istediğiniz *Forecast Alternative'ı Watershed Explorer*'da üzerine tıklayarak seçilebilir. *Forecast Alternatives*, *Forecast Alternatives* klasörü altında alfabetik sırayla listelenir.

Bir Tahmin Alternatifinin Hesaplanması

Mevcut olarak seçili Tahmin Alternatifini hesaplamanın üç farklı yolu vardır. Tüm yöntemler, hesaplama öncesinde otomatik olarak parametre kontrolü (*parameter checking*) yapar ve herhangi bir hata oluşmazsa Tahmin Alternatif sonuçlarının hesaplanmasına geçer. Program ayrıca hesaplama açısından verimli olacak şekilde tasarlanmıştır: yalnızca son hesaplamadan sonra verisi değişmiş bileşenler yeniden hesaplanır; diğer bileşenlerde değişiklik olmadığından önceki alternatif sonuçları geçerliliğini korur. İstenirse, son hesaplamadan sonra veri değişikliği olup olmadığına bakılmaksızın tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması da zorlanabilir.

Tahmin Alternatifini hesaplamanın ilk yolu, *Compute* menüsü üzerinden yapılır. *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Forecast* komutu seçilir. Mevcut *Forecast Alternative*'ın adı, menü komutunun yanında köşeli parantez içinde gösterilir. Eğer komut kullanılamıyorsa, bunun nedeni mevcut bir *Forecast Alternative* seçilmemiş olmasıdır; önce bir alternatif seçilmesi gerekir. Hesaplama sırasında, süreci gösteren bir pencere otomatik olarak açılır. Hesaplama tamamlandığında, başarılı veya başarısız olmasına bakılmaksızın pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, menü komutu seçilirken *CTRL* tuşu basılı tutulur.

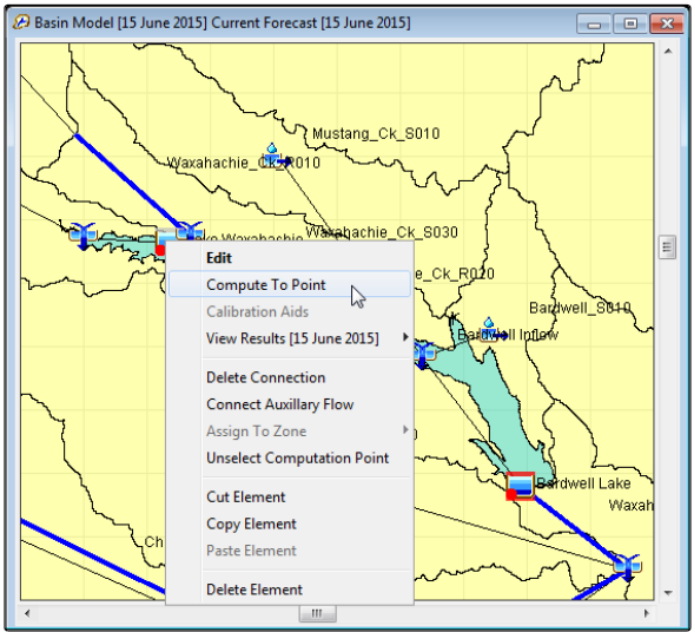
Tahmin Alternatifini hesaplamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* üzerinden, *Compute* sekmesini kullanmaktır. Hesaplanmak istenilen *Forecast Alternative*'a sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Compute* komutu seçilir. Hesaplama sürecini gösteren pencere otomatik olarak açılır. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, sağ tıklama menüsünden *Compute* komutu seçilirken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Tahmin Alternatifini hesaplamanın üçüncü yolu, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindendir. *Compute* düğmesi, hesaplanabilir bir mevcut alternatif olduğunda etkinleşir. Düğme kullanılamıyorsa veya farklı bir hesaplama türü gösteriyorsa, önce bir *Forecast Alternative* seçilmesi gerekir. Mevcut *Forecast Alternative*'ı hesaplamak için düğmeye basılır. Hesaplama sürecini gösteren pencere otomatik olarak açılır. Eğer son hesaplamadan sonra veri değişikliği olup olmadığına bakılmaksızın tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, *toolbar* düğmesi seçilirken *CTRL* tuşuna basılı tutulur.

Bir Hesaplama Noktasına Doğru Hesaplama

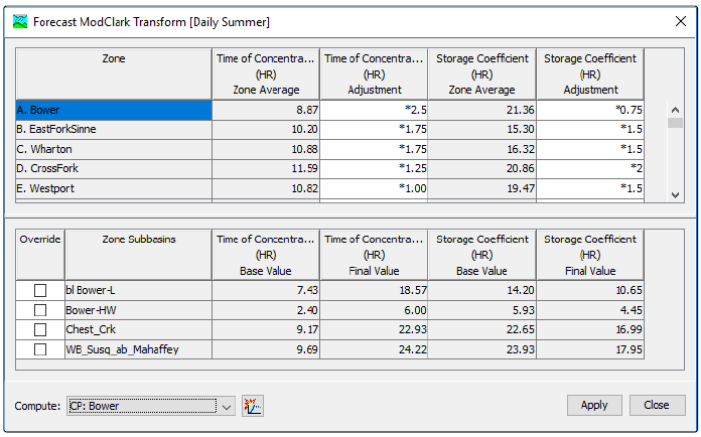
Basin Model'deki herhangi bir hidrolik eleman, *Computation Point* (Hesaplama Noktası) olarak atanabilir. Bir hesaplama noktasının seçilmesi veya seçiminin kaldırılması, *Computation Points* bölümünde açıklanmıştır. Ayrıca, bir *Forecast Alternative*, yalnızca belirlenen hesaplama noktasına ve bu noktanın mansap tarafındaki elemanlara kadar hesaplanabilir. Bu yöntemle, yalnızca hesaplama noktası olarak belirlenen hidrolik eleman ve mansabındaki tüm *upstream* (yukarı havza) elemanlar hesaplanır. Gözlenen akımı olan elemanların hesaplama noktası olarak seçilmesi yaygındır. Kalibrasyon ayarları için yaygın bir yaklaşım, gözlenen akıma sahip en memba elemandan başlamak ve *upstream* noktadan yukarıdaki parametreleri ayarladıktan sonra kalibrasyonu bir sonraki mansap noktası arasındaki drenaj alanına odaklamaktır. Bir noktaya kadar hesaplama yapmak, bu kalibrasyon yaklaşımını destekler.

Bir *Forecast Alternative*, en az bir *Computation Point* (Hesaplama Noktası) atanmış ve bir alternatif seçilmiş olduğunda, bu noktaya kadar hesaplanabilir. Kullanıcılar, bir noktaya kadar hesaplama yapmak için birden fazla yöntem kullanabilir. Örneğin, kullanıcılar *Basin Model Map* penceresinden, haritadaki bir hesaplama noktasına sağ tıklayarak ve ardından *Compute To Point* komutunu seçerek hesaplamayı başlatabilir; bu durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 14.30 Hesaplama Noktası Olarak Belirlenmiş Bir Eleman İçin Alternatif Tahmin Sonuçlarının Hesaplanması

Ayrıca bir hesaplama noktası seçilebilir ve seçilen noktaya kadar olan tüm hidrolik elemanlar, Bölge Parametreleri Düzenleyicisi üzerinden hesaplanır; seçim, Bölgesel Düzenleyicinin sol alt köşesinden yapılır.

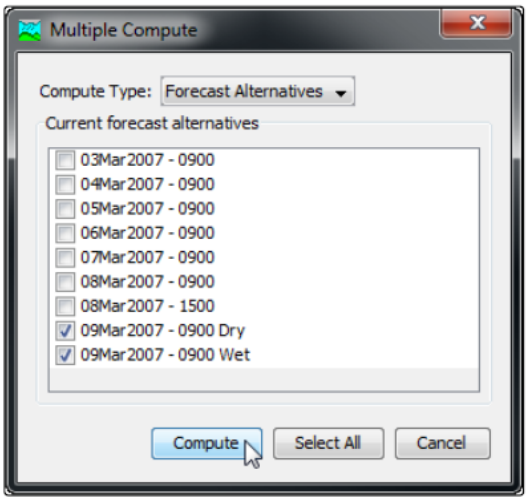


Şekil 14.31 Bir Eleman İçin Tahmin Parametre Tablosundan Alternatif Öngörü Sonuçlarının Hesaplanması

Birden Fazla Alternatifin Hesaplanması

Birden fazla Tahmin Alternatifi (*Computing Multiple Alternatives*), hızlı bir şekilde ardışık olarak hesaplanabilir. Her simüle edilmiş alternatif, izole olarak hesaplanmış gibi içsel olarak yönetilir. Kullanıcı için gerçekleştirilen adımlar, Tahmin Alternatifinin seçilmesi, alternatif için parametrelerin kontrol edilmesi ve son olarak simülasyonun hesaplanması ile başlar. Bu işlem, seçilen set içindeki her Tahmin Alternatifi için hızlı bir şekilde tekrarlanır. İşlem ilerlemesi, ilerleme çubuğu ile uygun şekilde kullanıcıya bildirilir.

Birden fazla Tahmin Alternatifi, çoklu hesaplama için seçilmeden önce var olmalıdır. Hesapla menüsünden Çoklu Hesaplama (*Multiple Compute*) komutu seçilir. Tahmin Alternatiflerini seçmek için bir yönetici (*manager*) kullanılır; aşağıda gösterildiği gibidir. Listeden seçimlerinizi yaptıktan sonra, seçilen alternatifleri hesaplamaya başlamak için Hesapla (*Compute*) düğmesine basılır. Her bir Tahmin Alternatifi hesaplanırken ayrı bir ilerleme çubuğu görüntülenecektir. Program Ayarlarındaki konfigürasyonlara bağlı olarak, bir Tahmin Alternatifi tamamlandığında ilerleme çubuğu otomatik olarak kaybolabilir. Eğer bir alternatif hesaplanırken hata oluşursa, tüm seçilen analizler tamamlandıktan sonra ilerleme çubuğu her zaman görünür durumda kalır, diğer ayarlardan bağımsız olur.



Şekil 14.32 Ardışık Hesaplama İçin Birden Fazla Tahmin Alternatifinin Seçilmesi

14.8 MEVCUT ALTERNATİF İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

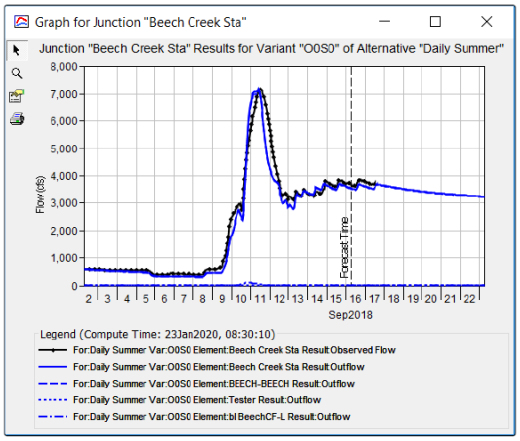
Bir Tahmin Alternatifi hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tablosal sonuçlar kullanılabilir. Aynı sonuçlar, alternatifte kullanılan veriler değiştirilmediği sürece mevcut alternatif için de kullanılabilir. Program, Tahmin Alternatifindeki tüm verileri ve Tahmin Alternatifinin dayanağı olan Havza Modeli ve Meteoroloji Modelinde kullanılan tüm verileri takip eder. Bir Tahmin Alternatifi için sonuçlar, bu verilerin en son hesaplamadan bu yana değişmemiş olması durumunda kullanılabilir. Eğer herhangi bir veri değişmişse, sonuçları görüntüleyebilmek için Tahmin Alternatifini yeniden hesaplamanız gerekir.

Bir sonuç görüntülenmek üzere açıldığında, kullanıcı tarafından kapatılana kadar açık kalır. Sonucu üreten simülasyon sırasında kullanılan verilerin, sonuç açıkken değişmesi mümkündür. Bu durumda, açık sonuç hemen verilerin değiştiğini gösterir ve Tahmin Alternatifinin yeniden hesaplanması gerektiğini belirtir. Tahmin Alternatifi yeniden hesaplandıktan sonra, açık sonuçlar otomatik olarak yeni verilerle güncellenir ve veri ile en son hesaplama zamanı göstergesi de güncellenir.

Bireysel Elemanlar

Mevcut Tahmin Alternatifindeki bireysel elemanlar **(***Individual Elements*) için sonuçlara erişmenin üç yolu vardır. Tüm yöntemler aynı sonuçları gösterir. Bir eleman için sonuçları görüntüleyebilmek için, önce Havza Haritasından bir veya daha fazla eleman seçilmesi gerekir.

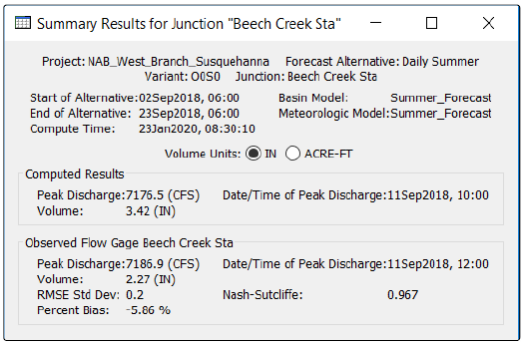
Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ilk yöntemi, Sonuçlar (*Results*) menüsünü kullanmaktır. Öncelikle, *Watershed Explorer*'daki Bileşenler *(Components)* sekmesinden Havza Modelinin açılması gerekebilir. Mevcut Tahmin Alternatifi, Havza Haritası Başlık Çubuğunda köşeli parantez içinde gösterilir. Havza Haritasında bir veya daha fazla elemanı Ok (*Arrow*) aracı ile tıklayarak seçilir. Eleman seçili durumdayken, Sonuçlar (*Results*) menüsü tıklanır ve Eleman Grafiği (*Element Graph*), Eleman Özet Tablosu (*Element Summary Table*) veya Eleman Zaman Serisi Tablosu (*Element Time-Series Table*) komutlarından biri seçilir. Uygun sonuç otomatik olarak Masaüstü alanında görüntülenecektir. Grafikte yer alan bilgiler eleman tipine göre değişir, ancak her zaman çıkış akışı (*outflow*) içerir. Ayrıca, tahmin zamanında dikey bir işaret çizgisi yer alır. Gözlemlenen Akış (*Observed Flow*), Hesaplanmış Su Seviyesi (*Computed Stage*) ve Gözlemlenen Su Seviyesi (*Observed Stage*) gibi isteğe bağlı öğeler de grafikte gösterilir.



Şekil 14.33 Bir Tahmin Alternatifi Hesaplandıktan Sonra Bir Kavşak (Junction) İçin Eleman Grafiği

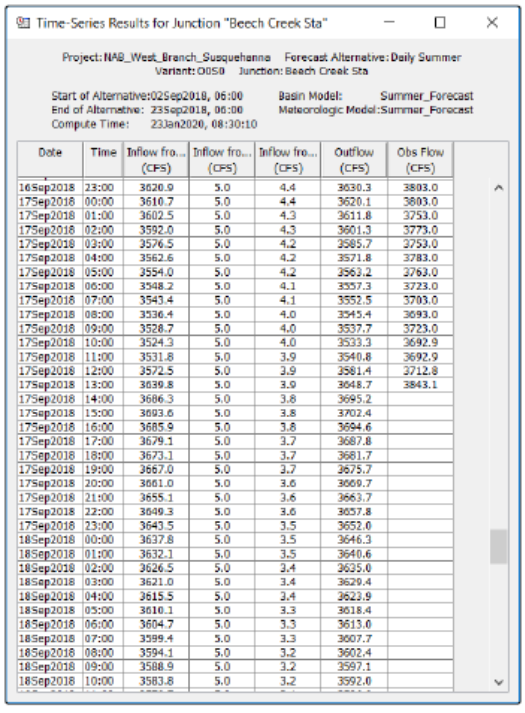
Özet Tablosunda yer alan bilgiler de eleman tipine göre değişir, ancak her zaman Tepe Akışı (*Peak Flow*)**,** Tepe Akış Zamanı (*Time of Peak Flow*) ve Çıkış Hacmi (*Outflow Volume*) bilgilerini içerir (aşağıdaki şekilde gösterilmiştir). Eğer Gözlemlenen Veriler (*Observed Data*) mevcutsa, gözlemlenen veriler hakkında bilgiler de

sunulur. Ayrıca, simüle edilmiş zaman serisi ile gözlemlenen veriler arasındaki uyum derecesini tanımlayan Uygunluk İstatistikleri (*Goodness-of-Fit Statistics*) de tabloya dahil edilir.



Şekil 14.34 Tahmin Alternatifi Hesaplandıktan Sonra Gözlemlenen Verilerle Kavşak Eleman Özet Tablosu

Zaman Serisi Tablosu, grafikte yer alan bilgilerin aynılarını sayısal formatta gösterir. Birden fazla eleman seçilir ise, her eleman için ayrı bir sonuç açılır. *Sonuçlar (Results)* menüsündeki komutlar yalnızca, mevcut Tahmin Alternatifinin sonuçlarının yeniden hesaplanmasına gerek yoksa ve Havza Haritasında bir eleman seçimi yapılmışsa etkinleştirilir.



Date	Time	Inflow fro... (CFS)	Inflow fro... (CFS)	Inflow fro... (CFS)	Outflow (CFS)	Obs Flow (CFS)
16Sep2018	23:00	3620.9	5.0	4.4	3630.3	3803.0
17Sep2018	00:00	3610.7	5.0	4.4	3620.1	3803.0
17Sep2018	01:00	3602.5	5.0	4.3	3611.8	3753.0
17Sep2018	02:00	3592.0	5.0	4.3	3601.3	3773.0
17Sep2018	03:00	3576.5	5.0	4.2	3585.7	3753.0
17Sep2018	04:00	3562.6	5.0	4.2	3571.8	3783.0
17Sep2018	05:00	3554.0	5.0	4.2	3563.2	3763.0
17Sep2018	06:00	3548.2	5.0	4.1	3557.3	3723.0
17Sep2018	07:00	3543.4	5.0	4.1	3552.5	3703.0
17Sep2018	08:00	3536.4	5.0	4.0	3545.4	3693.0
17Sep2018	09:00	3528.7	5.0	4.0	3537.7	3723.0
17Sep2018	10:00	3524.3	5.0	4.0	3533.3	3692.9
17Sep2018	11:00	3531.8	5.0	3.9	3540.8	3692.9
17Sep2018	12:00	3572.5	5.0	3.9	3581.4	3712.8
17Sep2018	13:00	3639.8	5.0	3.9	3648.7	3843.1
17Sep2018	14:00	3686.3	5.0	3.8	3695.2	
17Sep2018	15:00	3693.6	5.0	3.8	3702.4	
17Sep2018	16:00	3685.9	5.0	3.8	3694.6	
17Sep2018	17:00	3679.1	5.0	3.7	3687.8	
17Sep2018	18:00	3673.1	5.0	3.7	3681.7	
17Sep2018	19:00	3667.0	5.0	3.7	3675.7	
17Sep2018	20:00	3661.0	5.0	3.6	3669.7	
17Sep2018	21:00	3655.1	5.0	3.6	3663.7	
17Sep2018	22:00	3649.3	5.0	3.6	3657.8	
17Sep2018	23:00	3643.5	5.0	3.5	3652.0	
18Sep2018	00:00	3637.8	5.0	3.5	3646.3	
18Sep2018	01:00	3632.1	5.0	3.5	3640.6	
18Sep2018	02:00	3626.5	5.0	3.4	3635.0	
18Sep2018	03:00	3621.0	5.0	3.4	3629.4	
18Sep2018	04:00	3615.5	5.0	3.4	3623.9	
18Sep2018	05:00	3610.1	5.0	3.3	3618.4	
18Sep2018	06:00	3604.7	5.0	3.3	3613.0	
18Sep2018	07:00	3599.4	5.0	3.3	3607.7	
18Sep2018	08:00	3594.1	5.0	3.2	3602.4	
18Sep2018	09:00	3588.9	5.0	3.2	3597.1	
18Sep2018	10:00	3583.8	5.0	3.2	3592.0	

Şekil 14.35 Gözlemlenen Verilerle Bir Kavşak (Junction) İçin Eleman Zaman Serisi Tablosu

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ikinci yöntemi, Havza Haritası (*Basin Map*) üzerindeki Eleman Simgesi (*Element Icon*)'ni kullanmaktır. Sonuçları görüntülemeye çalışmadan önce, Havza Modelinin açılması ve

mevcut Tahmin Alternatifinin seçilmesi gerekebilir. Bir elemanı vurgulamak için tıklanır. Fare elemanın üzerinde tutulur ve sağ fare tuşuna basılır. Bir bağlamsal menü (*context menu*) görüntülenecektir; menüde Sonuçları Görüntüle (*View Results*) seçeneği de dahil olmak üzere çeşitli seçenekler bulunur. Mevcut Tahmin Alternatifinin adı, menü komutunun yanında köşeli parantez içinde gösterilir. Fareyi Sonuçları Görüntüle (*View Results*) alt menüsüne taşınır ve Grafik (*Graph*), Özet Tablosu (*Summary Table*) veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) komutlarından biri seçilir. Uygun sonuç açılacaktır. Birden fazla eleman seçilir ise, her eleman için ayrı bir sonuç açılır. Sonuçları Görüntüle (*View Results*) menü komutu yalnızca, mevcut Tahmin Alternatifinin sonuçlarının yeniden hesaplanmasına gerek yoksa etkinleştirilir.

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin üçüncü yöntemi, Araç Çubuğundaki (*Toolbar*) Düğmeleri kullanmaktır. Öncelikle Havza Modelinin açılması, mevcut Tahmin Alternatifinin seçilmesi ve Ok (*Arrow*) aracı ile Havza Haritasında bir veya daha fazla eleman seçilmesi gerekir. Eleman seçildikten sonra, Grafik (*Graph*)**,** Özet Tablosu (*Summary Table*) veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) düğmelerine tıklanır. Grafik düğmesi bir Çizgi Grafiği (*Line Plot*) simgesi gösterir. Özet Tablosu düğmesi bir Düz Tablo (*Plain Table*) simgesi gösterir. Zaman Serisi Tablosu düğmesi bir Tablo + Saat (*Table Plus a Clock*) simgesi gösterir. Uygun sonuç otomatik olarak açılır. Birden fazla eleman seçilir ise, her eleman için bir sonuç Masaüstü (*Desktop*) alanına eklenir. Eleman sonuçlarını görüntülemek için araç çubuğu düğmeleri yalnızca, mevcut Tahmin Alternatifinin sonuçlarının yeniden hesaplanmasına gerek yoksa ve Havza Haritasında eleman seçimi yapılmışsa etkinleştirilir.

14.9 DİĞER ALTERNATİFLER İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

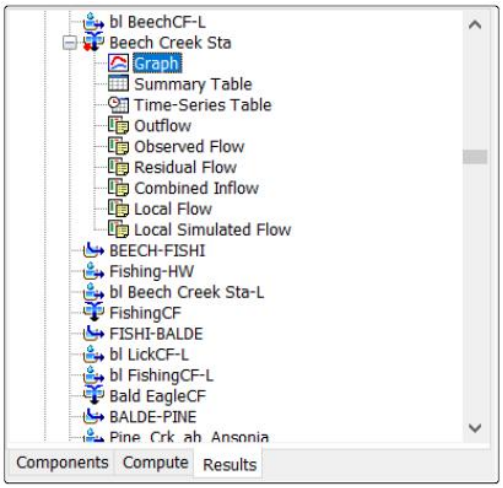
Mevcut seçili Tahmin Alternatifinin sonuçlarını görüntülemenin (*Viewing Results for Other Alternatives*) yanı sıra, mevcut seçim olmayan diğer alternatiflerin sonuçlarını da görüntülemek mümkündür. Ancak bu diğer alternatiflerde, verilerin değişmediğinden ve sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek olmadığından emin olmak için, mevcut Tahmin Alternatifi ile aynı şekilde izlenir. Eğer bir Tahmin Alternatifindeki herhangi bir veri değişirse, sonuçları görüntülemeden önce alternatif yeniden hesaplanmalıdır. Diğer Tahmin Alternatiflerinin sonuçlarına *Watershed Explorer*'da Sonuçlar *(Results)* sekmesinden erişilebilir.

Sonuçları görüntülemeye başlamak için, *Watershed Explorer*'da Sonuçlar (*Results*) sekmesine gidilir ve görüntülemek istenilen Tahmin Alternatifi simgesine tıklanır. Gerekirse, proje içindeki alternatifleri görmek için Tahmin Alternatifleri (*Forecast Alternatives*) klasörünü genişletilir. Eğer alternatifte kullanılan herhangi bir veri değişmişse ve sonuçların yeniden hesaplanması gerekiyorsa, Tahmin Alternatifi simgesi devre dışı bırakılır. Veri değiştiği sırada herhangi bir sonuç açıksa, etkilenen sonuçlar otomatik olarak güncellenir.

Bireysel Elemanlar

Tahmin Alternatifinde kullanılan Havza Modelindeki her eleman, *Watershed Explorer*'da Tahmin Alternatifi düğümünün altında gösterilir. Bu elemanlar hidrolik sıraya göre listelenir. Her bir elemanın sonuçlarına, düğümüne tıklayarak erişilir.

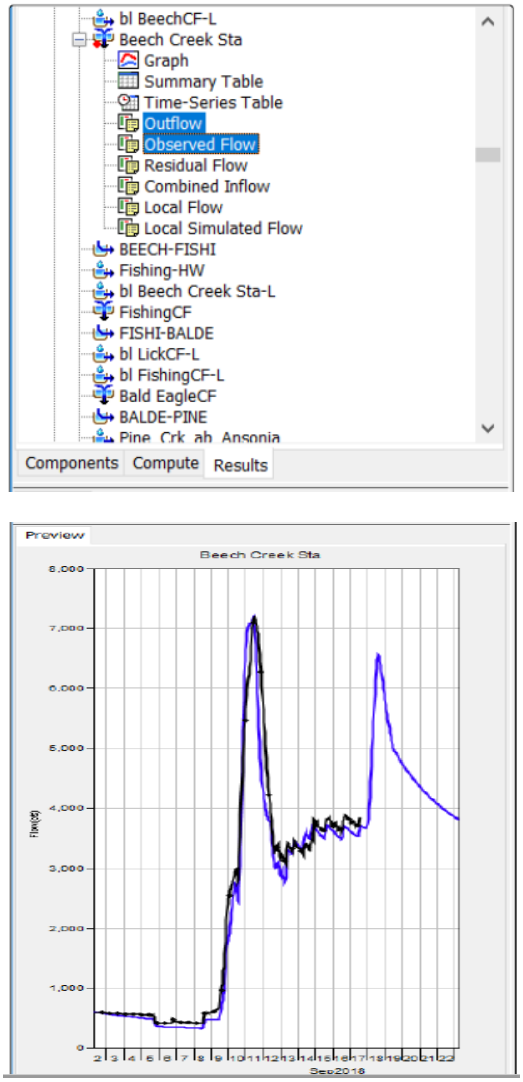
Her eleman için listelenen ilk öğe Grafik (*Graph*)'tir; sonucu görüntülemek için Grafik düğümüne tıklanır. Bu, mevcut Tahmin Alternatifi için de görüntülenebilen aynı grafiktir. Grafikte yer alan bilgiler eleman tipine göre değişir, ancak her zaman Çıkış Akışı (*Outflow*) içerir. Ayrıca, isteğe bağlı öğeler olarak Gözlemlenen Akış (*Observed Flow*), Hesaplanmış Su Seviyesi (*Computed Stage*) ve Gözlemlenen Su Seviyesi (*Observed Stage*) de gösterilebilir. Benzer şekilde, Özet Tablosu (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) da sırasıyla Özet Tablosu veya Zaman Serisi Tablosu düğümüne tıklanarak görüntülenebilir.



Şekil 14.36 Watershed Explorer'da Tahmin Alternatifi Sonuçlarının Görüntülenmesi

Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği

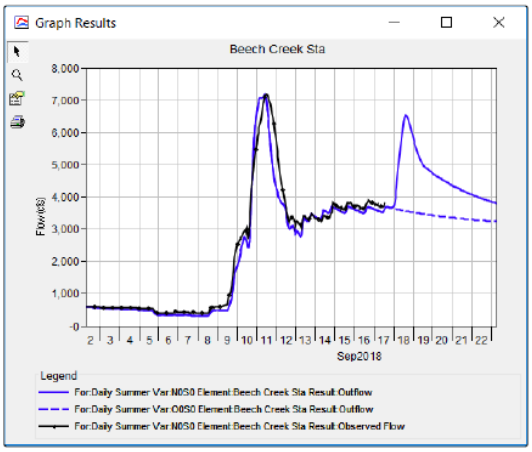
Bir eleman tarafından hesaplanan tüm zaman serisi verileri görüntülenebilir. Zaman serisi verileri, *Watershed Explorer*'da her eleman düğümünün altında listelenir. Her elemanın altındaki ilk düğüm Grafik (*Graph*), ardından Özet Tablosu (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) gelir. Kalan düğümler, elemanın farklı zaman serisi verilerini temsil eder. Bir zaman serisi düğümüne tıklayarak, verileri Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içinde ön izlenebilir. Ek düğümlere tıklarken *Shift* veya *Control* tuşlarını basılı tutarak birden fazla zaman serisi seçilebilir. Seçilen zaman serileri, aynı Tahmin Alternatifinde farklı elemanlardan veya farklı alternatiflerde aynı elemandan gelebilir. Sonuçlar ayrıca simülasyon çalışmaları, optimizasyon denemeleri, derinlik-alan (*depth-area*) analizleri ve Tahmin Alternatiflerinden de birleştirilebilir. Seçilen zaman serisi verileri, veri tipine göre otomatik olarak gruplara ayrılır.



Şekil 14.37 Watershed Explorer'da Tahmin Alternatifi Sonuçlarının Görüntülenmesi

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler

Seçilen zaman serisi verilerinin önizleme grafikleri, Masaüstü (*Desktop*) alanı içinde Grafik (*Graph*) veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) olarak açılabilir. Grafiğe veya tabloya dahil edilmek istenilir ise zaman serileri seçilerek başlanır. İstenilen zaman serileri seçildikten sonra, araç çubuğundaki Grafik (*Graph)* veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) düğmelerine basılabilir. Seçilen zaman serileri otomatik olarak grafiklenir veya tablo hâline getirilir. Örnekte, bir Tahmin Alternatifindeki gelecek yağışlı senaryo (dolu mavi çizgi) ile gelecek yağışsız senaryo (kesikli mavi çizgi) sonuçları, aynı konum ve zaman diliminde gözlemlenen veriler (siyah çizgi) ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 14.38 Aynı Konumda Tahmin Edilen Akış

Bir zaman serisi tablosu veya grafiği açtıktan sonra, ek zaman serisi sonuçları eklenebilir. Eklemek istenilen zaman serisi sonucunun üzerine fare getirilir. Sol fare düğmesine basılı tutulur ve sonucu eklemek istenilen grafiğin veya tablonun üzerine sürüklenir. Fare imleci, hangi tablo veya grafiklerin ek zaman serilerini kabul edebileceğini gösterecek şekilde değişecektir. Fare düğmesini istediğiniz tablo veya grafik üzerinde bıraktığınızda, eklenen zaman serisi sonuçları otomatik olarak görüntülenecektir.

Grafik Özelliklerini Değiştirme

Tüm grafikler, Çizgi Rengi (*Line Color*), Çizgi Stili (*Line Style*), Veri Sembolleri (*Data Symbols*) vb. için varsayılan özelliklerle açılır. Bu varsayılan özellikler, çoğu durum için uygun olacak şekilde seçilmiştir. Ancak, grafiklerdeki özellikleri özelleştirmek mümkündür. Özellikleri değiştirmek için önce grafiğe tıklayarak seçilir. Ardından Sonuçlar (*Results*) menüsüne gidilir ve Grafik Özellikleri (*Graph Properties*) komutu seçilir. Seçilen grafiğin özelliklerini değiştirmek için bir düzenleyici açılacaktır. Her zaman serisi eğrisinin özellikleri ayrı ayrı değiştirilebilir. Ayrıca, eksen, başlık, ızgaralar (*gridlines*), desenler ve açıklama (*legend*) özelliklerini de değiştirmek mümkündür. Özellikleri değiştirmek için kullanılan düzenleyici, Diğer Çalışma Sonuçlarını Görüntüleme (*Viewing Results for Other Runs*) bölümünde gösterilen simülasyon çalışması grafikleri için kullanılan düzenleyici ile aynıdır.

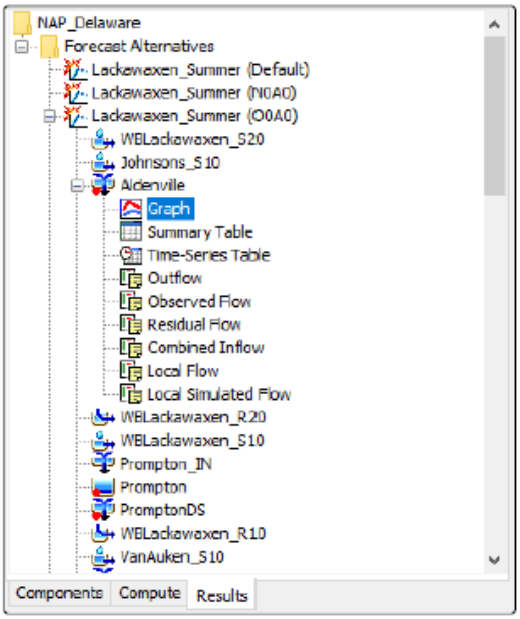
14.10 CWMS ALTERNATİFLERİ İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

HEC-HMS, *Corps Water Management System (CWMS)* içinde hidrolik simülasyonlar için kullanılabilir. *CWMS*, hava tahminlerine dayalı meteorolojik senaryolar geliştirmek için araçlar içerir. Ayrıca, *CWMS*, rezervuar işletmeleri, nehir hidroliği ve ekonomik etki gibi diğer simülasyon modellerini de içerir. HEC-HMS'de oluşturulan Tahmin Alternatifleri *CWMS*'de kullanılabilir. Genel bir *CWMS* Alternatifi, bir meteorolojik senaryo, bir HEC-HMS Tahmin Alternatifi ve diğer simülasyon modeli alternatiflerini bir araya getirir. *CWMS* Alternatifi kendi program arayüzü üzerinden hesaplanabilir ve sonuçları görüntülenebilir. *CWMS* Alternatifinden elde edilen bilgiler, HEC-HMS Tahmin Alternatifinde saklanır; bu sayede daha sonra yeniden hesaplama yapılabilir ve sonuçlar görüntülenebilir.

Sonuçları görüntülemeye başlamak için, *Watershed Explorer*'da Sonuçlar (*Results*) sekmesine gidilir ve görüntülenmek istenilen *CWMS* Tahmin Alternatifi simgesine tıklanır. *CWMS* Tahmin Alternatifi, bir Alternatif Etiketi (*Alternative Label*) içerir. Alternatif etiketi genellikle dört karakterden oluşur, örneğin N0A0. Orijinal HEC-HMS Tahmin Alternatifi, *CWMS*'de kullanıldıktan sonra *Default* olarak etiketlenir. Gerekirse, proje içindeki alternatifleri görüntülemek için Tahmin Alternatifleri (*Forecast Alternatives*) klasörünü genişletilir. Alternatifte kullanılan herhangi bir veri değişmişse ve sonuçların yeniden hesaplanması gerekiyorsa, *CWMS* Tahmin Alternatifi simgesi devre dışı bırakılır. Veri değiştiği sırada herhangi bir sonuç açıksa, etkilenen sonuçlar otomatik olarak güncellenir.

Bireysel Elemanlar

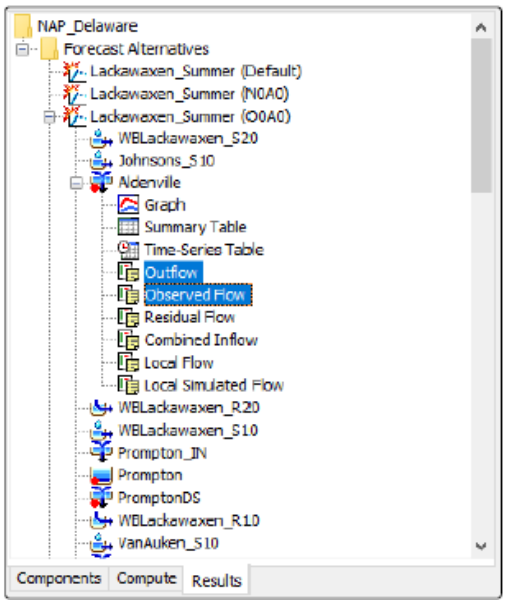
CWMS Tahmin Alternatifinde kullanılan Havza Modelindeki her eleman, *Watershed Explorer*'da *CWMS* Tahmin Alternatifi düğümünün altında gösterilir. Bu elemanlar hidrolik sıraya göre listelenir. Her bir elemanın sonuçlarına, düğümüne tıklayarak erişilir. Her eleman için listelenen ilk öğe Grafik (*Graph*)'tir; sonucu görüntülemek için Grafik düğümüne tıklanır. Bu, varsayılan Tahmin Alternatifi (*default Forecast Alternative*) için de görüntülenebilen aynı grafiktir. Grafikte yer alan bilgiler eleman tipine göre değişir, ancak her zaman Çıkış Akışı (*Outflow*) içerir. Ayrıca, isteğe bağlı öğeler olarak Gözlemlenen Akış (*Observed Flow*)**,** Hesaplanmış Su Seviyesi (*Computed Stage*) ve Gözlemlenen Su Seviyesi (*Observed Stage*) de gösterilebilir. Benzer şekilde, Özet Tablosu (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) da sırasıyla Özet Tablosu veya Zaman Serisi Tablosu düğümüne tıklanarak görüntülenebilir.



Şekil 14.39 Watershed Explorer Üzerinde CWMS Tahmin Alternatifi Sonuçlarının Görüntülenmesi

Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği

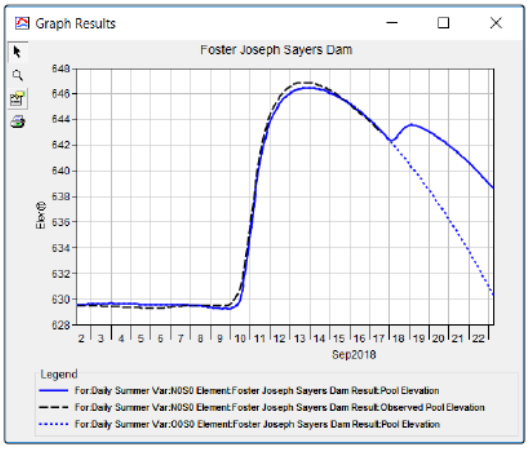
Bir eleman tarafından hesaplanan tüm zaman serisi verileri görüntülenebilir. Zaman serisi verileri, *Watershed Explorer*'da her eleman düğümünün altında listelenir. Her elemanın altındaki ilk düğüm Grafik (*Graph*), ardından Özet Tablosu (*Summary Table*) ve Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) gelir. Kalan düğümler, elemanın farklı zaman serisi verilerini temsil eder. Bir zaman serisi düğümüne tıklayarak verileri Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içinde ön izlenebilir. Ek düğümlere tıklarken *Shift* veya *Control* tuşlarını basılı tutarak birden fazla zaman serisi seçilebilir. Seçilen zaman serileri: Aynı *CWMS* Tahmin Alternatifindeki farklı elemanlardan, İki farklı *CWMS* Alternatifinde aynı elemandan veya Varsayılan Tahmin Alternatifinde ve bir veya daha fazla *CWMS* Alternatifinde aynı elemandan gelebilir. Sonuçlar ayrıca simülasyon çalışmaları, optimizasyon denemeleri, derinlik-alan (*depth-area*) analizleri ve Tahmin Alternatiflerinden de birleştirilebilir. Seçilen zaman serisi verileri, veri tipine göre otomatik olarak gruplara ayrılır.



Şekil 14.40 Watershed Explorer Üzerinde CWMS Tahmin Alternatifi Sonuçlarının Görüntülenmesi

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler

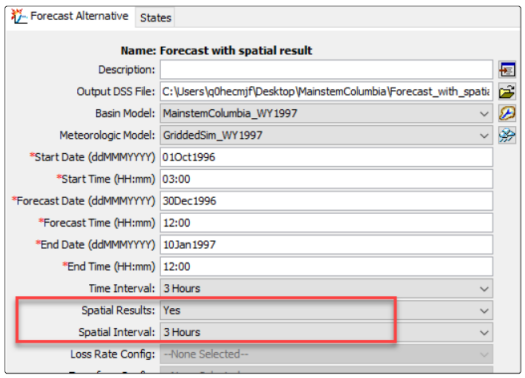
Seçilen zaman serisi verilerinin önizleme grafikleri, Masaüstü (*Desktop*) alanı içinde Grafik (*Graph*) veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) olarak açılabilir. Grafiğe veya tabloya dahil etmek istenilen zaman serileri seçilerek başlanır. İstenilen zaman serileri seçildikten sonra, araç çubuğundaki Grafik (*Graph*) veya Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) düğmelerine basılabilir. Seçilen zaman serileri otomatik olarak grafiklenir veya tablo hâline getirilir. Örnekte, bir Tahmin Alternatifindeki gelecek yağışlı senaryo (dolu mavi çizgi) ile gelecek yağışsız senaryo (kesikli mavi çizgi) sonuçları, aynı rezervuar ve zaman diliminde gözlemlenen veriler (siyah çizgi) ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 14.41 İki Farklı CWMS Alternatifi (N0S0 ve O0S0) İçin Rezervuar Su Seviyesi Tahminleri

14.11 TAHMİN ALTERNATİFLERİ İÇİN MEKÂNSAL SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

Tahmin Alternatifleri için Mekânsal Sonuçlar (*Spatial Results*) açılabilir. Mekânsal sonuçların yapılandırılması ve görüntülenmesi hakkında bilgi için Hidrolik Simülasyon (*Hydrologic Simulation*) bölümündeki Mekânsal Sonuçları Görüntüleme (*Viewing Spatial Results*) sayfasına bakılır. Modelleyici, Tahmin Alternatifi için Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) içinde mekânsal sonuçların çıktı aralığını ayarlarken dikkatli olmalıdır. Aşağıda gösterildiği gibi, modelleyici simülasyon zaman aralığını Bileşen Düzenleyicide seçmelidir. Mekânsal sonuçların zaman aralığı, simülasyon zaman aralığından daha kısa olamaz.



Şekil 14.42 Tahmin Alternatifi Mekânsal Sonuçlarının Etkinleştirilmesi

BÖLÜM 15

ALAN-YAĞIŞ DERİNLİĞİ AZALTMA

Birçok su kaynakları çalışmasında temel çıktılardan biri debi-frekans eğrisidir. Bir frekans eğrisi geliştirmek için yaygın olarak kullanılan yöntem, frekans yağış olaylarının bir hidrolojik model ile birlikte kullanılmasıdır. Büyük bir havzanın analizi genellikle akarsu ağı üzerinde birden fazla değerlendirme noktası (*evaluation point*) içerir. *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi), bir havza içerisindeki birden fazla ilgi noktasında (*points of interest*) frekans yağışlarından kaynaklanan debi tahminlerinin üretilmesi sürecini otomatikleştirir.

15.1 ALAN – YAĞIŞ DERİNLİK ANALİZLERİ

Alan-Yağış Derinliği Analizi (*Depth-Area Analysis*), bir havzada frekans yağışlarından kaynaklanan pik debilerin (*peak flow*) geliştirilmesi sürecine yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır. Örneğin, %1 aşılma olasılığına (*1% exceedance probability*) sahip fırtınadan kaynaklanması beklenen akımın hesaplanması amaçlanabilir. Genellikle kabul edilen varsayım, %1 olasılıklı yağışın %1 olasılıklı debiyi oluşturacağı ve hidrolojik modelin yağışın akışa dönüşümünü (*precipitation-runoff transformation*) doğru şekilde simüle edebileceğidir. Belirli bir aşılma olasılığı için havza genelinde debi değerlerinin geliştirilmesi, debi-frekans eğrilerinin (*flow frequency curves*) oluşturulmasında temel bir adımdır.

Fırtına alanı (*Storm Area*), hem frekans fırtınası (*frequency storm*) hem de hipotetik fırtına (*hypothetical storm*) yağış yöntemlerinin temel bir bileşenidir. Alan, uygun Alan-Yağış Derinliği Azaltma Faktörünün (*Depth-Area Reduction Factor, DARF*) belirlenmesinde kullanılır. Alan-Yağış Derinliği Azaltma Faktörü, ampirik verilere dayalı gözlemler doğrultusunda, ortalama yağış şiddetinin fırtına alanı arttıkça azaldığı gerçeğini dikkate almak için kullanılır. Bu nedenle, 200 km² büyüklüğündeki bir fırtınanın ortalama yağış şiddeti, genellikle 10 km² büyüklüğündeki bir fırtınanın şiddetinden önemli ölçüde daha düşüktür. Havza içerisindeki belirli bir değerlendirme noktasında (*evaluation point*) debinin doğru şekilde belirlenebilmesi için, kullanılan frekans fırtınası (*frequency storm*) veya hipotetik fırtınanın (*hypothetical storm*) alanının, söz konusu noktadaki drenaj alanına (*drainage area*) eşit olması gerekir. Fırtına alanı ile drenaj alanının eşleştirilmemesi, debinin önemli ölçüde eksik veya fazla tahmin edilmesine neden olabilir. Belirli bir değerlendirme noktasında debi hesaplamak amacıyla *Meteorologic Model* bileşeni ayarlanarak bir simülasyon çalıştırması yapmak nispeten basittir. Ancak çoğu durumda, havza içerisinde birden fazla noktada debi tahmini yapılması gerekmektedir.

Depth-Area Analysis (Alan-Yağış Derinliği Analizi), her bir değerlendirme noktası *(evaluation point)* için ayrı bir frekans fırtınası (*Frequency Storm*) veya hipotetik fırtına (*Hypothetical Storm*) oluşturma sürecini otomatikleştirir. Analiz için bir *Basin Model* ve bir *Meteorologic Model* tanımlanması gereklidir. *Meteorologic Model*, *Frequency Storm* veya *Hypothetical Storm Precipitation Method* kullanacak şekilde ayarlanmış olmalıdır. Analiz ayrıca,

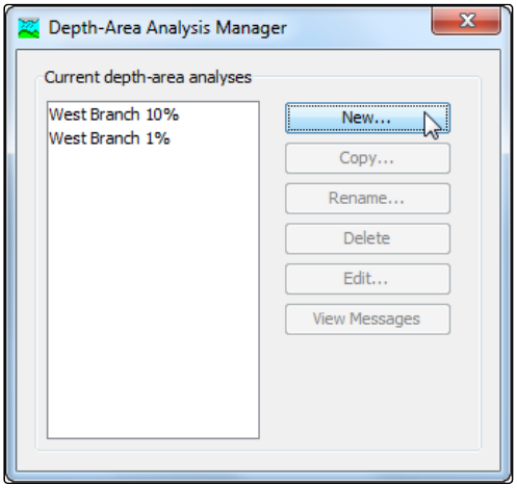
debinin değerlendirileceği çeşitli analiz noktalarının (*analysis points*) tanımlanmasını içerir. Hesaplama gerçekleştirildiğinde, analiz; *Meteorologic Model* içinde tanımlanmış olan fırtınayı esas alarak, ancak her bir analiz noktası için uygun fırtına alanı (*storm area*) kullanacak şekilde frekans fırtınalarını otomatik olarak oluşturur. Her bir analiz noktasındaki anlık pik debiler (*instantaneous peak flows*) otomatik olarak toplanır ve tablo formatında görüntülenebilir.

Alan-Yağış Derinliği Analizleri (*Depth-Area Analysis*), sonuç üretebilen bileşenlerden biridir. Her bir Alan-Yağış Derinliği Analizi, bir *Basin Model* ve bir *Meteorologic Model* temel alınarak oluşturulur. Seçilen *Meteorologic Model, Frequency Storm* veya *Hypothetical Storm Precipitation Method* kullanacak şekilde tanımlanmış olmalıdır. Analiz kapsamında ayrıca: Simülasyon Zaman Aralığı (*Simulation Time Window*), Simülasyon Zaman Adımı (*Simulation Time Step*), *Basin Model* içerisindeki Değerlendirme Noktaları (*Evaluation Points*) tanımlanır. *Watershed Explorer* üzerinden, debi-frekans eğrisinin oluşturulması için gerekli temel debi bilgilerini içeren bir Özet Tablo (*Summary Table*) görüntülenebilir.

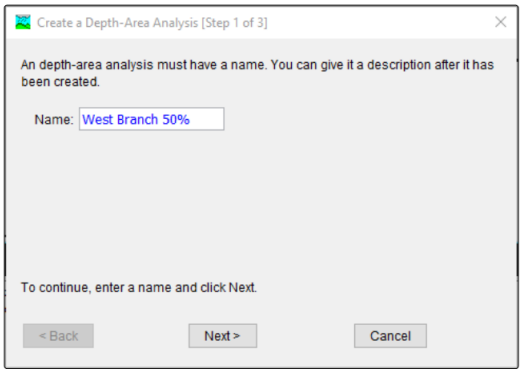
Yeni Bir Alan-Yağış Derinliği Analizi Oluşturma

Yeni bir Alan-Yağış Derinliği Analizi (*Depth-Area Analysis*), yeni analiz oluşturma adımlarında kullanıcıyı yönlendiren bir sihirbaz (*wizard*) aracılığıyla oluşturulur. Sihirbaza erişmenin iki yolu vardır: Birinci yöntem: *Compute* menüsüne tıklanır ve *Create Compute | Depth-Area Analysis* komutu seçilir. Bu komut, en az bir *Basin Model* ve bir *Meteorologic Model* mevcut ise etkin olur. Komut seçildiğinde sihirbaz açılır ve yeni bir *Depth-Area Analysis* oluşturma süreci başlatılır. İkinci yöntem: *Compute* menüsünden *Depth-Area Analysis Manager* komutu seçilir. *Depth-Area Analysis Manager* penceresi açılır ve mevcut analizler görüntülenir. Yeni bir analiz oluşturmak için *New* düğmesine basılarak sihirbaz başlatılır ve *Depth-Area Analysis* oluşturma sürecine geçilir.

Bir Alan-Yağış Derinliği Analizi (*Depth-Area Analysis*) oluşturmanın ilk adımı, yeni analiz için bir ad tanımlamaktır. Yeni analiz için varsayılan bir ad otomatik olarak önerilir; bu adı kullanabilir veya tercih edilen bir ad ile değiştirilebilir. Analize ad verdikten sonra isteğe bağlı olarak bir açıklama (*description*) eklenebilir. Yeni bir *Depth-Area Analysis* oluşturmak istenmez ise, sihirbaz penceresinin alt kısmındaki *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* simgesine basarak işlem iptal edilebilir. *Cancel* düğmesi, sihirbazın herhangi bir aşamasında kullanılabilir. Girdiğiniz adın uygun olduğundan emin olduktan sonra bir sonraki adıma geçmek için *Next* düğmesine basılır.



Şekil 15.1 *Depth-Area Analysis Manager* ile Yeni Bir Depth-Area Analysis Oluşturma Sürecine Başlama



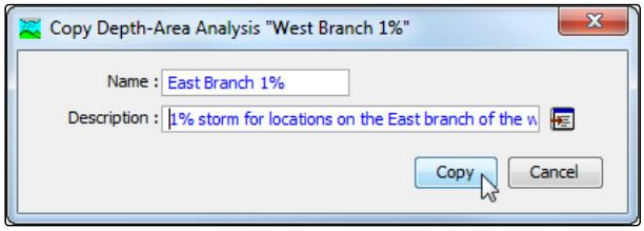
Şekil 15.2 Yeni Bir Alan-Yağış Derinliği Analizi Oluşturmanın İlk Adımı, Yeni Analiz İçin Bir İsim Girme

İkinci adım: Yeni bir Alan-Yağış Derinliği Analizi oluştururken bir *Basin Model* seçmektir. Üçüncü adım: Bir *Meteorologic Model* seçmektir. Projedeki tüm *Meteorologic Model*'ler, *Meteorologic Model* listesi içerisinde yer almaktadır. Seçilen *Meteorologic Model*, *Frequency Storm* veya *Hypothetical Storm Precipitation Method* içermelidir. Varsayılan olarak, ikinci ve üçüncü adımlarda *Basin Model* ve *Meteorologic Model* otomatik olarak seçilmiş olur. Farklı bir *Basin Model* veya *Meteorologic Model* seçmek için tabloda ilgili bileşene tıklayabilir veya klavyedeki ok tuşları kullanılabilir. Girilen isim ve seçilen model bileşenlerinden memnun kalındığında, *Depth-Area Analysis* oluşturmak için *Finish* düğmesine basılır. Önceki adıma dönülmek istenirse *Back* düğmesi kullanılabilir.

Bir Alan-Yağış Derinliği Analizi Kopyalama

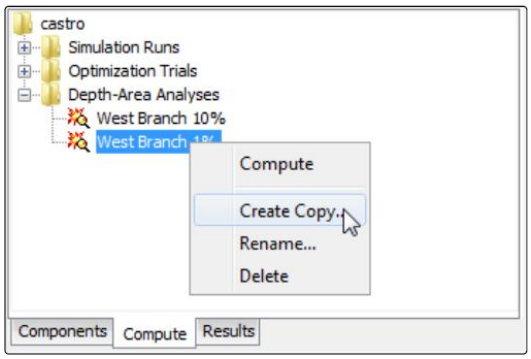
Bir Alan-Yağış Derinliği Analizi (*Depth-Area Analysis*) kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir ad ile orijinalin tam bir kopyasını (*exact duplicate*) oluşturur. Kopyalama işlemi tamamlandıktan sonra, oluşturulan kopya orijinalden bağımsızdır ve ikisi arasında herhangi bir etkileşim olmaz.

Bir *Depth-Area Analysis*'i kopyalamanın ilk yöntemi, *Compute* menüsünden erişilen *Depth-Area Analysis Manager* kullanmaktır. Kopyalamak istenilen *Depth-Area Analysis*'i mevcut analizler listesinden tıklanarak seçilir. Seçilen analiz, vurgulanacaktır. Analizi seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Copy* düğmesine basılır. *Copy Depth-Area Analysis* penceresi açılacaktır ve burada oluşturulacak kopya için bir isim (*name*) ve açıklama (*description*) girilebilir. Kopya için varsayılan bir ad önerilir; bu adı kullanabilir veya seçilen bir ad ile değiştirilebilir. Bir Açıklama (*Description*) de girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. İsim ve açıklamadan memnun kalındığında, seçilen *Depth-Area Analysis*'in kopyalanma işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Hiçbir isim girilmemişse *Copy* düğmesi kullanılamaz. Eğer kopyalama işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* simgesine basarak *Depth-Area Analysis Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 15.3 Bir Depth-Area Analysis'in Kopyasını Oluşturma

İkinci yöntem, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Kopyalanmak istenilen *Depth-Area Analysis* üzerinde fareyi hareket ettirilir ve sağ tıklanır. Açılan *context menu* (bağlamsal menü) içerisinde yer alan *Copy* seçeneklerinden *Create Copy* komutuna tıklanır. *Copy Depth-Area Analysis* penceresi açılacaktır. Burada oluşturulacak kopya için bir isim (*name*) ve isteğe bağlı bir açıklama (*description*) girilebilir. Kopya için varsayılan bir ad önerilir; bu adı kullanabilir veya seçilen bir ad ile değiştirilebilir. Açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde, seçilen *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'ni kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Hiçbir isim girilmemişse *Copy* düğmesi kullanılamaz. Eğer kopyalama işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya *Copy Depth-Area Analysis* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* simgesine basarak *Watershed Explorer* penceresine dönülebilir.



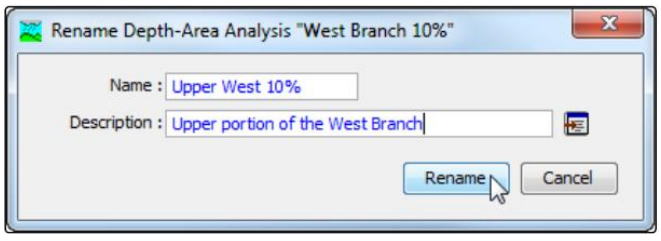
Şekil 15.4 Watershed Explorer Üzerinden Depth-Area Analysis Kopyalama

Bir Alan-Yağış Derinliği Analizinin Adını Değiştirme

Bir *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'nin adını değiştirmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, analiz için yeni bir isim (*name*) atar ve gerekli diğer işlemleri otomatik olarak gerçekleştirir.

Bir *Depth-Area Analysis*'in adını değiştirmenin ilk yöntemi, *Compute* menüsünden erişilen *Depth-Area Analysis Manager*'ı kullanmaktır. Adını değiştirmek istenilen *Depth-Area Analysis*'i mevcut analizler listesinden tıklayarak seçilir. Seçilen analiz vurgulanacaktır. Analizi seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılır.

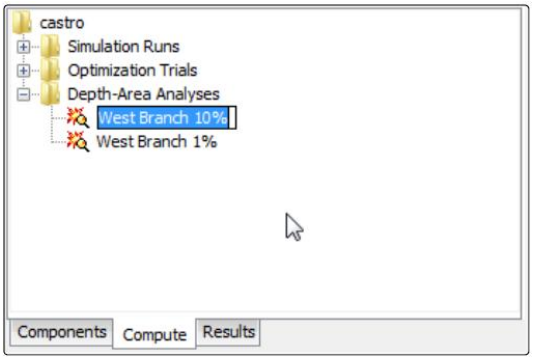
Açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğmeyi kullanarak bir düzenleyici (*editor*) açılabilir. İsim ve açıklama girildiğinde, seçilen *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'in adını değiştirme işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Hiçbir isim girilmemişse *Rename* düğmesi kullanılamaz. Eğer ad değiştirme işleminden vazgeçmek istenirse, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* simgesine basarak *Depth-Area Analysis Manager* penceresine dönülebilir. *Rename Depth-Area Analysis* penceresi açılacaktır. Burada analiz için yeni bir isim (*name*) girilebilir. İsterseniz aynı anda açıklamayı (*description*) da değiştirilebilir.



Şekil 15.5 Bir Depth-Area Analysis'in Adını Değiştirme

İkinci yöntem, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesi üzerinden yapılır. Adı değiştirilmek istenilen *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'i *Watershed Explorer* içinde tıklanarak seçilir; analiz vurgulanacaktır. Seçili analiz üzerinde fare tutulur ve sol fare düğmesine tekrar tıklanır. Vurgulanan isim düzenleme moduna

(*editing mode*) geçecektir. İmleç klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir, ismin bir kısmı veya tamamı seçilebilir. Yeni ismi klavye ile yazılır. İsim değişikliği tamamladığında *Enter* tuşuna basılarak veya *Compute* sekmesinde başka bir yere tıklayarak işlem sonlandırılabilir. Düzenleme modundayken ad değiştirme işleminden vazgeçmek istenirse, *Escape* tuşuna basılır.

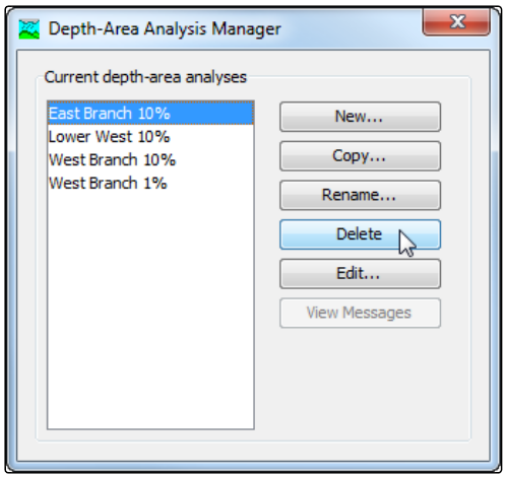


Şekil 15.6 Watershed Explorer Üzerinden Depth-Area Analysis'in Adını Değiştirme

Bir Alan-Yağış Derinliği Analizini Silme

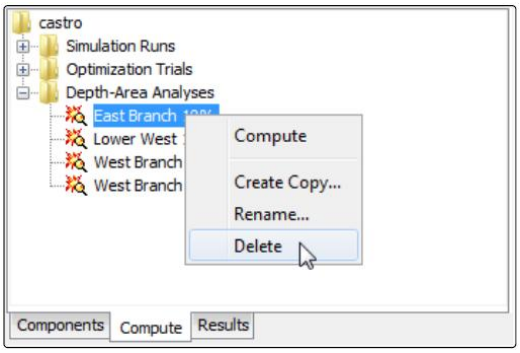
Bir *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'ni silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, seçilen analizi projeden kaldırır ve daha önce hesaplanmış sonuçları otomatik olarak siler. Bir analiz silindikten sonra geri getirilemez veya kurtarılamaz.

Bir *Depth-Area Analysis*'i silmenin ilk yöntemi, *Compute* menüsünden erişilen *Depth-Area Analysis Manager*'ı kullanmaktır. Silinmek istenilen *Depth-Area Analysis* (Alan-Yağış Derinliği Analizi)'i mevcut analizler listesinden tıklayarak seçilir. Seçilen analiz vurgulanacaktır. Analizi seçtikten sonra pencerenin sağ tarafındaki *Delete* düğmesine basılır. Açılan pencerede, seçilen analizi gerçekten silinmek istenildiğinin onaylanması gerekir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Silme işleminden vazgeçilmek istenirse, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* simgesine basılarak *Depth-Area Analysis Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 15.7 Bir Depth-Area Analysis'i Silmeye Hazırlanma

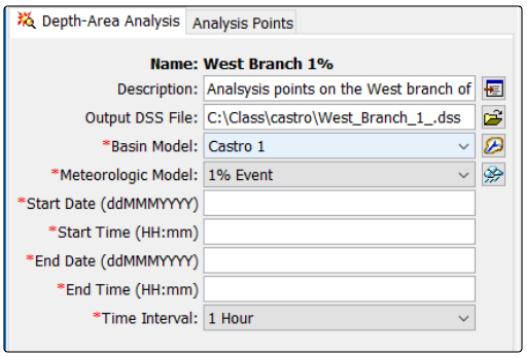
İkinci silme yöntemi, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Silinmek istenilen *Depth-Area Analysis*'i *Watershed Explorer*'da üzerine tıklayarak seçilir; seçilen analiz vurgulanacaktır. Seçilen analizin üzerine fare getirilir ve sağ tıklanır. Bir açılır menü görüntülenecek ve menüde *Delete* (Sil) seçeneği de dahil olmak üzere birkaç seçenek bulunacaktır. *Delete* komutuna tıklanır. Bir pencere açılacak ve seçilen analizi silmeyi onaylama istenecektir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ve seçili *Depth-Area Analysis* silinmek istenmez ise, *Cancel* düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer*'a geri dönülebilir.



Şekil 15.8 Watershed Explorer'da Depth-Area Analizinin Silinmesi

Bileşenlerin Seçimi

Bir *Depth-Area Analysis* oluştururken sihirbazın başlıca görevlerinden biri, analiz sonuçlarını hesaplamak için kullanılacak bileşenlerin seçilmesidir. Bu bileşenler, *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'i içerir. Bu bileşenler, yeni bir *Depth-Area Analysis* oluşturulurken sihirbaz aracılığıyla seçilir. Ancak, kullanılmak istenilen *Basin Model* ve *Meteorologic Model* istenildiğinde değiştirilebilir. Bir *Depth-Area Analysis* için *Basin Model*'in seçimi, analiz oluşturulduktan sonra *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. *Component Editor*'ü açmak için *Analysis* düğümüne tıklanır. Önce *Analyses* klasörüne tıklayarak genişletilmesi, ardından *Depth-Area Analyses* klasörüne tıklamak gerekebilir. Bu işlemden sonra *Depth-Area Analysis* sekmesi, *Analysis Points* sekmesiyle birlikte görüntülenecektir. Seçim listesi, projedeki tüm *Basin Model*'leri gösterir. Ayrıca seçim listesinin yanındaki *Basin Model* düğmesine basarak bir seçim penceresi (*chooser*) açılabilir. Bu pencere, her *Basin Model*'in açıklamasını göstererek seçim yapmanıza yardımcı olur.



Şekil 15.9 Depth-Area Analizi İçin Kullanılacak Basin Model ve Meteorologic Model'in Seçilmesi

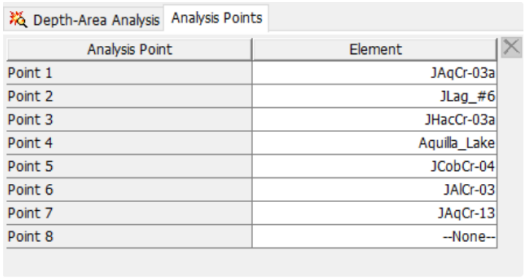
Depth-Area Analysis oluştururken, analiz sonuçlarını hesaplamak için kullanılacak bileşenlerin seçilmesi önemli bir adımdır. Bu bileşenler, *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'i içerir ve yeni bir *Depth-Area Analysis* oluşturulurken sihirbaz aracılığıyla seçilir. Ancak, mevcut bir *Depth-Area Analysis* için bu modelleri değiştirmek mümkündür. *Basin Model* veya *Meteorologic Model* seçimi, analiz oluşturulduktan sonra *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Öncelikle, ilgili *Analysis* düğümüne tıklanarak *Depth-Area Analysis* için *Component Editor* açılır. Gerekirse önce *Analyses* klasörünü genişletip ardından *Depth-Area Analyses* klasörüne tıklamak gerekebilir. Bu işlemden sonra *Depth-Area Analysis* sekmesi, *Analysis Points* sekmesiyle birlikte görüntülenir. Seçim listesi, projedeki tüm *Basin Model* veya *Meteorologic Model*'leri gösterir. Ayrıca, seçim listesinin yanındaki ilgili düğmeye basarak bir seçim penceresi açabilir ve her modelin açıklamasını inceleyerek doğru modeli seçilebilir. Bu yöntem, *Depth-Area Analysis* için hem *Basin Model* hem de *Meteorologic Model*'in kolayca seçilmesini ve gerektiğinde değiştirilmesini sağlar.

Zaman Penceresi ve Zaman Aralığı Girme

Bir *Depth-Area Analysis* için başlangıç ve bitiş tarihleri ile saatleri girmek gerekmektedir. Zaman kontrol bilgileri, *Depth-Area Analysis* oluşturulurken kullanılan sihirbazda belirtilmez; bu nedenle analiz oluşturulduktan sonra *Component Editor* kullanılarak girilmelidir. Başlangıç tarihini girerken, sayısal gün, kısaltılmış ay ve dört haneli yıl formatına dikkat ederek doğru şekilde girilmesi önemlidir. Bitiş tarihi de aynı formatta girilir. Başlangıç ve bitiş saatleri, 24 saatlik zaman formatında girilmelidir. Ayrıca, simülasyon zaman aralığı da belirtilmelidir. Mevcut seçenekler arasından, 1 dakikadan 1 güne kadar bir zaman aralığı seçilebilir. Başlangıç ve bitiş saatleri, günün başlangıcından itibaren seçilen zaman aralığının tam sayı katları olmalıdır. Analiz oluşturulduğunda varsayılan zaman aralığı 1 saat olarak seçilir.

Analysis Points'in Seçilmesi

Analysis Points seçimi, bir *Depth-Area Analysis* oluşturulduktan sonra gerçekleştirilir. *Analysis Points* için *Component Editor*'e *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden erişilebilir. *Analysis* düğümüne tıklayarak *Analysis Points* sekmesi görüntülenir. Gerekirse önce *Analyses* klasörünü genişletip ardından *Depth-Area Analyses* klasörünün tıklanması gerekebilir. *Analysis Points,* bir tablo üzerinden seçilir ve *Basin Model* içindeki tüm elemanlar seçim için mevcuttur. Gerekli olan tüm noktaları, her nokta için listeden seçim yaparak belirlenir. Açılır listede *All Subbasins, All Junctions* veya *All Elements* seçenekleri bulunmaktadır. Belirli bir noktayı kullanmayı bırakmak için, o nokta için seçimi *None* olarak değiştirilir. Bir veya birden fazla noktayı kaldırmak için, kaldırmak istediğiniz noktaları seçip *Component Editor*'ün sağ üst köşesindeki *X* simgesine tıklanabilir.



Şekil 15.10 Analysis Points'in Seçilmesi

15.2 ANALİZ SONUÇLARININ HESAPLANMASI: ALAN–YAĞIŞ DERİNLİĞİ AZALTMA

Bir Yağış Derinliği–Alan Analizi için sonuçlar, analizi *compute* (hesaplama) işlemi ile elde edilir. Analizde kullanılan tüm bileşenlerde yapılan değişiklikler otomatik olarak izlenir ve sonuçların güncel olup olmadığı belirlenir. Sonuçlar artık güncel değilse, sonuçları yenilemek için analizi yeniden hesaplamak gerekir. Hesaplama işlemi, bir Yağış Derinliği–Alan Analizi seçilerek başlatılır.

Mevcut Yağış Derinliği–Alan Analizinin Seçilmesi

Mevcut Yağış Derinliği–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*'i) seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de analizi, *Watershed Explorer* ve *Basin Map* üzerinden hesaplanabilir hâle getirir ve sonuçlara hazır olduğunda erişilmesini sağlar. Mevcut *Depth-Area Analysis*, *Basin Map* başlığında gösterilir.

Mevcut Yağış Derinliği–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*'i) seçmenin ilk yolu, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerinden yapılır. *Compute* seçim kutusu, projedeki tüm *compute* bileşenlerini gösterir; *Depth-Area Analizler*, seçim kutusunda *Forecast Alternatives*'dan sonra listelenir. Seçim kutusundaki her *Depth-Area Analysis*, *Depth-Area* öneki ve ardından analiz adıyla gösterilir. Mevcut analiz yapmak için araç çubuğu seçim kutusuna tıklanır ve bir *Depth-Area Analysis* seçilir.

Mevcut Yağış Derinliği–Alan Analizi seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Mevcut analiz yapmak istenilen *Depth-Area Analysis, Watershed Explorer*'da üzerine tıklayarak seçilir. Depth-Area Analizler, *Depth-Area Analysis* klasöründe alfabetik sırayla listelenir.

Yağış Derinliği–Alan Analizinin Hesaplanması

Mevcut seçili *Depth-Area Analysis*'i hesaplamanın üç yolu vardır. Tüm yöntemler, otomatik olarak parametre kontrolü yapar ve herhangi bir hata bulunmazsa *Depth-Area Analysis* sonuçlarının hesaplanmasına geçer. Program, hesaplama açısından verimli olacak şekilde tasarlanmıştır; yalnızca son hesaplamadan bu yana verisi değişmiş bileşenler yeniden hesaplanır, değişmeyen bileşenler için önceki analiz sonuçları geçerliliğini korur. İstenirse, tüm bileşenlerin son veri değişikliklerine bakılmaksızın yeniden hesaplanması da zorlanabilir.

Depth-Area Analysis'i hesaplamanın ilk yolu, *Compute* menüsünden yapılır. *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Depth-Area* komutunu seçilir. Mevcut *Depth-Area Analysis*'in adı, menü komutu içinde köşeli parantezlerle gösterilir. Komut kullanılamıyorsa, bu durum henüz bir *Depth-Area Analysis* seçilmediğini gösterir; önce bir analiz seçilmesi gerekir. Hesaplama ilerlemesini gösteren bir pencere otomatik olarak açılır. Hesaplama tamamlandığında, başarılı veya başarısız olması fark etmeksizin pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir. Sadece veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması zorlanmak istenirse, menü komutu seçilirken *CTRL* tuşu basılı tutulur.

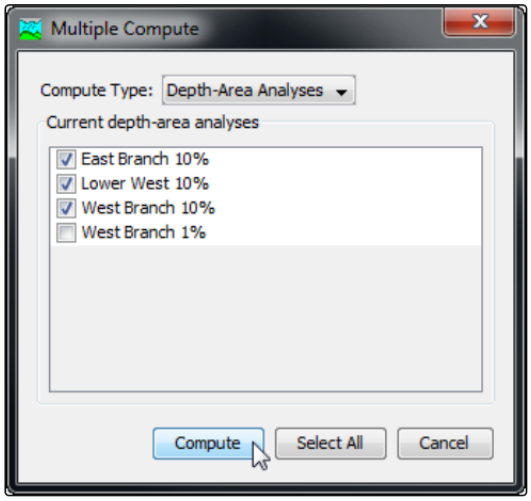
Depth-Area Analysis'i hesaplamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden yapılır. Hesaplanmak istenilen *Depth-Area Analysis, Watershed Explorer*'da sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde *Compute* seçeneği de dahil olmak üzere birkaç seçenek görüntülenir. *Compute* komutuna tıklanır; ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Sadece veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını zorlamak istenir ise, sağ tıklama menüsünden komutu seçerken *CTRL* tuşu basılı tutulur.

Depth-Area Analysis'i hesaplamanın üçüncü yolu, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindendir. *Compute* düğmesi, hesaplanabilir bir mevcut analiz olduğunda etkin hâle gelir. Düğme kullanılamıyorsa veya farklı bir *compute* türü gösteriyorsa, önce bir *Depth-Area Analysis* seçilmesi gerekir. Mevcut *Depth-Area Analysis*'i hesaplamak için düğmeye basılır; ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Sadece veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması zorlanmak istenir ise, *toolbar* düğmesi seçilirlerken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Birden Fazla Analizin Hesaplanması

Birden fazla *Depth-Area Analysis*, ardışık olarak hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Simülasyona dahil edilen her analiz, izole olarak hesaplanmış gibi dahili olarak yönetilir. Kullanıcı için otomatik olarak gerçekleştirilen adımlar, *Depth-Area Analysis*'in seçilmesi, analiz parametrelerinin kontrol edilmesi ve ardından simülasyonun hesaplanması ile başlar. Bu işlem, seçilen analiz setindeki her *Depth-Area Analysis* için ardışık olarak tekrar edilir. İşlem sırasında uygun geri bildirim, ilerleme çubuğu aracılığıyla sağlanır.

Çoklu hesaplama yapılabilmesi için birden fazla Derinlik–Alan Analizinin önceden oluşturulmuş olması gerekir. *Compute* (Hesapla) menüsünden *Multiple Compute* (Çoklu Hesapla) komutu seçilir. Derinlik–Alan Analizlerini seçmek için bir yönetici penceresi kullanılır. Listeden seçimler yapılır ve ardından seçilen analizlerin hesaplamasını başlatmak için *Compute* (Hesapla) düğmesine basılır. Her bir Derinlik–Alan Analizi hesaplanırken, her analiz için ayrı bir ilerleme çubuğu görüntülenir. Program Ayarlarındaki yapılandırmaya bağlı olarak, bir Derinlik–Alan Analizi tamamlandığında ilerleme çubuğu otomatik olarak kaybolabilir. Bir analiz hesaplanırken hata oluşursa, diğer ayarlardan bağımsız olarak, seçilen tüm analizlerin hesaplanması tamamlandıktan sonra ilerleme çubuğu her zaman görünür kalır.



Şekil 15.11 Ardışık Hesaplama için Birden Fazla Derinlik–Alan Analizinin Seçilmesi

15.3 MEVCUT ANALİZİN SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Bir Derinlik–Alan Analizi hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tablosal sonuçlar elde edilebilir. Analizde kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapılmadığı sürece aynı sonuçlar mevcut analiz için de görüntülenebilir. Program, Derinlik–Alan Analizinde kullanılan tüm verileri ve analizin dayandığı seçili Havza Modeli ile Meteorolojik Modeli izler. Ayrıca, Derinlik–Alan Analizinin temelini oluşturan Havza Modeli ve Meteorolojik Model içinde kullanılan tüm verileri de takip eder. Bir Derinlik–Alan Analizine ait sonuçlar, analiz en son hesaplandığından beri bu verilerin hiçbirinde değişiklik yapılmamışsa kullanılabilir. Eğer verilerden herhangi biri değiştirilmişse, sonuçları görüntüleyebilmek için Derinlik–Alan Analizini yeniden hesaplanması gerekir.

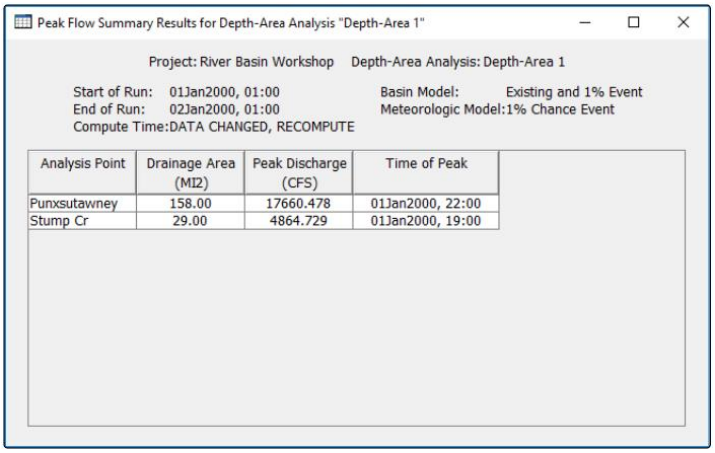
Bir sonuç görüntülemek üzere açıldığında, kullanıcı tarafından kapatılıncaya kadar açık kalır. Sonucu üreten analizde kullanılan veri veya model bilgilerinin, sonuç görüntülenmeye devam ederken değişmesi mümkündür. Bu durumda, açık olan sonuç penceresinde verilerin değiştiğine ve Derinlik–Alan Analizinin yeniden hesaplanması gerektiğine dair bir gösterge hemen görüntülenir. Derinlik–Alan Analizi yeniden hesaplandıktan sonra, açık olan sonuçlar yeni sonuçlarla otomatik olarak güncellenir ve gösterge, en son hesaplamanın tarih ve saat bilgisiyle birlikte güncellenir.

Pik Debi Özet Tablosu

Pik Debi Özet Tablosu, Derinlik–Alan Analizi Adı, dayandığı Havza Modeli ve Meteorolojik Model adları ile Zaman Penceresi *(Time Window)* bilgileri gibi bazı temel bilgileri gösterir. Tablonun ana kısmı, her bir Analiz Noktası *(Analysis Point)* için bir satır içeren veri tablosudur. Tabloda aşağıdaki sütunlar yer alır:

- Analiz Noktası Adı
- Drenaj Alanı
- Pik Debi
- Pik Debi Zamanı

Veriler, her analiz noktası için gerçekleştirilen simülasyondan elde edilen sonuçların çıkarılmasıyla oluşturulur. Pik Debi Özet Tablosuna *Results* (Sonuçlar) menüsünden erişilir. Havza Haritası açıkken ve bir Derinlik–Alan Analizi seçiliyken, sonuçları görüntülemek için *Peak Flow Summary* (Pik Debi Özeti) komutu seçilir. Örnek sonuçlar aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

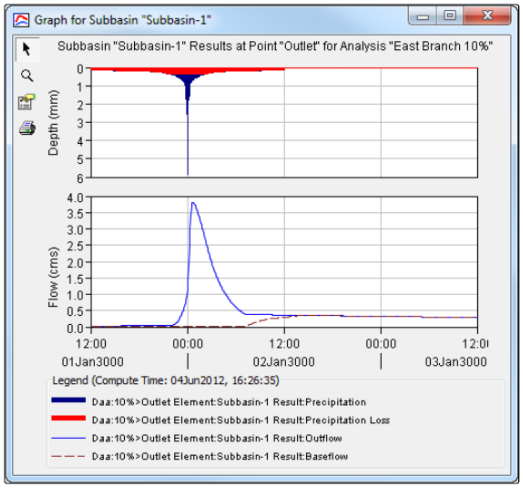


Şekil 15.12 Analiz Noktalarına Ait Hesaplanan Pik Debileri Gösteren Özet Tablo

Bireysel Elemanlar

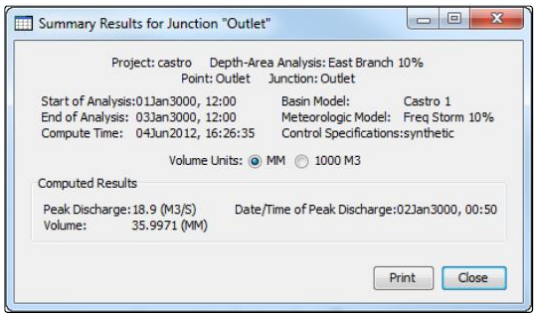
Mevcut Derinlik–Alan Analizi için bireysel elemanların sonuçlarına erişmenin üç yolu vardır. Tüm yöntemler aynı sonuçları gösterir. Bir elemanın sonuçlarını görüntüleyebilmek için *Basin Map* üzerinde bir veya daha fazla eleman seçilmesi gerekir. Ancak, Havza Haritasındaki tüm elemanlar için sonuç bulunmayabilir. Derinlik–Alan Analizi, bir Havza Modeli ve bir Meteorolojik Model temel alınarak çalışır. Analiz, seçili Analiz Noktaları ile ilişkilidir ve her analiz noktası için sonuçlar ayrı tutulur. Bir analiz noktasının sonuçları yalnızca o analiz noktasının yukarısındaki elemanlar için hesaplanır; Havza Modelindeki diğer tüm elemanlar için bu analiz noktasına ait sonuç bulunmaz. Bir eleman birden fazla analiz noktasının yukarısında yer alıyorsa, hangi analiz noktasına ait sonuçların görüntülenmesini istenildiğini belirtmek gerekir.

Bireysel eleman sonuçlarını görüntülemenin ilk yöntemi, *Results* (Sonuçlar) menüsünü kullanmaktır. Öncelikle Havza Modelini açmak gerekebilir; bunu *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Components* (Bileşenler) sekmesinde tıklanarak yapılabilir. Mevcut Derinlik–Alan Analizi**,** Havza Haritası Başlık Çubuğunda köşeli parantezler içinde gösterilir. Sonuçları görüntülenmek istenilen Analiz Noktasını *(Analysis Point***)** seçmek için *Results* | *Select Point* (Sonuçlar | Nokta Seç) menüsü kullanılır. Şu anda seçili olan analiz noktası, menüde köşeli parantezler içinde görüntülenir. Havza Haritası üzerinde bir eleman seçili iken, *Results* (Sonuçlar) menüsüne tıklanır ve *Element Graph* (Eleman Grafiği), *Element Summary Table* (Eleman Özet Tablosu) veya *Element Time-Series Table* (Eleman Zaman Serisi Tablosu) komutlarından biri seçilir. Seçilen eleman için uygun sonuç, otomatik olarak Masaüstü alanında görüntülenecektir. Grafikte gösterilen bilgiler eleman tipine göre değişiklik gösterebilir, ancak her zaman *Outflow* (Çıkış Debisi) bilgisi içerir. İsteğe bağlı olarak *Observed Flow* (Gözlenen Debi), *Computed Stage* (Hesaplanan Su Seviyesi) ve *Observed Stage* (Gözlenen Su Seviyesi) gibi öğeler de dahil edilebilir.



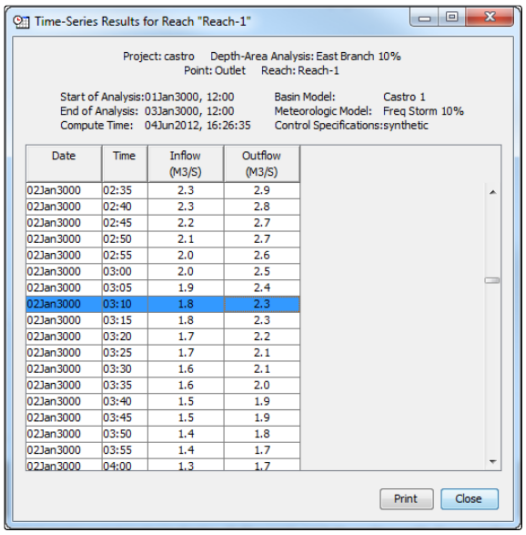
Şekil 15.13 Derinlik–Alan Analizi Sonrası Bir Alt Havza için Eleman Grafiği

Özet Tablosunda yer alan bilgiler eleman tipine göre değişiklik gösterebilir, ancak her zaman Pik Debi (*Peak Flow*), Pik Debi Zamanı (*Time of Peak Flow*) ve Çıkış Hacmi (*Outflow Volume*) bilgilerini içerir.



Şekil 15.14 Derinlik–Alan Analizi Sonrası Bir Kavşak için Eleman Özet Tablosu

Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*), grafikte gösterilen bilgilerin aynısını sayısal formatta sunar. Birden fazla eleman seçilir ise her eleman için ayrı bir sonuç penceresi açılır. *Results* (Sonuçlar) menüsündeki komutlar, yalnızca mevcut Derinlik–Alan Analizi için sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoksa ve Analiz Noktası (*Analysis Point*) *Results* menüsünde seçilmişse etkinleştirilir.



Şekil 15.15 Derinlik–Alan Analizi Sonrası Bir Akarsu Kolu için Eleman Zaman Serisi Tablosu

İkinci yöntem, *Basin Map* (Havza Haritası) üzerindeki *Element* (Eleman) simgesini kullanmaktır. Yine, sonuçları görüntülemeye çalışmadan önce *Basin Modeli* (Havza Modeli)'ni açılması gerekebilir. Ayrıca, sonuçlarını görüntülemek istenilen Analiz Noktasını (*Analysis Point*) *Results* | *Select Point* (Sonuçlar | Nokta Seç) menüsünden seçilmesi gerekebilir. Son olarak, bir elemanı vurgulamak için tıklanır. Fare elemanın üzerinde tutulur ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde (*context menu*) birden fazla seçenek bulunur; bunlardan biri *View Results* (Sonuçları Görüntüle) komutudur. Menü komutunun yanında, mevcut Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) adı köşeli parantezler içinde gösterilir. Fare *View Results* (Sonuçları Görüntüle) alt menüsüne getirin ve istediğiniz sonuç komutunu seçilir:

- *Graph* (Grafik)
- *Summary Table* (Özet Tablo)
- *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu)

Seçilen eleman için uygun sonuç penceresi açılacaktır. Birden fazla eleman seçilir ise, her eleman için ayrı bir sonuç penceresi açılır. *View Results* (Sonuçları Görüntüle) menü komutu, yalnızca mevcut Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) için sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoksa ve *Results* (Sonuçlar) menüsünde bir Analiz Noktası (*Analysis Point*) seçilmişse etkinleştirilir.

Üçüncü yöntem, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindeki düğmeleri kullanmaktır. Öncelikle: Havza Modeli açılır. *Results* (Sonuçlar) menüsünden geçerli bir Analiz Noktası (*Analysis Point*) seçilir. *Arrow Tool* (Ok Aracı) ile *Basin*

Map (Havza Haritası) üzerinde bir veya daha fazla eleman seçilir. Bir eleman seçili olduktan sonra, *Graph* (Grafik), *Summary Table* (Özet Tablo) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğmelerine tıklanır. *Graph* (Grafik) düğmesi bir *Line Plot* (Çizgi Grafiği) gösterir. *Summary Table* (Özet Tablo) düğmesi bir *Plain Table* (Düz Tablo) gösterir. *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğmesi, bir Tablo ve yanında bir Saat (*Clock*) simgesi gösterir. Seçilen eleman için uygun sonuç, otomatik olarak açılır. Birden fazla eleman seçilir ise, her eleman için ayrı bir sonuç pencere veya tablo *Desktop* (Masaüstü) alanına eklenir. Eleman sonuçlarını görüntülemek için araç çubuğu düğmeleri, yalnızca şu koşullar sağlandığında etkinleştirilir: Mevcut Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) için sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek yoktur. *Basin Map* (Havza Haritası) üzerinde bir eleman seçilmiştir. Seçili eleman, *Results* (Sonuçlar) menüsünde seçilen Analiz Noktası (*Analysis Point*)'ın yukarısında yer almaktadır.

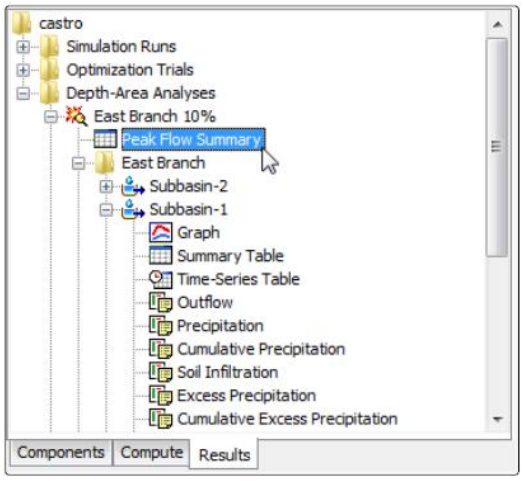
15.4 DİĞER ANALİZLERİN SONUÇLARINI GÖRÜNTÜLEME

Mevcut olarak seçili Derinlik–Alan Analizi sonuçlarını görüntülemenin yanı sıra, seçili olmayan diğer analizlerin sonuçlarını da görüntülemek mümkündür. Ancak, bu diğer analizler de mevcut Derinlik–Alan Analizi ile aynı şekilde izlenir; bu, verilerin değişmediğinden ve sonuçların yeniden hesaplanmasına gerek olmadığından emin olmak içindir. Bir Derinlik–Alan Analizindeki herhangi bir veri değişirse, sonuçların modelin güncel durumunu yansıtabilmesi için analiz yeniden hesaplanmalıdır. Diğer Derinlik–Alan Analizi sonuçlarına *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Results* (Sonuçlar) sekmesinden erişilir.

Sonuçları görüntülemeye başlamak için *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Results* (Sonuçlar) sekmesine gidilir ve istediğiniz Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) simgesine tıklanır. Gerekirse, projedeki analizleri görüntülemek için *Depth-Area Analyses* (Derinlik–Alan Analizleri) klasörü genişletilebilir. Veriler değiştiğinde herhangi bir sonuç açık ise, etkilenen sonuçlar otomatik olarak güncellenir; bu ya lejand başlığına "veriler değişti" notu eklenerek, ya da sonuçlar yeni hesaplanan verilerle güncellenerek yapılır.

Pik Debi Özet Tablosu

Pik Debi Özet Tablosuna, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Peak Flow Summary* (Pik Debi Özeti) düğümüne tıklayarak erişilebilir. Tablo görüntülenir ve mevcut Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) için görüntülenebilen tabloyla tamamen aynıdır.



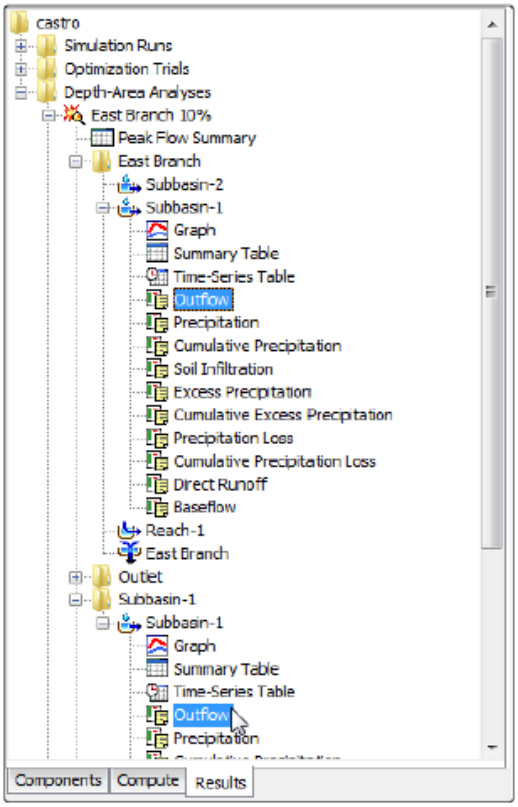
Şekil 15.16 Watershed Explorer'de Derinlik–Alan Analizi Sonuçlarını Görüntüleme

Bireysel Elemanlar

Her Analiz Noktası (*Analysis Point*), *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içinde Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) düğümünün altında bir klasör olarak gösterilir. Her analiz noktasının klasörü, o analiz noktasının yukarısındaki tüm elemanları içerir. Her elemanın sonuçlarına, elemanın düğümüne tıklayarak erişilir. Her eleman için listelenen ilk öğe *Graph* (Grafik)'tir; sonucu görüntülemek için *Graph* düğümüne tıklanır. Bu grafik, mevcut Derinlik–Alan Analizi için görüntülenebilen grafikle tamamen aynıdır. Grafikte gösterilen bilgiler eleman tipine göre değişiklik gösterse de her zaman *Outflow* (Çıkış Debisi) bilgisi içerir. İsteğe bağlı olarak *Observed Flow* (Gözlenen Debi)**,** *Computed Stage* (Hesaplanan Su Seviyesi) ve *Observed Stage* (Gözlenen Su Seviyesi) gibi öğeler de dahil edilebilir. Benzer şekilde, *Summary Table* (Özet Tablo) ve *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) da sırasıyla *Summary Table* veya *Time-Series Table* düğümüne tıklanarak erişilebilir

Eleman Zaman Serisi Önizleme Grafiği

Bir eleman tarafından hesaplanan tüm zaman serisi (*time-series*) verileri görüntülenebilir durumdadır. Zaman serisi verileri, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki her eleman düğümünün altında listelenir. Her elemanın altındaki ilk düğüm *Graph* (Grafik)**,** ardından *Summary Table* (Özet Tablo) ve *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) gelir. Kalan düğümler ise elemanın farklı zaman serisi verilerini temsil eder. Bir zaman serisi düğümüne tıklayarak veriyi *Component Editor* (Bileşen Düzenleyici) içinde ön izlenebilir. Birden fazla zaman serisi verisi seçmek için, *Shift* veya *Control* tuşunu basılı tutarak ek düğümlere tıklanabilir (aşağıdaki şekilde gösterilmiştir). Seçilen zaman serileri: Aynı analiz noktasının yukarısındaki farklı elemanlardan, Farklı analiz noktaları için aynı elemandan, Farklı analizlerdeki farklı elemanlardan gelebilir. Ayrıca, sonuçlar simülasyon çalışmaları, optimizasyon denemeleri ve Derinlik–Alan Analizleri ile birleştirilebilir. Seçilen zaman serisi verileri, veri türüne göre otomatik olarak gruplara ayrılır.

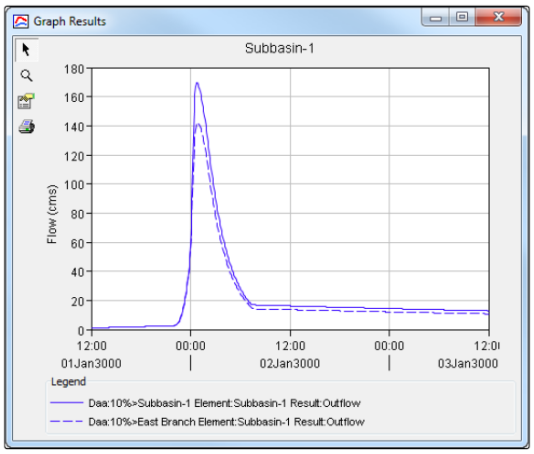


Şekil 15.17 Watershed Explorer'de Derinlik–Alan Analizi Sonuçlarını Görüntüleme

Zaman Serisi Tabloları ve Grafikler

Seçilen zaman serisi (*time-series*) verilerinin önizleme grafikleri, *Desktop* (Masaüstü) alanında *Graph* (Grafik) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) olarak açılabilir. Başlamak için, grafikte veya tabloda dahil etmek istenilen zaman serisi seçilir. İstenilen zaman serisi seçildikten sonra, *Toolbar* (Araç Çubuğu) üzerindeki *Graph* (Grafik) veya *Time-Series Table* (Zaman Serisi Tablosu) düğmesine basılır. Seçilen zaman serisi verileri, grafikte gösterilecek veya tablo hâline getirilecektir.

Bir Zaman Serisi Tablosu (*Time-Series Table*) veya Grafik (*Graph*) açıktan sonra, ek zaman serisi sonuçları eklenebilir. Fare, grafiğe veya tabloya eklenmek istenildiğinde zaman serisi sonucunun üzerine getirilir. Sol fare tuşuna basılı tutulur ve ardından sonucu eklemek istenilen grafiğin veya tablonun üzerine sürüklenir. Fare imleci, hangi tabloların veya grafiklerin ek zaman serilerini kabul edebileceğini gösterecek şekilde değişir. Fare tuşu, istenilen tablo veya grafiğin üzerinde bırakıldığında, tablo veya grafik otomatik olarak güncellenir ve eklenen zaman serisi sonuçlarını gösterir.



Şekil 15.18 Aynı Elemanın İki Farklı Analiz Noktasındaki Sonuçlarının Karşılaştırılması

Grafik Özelliklerini Değiştirme

Tüm grafikler, Çizgi Rengi (*Line Color*), Çizgi Stili (*Line Style*), Veri Sembolleri (*Data Symbols*) vb. için varsayılan özelliklerle açılır. Bu varsayılan özellikler çoğu durum için uygun olacak şekilde seçilmiştir. Ancak, bir grafiğin özelliklerini özelleştirmek mümkündür. Özellikleri değiştirmek için: Öncelikle grafiğe tıklayarak seçilir. Ardından *Results* (Sonuçlar) menüsüne gidilir ve *Graph Properties* (Grafik Özellikleri) komutunu seçilir. Bir düzenleyici açılır ve seçili grafiğin özelliklerinin değiştirilmesine olanak tanınır. Her bir zaman serisi eğrisi için özellikler değiştirilebilir. Ayrıca, Eksenler (*Axis*), Başlık (*Title*), Izgaralar (*Gridlines*), Desenler (*Patterns*) ve Lejant (*Legend*) özellikleri de değiştirilebilir. Grafik özelliklerini değiştirmek için kullanılan düzenleyici, Diğer Çalıştırmaların Sonuçlarını Görüntüleme (*Viewing Results for Other Runs*) bölümünde simülasyon çalıştırma grafikleri için kullanılan düzenleyici ile aynıdır.

BÖLÜM 16

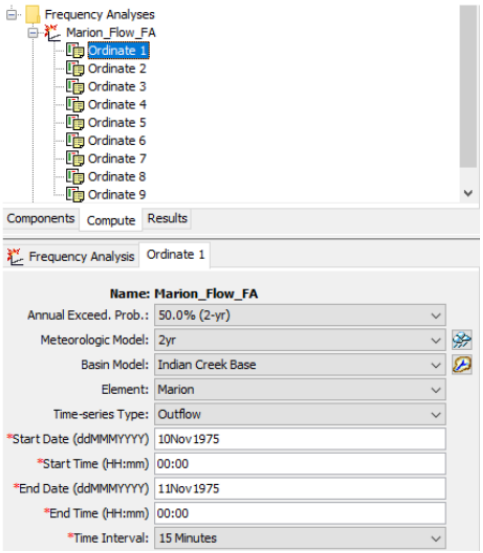
FREKANS EĞRİSİ OLUŞTURMA

HEC-HMS'deki Frekans Analizi (*Frequency Analysis*) hesaplama seçeneği, mevcut Derinlik–Alan Analizi (*Depth-Area Analysis*) çerçevesine benzer bir yapıya sahiptir, ancak farklı bir amaç için tasarlanmıştır. Tek bir frekansta havzadaki birden fazla noktayı analiz etmek yerine, Frekans Analizi hesaplama seçeneği, kullanıcının tek bir noktayı farklı frekans değerleri üzerinde analiz etmesine olanak tanır. Bir Frekans Analizi, her biri kendi yıllık aşma olasılığı (*annual exceedance probability*), meteorolojik model (*Meteorologic Model*) ve havza modeli (*Basin Model*) ile tanımlanmış bir veya daha fazla oran (*ordinate*) içerebilir. Şu anda, analiz ilgilenilen noktada bir debi frekans eğrisi (*flow frequency curve*) veya bir su seviyesi frekans eğrisi (*stage frequency curve*) oluşturmak için kullanılabilir.

16. 1 FREKANS ANALİZLERİ

Derinlik–Alan Analizine (*Depth-Area Analysis*) benzer şekilde, Frekans Analizi (*Frequency Analysis*), bir havzada frekanslı yağışlar sonucu oluşan pik debilerin (*peak flows*) veya su seviyelerinin (*stages*) belirlenmesi sürecinde yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Ancak frekans analizi, tek bir havza elemanında bir veya birden fazla frekans olayını analiz edebilmesi ile farklılık gösterir. Bu hesaplama türü, nihai olarak eleman için bir debi frekans eğrisi (*flow frequency curve*) oluşturur. Ayrıca, elemanın ilişkili bir rating eğrisi (*rating curve*) varsa, bir su seviyesi frekans eğrisi (*stage frequency curve*) de oluşturulabilir.

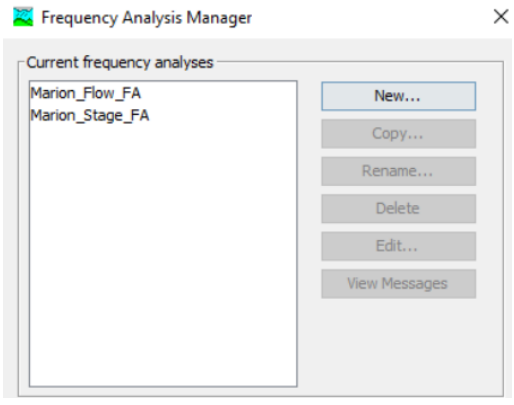
Bir Frekans Analizi (*Frequency Analysis*)'nin temel yapı taşları, ilişkili ordinatlar (*ordinates*) dır. Her ordinat için, atanmış bir yıllık aşma olasılığı (*annual exceedance probability*), bu aşma olasılığını yansıtan bir meteorolojik model (*Meteorologic Model*) ve bir havza modeli (*Basin Model*) dahil olmak üzere gerekli diğer girdiler bulunmalıdır. Çoğu durumda, meteorolojik model hipotetik fırtına yağışı yöntemi (*hypothetical storm precipitation method*) veya frekans fırtına yağışı yöntemi (*frequency storm precipitation method*) ile oluşturulur ve bir veya birden fazla Derinlik–Alan Azaltma Tablosu (*Depth-Area Reduction Table*) atanmış olabilir. Bu durumda, azalma değeri, her ordinata atanmış elemanın yukarı havza drenaj alanına (*upstream drainage area*) göre hesaplanır.



Şekil 16.1 Frekans Analizi

Yeni Bir Frekans Analizi Oluşturma

Yeni bir Frekans Analizi (*Frequency Analysis*), adım adım yönlendirilen bir sihirbaz (*wizard*) kullanılarak oluşturulur. Sihirbazı başlatmanın iki yolu vardır. Birinci yöntem, *Compute* (Hesapla) menüsüne tıklamak ve *Create Compute | Frequency Analysis* (Hesaplama Oluştur | Frekans Analizi) komutunu seçmektir; bu seçenek yalnızca en az bir *Basin Model* ve bir Meteorologic Model mevcutsa etkinleşir. Bu işlem, sihirbazı açar ve yeni bir frekans analizi oluşturma sürecini başlatır. İkinci yöntem ise *Frequency Analysis Manager* (Frekans Analizi Yöneticisi) üzerinden erişmektir. Bunun için *Compute* menüsüne tıklanır ve *Frequency Analysis Manager* (Frekans Analizi Yöneticisi) komutunu seçilir. Frekans Analizi Yöneticisi açılır ve mevcut analizleri gösterir. Yeni bir analiz oluşturmak için *New* (Yeni) düğmesine basılır; bu, sihirbazı başlatır ve frekans analizi oluşturma sürecini başlatır.

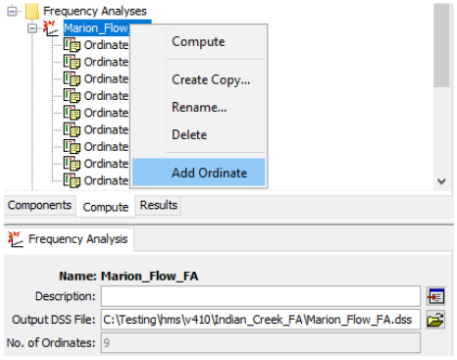


Şekil 16.2 Frekans Analizi Yöneticisi

Yeni analiz için varsayılan bir ad verilir; bu varsayılan adı kullanabilir veya isteğe bağlı değiştirilebilir. Analiz adı belirlendikten sonra *Finish* (Bitir) düğmesine basılır. Eğer vazgeçer ve yeni bir frekans analizi oluşturulmak istenmez ise, sihirbazın altındaki *Cancel* (İptal) düğmesine veya sihirbazın sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir.

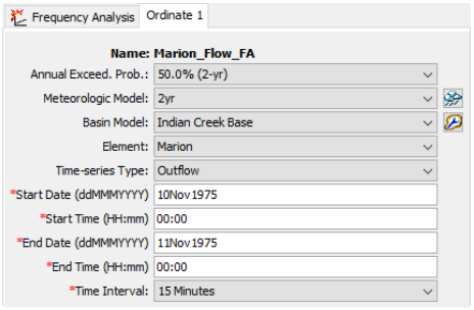
Frekans Ordinatları Ekleme

Bir Frekans Analizi (*Frequency Analysis*)'ne en az bir ordinat atanmalıdır; ancak genellikle birden fazla ordinat atanır. Bir frekans analizi oluşturulduktan sonra, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini)'ne gidilir ve *Compute* (Hesapla) sekmesi seçilir. *Frequency Analyses* (Frekans Analizleri) klasörü genişletilir ve yeni oluşturulan frekans analizine sağ tıklanır. Ardından *Add Ordinate* (Ordinat Ekle) seçeneğini seçilir.



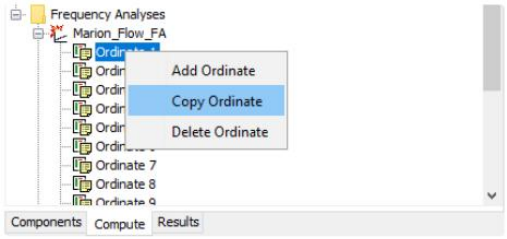
Şekil 16.3 Frekans Ordinatı Ekle

Ardından, frekans analiz düğümünün altına yeni eklenen ordinat (*ordinate*) düğümü seçilir. Ordinata bir yıllık aşma olasılığı (*Annual Exceedance Probability, AEP*) atanır ve ardından bir meteorolojik model (*Meteorologic Model*) seçilir. Meteorolojik model, atanmış AEP ile eşdeğer frekansta bir yağış olayı *(precipitation event*) içermelidir. Mevcut ordinata bir havza modeli (*Basin Model*), eleman (*Element*) ve zaman serisi türü (*Time-Series Type*) atanır. Eğer frekans analizine birden fazla ordinat atanacaksa, havza modeli farklı olabilir; ancak eleman adı ve zaman serisi türü tüm ordinatlar arasında aynı olmalıdır. Bu nedenle, bir frekans analizinde birden fazla havza modeli referans alınıyorsa, havza modeli geometrisi ve eleman adları tüm modellerde aynı olmalıdır. Son olarak, başlangıç ve bitiş tarih/saatleri (*Start and End Date/Times*) ile birlikte bir hesaplama zaman aralığı (*Computation Time Interval*) de belirtilmelidir.



Şekil 16.4 Frekans Ordinatı Düzenleyici Sekmesi

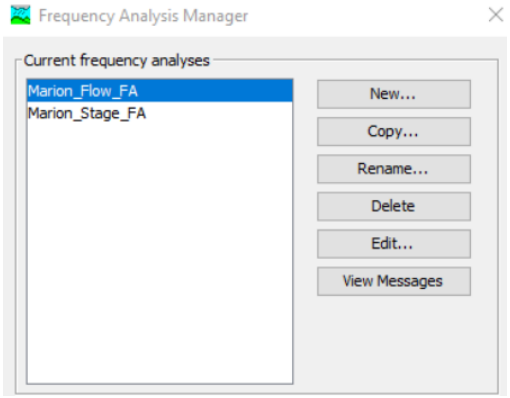
Bir ordinat oluşturulduktan sonra, ek ordinat ekleme sürecini hızlandırmak için kolayca kopyalanabilir. *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içinde ordinat düğümüne sağ tıklanır ve *Copy Ordinate* (Ordinatı Kopyala) seçeneği seçilir. Bu işlem, çoğu olası girdi önceden doldurulmuş şekilde analize yeni bir ordinat ekler. Her ordinata her zaman benzersiz bir AEP (*Annual Exceedance Probability*) ve meteorolojik model (*Meteorologic Model*) atanmalıdır. Atanmış havza modeli (*Basin Model*) tüm ordinatlar arasında aynı olabilir veya olmayabilir; ancak atanmış eleman adı (*Element Name*) ve zaman serisi türü (*Time-Series Type*) her zaman aynı olmalıdır.



Şekil 16.5 Frekans Ordinatını Kopyala

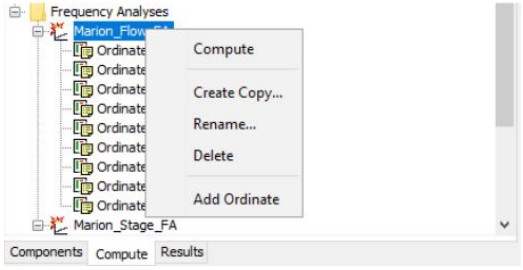
Bir Frekans Analizini Kopyalama, Yeniden Adlandırma veya Silme

Bir frekans analizi, kopyalanabilir, yeniden adlandırılabilir veya silinebilir; bunun iki yolu vardır. Birinci yöntem, *Frequency Analysis Manager* (Frekans Analizi Yöneticisi) üzerinden yapılır. Erişmek için *Compute* (Hesapla) menüsüne tıklanır ve *Frequency Analysis Manager* komutu seçilir. Frekans Analizi Yöneticisi açılır ve mevcut analizleri gösterir. Mevcut bir frekans analizini seçerek, kopyalama (*Copy*), yeniden adlandırma (*Rename*) ve silme (*Delete)* düğmeleri etkinleştirilebilir. Bir analiz silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz.



Şekil 16.6 Frekans Analizi Yöneticisi

İkinci yöntem, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Compute* (Hesapla) sekmesi üzerinden yapılır. Değiştirilmek istenilen frekans analizini seçmek için üzerine sağ tıklanır ve ardından amaca göre *Create Copy* (Kopya Oluştur), *Rename* (Yeniden Adlandır) veya *Delete* (Sil) seçeneklerinden biri seçilir.



Şekil 16.7 Frekans Analizi Hesaplama Sekmesi: Kopyala, Yeniden Adlandır, Sil

16.2 FREKANS ANALİZİ SONUÇLARINI HESAPLAMA

Bir Frekans Analizi (*Frequency Analysis*) sonuçları, analiz hesaplanarak (*compute*) oluşturulur. Frekans analizi hesaplanırken, her bir frekansta ordinat (*frequency ordinate*) sırayla hesaplanır ve hesaplamanın sonunda bir Frekans Eğrisi Grafiği (*Frequency Curve Plot*) ile bir Frekans Eğrisi Tablosu (*Frequency Curve Table*) oluşturulur.

Mevcut Frekans Analizini Seçme

Mevcut Frekans Analizi (*Frequency Analysis*)'ni seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de analizi, hesaplanabilir (*compute*) ve sonuçların *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) *Results* (Sonuçlar) sekmesinden erişilebilir hâle getirir.

Mevcut Frekans Analizini (*Frequency Analysis*) seçmenin ilk yolu, araç çubuğu (*toolbar*) üzerinden yapılır. *Compute* (Hesapla) seçim kutusu, projedeki tüm hesaplama bileşenlerini gösterir. Seçim kutusundaki her frekans

analizi, *Frequency* öneki ile başlar ve ardından analizin adı gelir. Araç çubuğu seçim kutusuna tıklanır ve mevcut analiz olarak ayarlamak istenilen frekans analiz seçilir.

Mevcut Frekans Analizini (*Frequency Analysis*) seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* (Havza Gezgini) içindeki *Compute* (Hesapla) sekmesi üzerinden yapılır. Mevcut analiz olarak ayarlamak istenilen frekans analizine tıklanarak seçilir. Frekans analizleri, *Frequency Analyses* (Frekans Analizleri) klasörü içinde alfabetik sırayla listelenir.

Frekans Analizi Hesaplama

Mevcut Frekans Analizi'ni hesaplamanın üç yolu vardır. Tüm yöntemler, otomatik olarak parametre kontrolü *(parameter checking*) yapar ve eğer herhangi bir hata oluşmazsa, frekans analizi sonuçlarının hesaplanmasına (*compute*) devam eder.

Mevcut Frekans Analizi'ni hesaplamanın ilk yolu, *Compute* (Hesapla) menüsü üzerinden yapılır. *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Frequency* (Frekans Hesapla) komutu seçilir. Menü komutu içinde, mevcut frekans analizinin adı köşeli parantezler içinde gösterilir. Eğer komut etkin değilse, bu durum mevcut bir frekans analizi seçilmediği anlamına gelir; önce bir analiz seçilmesi gerekir. Hesaplama ilerlemesini gösteren bir pencere otomatik olarak açılır. Hesaplama tamamlandığında, işlem başarılı veya başarısız olsun, pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını sağlamak için (sadece veri değişikliği olanlar yerine), menü komutunu seçerken Control (*Ctrl*) tuşunu basılı tutulur.

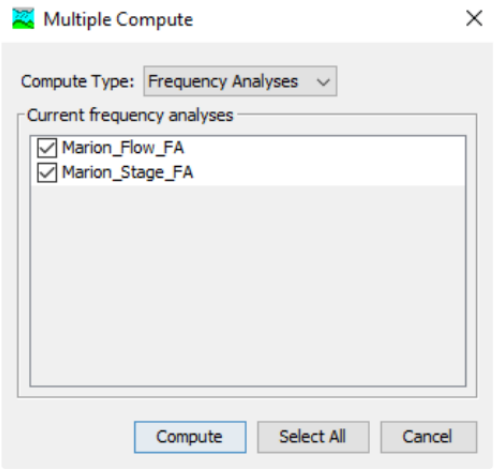
Mevcut Frekans Analizini hesaplamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesi üzerinden yapılır. Hesaplamak istenilen frekans analizine sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde, *Compute* (Hesapla) dahil olmak üzere çeşitli seçenekler görüntülenir. *Compute* komutuna tıklanır. Hesaplama ilerleme penceresi otomatik olarak açılır.

Mevcut Frekans Analizini hesaplamanın üçüncü yolu, araç çubuğu (*toolbar*) üzerindendir. *Compute* düğmesi, hesaplanabilir bir mevcut analiz bulunduğunda etkinleşir. Eğer düğme kullanılamıyorsa veya farklı bir hesaplama türünü gösteriyorsa, önce bir frekans analizi seçmeniz gerekir. Mevcut frekans analizini hesaplamak için düğmeye basılır. Hesaplama ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Sadece veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını sağlamak için, araç çubuğu düğmesini seçerken Control (*Ctrl*) tuşunu basılı tutulur.

Birden Fazla Frekans Analizini Hesaplama

Birden fazla Frekans Analizi (*Frequency Analysis*) ardışık olarak hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Hesaplamaya dahil edilen her analiz, tıpkı tek başına hesaplanıyormuş gibi içsel olarak yönetilir. Kullanıcı için otomatik olarak gerçekleştirilen adımlar şunlardır: frekans analizinin seçilmesi, analiz parametrelerinin kontrol edilmesi ve ardından simülasyonun hesaplanması. Bu işlem, seçilen analiz setindeki her frekans analizi için tekrarlanır. Hesaplama süreci boyunca uygun geri bildirim (*progress bar)* sağlanır.

Birden fazla Frekans Analizi (*Frequency Analysis*), çoklu hesaplama (*multiple compute*) için seçilmeden önce var olmalıdır. *Compute* menüsünden *Multiple Compute* (Çoklu Hesaplama) komutunu seçilir. Frekans analizlerini seçmek için bir yönetici (*manager*) kullanılır. Listeden seçimler yapılır ve ardından seçilen analizleri hesaplamaya başlamak için *Compute* düğmesine basılır. Her frekans analizi hesaplandıkça, ayrı bir ilerleme çubuğu (progress bar) görüntülenir. Program ayarlarına bağlı olarak, bir frekans analizi tamamlandığında ilerleme çubuğu otomatik olarak kaybolabilir. Eğer hesaplama sırasında bir hata ile karşılaşılırsa, seçilen tüm analizler tamamlandıktan sonra bile ilerleme çubuğu her zaman görünür kalır; diğer ayarlar bu durumu değiştirmez.



Şekil 16.8 Çoklu Hesaplama – Frekans Analizi

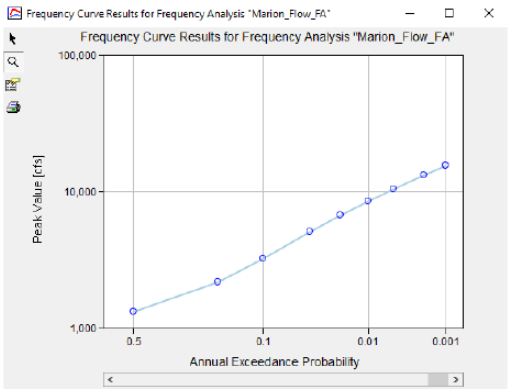
16.3 FREKANS ANALİZİ SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Bir frekans analizi hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tablo formatında sonuçlar elde edilebilir. Analizde kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapılmadığı sürece, aynı sonuçlar mevcut analiz için de erişilebilir durumdadır. Program, frekans analizinde kullanılan tüm verileri ve analizinin dayandığı seçili havza modelini ile meteorolojik modeli izler. Ayrıca, frekans analizinin temelini oluşturan havza modeli ve meteorolojik modelde kullanılan tüm veriler de takip edilir. Bu verilerden herhangi birinde değişiklik yapılmışsa, güncel sonuçların elde edilebilmesi için frekans analizinin yeniden hesaplanması gerekir.

Bir sonuç görüntüleme için açıldığında, kullanıcı tarafından kapatılıncaya kadar açık kalır. Sonucu üreten analizde kullanılan veri veya model bilgilerinin, sonuç görüntüleme için açıkken değişmesi mümkündür. Bu durumda, açık olan sonuç penceresinde verilerin değiştiğine ve frekans analizinin yeniden hesaplanması gerektiğine dair bir gösterge hemen görüntülenir. Frekans analizi yeniden hesaplandıktan sonra, açık olan sonuçlar otomatik olarak yeni sonuçlarla güncellenir ve gösterge en son hesaplama tarih ve saat bilgisiyle güncellenir.

Frekans Eğrisi Grafiği

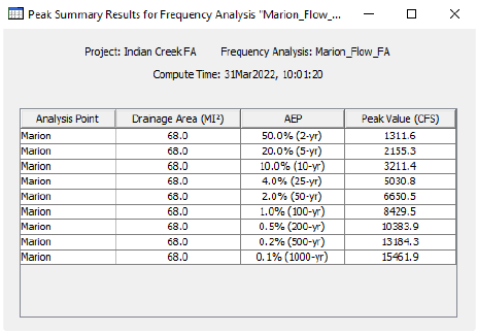
Bir frekans analizi hesaplamasından elde edilen en özgün ve en yararlı sonuç çıktılarından biri frekans eğrisi grafiğidir. Aşağıdaki örnekte, yıllık aşılma olasılığı (*Annual Exceedance Probability – AEP*) x-ekseni üzerinde, debi birimindeki pik akım değeri ise y-ekseni üzerinde logaritmik ölçekte gösterilmektedir. Frekans eğrisi üzerindeki her bir nokta, tek bir frekans ordinatı hesaplamasından elde edilen pik değer sonucunu temsil eder. Bu örnekte, frekans analizini oluşturan dokuz frekans ordinatı bulunmakta olup, frekans eğrisi grafiği üzerinde görülen dokuz nokta bu ordinatlara karşılık gelmektedir. Frekans eğrisi grafiğine, *Watershed Explorer* içindeki *Results* sekmesinden erişilir.



Şekil 16.9 Frekans Eğrisi Grafiği

Frekans Eğrisi Tablosu

Frekans eğrisi tablosu, frekans analizini oluşturan her bir ordinat için sonuçları özetler. Aşağıdaki örnekte, dokuz frekans ordinatı bulunmakta olup tabloda dokuz satır yer almaktadır. Analiz noktası eleman adı ve buna ait drenaj alanı, her bir ordinat için aynı olmalıdır. *AEP* (Yıllık Aşılma Olasılığı) ve pik değer ise her ordinat için farklı olmalıdır; *AEP* azaldıkça pik değerlerin artması beklenir. Frekans eğrisi tablosuna, *Watershed Explorer* içindeki *Results* sekmesinden erişilir.


Peak Summary Results for Frequency Analysis "Marion_Flow_...

Project: Indian Creek FA Frequency Analysis: Marion_Flow_FA

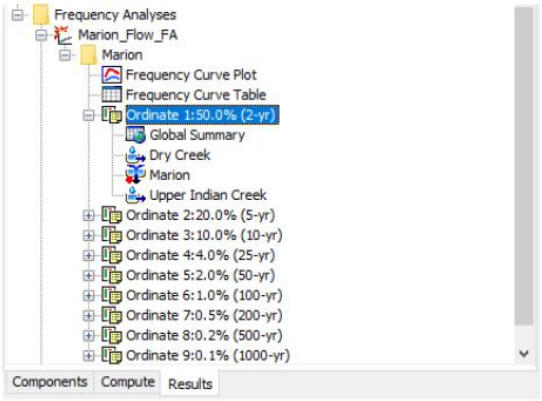
Compute Time: 31Mar2022, 10:01:20

Analysis Point	Drainage Area (MI²)	AEP	Peak Value (CFS)
Marion	68.0	50.0% (2-yr)	1311.6
Marion	68.0	20.0% (5-yr)	2155.3
Marion	68.0	10.0% (10-yr)	3211.4
Marion	68.0	4.0% (25-yr)	5030.8
Marion	68.0	2.0% (50-yr)	6650.5
Marion	68.0	1.0% (100-yr)	8429.5
Marion	68.0	0.5% (200-yr)	10383.9
Marion	68.0	0.2% (500-yr)	13184.3
Marion	68.0	0.1% (1000-yr)	15461.9

Şekil 16.10 Frekans Eğrisi Tablosu

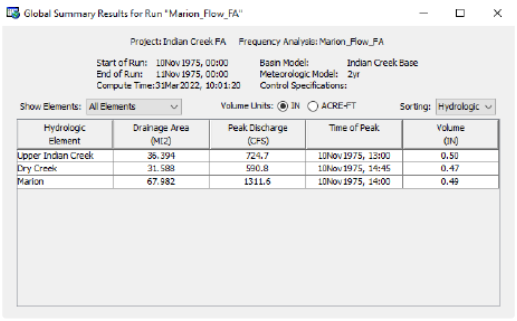
Bireysel Elemanlar

Bir frekans analizinde, her bir frekans ordinatı için ayrı bir hesaplama yapılır. Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere, her ordinat hesaplaması için bireysel havza elemanı sonuçları mevcuttur. Bir frekans analizi hesaplaması sonucunda tüm havza elemanları için sonuç üretilmeyebilir. Yalnızca her bir frekans ordinatı için seçilen analiz noktası ve bu noktanın membaında (yukarı havzasında) yer alan elemanlar için sonuçlar oluşturulur.



Şekil 16.11 Frekans Analizi – Watershed Explorer Sonuç Düğümleri

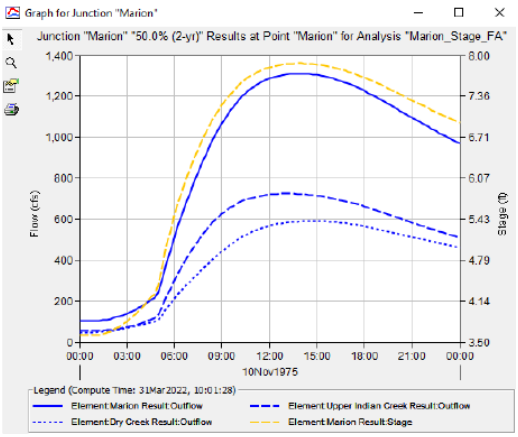
Genel özet tablosu, hesaplanan her bir havza elemanı için drenaj alanı, pik debi, pik zamanı ve toplam hacmi özetler.



Şekil 16.12 Genel Özet Tablosu

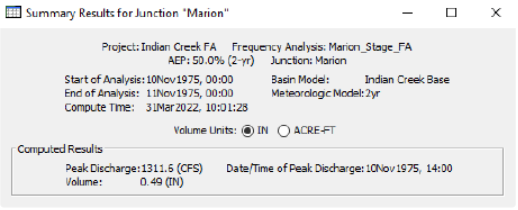
Genel Özet Tablosu

Aşağıdaki eleman grafiğinde yer alan bilgiler, eleman türüne göre değişiklik gösterebilir; ancak her zaman çıkış debisi (*outflow*) yer alır. Gözlemlenen debi (*observed flow*), hesaplanan su seviyesi (*computed stage*) ve gözlemlenen su seviyesi (*observed stage*) gibi isteğe bağlı öğeler de görüntülenebilir.



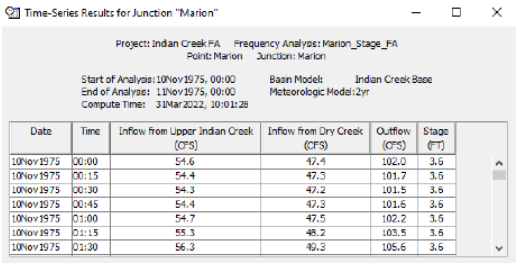
Şekil 16.13 Bireysel Eleman Grafiği

Aşağıda görülen özet tablosunda yer alan bilgiler, eleman türüne göre değişiklik gösterebilir; ancak her zaman pik debi, pik debi zamanı ve çıkış hacmi (outflow volume) bilgilerini içerir.



Şekil 16.14 Bireysel Eleman Özet Tablosu

Aşağıdaki zaman serisi tablosu, grafikte yer alan aynı bilgileri sayısal formatta sunar.



Date	Time	Inflow from Upper Indian Creek (CFS)	Inflow from Dry Creek (CFS)	Outflow (CFS)	Stage (FT)
10Nov1975	00:00	54.6	47.4	102.0	3.6
10Nov1975	00:15	54.4	47.3	101.7	3.6
10Nov1975	00:30	54.3	47.2	101.5	3.6
10Nov1975	00:45	54.4	47.3	101.6	3.6
10Nov1975	01:00	54.7	47.5	102.2	3.6
10Nov1975	01:15	55.3	48.2	103.5	3.6
10Nov1975	01:30	56.3	49.3	105.6	3.6

Şekil 16.15 Bireysel Eleman Zaman Serisi Tablosu

BÖLÜM 17

MODEL BELİRSİZLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hidroloji modellerinin, havza tepkisini mükemmel şekilde simüle edebilmesi nadiren mümkündür. Simüle edilen tepki ile sahada gözlemlenen gerçek tepki arasındaki fark belirsizlik olarak adlandırılır ve çok küçükten aşırı büyüklüğe kadar değişebilir. Bu belirsizlik genellikle, yetersiz meteorolojik veriler, fiziksel süreçlerin modelde eksik veya hatalı temsil edilmesi ve model parametre değerlerinin belirlenmesindeki hatalar gibi bir dizi faktörün birleşiminden kaynaklanır. Daha az ölçüde, havza tepkisinin gözlemlenmesindeki hatalar da Model Belirsizliğine katkıda bulunabilir. Model Belirsizliğinin nicel olarak değerlendirilmesi, model tahminlerinin güvenilirliğinin belirlenmesinde kritik bir bileşendir ve tahminlerin risk temelli mühendislik yöntemleri ile kullanılabilmesi için önemlidir.

17.1 BELİRSİZLİK ANALİZLERİ

Belirsizlik Değerlendirmesi (*Uncertainty Analysis*), simüle edilen havza tepkisindeki toplam hatayı belirleme sürecidir; örneğin, çıkış noktasındaki debi. Çıkıştaki simüle edilen debi, her birinin kendi hatası olan birçok bireysel bileşene bağlıdır. Meteorolojik verilerde hata vardır, çünkü genellikle yağışın kara yüzeyi süreçleri ile aynı mekânsal ve zamansal ölçekte doğru ölçülmesi mümkün değildir. Hidrolik süreçlerin modellerinde hata vardır, çünkü genellikle her olası süreci meydana geldiği ölçekte dahil etmek mümkün değildir; örneğin hayvan yuvaları veya bitki transpirasyonu. Model parametre değerlerinde hata vardır, çünkü denklemler metre ölçeğinden tüm alt havzalara kadar bir ölçekte çözülür ve alan-ortalama değerler kullanılmak zorundadır. Tüm havza tepkisindeki hata, bu bireysel hataların tümünü ve bunların etkileşimindeki karmaşık yapıyı içerir.

Havza modeli oldukça karmaşıktır ve toplam hatayı bireysel bileşenlere atfetmek her zaman mümkün olmayabilir. Yağış verilerindeki bir hata, infiltrasyon parametre değerlerindeki karşılık gelen bir hata ile telafi edilebilir. İnfiltrasyon veya transpirasyon sürecinin matematiksel formülasyonundaki bir hata, parametre değerlerindeki karşılık gelen bir hata ile dengelenebilir. Süreç ölçeğine ilişkin bir varsayım, sahada ölçülebilecek değerlerle eşleşmeyen etkin alan-ortalama parametre değerlerine yol açabilir. Genellikle, her bir bileşendeki hatanın tam olarak ne olduğunu veya hataların havza modeli boyunca nasıl etkileşip biriktiğini belirlemek mümkün değildir.

Bireysel bir model parametresindeki hata, Belirsizlik Değerlendirmesi sırasında bir olasılık dağılımı ile tanımlanabilir. Birinci durumda, seçilen süreç modeli havza için uygundur, modele girilen veriler doğru ve parametreler saha gözlemlerinden tahmin edilebilir. Bu durumda, parametre değerinde çok az belirsizlik vardır. Başka bir durumda ise, model fiziksel sürecin önemli nüanslarını içermemektedir, giriş verileri yetersizdir ve parametre tahmini zordur. Bu ikinci durumda, parametre değerinde yüksek derecede belirsizlik vardır. Her iki durumda da parametredeki belirsizliği (küçük veya büyük) yansıtacak şekilde bir olasılık dağılımı

parametrelenebilir. Farklı model parametreleri, farklı biçimlendirilmiş olasılık dağılımları gerektirir ve bu dağılımlar bir havzadan diğerine veya bir tarihsel dönemden diğerine değişebilir.

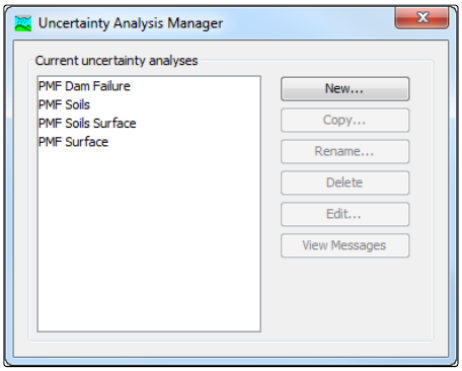
Monte Carlo Yöntemi, her bir model parametresindeki belirsizliğe bağlı olarak simüle edilen havza tepkisindeki belirsizliği tahmin etmenin bir yaklaşımıdır. Monte Carlo Yöntemi, otomatik bir örnekleme prosedürü kullanarak havzanın birçok alternatif modelini oluşturarak çalışır. Her bir örnek, model parametrelerinin kendi olasılık dağılımına göre örneklenmesiyle oluşturulur. Her bir örnek simüle edilerek, örneklenen parametre değerlerine karşılık gelen bir havza tepkisi elde edilir. Tüm örneklerden elde edilen tepkiler istatistiksel olarak analiz edilerek simüle edilen havza tepkisindeki belirsizlik değerlendirilir. Program, Belirsizlik Değerlendirmesini gerçekleştirmek için *Monte Carlo Yöntemini* kullanır.

HEC-HMS içinde, Belirsizlik Analizleri, sonuç üretebilen simülasyon bileşenlerinden biridir. Her analiz, bir Havza Modeli, bir Meteorolojik Model ve Zaman Kontrol Bilgisi içerir. Analiz ayrıca değerlendirilecek parametrelerin seçimini ve her bir parametrenin belirsizliğinin tanımını içerir. Her bir parametrenin belirsizliğinin nasıl tanımlanacağı konusunda çeşitli seçenekler sunulmuştur. Simüle edilen havza tepkisindeki belirsizliği değerlendirmek için *Watershed Explorer* üzerinden çeşitli sonuç grafiklerine erişilebilir.

Belirsizlik Analizi, öncelikle hidrolik model parametrelerindeki belirsizlikleri ele alır; bu belirsizlikler yanlış parametre tahmini, ölçek veya diğer sorunlardan kaynaklanabilir. Kullanıcı, değerlendirme sırasında her belirsiz parametreyi belirlemeli ve uygun bir olasılık dağılımı kullanarak belirsizliği tanımlamalıdır. Meteorolojik verilerdeki belirsizlik, program içinde özel olarak ele alınmamaktadır. Meteorolojideki belirsizliğin değerlendirilmesi, meteorolojik ve hidrolik belirsizliği bütünleştiren bir değerlendirme çerçevesi kullanılarak yapılmalıdır. Bu tür bütünleşik bir değerlendirme, *Watershed Analysis Tool* (HEC-WAT) modelleme çerçevesi ile gerçekleştirilebilir. HEC-HMS içindeki Belirsizlik Analizi, HEC-WAT ile birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır ve gelecekteki sürümler için genişletilmiş entegrasyon yetenekleri planlanmaktadır.

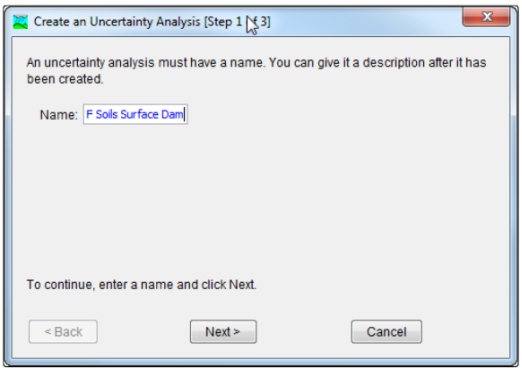
Yeni Bir Belirsizlik Analizi Oluşturma

Yeni bir Belirsizlik Analizi, oluşturma adımlarında rehberlik eden bir sihirbaz kullanılarak oluşturulur. Sihirbazı açmanın iki yolu vardır: İlk yöntem: *Compute* menüsüne tıklayıp *Create Compute | Uncertainty Analysis* komutunu seçmektir. Bu komut yalnızca en az bir *Basin Model* ve bir *Meteorologic Model* mevcutsa etkinleştirilir. Sihirbaz açılır ve yeni bir Belirsizlik Analizi oluşturma süreci başlar. İkinci yöntem: *Uncertainty Analysis Manager* üzerinden erişmektir. *Compute* menüsüne tıklanır ve *Uncertainty Analysis Manager* komutu seçilir. *Uncertainty Analysis Manager* açılır ve mevcut tüm analizleri gösterir. Yeni bir analiz oluşturmak için *New* düğmesine basıldığında; sihirbaz açılır ve Belirsizlik Analizi oluşturma süreci başlar.



Şekil 17.1 Belirsizlik Analizi Yöneticisi Kullanılarak Yeni Bir Belirsizlik Analizi Oluşturma Sürecine Başlatma

Yeni bir Belirsizlik Analizi oluşturmanın ilk adımı, analize bir Ad (*Name*) vermektir. Yeni Belirsizlik Analizi için varsayılan bir ad sağlanır; bu varsayılan adı kullanabilir veya değiştirilebilir. Analizi oluşturma tamamladıktan sonra, isteğe bağlı olarak bir açıklama (*Description*) eklenebilir. Oluşturma sürecinden vazgeçmek istenirse, sihirbazın altındaki *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılabilir. *Cancel* düğmesi, sihirbaz kullanılırken her zaman kullanılabilir. Girilen addan memnun kalındığında ve bir sonraki adıma geçmek istenildiğinde *Next* düğmesine basılır.



Şekil 17.2 Yeni Bir Belirsizlik Analizi İçin Ad Girişi

Belirsizlik Analizi Oluşturmanın İkinci Adımı: Havza Modeli Seçme: Projede mevcut olan tüm *Basin Model*leri, alfabetik sırayla görüntülenir. Varsayılan olarak, tabloda ilk *Basin Model* seçilidir ve seçilen model vurgulanır. Farklı bir Havza Modeli seçmek için tablo üzerinde fare ile tıklanabilir veya klavyedeki ok tuşları kullanılabilir. Seçilen Havza Modelinden memnun kalınır ise bir sonraki adıma geçmek için *Next* düğmesine basılır. Yeni Belirsizlik Analizi için ad değişikliği yapılmak istenir ise, önceki adıma dönmek için *Back* düğmesini kullanılabilir.

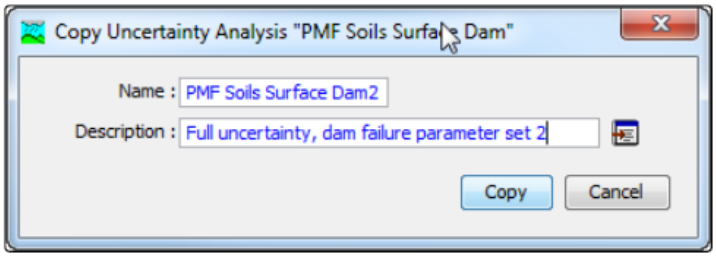
Projede mevcut olan tüm Meteorolojik Modeller, alfabetik sırayla görüntülenir. Varsayılan olarak, tabloda ilk Meteorolojik Model seçilidir ve seçilen model vurgulanır. Farklı bir Meteorolojik Model seçmek için tablo üzerinde fare ile tıklanabilir veya klavyedeki ok tuşları kullanılabilir. Bu adımda, ikinci adımda seçilen Havza

Modeli ile birlikte başarıyla sonuç üretecek bir Meteorolojik Model seçmek kullanıcı sorumluluğundadır. Seçilen ad, *Basin Model* ve *Meteorologic Model*den memnun kalınır ise ve Belirsizlik Analizini oluşturmak için hazır olunursa *Finish* düğmesine basılır. Farklı bir *Basin Model* seçilmek istenirse, önceki adıma dönmek için *Back* düğmesi kullanılabilir.

Belirsizlik Analizini Kopyalama

Bir Belirsizlik Analizini kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir ad ile tam bir kopya oluşturur. Kopya oluşturulduktan sonra, kopya ve orijinal birbirinden bağımsızdır ve birbirleriyle etkileşimde bulunmazlar.

Bir kopya oluşturmanın ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen *Uncertainty Analysis Manager* kullanmaktır. Kopyalanmak istenilen Belirsizlik Analizi, mevcut analizler listesinden tıklayarak seçilir. Seçilen analiz vurgulanacaktır. Bir analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* düğmesine basılabilir. *Copy Uncertainty Analysis* penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopyaya bir ad verilebilir ve açıklama eklenebilir. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu varsayılan adı kullanabilir veya isteğe bağlı değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama (*Description*) da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklamadan memnun olunduğunda, seçilen Belirsizlik Analizini kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Copy* düğmesine basılamaz. Seçilen Belirsizlik Analizini kopyalamaktan vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Uncertainty Analysis Manager* penceresine dönülebilir.

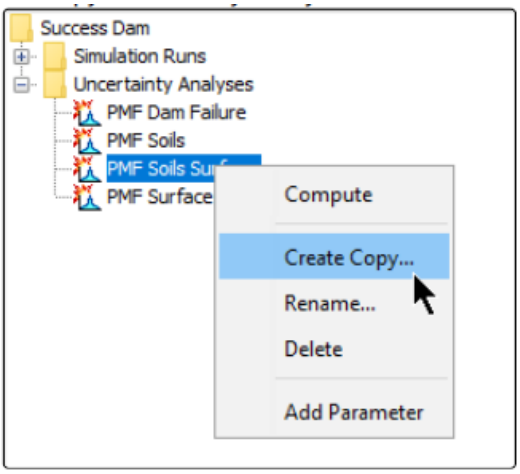


Şekil 17.3 Belirsizlik Analizinin Kopyasını Oluşturma

Kopya oluşturmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesinden yapılır. Kopyalanmak istenilen Belirsizlik Analizinin üzerine fare getirilir ve sağ fare tuşuna basılır. Bir bağlam menüsü açılır ve menüde *Copy* dahil birkaç seçenek bulunur. *Create Copy* komutuna tıklanır. *Copy Uncertainty Analysis* penceresi açılır; burada oluşturulacak kopyaya bir ad verebilir ve açıklama eklenebilir. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu varsayılan adı kullanabilir veya isteğe bağlı değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama (*Description*) da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir.

Ad ve açıklama girildikten sonra, seçilen Belirsizlik Analizini kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Copy* düğmesine basılamaz. Seçilen Belirsizlik Analizini kopyalamaktan

vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya *Copy Uncertainty Analysis* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine dönülebilir.

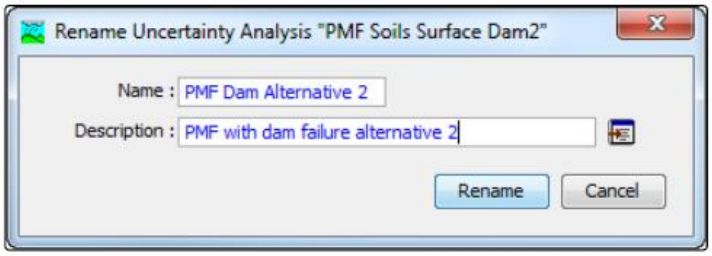


Şekil 17.4 Belirsizlik Analizini kopyalama

Belirsizlik Analizinin Adını Değiştirme

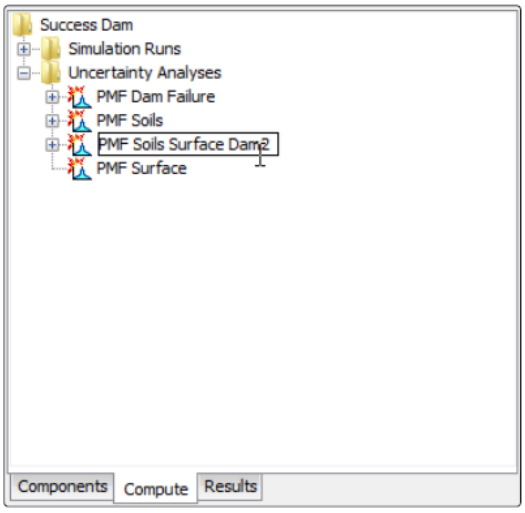
Bir Belirsizlik Analizinin adını değiştirmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, analizin adını değiştirir ve gerekli diğer işlemleri gerçekleştirir.

Bir Belirsizlik Analizinin adını değiştirmek için ilk yöntem, *Compute* menüsünden erişilebilen *Uncertainty Analysis Manager* kullanmaktır. Mevcut analizler listesinden adı değiştirilmek istenilen Belirsizlik Analizi tıklayarak seçilir. Seçilen analiz vurgulanacaktır. Bir analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* düğmesine basılır. *Rename Uncertainty Analysis* penceresi açılır ve burada yeni ad girilebilir. İstenirse, aynı anda açıklama (*Description*) da değiştirilebilir. Açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildikten sonra, seçilen Belirsizlik Analizinin adını değiştirme işlemini tamamlamak için *Rename* düğmesine basılır. Bir ad belirtilmemişse *Rename* düğmesine basılamaz. Seçilen Belirsizlik Analizinin adını değiştirmekten vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya *Rename Uncertainty Analysis* penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Uncertainty Analysis Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 17.5 Belirsizlik Analizinin Adını Değiştirme

Bir Belirsizlik Analizinin adını değiştirmek için ikinci yöntem, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesini kullanmaktır. Adı değiştirilmek istenilen Belirsizlik Analizini *Watershed Explorer* içinde tıklayarak seçilir; seçilen analiz vurgulanır. Fare seçili analizin üzerinde tutulur ve sol fare tuşuna tekrar tıklanır. Vurgulanan ad düzenleme moduna geçer. İmleç, klavyedeki ok tuşlarıyla veya fare ile hareket ettirilebilir. Adın bir kısmı veya tamamını seçmek için fare kullanılabilir. Klavye kullanılarak yeni ad yazılır. Ad değişikliği tamamlandığında, *Enter* tuşuna basılarak seçim kesinleştirilir. Alternatif olarak, *Compute* sekmesinde başka bir yere tıklayarak da değişiklik tamamlanabilir. Düzenleme modundayken ad değiştirmekten vazgeçilir ise, *Escape* tuşuna basılarak işlem iptal edilebilir.

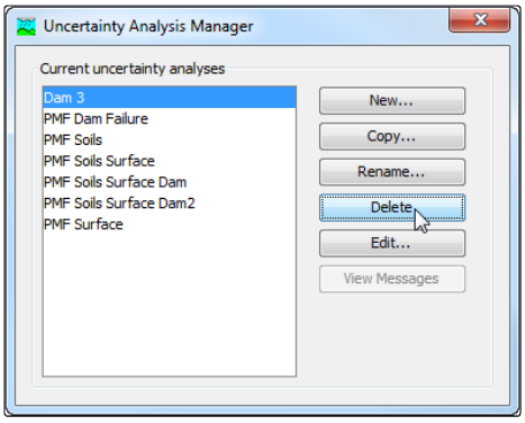


Şekil 17.6 Watershed Explorer İçinde Belirsizlik Analizinin Adını Değiştirme

Belirsizlik Analizini Silme

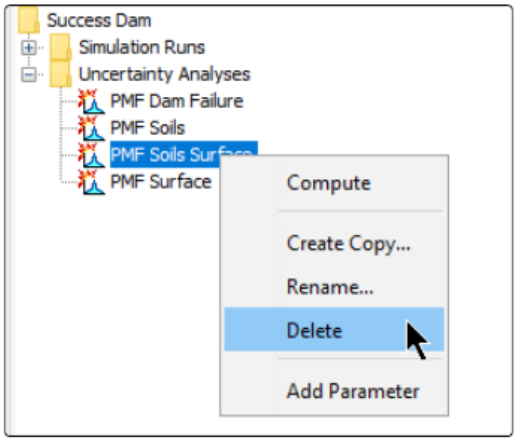
Bir Belirsizlik Analizini silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntemde, analizi projeden kaldırır ve daha önce hesaplanmış sonuçları otomatik olarak siler. Bir analiz silindikten sonra geri getirilemez veya geri alınamaz.

Bir Belirsizlik Analizini silmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen *Uncertainty Analysis Manager* kullanmaktır. Mevcut analizler listesinden silinmek istenilen Belirsizlik Analizi tıklanarak seçilir. Seçilen analiz vurgulanacaktır. Bir analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Delete* düğmesine basılır. Bir onay penceresi açılır ve silme işlemini doğrulamak gerekir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Seçilen Belirsizlik Analizi silinmekten vazgeçilir ise, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Uncertainty Analysis Manager* penceresine dönülebilir.



Şekil 17.7 *Uncertainty Analysis Manager*'dan Bir Belirsizlik Analizini Silmeye Hazırlanma

Bir Belirsizlik Analizini silmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesini kullanmaktır. Silinmek istenilen analizi *Watershed Explorer* içinde tıklayarak seçilir; analiz vurgulanacaktır. Fare seçili analizin üzerinde tutulur ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde *Delete* seçeneğine tıklanır. Bir onay penceresi açılır ve silme işlemini doğrulamak gerekir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Eğer silme işleminden vazgeçilmek istenirse, *Cancel* düğmesine veya sağ üst köşedeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine dönülebilir.

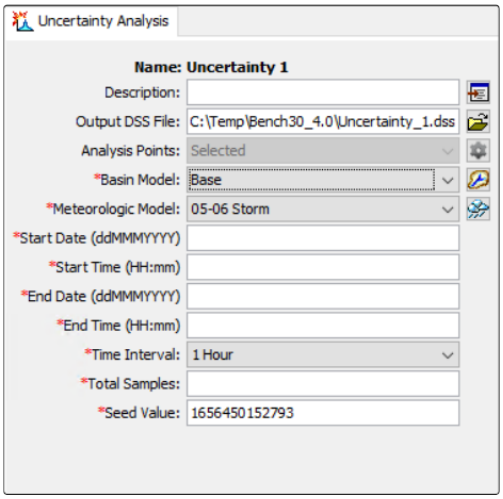


Şekil 17.8 Watershed Explorer İçinde Belirsizlik Analizini Silme

Bileşenlerin Seçilmesi

Sihirbaz kullanılarak bir Belirsizlik Analizi oluşturulurken, belirsizlik sonuçlarını hesaplamak için kullanılacak bileşenlerin seçilmesi temel görevlerden biridir. Bu bileşenler, *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'i içerir. Bu bileşenler, sihirbaz ile yeni bir Belirsizlik Analizi oluşturulurken seçilir. Ancak, istenilen zaman *Uncertainty Analysis* için *Component Editor*'ü kullanarak seçilen *Basin Model* ve *Meteorologic Model*'i değiştirilebilir. *Component Editor*'e, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesinden erişilebilir. Gerekirse, mevcut

Belirsizlik Analizlerini görüntülemek için *Uncertainty Analyses* klasörüne tıklanarak açılır. Component Editor, projedeki tüm *Basin Model*lerini içeren bir *Basin Model Selection List* ve projedeki tüm Meteorolojik Modelleri içeren bir *Meteorologic Model Selection List* içerir.



Şekil 17.9 Belirsizlik Analizi Bileşen Düzenleyicisi

Zaman Penceresi Girme

Bir Belirsizlik Analizi için bir Başlangıç Tarihi ve Saati (*Start Date and Time*) ile bir Bitiş Tarihi ve Saati (*End Date and Time*) girilmelidir. Zaman kontrol bilgisi, Belirsizlik Analizi oluşturmak için kullanılan sihirbazda belirtilmez. Bu bilgi, analizi oluşturduktan sonra *Uncertainty Analysis* için *Component Editor* kullanılarak girilmelidir. Başlangıç tarihini, sayısal gün, kısaltılmış ay ve dört basamaklı yıl biçimi kullanarak girilir. Bitiş tarihini de aynı biçimde girilir. Başlangıç ve bitiş saatleri, 24 saatlik zaman formatı kullanılarak girilmelidir. Mevcut seçeneklerden bir zaman aralığı (*time interval*) seçilir; seçenekler 1 dakikadan 1 güne kadar değişir. Son olarak, başlangıç saati ve bitiş saati, günün başlangıcından itibaren zaman aralıklarının tam sayısı olacak şekilde olmalıdır.

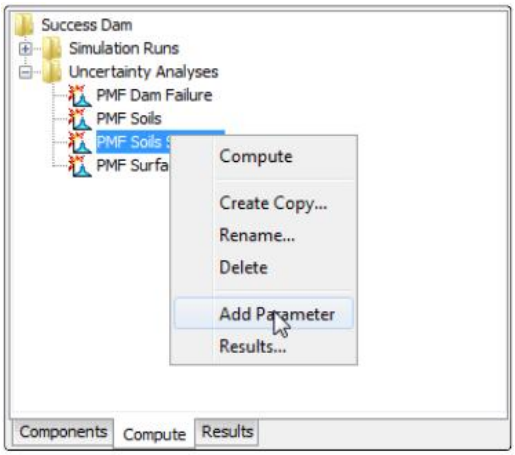
Toplam Örnek Sayısı (*Total Number of Samples*), havza tepkisinin belirsizliğini doğru bir şekilde tahmin etmek için yeterince büyük olmalıdır. Havza tepkisinin doğru bir şekilde tahmin edildiği durumun belirlenmesi sürecine Yakınsama (*Convergence*) denir. Yakınsama, havza tepkisinin istatistiksel ölçüleri, daha fazla örnek hesaplandığında değişmediğinde sağlanır. Örneğin, sıklıkla değerlendirilen bir havza tepkisi, bir rezervuardaki maksimum su seviyesi (*maximum pool elevation*) olabilir. Her örnek için maksimum su seviyesi (*maximum pool elevation*) kaydedilebilir ve tüm örnekler üzerinden ortalama değer hesaplanabilir. Ortalama maksimum su seviyesinde yakınsama (*convergence*), örnek sayısı artırıldığında hesaplanan ortalamanın değişmemesi durumunda sağlanır. Eğer maksimum su seviyesinin standart sapması (*standard deviation*) dikkate alınacaksa, hesaplanan standart sapma değişmeyene kadar ek örnekler hesaplanmalıdır. Ortalama havza tepkisini tahmin etmek için gereken örnek sayısı, tepkinin standart sapmasını tahmin etmek için gereken örnek sayısından daha azdır.

Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) için hesaplanacak uygun bir Örnek Sayısı (*Number of Samples*) seçilmelidir. Yakınsamayı (*Convergence*) sağlamak için gereken örnek sayısı, havzanın nasıl modellendiği ve hangi havza tepki istatistiklerinin dikkate alındığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Halen otomatik yakınsama kriterleri mevcut değildir, ancak gelecekteki bir sürümde planlanmaktadır.

Parametreleri Ekleme ve Silme

Belirsizlik Değerlendirmesi (*Uncertainty Assessment*) sırasında örneklenecek parametreler, *Basin Model* içindeki herhangi bir alt havza (*subbasin*), akarsu (*reach*) veya rezervuar (*reservoir*) elemanında olabilir. Örnekleme için seçilebilecek parametreler, alt havza elemanındaki *canopy, surface, lossrate, transform* ve *baseflow* parametrelerinin seçilmiş bir kümesini içerir. Ayrıca, akarsudaki *routing* parametreleri ve rezervuardaki bileşenler de örnekleme için seçilebilir. Örnekleme için iki tür parametre seçilebilir. İlk tür, Kavramsal Modellerde (*Conceptual Models*) yer alan parametreleri içerir; örneğin bir *unit hydrograph* için konsantrasyon zamanı (*time of concentration*). İkinci tür ise, ölçeklendirme sorunlarına tabi olan Fiziksel Tabanlı Modellerde (*Physically-Based Models*) yer alan parametreleri kapsar; örneğin toprak hidrolik iletkenliği (*soil hydraulic conductivity*) veya kanal tabanı genişliği (*channel bottom width*)**.** *Basin Model*deki çoğu parametre, bu iki türden biri olarak sınıflandırılabilir.

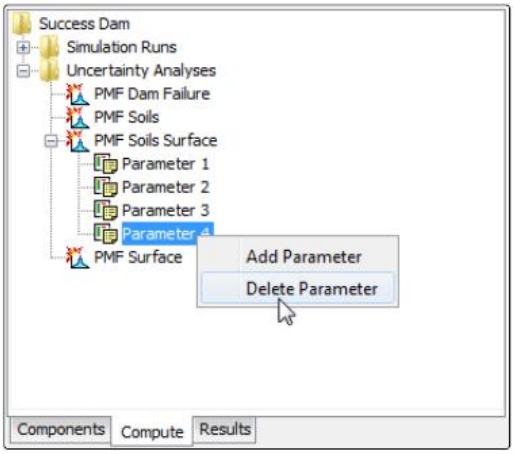
Bir Belirsizlik Analizine (*Uncertainty Analysis*) yeni bir parametre eklemek için fare analiz üzerinde hareket ettirilir ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde, *Add Parameter* seçeneği dahil birkaç seçenek bulunur. *Add Parameter* komutuna tıklanır. Parametreler otomatik olarak adlandırılır ve numaralandırılır; ilk eklenen parametre *Parameter 1* olarak adlandırılır ve eklenen her parametre ile numara artar.



Şekil 17.10 Belirsizlik Analizine Parametre Ekleme

Aşağıdaki tablolar, eklenebilecek *Meteorologic Model*, *Subbasin Canopy*, *Subbasin Surface*, *Subbasin Loss Rate*, *Subbasin Transform*, *Subbasin Erosion*, *Baseflow*, *Reach Routing* ve *Reservoir* parametrelerini listeler.

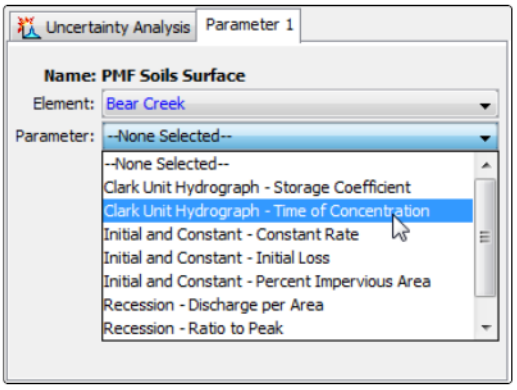
Bir Belirsizlik Analizinden (*Uncertainty Analysis*) bir parametre silmek için, silinmek istenilen parametre *Watershed Explorer* içinde tıklanarak seçilir; parametre vurgulanacaktır. Fare seçili parametrenin üzerinde tutulur ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde, *Delete Parameter* seçeneği dahil birkaç seçenek bulunur. *Delete Parameter* komutuna tıklanır.



Şekil 17.11 Belirsizlik Analizinden Seçilen Bir Parametreyi Silme

Parametre Bilgilerini Belirtme

Seçilen her parametre için bilgi girilmelidir. İlk seçim, *Element*'tir. Element seçim listesi, en az bir parametrenin seçilebildiği *Basin Model*deki tüm elemanları içerir. Seçilebilecek parametreler, daha önce seçilen yöntemlere bağlıdır. Element seçildikten sonra ikinci seçim, seçilen elementteki parametredir**.** Seçilen elementte mevcut olan tüm parametreler listeye dahil edilir. Element seçimi değiştirilirse, yeni bir parametre seçimi de yapılmalıdır.



Şekil 17.12 Bir Parametrenin Örnekleme Yapılacağı Elementi Seçme ve O Elementteki Parametreyi Belirtme

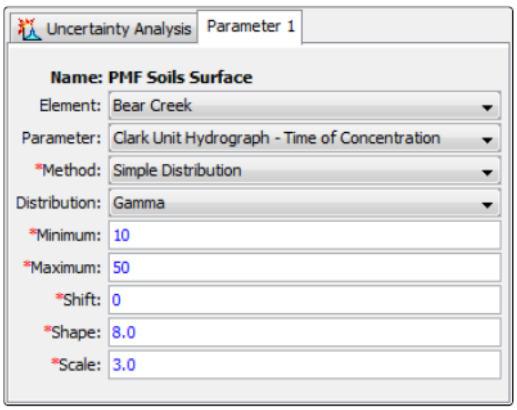
Seçilen parametreyi örneklemek için dört farklı yöntem vardır. *Component Editor*, seçilen örnekleme yöntemine bağlı olarak uygun özellik bilgilerini görüntüler. *Simple Distribution Sampling Method*: Bir olasılık dağılımı seçilmesini sağlar ve parametreyi, Belirsizlik Analizi içinde seçilen diğer tüm parametrelerden bağımsız olarak

örnekler. *Monthly Distribution Sampling Method*: Analitik bir olasılık dağılımı seçilmesine ve her ay için benzersiz dağılım özellikleri girilmesine olanak tanır; parametre, analizdeki diğer tüm parametrelerden bağımsız olarak örneklenir. *Regression With Additive Error Sampling Method:* Daha önce seçilmiş bir parametreyi seçmeye ve bu bağımlı parametre ile önceki parametre arasında doğrusal bir ilişki tanımlanmasına olanak tanır; doğrusal ilişkiye bir *epsilon hata terimi* eklenebilir. *Specified Values Sampling Method*, kullanıcıya seçilen her parametre için eşleştirilmiş veri eğrisi (*paired data curve*) belirleme olanağı sağlar. Program, Belirsizlik Analizi için değer örneklerken parametre değerleri listesini sistematik olarak kullanır. Eğer birden fazla parametre seçilmişse, örnekleme sırasında parametre değerleri eşleştirilmiş veri tablolarının aynı satırı seçilir. Bu örnekleme yöntemi, *MCMC* optimizasyon denemesinden elde edilen sonuçları kullanmak için tasarlanmıştır, ancak kullanıcı tarafından sağlanan herhangi bir parametre seti ile de kullanılabilir. Dört örnekleme yöntemi için girilen bilgiler, sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Basit Dağılım

Basit Dağılım Örnekleme Yöntemi **(***Simple Distribution Sampling Method***)**, bir parametrenin belirsizliğini, analizdeki diğer tüm parametrelerden bağımsız olarak tanımlamak için kullanılabilir. Örnekleme süreci, bir Olasılık Dağılımı (*Probability Distribution*) seçimi ile belirlenir. Sekiz analitik fonksiyon mevcuttur; seçenekler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Ayrıca, ampirik fonksiyon (*User-Specified*) seçeneği de vardır. Ampirik fonksiyon, örnekleme yönteminde seçilmeden önce *Paired Data Manager* içinde bir Kümülatif Olasılık Dağılımı (*Cumulative Probability Distribution*) olarak tanımlanmalıdır. Analizin her iterasyonu için yeni bir parametre değeri örneklenir; örnekler, belirtilen olasılık dağılımı ve dağılım parametrelerinden alınır.

Bir Olasılık Dağılımı seçimi, hangi ek parametrelerin girilmesi gerektiğini belirler. *Component Editor*'den bir örnek aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bazı dağılımların minimum değeri sıfırdır, ancak genellikle aralıkları sıfırdan büyük bir değerle başlayan parametrelerle uygulanması gerekebilir. Bu amaçla, bu fonksiyonlarla birlikte bir *shift* parametresi dahil edilmiştir.



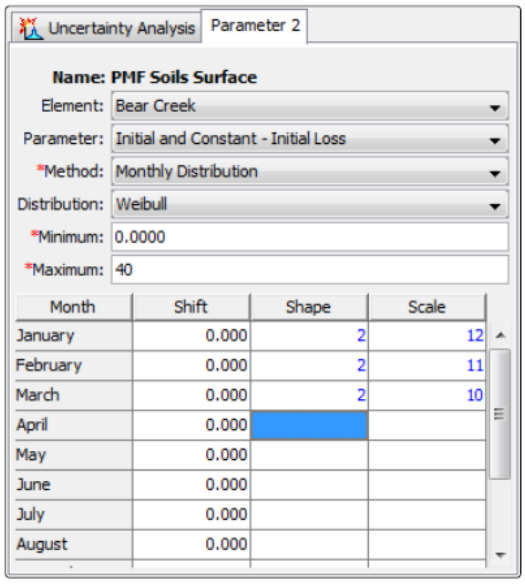
Şekil 17.13 Simple Distribution Yöntemi Kullanılarak Bir Parametrenin Örnekleme Özelliklerini Belirleme

Mevcut tüm dağılım seçenekleri, bir Minimum ve Maksimum Değer içerir. Bu sınırlar, parametre örnekleme sürecine kısıtlama olarak uygulanır. Eğer bir örnek için hesaplanan değer minimumun altına veya maksimumun üstüne düşerse, yeni bir değer örneklenir. Bu süreç, örneklenen parametre değeri minimum ve maksimum değerler arasında olana kadar tekrarlanır; bu durum dağılımı etkin bir şekilde *truncated* (kırpılmış) hâle getirir. Bu kısıtlamalar, seçilen dağılımın matematiksel özelliklerinden bağımsızdır. Sınırlar, fiziksel süreç sınırlamalarını uygulamak veya seçilen parametre için örneklemeyi mantıklı bir aralıkta tutmak amacıyla kullanışlıdır.

Aylık Dağılım

Monthly Distribution Sampling Method, mevsimsel değişim gösteren bir parametrenin belirsizliğini tanımlamak için kullanılabilir. Örnekleme süreci, bir Olasılık Dağılımı (*Probability Distribution*) seçimi ile birlikte Her Ay İçin Ayrı Dağılım Parametre Değerleri (*Separate Distribution Parameter Values for Each Month*) belirlenmesiyle tanımlanır. Sekiz olasılık dağılımı seçeneği aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Analizin her iterasyonunda, belirtilen olasılık dağılımından yeni bir parametre değeri örneklenir. Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) için belirlenen simülasyon başlangıç tarihi ve saati, örnekleme sürecinde hangi aylık dağılım parametresinin kullanılacağını belirlemek için kullanılır.

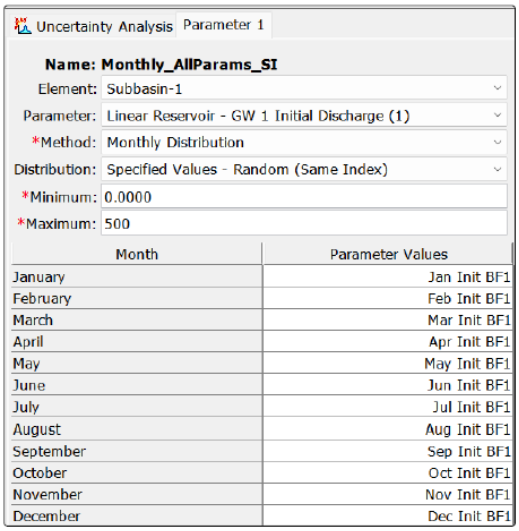
Bir Olasılık Dağılımı seçimi, hangi ek parametrelerin girilmesi gerektiğini belirler. *Component Editor*'den bir örnek aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Her ay için olasılık dağılımı parametre değerlerini girmek üzere bir tablo kullanılır. Sıfırdan başlayan olasılık dağılımı fonksiyonları için, fiziksel nedenlerle parametrelerin sıfırdan büyük bir değerden başlaması gerektiğinde dikkate alınmak üzere bir *Shift* parametresi dahil edilmiştir.



Şekil 17.14 Aylık Dağılım Yöntemi ile Parametre Örnekleme Özelliklerinin Tanımlanması

Mevcut tüm olasılık dağılımı seçenekleri, parametre örnekleme sürecine uygulanan Minimum ve Maksimum Sınırlar içerir. Parametre, minimum ve maksimum değerler arasında kalan bir değer elde edilinceye kadar tekrar tekrar örneklenir; bu durum, olasılık dağılımının etkin biçimde kırpılması (*truncation*) anlamına gelir. Bu kısıtlamalar, seçilen olasılık dağılımının matematiksel özelliklerinden bağımsızdır. Sınırlar, fiziksel süreç kısıtlarını uygulamak veya seçilen parametre için örneklemeyi makul bir aralıkla sınırlandırmak amacıyla kullanılır. Aynı minimum ve maksimum değerler yılın tüm ayları için geçerlidir.

Specified Values - Random (Same Index): Bu Aylık Dağılım yöntemi, yılın her ayı için bir Parametre Değer Örnekleri Eşleştirilmiş Veri *(Paired Data*) kaydının atanmasına olanak tanır. Bir Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) kapsamındaki her yinelemede (*realization*), tohum (*seed*) tabanlı bir rastgele sayı üreteci kullanılarak tek bir indeks rastgele seçilir. Bu dağılım türünü kullanan tüm parametreler, atanmış oldukları aylık Eşleştirilmiş Veri tablolarında aynı indeksten örnekleme yapar; böylece parametreler arasında tutarlı bir seçim sağlanır. Bu yaklaşım, özellikle parametrelerin eşgüdümlü davranışı yansıtması gerektiği durumlarda (örneğin aynı kalibrasyon çalışmasından veya aynı tarihsel gözlem setinden türetilmiş değerler kullanıldığında) oldukça yararlıdır. Bu dağılım türünü kullanan farklı parametrelere atanmış ilgili aylık tabloların kayıt (*entry*) sayıları birbirinden farklıysa hata oluşur.



Şekil 17.15 Aylık Tanımlı Değerler-Rastgele

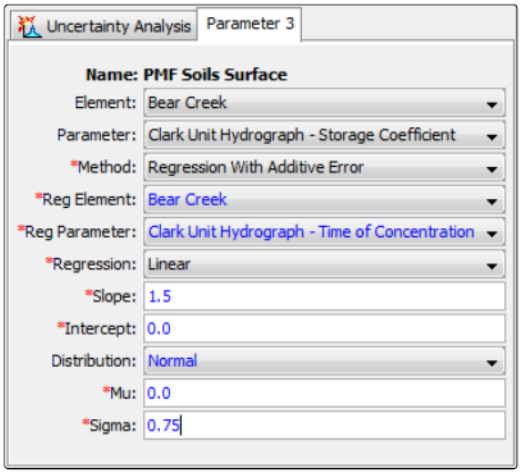
Toplamsal Hata ile Regresyon

Toplamsal Hata ile Regresyon Örnekleme Yöntemi, analizde başka bir parametreye bağımlılık bağlantısı bulunan bir parametredeki belirsizliği tanımlamak için kullanılabilir. Örnekleme süreci, örneklenen değerin üretilmesinde temel alınacak bir Bağımsız Parametre (*Independent Parameter*) seçilerek tanımlanır. Bir regresyon öğesinin seçilebilmesi için, öncelikle bağımsız bir örnekleme yöntemine sahip bir parametrenin (örneğin basit dağılım, aylık dağılım veya belirlenmiş parametreler) oluşturulmuş olması gerekir. İki parametre arasında bir Regresyon İlişkisi (*Regression Relationship*) tanımlanır. Belirli bir örnek (*sample*) için hesaplama süreci, öncelikle bağımsız

parametre için hesaplanmış değere erişilmesiyle başlar. Ardından, bu parametre için ön (*preliminary*) parametre değerini hesaplamak üzere regresyon uygulanır. Daha sonra, mevcut sekiz olasılık dağılımı seçeneğinden biri kullanılarak bir *epsilon (ε)* hata terimi hesaplanır. Örneklenen epsilon hata değeri, ön parametre değerine eklenerek o örnek için kullanılacak nihai değer elde edilir. Örnekten örneğe değişen değerler; bağımsız regresyon parametresinin örneklenen değeri ile hata terimidir. Regresyon parametresinin $|x_i|$ gerçekleşimi, kullanıcı tarafından tanımlanan eğim mmm, kullanıcı tarafından tanımlanan sabit terim b ve belirlenen hata dağılımından örneklenen $|\varepsilon_i|$ değeri için, örneklenen parametre değeri $|Y_i|$ şu şekilde ifade edilir:

$$Y_i = mx_i + b + \varepsilon_i$$

Bir regresyon elemanı (*Reg Element*), aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) üzerinden seçilmelidir. Mevcut seçenekler, daha önce Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) kapsamında tanımlanmış parametrelerden oluşturulur. Bir regresyon elemanı seçildikten sonra, ilgili regresyon elemanındaki regresyon parametresi seçilebilir. Parametre seçenekleri, seçilen regresyon elemanında yer alan ve Belirsizlik Analizi kapsamında tanımlı tüm parametreleri içerecektir.



Şekil 17.15 "Bağımlı + Hata yöntemi ile parametre örnekleme özelliklerinin tanımlanması

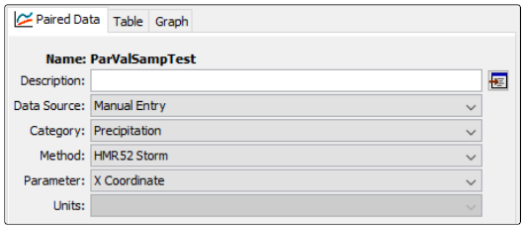
Seçilen regresyon parametresinden bu parametreye olan bağlantıyı tanımlamak için bir İlişki (*Relationship)* kullanılır. İlişki için ilk seçenek Doğrusal (*Linear)* bir ilişkidir. Alternatif olarak, Yarı-Logaritmik (*Semi-Logarithmic*) bir ilişki seçilebilir. Her iki durumda da ilişkiye ait Eğim (*Slope*) ve Sabit Terim (*Intercept*) değerlerinin girilmesi gerekir. Doğrusal ilişki seçildiğinde, eğim ve sabit terim değerleri Normal uzay (*Normal space*) için uygun olmalıdır. Log-doğrusal (*semi-log*) ilişki seçildiğinde ise, eğim ve sabit terim değerleri Doğal Logaritmik uzay (*Natural Logarithmic space*) için uygun olmalıdır.

Bir Epsilon Hata Terimi (*Epsilon Error Term*), regresyon parametresinden ve doğrusal veya yarı-logaritmik ilişkiden hesaplanan ön parametre değerine eklenir. Epsilon terimi, regresyon parametresi ile bu parametre arasındaki uyum ilişkisindeki hatayı temsil eder. Hata terimini temsil etmek için dokuz analitik olasılık

dağılımından herhangi biri seçilebilir. Seçilen dağılıma bağlı olarak, dağılımı tanımlamak için parametre katsayılarının girilmesi gerekir. Ayrıca sabit bir değer (örneğin 0) de seçilebilir. Bu durumda, iki değişken arasındaki ilişki deterministik olur; her iki parametredeki belirsizlik tamamen regresyon elemanının örneklemesine bağlı olarak kontrol edilir.

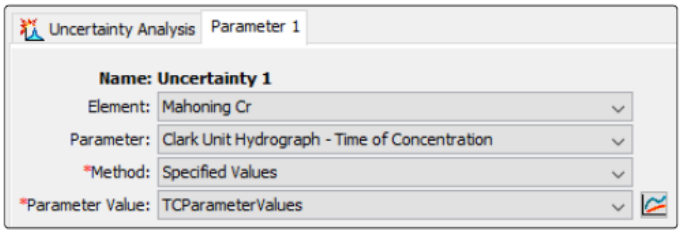
Belirlenmiş Değerler

Belirlenmiş Değerler Örnekleme Yöntemi (*Specified Values Sampling Method*), kullanıcının bir veya daha fazla parametre değer dizisini Parametre Değer Örnekleri Eşleştirilmiş Veri (*Parameter Value Samples Paired Data*) kaydı aracılığıyla tanımlamasına olanak tanır. Eşleştirilmiş veri kayıtları, *Paired Data Component* yöneticisi kullanılarak oluşturulabilir. Aşağıdaki şekilde, bir Parametre Değer Örnekleri Eşleştirilmiş Veri kaydı için Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) gösterilmiştir. Bu örnekleme yönteminin temel amacı, kullanıcıya daha önce Markov Zinciri Monte Carlo (*Markov Chain Monte Carlo*) gibi stokastik optimizasyon yöntemleri kullanılarak üretilmiş parametre değerlerini örnekleme imkânı sağlamaktır. Ancak, parametre setini üretmek için herhangi bir yöntem kullanılabilir.



Şekil 17.16 Yeni Parametre Değer Örnekleri Paired Data Kaydı – Varsayılan Ayarlar

Belirsizlik Analizi Yöntemi (*Uncertainty Analysis Method*) için Belirlenmiş Değerler Yöntemi (*Specified Values Method*) seçildiğinde ve Parametre Değeri için Eşleştirilmiş Veri *(Paired Data*) kaydı seçildiğinde, Belirsizlik Analizi Düzenleyici (*Uncertainty Analysis Editor*) kullanıcıya herhangi bir Parametre Değer Örnekleri Eşleştirilmiş Veri kaydını seçme imkânı verir. Ancak, parametresi uyumsuz bir kayıt kullanılırsa, hesaplama sırasında bir hata oluşur ve kullanıcıya parametre türünün uygun olmadığı bildirilir. Örneğin, Zaman Konsantrasyonu (*Time of Concentration*) örneklenirken Başlangıç Açığı (*Initial Deficit*) değerleri için bir *Paired Data* kaydı kullanmaya çalışmak hata oluşturur. Paired Data kaydı herhangi bir giriş içermiyorsa da bir hata oluşur. Paired Data kaydı, Belirsizlik Analizi için seçilen toplam örnek sayısına göre herhangi bir uzunlukta olabilir: Kayıt daha kısa ise, gerekli örnek sayısına ulaşılana kadar parametre listesi tekrar edilir (*recycle* edilir). Kayıt daha uzun ise, tüm değerler örneklenmez; yalnızca gereken sayıda örnek alınır.

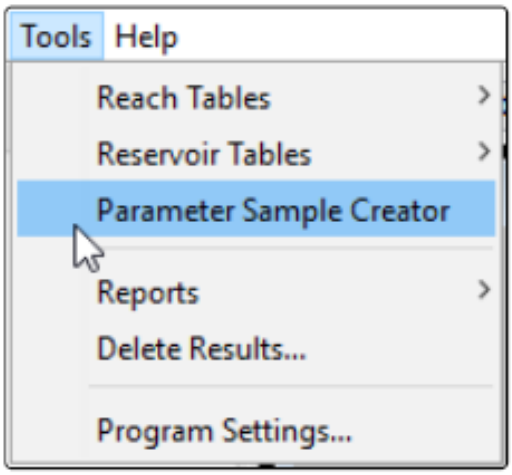


Şekil 17.17 Parametre Değer Eşleştirilmiş Veri kaydı ile Belirlenmiş Değerler Belirsizlik Analizi kurulumu

Parametre değerlerinin örneklemesi indeks sırasına göre gerçekleştirilir. Bu yöntem kullanılarak birden fazla parametre değiştiriliyorsa, örnekleme tüm *Paired Data* kayıtlarındaki parametrelerin sırasını takip eder (yani önce tüm parametreler için indeks 1, ardından indeks 2 varsa ve devamı). Bir kayıt diğerinden daha kısa ise, diğer parametrelerden önce kendi değerlerini tekrar kullanmaya (*recycle*) başlar.

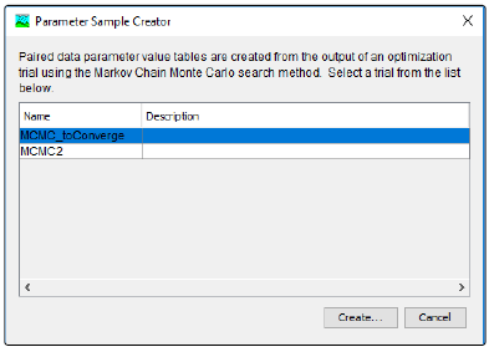
Parametreler arasındaki korelasyonu korumak gerektiğinde—örneğin, *Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC)* ile üretilmiş örneklenmiş parametre setleri uygulanırken veya manuel kalibrasyon ile belirlenmiş bir parametre seti kullanılırken her Parametre Değer Eşleştirilmiş Veri (*Parameter Value Paired Data*) kaydının her satırı, tek bir parametre setini temsil edecek şekilde tasarlanmıştır. Amaç, parametreler arasındaki ilişkiyi koruyarak, değişkenler arasındaki korelasyonu *MCMC* prosedürü veya manuel kalibrasyon süreci ile tahmin edildiği şekilde yansıtmaktır. Çoğu zaman iki veya daha fazla farklı parametre, uygunluk değerini (*goodness-of-fit*) etkileyen karşıt veya dengeleyici etkilere sahiptir; bu nedenle örnekleme, bu değişkenliği yansıtacak şekilde yapılır.

Kullanıcı, Markov Zinciri Monte Carlo (*MCMC*) Optimizasyon Denemesi (*Optimization Trial*) ile üretilmiş parametre setlerini kullanmak isterse, Parametre Örnekleyici (*Parameter Sample Creator*) yardımcı olabilir. Bu araç, Optimizasyon Denemesi çalıştırıldıktan sonra Araçlar (*Tools*) menüsünde erişilebilir.



Şekil 17.18 Parametre Örnekleyici Seçimi

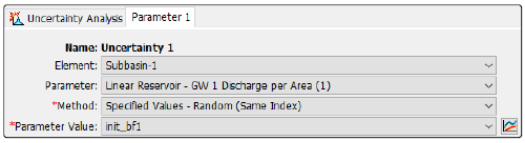
Parametre Örnekleyici (*Parameter Sample Creator*) iletişim kutusunda, mevcut *MCMC* Optimizasyon Denemeleri (*MCMC Optimization Trials*) görüntülenir. Kullanıcı bir denemeyi seçip Oluştur (*Create)* düğmesine basıldığında, bir isim ve açıklama girilmesi istenir. Oluşturulduktan sonra, Parametre Değer Örnekleri Eşleştirilmiş Veri (*Parameter Value Sample Paired Data*) kayıtları seti, Belirlenmiş Değerler (*Specified Values*) örnekleme yöntemi ile bir Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) kapsamında kullanılabilir.



Şekil 17.19 Seçim için mevcut MCMC Optimizasyon Denemeleri ile Parametre Örnekleyici iletişim kutusu

Belirlenmiş Değerler-Rastgele

Bu örnekleme yöntemi, sağlanan bir *seed* (tohum) değeri kullanarak rastgele bir başlangıç indeksi seçer. Bu, rastgele bir *Paired Data* indeks sırası sağlar; ancak bu yöntemi kullanan tüm parametreler, atanmış Parametre Değer Eşleştirilmiş Veri (*Parameter Value Paired Data*) tablosunun aynı indeksinden örnek alır. Atanmış tabloların farklı sayıda kayıt içermesi durumunda hata oluşur.



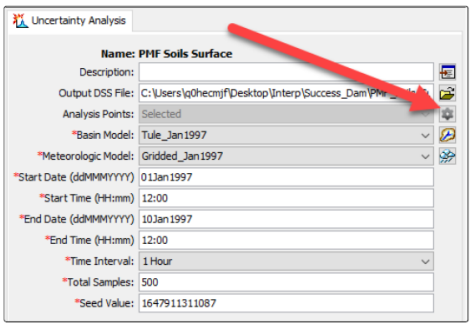
Şekil 17.20 Rastgele Belirsizlik Analizi kurulumu

17.2 BELİRSİZLİK ANALİZİ SONUÇLARININ HESAPLANMASI

Bir Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) için sonuçlar, analiz hesaplandığında (*computed*) üretilir. Analizde kullanılan tüm bileşenlerdeki değişiklikler otomatik olarak izlenir ve sonuçların güncel olup olmadığı belirlenir. Sonuçlar güncel değilse, analiz yeniden hesaplanmalı ve sonuçlar yenilenmelidir. Sonuçların hesaplanması, öncelikle bir Belirsizlik Analizi seçilerek başlar.

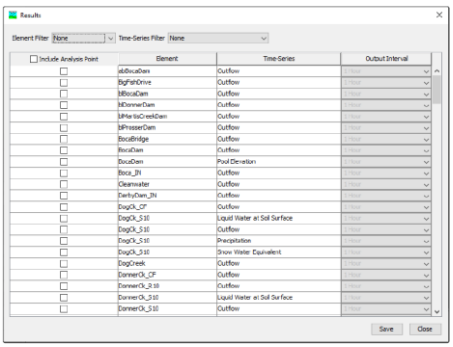
Çıktı Sonuçlarının Seçilmesi

Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*), Çıktı Sonuçlarını Seçmeyi (*Output Results*) gerektiren tek hesaplama yöntemidir. Sonuçlar, simülasyon çalışması (simulation run), optimizasyon denemesi (*optimization trial*), tahmin alternatifi (*forecast alternative*) ve derinlik-alan analizi (*depth-area analysis*) için otomatik olarak depolanır. Bu diğer hesaplama yöntemleri, hesaplanan çıktı miktarı nispeten kompakt olduğundan tüm öğeler için sonuçları depolayabilir. Buna karşılık, Belirsizlik Analizi için tüm öğeler depolansa, hesaplanan çıktı miktarı önemli ve yönetilmesi zor olur. Belirsizlik Analizi kapsamında hangi öğeler için çıktı sonuçları depolanacağını seçmek, alan tasarrufu sağlar ve yönetilebilirliği artırır. Belirsizlik çıktısı, aşağıda gösterildiği gibi Belirsizlik Analizi Bileşen Düzenleyicisi (*Uncertainty Analysis Component Editor*) içinde yapılandırılabilir.



Şekil 17.21 Çıktı için 'Belirli Zaman Serisi ve Aralığı Seç' düğmesine tıklanır

Seçilen sonuçlar düzenleyicisini açmak için Belirli Zaman Serisi ve Aralığı Seç (*Select Specific Time Series And Interval*) düğmesine tıklanır.



Şekil 17.22 Belirsizlik Analizi Çıktı Seçimi

Belirsizlik Çıktı Sonuçları dosyasına dahil edilmek üzere sonuçlar seçilebilir veya seçimi kaldırılabilir**.** Belirsizlik çıktı sonuçları dosyasına yazılmayan sonuçlar, Sonuçlar (*Results*) sekmesinde kullanılamaz.

Her zaman serisi için Zaman Aralığı (*Time Interval*) değiştirilebilir. Varsayılan çıktı aralığı, simülasyon zaman aralığı ile eşdeğerdir. Ek çıktı aralığı seçenekleri, simülasyon zaman aralığının katları olarak mevcuttur. İletişim kutusunun üst kısmında, tabloyu bileşen veya zaman serisi türüne göre filtrelemek için filtreler bulunur. Yapılan düzenlemeler, seçilen Sonuçlar Düzenleyicisi (*Results Editor*) içinde Kaydet (*Save*) düğmesine tıklanarak saklanabilir. Düzenlemeler kaydedilmeden düzenleyici kapatılmaya çalışılırsa, kaydetme için uyarı verilir. Sonuç yapılandırmasında bir değişiklik yapılırsa, HEC-HMS, belirsizlik çıktı sonuçları dosyasındaki simülasyon sonuçlarını temizler. Sonuçları yeniden oluşturmak için Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) tekrar hesaplanmalıdır.

Mevcut Belirsizlik Analizinin Seçilmesi

Mevcut Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) iki şekilde seçilebilir. Her iki yöntemde, analizin hesaplanabilir hâle gelmesini ve sonuçlara *Watershed Explorer* üzerinden erişilebilmesini sağlar. Mevcut Belirsizlik Analizi, *Basin Map* başlığında gösterilir; ancak sonuçlar şu anda harita üzerinden seçilemez.

Mevcut Belirsizlik Analizi (*Current Uncertainty Analysis*) seçmenin ilk yolu, Araç Çubuğu (*Toolbar*) üzerinden gerçekleştirilir. Hesaplama Seçim Kutusu (*Compute Selection Box*), projedeki tüm hesaplama bileşenlerini gösterir; Belirsizlik Analizleri (*Uncertainty Analyses*), Derinlik-Alan Analizlerinden (*Depth-Area Analyses*) sonra seçim kutusunda listelenir. Seçim kutusundaki her Belirsizlik Analizi, *Uncertainty* öneki ile analiz adını içerir. Analizi mevcut analiz hâline getirmek için araç çubuğu seçim kutusuna tıklanır ve bir Belirsizlik Analizi seçilir.

Mevcut Belirsizlik Analizi (*Current Uncertainty Analysis*) seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesi (*Compute tab)* üzerinden yapılır. *Watershed Explorer*'da, mevcut analiz hâline getirmek istenilen Belirsizlik Analizine tıklanarak seçilir. Belirsizlik Analizleri**,** *Uncertainty Analyses* klasörü içinde alfabetik olarak listelenir.

Belirsizlik Analizinin Hesaplanması

Mevcut Belirsizlik Analizi üç farklı şekilde hesaplanabilir. Tüm yöntemler, öncelikle parametre kontrollerini otomatik olarak gerçekleştirir ve hata yoksa Belirsizlik Analizi sonuçlarının hesaplanmasına geçer. Program, hesaplamaları verimli yapmak üzere tasarlanmıştır; yalnızca son hesaplamadan sonra veri değişikliği olan bileşenler yeniden hesaplanır, değişmeyen bileşenlerdeki önceki alternatif sonuçlar geçerliliğini korur. İstenirse, son veri değişikliğine bakılmaksızın tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması da sağlanabilir.

Belirsizlik Analizini hesaplamanın ilk yolu *Compute* menüsü üzerinden yapılır. *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Uncertainty* komutu seçilir; mevcut analiz adı komutun yanında köşeli parantez içinde gösterilir. Komut kullanılamıyorsa, henüz bir Belirsizlik Analizi seçilmemiş demektir; önce bir analiz seçilmelidir. Hesaplama başlatıldığında ilerleme penceresi otomatik olarak açılır ve işlem tamamlandığında, başarılı veya

başarısız olsun, pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir. Tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını zorlamak için, menü komutunu seçerken *CTRL* tuşuna basılı tutulur.

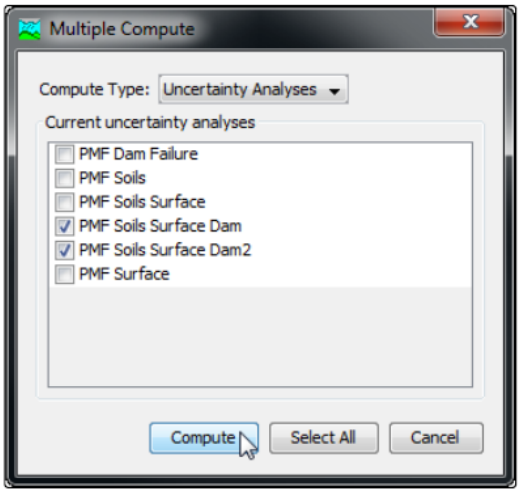
Belirsizlik Analizini hesaplamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* içindeki *Compute* sekmesi üzerinden yapılır. Hesaplamak istenilen Belirsizlik Analizine sağ tıklanır ve açılan bağlam menüsünden *Compute* komutu seçilir; ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Tüm bileşenlerin veri değişikliğine bakılmaksızın yeniden hesaplanmasını zorlamak için, menü komutunu seçerken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Belirsizlik Analizini hesaplamanın üçüncü yolu, Araç Çubuğu (*Toolbar*) üzerinden gerçekleştirilir. *Compute* düğmesi, hesaplanabilir bir mevcut analiz varsa etkin hâle gelir. Düğme kullanılamıyorsa veya farklı bir hesaplama türü gösteriyorsa, önce bir Belirsizlik Analizi seçilmelidir. Mevcut Belirsizlik Analizini hesaplamak için düğmeye basılır; ilerleme penceresi otomatik olarak açılır. Tüm bileşenlerin veri değişikliğine bakılmaksızın yeniden hesaplanmasını zorlamak için, düğmeye basarken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Birden Fazla Analizin Hesaplanması

Birden fazla Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) ardışık olarak hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Bu özellik dikkatli kullanılmalıdır, çünkü bir Belirsizlik Analizi hesaplama süresi diğer tüm hesaplama türlerinden çok daha uzundur. Her simüle edilen analiz, izole olarak hesaplanmış gibi dahili olarak yönetilir. Kullanıcı için yapılan adımlar, analizin seçilmesi, parametrelerin kontrol edilmesi ve simülasyonun hesaplanması ile başlar. Bu adımlar, seçilen analiz setindeki her Belirsizlik Analizi için ardışık olarak tekrarlanır. İlerleme çubuğu aracılığıyla uygun geri bildirim sağlanır.

Birden fazla Belirsizlik Analizi *(Uncertainty Analysis*), çoklu hesaplama (*multiple compute*) için seçilmeden önce oluşturulmuş olmalıdır. *Compute* menüsünden *Multiple Compute* komutunu seçilir. Analizleri seçmek için bir yönetici (*manager*) açılır (aşağıda gösterilmiştir). Listeden hesaplanacak analizleri seçilir ve *Compute* düğmesine basarak işlem başlatılır. Her Belirsizlik Analizi için ayrı bir ilerleme çubuğu görüntülenir. İlerleme çubuğu, Program Ayarlarındaki yapılandırmaya bağlı olarak analiz tamamlandığında otomatik olarak kaybolabilir. Ancak, bir analiz hesaplanırken hata oluşursa, tüm seçili analizler tamamlandıktan sonra ilerleme çubuğu her zaman görünür kalır.



Şekil 17.23 Ardışık Hesaplama İçin Birden Fazla Belirsizlik Analizinin Seçilmesi

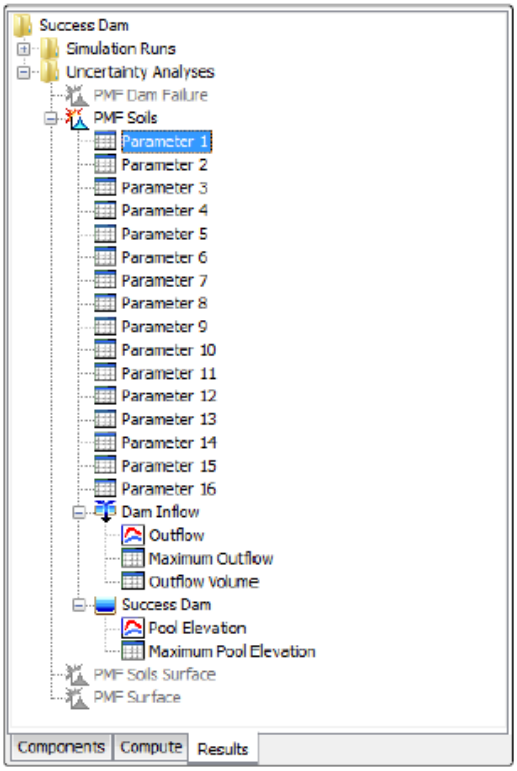
17.3 BİR ANALİZ İÇİN SONUÇLARIN GÖRÜNTÜLENMESİ

Bir Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*) hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tabular sonuçlar görüntülenebilir. Program, Belirsizlik Analizi içindeki tüm verileri, seçili *Basin Model*i ve seçili Meteorolojik Modeli takip eder. Ayrıca havza ve meteorolojik modellerde kullanılan zaman serisi verileri, eşleştirilmiş veriler (*paired data*) veya *grid* verilerini de izler. Bir Belirsizlik Analizinin sonuçlarına yalnızca, bu veriler analiz son hesaplanmasından bu yana değişmemişse erişilebilir. Eğer herhangi bir veri değişmişse, sonuçlara erişebilmek için Belirsizlik Analizini yeniden hesaplamanız gerekir.

Bir sonuç görüntülenmeye açıldığında, kullanıcı kapatana kadar açık kalır. Ancak, sonuçları üreten simülasyon sırasında kullanılan veriler görüntüleme sırasında değişebilir. Bu durumda, açık sonuç hemen verilerin değiştiğine dair bir uyarı gösterir ve Belirsizlik Analizinin yeniden hesaplanması gerektiğini belirtir. Analiz yeniden hesaplandıktan sonra, açık sonuçlar otomatik olarak yeni sonuçlarla güncellenir ve uyarı, en son hesaplamanın tarih ve saati ile güncellenir.

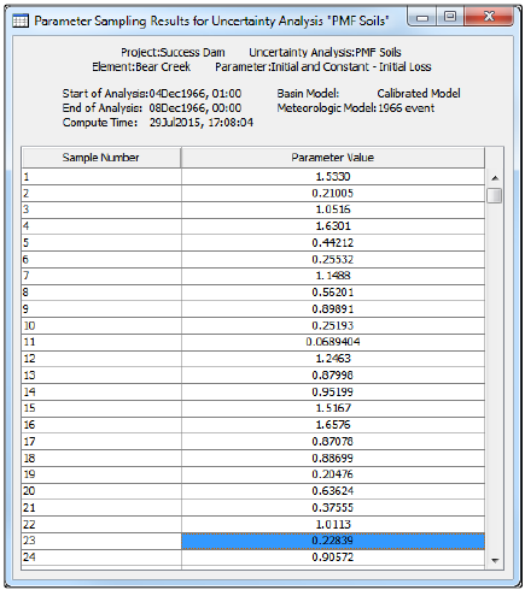
Örneklenen Parametreler

Belirsizlik Analizi (*Uncertainty Analysis*), simülasyon sırasında örneklenen (*sampled)* birçok parametreyi içerir. Simülasyonun her örneği için yeni bir parametre değeri örneklenir. İlk örnekten son örneğe kadar örneklenen değerlerin sırası, her parametre için ayrı ayrı saklanır ve tablo halinde görüntülenebilir. Her parametre örneğine, *Watershed Explorer'daki Results* sekmesinde Parametre düğümüne tıklayarak erişilebilir.



Şekil 17.24 Watershed Explorer'da Belirsizlik Analizi için Parametre Örnek Sonuçlarının Görüntülenmesi

Parametre Örnek Tablosu açılır. Tablo, simülasyonun her örneği için bir satır içerir. Tablonun ilk sütunu örnek numarasını, ikinci sütunu ise örneklenen parametre değerini gösterir. Aşağıda bir parametre örneği gösterilmiştir.

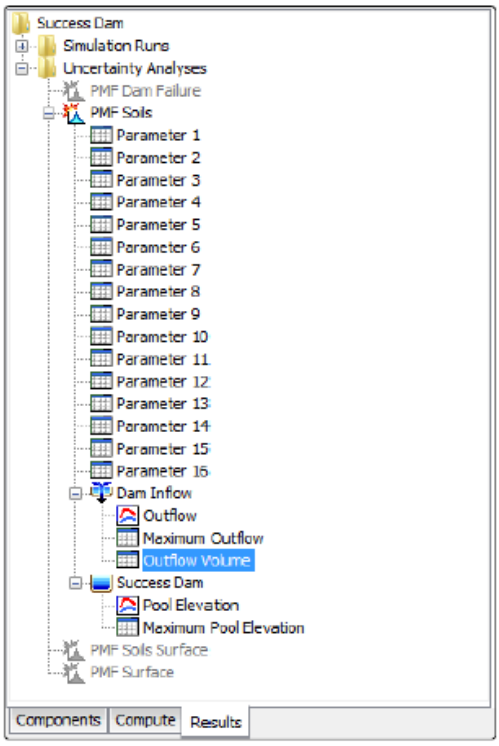


Şekil 17.25 Belirsizlik Analizi Simülasyonunun Her Örneği İçin Örneklenen Parametre Değerini Gösterir

Bireysel Öğeler

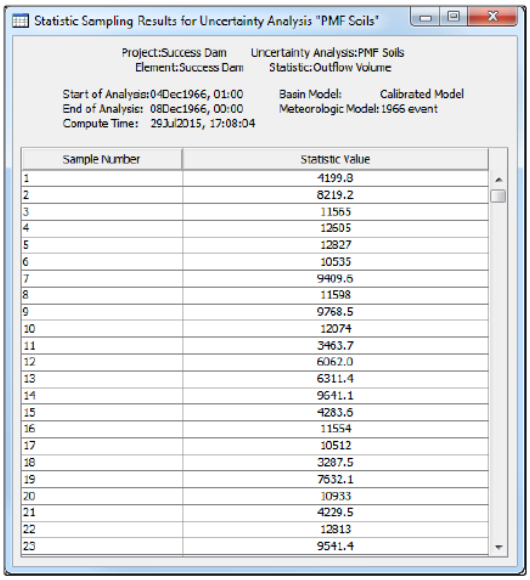
Belirsizlik Analizi, çıktı sonuçlarının seçildiği bir veya daha fazla konumu içerebilir. *Outflow* (Debi) veya *Pool Elevation* (Havuz Seviyesi) seçildiğinde özel tablolar ve grafiksel sonuçlar görüntülenebilir. *Element Outflow, Subbasin, Reach, Junction, Source, Diversion, Reservoir* ve *Sink* olmak üzere yedi element türünün tamamında mevcuttur. *Pool Elevation* yalnızca, depolama *elevation-storage* veya *elevation-area* eğrisi ile tanımlanmış *Reservoir* elementlerinde kullanılabilir. Seçilebilecek diğer hesaplanmış zaman serileri, Belirsizlik Analizi çıktı *HEC-DSS* dosyasında saklanır ve bu zaman serileri HEC-DSSVue yazılımı kullanılarak görüntülenip analiz edilebilir.

Bir konum için *Outflow* (Debi) seçildiğinde iki farklı tablo mevcuttur. İlk tablo, Belirsizlik Analizinin her örneği için Maksimum Debi (*Maximum Outflow*) değerlerini gösterir. İkinci tablo ise her örnek için Debi Hacmi (*Outflow Volume*) değerlerini gösterir. Tabloya erişmek için, *Watershed Explorer*'daki *Results* sekmesinde element düğümü genişletilir ve ardından *Result* düğümüne tıklanır; seçilen tablo açılacaktır.



Şekil 17.26 Belirsizlik Analizi İçin Seçilen Bir Konumun Debi Sonuçlarının Görüntülenmesi

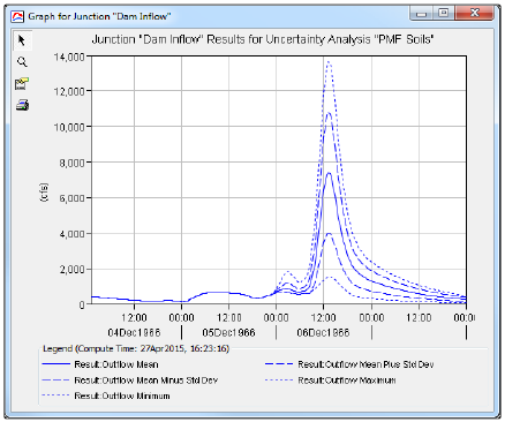
Her tablo, simülasyonun her örneği için bir satır içerir. Tablonun ilk sütunu Örnek Numarasını (*Sample Number*) gösterirken, ikinci sütunu Maksimum Debi (*Maximum Outflow*) veya Debi Hacmi (*Outflow Volume*) değerini gösterir. Aşağıda Debi Hacmi Tablosu (*Outflow Volume Table*) örneği gösterilmiştir.



Sample Number	Statistic Value
1	4199.8
2	8219.2
3	11565
4	12505
5	12827
6	10535
7	9409.6
8	11598
9	9768.5
10	12074
11	3463.7
12	6062.0
13	6311.4
14	9641.1
15	4283.6
16	11554
17	10512
18	3287.5
19	7632.1
20	10933
21	4229.5
22	12813
23	9541.4

Şekil 17.27 Belirsizlik Analizi Simülasyonunun Her Örneği İçin Debi Hacmi Değerlerini Gösterir

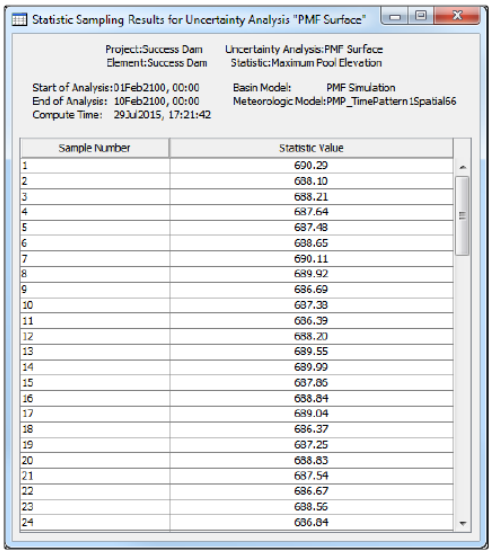
Bir konum için *Outflow* (Debi) seçildiğinde, bir Debi Grafiği de mevcuttur. Bu grafik, simülasyonun her örneği için hesaplanan debi zaman serilerinin istatistiksel analizini gösterir. Simülasyon zaman penceresindeki her aralık için tüm örnekler arasındaki minimum ve maksimum değerler belirlenir. Ayrıca, her zaman aralığı için ortalama (*mean*) ve standart sapma (*standard deviation*) hesaplanır. Grafik, verileri Ortalama (*Mean*), Ortalama artı Standart Sapma (*Mean + SD*), Ortalama eksi Standart Sapma (*Mean – SD*), Maksimum ve Minimum olarak sunar. Örnek bir grafik aşağıda gösterilmiştir. Grafiğe, seçilen element konumu altındaki düğüme tıklayarak erişilebilir.



Şekil 17.28 Verilerin Ortalama, Ortalama Artı Standart Sapma, Ortalama Eksi Standart Sapma, Maksimum Ve Minimum Değerleri Olarak Sunulması

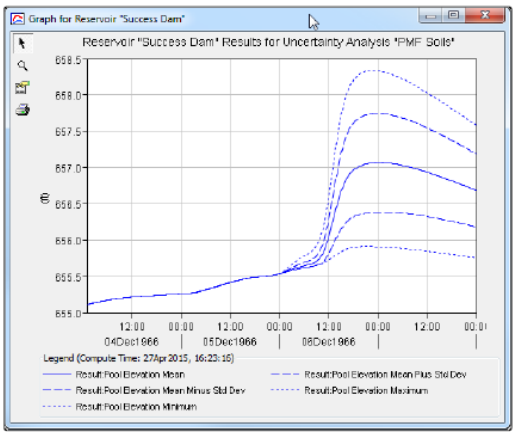
Bir Tablo ve bir Grafik, bir *Reservoir* (Havuz) konumu için *Pool Elevation* (Havuz Seviyesi) seçildiğinde kullanılabilir. Tablo, Belirsizlik Analizinin her örneği için Maksimum Havuz Seviyesi (*Maximum Pool Elevation*)

değerlerini gösterir. Tablonun ilk sütunu Örnek Numarasını (*Sample Number*), ikinci sütunu ise Maksimum Havuz Seviyesi değerini içerir. Tabloya, *Watershed Explorer*'da *Reservoir* düğümünü genişleterek ve *Result* düğümüne tıklanarak erişilebilir; bu, debi sonuçlarına erişimde açıklanan yöntemle aynıdır. Aşağıda bir *Maximum Pool Elevation* Tablosu örneği gösterilmiştir.



Şekil 17.29 Belirsizlik Analizi Simülasyonunun Her Örneği İçin Bir Rezervuardaki Maksimum Havuz Seviyesi Değerlerini Gösterir

Bu grafik, simülasyonun her örneği için hesaplanan havuz seviyesi zaman serilerinin istatistiksel analizini gösterir. Analiz, simülasyonun her zaman aralığı için Ortalama Havuz Seviyesi (*Mean Pool Elevation*), Ortalama artı Standart Sapma (*Mean + SD*), Ortalama eksi Standart Sapma (*Mean – SD*), Maksimum (Maximum) ve Minimum (Minimum) olarak sunulur. Grafiğe, seçilen rezervuar konumu altındaki düğüme tıklayarak erişilebilir. Aşağıda bir örnek *Pool Elevation Graph* gösterilmiştir.



Şekil 17.30 Belirsizlik Analizi İçin Havuz Seviyesi Sonuç Grafiği: Her Zaman Aralığı İçin Ortalama Ve Diğer İstatistiksel Ölçüleri Gösterir

BÖLÜM 18

ÇOKLU MODEL SİMÜLASYONLARI

Çoklu (*Ensamble*) modelleme, bir sonucu tahmin etmek amacıyla birden fazla temel modelin oluşturulup toplu biçimde simüle edilmesi sürecidir. *Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System* (HEC-HMS) içerisinde temel modeller hâlihazırda bir Simülasyon Çalıştırması (*Simulation Run*) veya bir Tahmin Alternatifi (*Forecast Alternative*) olabilir. Her bir temel model; farklı havza konfigürasyonlarını, modelleme yöntemlerini, parametre setlerini, başlangıç koşullarını ve/veya sınır koşullarını içerebilir. Temel modeller yeterince çeşitli ve birbirinden bağımsız olduğu sürece, çoklu modelleme (*Ensemble*) yaklaşımı kullanıldığında temel modellerin tahmin hatası azalır. Çoklu model birden fazla modelden oluşmasına rağmen, tek bir model gibi davranır ve tek bir model olarak çalışır.

18.1 ÇOKLU MODEL ANALİZLERİ

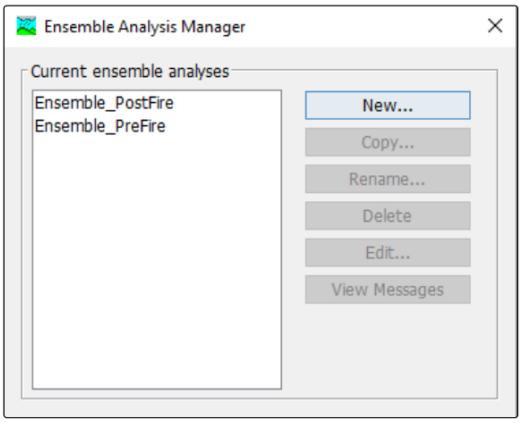
Çoklu Model (*Ensamble*) Analizi, birden fazla üye modeli analiz etmek ve sonuçları birleştirmek (*agregasyon*) için kullanılan bir araçtır. HEC-HMS içerisinde üye modeller hâlihazırda Simülasyon Çalıştırmaları (*Simulation Runs*) veya Tahmin Alternatiflerinden (*Forecast Alternatives*) oluşabilir. Bu modeller ise farklı sınır koşulu verilerini, öncül (*antecedent*) koşulları, parametreleştirmeleri, modelleme yöntemlerini ve/veya hidrolik yapı konfigürasyonlarını içerebilir. Çoklu model analizinin temel amaçlarından biri, modellenen tahminlerdeki belirsizliği azaltmaktır.

Örneğin, HEC-HMS içerisinde her biri sınır koşulu verisi olarak farklı bir yağış tahmini kullanan birkaç Tahmin Alternatifi (*Forecast Alternative*) üye model olarak oluşturulabilir. Tahminler yeterince çeşitli ve büyük ölçüde birbirinden bağımsız olduğu sürece, çoklu model yaklaşımı kullanıldığında üye modellerin tahmin hatası azalır. Yağış tahminlerine ilişkin çoklu model yaklaşımı, her bir bireysel üye modelde mevcut olan "olası durum (*what if*)" senaryolarını daha doğru ve kapsamlı bir şekilde temsil edebilir.

Üye modellerin (çoklu model üyeleri olarak da adlandırılır) seçimi, bir çoklu model analizinin yürütülmesinde önemli bir aşama olmakla birlikte, her bir üye modelin sonuçlarının tek bir çoklu model sonucu hâlinde birleştirilmesi (*agregasyonu*) de dikkate alınması gereken önemli bir adımdır. HEC-HMS içerisinde çoklu model analizleri, üye model sonuçlarını birleştirerek ortalama, minimum, maksimum ve ± bir standart sapma değerlerini içeren bir ansambl zaman serisi çıktısı üretebilmektedir.

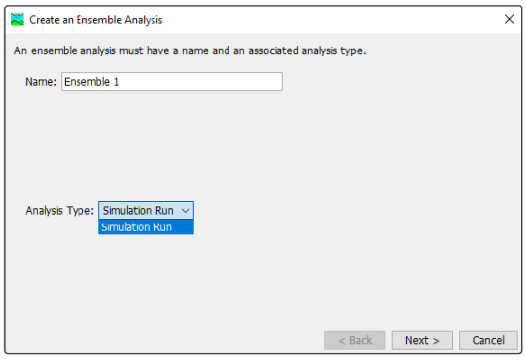
Yeni Bir Çoklu Model Analizi Oluşturma

Yeni bir Çoklu Analiz, rehberlik eden bir sihirbaz (wizard) aracılığıyla oluşturulur. Sihirbaza erişmenin iki yolu vardır. Sihirbaza erişmenin ilk yolu, *Compute* menüsüne tıklayıp *Create Compute* | *Ensemble Analysis* komutunu seçmektir; bu komut yalnızca projede en az iki adet Simülasyon Çalıştırması (*Simulation Run*) veya Tahmin Alternatifi (*Forecast Alternative*) mevcutsa etkin olur. Sihirbaz açılır ve yeni bir çoklu model analizi oluşturma sürecini başlatır. Sihirbaza erişmenin ikinci yolu ise *Ensemble Analysis Manager* (Ansambl Analizi Yöneticisi) üzerinden gerçekleştirilir. *Compute* menüsüne tıklayıp *Ensemble Analysis Manager* komutu seçilir. Çoklu model analizi Yöneticisi açılır ve mevcut analizleri görüntüler. *New* (Yeni) düğmesine basarak sihirbaza erişebilir ve aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere bir çoklu model analizi oluşturma süreci başlatılabilir.



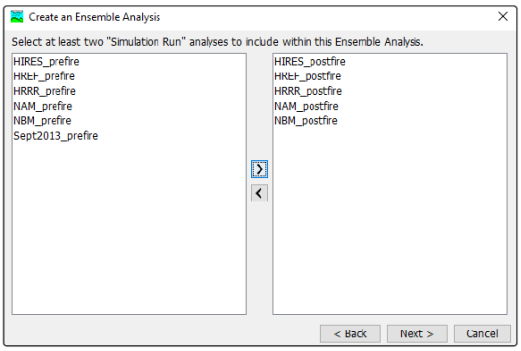
Şekil 18.1 Çoklu Model Analiz Yöneticisi

Bir çoklu model analizi oluşturmanın ilk adımı, yeni analiz için bir ad belirlemektir. Yeni analiz için varsayılan bir ad sağlanır; bu varsayılan adı kullanabilir veya tercih edilen bir adla değiştirilebilir. Ayrıca, çoklu model (Ensamble) analizleri ya Simülasyon Çalıştırmalarını (*Simulation Runs*) ya da Tahmin Alternatiflerini (*Forecast Alternatives*) içerebilir. Bu iki seçenekten biri seçilir. İlgili seçenek, yalnızca projede en az iki adet örnek (*instance*) mevcutsa görüntülenir. Aşağıdaki şekilde, projede henüz Tahmin Alternatifleri oluşturulmadığı için yalnızca Simülasyon Çalıştırması seçeneği kullanılabilir durumdadır. Yeni bir çoklu model (Ensamble) analizi oluşturmak istenmez ise, sihirbazın alt kısmındaki *Cancel* (İptal) düğmesine veya sihirbazın sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılabilir. *Cancel* düğmesi, sihirbazı herhangi bir aşamada etkin olarak kullanılabilir. Girilen adla ilgili işlem tamamlandıktan ve bir sonraki adıma geçmeye hazır olunduğunda *Next* (İleri) düğmesine basılır.



Şekil 18.2 Ansambl Analizi Oluşturma – Adım 1

Bir çoklu Analizi oluşturmanın ikinci adımı, analizde yer alacak Ansambl üyelerini (*ensemble members*), diğer bir deyişle temel modelleri (*base models*) seçmektir. Bir ansambl üyesi eklemek için, sol pencerede ilgili model tıklanır ve ardından sağ oka tıklayarak seçim sağ pencereye aktarılır. Bu işlem, istenilen tüm ansambl üyelerini seçene kadar tekrarlanır. Seçim tamamladıktan sonra *Next* (İleri) ve ardından *Finish* (Bitir) düğmelerine basarak Ansambl Analizini oluşturulabilir.



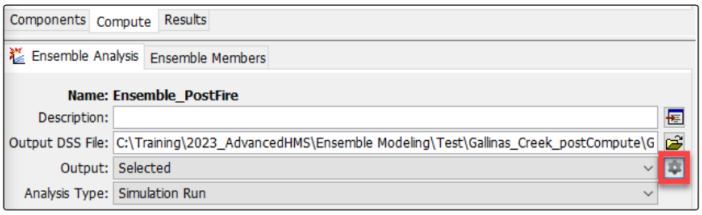
Şekil 18.3 Ansambl Analizi Oluşturma – Adım 2

Bir çoklu model analizi oluşturmanın son gerekli adımı, ansambl üye zaman serisi sonuçlarını (*ensemble member time-series results*) seçmektir; bu sonuçlar birleştirilip (*agregasyon*) *DSS*'ye aktarılacaktır. Bunun için *Watershed Explorer* bölümüne gidilir ve *Compute* sekmesi seçilir. *Ensemble Analyses* düğümü genişletilir ve az önce oluşturulan *Ansambl Analizi*ni seçilir. Ardından, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi dişli simgesine (*gear icon*) tıklayarak çıktı sonuçları kontrol iletişim kutusu açılır. Hesaplama yapıldıktan sonra yalnızca seçili zaman serisi sonuçları analiz için kullanılabilir olacaktır.

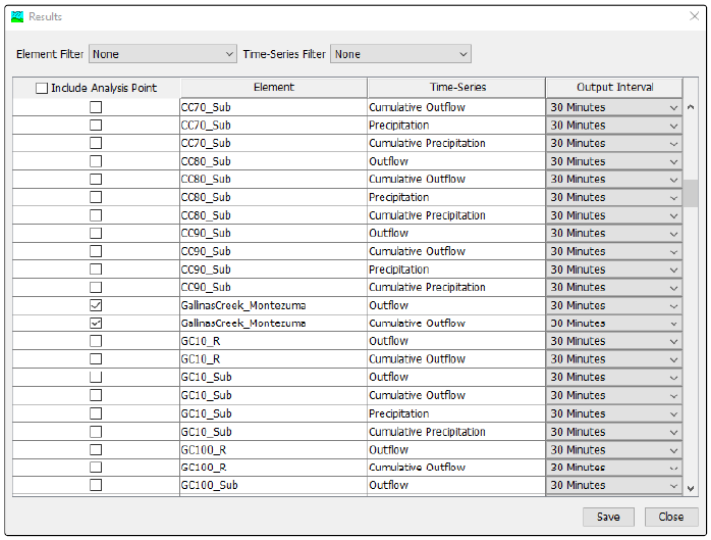
Ansambl Analizleri, özellikle çok sayıda ansambl üyesi içeriyorsa, dosya açısından yoğun olabilir. Bu nedenle yalnızca ilgilenilen elemanları ve zaman serilerinin seçildiğinden emin olunur. Seçilen zaman serileri, sonuçlara dahil edilecektir. İsteğe bağlı olarak, *DSS*'ye yazılması istenilen çıktı aralığı (*output interval*) belirlenebilir. Eğer

belirlenmez ise, Ansambl Analizinin simülasyon aralığı, üyelerinin zaman aralığına göre varsayılan olarak ayarlanacaktır.

Bir Ansambl Analizinde, belirli bir eleman için sonuçlar isteniyorsa, bu elemanın tüm ansambl üye havza modellerinde mevcut olması gerekir. Aksi takdirde, eleman *Output Control Dialog* (Çıktı Kontrol İletişim Kutusu) içinde seçim için görünmez.



Şekil 18.4 Ansambl Analizi Bileşen Düzenleyicisi



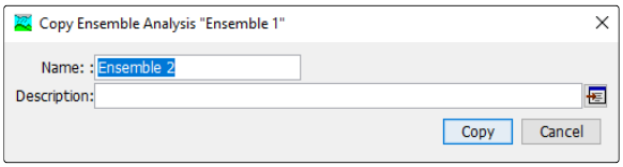
Şekil 18.5 Ansambl Analizi Çıktı Kontrol İletişim Kutusu

Ansambl Analizi Kopyalama

Bir Ansambl (çoklu model) analizini kopyalamanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, farklı bir ad ile analizin tam bir kopyasını oluşturur. Kopyalama işlemi tamamlandıktan sonra, kopya özgün analizden bağımsız hale gelir ve orijinal analiz ile herhangi bir etkileşime girmez.

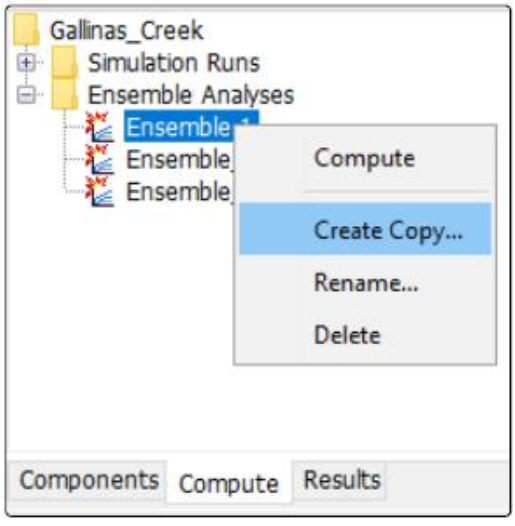
Kopya oluşturmanın ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilen Ansambl Analizi Yöneticisi *(Ensemble Analysis Manager***)** kullanmaktır. Kopyalanmak istenilen Ansambl Analizini mevcut analizler listesinden tıklayarak seçilir. Seçilen analiz, tıkladıktan sonra vurgulanır. Analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Copy* (Kopyala) düğmesine basılabilir. Ardından *Copy Ensemble Analysis* (Ansambl Analizi Kopyala) penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopyaya bir ad verip açıklama eklenebilir. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu varsayılan adı

kullanabilir veya tercih edilen bir adla değiştirilebilir. Ayrıca bir Açıklama (*Description*) da girilebilir; açıklama uzun ise, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklamadan memnun kalındığında, seçili Ansambl Analizini Kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Ad belirtilmemişse *Copy* düğmesi etkin olmayacaktır. Kopyalamaktan vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Ansambl Analizi Yöneticisi (*Ensemble Analysis Manager*) penceresine geri dönülebilir.



Şekil 18.6 Ansambl Analizini Kopyala

Kopya oluşturmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. Kopyalamak istenilen Ansambl Analizinin üzerine fare getirilir ve sağ fare tuşuna basılır (aşağıdaki şekilde gösterilmiştir). Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Create Copy* (Kopya Oluştur) komutu tıklanır. Ardından *Copy Ensemble Analysis* (Ansambl Analizi Kopyala) penceresi açılır ve burada oluşturulacak kopyaya bir ad verip açıklama eklenebilir. Kopya için varsayılan bir ad sağlanır; bu ad kullanılabilir veya istenilen bir adla değiştirilebilir. Ayrıca bir açıklama da girilebilir; açıklama uzun ise açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklama girildiğinde, seçili Ansambl Analizini Kopyalama işlemini tamamlamak için *Copy* (Kopyala) düğmesine basılır. Ad belirtilmemişse *Copy* düğmesi etkin olmayacaktır. Kopyalamaktan vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya *Copy Ensemble Analysis* (Ansambl Analizi Kopyala) penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine geri dönülebilir.

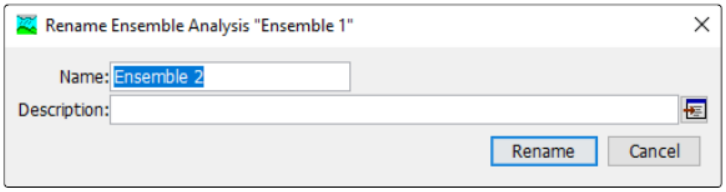


Şekil 18.7 Ansambl Analizini Kopyala – Sağ Tık Seçeneği

Ansambl Analizini Yeniden Adlandırma

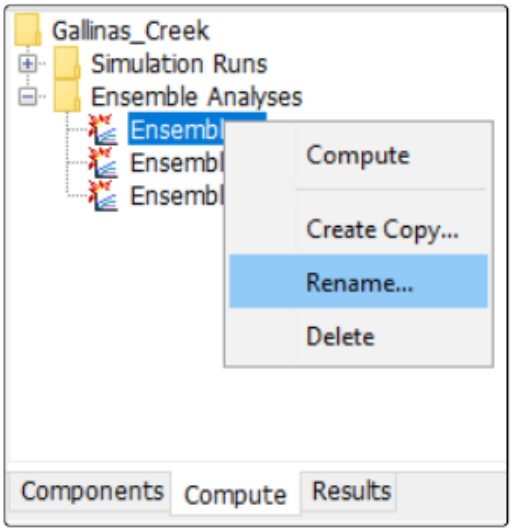
Bir Ansambl Analizini yeniden adlandırmanın iki yolu vardır. Her iki yöntemde, analiz adını değiştirir ve gerekli diğer işlemleri gerçekleştirir.

Yeniden adlandırmanın ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilebilen Ansambl Analizi Yöneticisi (Ensemble Analysis Manager) kullanmaktır. Yeniden adlandırılmak istenilen Ansambl Analizini mevcut analizler listesinden tıklayarak seçilir. Seçilen analiz, tıkladıktan sonra vurgulanır. Analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılabilir. Ardından *Rename Ensemble Analysis* (Ansambl Analizini Yeniden Adlandır) penceresi açılır ve burada yeni ad girilebilir. İstenirse aynı anda Açıklamayı (*Description*) da değiştirilebilir. Yeni açıklama uzun olacaksa, açıklama alanının sağındaki düğme kullanılarak bir düzenleyici açılabilir. Ad ve açıklamadan memnun kalındığında, seçili Ansambl Analizini Yeniden Adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılır. Ad belirtilmemişse *Rename* düğmesi etkin olmayacaktır. Yeniden adlandırmaktan vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya *Rename Ensemble Analysis* (Ansambl Analizini Yeniden Adlandır) penceresinin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Ansambl Analizi Yöneticisi (*Ensemble Analysis Manager*) penceresine geri dönülebilir.



Şekil 18.8 Ansambl Analizini Yeniden Adlandır

Yeniden adlandırmanın ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. Yeniden adlandırmak istenilen Ansambl Analizinin üzerine sağ tıklanır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Rename* (Yeniden Adlandır) komutu tıklanır. Ardından *Rename Ensemble Analysis* (Ansambl Analizini Yeniden Adlandır) penceresi açılır ve mevcut adı ve/veya açıklamayı düzenlenebilir. Yeni ad ve açıklamadan memnun kalındığında, seçili Ansambl Analizini Yeniden Adlandırma işlemini tamamlamak için *Rename* (Yeniden Adlandır) düğmesine basılır. Ad belirtilmemişse *Rename* düğmesi etkin olmayacaktır. Yeniden adlandırmaktan vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak *Watershed Explorer* penceresine geri dönülebilir.

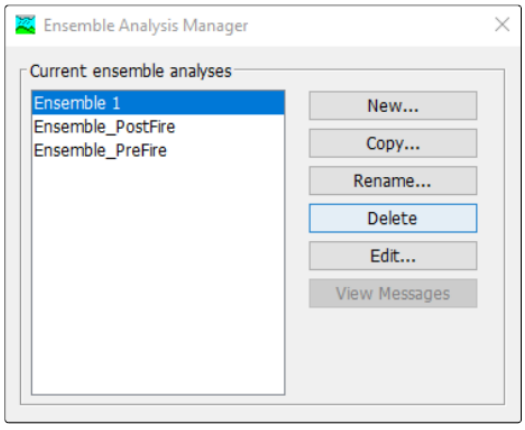


Şekil 18.9 Ansambl Analizini Yeniden Adlandır – Sağ Tık Seçeneği

Ansambl Analizini Silme

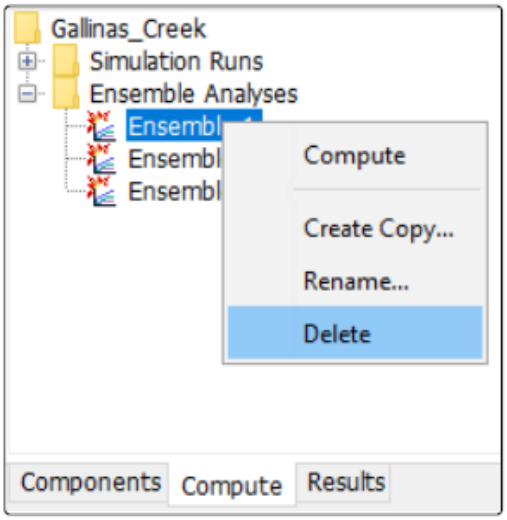
Bir Ansambl Analizini silmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de analizi projeden kaldırır ve daha önce hesaplanmış sonuçları otomatik olarak siler. Bir analiz silindikten sonra geri getirilemez veya eski hâline döndürülemez.

Silmenin ilk yolu, *Compute* menüsünden erişilebilen Ansambl Analizi Yöneticisi (*Ensemble Analysis Manager*) kullanmaktır. Silinmek istenilen Ansambl Analizi mevcut analizler listesinden tıklanarak seçilir. Seçilen analiz, tıkladıktan sonra vurgulanır. Analizi seçtikten sonra, pencerenin sağ tarafındaki *Delete* (Sil) düğmesine basılır. Açılan pencerede, seçili analizi silinmek istenildiğinin onaylanması gerekecektir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Silme işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basılarak Ansambl Analizi Yönetici *(Ensemble Analysis Manager)* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 18.10 Ansambl Analizi Yöneticisi

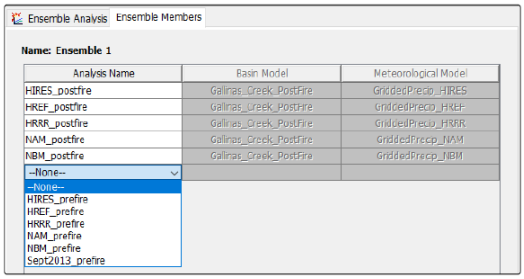
Silmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer*'ın *Compute* sekmesinden gerçekleştirilir. Silinmek istenilen Ansambl Analizi *Watershed Explorer* içinde tıklanarak seçilir; analiz vurgulanacaktır. Fare seçili analizin üzerinde tutulur ve sağ fare tuşuna basılır. Açılan bağlam menüsünde çeşitli seçenekler bulunur; bunlardan *Delete* (Sil) komutu tıklanır. Ardından bir pencere açılır ve seçili analizin silinmek istenildiğinin onaylanması istenir. Analizi silmek için *OK* düğmesine basılır. Silme işleminden vazgeçilir ise, *Cancel* (İptal) düğmesine veya pencerenin sağ üst köşesindeki *X* düğmesine basarak *Watershed Explorer* penceresine geri dönülebilir.



Şekil 18.11 Ansambl Analizini Sil – Sağ Tık Seçeneği

Ansambl Üyeleri Ekleme/Kaldırma

Mevcut bir Ansambl Analizine ansambl üyeleri (*ensemble members*) eklenebilir veya çıkarılabilir. Bunun için Watershed Explorer'ın *Compute* sekmesinde ilgili Ansambl Analizini seçerek Ansambl Analizi Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor for the Ensemble Analysis*)'e erişilir. Ardından, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi *Ensemble Members* (Ansambl Üyeleri) sekmesi seçilir. Yeni bir üye eklemek için, boş son satırı tıklanır ve istenilen üye seçilir. Mevcut bir üyeyi kaldırmak için, üyenin satırına sağ tıklanır ve *Delete Row(s)* (Satırı/Satırları Sil) komutu seçilir.



Şekil 18.12 Ansambl Üyeleri Tablosu

18.2 BİR ÇOKLU ANALİZİ İÇİN SONUÇLARIN HESAPLANMASI

Bir Çoklu Analiz için sonuçlar, analiz çalıştırılarak (hesaplama yapılarak) üretilir. Analizde kullanılan tüm bileşenlerde yapılan değişiklikler, sonuçların güncel olup olmadığını belirlemek amacıyla otomatik olarak izlenir. Sonuçlar güncelliğini yitirdiğinde, sonuçları yenilemek için analiz yeniden hesaplanmalıdır. Sonuçların hesaplanması, bir Çoklu Analiz seçilmesiyle başlar.

Geçerli (Aktif) Bir Çoklu Analiz Seçilmesi

Geçerli (aktif) Çoklu Analizini seçmenin iki yolu vardır. Her iki yöntem de analizi, hesaplanabilir ve sonuçlarına *Watershed Explorer* üzerinden erişilebilir olacak şekilde ayarlar.

Geçerli (aktif) Çoklu Analizini seçmenin ilk yolu, Araç Çubuğu (*Toolbar*) üzerinden yapılır. Hesaplama seçim kutusu (*compute selection box*), projedeki tüm hesaplama bileşenlerini gösterir; Çoklu Analizleri, seçim kutusunda görüntülenen son hesaplama türü olarak yer alır. Seçim kutusundaki her Çoklu Analizi, "Çoklu" ön eki ve ardından analiz adı gelecek şekilde listelenir. Araç çubuğundaki seçim kutusuna tıklanır ve geçerli analiz yapılmak istenilen Çoklu Analizini seçilir.

Geçerli (aktif) Çoklu Analizi seçmenin ikinci yolu, *Watershed Explorer* üzerindeki *Compute* sekmesidir. *Watershed Explorer*'da ilgili *Ensemble Analizi*ne tıklayarak onu geçerli analiz olarak seçilebilir. Çoklu Analizleri, *Ensemble Analysis* klasörü içinde alfabetik sıraya göre listelenir.

Bir Çoklu Analizin Hesaplanması

Geçerli (aktif) olarak seçilmiş Çoklu Analizi hesaplamanın üç yolu vardır. Tüm yöntemler, parametre kontrolünü otomatik olarak gerçekleştirir ve herhangi bir hata oluşmazsa Çoklu Analiz sonuçlarının gerçek hesaplama sürecine geçilir.

Ayrıca program, hesaplama açısından verimli olacak şekilde tasarlanmıştır. Son hesaplamadan bu yana verilerinde değişiklik yapılan bileşenler yeniden hesaplanır; diğer bileşenlerde değişiklik olmadığından önceki analiz sonuçları geçerliliğini korur.

İstenirse, son hesaplamadan bu yana veri değişikliği olup olmadığına bakılmaksızın tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması zorlanabilir.

Bir Çoklu Analizi hesaplamanın ilk yolu, *Compute* menüsünü kullanmaktır. *Compute* menüsüne tıklanır ve ardından *Compute Enseble Analiz* komutu seçilir. Geçerli Çoklu Analizin adı, menü komutunun bir parçası olarak köşeli parantez içinde gösterilir. Komut etkin değilse, bunun nedeni geçerli bir Çoklu Analizin seçilmemiş olmasıdır; önce bir analiz seçilmesi gerekir. Hesaplama ilerlemesini gösteren bir pencere otomatik olarak açılır. Hesaplama tamamlandığında (başarılı ya da başarısız), pencereyi manuel olarak kapatılması gerekir. Yalnızca veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, menü komutu seçerken *CTRL* tuşuna basılı tutulur.

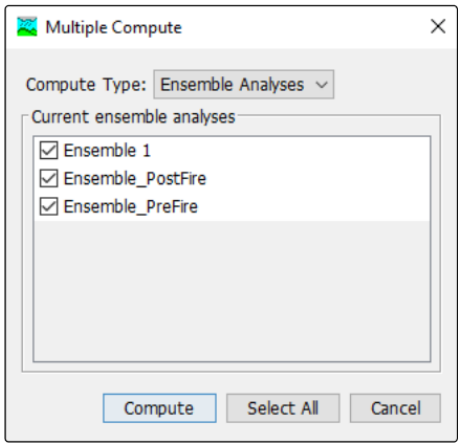
Bir Çoklu Analizi hesaplamanın ikinci yolu, *Watershed Explorer* üzerindeki *Compute* sekmesini kullanmaktır. *Watershed Explorer*'da hesaplanmak istendiğinde Çoklu Analize sağ fare tuşuyla tıklanır. Bir bağlam menüsü (*context menu*) görüntülenir ve bu menü çeşitli seçenekler içerir; bunlardan biri *Compute* komutudur. *Compute* komutuna tıklanır. İlerleme penceresi otomatik olarak açılır. Yalnızca veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanması istenirse, sağ fare menüsündeki komutu seçerken *CTRL* tuşunu basılı tutulur.

Bir Çoklu Analizi hesaplamanın üçüncü yolu, Araç Çubuğunu (*Toolbar*) kullanmaktır. Geçerli ve hesaplanabilir bir analiz bulunduğunda hesaplama düğmesi (*compute button*) etkin olur. Düğme etkin değilse veya farklı bir hesaplama türü gösteriyorsa, önce bir Çoklu Analiz seçilmesi gerekir. Geçerli Çoklu Analizi hesaplamak için düğmeye basın. İlerleme penceresi otomatik olarak açılır. Yalnızca veri değişikliği olan bileşenler yerine tüm bileşenlerin yeniden hesaplanmasını zorlamak istenirse, araç çubuğundaki düğmeye tıklarken *CTRL* tuşu basılı tutulur.

Çoklu Analizlerin Hesaplanması

Birden fazla Çoklu Analiz, ardışık olarak hızlı bir şekilde hesaplanabilir. Simülasyona dahil edilen her analiz, izole bir şekilde hesaplanıyormuş gibi dahili olarak yönetilir. Kullanıcı için otomatik olarak gerçekleştirilen adımlar, analiz seçimiyle başlar, analiz parametrelerinin kontrolü ile devam eder ve son olarak simülasyonun hesaplanması ile tamamlanır. Bu işlem sırası, seçilen her Çoklu Analiz için hızlı bir şekilde tekrar edilir. İlerleme çubuğu aracılığıyla uygun geri bildirim sağlanır.

Çoklu analizleri hesaplamak için öncelikle birden fazla Çoklu Analizin mevcut olması gerekir. *Compute* menüsünden *Multiple Compute* komutu seçilir. Analizleri seçmek için bir yönetici penceresi açılır. Listeden ilgili Çoklu Analizleri seçin ve ardından *Compute* düğmesine basılarak seçilen analizlerin hesaplanması başlatılır. Her Çoklu Analiz hesaplanırken ayrı bir ilerleme çubuğu gösterilir. Program Ayarlarındaki yapılandırmaya bağlı olarak, bir Çoklu Analiz tamamlandığında ilerleme çubuğu otomatik olarak kaybolabilir. Bir analiz hesaplanırken hata ile karşılaşılırsa, tüm seçilen analizler tamamlandıktan sonra ilerleme çubuğu her durumda görünür kalır; diğer ayarların bu durumu etkilemesi söz konusu değildir.



Şekil 18.13 Çoklu Analizlerin Toplu Hesaplanması

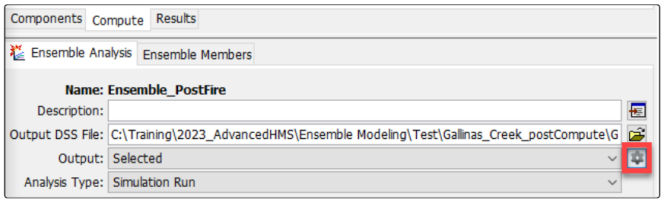
18.3 BİR ÇOKLU ANALİZ SONUÇLARININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Bir Çoklu Analiz hesaplandıktan sonra çeşitli grafiksel ve tablosal sonuçlara erişilebilir. Tüm Çoklu Analiz sonuçları, *Watershed Explorer*'daki *Results* sekmesi üzerinden görüntülenir. Aynı sonuçlar, geçerli analiz için de kullanılabilir; ancak analize dahil edilen verilerde herhangi bir değişiklik olmamış olması gerekir. Program, Çoklu Analizdeki tüm verileri takip eder; buna analiz üyeleri (*Simulation Runs* veya *Forecast Alternatives*) ve her birinin *Basin Model* ve *Meteorologic Model* bileşenleri dahildir. Verilerde herhangi bir değişiklik varsa, sonuçları güncellemek ve yenilemek için Çoklu Analizi yeniden hesaplamanız gerekir.

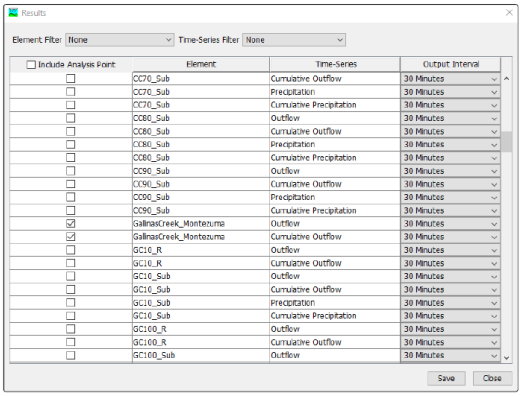
Bir sonuç görüntülenmek üzere açıldığında, kullanıcı kapatana kadar açık kalır. Ancak, sonucu üreten analizde kullanılan veri veya model bilgileri görüntüleme sırasında değişebilir. Bu durumda, açık olan sonuç hemen veri değişikliğini gösterir ve Çoklu Analizin yeniden hesaplanması gerektiğini bildirir. Çoklu Analiz yeniden hesaplandıktan sonra, açık sonuçlar otomatik olarak yeni sonuçlarla güncellenir ve veri değişikliğini gösteren bildirim, en son hesaplamanın tarih ve saat bilgisiyle güncellenir.

Hesaplanmış bir Çoklu Analiz için kullanılabilir sonuçlar, *Watershed Explorer*'daki *Compute* sekmesinden erişilen *output control* penceresinde kullanıcı tarafından yapılan seçimlere dayanır. *HEC-HMS*'te bir Çoklu Analiz içinde şu zaman serisi (*time-series*) çıktı türleri desteklenmektedir:

- Outflow (Debi)
- Reservoir Elevation (Havuz Seviyesi)
- Incremental Precipitation (Artımlı Yağış)
- LWASS (Land-Water Assessment System)
- SWE (Snow Water Equivalent / Kar Su Eşdeğeri)
- Cumulative Outflow (Kümülatif Debi)
- Cumulative Precipitation (Kümülatif Yağış)
- Moisture Deficit (Nem Açığı)
- Air Temperature (Hava Sıcaklığı)
- Sediment Load (Sediman Yükü)
- Sediment Volume (Sediman Hacmi)



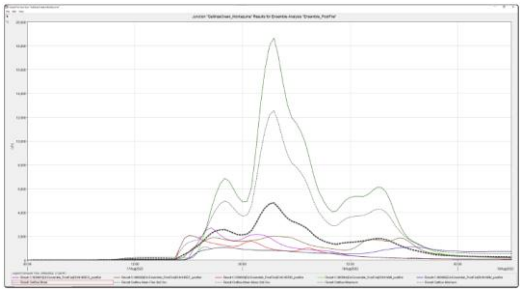
Şekil 18.14 Çoklu Analiz Hesaplanması



Şekil 18.15 Çoklu Analiz Hesap Sonuçlarının Görüntülenmesi

Grafiksel Sonuçlar

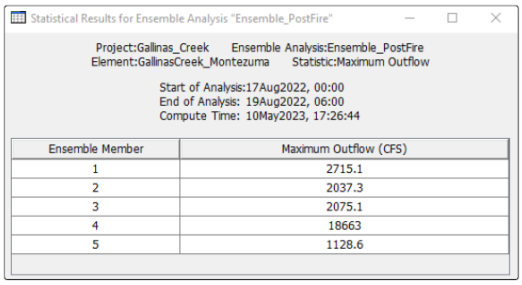
Her bir Çoklu Analiz üyesinin temel modellerinde bulunan bir *junction* elemanına ait *Outflow* (Debi) grafiği örneğinde, üye analizlerin debi sonuçları referans olarak renkli çizgilerle gösterilmektedir. Kesik siyah çizgiler ise Çoklu Analizden hesaplanan toplu (*aggregated*) sonuçları temsil eder. Toplu sonuçlar, ortalama debi, ortalama artı bir standart sapma, ortalama eksi bir standart sapma, maksimum ve minimum debiyi içermektedir.



Şekil 18.16 Çoklu Analiz Debi Grafiği

Tablosal Sonuçlar

Bir Çoklu Analizden elde edilen tablosal sonuçlar da mevcuttur ve bunlar, hesaplamadan önce kullanıcı tarafından *output control* penceresinde seçilen zaman serilerine bağlıdır. Aşağıda, her bir Çoklu Analiz üyesinin temel modellerinde bulunan bir *junction* elemanına ait Maksimum Debi (*Maximum Outflow*) tablosu örneği verilmiştir. Tablo, her üye modelin maksimum debi değerlerini hızlı bir karşılaştırma amacıyla gösterir. Bu örnekte, çoğu analiz üyesi benzer bir maksimum debi değeri hesaplamışken, tek istisna olarak Üye Analiz 4 çok daha yüksek bir maksimum debi değeri göstermektedir.


Statistical Results for Ensemble Analysis "Ensemble_PostFire"

Project:Gallinas_Creek Ensemble Analysis:Ensemble_PostFire
Element:GallinasCreek_Montezuma Statistic:Maximum Outflow

Start of Analysis:17Aug2022, 00:00
End of Analysis: 19Aug2022, 06:00
Compute Time: 10May2023, 17:26:44

Ensemble Member	Maximum Outflow (CFS)
1	2715.1
2	2037.3
3	2075.1
4	18663
5	1128.6

Şekil 18.17 Çoklu Analiz Debi Tablosu

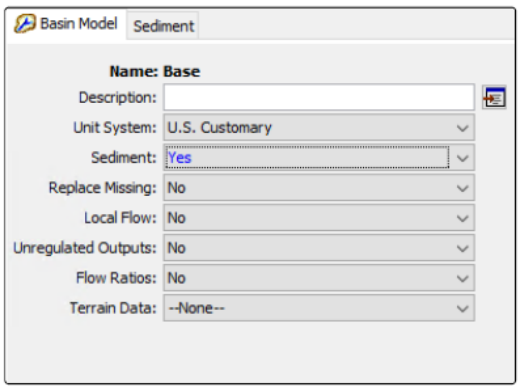
BÖLÜM 19

EROZYON ve SEDİMAN TAŞINIMI

Su, kara yüzeyinde ve akarsu kanallarında akarken, peyzaj üzerinde önemli etkiler oluşturur. Yüzeyin sığ akışı toprağı aşındırır ve bu malzemeyi başlıca akarsu kollarına taşır. Büyük eğimli akarsular, yüksek akış hızına sahip olduklarından, akarsu yatağının aşınmasına yol açar. Aşınmış yüzey toprağı ve yatak malzemesi, akışla birlikte havzanın alt kısımlarına taşınabilir. Sediman genellikle akış hızının yavaşladığı alt kısımlarda birikir. Havzadaki rezervuarlar, gelen suyla birlikte gelen sedimentin bir kısmını veya tamamını tutabilir. Ayrıca yönlendirme yapıları da sediment hareketlerini etkileyebilir. Erozyon ve sediman taşınımı, hidrolik simülasyon ile birlikte değerlendirildiğinde önemli sorunlar otaya çıkarır.

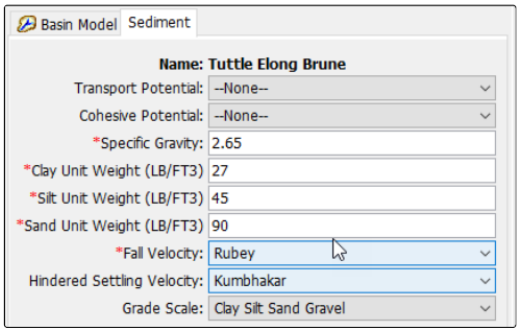
19.1 HAVZA SEDİMAN ÖZELLİKLERİ

Sediman yöntemi, *Basin Model* içinde isteğe bağlı bir bileşendir. Varsayılan olarak bu bileşen devre dışı bırakılmıştır. Program arayüzünde sediman veri giriş araçları görünmez ve simülasyon sırasında sediman sonuçları hesaplanmaz. Sediman özellikleri, *Basin Model* için etkinleştirildiğinde kullanılabilir hale gelir. Bu özellikleri etkinleştirmek için *Basin Model*'in *Component Editor* penceresini kullanılır. *Component Editor*'a, *Watershed Explorer*'daki *Components* sekmesinde *Basin Model*'e tıklayarak erişilebilir. Sediman özelliklerini etkinleştirmek için *Sediment* seçeneği *Yes* olarak değiştirilir. Bu işlem, *Basin Model Component Editor* penceresinin sağ tarafında bir *Sediment* sekmesinin görünmesini sağlar. *Basin Model* içindeki her bir eleman (*subbasin, reach, rezervuar, kaynak* ve *yönlendirme*) için parametre değerlerinin girilmesi gerekir. *Sediment* seçeneği *No* olarak ayarlandığında, sediman yöntemlerine ait tüm parametre verileri *Basin Model*'den ve elemanlarından silinir. Sediman bileşenleri devre dışı bırakıldıktan sonra, silinen ayarları veya parametre değerlerini geri getirmek mümkün değildir.



Şekil 19.1 Basin Model'de Erozyon ve Sediman Taşınımı Özelliklerinin Etkinleştirilmesi

Erozyon ve sediman taşınımı modellemesi için belirli genel özelliklerin (*global properties*) tanımlanması gerekir. Bu özellikler, *Basin Model*'deki tüm elemanlara uygulanır. Bu özellikler, *Basin Model* editöründen ayrı bir *Component Editor* penceresinde gösterilir. *Sediment editörü*, her zaman *Basin Model* editörünün yanında görüntülenir ve sediman parametrelerinin girilmesini sağlar.



Şekil 19.2 Basin Model Sediman Editörü

Taşınım potansiyeli, akarsu akışının bağlayıcı olmayan (*non-cohesive*) sedimanları taşıma kapasitesini hesaplamak için hangi yöntemin kullanılacağını belirler. Taşınım potansiyelini hesaplamak için farklı yöntemler önerilmiştir. Her yöntem, belirli bir sediman tane boyutu dağılımı ve çevresel koşullar göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Seçilen taşınım potansiyeli yöntemi, *Basin Model* içindeki tüm *reach*'lerde uygulanır. Kullanılabilecek yöntem seçenekleri, aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Basin Model'de ayrıca bağlayıcı sedimanlar için bir taşınım potansiyeli yöntemi de seçilebilir. Bu yöntem seçildiğinde, akış yalnızca bağlayıcı olmayan sedimanları değil, aynı zamanda bağlayıcı sedimanların taşınımını da hesaplar.

Sedimanın akarsu akışı tarafından taşınabilecek miktarını hesaplamak için kullanılan taşınım potansiyeli fonksiyonları, iki ana türe ayrılır:

- *Non-cohesive (NC)* – Bağlayıcı olmayan sedimanlar
- *Cohesive (CO)* – Bağlayıcı sedimanlar

Her tür için uygulanabilecek yöntemler şunlardır:

- *Excess Shear (ES)* – Aşırı kayma yöntemi
- *Stream Power (SP)* – Akış gücü yöntemi
- *Regression (RE)* – Regresyon yöntemi

Seçilen fonksiyon, *Basin Model*'deki tüm Akarsu kollarında sediment taşınımını hesaplamak için kullanılır.

Sediman modellemesinde *Specific Gravity* değeri belirtilmelidir. Program, varsayılan olarak 2,65 değerini sağlar. Ancak havza için daha uygun başka bir değer varsa, bu varsayılan değer değiştirilmelidir.

Sediman birim ağırlıkları veya yoğunlukları, biriken veya aşınan kütlelerin hacme dönüştürülmesinde kullanılır. Bu parametre, SI ve ABD ölçü birimleri (*US customary*) arasında farklılık gösteren nadir parametrelerden biridir.

- *US customary* birimleri, birim ağırlık (lb/ft³) cinsinden tanımlanır.
- *SI birimleri*, yoğunluk (kg/m³) cinsinden tanımlanır.

HEC-HMS, birim ağırlık ile yoğunluk arasındaki dönüşümleri program içinde otomatik olarak gerçekleştirir.

Seçilen ölçü birim sistemine uygun olarak kilin birim ağırlığı veya yoğunluğu belirtilmelidir.

- *SI birimleri (metrik)* için varsayılan yoğunluk 481 kg/m³
- *US customary* birimleri için varsayılan birim ağırlık 30 lb/ft³

Aynı yoğunluk, kilin tüm alt boyut sınıfları için kullanılır. Havza için daha uygun bir değer varsa, varsayılan değer değiştirilmelidir.

Seçilen ölçü birim sistemine uygun olarak siltin birim ağırlığı veya yoğunluğu belirtilmelidir.

- *SI birimleri (metrik)* için varsayılan yoğunluk 1041 kg/m³
- *US customary* birimleri için varsayılan birim ağırlık 65 lb/ft³

Aynı yoğunluk, siltin tüm alt boyut sınıfları için kullanılır. Havza için daha uygun bir değer varsa, varsayılan değer değiştirilmelidir.

Seçilen ölçü birim sistemine uygun olarak kumun birim ağırlığı veya yoğunluğu belirtilmelidir. Belirtilen kum birim ağırlığı, aynı zamanda çakıl (*gravel)*, çakıltaşı (*cobble*) ve büyük taşlar (*boulder*) için de uygulanır. Aynı yoğunluk, çok ince kumdan büyük kayalara kadar tüm alt boyut sınıfları için kullanılır.

- Varsayılan kuru yoğunluk (SI birimleri): 1490 kg/m³
- Varsayılan kuru birim ağırlık (US customary): 93 lb/ft³

Havza için daha uygun bir değer varsa, varsayılan değer değiştirilmelidir.

Bazı Taşınım Potansiyeli (*Transport Potential*) Yöntemleri, düşme hızının hesaplanmasını gerektirir. Düşme hızı, ayrıca rezervuar elemanı için kullanılan bazı *Sediment Settling* (Çökelme) Yöntemlerinde de kullanılır. Düşme hızının hesaplanması gereken tüm *reach* ve rezervuarlarda, sediment özelliklerinde seçilen yöntem uygulanır. Kullanılabilir düşme hızı hesaplama yöntemleri şunlardır:

- *Report 12* (Interagency Committee, 1957)
- *Rubey* (1933) – varsayılan yöntem
- *Toffaleti* (1968)
- *Van Rijn* (1993)

Yüksek konsantrasyonlu moloz akışları (debris flows) için, hesaplanan düşme hızı (*hindered-settling)* iki yönteminden biri kullanılarak ayarlanabilir:

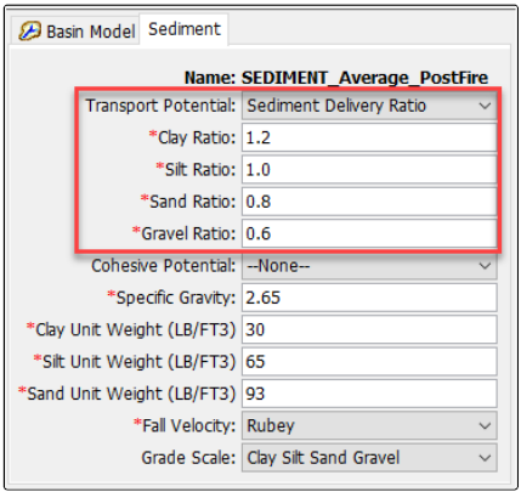
- *Richardson ve Zaki* (1952)
- *Kumbhakar* (2017)

Sediment Delivery Ratio yöntemi, her bir tane sınıfı için bir oran (*ratio*) gerektirir:

- Eğer *Grade Scale* olarak *Clay, Silt, Sand, Gravel* seçilmişse: Kil, Silt, Kum ve Çakıl
- Eğer *Grade Scale* olarak *AGU 20* seçilmişse: Kil, Silt, Kum, Çakıl, *Cobble* ve *Boulder*

Oran değerleri şunları ifade eder:

- *Oran > 1*: Erozyon durumu
- Oran < 1: Çökelme (*depositional*) durumu
- *Oran = 1:* Denge (*equilibrium*) durumu



Şekil 19.3 Sediment Tanımlama Penceresi

Basin Model'de iki farklı *Grade Scale* sistemi mevcuttur. Seçilen sistem, Erozyon ve Sediman Taşınımı hesaplamalarında kullanılacak tane boyutu sayısını belirler. Erozyon, çökelme, düşme hızları ve taşınım süreçleri her boyut için ayrı ayrı hesaplanır. *Clay Silt Sand Gravel* Sistemi: Sadece dört geniş boyut sınıfını tanır. *AGU 20* Sistemi: 20 farklı boyut sınıfını tanır; genellikle dört geniş sınıfı alt sınıflara böler.

Tane boyutu ölçeği seçeneğinin, *gradation curve* aralığı belirlendikten sonra dikkate alınması gerekir. Sediman yükü ve hacmi (*sediment load/volume*) sonuçları, *gradation curve*'dan bağımsız olarak hesaplanır. Ancak, seçilen tane boyutu ölçeği, ilgili alt havza (*subbasin*) için raporlanan Sediman yükü veya hacmini sınırlayabilir. Bu durum, aşağıdaki tabloda örneklendirilmiştir.

Tablo 19.1 Tane Boyutu Ölçeği

Tane Boyutu Aralığı	Kil (*Clay*), Silt, Kum (*Sand*) ve Çakıl (*Gravel*)**.** (0.002 mm – 64 mm)	AGU 20 Sistemi (0,002 mm – 2048 mm)
Kil (0,002 mm) – Çakıl (64 mm)	Sediman Yükü/Hacmi Sınırlaması Yok	Tüm Tane Sınıflarını Kapsar – Sediman Yükü/Hacmi Sınırlaması Yok
Kil (0,002 mm) – Büyük Boulder (2048 mm)	64 mm'den büyük tüm tane sınıflarını kapsamaz, sediman yükü/hacmi düşük tahmin edilir – raporlanan sediman yükü/hacmi, 64 mm'den büyük tane boyutlarının yüzdesi kadar azaltılır	Tüm Tane Sınıflarını Kapsar – Sediman Yükü/Hacmi Sınırlaması Yok

Özetle, *Clay Silt Sand Gravel* sistemi, 64 mm'ye kadar olan tüm sınıfları kapsayarak sediman yükü ve hacminde herhangi bir sınırlama getirmezken, *AGU 20* sistemi, daha büyük tane boyutlarını da kapsamasına rağmen 64 mm üzerindeki bazı sınıfları raporlamada eksik sayabilir ve sediman yükü/hacmi bu nedenle düşük görünebilir.

19.2 ALT HAVZA SEDİMANI

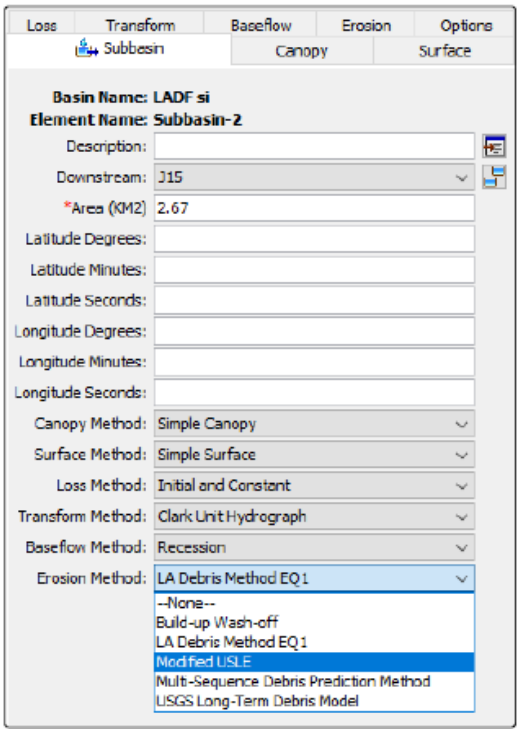
Bir Alt Havza Elemanı, yağışın düştüğü ve yüzey akışını oluşturduğu bir havzayı temsil eder. Alt havzadaki erozyon, çeşitli fiziksel süreçlerin birleşimiyle meydana gelir; bu süreçler arasında yangın sonrası koşullar da bulunur. Yağmur damlaları, yere çarptıklarında toprağın üst tabakasını parçalayarak toprak parçacıklarını serbest bırakır ve bu parçacıklar yüzey akışıyla taşınır. Yüzey akışı ayrıca toprağa ek bir aşındırıcı enerji uygular ve üst toprak tabakasını daha fazla parçalayabilir. Yüzey akış hızı arttıkça, akış küçük erozyon kanallarına (*rillere*) yoğunlaşır ve bu da aşındırıcı enerjiyi odaklayarak yüzeyin daha fazla aşınmasına neden olur. Toplam erozyon, yağış hızı, arazi eğimi ve yüzey koşullarıyla yakından ilişkilidir. Bazı durumlarda, havzanın üst kesimlerinde erozyona uğrayan toprak, alt havza çıkışına ulaşmadan önce çökelme yapabilir.

Alt havza elemanı için mevcut olan tüm Yüzey Erozyon (*Surface Erosion*) Yöntemleri, bazı ortak simülasyon özelliklerine sahiptir. Her erozyon yöntemi, bir fırtına sırasında alt havzadan taşınan toplam sediman yükünü hesaplar. Bu hesaplama, simülasyon süresi boyunca gerçekleşen her fırtına için tekrar edilir. Hesaplanan sediman yükü, alt havzadan taşınan sediman debisi zaman serisine dağıtılmalıdır. Sediman dağılımı, hesaplanan hidroğraf ve *Haan ve ark. (1994)* tarafından geliştirilen güç fonksiyonu (*power function*) yaklaşımı temel alınarak yapılır.

Tüm Yüzey Erozyon (*Surface Erosion*) Yöntemleri için ortak bir yaklaşım, Tane Boyutu Dağılımı (*Grain Size Distribution*) hesaplamasıdır. Tüm yöntemler önce tüm tane boyutlarını kapsayan toplam sediman debisini (*bulk Sediment Discharge*) hesaplar. Ardından, *Gradation Curve* kullanılarak toplam sediman debisinin her tane boyutu sınıfına veya alt sınıfına ne oranda dağıtılacağı belirlenir. Her alt havza için bir *gradation curve* kullanıcı tarafından tanımlanmalı ve seçilmelidir. Farklı alt havzalarda farklı *gradation curve*'lar kullanılarak, her alt havzadaki erozyon, çökelme ve yeniden askıya alma (*resuspension*) süreçlerindeki farklılıklar temsil edilebilir. Bu süreçlerin birleşimi genellikle *Enrichment Ratio* (Zenginleşme Oranı) ile gösterilir.

Erozyon Yönteminin Seçilmesi

Bir alt havza (*subbasin*) için *Erozyon Yöntemi*, alt havza elemanının *Component Editor* penceresinden seçilir. *Component Editor*'a erişmek için: *Watershed Explorer*'daki *Components* sekmesinde alt havza elemanına tıklanır veya eğer açık ise, *Basin Map* üzerinde alt havza elemanının simgesine tıklanır. Erozyon yöntemi listesinde yedi farklı seçenek mevcuttur. Eğer *None* yöntemi seçilirse, alt havza için hiçbir erozyon hesaplanmaz ve elemandan çıkan tüm sediman debileri sıfır olur. Listeyi kullanarak kullanmak istenilen yöntem seçilebilir. Her alt havza farklı bir yöntem kullanabilir veya birkaç alt havza aynı yöntemi paylaşabilir.



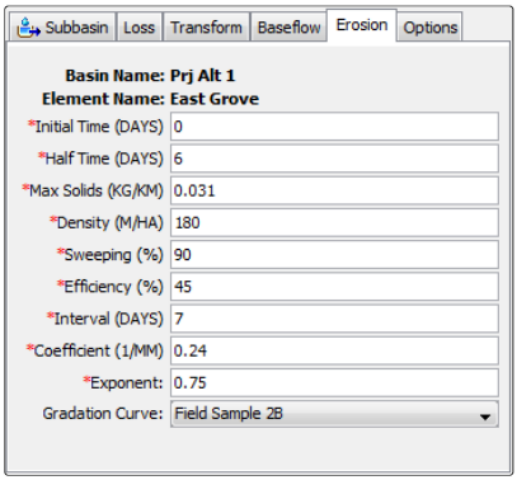
Şekil 19.4 Alt Havza Elemanı İçin Yüzey Erozyon Yönteminin Seçilmesi

Her Erozyon Yöntemi için parametreler, alt havza elemanı editöründen ayrı bir *Component Editor* penceresinde gösterilir. *Erosion editor,* her zaman *Baseflow editor*'ün yanında görüntülenir. Erozyon editöründe gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlı olarak değişir. Yani seçilen yüzey erozyon yöntemi hangi parametrelerin düzenlenebileceğini ve görüntüleneceğini belirler.

Birikme-Taşınma Erozyon Yöntemi

Birikme-Taşınma Erozyon Yöntemi *(Build-Up Wash-Off),* özellikle kentsel (*urban*) alanlar için tasarlanmıştır. Bu ortamda, sediman: Sokak bordürlerinde rüzgarla taşınan ve bordürlere yakın geçirgen alanlardan erozyonla gelen materyaller nedeniyle birikir. Kurak dönemlerde fırtınalar arasında birikim oluşur. Bir fırtına sırasında, biriken sediman yağış kaynaklı yüzey akışı ile sokak bordürlerinden yıkanarak taşınır. Yöntem, isteğe bağlı olarak sokak

süpürme operasyonlarını da içerebilir; bu sayede biriken sediman mekanik olarak temizlenir. Bu yöntemin parametrelenmesinde tipik veri kaynaklarından biri *Breault ve ark., 2005* olarak gösterilmiştir, ancak veri kaynaklarının her zaman yerel koşullara uygun olarak değerlendirilmesi gerekir. *Component Editor*, yöntemi parametrelemek için kullanılan penceredir ve aşağıdaki şekilde gösterilir.



Şekil 19.5 Alt Havza Elemanı İçin Birikme-Taşınma Erozyon Yöntemi Editörü

Birikme-Taşınma Erozyon Yöntemi Parametreleri:

Initial Time (Başlangıç Zamanı): Simülasyon başladığında, son süpürme işleminden bu yana geçen gün sayısını belirtir. Bu, yöntemin başlangıç koşulunu tanımlar.

Half Time (Yarı Zaman): Sürekli kuru koşullar altında, bordürde maksimum sedimanın yarısının birikmesi için geçen gün sayısını belirtir.

Maximum Solids Amount (Maksimum Katı Madde Miktarı): Sürekli kuru koşullar altında bordürde birikebilecek maksimum sediman miktarını sınırlar. Yağış olmasa bile biriken sediman bu değeri aşmaz.

Bu erozyon yöntemi, alt havzadaki sokak süpürme operasyonlarını tanımlamak için dört parametre içerir: *Density* (Yoğunluk): Süpürme işlemine tabi olsun veya olmasın, toplam bordür uzunluğunu belirtir. Bu değer, sokağın bir tarafında mı yoksa her iki tarafında mı bordür olduğuna göre dikkate alınmalıdır. *Sweeping Percentage* (Süpürme Yüzdesi): Süpürmeye tabi olan bordür uzunluğunun yüzdesini belirtir. Park edilmiş araçlar gibi engellerin, bordürün süpürülmesini engelleyebileceği unutulmamalıdır. *Efficiency Percentage* (Verimlilik Yüzdesi): Süpürme ekipmanının, birikmiş sedimanı ne kadar etkili temizlediğini belirtir. *Interval* (Aralık): Planlanan süpürme operasyonları arasındaki gün sayısını belirtir.

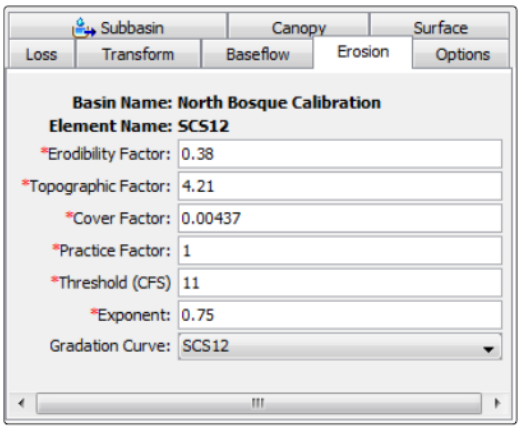
Wash-Off Coefficient (Yıkanma Katsayısı): Fırtına sırasında bordürde biriken sedimanın ne kadar hızlı taşınacağını belirler. Yani, sedimanın akışa ne kadar çabuk katılacağını kontrol eder.

Exponent (Üs Değeri): Sediman yükünü zaman serisi sedigrafına dağıtmak için kullanılır. Küçük bir üs değeri, sedigrafı hidroğrafın altında düzleştirir. Büyük bir üs değeri, sedigrafı hidroğrafın üzerinde yükseltir ve sediman piklerini daha belirgin hale getirir.

Gradation Curve, toplam sediman yükünün tane boyutu sınıflarına ve alt sınıflarına nasıl dağıtılacağını belirler. Bu eğri, *Paired Data Manager* içinde bir çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde görüntülenir. Eğer listede çok sayıda farklı fonksiyon varsa, seçim listesinin yanındaki *paired data* butonunu kullanarak bir fonksiyon seçici açılabilir. Seçici, her fonksiyon için açıklama gösterir ve böylece doğru *gradation curve*'u seçmek kolaylaşır.

Modified USLE Yöntemi

Modified USLE (Williams, 1975) Yöntemi, orijinal *Universal Soil Loss Equation (USLE)* denkleminden uyarlanmıştır. Orijinal denklem, yağış yoğunluğuna dayalı ve bu nedenle düşük veya yüksek infiltrasyonlu fırtınalar arasında fark yapamaz. Yüksek infiltrasyon durumunda, yüzey akışı ve buna bağlı yüzey erozyonu azdır. Tersine, düşük infiltrasyonlu olaylarda, yüzey akışı daha fazla olur ve sonuç olarak yüzey erozyonu artar. Orijinal *USLE* denkleminde yapılan değişiklikler, erozyon hesaplamasının artık yağış yerine yüzey akışına dayalı olmasını sağlamıştır. Orijinal formülasyonun diğer bileşenleri aynı kalmıştır. Bu yöntem, geliştirildiği tarımsal ortamlarda en iyi şekilde çalışır, ancak bazı kullanıcılar yöntemi inşaat ve kentsel alanlara uyarlamıştır. Yöntemin parametreleri, alt havza elemanı için *Component Editor* penceresinde tanımlanabilir.



Şekil 19.6 Alt Havza Elemanı İçin Modified USLE Erozyon Yöntemi Editörü

Erozyon faktörü, toprağın erozyona karşı direncini tanımlar ve toprağın ne kadar kolay aşındığını gösterir. Bu faktör, toprağın dokusu, yapısı, organik madde içeriği ve geçirgenliği gibi özelliklerin bir fonksiyonudur. Tipik değerler, gevşek yapılı kumlu tınlı topraklar için 0,05, siltli ve killi tınlı topraklar için ise 0,75 civarındadır.

Topografik faktör, arazinin uzunluk ve eğim özelliklerinden kaynaklanan erozyona duyarlılığını tanımlar. Araştırmalar, uzun yamaçların kısa yamaçlara göre ve dik yamaçların düz yamaçlara göre daha fazla erozyona

uğradığını göstermiştir. Bu faktör, bu gözlemlere dayanarak hesaplanır. Tipik değerler, kısa ve düz yamaçlar için 0,1**,** uzun veya dik yamaçlar için ise 10 civarındadır.

Örtü faktörü, bitki örtüsünün yüzey erozyonu üzerindeki etkisini tanımlar. Açık toprak, erozyona en duyarlı durumdur; yoğun ve sağlam bitki örtüsü ise erozyonu önemli ölçüde azaltır. Tipik değerler: Açık toprak için: 1,0 Tamamen malçlanmış veya örtülü topraklar için: 0,1 Yoğun ağaç örtüsü altında, iyi gelişmiş O horizonu bulunan orman toprakları için: 0,0001 bu faktör, yüzey erozyonunun bitki örtüsü ve toprak koruma koşullarına göre hesaplanmasına olanak tanır. Uygulama faktörü, belirli toprak koruma uygulamalarının yüzey erozyonu üzerindeki etkisini tanımlar; bu uygulamalar bazen en iyi yönetim uygulamaları (*Best Management Practices, BMPs*) olarak da adlandırılır. Tarımsal alanlarda uygulamalar arasında şerit ekimi (*strip cropping*), teraslama (*terracing*) ve kontur ekimi (*contouring*) yer alabilir. İnşaat ve kentsel alanlarda ise silt çitleri *(silt fences*), hidro tohumlama (*hydro seeding*) ve çökelme havuzları (*settling basins*) gibi önlemler kullanılabilir. Bu uygulamalar genellikle yerel ve spesifik olduğundan, genel bir değer aralığı belirlemek zordur. Her alt havza veya proje alanı için uygulama faktörü, yapılan spesifik uygulamalara göre tanımlanır.

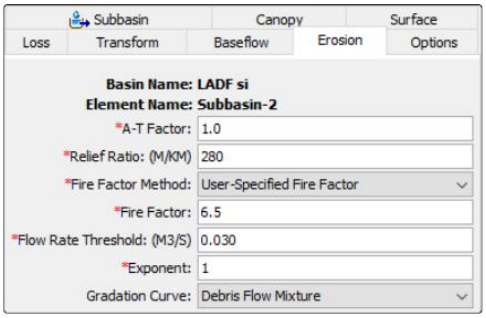
Yüzey erozyonuna yalnızca bazı yağış olayları neden olur. *Threshold* (Eşik) parametresi, erozyona yol açacak minimum akış olayını belirlemek için kullanılır. Zirve akışı eşik değerinin altında olan olaylar, hiçbir erozyon veya sediman üretimi oluşturmaz.

Exponent (Üs Değeri) ise hesaplanan sediman yükünü zaman serisi sedigrafına dağıtmak için kullanılır. Küçük bir üs değeri, sedigrafı hidroğrafın altında düzleştirir; büyük bir üs değeri ise sedigrafı hidroğrafın üzerinde yükselterek sediman piklerini daha belirgin hale getirir.

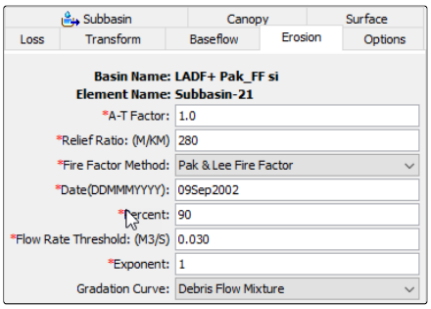
Gradation Curve, toplam sediman yükünün tane boyutu sınıflarına ve alt sınıflarına nasıl dağıtılacağını belirler. Bu eğri, *Paired Data Manager* içinde bir çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer listede çok sayıda farklı fonksiyon varsa, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* butonunu kullanarak bir fonksiyon seçici açılabilir. Seçici, her fonksiyon için açıklama sunar ve böylece doğru *gradation curve*'u seçmek daha kolay hale gelir.

Los Angeles District Debris Yöntemi – Denklem 1LA Debris Method EQ1

LA Debris Method EQ1, Gatwood ve ark., 2000 tarafından geliştirilmiş bir erozyon ve sediman hesaplama yöntemidir. Yöntem, 0,1 mi² ile 3,0 mi² arasındaki havzalardan elde edilen verilerin istatistiksel analizine dayanmaktadır. Denklem, Güney Kaliforniya'daki 80 havzadan 349 gözlem kullanılarak geliştirilmiş ve denklemdeki tüm faktörler %99 güven düzeyinde anlamlı bulunmuştur. *LA Debris Method EQ1,* özellikle geliştirildiği kurak ve yarı kurak Güney Kaliforniya bölgelerinde en iyi şekilde çalışır. Parametreler ve ayarlar, alt havza elemanı için *Component Editor* penceresinde tanımlanabilir ve yöntemin uygulanması için gerekli tüm girdileri içerir.



Şekil 19.7 LA Debris Method EQ1 Editörü (Kullanıcı Tarafından Belirlenen Yangın Faktörü Yöntemi ile)



Şekil 19.8 LA Debris Method EQ1 Editörü (Pak & Lee Yangın Faktörü Yöntemi ile)

Adjustment-Transposition (A-T) Faktörü, incelenen havza ile regresyon denkleminin oluşturulduğu orijinal havza arasındaki jeomorfolojik farkı tanımlar. Bu faktör, havzanın yüzey jeolojisi, toprak özellikleri, yamaç eğimi ve kanal morfolojisi gibi özelliklerini dikkate alır. San Gabriel Dağları'ndaki havzalar, regresyon denkleminin geliştirildiği orijinal havzalardır ve A-T faktörü 1,0 olarak kabul edilir. Daha yüksek debris (moloz) potansiyeline sahip bölgelerde A-T faktörü 1,0'dan büyük olur. Daha düşük debris üretim kapasitesine sahip bölgelerde ise A-T faktörü 1,0'dan küçük olur. Bu faktör, LA Debris Method EQ1 hesaplamalarında havzalar arası jeomorfolojik farklılıkları düzeltmek için kullanılır.

Relief Ratio, havzanın uzunluk ve eğim özelliklerinden kaynaklanan debris (moloz) üretimine duyarlılığını tanımlar. Bu oran, havzadaki en yüksek nokta (en uzun akarsu sonu) ile en düşük nokta (debris toplama alanı) arasındaki yükseklik farkının, en uzun akış boyunca ölçülen maksimum akarsu uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanır. Bu faktör, havzanın topografik eğim ve uzunluk özelliklerinin debris üretimi üzerindeki etkisini nicel olarak değerlendirmek için kullanılır.

Yangın Faktörü Yöntemi, iki seçenek sunar: Kullanıcı Tarafından Belirlenen *Fire Factor* (*User-Specified Fire Factor*) ve Pak & Lee Fire Factor. Bu faktör, yüzey erozyonu üzerindeki yangın etkisini tanımlar. *User-Specified Fire Factor*, belirli olay simülasyonları için kullanılır. Örnek değerler: 100% yanmış alanın üzerinden 1 yıl geçmişse 6,5**,** 10 yıldan fazla geçmişse 3,0 civarındadır (Gatwood ve ark., 2000, Los Angeles District Debris Method, Şekil 2, Sayfa 17). *Pak & Lee Fire Factor*, sürekli simülasyonlar için uygulanır ve iki ek giriş parametresi

gerektirir: *Finish Date of the Most Recent Wildfire* – Son yangının bitiş tarihi *Burn Percentage of Subbasin* – Alt havzada yanmış alanın yüzdesi bu yöntemler, havzadaki yangınların sediman ve debris üretimi üzerindeki etkilerini doğru şekilde modellemeyi sağlar.

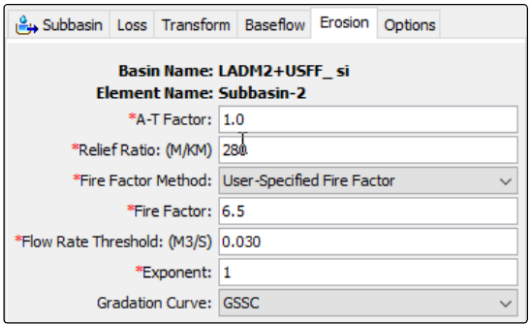
Flow Rate Threshold (Akış Hızı Eşiği), sürekli simülasyon sırasında fırtına olaylarını ayırmak için kullanılır ve doğrudan akışın alt sınırını belirler. Bir debris (moloz) akışı olayı, doğrudan akış eşik değerinin üzerine çıktığında başlar ve doğrudan akış eşik değerinin altına düştüğünde sona erer.

Exponent (Üs Değeri) ise hesaplanan sediman yükünü zaman serisi sedigrafına dağıtmak için kullanılır. Küçük bir üs değeri, sedigrafı hidroğrafın altında düzleştirir; büyük bir üs değeri, sedigrafı hidroğrafın üzerinde yükselterek sediman piklerini daha belirgin hale getirir.

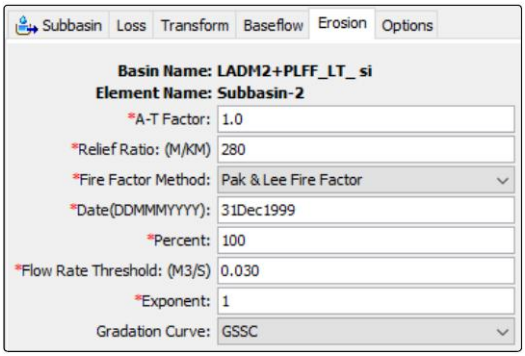
Gradation Curve, toplam sediman yükünün tane boyutu sınıflarına ve alt sınıflarına nasıl dağıtılacağını belirler. Bu eğri, *Paired Data Manager* içinde bir çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer listede çok sayıda farklı fonksiyon varsa, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* butonunu kullanarak bir fonksiyon seçici açılabilir. Seçici, her fonksiyon için açıklama sunar ve böylece doğru *gradation curve*'u seçmek daha kolay hale gelir.

Los Angeles District Debris Yöntemi – Denklem 2–5LA Debris Method EQ 2–5

Los Angeles Bölgesi Moloz (Debris) Yöntemi – Denklem 2–5, alanı 3,0–200,0 mil² arasında değişen havzalardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi sonucunda geliştirilmiştir. Bu yöntem 3 mil²'den küçük drenaj alanları için de kullanılabilir. Los Angeles Bölgesi Moloz Yöntemi (Denklem 2–5), geliştirildiği yer olan *Southern California*'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde en iyi performansı göstermektedir. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) bir sonraki iki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 19.9 Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörü Yöntemi ile LA Debris Method Denklem 2–5 Düzenleyicisi



Şekil 19.10 Pak & Lee Yangın Faktörü Yöntemi ile LA Debris Method Denklem 2–5 Düzenleyicisi

Adjustment-Transposition (A-T) Faktörü, incelenen havza ile regresyon denkleminin türetildiği özgün havza arasındaki jeomorfolojik farklılığı tanımlar. Bu faktör; yüzey jeolojisi, toprak özellikleri, yamaç morfolojisi ve akarsu yatağı morfolojisini dikkate alır. Regresyon denkleminin geliştirildiği *San Gabriel Mountains* havzaları için A-T faktörü 1,0'dır. Daha yüksek moloz (*debris*) üretme potansiyeline sahip havzalarda A-T faktörü 1,0'dan büyük, daha düşük moloz üretim kapasitesine sahip alanlarda ise 1,0'dan küçük olacaktır.

Relief Ratio (Rölyef Oranı), havzanın uzunluğu ve eğimine bağlı olarak moloz (*debris*) üretme duyarlılığını tanımlar. Bu oran; havzadaki en yüksek nokta (en uzun akarsuyun memba ucunda ölçülen) ile en düşük nokta (molozun toplandığı nokta) arasındaki kot farkının, en uzun akarsu boyunca ölçülen maksimum akarsu uzunluğuna bölünmesi esasına dayanır.

Yangın Faktörü (*Fire Factor*) Yöntemi iki seçenek içermektedir: olay bazlı simülasyonlar için Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörü ve sürekli simülasyonlar için Pak & Lee Yangın Faktörü. Yangın faktörü, orman yangınlarının yüzey erozyonu üzerindeki etkisini tanımlamaktadır. Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörüne ilişkin bilgiler, *Los Angeles District Debris Method (Gatwood ve diğ., 2000)* dokümanının Şekil 2'sinde (s.17) sunulmuş olup, tipik değerler %100 yanmadan sonraki ilk 1 yıl için yaklaşık 6,5, %100 yanmadan sonraki 10 yıldan daha uzun süreler için ise yaklaşık 3,0'dır. Pak & Lee Yangın Faktörü yönteminin uygulanabilmesi için iki ek giriş parametresi gereklidir: en son orman yangınının bitiş tarihi ve alt havzanın yanma yüzdesi. Bu yöntem, HEC-HMS kapsamında *LA Debris Method (EQ 2–5)* içinde kullanılmaktadır.

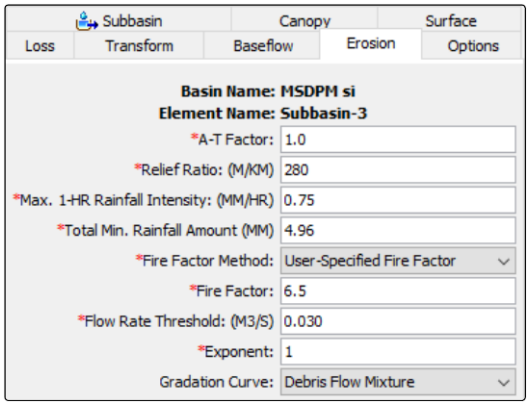
Akım Hızı Eşiği (*Flow Rate Threshold*), sürekli simülasyonlarda fırtına olaylarını ayırmak için doğrudan yüzey akışına ait debi değerinin alt sınırını tanımlamak amacıyla kullanılabilir. Doğrudan akış debisi bu eşik değerin üzerine çıktığında bir moloz akışı (*debris flow*) olayı başlar; debi eşik değerin altına düştüğünde ise olay sona erer.

Üs (*Exponent*) parametresi, sediment yükünün zamana bağlı bir sedigraf (*sedigraph*) serisine dağıtılmasında kullanılır. Küçük üs değerleri sedigrafı hidrografa kıyasla daha yayvan (daha basık) hale getirirken, büyük üs değerleri sedigrafın hidrografa göre daha sivri ve yüksek pik yapmasına neden olur. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *LA Debris Method* (EQ 2–5) sürekli simülasyon ayarlarında kullanılmaktadır.

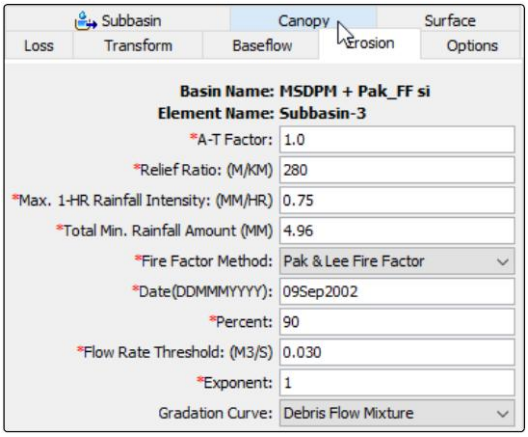
Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), toplam sediment yükünün tane boyu sınıfları ve alt sınıflar arasındaki dağılımını tanımlar. Bu eğri, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde (*diameter–percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır. Mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilmektedir. Eğer çok sayıda farklı fonksiyon tanımlıysa, seçim listesinin yanındaki *paired data* düğmesi aracılığıyla açılan seçici (*selector*) kullanılarak uygun fonksiyon tercih edilebilir. Seçici, her fonksiyona ait açıklamayı görüntüleyerek doğru fonksiyonun seçilmesini kolaylaştırır. Bu tanımlama, HEC-HMS ortamında sediment özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Çoklu Sıra Moloz Tahmin Yöntemi (MSDPM)

Çoklu Sıra Moloz Tahmin Yöntemi, *Pak and Lee* tarafından geliştirilmiş olup, 1938–2002 yılları arasında *Southern California*'deki 80 moloz havzasından elde edilen temizleme verilerine dayanmaktadır. Bu yöntem, 0,1–3,0 mil² alanındaki nispeten küçük havzalar için sürekli moloz üretimi simülasyonunda kullanılabilir. *MSDPM*, üç temel fiziksel sürece dayanır: Sedimentin sürüklenme *(entrainment*) için kritik koşulu, Sedimentin konsantrasyon noktasına (moloz havzasına) taşınması için taşıma kapasitesi, Önceki yağış koşulları ile sonraki yağış olaylarının birleşimi. *MSDPM*, geliştirildiği yer olan *Southern California*'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde en iyi performansı gösterir. Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) bir sonraki iki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 19.11 Alt havza elemanında Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörü Yöntemi ile Çoklu Sıra Moloz Tahmin Yöntemi (MSDPM) Düzenleyicisi



Şekil 19.12 Alt Havza Elemanında Pak & Lee Yangın Faktörü Yöntemi ile Çoklu Sıra Moloz Tahmin Yöntemi (MSDPM) Düzenleyicisi

Adjustment-Transposition (A-T) Faktörü, incelenen havza ile regresyon denklemlerinin türetildiği orijinal havzalar arasındaki jeomorfolojik farklılığı tanımlar. Bu faktör, yüzey jeolojisi, toprak özellikleri ve yamaç ile akarsu yatağı morfolojisini dikkate alır. Regresyon denkleminin geliştirildiği *San Gabriel Mountains* havzaları için A-T faktörü 1,0'dır. Daha yüksek moloz üretme potansiyeline sahip havzalarda A-T faktörü 1,0'den büyük, daha düşük moloz üretim kapasitesine sahip alanlarda ise 1,0'den küçük olacaktır.

Rölyef Oranı (*Relief Ratio*), havzanın uzunluğu ve eğimine bağlı olarak moloz üretme duyarlılığını tanımlar. Bu oran, havzadaki en yüksek nokta (en uzun akarsuyun başlangıcında ölçülen) ile en düşük nokta (moloz toplama noktasında) arasındaki kot farkının, en uzun akarsu boyunca ölçülen maksimum akarsu uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanır.

Eşik Maksimum 1 Saatlik Yağış Şiddeti (*Threshold Maximum 1-hr Rainfall Intensity, TMRI*), sedimentin sürüklenmesi *(entrainment*) için gerekli kritik koşulu tanımlar. Tüm yağış olayları sediment üretmez; çünkü sediment parçacıklarını hareket ettirmek için belirli bir minimum enerji gereklidir. Bu nedenle, *TMRI* bir kalibrasyon faktörü olarak kullanılır ve yağış olaylarını tarayarak, etkili yağışın sediment parçacıklarını sürüklemek için kritik değeri aştığı durumları seçer. Bu parametre, *HEC-HMS* içindeki *LA Debris Method* veya *MSDPM* simülasyonlarında sediment üretimini belirlemek için kullanılır.

Toplam Minimum Yağış Miktarı (*Total Minimum Rainfall Amount, TMRA*), sedimentin konsantrasyon noktasına taşınması için gerekli taşıma kapasitesini tanımlar. Tüm yağış olayları önemli miktarda sediment taşınımına yol açmaz; çünkü sediment sürüklendikten sonra, konsantrasyon noktasına taşınabilmesi için ek bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu nedenle, *TMRA* bir kalibrasyon faktörü olarak tekrar kullanılır ve yağış olaylarını tarayarak, gereken enerjiyi sağlayabilecek etkili yağış olaylarını seçer. Bu parametre, HEC-HMS içindeki LA *Debris Method* veya *MSDPM* simülasyonlarında sediment taşınımını belirlemek için kullanılır.

Yangın Faktörü (*Fire Factor*) Yöntemi, iki seçeneğe sahiptir: olay bazlı simülasyonlar için Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörü (*User-Specified Fire Factor*) ve sürekli simülasyonlar için Pak & Lee Yangın Faktörü (*Pak & Lee*

Fire Factor)**.** Yangın faktörü, orman yangınlarının yüzey erozyonu üzerindeki etkisini tanımlar. Kullanıcı Tanımlı Yangın Faktörü ile ilgili bilgiler, *Los Angeles District Debris Method (Gatwood ve diğ., 2000)* dokümanının Şekil 2'sinde (s.17) sunulmuştur. Tipik değerler, %100 yanmadan sonraki ilk 1 yıl için yaklaşık 6,5, %100 yanmadan sonraki 10 yıldan uzun süreler için ise yaklaşık 3,0'dır. Pak & Lee Yangın Faktörü yönteminin uygulanabilmesi için iki ek bilgi gereklidir: en son orman yangınının bitiş tarihi (*Finish Date of the Most Recent Wildfire*) ve alt havzanın yanma yüzdesi (*Burn Percentage of Subbasin*). Bu yöntemler, HEC-HMS içinde moloz simülasyonlarında kullanılmaktadır.

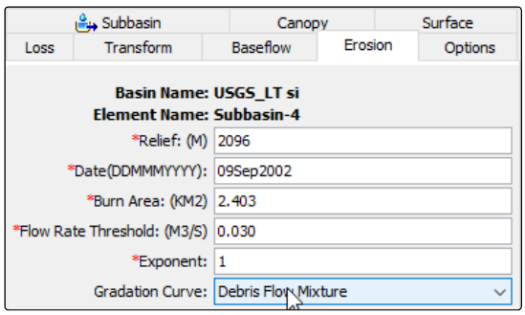
Akım Hızı Eşiği (*Flow Rate Threshold*), sürekli simülasyonlarda fırtına olaylarını ayırmak için doğrudan yüzey akışının alt sınırını belirlemek amacıyla kullanılabilir. Doğrudan akış debisi bu eşik değerinin üzerine çıktığında bir moloz akışı olayı başlar; debi eşik değerin altına düştüğünde ise olay sona erer.

Üs (*Exponent*) parametresi, sediment yükünün zamana bağlı bir s*edigraf* serisine dağıtılmasında kullanılır. Küçük üs değerleri sedigrafı hidrografa kıyasla daha yayvan (daha basık) hale getirirken, büyük üs değerleri sedigrafın hidrografa göre daha sivri ve yüksek pik yapmasına neden olur. Bu parametreler, *HEC-HMS* içindeki LA Debris Method veya MSDPM sürekli simülasyonlarında sediment dağılımını modellemek için kullanılır.

Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), toplam sediment yükünün tane boyu sınıfları ve alt sınıflar arasındaki dağılımını tanımlar. Eğri, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde (*diameter–percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer çok sayıda farklı fonksiyon mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *paired data* düğmesiyle açılan seçici (*selector*) kullanılarak uygun fonksiyon tercih edilebilir. Seçici, her fonksiyonun açıklamasını göstererek doğru fonksiyonun seçilmesini kolaylaştırır. Bu yöntem, HEC-HMS içinde sediment özelliklerini ve dağılımını belirlemek için kullanılır.

USGS Uzun Dönem Moloz Modeli

USGS Uzun Dönem Moloz Modeli (*USGS Long-Term Debris Model*), *Gartner et al.* Tarafından geliştirilmiş olup, en son yangından bu yana zaman sınırlaması olmaksızın moloz akışları ve sediment yüklü taşkınlar tarafından biriken 344 sediment hacmi veri tabanına dayanmaktadır. Bu sediment hacmi veri seti, *Ventura County, Los Angeles County* ve *San Bernardino County*'deki çeşitli koşulları temsil eden geniş bir örneklem sunar. Bu yöntemin Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 19.13 Alt Havza Elemanında USGS Uzun Dönem Moloz Modeli Düzenleyicisi

Rölyef (*Relief*), malzemeyi yamaç boyunca taşımak için mevcut olan enerjinin miktarını tanımlar. Bu, havza içinde bulunan maksimum rölyef değeridir (maksimum kot eksi minimum kot). Tarih (*Date*), en son meydana gelen orman yangınının bitiş tarihini ifade eder. Yanma Alanı (*Burn Area*) ise, en son orman yangını tarafından etkilenen toplam havza alanını belirtir. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *USGS Long-Term Debris Model* simülasyonlarında kullanılır.

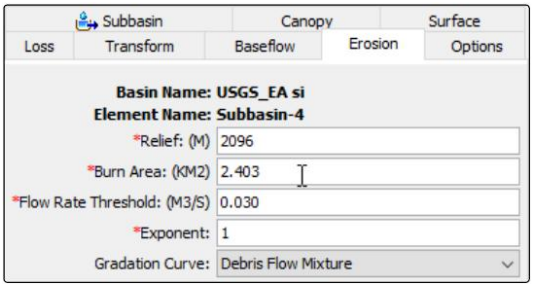
Akım Hızı Eşiği (*Flow Rate Threshold*), sürekli simülasyonlarda fırtına olaylarını ayırmak için doğrudan yüzey akışının alt sınırını belirlemekte kullanılır. Doğrudan akış debisi bu eşik değerinin üzerine çıktığında bir moloz akışı olayı başlar; debi eşik değerin altına düştüğünde olay sona erer.

Üs (*Exponent)* parametresi, sediment yükünün zamana bağlı bir *sedigraf* serisine dağıtılmasında kullanılır. Küçük üs değerleri sedigrafı hidrografa kıyasla daha yayvan (daha basık) hale getirirken, büyük üs değerleri sedigrafın hidrografa göre daha sivri ve yüksek pik yapmasına neden olur. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki USGS *Long-Term Debris Model* veya diğer moloz simülasyonlarında sediment dağılımını modellemek için kullanılır.

Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), toplam sediment yükünün tane boyu sınıfları ve alt sınıflar arasındaki dağılımını tanımlar. Bu eğri, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde (*diameter–percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer çok sayıda farklı fonksiyon mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *paired data* düğmesi ile açılan seçici (*selector*) kullanılarak uygun fonksiyon seçilebilir. Seçici, her fonksiyonun açıklamasını göstererek doğru fonksiyonun seçilmesini kolaylaştırır. Bu parametre, HEC-HMS içinde sediment özelliklerini ve dağılımını belirlemek için kullanılır.

USGS Acil Durum Değerlendirme Moloz Modeli

USGS Acil Durum Değerlendirme Moloz Modeli (*USGS Emergency Assessment Debris Model*), Gartner et al. tarafından geliştirilmiş olup, tam veri setinin bir alt kümesine dayanır ve yangından sonraki iki yıl içinde moloz akışlarıyla biriken 92 sediment hacmini içerir. Bu sediment hacmi veri seti, *Ventura County*, *Los Angeles County* ve *San Bernardino County*'deki çeşitli koşulları temsil eden geniş bir örneklem sunar. Bu yöntemin Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 19.14 Alt Havza Elemanında USGS Acil Durum Değerlendirme Moloz Modeli Düzenleyicisi

Rölyef (*Relief*), malzemeyi yamaç boyunca taşımak için mevcut olan enerjinin miktarını tanımlar. Bu, havza içinde bulunan maksimum rölyef değeridir (maksimum kot eksi minimum kot).

Yanma Alanı (*Burn Area*), orta ve yüksek şiddette yanmış olan havza alanını ifade eder.

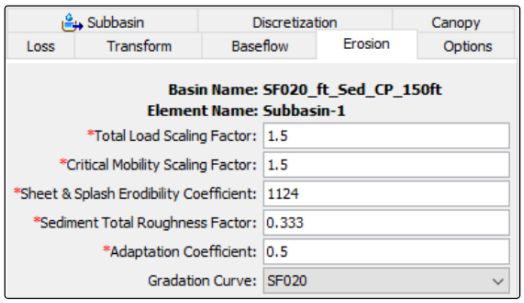
Akım Hızı Eşiği (*Flow Rate Threshold*), sürekli simülasyonlarda fırtına olaylarını ayırmak için doğrudan yüzey akışının alt sınırını belirlemekte kullanılır. Doğrudan akış debisi bu eşik değerinin üzerine çıktığında bir moloz akışı olayı başlar; debi eşik değerin altına düştüğünde olay sona erer. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *USGS Emergency Assessment Debris Model* simülasyonlarında moloz üretimi ve taşınımını modellemek için kullanılır.

Üs (*Exponent*) parametresi, sediment yükünün zamana bağlı bir *sedigraf* serisine dağıtılmasında kullanılır. Küçük üs değerleri sedigrafı hidrografa kıyasla daha yayvan (daha basık) hale getirirken, büyük üs değerleri sedigrafın hidrografa göre daha sivri ve yüksek pik yapmasına neden olur.

Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), toplam sediment yükünün tane boyu sınıfları ve alt sınıflar arasındaki dağılımını tanımlar. Eğri, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde (*diameter–percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır ve mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer çok sayıda farklı fonksiyon mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi ile açılan seçici (*selector*) kullanılarak uygun fonksiyon seçilebilir. Seçici, her fonksiyonun açıklamasını göstererek doğru fonksiyonun seçilmesini kolaylaştırır. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *USGS Emergency Assessment Debris Model* simülasyonlarında sediment dağılımını ve özelliklerini belirlemek için kullanılır.

2B Sediment Taşınımı

2B Sediment Taşınımı (*2D Sediment Transport*)**,** 2B transform modelinin alt ızgara (*subgrid*) çerçevesi içinde çalışacak şekilde geliştirilmiş olup, alt ızgarada erozyon ve birikim oranlarını, yatak değişimini, yatak sınıflandırmasını ve yatak katmanlaşmasını hesaplar. Sediment taşınımı, denge dışı (*non-equilibrium*) toplam yük (*total-load*) formülasyonu ile hesaplanır. Toplam yük taşınım denklemi, 2B akış çözücüsü ile aynı yapılandırılmamış çokgen ağ (*unstructured polygonal mesh*) üzerinde örtük Sonlu Hacim (*implicit Finite-Volume*) yöntemleri ile çözülür. Bu yöntemin Bileşen Düzenleyicisi (*Component Editor*) aşağıda gösterilmektedir. Bu parametreler, HEC-HMS veya benzeri 2B hidrodinamik modeller içinde sediment taşınımını ve yatak değişimlerini simüle etmek için kullanılır.



Şekil 19.15 Alt Havza Elemanında 2B Sediment Taşınımı Düzenleyicisi

Toplam Yük Ölçekleme Faktörü (*Total Load Scaling Factor*)**,** kullanıcının farklı taşınım formüllerini ölçeklendirmesine veya kalibre etmesine olanak sağlar ve tüm taşınım fonksiyonlarına aynı şekilde uygulanır. Önerilen değer aralığı 0,2 ile 5,0 arasındadır.

Kritik Mobilite Ölçekleme Faktörü (*Critical Mobility Scaling Factor*), başlangıç hareketi eşiği (*incipient motion threshold*) ile çarpılır; bu eşik kritik kesme gerilmesi, referans gerilmesi veya *Shields* sayısı olabilir. Bu nedenle, mobilite faktörü 1'den büyük ise taşınım kapasitesi azalır, 1'den küçük ise taşınım kapasitesi artar. Önerilen değer aralığı 0,5 ile 2,0 arasındadır. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport simülasyonlarında taşınım ve mobilite ayarlarını kontrol etmek için kullanılır.

Tabaka ve Sıçrama (*Sheet & Splash*) Erozyon Katsayısı, HEC-HMS içinde tek bir değer olarak tanımlanır. Sıçrama ve tabaka akışı erozyonu, her hesap hücresinin su yüzeyi kotunun üzerinde ancak yağış ve yüzey akışı bulunan "hidrolik olarak kuru" kısmında meydana gelir.

Sheet (yüzey akış) ve *splash* (damla etkisi) erozyonu, Wei et al. tarafından geliştirilen Mera (*rangeland*) erozyon formülünün değiştirilmiş bir biçimiyle hesaplanır. 2B sediment taşınım modeli, bu Wei et al. (2009) formülünü kullanma seçeneğine sahiptir. Erozyon katsayısının birimi $kg \cdot m^{-3,644} \cdot s^{0,644}$ olarak ifade edilir. Wei ve ark. (2009), Arizona'daki 3 çayır mera (*rangeland)* alanı için sheet ve splash erozyon katsayısı değerlerini 1124 ile 2555 $kg \cdot m^{-3,644} \cdot s^{0,644}$ arasında rapor etmişlerdir (tüm değişkenler Uluslararası Birim Sistemi cinsindendir). Ancak, katsayının değeri farklı toprak tipleri ve örtü özelliklerine bağlı olarak büyüklük sıralarında değişebilir**.**

Toplam Sediment Pürüzlülük Faktörü (*Sediment Total Roughness Factor*), Manning Pürüzlülük Katsayısı (*Manning's Roughness Coefficient)* ile kullanıcı tarafından belirlenir. Bu faktör üç bileşene ayrılabilir: Tane kaynaklı pürüzlülük (*grain-related roughness*): Yatak üzerindeki sediment tanelerinin oluşturduğu cilt pürüzlülüğü (*skin roughness*)**.** Çoğu sediment taşınım formülü için gereklidir. Sediment taşınımı pürüzlülüğü (*sediment transport roughness*): Yatak yakınında hareket eden partiküllerin neden olduğu sürtünme kaybıdır. Genellikle diğer bileşenlere kıyasla küçüktür ve burada ihmal edilir. Yatak formu pürüzlülüğü (*bedform roughness*): Yatak şekillerinden kaynaklanan form pürüzlülüğü olup, çok geniş bir değer aralığına sahip olabilir. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *2B* Sediment Transport modelinde yatak ve sediment taşınımının hidrolik etkilerini değerlendirmek için kullanılır.

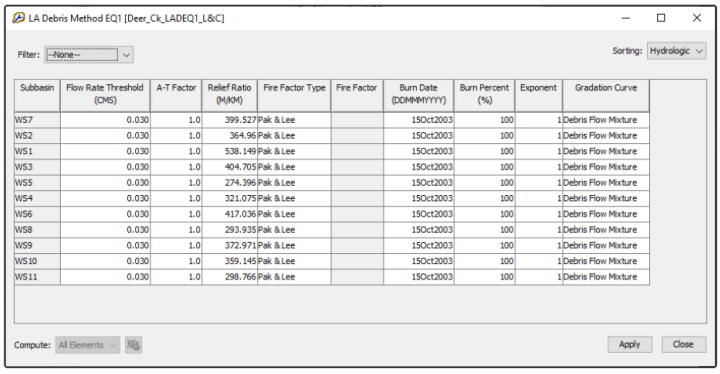
Toplam Sediment Pürüzlülük Faktörü (*Sediment Total Roughness Factor*), *HEC-HMS* içinde Manning Pürüzlülük Katsayısı (*Manning's roughness coefficient*) ile belirlenir. Yatak pürüzlülüğünün zamanla değişmediği ve yatak bileşimi ile yatak şekillerine göre değişmediği varsayılır. Bu yaklaşım, mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılır ve yatak bileşimi ile yatak formasyonlarının evrimini tahmin etmekteki veri eksikliği ve yüksek hata payı nedeniyle gerekçelendirilebilir. Ayrıca, sabit bir yatak pürüzlülüğü kullanmak, model kalibrasyonunu da basitleştirir. Hidrodinamik uygulamalarda kullanılan sediment toplam pürüzlülük faktörü, sediment taşınım hesaplamalarında kullanılan faktör ile aynı olmayabilir; çünkü hidrodinamik pürüzlülük, bitki örtüsü ve diğer sürtünme kaynaklarını da içerebilir ve bunlar yatak pürüzlülüğünü doğrudan temsil etmez. Toplam sediment pürüzlülük faktörü için önerilen değer aralığı 0,5 ile 1,0 arasındadır.

Adaptasyon Katsayısı (*Adaptation Coefficient*), yalnızca hidrolik akış erozyonu (*non-kohezif sediment*) için uygulanır ve toplam yük adaptasyon uzunluğuna (*total-load adaptation length*) bağlıdır. Toplam yük adaptasyon uzunluğunu hesaplamak için birkaç seçenek vardır. En basit yöntem, sabit bir adaptasyon uzunluğu kullanmak ve parametreyi saha ölçümleriyle kalibre etmektir. Deneyimler, çoğu saha uygulaması için bu yaklaşımın yeterli olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, farklı karmaşıklık düzeylerine sahip başka yöntemler de mevcuttur. Toplam yük adaptasyon uzunluğu ayrıca belirli yöntemlerle de saptanabilir. Adveksiyon katsayısı (*advection coefficient*), sediment taşınımının hız ve yönünü etkileyen birkaç süreci dikkate alır; bunlar arasında yatay akım hızının ve sediment konsantrasyon profillerinin dikey olarak homojen olmaması ile yatak eğimi etkileri bulunur. Önerilen değer aralığı 0,5 ile 2,0 arasındadır. Bu parametre, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport simülasyonlarında taşınımın adaptasyonunu ve yönünü modellemek için kullanılır.

Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), yatağın tane boyu dağılımını tanımlar. Granülometri eğrileri, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde inceleme (*diameter-percent finer*) eğrileri olarak tanımlanır. Alt havza için tek bir granülometri eğrisi, mevcut granülometri eğrilerinin listelendiği açılır menüden seçilir. Bu parametre, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport simülasyonlarında yatak özelliklerini ve sediment dağılımını belirlemek için kullanılır.

Genel Düzenleme

Genel düzenleyiciler (*global editors*), her bir alt havza (*subbasin*) veya kanal (*reach*) elemanının bireysel *Component Editor*'larını tek tek düzenlemek yerine, bilgileri hızlı bir şekilde toplu olarak düzenlemek için kullanılır. Erozyon Yöntemleri (*Erosion Methods*), *Parameters | Erosion* menüsü aracılığıyla global olarak düzenlenebilir. Aşağıdaki görsel, tüm alt havzaların *LA Debris Method Equation 1* kullanacak şekilde ayarlandığı bir *Basin Model* için global düzenleyiciyi göstermektedir. Bu özellik, HEC-HMS içinde modelleme süresini kısaltmak ve parametreleri tutarlı şekilde uygulamak için kullanılır.



Subbasin	Flow Rate Threshold (CMS)	A-T Factor	Relief Ratio (M/KM)	Fire Factor Type	Fire Factor	Burn Date (DDMMMYYYY)	Burn Percent (%)	Exponent	Gradation Curve
WS7	0.030	1.0	399.527	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS2	0.030	1.0	364.96	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS1	0.030	1.0	538.149	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS3	0.030	1.0	404.705	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS5	0.030	1.0	274.396	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS4	0.030	1.0	321.075	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS6	0.030	1.0	417.036	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS8	0.030	1.0	293.935	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS9	0.030	1.0	372.971	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS10	0.030	1.0	359.145	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture
WS11	0.030	1.0	298.766	Pak & Lee		15Oct2003	100	1	Debris Flow Mixture

Şekil 19.16 Alt Havza Sedimentleri için Genel Düzenleyiciler

19.3 KANAL SEDİMENTİ

Bir kanaldaki sediment süreçleri, doğrudan akıntı debisi ve akışın erozyona uğramış toprağı taşıma kapasitesi ile ilişkilidir. Akışın taşıma kapasitesi, akış ve sediment özelliklerinden hesaplanabilir. Eğer kanal, giriş akışında bulunan sedimentten daha fazla sediment taşıyabilirse, ek sediment yataktan erozyon yoluyla koparılır ve akışa dahil edilir. Ancak, kanal akışı sedimenti taşıyamıyorsa, taşınan sediment çöker ve kanal yatağına birikir. Bu süreçler, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport veya alt havza sediment simülasyonlarında kanal sediment dinamiklerini modellemek için kullanılır.

Sediment Taşınım Kapasitesi, bir taşınım potansiyeli (*transport potential*) yöntemi temel alınarak hesaplanır. *Muskingum-Cunge* veya *Kinematic Wave* yönlendirme yöntemlerini kullanan herhangi bir *Basin Model*, her kanal (*reach*) elemanı için dikkatli bir şekilde indeks akış (*index flow*) veya indeks hız (*index celerity*) seçmek zorundadır. İndeks akış ve hız, kanalı eşit uzunluk segmentlerine (*dx*) bölmek için kullanılır; bu, *Courant koşulu* ile ifade edilir. *Volume Ratio* ve *Linear Reservoir* sediment yönlendirme (*routing*) yöntemleri, *dx* değerine karşı oldukça hassastır ve *dx*'in seçimi, hesaplanan sediment sonuçlarını önemli ölçüde değiştirebilir. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki kanal sediment taşınım simülasyonlarının doğruluğu için kritik öneme sahiptir.

Sedimentin su kolonundan akarsu yatağına çökmesi (*deposition*) zaman gerektirir. Düşme Hızı (*Fall Velocity*), bir tane boyu sınıfı için, sedimentin su kolonundan akarsu yatağına ne kadar sürede çökmesi beklendiğini tanımlar. Sedimentin çökme hızı hesaplanır ve zaman aralığı ile çarpılarak, tek bir zaman adımında sedimentin çökme mesafesi belirlenir. Bu çökme mesafesi, akış yönlendirmesi sırasında hesaplanan akış derinliği ile karşılaştırılır ve böylece hesaplanan çökme miktarının hangi kısmının gerçek zaman aralığında gerçekleşebileceği belirlenir. Bu yaklaşım, HEC-RAS'te kullanılan yönteme benzer bir mantıkla çalışır ve HEC-HMS içindeki kanal sediment simülasyonlarında uygulanır.

Akarsu yatağından sedimentin erozyonu ve akışa katılması, belirli bir zaman gerektirir. Erozyona ilişkin bazı sınırlamalar gözlemlenmiştir. Bu sınırlamaları uygulamak için ampirik bir kural kullanılır: erozyon için gerekli olan karakteristik akış uzunluğu seçilir. Eğer kanal uzunluğunun akış derinliğine oranı 30'dan küçükse, erozyon sınırlanır. Bu ampirik kural, HEC-RAS'te kullanılan yaklaşıma benzer şekilde HEC-HMS içinde kanal sediment erozyon simülasyonlarında uygulanır.

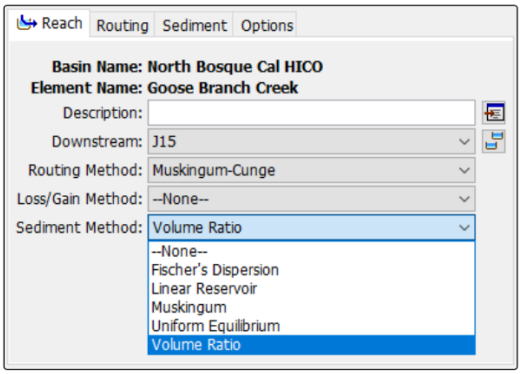
Kanal Yatağı İki Katmanlı Model ile Temsil Edilir. Üst Katman: Akarsu yatağının en üstünü temsil eder ve akı alanı ile aktif etkileşim içindedir. Bu katman, akış debisindeki değişikliklere nispeten hızlı yanıt verir. Alt Katman: Üst katmanla basit bir yatak karıştırma algoritması ile bağlıdır ve kanalın alt tabanını (*substrate)* temsil eder. Alt katman, havza içindeki bir kanalın uzun vadede sediment alıcı (*sink*) veya kaynak (*source*) olarak davranmasını sağlayan süreçleri simüle eder. İki katmanlı model ayrıca "*armoring*" koşulunu temsil edebilir; üst katman kalınlaştıkça erozyon hızı azalır ve yatağın korunması sağlanır. Bu yaklaşım, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport modelinde kanal yatak dinamiklerini ve uzun vadeli sediment davranışlarını daha gerçekçi şekilde simüle etmek için kullanılır.

Kanal Kesit Şekli Sabit Varsayılır. Kanalın kesit şekli simülasyon boyunca değişmez; sediment ve akış dinamiklerine bağlı yatak değişiklikleri modelde temsil edilmez. İki katmanlı modeli temsil etmek için sediment

yatağının karakteristik genişliği ve derinliği kullanılır. Bu yaklaşım, HEC-HMS içindeki 2B Sediment Transport simülasyonlarında yatak geometrisini basitleştirerek hesaplamaları yönetilebilir ve tutarlı kılar.

Sediment Yönteminin Seçilmesi

Bir kanal (*reach*) için sediment yöntemi, *Reach Element Component Editor* üzerinden seçilir. *Component Editor*'a, *Watershed Explorer*'daki Components sekmesinde Reach Element simgesine tıklayarak veya *Basin Map* üzerinde ilgili eleman simgesine tıklayarak erişilebilir. Mevcut beş sediment yöntemi arasından biri seçilebilir. *None* (Hiçbiri) seçilirse, kanal hiç sediment hesaplamaz ve elemandan çıkan tüm sediment debileri sıfır olur. Açılır menüyü kullanarak kullanmak istenilen yöntem seçilebilir. Her bir kanal farklı bir yöntem kullanabilir veya birden fazla kanal aynı yöntemi kullanabilir. Bu seçenekler, HEC-HMS içinde kanal sediment simülasyonlarının esnek bir şekilde yapılandırılmasını sağlar.



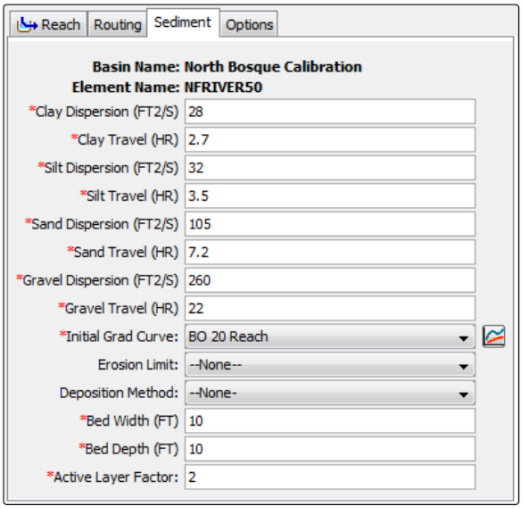
Şekil 19.17 Sediment Yöntemi Parametre Seçimi

Her Sediment Yöntemi için Parametreler, *Component Editor*'daki Sediment sekmesinde gösterilir. Sediment editörü, her zaman Routing editörünün yanında görünür. Sediment editöründe gösterilen bilgiler, seçili olan sediment yöntemine bağlı olarak değişir. Bu yapı, HEC-HMS içinde farklı sediment yöntemlerinin parametrelerini kolayca görüntülemeyi ve düzenlemeyi sağlar.

Fisher Dağılım Yöntemi

Fisher'in Dağılım Yöntemi **(***Fisher's Dispersion***)**, bir kanaldaki sedimentin adveksiyon ve difüzyon süreçlerinin analizi üzerine kuruludur (Fisher et al.). Bu yöntem, mevcut sediment yönlendirme (*routing*) yöntemleri arasında en detaylı olanıdır ve diğer yöntemlere göre daha fazla veri gerektirir. Adveksiyon ve difüzyon, *Travel* (Taşıma) ve *Dispersion* (Dağılım) parametreleri ile temsil edilir ve her tane boyu sınıfı için ayrı ayrı belirtilmelidir. Bu, iri taneli sedimentlerin ince taneli sedimentlerden daha yavaş hareket etmesini sağlar. Her zaman adımında, yukarı akış elemanlarından gelen sediment, kanalda hâlihazırda bulunan sediment ile birleştirilir. Erozyon veya çökme (*deposition*) hesaplandıktan sonra, kalan sediment *Travel Time* (Taşıma Zamanı) ile kanal boyunca taşınır ve

difüzyon süreci ile zayıflatılır. Sedimentin adveksiyonu ve difüzyonu, akış yönlendirmesi sırasında hesaplanan kanaldaki suyun hızı ile ilişkilidir. Bu yöntemin parametreleri, HEC-HMS içindeki *Component Editor*'da görüntülenebilir ve düzenlenebilir.



Şekil 19.18 Kanal Elemanında Fisher'in Dağılım Sediment Yöntemi Düzenleyicisi

Dağılım Katsayısı (*Dispersion Coefficient*), her tane boyu sınıfı (kil, silt, kum, çakıl) için belirtilmelidir. Dağılım katsayısı, sediment parçacıklarının kanal boyunca taşınırken difüze olma eğilimini gösterir ve kanal geometrisine bağlıdır. Katsayı, birkaç büyüklük sırası kadar değişebilir ve çoğu zaman kalibrasyon sırasında ayarlanması gerekir. Bu katsayının tahmini için *Kashefipour and Falconer* tarafından önerilen yöntemler kullanılabilir. Ayrıca, *Travel Time* (Taşıma Zamanı) da her tane boyu sınıfı için belirtilmelidir ve genellikle kanaldaki suyun taşıma zamanı ile yaklaşık olarak eşdeğerdir. Eğer AGU 20 tane boyu sınıflandırması kullanılıyorsa, tüm alt sınıflar için aynı dağılım ve *retenyon* (tutulum) değerleri uygulanır. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki *Fisher's Dispersion Sediment Method Editor* ekranında ayarlanır ve kanal sediment taşınımının doğruluğu için kritik öneme sahiptir.

Başlangıç Granülometri Eğrisi (*Initial Gradation Curve*), simülasyonun başında yatak sedimentinin tane boyuna göre dağılımını tanımlar. Aynı eğri, iki katmanlı yatak modelinin hem üst hem alt katmanında kullanılır. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde Çap-Yüzde (*Diameter-Percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır. Erozyon Limiti (*Erosion Limit*) ise isteğe bağlıdır: Eğer *None* (Hiçbiri) seçilirse, erozyon sadece akışın taşıma kapasitesi ile sınırlanır. Eğer *Yes* (Evet) seçilirse, kanal uzunluğunun akış derinliğine oranı 30'dan küçük olduğunda erozyon azaltılır. Bu tür erozyon limitleri genellikle çok kısa kanallarda görülür. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki kanal sediment simülasyonlarının başlangıç koşullarını ve kısa kanallardaki erozyon davranışını doğru şekilde modellemek için kullanılır.

Çökme Limiti (*Deposition Limit*) isteğe bağlı bir parametredir. Eğer çökme limiti devre dışı bırakılırsa, taşınım kapasitesini aşan sediment tamamen çöker. Eğer *Yes* (Evet) seçilirse, sediment miktarı akı yönlendirmesi sırasında hesaplanan akış derinliği ve her tane boyu için düşme hızı (*fall velocity*) ile sınırlanır. Düşme hızı, *Basin Model*

özelliklerinde seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Çökme limitini seçmek, kullanıcıların ayrıca bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçmesini gerektirir. Kullanıcılar sabit su sıcaklığı (*Average*) belirleyebilir veya bir sıcaklık zaman serisi ölçüm cihazı (*Time Series gage*) seçebilir. Zaman serisi ölçüm cihazları, kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır. Bu özellikler, HEC-HMS içinde sediment çökme davranışının gerçekçi şekilde modellenmesini sağlar.

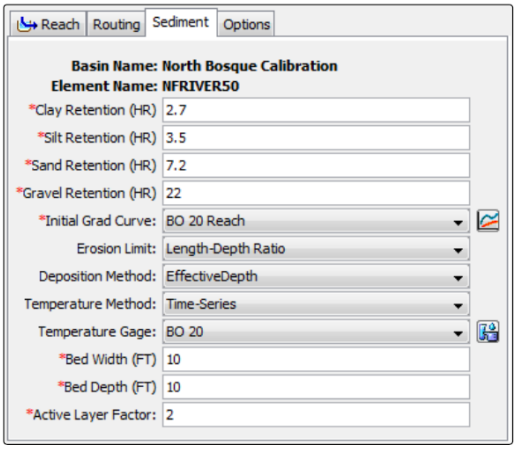
Yatak Genişliği ve Derinliği (*Bed Width and Bed Depth*) Yatak Genişliği (*Bed Width*): Her kanal (*reach*) için belirtilmelidir ve kanalın tamamını temsil etmelidir. Bu genişlik, iki katmanlı yatak modelinin üst ve alt katman hacimlerinin hesaplanmasında kullanılır. Yatak Derinliği (*Bed Depth*): Hem üst hem alt katman için kanalın derinliğini temsil edecek şekilde belirtilmelidir ve uzun zaman dilimlerinde maksimum karışım derinliğini gösterir.

Aktif Katman Faktörü (*Active Layer Factor*): Üst katmanın derinliğini hesaplamak için kullanılır. Her zaman adımında, üst katman derinliği, üst katmandaki sedimentin *d90* değeri ile aktif katman faktörünün çarpılmasıyla hesaplanır. Bu parametreler, HEC-HMS içindeki 2 katmanlı yatak modelinde üst ve alt katman hacimlerini ve üst katmanın zamanla değişen derinliğini doğru şekilde simüle etmek için kritik öneme sahiptir.

Doğrusal Rezervuar

Linear Rezervuar Yöntemi, her bir tane boyutunu akarsu kesiti boyunca taşımak için basit bir doğrusal rezervuar kullanır. Her zaman aralığında, sediman miktarı yukarı havzadan gelen sediman ile yerel erozyon veya birikime bağlı olarak hesaplanır. Her tane boyutu sınıfında mevcut olan sediman, akımın hidrolojik yönlendirmesinden bağımsız olarak doğrusal bir rezervuar üzerinden yönlendirilir. Bu durum, farklı tane boyutlarına sahip sedimanların kesit boyunca farklı hızlarda hareket etmesine olanak sağlar. Parametre değerlerinin belirlenmesi için gözlenen verilerle kalibrasyon yapılması önerilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Tutulum (*Retention*) parametresi, depolama katsayısına eşdeğerdir ve sedimanın akarsu kesiti boyunca yönlendirilmesi için kullanılır. Yönlendirme işlemi kil, silt, kum ve çakıl için ayrı ayrı gerçekleştirilir. AGU 20 tane boyutu sınıflandırması kullanıldığında, her sınıfın tüm alt sınıfları için aynı tutulum değeri kullanılır. Tutulum parametresinin değeri, her bir sediman sınıfının kesit boyunca hareket etmesi için gereken medyan süreye benzer bir anlam taşır. Tutulum değeri her sediman tane boyutu sınıfı için değişebilir; ancak çoğu durumda akarsudaki suyun seyahat süresine yakın bir değerdedir.



Şekil 19.19 Bir Akarsu Kesiti Elemanında Linear Reservoir Sediment Method Editor

Başlangıç Granülometri Eğrisi (*Initial Gradation Curve*), simülasyonun başlangıcında yatak sedimanının tane boyutuna göre dağılımını tanımlar. İki katmanlı yatak modelinde aynı eğri hem üst katmanda hem de alt katmanda kullanılır. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde Çap-Yüzde (*Diameter-Percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır.

Erozyon Sınırı (*Erosion Limit*) isteğe bağlıdır. Eğer erozyon sınırı *None* olarak seçilirse, erozyon yalnızca akımın taşıma kapasitesi ile sınırlı olur. Erozyon Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, akarsu kesiti uzunluğunun akım derinliğine oranı 30'dan küçük olduğunda erozyon azaltılır. Erozyon sınırları genellikle çok kısa akarsu kesitlerinde (*reach*) görülür.

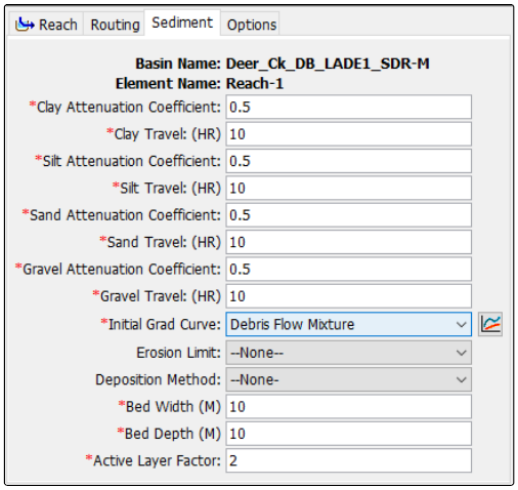
Birikim Sınırı (*Deposition Limit*) isteğe bağlıdır. Birikim sınırı devre dışı bırakıldığında, taşıma kapasitesini aşan sediman tamamen çökelir. Birikim Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, sediman birikimi; akım yönlendirmesi sırasında hesaplanan akım derinliği ve her tane boyutu için düşme hızı ile sınırlandırılır. Düşme hızı, Havza Modeli özellikleri içinde seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Bir *Deposition Limit* seçildiğinde kullanıcıların bir *Temperature Method* seçmesi gerekir. Kullanıcılar sabit bir su sıcaklığı (*Average*) belirleyebilir veya bir sıcaklık zaman serisi ölçüm istasyonu (*Time Series*) seçebilir. Sıcaklık ölçüm istasyonları kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır.

Yatak Genişliği (*Bed Width*) mutlaka tanımlanmalıdır. Bu genişlik, akarsu kesitinin tamamını temsil edecek şekilde seçilmelidir. Genişlik değeri, yatak modelinin üst ve alt katmanlarının hacmini hesaplamak için kullanılır. Yatak Derinliği (*Bed Depth*) de ayrıca tanımlanmalıdır. Bu derinlik hem üst hem de alt katmanlar için kesitin yatak derinliğini temsil edecek şekilde belirlenmeli ve çok uzun zaman periyotlarında gerçekleşen maksimum karışım derinliğini ifade etmelidir.

Aktif Katman Faktörü (*Active Layer Factor*), yatak modelinin üst katmanının derinliğini hesaplamak için kullanılır. Her zaman aralığında üst katman derinliği, üst katmandaki sedimanın *d90* tane çapının aktif katman faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanır.

Muskingum Yöntemi

Muskingum Yöntemi, sediman/molozun akarsu kesiti boyunca yönlendirilmesi için basit bir kütlenin korunumu yaklaşımını kullanır. Her zaman aralığında mevcut sediman miktarı, yukarı havzadan gelen sediman ile yerel erozyon veya birikim dikkate alınarak hesaplanır. Her bir tane boyutu sınıfındaki mevcut sediman, Muskingum yönlendirme parametreleri olan Zayıflatma Katsayısı (*Attenuation Coefficient*) ve Seyahat Süresi (*Travel Time*) kullanılarak yönlendirilir. Bu yaklaşım, farklı tane boyutlarına sahip sedimanların kesit boyunca farklı hızlarda hareket etmesine ve ayrıca kesit boyunca zayıflamanın yaklaşık olarak temsil edilmesine olanak sağlar. Parametre değerlerinin belirlenmesi için gözlenen verilerle kalibrasyon yapılması önerilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.20 Bir Akarsu Kesiti Elemanında Linear Reservoir Sediment Method Editor

Her tane sınıfının Zayıflatma Katsayısı (*Attenuation Coefficient*), giriş ve çıkış etkisi arasındaki ağırlığı temsil eder; 0,0 ile 0,5 arasında değişir. Pratik uygulamada, 0,0 değeri maksimum zayıflamaya ve 0,5 değeri zayıflamanın hiç olmamasına karşılık gelir. Çoğu akarsu kesiti için, kalibrasyon yoluyla belirlenen ara bir değer gereklidir.

Her tane sınıfı için Seyahat Süresi (*Travel: HR*), temelde sedimanın akarsu kesiti boyunca geçiş süresini ifade eder. Bu süre, kesit özellikleri ve akım özellikleri bilgisi kullanılarak tahmin edilebilir. Bazı durumlarda kalibrasyon parametresi olarak da kullanılabilir.

Başlangıç Granülometri Eğrisi *(Initial Gradation Curve*), simülasyonun başlangıcında yatak sedimanının tane boyutuna göre dağılımını tanımlar. İki katmanlı yatak modelinde aynı eğri hem üst hem de alt katmanda kullanılır. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde Çap-Yüzde (*Diameter-Percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır.

Erozyon Sınırı (*Erosion Limit*) isteğe bağlıdır. Eğer erozyon sınırı *None* olarak seçilirse, erozyon yalnızca akımın taşıma kapasitesi ile sınırlı olur. Erozyon Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, akarsu kesiti uzunluğunun akım derinliğine

oranı 30'dan küçük olduğunda erozyon azaltılır. Erozyon sınırları genellikle çok kısa akarsu kesitlerinde (*reach)* görülür.

Birikim Sınırı (*Deposition Limit*) isteğe bağlıdır. Birikim sınırı devre dışı bırakıldığında, taşıma kapasitesini aşan sediman tamamen çökelir. Birikim Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, sediman birikimi; akım yönlendirmesi sırasında hesaplanan akım derinliği ve her tane boyutu için düşme hızı ile sınırlandırılır. Düşme hızı, Havza Modeli (*Basin Model*) özelliklerinde seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Birikim Sınırı seçildiğinde kullanıcıların bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçmesi gerekir. Kullanıcılar sabit bir su sıcaklığı (*Average*) belirleyebilir veya bir sıcaklık zaman serisi ölçüm istasyonu (*Time Series*) seçebilir. Sıcaklık ölçüm istasyonları kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır.

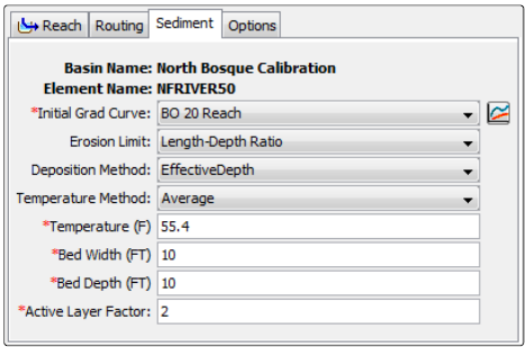
Yatak Genişliği (*Bed Width*) mutlaka tanımlanmalıdır. Bu genişlik, akarsu kesitinin tamamını temsil edecek şekilde seçilmelidir. Genişlik değeri, yatak modelinin üst ve alt katmanlarının hacmini hesaplamak için kullanılır.

Yatak Derinliği (*Bed Depth***)** de ayrıca tanımlanmalıdır. Bu derinlik hem üst hem de alt katmanlar için kesit derinliğini temsil edecek şekilde belirlenmeli ve çok uzun zaman periyotlarında gerçekleşen maksimum karışım derinliğini ifade etmelidir.

Aktif Katman Faktörü (*Active Layer Factor*), yatak modelinin üst katmanının derinliğini hesaplamak için kullanılır. Her zaman aralığında, üst katman derinliği, üst katmandaki sedimanın *d90* tane çapının aktif katman faktörü ile çarpılmasıyla belirlenir.

Dengeli Taşınım Yöntemi

Dengeli Taşınım Yöntemi **(***Uniform Equilibrium*), sedimanın akarsu kesiti boyunca anında taşındığını varsayar. Bu yöntem en basit yöntemdir çünkü sedimanın kesitten geçişi sırasında herhangi bir zamansal gecikmeyi hesaplamaz. Sediman, yukarı akış elemanlarından kesite girer. Her tane boyutu için taşıma kapasitesi hesaplanarak akımın birikim mi yoksa erozyon mu yaptığı belirlenir. Mevcut sediman, birikim ve erozyon sınırlamalarına bağlı olarak hesaplanır. Kalan sediman ise hızdan bağımsız olarak yönlendirilir. *Uniform Equilibrium* yöntemi için Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.21 Bir Akarsu Kesiti Elemanında Uniform Equilibrium Sediment Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç Granülometri Eğrisi (*Initial Gradation Curve*), simülasyonun başlangıcında yatak sedimanının tane boyutuna göre dağılımını tanımlar. İki katmanlı yatak modelinde aynı eğri hem üst hem de alt katmanda kullanılır. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde Çap-Yüzde (*Diameter-Percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır.

Erozyon Sınırı *(Erosion Limit*) isteğe bağlıdır. Eğer erozyon sınırı *None* olarak seçilirse, erozyon yalnızca akımın taşıma kapasitesi ile sınırlı olur. Erozyon Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, akarsu kesiti uzunluğunun akım derinliğine oranı 30'dan küçük olduğunda erozyon azaltılır. Erozyon sınırları genellikle çok kısa akarsu kesitlerinde görülür.

Birikim Sınırı (*Deposition Limit***)** isteğe bağlıdır. Birikim sınırı devre dışı bırakıldığında, taşıma kapasitesini aşan sediman tamamen çökelir. Birikim Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, sediman birikimi; akım yönlendirmesi sırasında hesaplanan akım derinliği ve her tane boyutu için düşme hızı ile sınırlandırılır. Düşme hızı, Havza Modeli özelliklerinde seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Birikim Sınırı seçildiğinde kullanıcıların bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçmesi gerekir. Kullanıcılar sabit bir su sıcaklığı (*Average*) belirleyebilir veya bir sıcaklık zaman serisi ölçüm istasyonu (*Time Series*) seçebilir. Sıcaklık ölçüm istasyonları kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır.

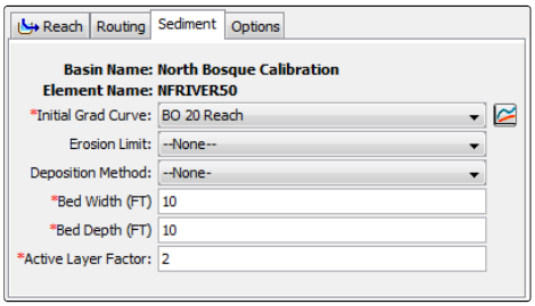
Yatak Genişliği (*Bed Width*) mutlaka tanımlanmalıdır. Bu genişlik, akarsu kesitinin tamamını temsil edecek şekilde seçilmelidir. Genişlik değeri, yatak modelinin üst ve alt katmanlarının hacmini hesaplamak için kullanılır.

Yatak Derinliği (*Bed Depth*) de ayrıca tanımlanmalıdır. Bu derinlik hem üst hem de alt katmanlar için kesit derinliğini temsil edecek şekilde belirlenmeli ve çok uzun zaman periyotlarında gerçekleşen maksimum karışım derinliğini ifade etmelidir.

Aktif Katman Faktörü (*Active Layer Factor*), yatak modelinin üst katmanının derinliğini hesaplamak için kullanılır. Her zaman aralığında üst katman derinliği, üst katmandaki sedimanın *d90* tane çapının aktif katman faktörü ile çarpılmasıyla belirlenir.

Hacim Oranı

Hacim Oranı Yöntemi (*Volume Ratio Method*), sediman taşınımını doğrudan akım hacmi ile ilişkilendirir. Her zaman aralığında, yukarı akış elemanlarından gelen sediman, kesitte zaten bulunan sedimana eklenir. Her tane boyutu için birikim veya erozyon hesaplanarak yönlendirme için kullanılabilir sediman belirlenir. Kesitten çıkan mevcut sediman oranının, aynı zaman aralığında kesitten çıkan akım oranına eşit olduğu varsayılır. Bu, tüm tane boyutlarının aynı hızda kesit boyunca taşındığı anlamına gelir; ancak erozyon ve birikim her tane boyutu için ayrı ayrı hesaplanır. Bu varsayım, sedimanın adveksiyon hızını temel olarak suyun toplu akım hızı ile sınırlar. Bu nedenle, bu yöntem, *Uniform Equilibrium Yöntemi*ne göre (çok daha fazla veri gerektirmeden) daha yüksek doğruluk sunar, ancak diğer mevcut yöntemler kadar hassas değildir; çünkü diğer yöntemler önemli ölçüde daha fazla veri gerektirir. Bu yöntem, *Soil and Water Assessment Tool* (*SWAT*) *Model*inde kullanılan yaklaşıma benzer (Gassman, 2007). Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.22 Bir Akarsu Kesiti Elemanında Volume Ratio Sediment Yöntemi Düzenleyicisi

Başlangıç Granülometri Eğrisi (*Initial Gradation Curve*), simülasyonun başlangıcında yatak sedimanının tane boyutuna göre dağılımını tanımlar. İki katmanlı yatak modelinde aynı eğri hem üst hem de alt katmanda kullanılır. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde Çap-Yüzde (*Diameter-Percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır.

Erozyon Sınırı (*Erosion Limit***)** isteğe bağlıdır. Eğer erozyon sınırı *None* olarak seçilirse, erozyon yalnızca akımın taşıma kapasitesi ile sınırlı olur. Erozyon Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, akarsu kesiti uzunluğunun akım derinliğine oranı 30'dan küçük olduğunda erozyon azaltılır. Erozyon sınırları genellikle çok kısa akarsu kesitlerinde (*reach*) görülür.

Birikim Sınırı (*Deposition Limit*) isteğe bağlıdır. Birikim sınırı devre dışı bırakıldığında, taşıma kapasitesini aşan sediman tamamen çökelir. Birikim Sınırı *Yes* olarak seçildiğinde, sediman birikimi, akım yönlendirmesi sırasında hesaplanan akım derinliği ve her tane boyutu için düşme hızı ile sınırlandırılır. Düşme hızı, Havza Modeli özelliklerinde seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Birikim Sınırı seçildiğinde kullanıcıların bir Sıcaklık Yöntemi (*Temperature Method*) seçmesi gerekir. Kullanıcılar sabit bir su sıcaklığı (*Average*) belirleyebilir veya bir sıcaklık zaman serisi ölçüm istasyonu (*Time Series*) seçebilir. Sıcaklık ölçüm istasyonları kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır.

Yatak Genişliği (*Bed Width*) mutlaka tanımlanmalıdır. Bu genişlik, akarsu kesitinin tamamını temsil edecek şekilde seçilmelidir. Genişlik, yatak modelinin üst ve alt katmanlarının hacmini hesaplamak için kullanılır.

Yatak Derinliği (*Bed Depth*) de ayrıca tanımlanmalıdır. Bu derinlik hem üst hem de alt katmanlar için kesit derinliğini temsil edecek şekilde belirlenmeli ve çok uzun zaman periyotlarında gerçekleşen maksimum karışım derinliğini ifade etmelidir.

Aktif Katman Faktörü (*Active Layer Factor*), yatak modelinin üst katmanının derinliğini hesaplamak için kullanılır. Her zaman aralığında, üst katman derinliği, üst katmandaki sedimanın *d90* tane çapının aktif katman faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanır.

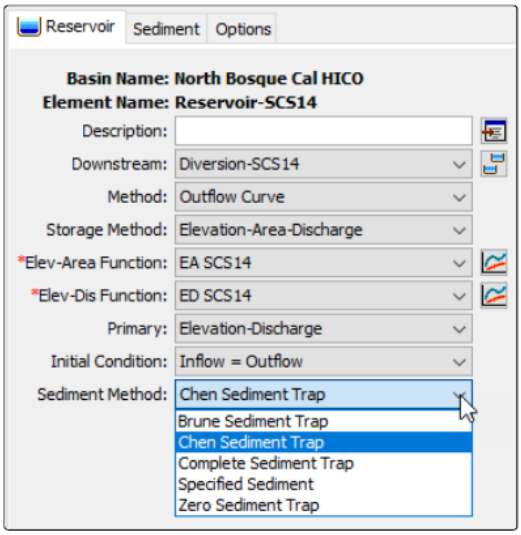
19.4 REZERVUAR SEDİMANI

Bir rezervuar, sudan sedimanın ayrılması için ideal bir ortam sağlar. Durgun veya tamamen hareketsiz su, sedimanı askıda tutma kapasitesine sahip değildir çünkü suyun yatay hızı sıfırdır. Bu nedenle, yeterli zaman verildiğinde su kolonundaki tüm sediman rezervuarın tabanına çöker. Zaman önemli bir faktördür çünkü sediman anında çökmez. Her sediman tanesi ile onu çevreleyen su molekülleri arasında çok az bir sürtünme vardır. Bu sürtünme, her bir sediman tanesinin düşüşünü yavaşlatan türbülanslı bir ortam oluşturur. Belirli bir sediman tanesinin çökme hızı, öncelikle tanenin boyutuna ve daha az ölçüde tanenin yoğunluğu ile şekline bağlıdır. Büyük tanecikler çok hızlı çökerken, küçük tanecikler daha yavaş çöker. Çok ince taneli sedimanlar, örneğin silt ve kil, su kolonundan çökmesi yıllar sürebilecek kadar yavaş olabilir. Rezervuarın bekleme süresi ne kadar uzun olursa, giren sedimanın tabana çöken yüzdesi o kadar yüksek olur. Ancak, en küçük kil tanecikleri, tanecikleri oluşturan minerallerdeki elektrik yükleri ve su moleküllerindeki hidrojen bağları nedeniyle oluşan yükler nedeniyle asla tamamen çökmeyebilir.

Rezervuara giren ve tabana çöken sediman, rezervuarın depolama hacminin bir kısmını ortadan kaldırır. Zamanla, sedimanın çökmesi sonucu kaybedilen kümülatif depolama hacmi önemli hale gelebilir. Eğer bir *Reservoir Capacity Method* seçilir ise, program rezervuardaki sediman dengesini zaman içinde hesaplar ve yukarı havzalardan gelen sediman ve moloz akışına dayalı olarak her zaman adımında *Elevation-Area* ve *Elevation-Storage* eğrilerini günceller. Bu işlem, verimli tutma (*trap)* yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilir.

Sediman Yöntemi Seçimi

Bir rezervuar için *Sediment Method*, Rezervuar Elemanı (*Reservoir Element*) Bileşen Düzenleyicisinde seçilir. *Component Editor*'e**,** *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinde bulunan Rezervuar Elemanı simgesine tıklayarak erişilebilir. Eğer Havza Haritası açıksa, eleman simgesine tıklayarak da düzenleyiciye ulaşılabilir. Beş mevcut seçenekten bir *Sediment Method* seçilebilir. Seçim listesi kullanılarak kullanmak istenilen yöntem belirlenir. Her rezervuar ayrı olarak ele alınır ve rezervuarın büyüklüğüne göre uygun bir yöntem seçilmelidir. Çok büyük rezervuarlar genellikle gelen sedimanın neredeyse tamamını tutar. Küçük rezervuarlar ise genellikle çakıl ve kumu tutarken, silt ve kilin geçmesine izin verir ve sediman darbelerinde bazı zayıflamalara neden olur.



Şekil 19.23 Bir Rezervuar Elemanı için Sediman Yöntemi Seçimi

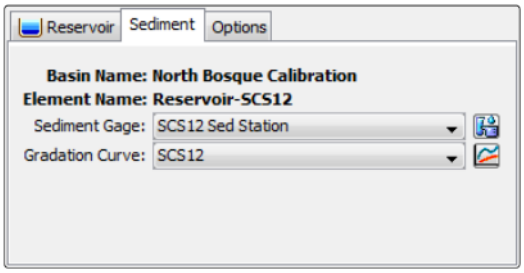
Her bir *Sediment Method* için parametreler, Rezervuar Elemanı düzenleyicisinden ayrı bir *Component Editor* üzerinde sunulur. Bir Sediment Yöntemi seçildikten sonra, Sediment düzenleyicisi, Rezervuar düzenleyicisinin yanında görüntülenir. Sediment düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlıdır; bazı yöntemlerde ise girilecek parametre bulunmayabilir.

Tam Sediman Tutucu

Tam Sediman Tutucu Yöntemi (*Complete Sediment Trap*), gelen tüm sedimanın rezervuarın tabanına çökmesini sağlar ve çıkışta hiçbir sediman kalmaz. Bu yöntem, silt ve kil taneciklerinin bile çökmesi için yeterli olan uzun bekleme süresine sahip rezervuarlar için kullanılabilir. Yöntemin uygunluğu, küçük sediman taneciklerinin çökme hızını hesaplayarak, rezervuar derinliğini çökme hızına bölmek ve elde edilen değeri tahmini bekleme süresi ile karşılaştırmak suretiyle doğrulanabilir. Çökme hızının hesaplanmasında *Jiménez ve Madsen* (*2003*) gibi referanslar kullanılabilir. Bu yöntem için herhangi bir parametre girilmesine gerek yoktur.

Belirlenmiş Sediman

Specified Sediment Yöntemi (*Specified Sediment*), rezervuar çıkışındaki sediman gözlemlerini kullanarak her zaman aralığında rezervuardan çıkan sedimanı hesaplar. Çıkışta gözlemlenen sediman, bir zaman aralığında gelen sedimandan daha fazla veya daha az olabilir. Gözlemlenen sediman, gelen sedimandan az ise çökme (*settling*), fazla ise yeniden süspansiyon ve deşarj (*resuspension and discharge*) gerçekleştiği varsayılır. Fiziksel süreçlerin kendisi burada önemli değildir; rezervuar çıkışında gözlemlenen sediman, basitçe bir zaman serisi olarak belirtilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



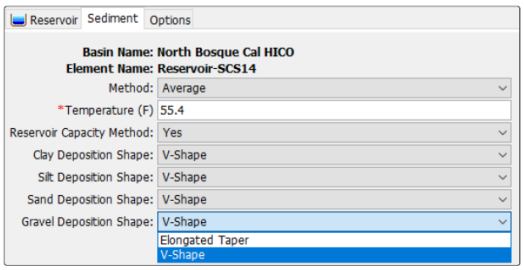
Şekil 19.24 Bir Rezervuar Elemanı için Specified Sediment Yöntemi Düzenleyicisi

Rezervuardan çıkan toplam sediman debisi, bir Sediman Yükü Zaman Serisi (*Time-Series of Sediment Load)* ile belirtilir. Zaman serisi, tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil etmelidir. Zaman serisi verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Time-Series Data Manager* içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Time-Series* düğmesi, doğru sediman ölçüm istasyonunun seçilmesine yardımcı olabilir.

Rezervuardan çıkan toplam sediman debisi, bir Tane Boyutu Dağılım Eğrisi (*Grain Size Distribution Curve*) kullanılarak tane boyutu sınıflarına dağıtılır. Tane boyutu dağılım eğrisi, bir çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu ile tanımlanır. Fonksiyon verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Paired Data Manager* içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi, doğru fonksiyonun seçilmesine yardımcı olabilir.

Chen Sediman Tutucu

Bir rezervuarın tutma verimliliği, rezervuarda tutulan sediman yükünün, rezervuara giren toplam sediman yüküne oranı ile tanımlanır. Tutma verimliliği, sedimanın çökme hızı ile kritik çökme hızının karşılaştırılmasıyla tahmin edilebilir (Chen, 1975). Çökme hızı, Havza Modeli için seçilen yöntem kullanılarak hesaplanır. Kritik çökme hızı ise rezervuardan deşarj edilen debinin yüzey alanına bölünmesiyle elde edilir. Hesaplamalar, her tane boyutu sınıfı veya alt sınıfı için ayrı ayrı yapılır. Simülasyonun her zaman aralığı için yüzey alanını hesaplayabilmek amacıyla, bu yöntem yalnızca rezervuar depolama özellikleri *Elevation-Area yöntemi* ile tanımlandığında kullanılabilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.25 Her Tane Boyutu için Birikim Şekli Seçimi

Chen Sediment Trap Yöntemi için ana parametre, rezervuardaki suyun derinlik-ortalama sıcaklığıdır. Kullanıcı sabit bir sıcaklık (*Fixed Temperature*) belirleyebilir veya bir *Temperature Time-Series Gage* seçebilir. Sıcaklık ölçüm istasyonları (*Temperature gages*), Sediment Yöntemi için kullanılmadan önce *Time-Series Data Manager* içinde oluşturulmalıdır.

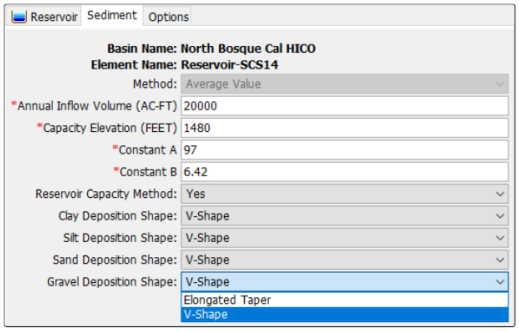
Reservoir Capacity Method, yukarı havzalardan gelen sediman/moloz akışına dayalı olarak rezervuar/debris havzasının hacim azalmasını dinamik şekilde simüle etmek için kullanılan bir seçenektir. *Reservoir Capacity Method* için *Yes* seçildiğinde, iki farklı birikim şekli seçeneği sunulur: *V-Shape* ve *Elongated Taper*.

V-Shape: Elevation-Storage eğrisini ve Elevation-Area eğrisini, rezervuar taban yüksekliğinden başlayarak, her zaman adımında her tane boyutu için siltasyon hacmine göre günceller.

Elongated Taper: Elevation-Storage eğrisini ve Elevation-Area eğrisini, rezervuar üst yüksekliğinden başlayarak, her zaman adımında her tane boyutu için siltasyon hacmine göre günceller.

Brune Sediman Tutucu

Bir rezervuarın tutma verimliliği, rezervuarda tutulan sediman yükünün, rezervuara giren toplam sediman yüküne oranı ile tanımlanır. Brune (1953), tutma verimliliği ile rezervuar kapasitesi – yıllık giriş debisi oranı (*C/I*) arasındaki ilişkiyi gösteren eğriyi geliştirmiştir. Hesaplamalar, her tane boyutu sınıfı veya alt sınıfı için ayrı ayrı yapılır. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.26 Her Tane Boyutu için Birikim Şekli Seçimi

Yıllık Giriş Hacmi (*Annual Inflow Volume*), rezervuara gelen ortalama yıllık giriş hacmini tanımlar.

Kapasite Yüksekliği (*Capacity Elevation*), rezervuarın kapasiteye ulaştığı yüksekliği ifade eder.

Sabit A (*Constant A*) için tipik değer aralığı: 95 – 100

Sabit B (*Constant B*) için tipik değer aralığı: 5,37 – 7,71

Reservoir Capacity Method, yukarı havzalardan gelen sediman/moloz akışına dayalı olarak rezervuar/debris havzasının hacim azalmasını dinamik şekilde simüle etmek için kullanılan bir seçenektir. *Reservoir Capacity Method* için *Yes* seçildiğinde, iki farklı birikim şekli seçeneği sunulur: *V-Shape* ve *Elongated Taper*.

V-Shape: Elevation-Storage ve Yükseklik-Alan eğrilerini, rezervuar taban yüksekliğinden başlayarak, her zaman adımında her tane boyutu için siltasyon hacmine göre günceller.

Elongated Taper: Elevation-Storage ve Yükseklik-Alan eğrilerini, rezervuar üst yüksekliğinden başlayarak, her zaman adımında her tane boyutu için siltasyon hacmine göre günceller.

Sıfır Sediman Tutma

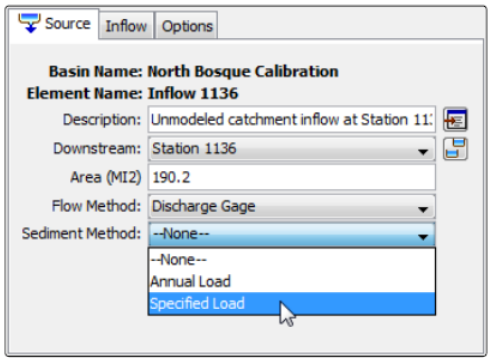
Sıfır Sediman Tutma Yöntemi (*Zero Sediment Trap*), gelen tüm sedimanın rezervuar çıkışına aktarılmasını sağlar ve hiçbir çökelme gerçekleşmez. Her zaman aralığının sonunda, her tane boyutu için gelen sediman yükü yukarı akış elemanları üzerinden toplanır. Ardından, her tane boyutu sınıfı için toplam zaman aralığı sediman yükü rezervuar çıkışına aktarılır. Zaman aralığı boyunca herhangi bir tane boyutu sınıfında çökme gerçekleşmez. Eğer giriş debisi çıkış debisinden farklı ise, rezervuarın giriş ve çıkışındaki sediman konsantrasyonları arasında büyük farklar oluşabilir. Bu yöntem, yalnızca simülasyon zaman aralığına yaklaşık bekleme süresine sahip çok küçük rezervuarlar için önerilir. Bu yöntem için herhangi bir parametre girilmesine gerek yoktur.

19.5 KAYNAK SEDİMANI

Bir Kaynak Elemanı (*Source Element*), kanal ağlarına giriş akışı sağlamak için kullanılır. Genellikle bu giriş akışı, havza modelinde açıkça modellenmemiş yukarı havzanın bir kısmını temsil eder. Bazen giriş akışı, ayrı bir simülasyon modelinde hesaplanır ve bu modelden çıkan çıkış hidroğrafı, kaynak elemanındaki giriş akışı olarak kullanılır. Diğer durumlarda, giriş akışı bir debi ölçüm istasyonunda gözlemlenir ve kaynak elemanındaki giriş akışı haline gelir. Havza modeli içinde bir kaynak elemanı bulunuyorsa hem su hem de sediman girişinin kaynakta sağlanması kritik öneme sahiptir.

Sediman Yöntemi Seçimi

Bir kaynak elemanı (*Source Element*) için *Sediment Method*, Kaynak Elemanı Bileşen Düzenleyicisinde seçilir. *Component Editor*'e, *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinde bulunan Kaynak Elemanı simgesine tıklanarak erişilebilir. Eğer Havza Haritası açıksa, eleman simgesine tıklanarak da düzenleyiciye ulaşılabilir. Üç mevcut seçenekten bir *Sediment Method* seçilebilir. Eğer *None* yöntemi seçilirse, kaynak elemanı sediman hesaplamaz ve elemandan çıkan tüm sediman debileri sıfır olur. Seçim listesini kullanarak kullanmak istenilen yöntem belirlenir. Her kaynak ayrı olarak ele alınır ve kaynak üzerindeki havza alanı ve simülasyon süresine uygun bir yöntem kullanılmalıdır.



Şekil 19.27 Bir Kaynak Elemanı için Sediman Yöntemi Seçimi

Her bir *Sediment Method* için parametreler, Kaynak Elemanı düzenleyicisinden ayrı bir *Component Editor* üzerinde sunulur. Bir Sediment Yöntemi seçildikten sonra, Sediment düzenleyicisi giriş (*Inflow*) düzenleyicisinin yanında görüntülenir. Sediment düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlıdır.

Yıllık Yük

Yıllık Yük Yöntemi (*Annual Load Method)*, ortalama yıllık sediman yükünü çıkış hidroğrafına uygular. Bu yöntem, arazi kullanımının zaman içinde değişmediği sürekli simülasyon uygulamaları için uygun olabilir. Toplam sediman yükü, kaynak elemanındaki çıkış hidroğrafı ile tutarlı olacak şekilde bir zaman serisine dağıtılmalıdır. Programda kullanılan yöntem, *Haan ve ark. (1994)* tarafından geliştirilen üstel (*exponential*) formdur. Üstel denklemi şu şekildedir:

Burada:

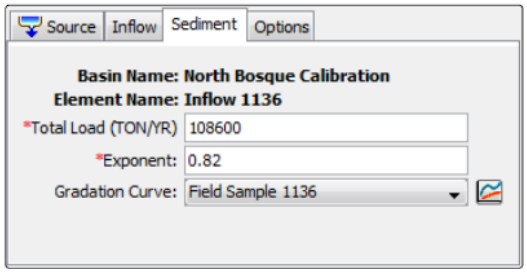
$ct \rightarrow$ t zamanındaki sediman konsantrasyonu,

$k \rightarrow$ zaman aralığındaki toplam sediman yükünün, zaman aralığındaki toplam debiye oranı,

$Q_t \rightarrow$ t zamanındaki kaynak debisi,

$a \rightarrow$ kullanıcı tarafından girilen üs (*exponent*) değeridir.

Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.28 Bir Kaynak Elemanı için Annual Load Sediman Yöntemi Düzenleyicisi

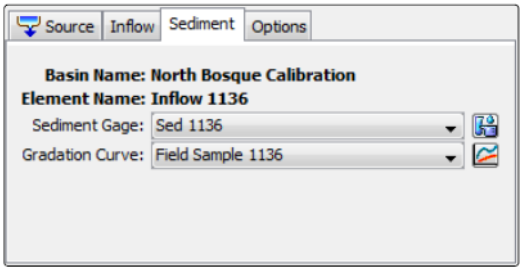
Toplam Yük (*Total Load*), tipik bir yıl için tüm tane boyutu sınıflarını kapsayan birikmiş sedimanı belirtir. Toplam yük, kaynak elemanının yukarısındaki alanın arazi kullanımına bağlıdır ve yerel koşullara göre oldukça değişken olabilir. Yük, simülasyon zaman aralığı boyunca sabittir.

Üs (*Exponent*), sediman yükünü zaman serisi sedigrafına dağıtmak için kullanılır. Küçük bir değer, sedigrafi çizgisini hidroğraf çizgisine kıyasla yassılaştırır; büyük bir değer ise sedigrafi çizgisini hidroğraf çizgisine kıyasla yükseltir.

Granülometri Eğrisi (*Gradation Curve*), toplam sediman yükünün tane boyutu sınıflarına ve alt sınıflarına dağılımını tanımlar. Granülometri eğrisi, *Paired Data Manager* içinde çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu olarak tanımlanır. Mevcut fonksiyonlar seçim listesinde gösterilir. Eğer çok sayıda farklı fonksiyon mevcutsa, seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi ile erişilen fonksiyon seçiciden bir fonksiyon tercih edilebilir. Seçici, her fonksiyonun açıklamasını gösterir ve doğru fonksiyonun seçilmesini kolaylaştırır.

Belirlenmiş Yük Yöntemi

Belirlenmiş Yük Yöntemi *(Specified Sediment Method)*, kaynak elemanına akışa eklenmesi gereken sedimanı belirlemek için gözlemlenmiş sediman yükü zaman serisi verilerini kullanır. Sediman gözlemleri, akış gözlemlerine kıyasla daha nadirdir. Kaynak elemanı konumunda gözlemler mevcut değilse, bu yöntem, sediman deşarjını hesaplayan harici bir modelden elde edilen veriler için kullanılabilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.28 Bir Kaynak Elemanı için Belirlenmiş Yük Sediman Yöntemi Düzenleyicisi

Kaynaktaki toplam sediman debisi, bir Sediman Yükü Zaman Serisi (*Time-Series of Sediment Load*) ile belirtilir. Zaman serisi, tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil etmelidir. Zaman serisi verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Time-Series Data Manager* içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Time-Series* düğmesi, doğru sediman ölçüm istasyonunun seçilmesine yardımcı olabilir.

Kaynaktaki toplam sediman debisi, bir Tane Boyutu Dağılım Eğrisi (*Grain Size Distribution Curve*) kullanılarak tane boyutu sınıflarına dağıtılır. Tane boyutu dağılım eğrisi, bir çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu ile tanımlanır. Fonksiyon verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Paired Data Manager* içinde

tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi, doğru fonksiyonun seçilmesine yardımcı olabilir.

19.6 KAVŞAK SEDİMANI

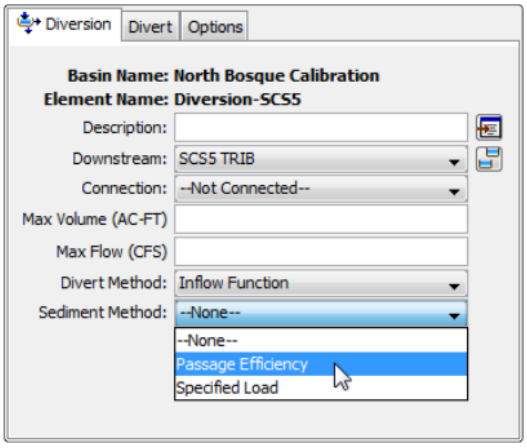
Bir Kavşak Elemanı (*Junction Element*), birden fazla yukarı akış elemanından gelen çıkışları birleştirerek tek bir çıkış oluşturmak için kullanılır. Kavşaktan çıkan akış genellikle aşağı doğru bir kanal veya diğer elemanlara bağlanır. Kavşağa giren tüm suyun kavşaktan çıkması gerekir, çünkü kavşakta su depolanmaz. Bu nedenle, kavşağa gelen tüm girişler toplanarak kavşağın toplam giriş hidroğrafı hesaplanır. Benzer şekilde, her girişteki tüm sedimanlar toplanarak toplam sedigraf oluşturulur. Toplam giriş hidroğrafı ve toplam giriş sedigrafi, aşağıdaki elemana bağlanır.

Saptırma Sedimanı

Bir Saptırma Elemanı (*Diversion Element*), kanal akışının bir kısmını yönlendirerek bir depolama havuzuna veya yan kanala aktaran hidrolik kontrol yapısını temsil etmek için kullanılır. *Diversion Method*, saptırılacak akış miktarını hesaplar ve bu miktarı eleman girişinden çıkarır. Saptırılan akış, kanal ağı içinde aşağı yönde bir konuma bağlanabilir. Saptırılan akış girişten çıkarıldıktan sonra, kalan akış kanal ağı boyunca aşağıya doğru devam eder. Sediman yönetimi de benzer şekilde yapılır. Saptırma elemanına gelen akış, elemanla birlikte sedimanı da taşır. Sedimanın bir kısmı saptırılan akışla birlikte yönlendirilebilir. Kalan sediman, saptırma elemanından geçen kanal akışıyla birlikte aşağıya doğru devam eder. Saptırma yapısının fiziksel özellikleri, saptırılan akışla giden sediman miktarını ve kanalda kalan sediman miktarını belirler.

Sediman Yöntemi Seçimi

Bir saptırma elemanı (*Diversion Element*) için *Sediment Method*, Saptırma Elemanı Bileşen Düzenleyicisinde seçilir. *Component Editor*'e, *Watershed Explorer*'ın *Components* sekmesinde bulunan Saptırma Elemanı simgesine tıklayarak erişilebilir. Eğer Havza Haritası açıksa, eleman simgesine tıklayarak da düzenleyiciye ulaşılabilir. Üç mevcut seçenekten bir *Sediment Method* seçilebilir. Eğer *None* yöntemi seçilirse, eleman sediman hesaplamaz ve elemandan çıkan tüm sediman debileri sıfır olur. Seçim listesini kullanarak kullanmak istenilen yöntemi belirlenir. Her saptırma elemanı ayrı olarak ele alınır ve saptırma yapısının konfigürasyonu ve saptırılan akışla sediman geçirme kapasitesine uygun bir yöntem kullanılmalıdır.



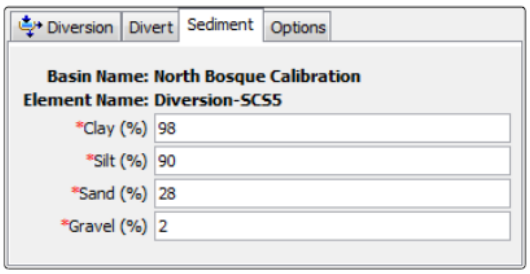
Şekil 19.29 Bir Saptırma Elemanı için Sediman Yöntemi Seçimi

Her bir *Sediment Method* için parametreler, saptırma elemanı düzenleyicisinden ayrı bir *Component Editor* üzerinde sunulur. Bir Sediment Yöntemi seçildikten sonra, Sediment düzenleyicisi *Divert* düzenleyicisinin yanında görüntülenir. Sediment düzenleyicisinde gösterilen bilgiler, o anda seçili olan yönteme bağlıdır.

Geçiş Verimliliği

Saptırma yapıları genellikle öncelikle suyun hareketini kontrol etmek ve giriş akışının bir kısmını ana kanaldan uzaklaştırmak için tasarlanır. Genel olarak, saptırılan akıştaki sedimanın d_{50} değeri, ana kanaldaki sedimanın d_{50} değerinden daha küçüktür. *Passage Efficiency Method*, saptırma yapılarında genellikle meydana gelen farklı sediman hareketini kontrol etmek için basit bir yaklaşım sunar. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Saptırılan akıştaki kil yüzdesi (*Clay Percentage*) belirtilmelidir. Saptırma elemanına gelen kil yükü, önce bir konsantrasyona dönüştürülür. Ardından, saptırılan akıştaki kil konsantrasyonu, gelen konsantrasyon ile belirtilen yüzdenin çarpılmasıyla hesaplanır. Daha sonra, saptırılan akıştaki yük ve kanalda kalan yükü hesaplamak için bir kütle dengesi yapılır. *AGU 20* tane boyutu sınıflandırması kullanıldığında, kilin tüm alt sınıfları için aynı yüzde değeri uygulanır.



Şekil 19.30 Bir Saptırma Elemanı için Geçiş Verimliliği Sediman Yöntemi Düzenleyicisi

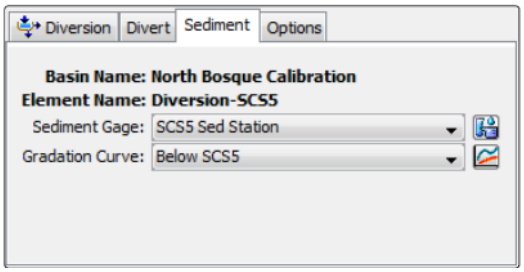
Saptırılan akıştaki silt yüzdesi (*Silt Percentage*) belirtilmelidir. Silt yüzdesi, saptırma yapısındaki akış hızı yüksekse kil yüzdesine yakın olabilir. *AGU 20* tane boyutu sınıflandırması kullanıldığında, siltin tüm alt sınıfları için aynı yüzde değeri uygulanır.

Saptırılan akıştaki kum yüzdesi (*Sand Percentage*) belirtilmelidir. Saptırma yapısı özel olarak ana kanaldan sediman yönlendirmek için tasarlanmamışsa, kum yüzdesi kil ve silt yüzdesine göre çok daha düşük olacaktır. *AGU 20* tane boyutu sınıflandırması kullanıldığında, kumun tüm alt sınıfları için aynı yüzde değeri uygulanır.

Saptırılan akıştaki çakıl yüzdesi (*Gravel Percentage*) belirtilmelidir. Çakıl yüzdesi genellikle sıfıra yakındır. AGU 20 tane boyutu sınıflandırması kullanıldığında, çakılın tüm alt sınıfları için aynı yüzde değeri uygulanır.

Belirlenmiş Yük

Specified Sediment Method, saptırma elemanına gelen akıştan hangi sedimanın çıkarılacağını ve saptırılan akışla taşınacağını belirlemek için gözlemlenmiş sediman yükü zaman serisi verilerini kullanır. Kalan sediman, kanalda kalır ve saptırma elemanının aşağısına yönlendirilerek taşınmaya devam eder. Eğer saptırılan akışın kanal dışına deşarj edildiği yerde sediman gözlemleri mevcut değilse, sediman yükünü hesaplamak için harici bir model kullanılabilir. Bileşen Düzenleyicisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.31 Bir Saptırma Elemanı için Belirlenmiş Yük Sediman Yöntemi Düzenleyicisi (

Saptırılan akıştaki toplam sediman debisi, bir Sediman Yükü Zaman Serisi (*Time-Series of Sediment Load*) ile belirtilir. Zaman serisi, tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil etmelidir. Zaman serisi verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Time-Series Data Manager* içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Time-Series* düğmesi, doğru sediman ölçüm istasyonunun seçilmesine yardımcı olabilir.

Saptırılan akıştaki toplam sediman debisi, bir Tane Boyutu Dağılım Eğrisi (*Grain Size Distribution Curve*) kullanılarak tane boyutu sınıflarına dağıtılır. Tane boyutu dağılım eğrisi, çap-yüzde (*diameter-percentage*) fonksiyonu ile tanımlanır. Fonksiyon verileri, Sediment düzenleyicisinde seçilmeden önce *Paired Data Manager* içinde tanımlanmalıdır. Seçim listesinin yanındaki *Paired Data* düğmesi, doğru fonksiyonun seçilmesine yardımcı olur.

19.7 SİNK SEDİMANI

Bir Sink-Toplanma Elemanı (*Sink Element*), bir havza modelinin çıkış noktasını işaretlemek için kullanılır. Sink elemanından su çıkışı olmaz. Bu nedenle, sink elemanına gelen tüm girişler toplanarak sink için toplam giriş hidroğrafı hesaplanır. Su çıkamadığı gibi, sediman da sink elemanından çıkamaz. Suya benzer şekilde, her girişteki tüm sedimanlar toplanarak toplam sedigraf oluşturulur.

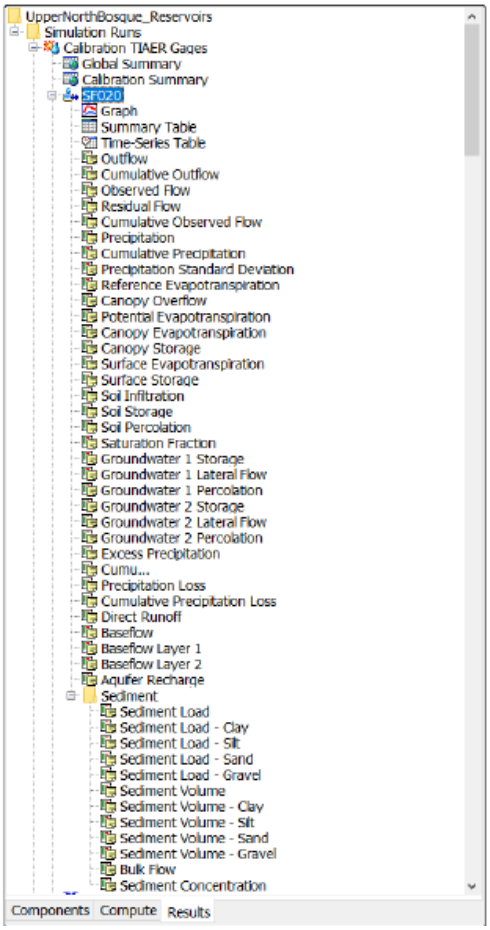
19.8 EROZYON VE SEDİMAN SONUÇLARINI GÖRÜNTÜLEME

Erozyon ve sediman bileşenlerinden elde edilen temel sonuçlar zaman serileri (*time-series*) şeklindedir. Mevcut sonuçlar eleman türüne bağlıdır, ancak her zaman hem elemandan çıkan toplam sediman yükü hem de toplam sediman hacmini içerir. Toplam sediman yükü ve hacmi ayrıca tane boyutu sınıfı veya alt sınıfına göre ayrılır. Bu sonuçlara *Watershed Explorer* içindeki *Results* sekmesinden erişilebilir. Erozyon ve sediman bileşenleri etkinleştirildiğinde, her eleman simgesinin altında erozyon ve sediman sonuçları için özel bir klasör eklenir.

Bireysel bir eleman tarafından hesaplanan tüm erozyon ve sediman zaman serisi verileri görüntülenebilir. Bir zaman serisi düğümüne tıklayarak veriyi *Component Editor* içinde ön izlenebilir. Ek düğümlere tıklamak için *Shift* veya *Ctrl* tuşunu basılı tutarak birden fazla zaman serisi seçilebilir. Seçilen zaman serileri, aynı simülasyondaki farklı elemanlardan veya farklı simülasyonlardaki aynı elemandan gelebilir. Sonuçlar ayrıca farklı simülasyon türlerinden de birleştirilebilir; bunlar arasında *Simulation Runs, Optimization Trials, Depth-Area Analyses* ve *Forecast Alternatives* bulunur. Seçilen zaman serisi verileri, erozyon ve sediman sonuçları diğer sonuç türleriyle (ör. akış veya su seviyesi) birleştirildiğinde, veri türüne göre otomatik olarak gruplara ayrılır.

Alt Havza

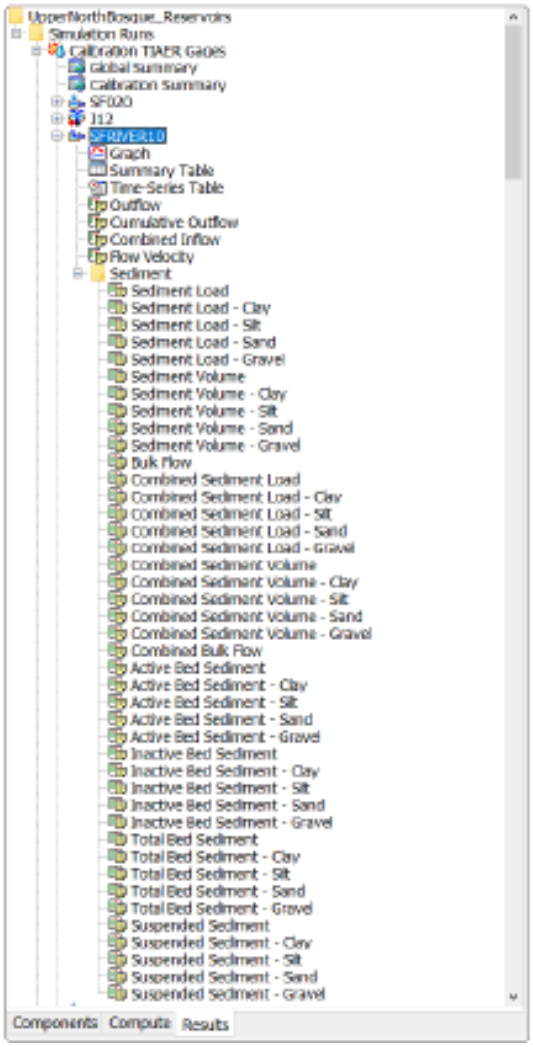
Her alt havza için Erozyon Sonuçları (*Erosion Results*), alt havzadan çıkan toplam sediman yükü ve toplam sediman hacmi zaman serilerini içerir. Toplam sediman zaman serileri, tüm tane boyutu sınıflarının toplamıdır. Ayrıca, her tane boyutu sınıfındaki sediman yükü ve sediman hacmi için ayrı zaman serileri de dahil edilmiştir. Çıkıştaki toplam sediman konsantrasyonu da sonuçlar arasında yer alır. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar. Sonuçların organizasyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.32 Alt Havza Elemanı İçin Sediman Sonuçları

Akarsu Kolu

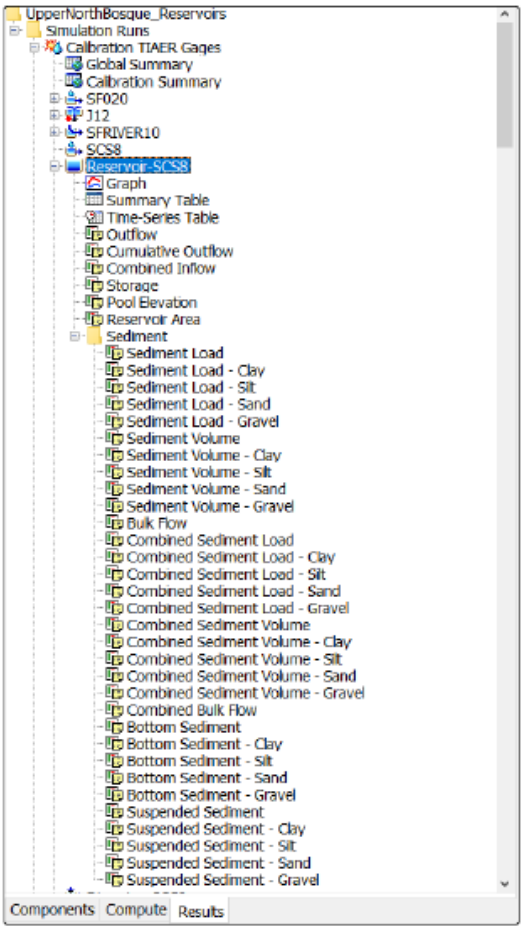
Her bir akarsu (*reach*) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results*), şunları içerir: Akarsuya giren toplam sediman yükü ve toplam sediman hacmi zaman serileri. Akış boyunca çıkış yapan toplam sediman yükü ve toplam sediman hacmi zaman serileri. Toplam sediman zaman serileri, tüm tane boyutu sınıflarının toplamıdır. Ayrıca, akarsuya giren ve akıştan çıkan her tane boyutu sınıfı için ayrı sediman yükü ve sediman hacmi zaman serileri de dahil edilmiştir. Buna ek olarak, akarsu sonuçları için zaman serileri şunları içerir: Aktif ve pasif taban sedimanı (*active and inactive bed sediment*), Toplam taban sedimanı (*total bed sediment*), Askıda sediman (*suspended sediment*). Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar. Sonuçların organizasyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.33 Bir Akarsu Elemanı İçin Sediman Sonuçları

Rezervuar

Her rezervuar (reservoir) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results*) şunları içerir: Rezervuara giren toplam sediman yükü zaman serisi, Rezervuardan çıkış yapan toplam sediman yükü zaman serisi. Ayrıca, rezervuar tabanına çöken toplam sediman yükü zaman serisi ve rezervuar havuzundaki askıda sediman yükü zaman serisi de mevcuttur. Tüm kategoriler için toplam sediman, tüm tane boyutu sınıflarının toplamıdır. Ayrıca, her sediman kategorisi için her tane boyutu sınıfının zaman serileri de dahil edilmiştir. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar. Sonuçların organizasyonu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 19.34 Bir Rezervuar Elemanı için Sediman Sonuçları

Kaynak

Her kaynak (*source*) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results*) şunları içerir: Kaynaktan çıkan toplam sediman yükü zaman serisi, Kaynaktan çıkan toplam sediman hacmi zaman serisi. Her iki sonuç da tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil eder. Ayrıca, her tane boyutu sınıfı için ayrı sediman yükü ve sediman hacmi sonuçları da mevcuttur. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu**,** su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar. Çıkıştaki toplam sediman konsantrasyonu da sonuçlar arasında yer alır.

Kavşak

Her kavşak **(***junction*) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results***)** şunları içerir: Kavşaktan çıkan toplam sediman yükü zaman serisi, Kavşaktan çıkan toplam sediman hacmi zaman serisi. Her iki sonuç da tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil eder. Ayrıca, her tane boyutu sınıfı için ayrı sediman yükü ve sediman hacmi sonuçları da mevcuttur. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar.

Saptırma

Her saptırma (*diversion*) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results*) şunları içerir: Saptırmaya giren toplam sediman yükü ve çıkış yapan toplam sediman yükü zaman serileri, Saptırmaya giren ve çıkan toplam sediman hacmi zaman serileri. Her iki sonuç da tüm tane boyutu sınıflarının toplamını temsil eder. Ayrıca, her tane boyutu sınıfı için ayrı sediman yükü ve sediman hacmi sonuçları da mevcuttur. Buna ek olarak, saptırılan akıştaki toplam sediman yükü de gösterilmektedir. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar.

Çıkış Noktası

Her çıkış noktası (*sink*) için Sediman Sonuçları (*Sediment Results*) şunları içerir: *Sink*'e giren toplam sediman yükü zaman serisi, *Sink*'e giren toplam sediman hacmi zaman serisi. Toplam sediman yükü ve hacmi zaman serileri, tüm yukarı akış elemanlarından gelen sediman yükü ve hacimlerinin toplamını temsil eder. Ayrıca, her tane boyutu sınıfı için ayrı sediman yükü ve sediman hacmi zaman serileri de hesaplanır. Toplam akış (*bulk flow*) sonucu, su ve sediman akış hızlarının birleşik bir tahminini sağlar.

UYGULAMA

HEC-HMS Modelleme için 4 farklı dosyaya ihtiyaç vardır:

1. Project File: *.hms*
   Bu dosya proje hakkında bilgiler içerir. Proje adı, model sürümü, veri dosyası adı, saat dilimi vb.
2. Basin File*: basin*
   Bu dosya su tabakaları, fiziksel özellikler, akarsu ağ bağlantısı, modeldeki hidrolojik süreçleri simüle etmek için kullanılan yöntemler ve parametreleri içerir.
3. Meteorologic File: *.met*
   Bu dosya meteoroloji veya hava durumu girdileri hakkında bilgi içerir.
4. Control Specification File: *.control*
   Bu dosya simülasyon başlangıç tarihi, bitiş tarihi ve zaman aralığı hakkında bilgi içerir.

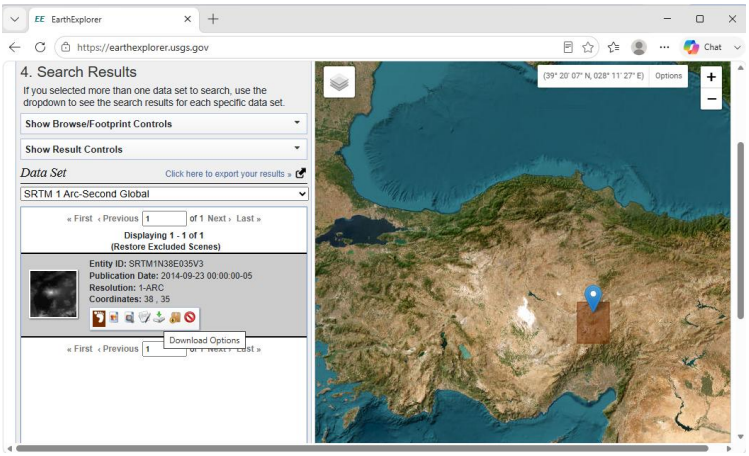
Kayseri Sarımsaklı deresi:

Sarımsaklı deresi, Kızılırmak'ın önemli kollarından biri olup yaklaşık 55 km uzunluğundadır. Bünyan ilçesinin güneyindeki Turna Dağı eteklerinden çıkan su, Bünyan'daki elektrik santralini çalıştırdıktan sonra Bünyan arazilerini sulayarak ilerler ve aldığı kollarla büyür. Sarımsaklı Barajı'nı besleyen dere, Kayseri il merkezinden batıya doğru akarak Boğazköprü'den gelen su ile birleşip Karasu adını alır ve ardından Beydeğirmeni köyünde Kızılırmak'a karışır. Bu çalışmada Sarımsaklı deresinin kaynaktan şehir merkezinden geçerek Boğazköprü mevkine kadar olan yaklaşık 37km lik kısmı ele alınacaktır.

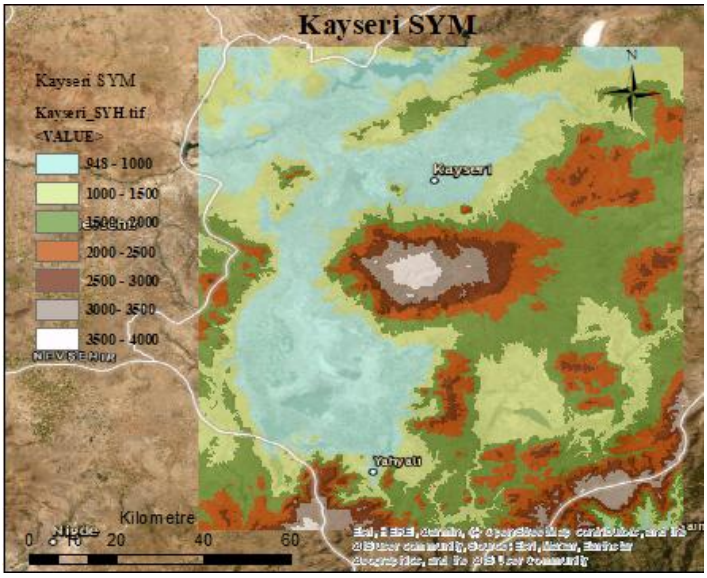


Gerekli Dosyalar

Bölgeye ait Sayısal Yükseklik Modeli – SYM, (Digital Elevation Model - DEM), topoğrafyanın sayısal gösterimi, tif formatında bir dosya olarak bilgisayara yüklenmesi gerekir. Bu amaçla daha önce yayınlanmış olan "*HEC-RAS Mapper ile Akarsuların 1D-2D Modellenmesi ve Uygulamalar*" kitabı EK-1 de gerekli adımlar açıklanmıştır. Kayseri Sarımsaklı havzasına ait SYM dosyaları için USGS' in EarthExplorer Web sayfasına (https://earthexplorer.usgs.gov/) gidilerek aşağıda verilen resimde görüleceği üzere istenilen bölgenin işaretlendiğini *Show Footprint* ( ) düğmesi ile görüntülenir. Bölge doğru ise Download Options ( ) düğmesi ile çalışma bölgesine ait dosya (n38_e035_1arc_v3.tif) bilgisayara indirilebilir. İndirilen dosyanın adı isteğe bağlı değiştirilebilir (*Kayseri_SYH.tif*).



Aşağıda indirilen paftaya ait Sayısal Yükseklik Haritasının bölge üzerindeki dağılımı gösterilmiştir. Haritadan bölgenin yüksekliğinin (Rakım) 950m-3900m arasında değiştiği anlaşılmaktadır.



HEC-HMS için gerekli adımların uygulanması

1. Adım Yeni bir proje dosyası oluşturmak için, HEC HMS Ana penceresinde:

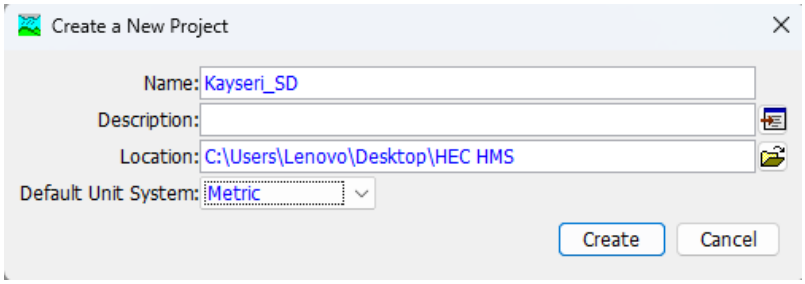
File *New* menüleri ile açılacak pencerede

Name : İsim (Kayseri_SD), Kayseri Sarımsaklı Deresi

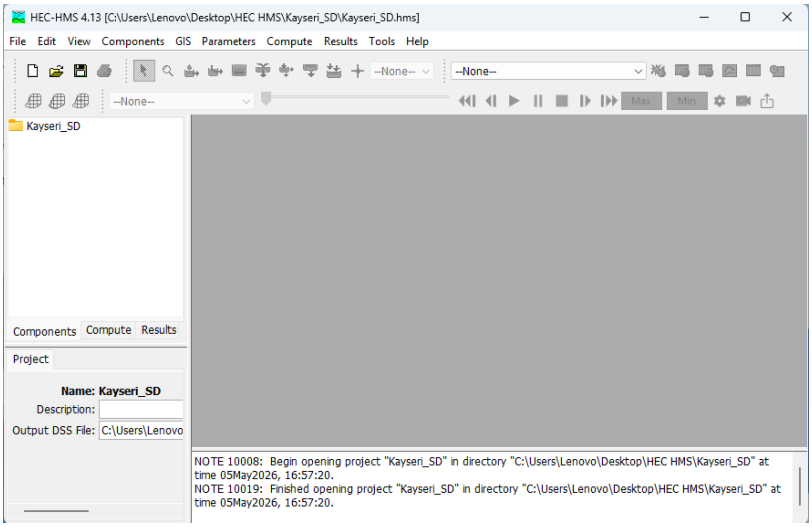
Location: kaydedilecek klasör (HEC HMS),

Default Unit System: Çalışılacak birim sistemi (Metric) belirlenir,

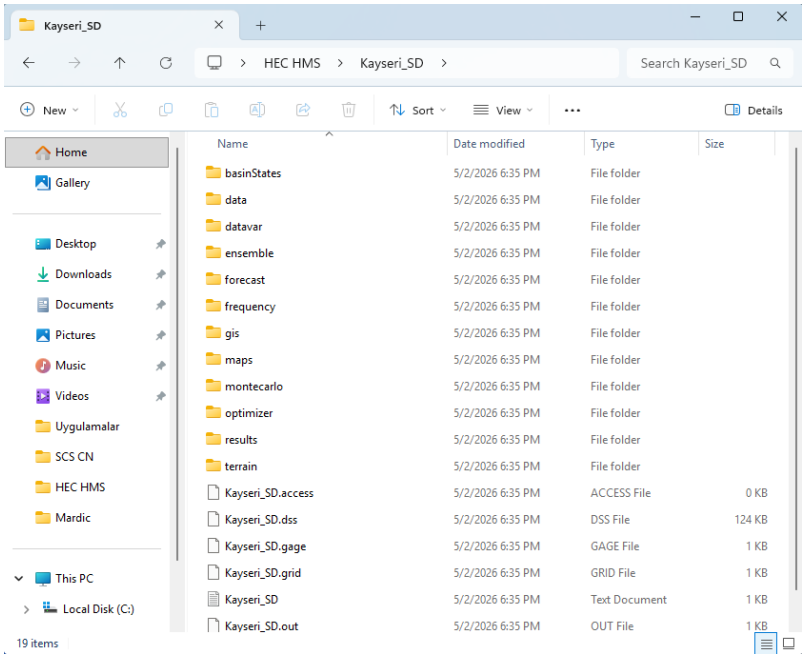
Create düğmesine basılarak proje oluşturulur.



HEC HMS Ana Penceresi aşağıdaki gibi görüntülenir.



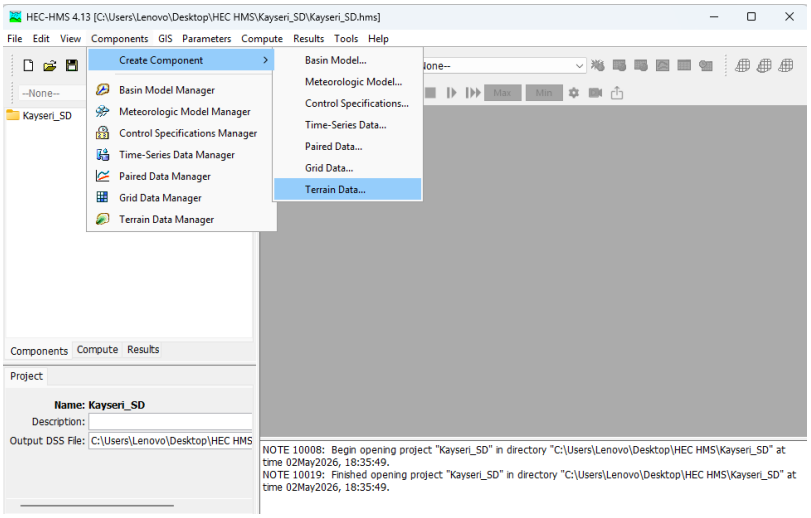
Program, tanımlanan proje adı (Kayseri_SD) ile klasörün içinde aşağıda gösterilen alt klasörler ve dosyalar oluşturulur.



2. Adım: Yeni bir havza modeli oluşturmak için programa arazi verilerinin eklenmesi gerekir. Bu amaçla HEC HMS Ana penceresinde:

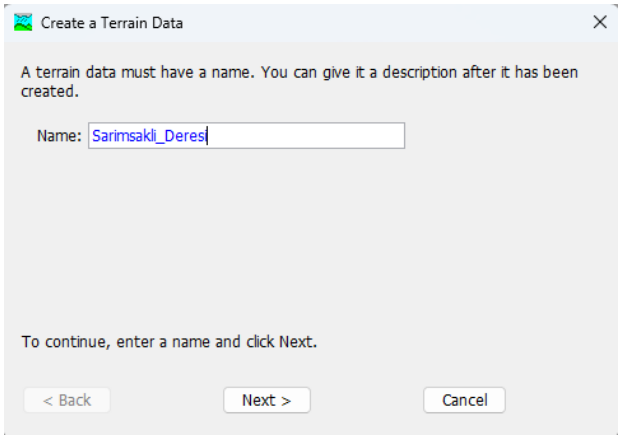
Components *Create Component* *Terrain Data*

menüleri seçilir.



Açılan Create a Terrain Data penceresinde:

Name : Sarimsakli_Deresi Yazılarak *Next* düğmesine basılır.



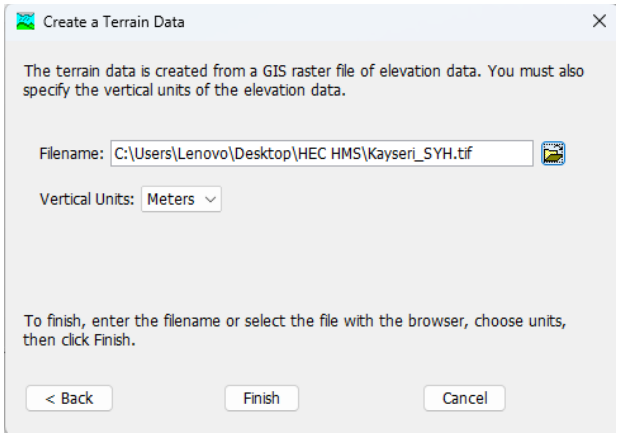
Bu durumda aşağıda verilen: *Create a Terrain Data* penceresi açılır.

Çalışma Klasöründe bölgeye ait önceden yüklenmiş Sayısal Yükseklik Haritası (SYH-DEM) Seçilir

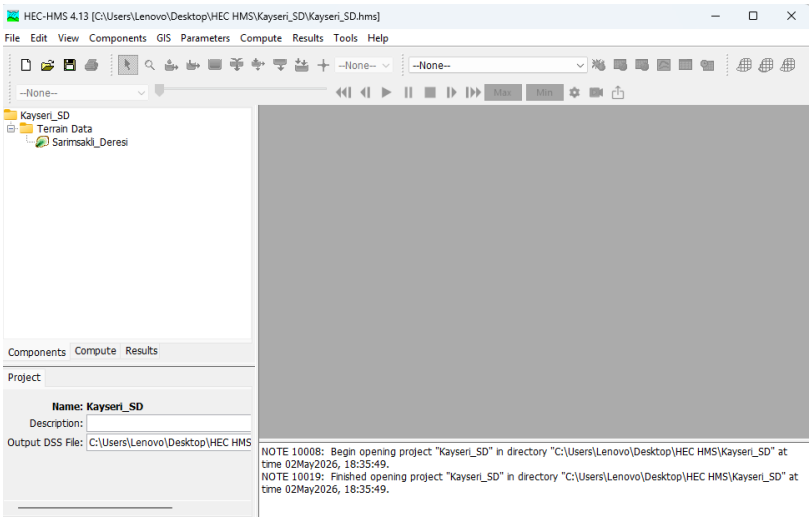
File Name: *Kayseri_SYH.tif*.

Vertical Units: *Meters* olarak ayarlanır.

Pencerede *Finish* düğmesine basılır.



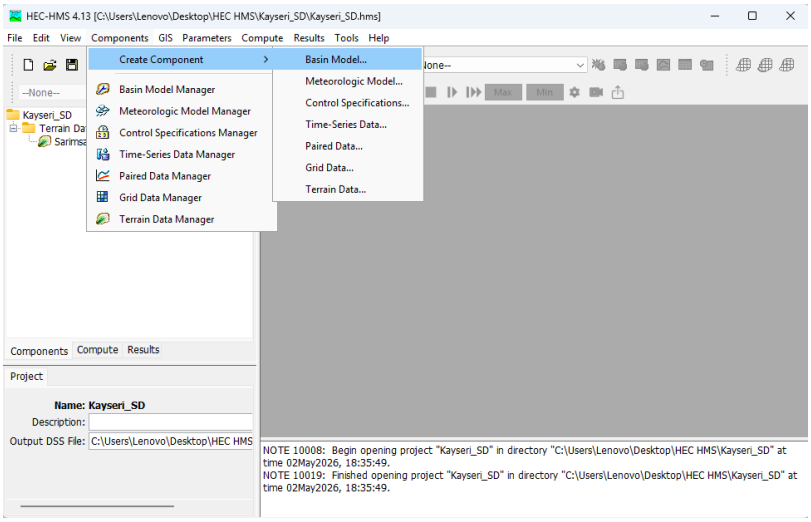
Bu durumda HEC HMS Ana Penceresi aşağıdaki gibi görüntülenir.



Bu aşamada bir havza modeli oluşturulacaktır. Bu amaçla menü çubuğundan:

Components *Create Component* *Basin Model*

Menüleri seçilir.

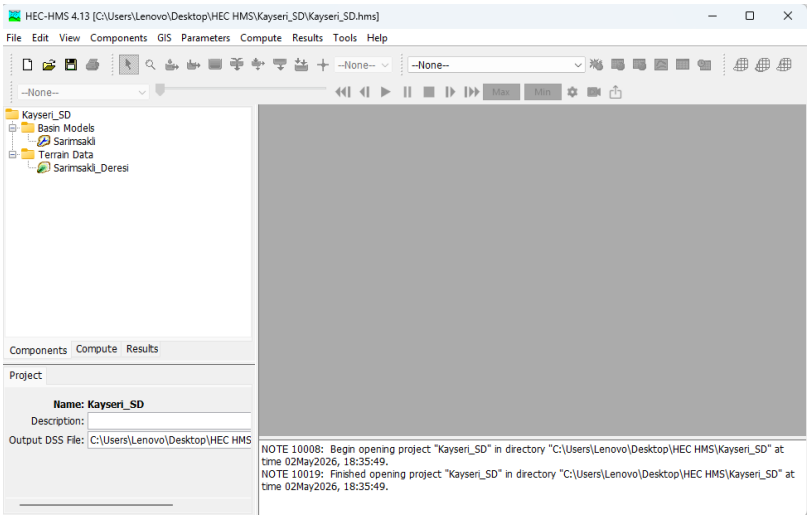


Açılan *Create A New Basin Model* penceresinde

Name : Sarimsakli *Create* düğmesine basılır.

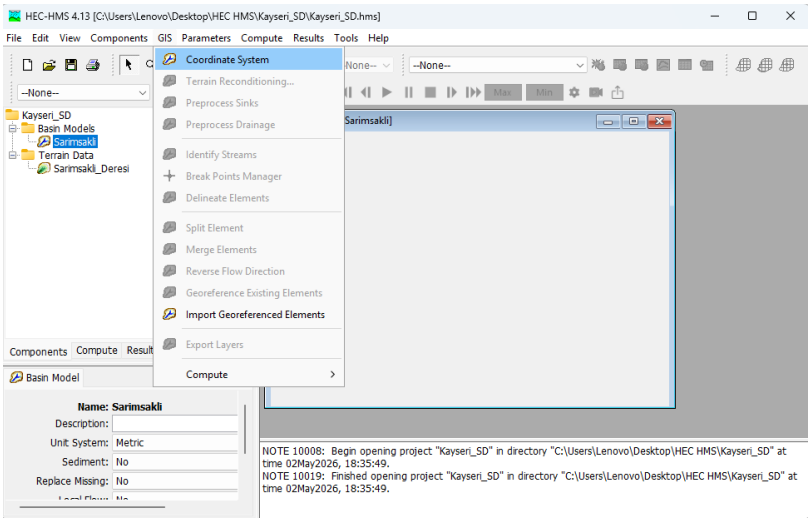


HEC HMS Ana Penceresi aşağıdaki gibi görüntülenir.

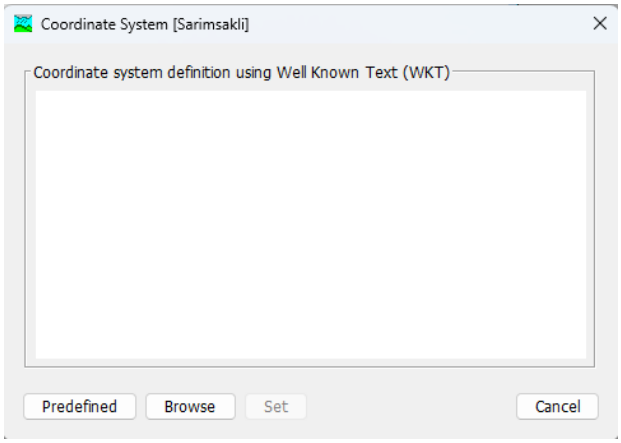


Bu aşamada havza için Koordinat sistemi tanımlanacaktır.

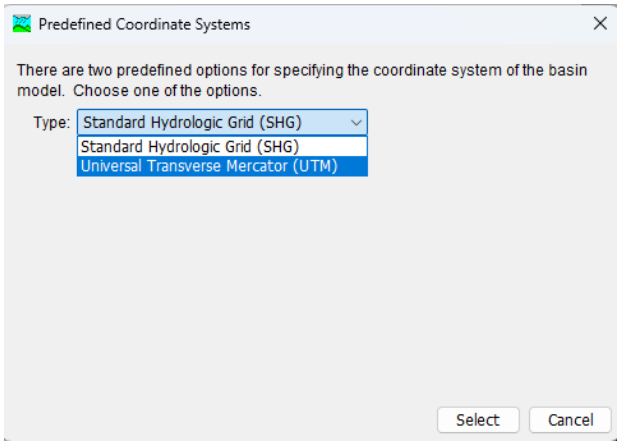
Ana pencerede, menü çubuğunda bulunan *GIS* düğmesi seçilerek açılan pencerede *Coordinate System* düğmesine basıldığında aşağıdaki pencere görüntülenir.



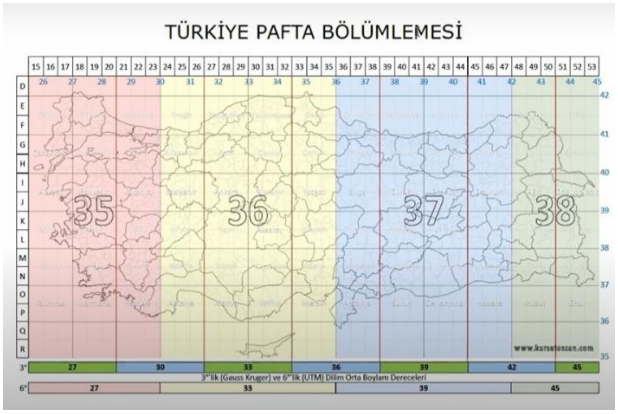
Açılan pencerede *Predefined* (Önceden tanımlı) düğmesi seçilerek koordinat sistemi seçilir.



Açılan *Predefined Coordinate System* penceresinde *Type: Universal Transverse Mercator* olarak seçilir.
Select düğmesine basılır.



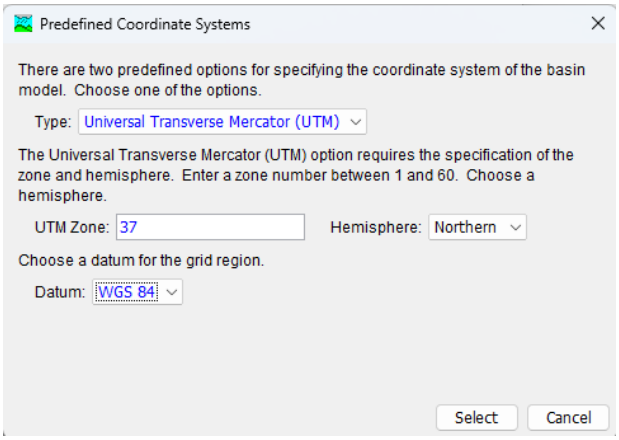
Açılan *Predefined Coordinate Systems* penceresinde
Türkiye haritasında illerin tanımlanacağı UTM bölgelerine göre Kayseri için *37*. zone seçilmelidir.



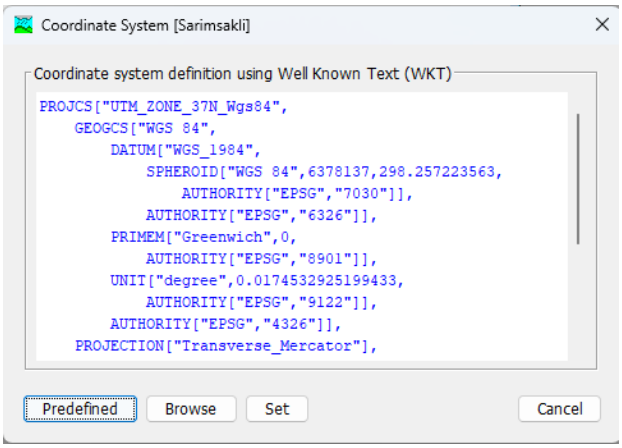
Hemisphare: Noorthen

Datum: WGS 84

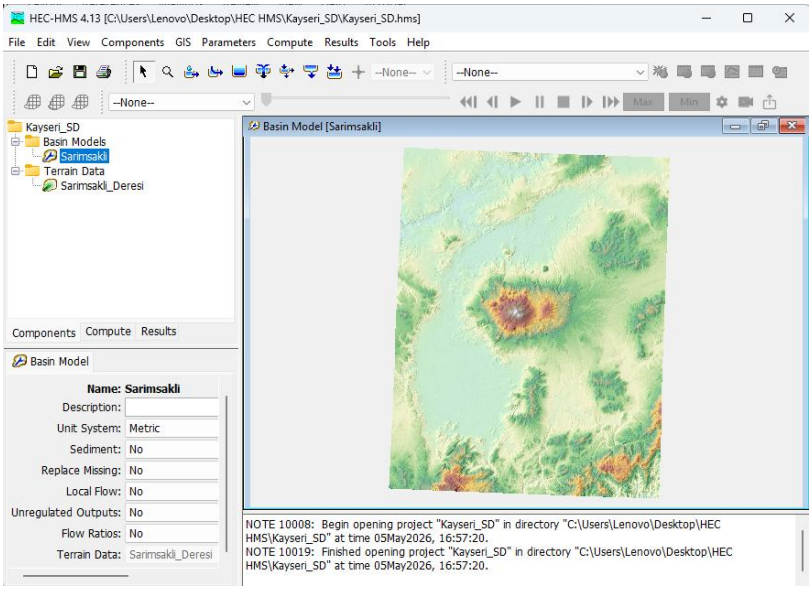
Seçilerek *Select* düğmesine basılır.



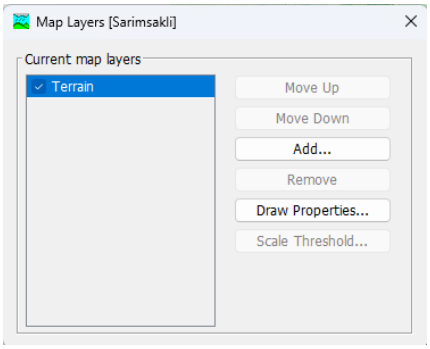
Açılan *Coordinate System* penceresinde *Set* düğmesine basılarak ele alınan bölge için Koordinat sistemi tanımlanmış olur.



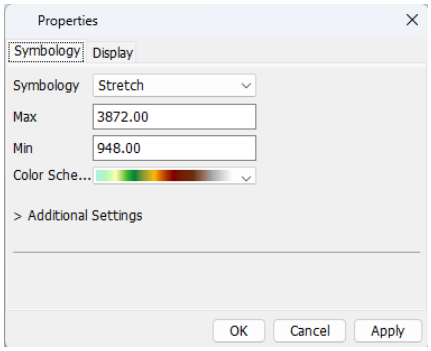
Ana pencerede *Havza Gezgini*nde bulunan *Basin Moodels Sarimsakli* seçili iken
Bileşen Düzenleme penceresinde (*Component Editor*) *Terrain Data: Sarimsakli_Deresi* seçilir ve Masa üstünde arazi verileri aşağıdaki gibi görüntülenir.



Masa üstünde Farenin sağ tuşuna basarak açılan pencerede *Map Layers* düğmesi seçildiğinde aşağıdaki pencere görüntülenir.



Draw *Properties* düğmesi seçildiğinde aşağıdaki pencere görüntülenir. Bu pencerede görünüm ayarları düzenlenebilir.



Bu aşamada bazı program ayarları düzenlenir. HEC HMS ana penceresinde:

Tools *Program Settings*

Menüleri seçilerek *Defaults* penceresi aşağıda verildiği üzere görüntülenir.

Pencerede:

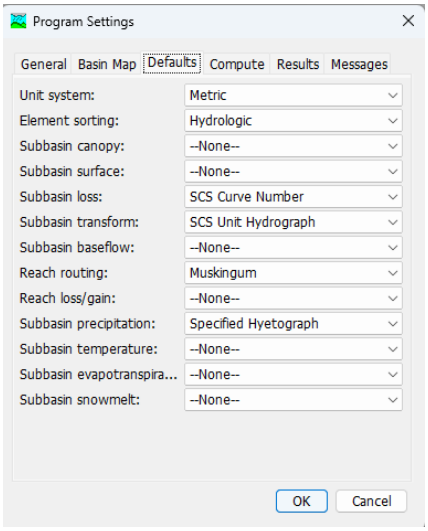
Unit system: *Metric*

Subbasin loss: *SCS Curve Number*

Subbasin transform : *SCS Unit Hydrograph*

Reach routing: *Muskingum*

Olarak ayarlanır ve *Ok* düğmesine basılır.

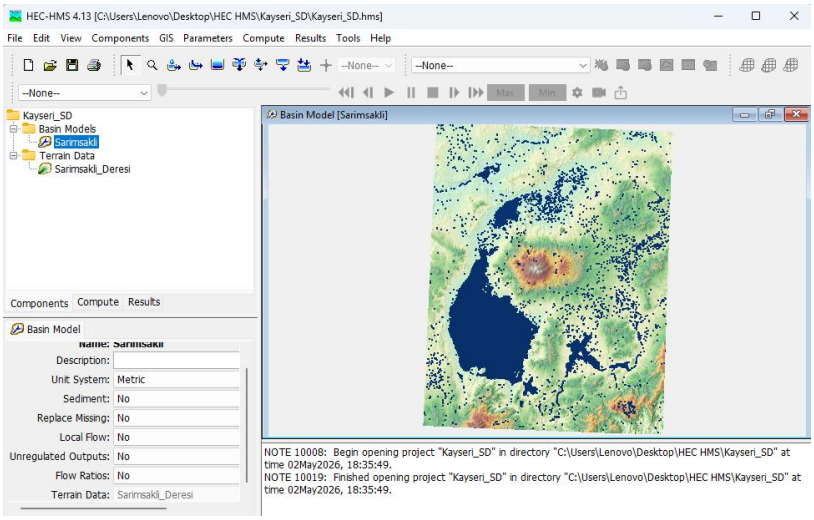


Bu aşamada havza toplanma yerlerini belirlemek amacıyla program ana penceresinde:

GIS *Preprocess Sinks*

Menüleri seçilerek havza toplanma yerleri belirlenir.

Yeni bir harita katmanı oluşturularak, aşağıdaki pencere görüntülenir.



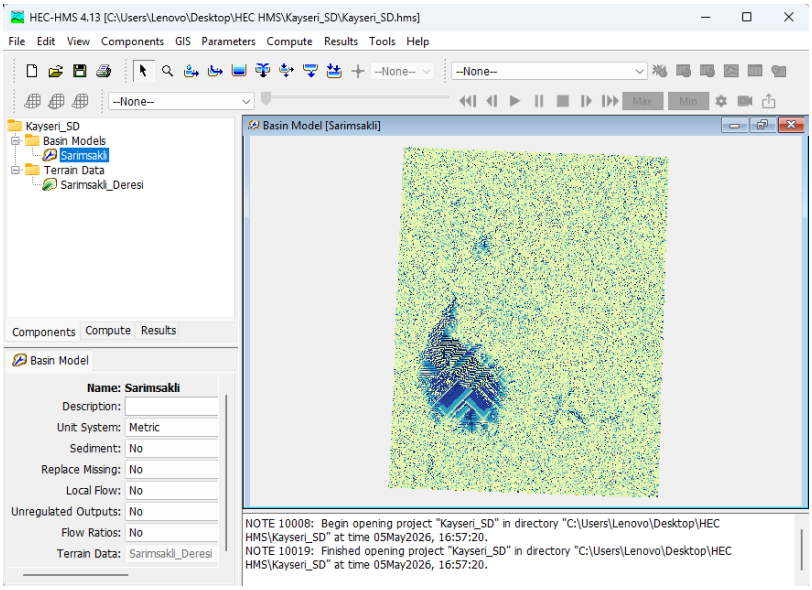
Sonraki adımda Drenaj ağının oluşturulması amacıyla:

GIS *Preproocess Drainage*

Menüleri seçilerek havza drenaj ağı belirlenir.

Bu işlem havza alanının büyüklüğü ve bilgisayarın hafızasına bağlı olarak uzun sürebilir.

Havza gezgini penceresi üzerinde, Farenin sağ tuşuna basılarak, Map Layers düğmesi ile oluşturulan harita katmanları görüntülenebilir.

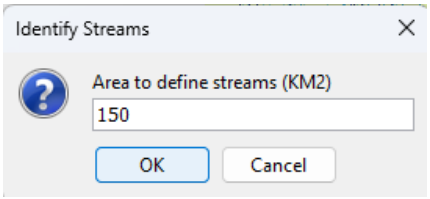


Bu aşamada akarsu ağı tanımlanacaktır. Ana pencerede:

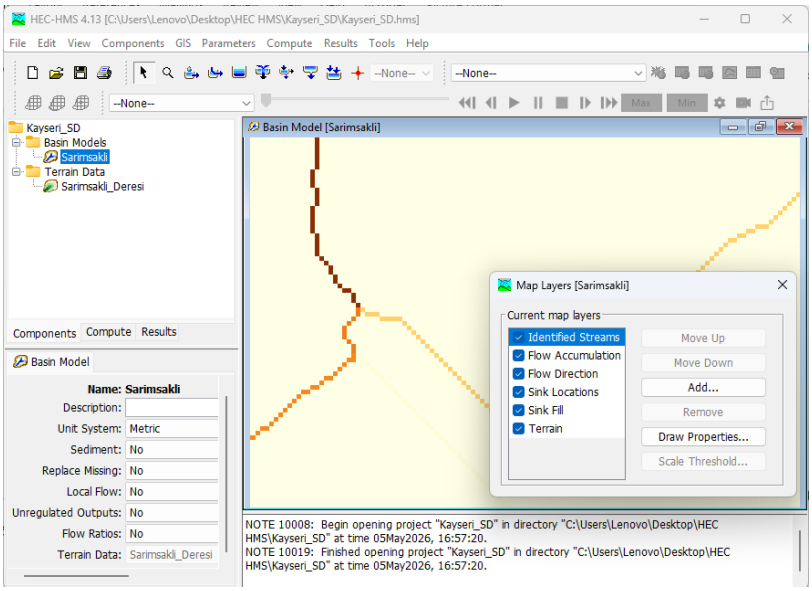
GIS *Identify Streams*

Menüleri seçilerek drenaj alanının büyüklüğüne göre akarsu belirlenir.

Açılan pencerede Akarsu tanımlamak için alan girilir. Bu alan 150 km^2 deneme ile belirlenir.



OK düğmesine basıldığında havza akarsu ana kolları belirlenebilir. Fare düğmesi ile bölge yakınlaştırılabilir. Aşağıdaki akarsu ana kolları görüntülenebilir.



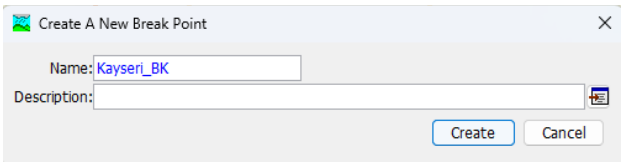
Bu aşamada Bölgeyi alt havzalara ayırmak için kesme noktası belirlenmelidir. HEC-HMS ana penceresinde:

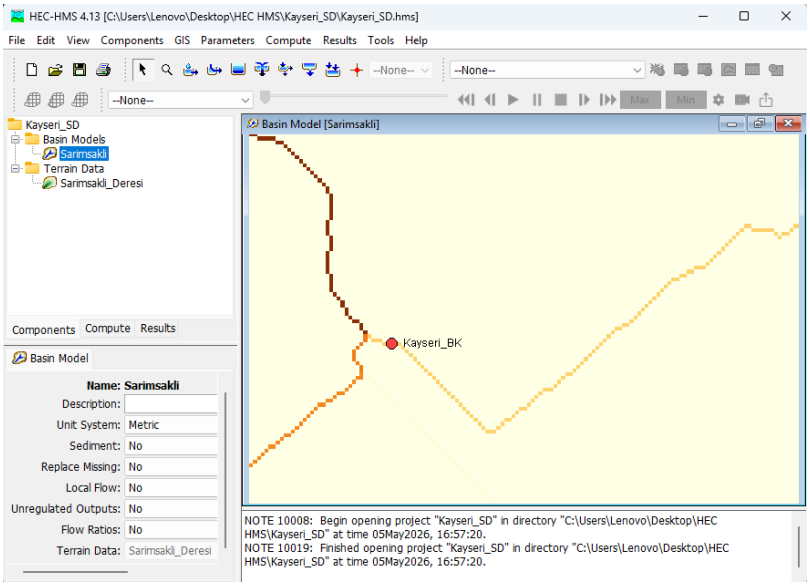
GIS *Break Points Manager*

Düğmeleri seçilir.

Açılan pencerede Drenaj noktasının (*Break Points)* belirleneceği yerin adı Kayseri_BK (Kayseri Boğaz Köprü) girilir.

Create düğmesine basılır.





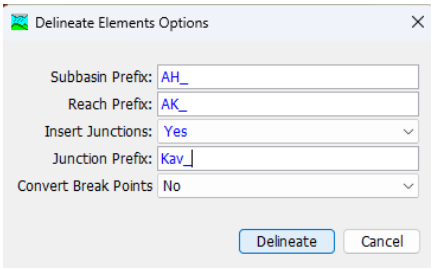
Yeni adımda bölgenin alt havza sınırları belirlenmelidir. HEC-HMS ana penceresinde:

GIS *Delineate Elements*

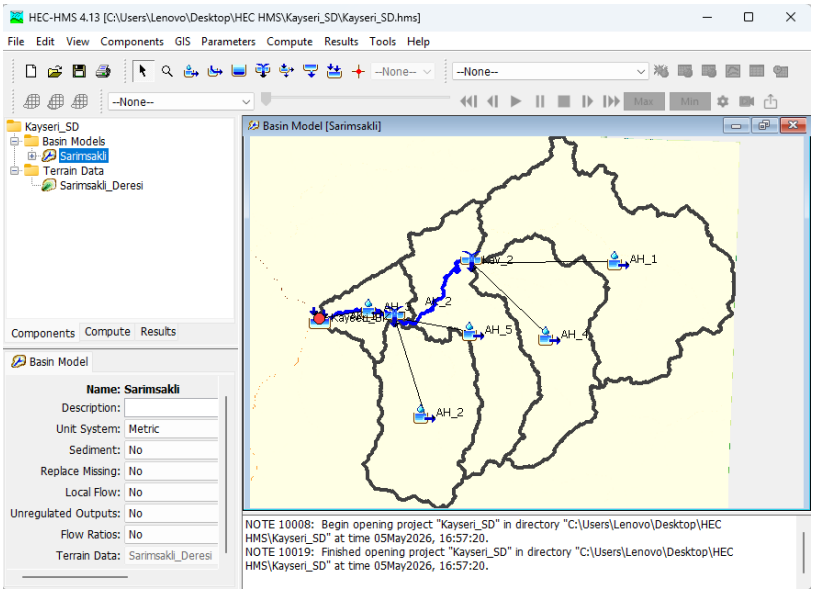
Düğmeleri seçilir.

Açılan Pencerede istenirse Subbasin Prefix: *AH_* (Alt Havza) ve Reach Prefix: *AK_*(Akarsu Kolu), Insert unctions: Yes ve Junction Prefix: Kav_ (Kavşak) şeklinde isim atanır.

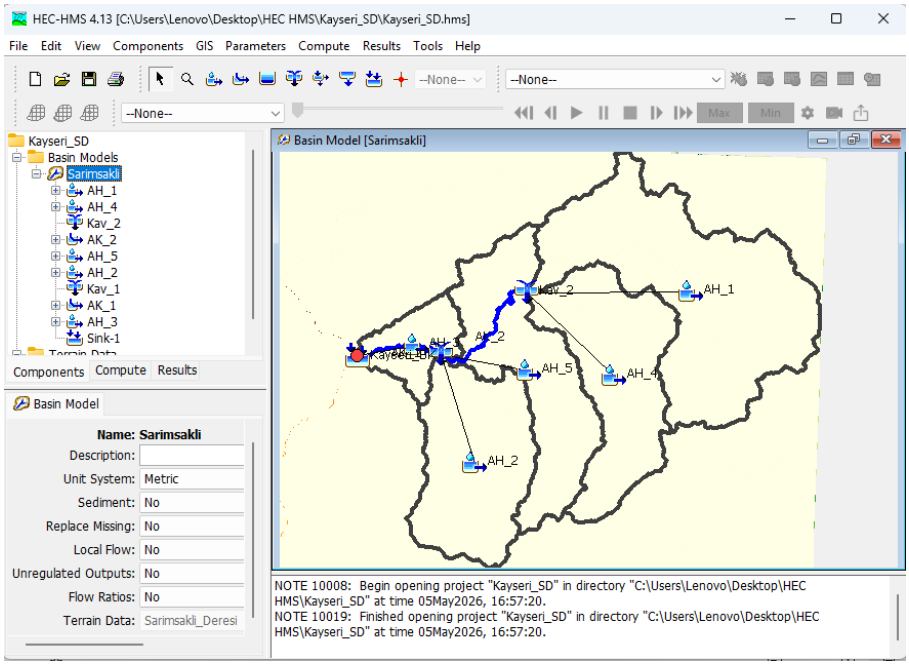
Delinate düğmesine basılarak drenaj noktasına göre (Kayseri Sarımsalı Deresi Boğaz Köprü) alt havzalar ve sınırları oluşturulur.



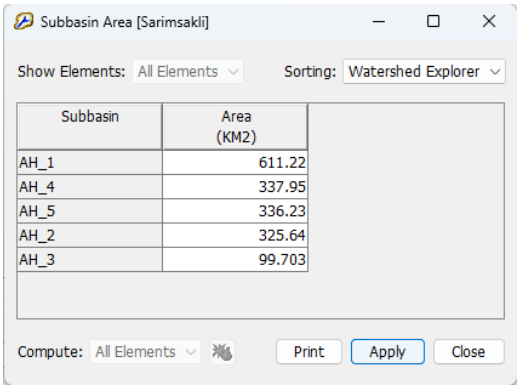
Kayseri Merkez ilçeleri için oluşturulan alt havzalar aşağıdaki gibi görüntülenir.



Havza Gezgini penceresinde görüntülenen, Havza Modelleri (*Basin Models*) altında tanımlı *Sarimsakli* havzasının yanındaki (+) simgesine tıklanarak oluşturulan tüm alt havzalar ve bölümler görüntülenebilir. Kaç alt havza akarsu kolu ve kavşak noktası olduğu görülebilir (5 Alt havza, 2 Akarsu kolu ve 3 Kavsak (Junction).



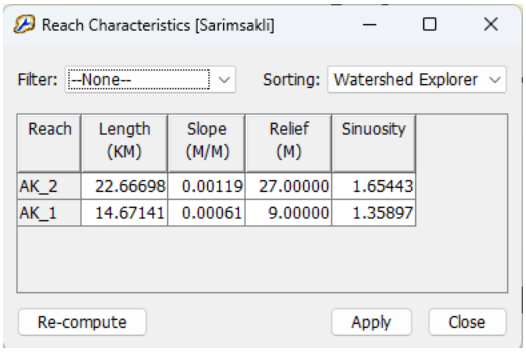
Alt havza ve özelliklerini görmek için diğer bir yol: Ana pencerede: *Parameters* ve açılan *Subbasins* düğmelerine tıklayarak aşağıdaki pencere açılır. Pencerede *ShowElements:* All Elements ve *Sorting:* Watershed Explorer seçilerek alt havzalar alanları ile birlikte görüntülenebilir.



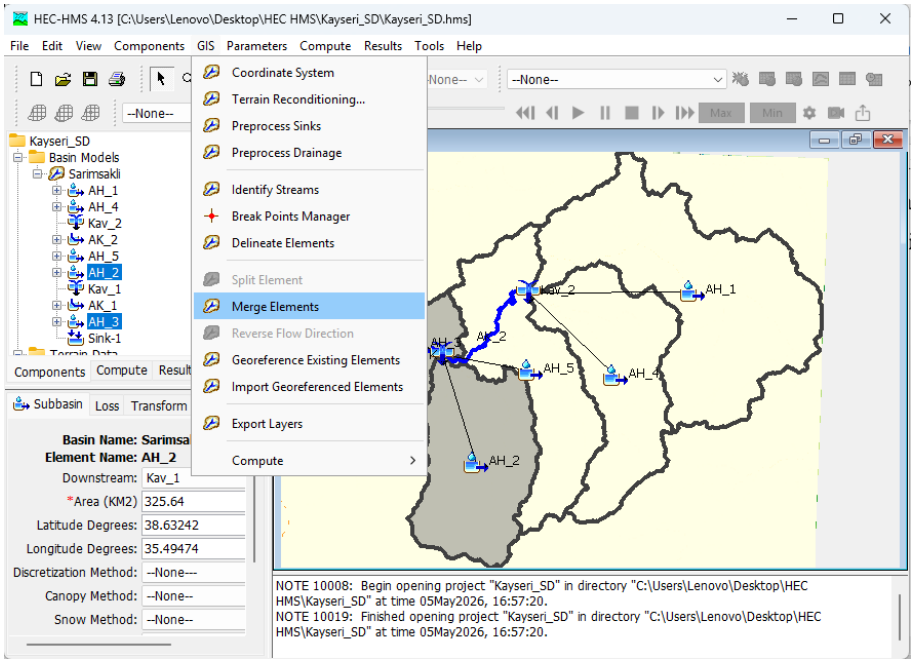
Benzer şekilde ana pencerede:

Parameters *Characteristic* *Reach*

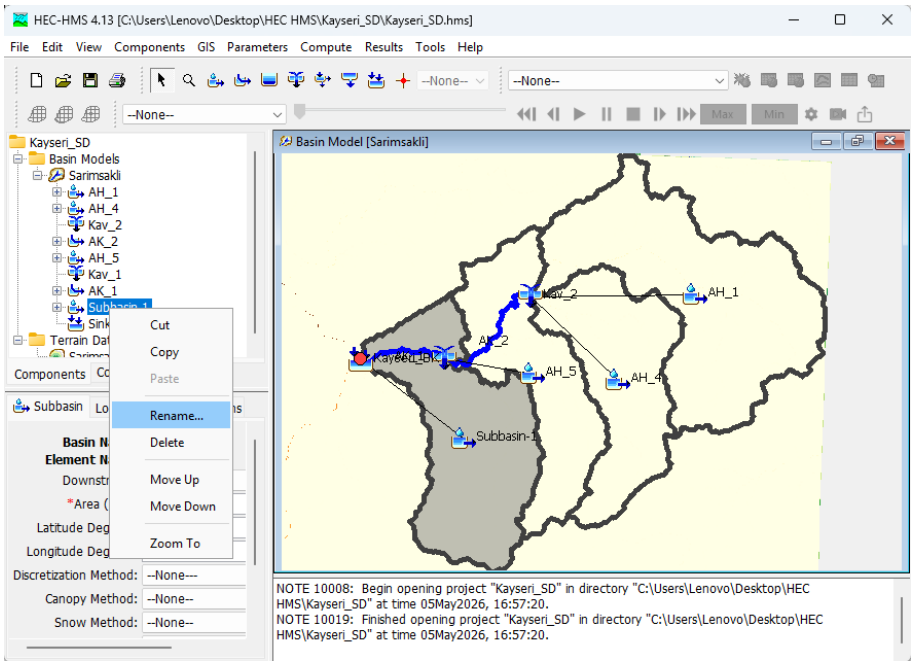
Menüleri seçilerek Akarsu Kollarının Boyları, Eğimleri, Relief (havzadaki en yüksek nokta ile en düşük nokta arasındaki yükseklik farkı) ve Sinuosity (akarsu kolunun ne kadar kıvrımlı olduğu, Akarsuyun gerçek uzunluğu / iki nokta arasındaki düz- kuş uçuşu mesafe) görüntülenebilir.

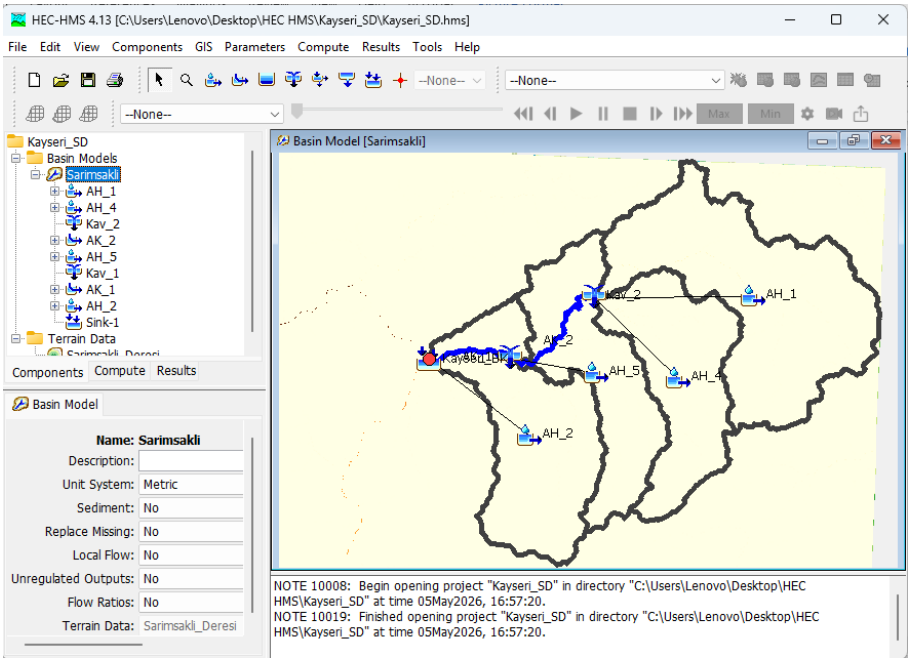


Burada 3 nolu havzanın alanı diğer havzalara göre küçük olduğundan irtibatlı havza ile birleştirilebilir. Bunun için Masa üstünde veya Havza gezgininde 3 ve 2 nolu havzalar *Ctrl* tuşuna basılarak birlikte seçilir. GIS menüsüne tıklanarak *Merge Elements* menüsünün aktif olduğu görülür ve tıklanır. Bu durumda birleştirilen yeni havzaya bir isim otomatik olarak atanır (Subbasin-1).

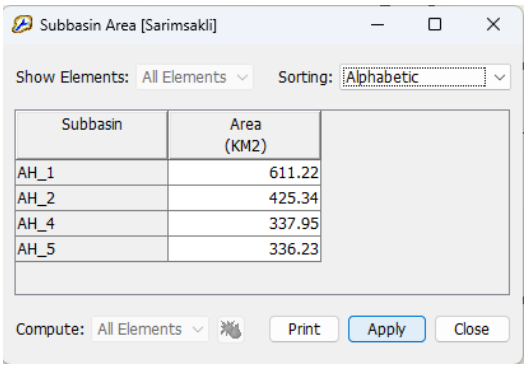


Havza Gezgininde yeni oluşan Subbasin-1 seçilir ve farenin sağ tuşuna basılarak açılan menüden *Rename* (yeniden adlandır) seçilir. *AH_2* olarak yeniden adlandırılır.

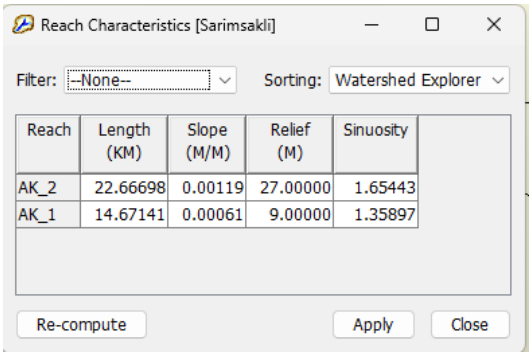




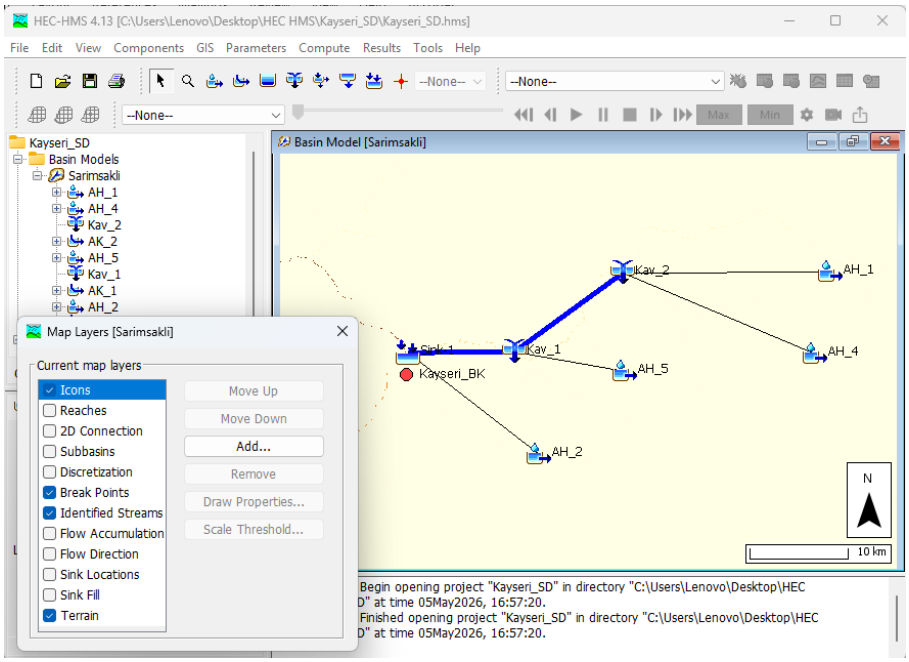
Yeni oluşturulan Alt havza ve özelliklerini görmek için *Parameters* ve açılan *Subbasins* düğmelerine tıklayarak aşağıdaki pencere açılır. Sıralama (*Sorting*) *Alphabetic* olarak seçilir ise Alt havza isimleri ve alanları aşağıda verildiği üzere görüntülenir.



Parameters *Characteristic* *Reach* Menüleri seçilerek Akarsu Kolları ve özellikleri aşağıdaki gibi görüntülenebilir.



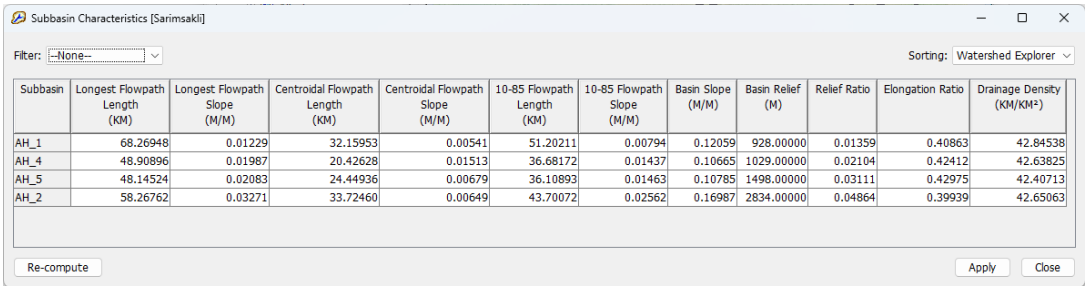
Map Layer penceresinde sadece seçili kutucuklar işaretlendiğinde HEC HMS in kullandığı şematik ağ görüntülenebilir. Ana pencerede *View* menüsünde *Draw North Arrow* ve *Draw Scale Bar* menüleri işaretlenerek aşağıdaki şekilde görüleceği üzere Kuzey yön ve Ölçek görüntülenebilir.



HEC-HMS ana penceresinde:

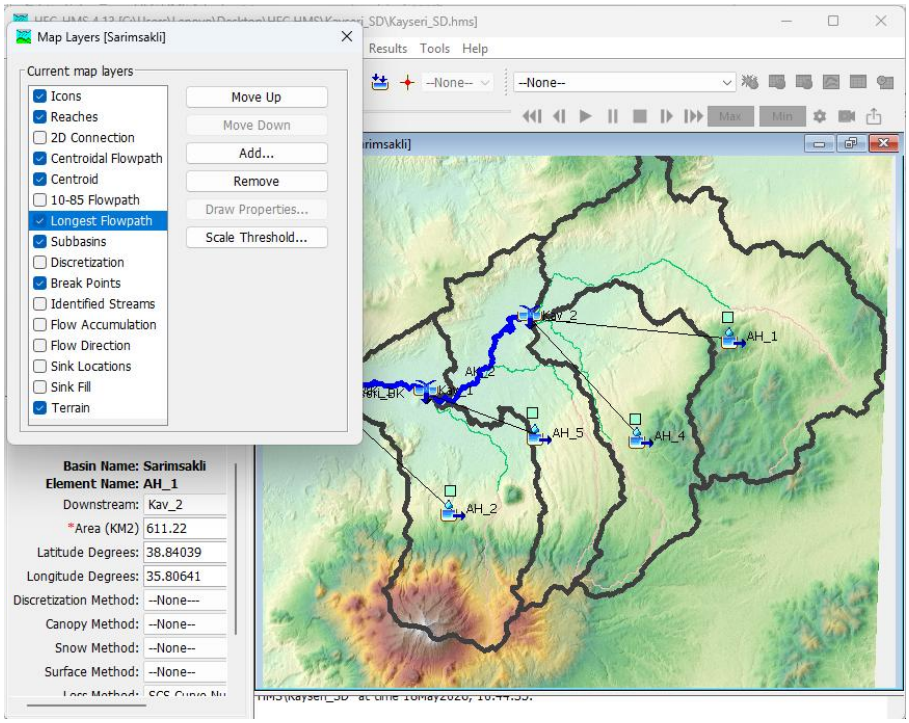
Parameters *Characteristics* *Subbasin*

düğmeleri seçilerek aşağıda verilen havza özellikleri görüntülenebilir.

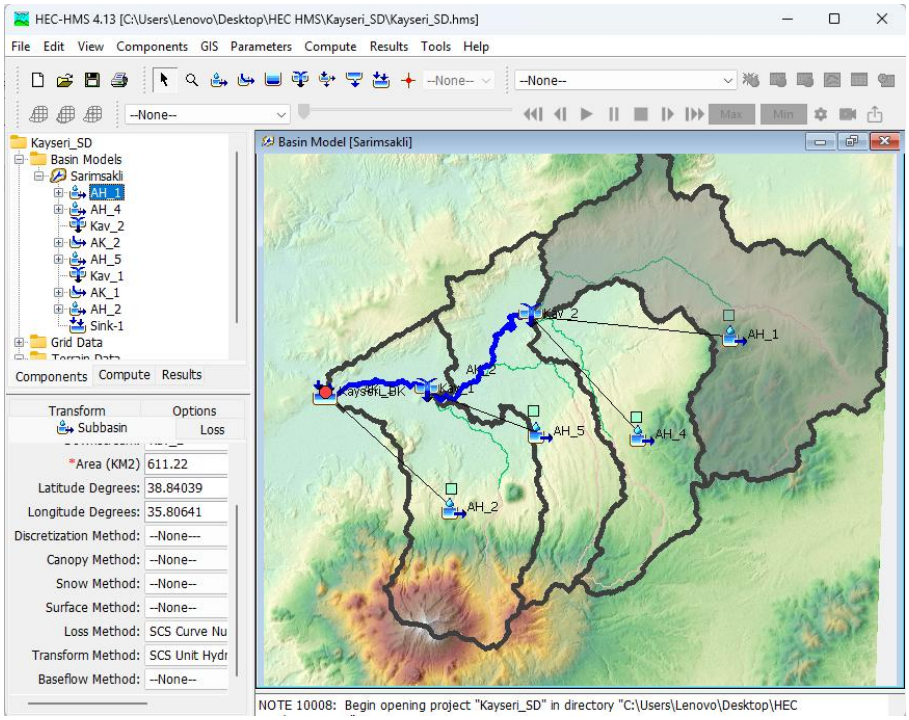


Subbasin	Longest Flowpath Length (KM)	Longest Flowpath Slope (M/M)	Centroidal Flowpath Length (KM)	Centroidal Flowpath Slope (M/M)	10-85 Flowpath Length (KM)	10-85 Flowpath Slope (M/M)	Basin Slope (M/M)	Basin Relief (M)	Relief Ratio	Elongation Ratio	Drainage Density (KM/KM²)
AH_1	68.26948	0.01229	32.15953	0.00541	51.20211	0.00794	0.12059	928.00000	0.01359	0.40863	42.84538
AH_4	48.90896	0.01987	20.42628	0.01513	36.68172	0.01437	0.10665	1029.00000	0.02104	0.42412	42.63825
AH_5	48.14524	0.02083	24.44936	0.00679	36.10893	0.01463	0.10785	1498.00000	0.03111	0.42975	42.40713
AH_2	58.26762	0.03271	33.72460	0.00649	43.70072	0.02562	0.16987	2834.00000	0.04864	0.39939	42.65063

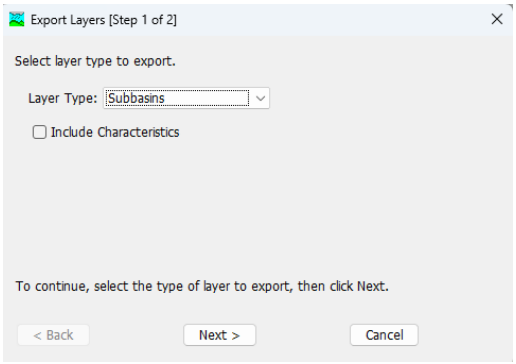
Bu durumda masa üstünde sağ fare düğmesi ile açılan Map Layers penceresinde istenilen kutucuklar seçilerek bu özelliklerin masa üstü haritada görüntülenmesi sağlanabilir.



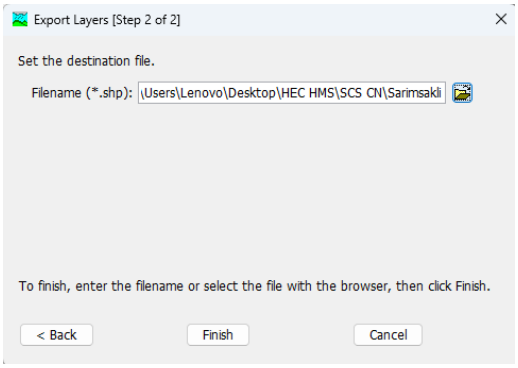
Bu aşamada hidrolojik süreci simüle etmek için kullanılacak yöntemler ve gerekli parametrelerin tanımlanacaktır. Bunun için bir alt havza seçilerek (AH_1) *Component Editor* de (Bileşen düzenleyici) bu alt havza ile ilgili bilgiler görüntülenir. Burada en önemli yöntemler daha önce program ayarlarında tanımlandığı üzere *Loss Method* (Kayıp Yöntemi) ve *Transform Method* (Dönüşüm Yöntemi) dir. Seçilen kayıp yöntemi *SCS Curve Number* (SCS Eğri Numarası), dönüşüm yöntemi de *SCS Unit Hidrograph* (SCS Birim Hidrograf) metodudur.



Alt havzalara ait SCS Eğri Numarasını (Curve Number) belirlemek için oluşan alt havzalara ait şekil dosyası Arc GIS e aktarılmalıdır. Bu amaçla Ana penceredeki menü çubuğunda *GIS* ve *Export Layer* menüleri seçilerek açılan pencerede *Layer Type: Subbasins* seçilir ve *Next* düğmesine basılır.



Açılan yeni pencerede Dosya adı (*Sarimsakli.shp*) ve kayıt yeri tanımlanır *Finish* düğmesine basılır.

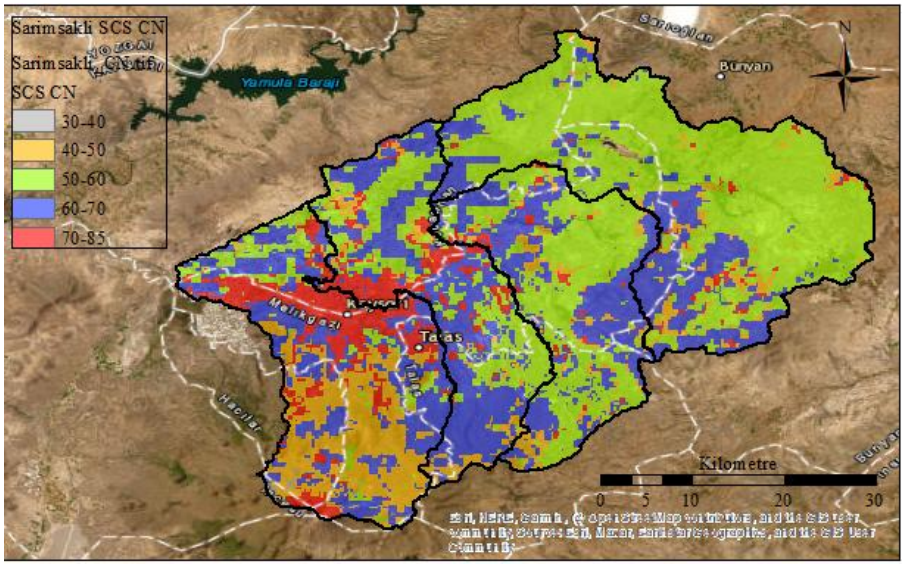


Arazi örtüsü ve topraklar, sızmayı kontrol ederek ve yüzey ve yeraltı suyu akışlarını etkileyerek hidrolojik döngüde temel bir rol oynar. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'nın (USDA) Doğal Kaynaklar Koruma Servisi (NRCS), yağmur olaylarından kaynaklanan akışı hesaplamak için basit, istikrarlı ve tahmin edilebilir bir yöntem geliştirmiştir. SCS CN (Eğri Numarası) yöntemi, havza özellikleri (toprak tipi, arazi kullanımı, nem durumu) ve toplam yağış verilerini kullanarak yüzey akış miktarını tahmin eden ampirik bir hidrolojik modeldir. Genellikle küçük kırsal ve kentsel havzalarda taşkın analizi ve su potansiyeli hesaplamaları için kullanılır.

Havzanın fiziksel özelliklerini tanımlamak amacıyla kullanılan kayıp yöntemi için SCS eğri numarası yöntemindeki *Curve Number* (CN) parametresinin her bir alt havza için belirlemek gerekir. Bu parametre, alt havzadaki tüm farklı toprak grubu ve arazi kullanım kombinasyonlarını temsil eden bileşik bir eğri numarasıdır. Jaafar et al. (2019) küresel CN haritası oluşturarak aşağıda verilen adreste paylaşıma açmışlardır.

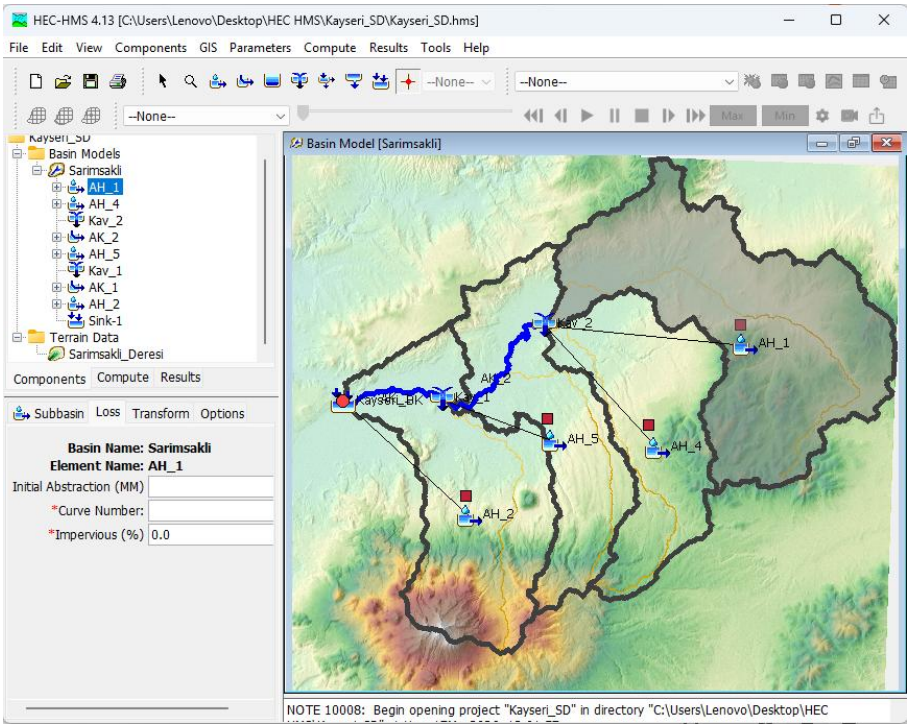
https://jaafarhadi.users.earthengine.app/view/hydrologic-curve-number

İndirilen CN haritası Arc GIS te istenilen bölge (ülke, şehir ve havzalar) için kesilerek (*Sarimsakli.shp*) aşağıdaki Sarimsakli havzasında olduğu üzere tanımlanabilir. Tanımlanan bölge için dosyanın Tiff formatında kaydedilmesi gerekir. Bu amaçla yine Arc GIS e başvurulur. Oluşturulan havzalara ait Sarimsakli_CN dosyası seçilerek *Data* ve *Export Data* menüleri aracılığıyla dosya tiff file olarak istenilen klasöre kaydedilir (Sarimsakli_CN.tif). Ele alınan Sarımsaklı Deresi için alt havzalara ait CN dağılımı aşağıdaki gibi görüntülenir.



Bu aşamada HEC-HMS ye dönülerek aşağıdaki Şekilden görüleceği üzere AH_1 seçili iken Component Editor (Bileşen Düzenleyici) de *Loss* (Kayıp) sekmesi seçilir ve pencerede üç farklı kutucuk görüntülenir.

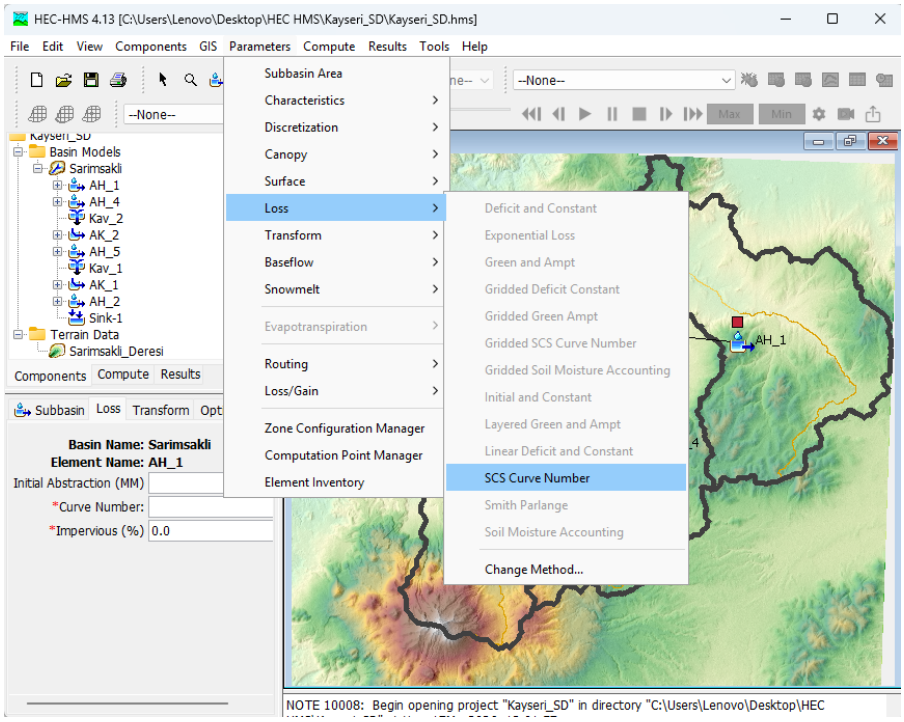
Birinci kutuya: İsteğe bağlı olarak bir Başlangıç Yağış Miktarı (*Initial Abstraction-mm*) girilebilir. Başlangıç Yağış Miktarı, yüzeyde aşırı yağış oluşmadan önce düşmesi gereken yağış miktarını tanımlar. Bu değer boş bırakılırsa**,** Eğri Numarasından hesaplanan potansiyel tutma miktarının 0,2 katı olarak otomatik olarak hesaplanır.

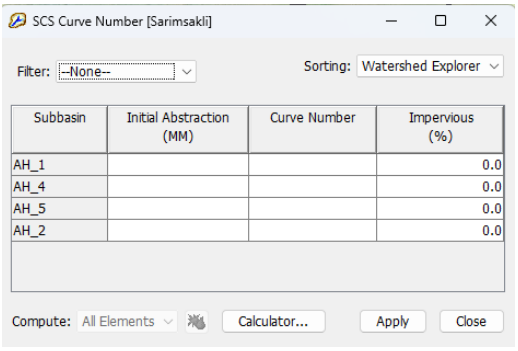


İkinci kutuda her bir alt havzaya ait bir eğri numarası *Curve Number* (CN) girilmesi gerekmektedir. Alt havzalara ait CN değerlerinin hesabı için HEC-HMS ana penceresinde:

Parameters *Loss* *SCS Curve Number*

düğmeleri seçilerek *SCS Curve Number* penceresi Şekildeki gibi görüntülenir.

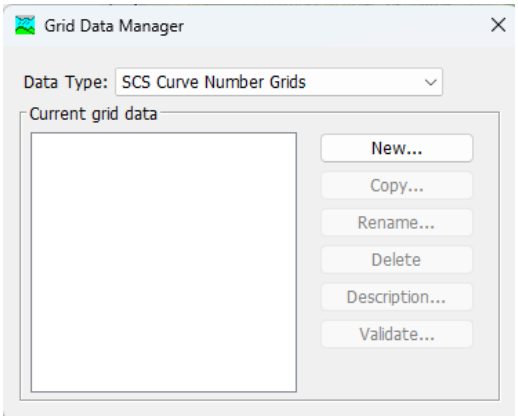




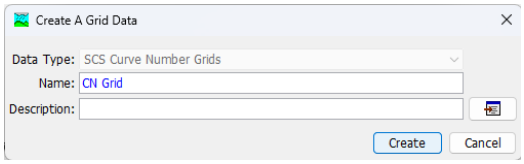
HEC-HMS 4.12 sürümünden itibaren program dahili hesap makinesini kullanarak eğri numarasının (CN) hesaplanmasına olanak tanır. Bu aşamada HEC-HMS ana penceresinde:

Components *Grid Data Manager*

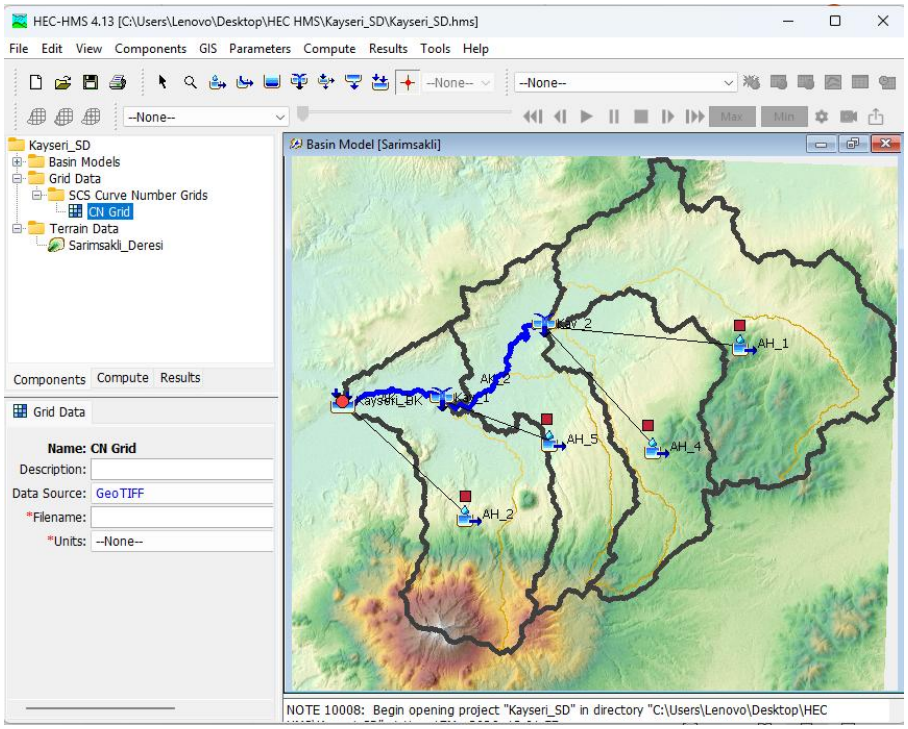
Menüleri seçilerek aşağıda verilen Grid Data Manager kutusu görüntülenir. Burada Yeni ızgara seti oluşturulacak ve eğri numarası raster ızgarasını tanımlamak için veri kaynağını Geotiff olarak ayarlanacaktır.

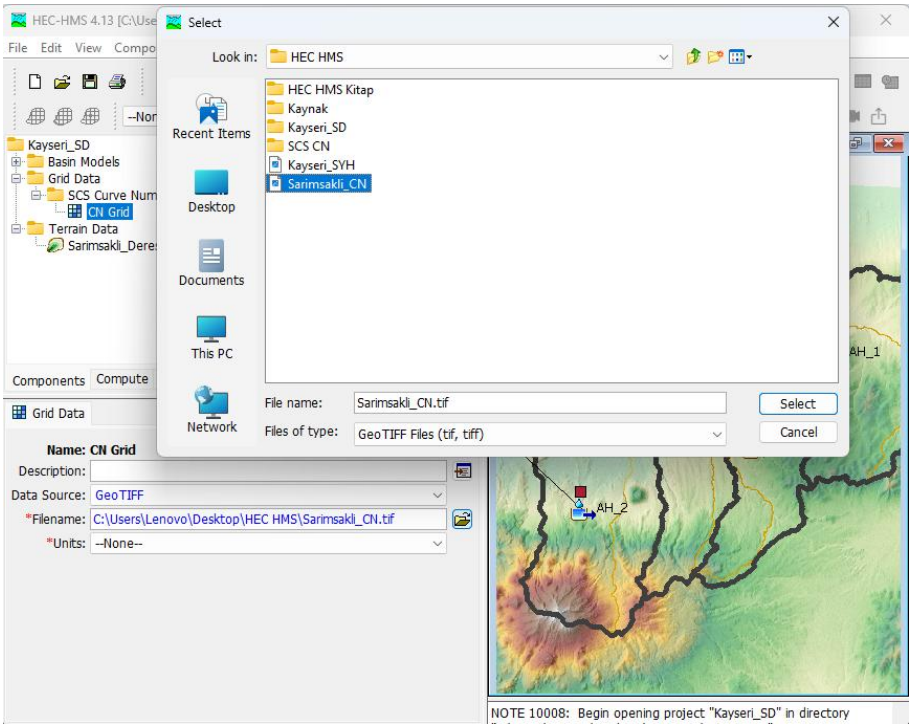


Pencerede *Data Type: SCS Curve Number Grids* Seçilerek *New* düğmesine basılır ve aşağıdaki pencere görüntülenir. Pencerede Dosya adı *Name: CN Grid* olarak adlandırılır. *Create* düğmesine basılır.



Bu durumda Havza Gezgini (*Watershet Explorer*) penceresinde *Grid Data* klasörü ve altında da *CN Grid* düğmesi görüntülenir. *CN Grid* seçili iken, Bileşen Düzenleyici (*Component Editor*) de aşağıdaki gibi görüntülenir Bileşen düzenleyicisinde *Data Source: GeoTIFF* seçilir ve *File Name:* sağda görüntülenen klasör açma düğmesi ile çalışma klasöründe oluşan Sarimsakli_*CN.tif* dosyası seçilir. Ana pencerede kaydet düğmesine basılarak yapılan işlemler kaydedilir.

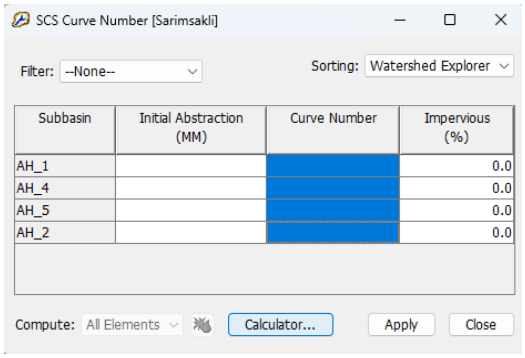

HEC-HMS 4.13 [C:\Users\Lenovo\Desktop\HEC HMS\Kayseri_SD\Kayseri_SD.hms]
File Edit View Components GIS Parameters Compute Results Tools Help
Kayseri_SD
Basin Models
Grid Data
SCS Curve Number Grids
CN Grid
Terrain Data
Sarimsakli_Deresi
Components Compute Results
Grid Data
Name: CN Grid
Description:
Data Source: GeoTIFF
*Filename:
*Units: --None--
Basin Model [Sarimsakli]
AH_1
AH_2
AH_4
AH_5
NOTE 10008: Begin opening project "Kayseri_SD" in directory "C:\Users\Lenovo\Desktop\HEC


Select
Look in: HEC HMS
HEC HMS Kitap
Kaynak
Kayseri_SD
SCS CN
Kayseri_SYH
Sarimsakli_CN
Recent Items
Desktop
Documents
This PC
Network
File name: Sarimsakli_CN.tif
Files of type: GeoTIFF Files (tif, tiff)
Select
Cancel
Data Source: GeoTIFF
*Filename: C:\Users\Lenovo\Desktop\HEC HMS\Sarimsakli_CN.tif
NOTE 10008: Begin opening project "Kayseri_SD" in directory

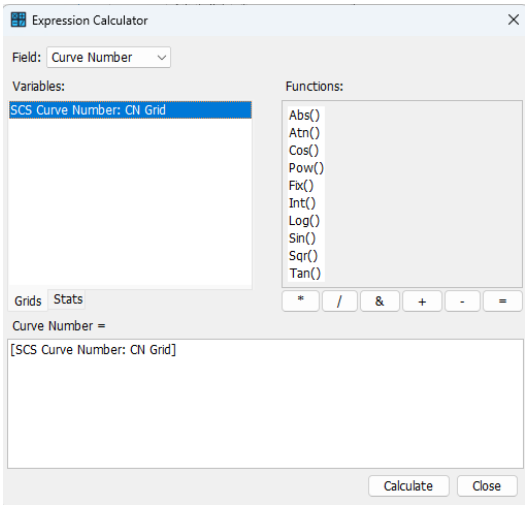
Izgara kurulumu tamamlandıktan sonra, havza analizi için eğri numaralarını hesaplamak üzere HEC-HMS deki yeni yerleşik hesap makinası kullanılabilir. Ana pencerede:

Parameters *Loss* *SCS Curve Number*

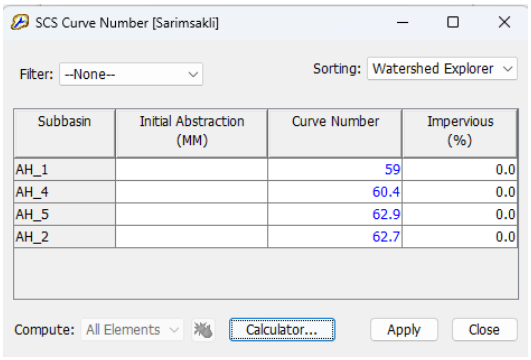
Basılarak açılan pencerede *Calculator* düğmesi seçilir.



Açılan pencerede *Field: Curve Number* seçilerek, *Variables:* Penceresindeki *SCS Curve Number CN Grid* seçeneği çift tıklanarak Alt kutuda görüntülenmesi sağlanır. Son olarak pencerenin altındaki *Calculate* ve *Close* düğmelerine sırasıyla basılarak pencere kapatılır.

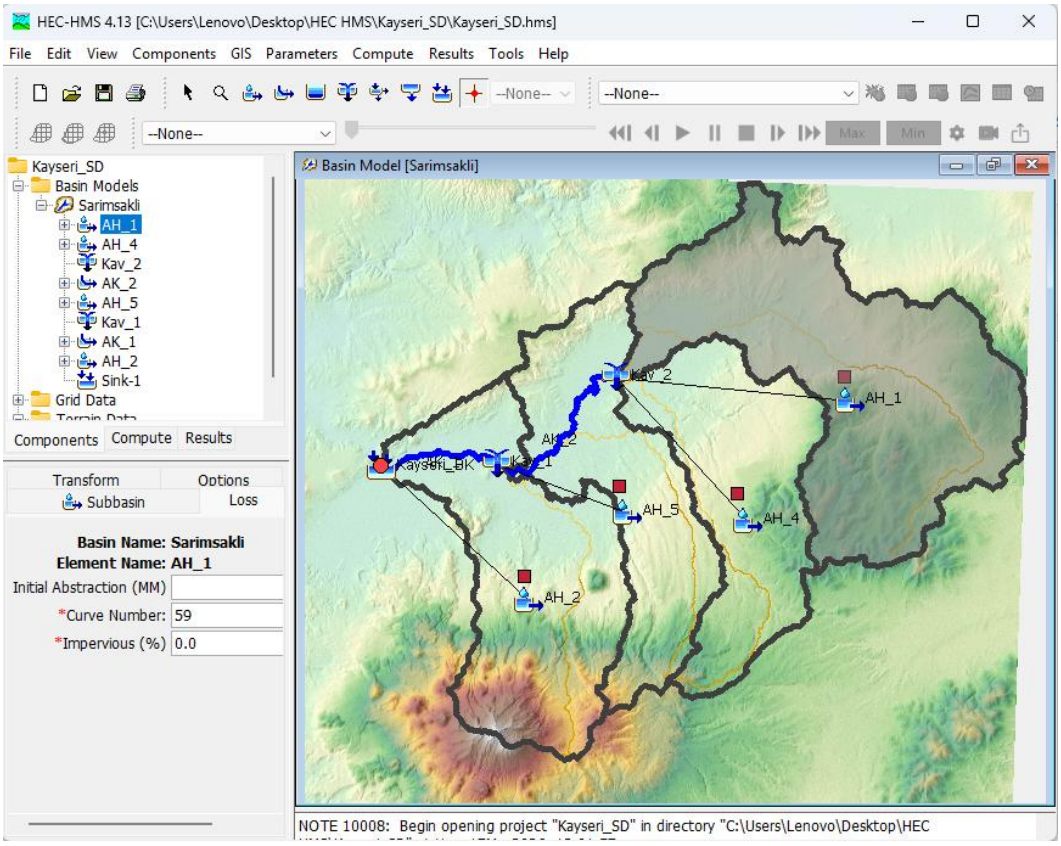


SCS Curve Number [Sarımsakli] penceresi aşağıdaki gibi görüntülenir. *Apply* ve *Close* düğmelerine sırasıyla basılarak ana pencerede Kaydet (Save) düğmesine basılır.



Üçüncü kutuda *Impervious (%)*, Alt havzanın doğrudan bağlantılı geçirimsiz alanının yüzdesi belirtilir. Belirtilen herhangi bir yüzde, bileşik eğri numarasının hesaplanmasında dikkate alınmamalıdır. Geçirimsiz alan üzerinde herhangi bir kayıp hesaplaması yapılmaz; alt havzanın bu kısmındaki tüm yağış, fazla yağış olarak kabul edilir ve doğrudan yüzey akışına tabidir.

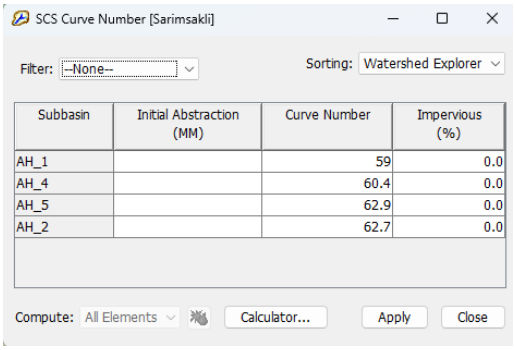
Bu durumda HEC-HMS ana penceresi, Havza Gezgininde AH_1 ve *Components* düğmesi seçili iken *Loss* penceresinde Curve Number:59 olarak görüntülenir.



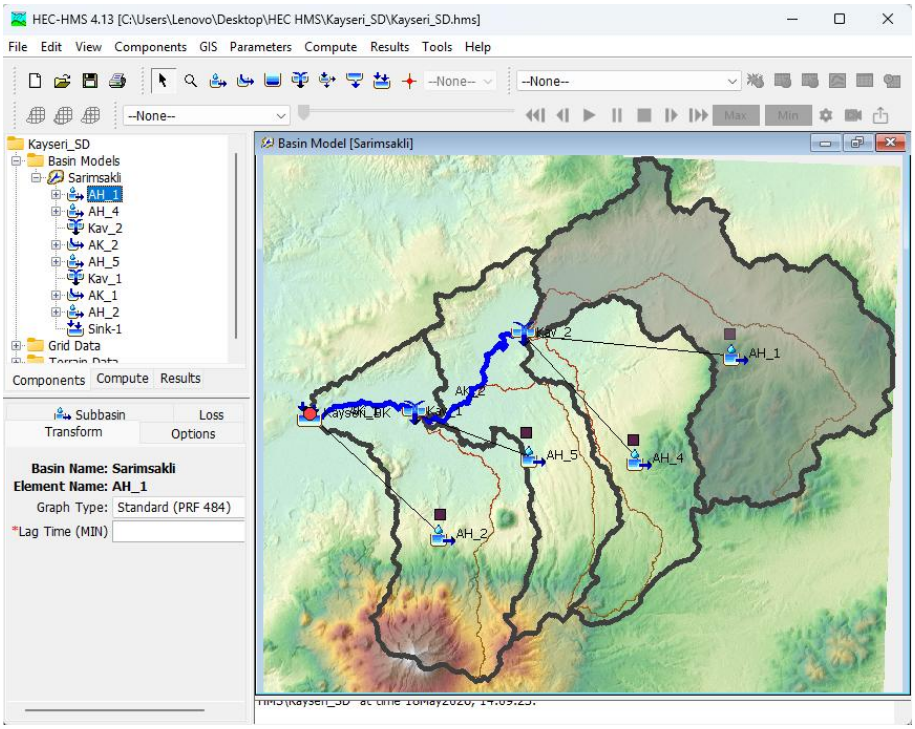
Benzer şekilde:

Parameters *Loss* *SCS Curve Number*

menüleri ile açılan pencerede görüleceği üzere diğer havzalar içinde hesaplanan CN lar tanımlanmış olur.



Seçili havza için Bileşen Düzenleyicisinde (*Component Editor*) *Transform* (Transfer) düğmesi seçilir, Birim Hidrograf Yöntemi için açılan pencerenin ilk kutusunda Grafik Türü (*Graph Type*) tanımlanır. (SCS) Birim Hidrograf Yöntemi, öncelikle tepe akışından önce meydana gelen birim akışın yüzdesini belirleyerek eğrisel bir birim hidrograf tanımlar. Tepe akışından önce meydana gelen akış yüzdesi, Tepe Akış Hızı Faktörü (PRF) ile yansıtılır. Tepe akışından önce meydana gelen birim akış yüzdesi, akış uzunluğuna, arazi eğimine ve havzanın diğer özelliklerine bağlı olduğundan, tüm havzalarda aynı değildir. Tepe akışından önce meydana gelen birim akış yüzdesini değiştirerek, farklı topografyaya ve akışı etkileyen diğer koşullara sahip havzalar için alternatif birim hidrograflar hesaplanabilir. Düz havzaların tipik olarak 100 kadar küçük olabilen daha düşük bir PRF'ye sahip olduğu belirlenmiştir. Daha dik havzaların ise 600'e kadar çıkabilen daha büyük bir PRF'ye sahip olduğu görülmüştür. Varsayılan birim hidrografın PRF'si 484'tür.



Birim hidrograf yöntemi gecikme süresinin girilmesini gerektirir. Gecikme süresi (*Lag Time-min*) hidrografın hareket etmesi için geçen süredir. Gecikme süresi ise konsantrasyon süresinin 0,6 katıdır. Yani tl=0,6tc dir. Her bir alt havza için gecikme süresi (t_l-Lag Time) SCS (Soil Conservation Service) yöntemi ile aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$tl = 0.6 * tc$$

Burada t_c konsantrasyon süresi (saat) olup:

$$t_c = \frac{\left(L_{lfp-m}\right)^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{441 {S_{\%}}^{0.5}}$$

L_{lfp-m} : En uzun akım yolu (m)

CN : Eğri No (Curve Number)

S% : Havza eğimi (%)

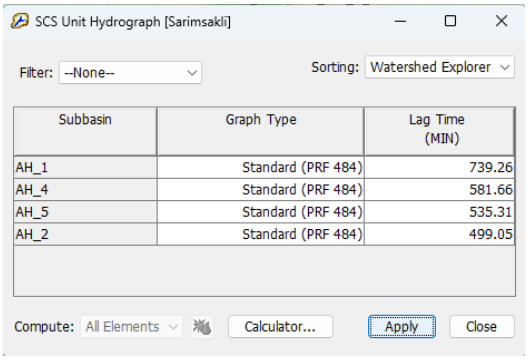
Excel dosyası yardımı ile daha önce bilinen havza özellikleri ile hesaplanan gecikme süreleri mevcut havzalar için hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Alt Havza	Alan (km^2)	SCS CN_{mean}	Longest FlowPath Lenght (m)	Basin Slope (%)	t_c (Hours)	t_c (minutes)	Lag time t_l=0.6tc
AH_1	611,22	59,00	68269,48	12,059	20,54	1232,11	739,26
AH_4	337,95	60,36	48908,96	10,665	16,16	969,43	581,66
AH_5	336,23	62,90	48145,24	10,785	14,87	892,19	535,31
AH_2	425,34	62,73	58267,62	16,987	13,86	831,75	499,05

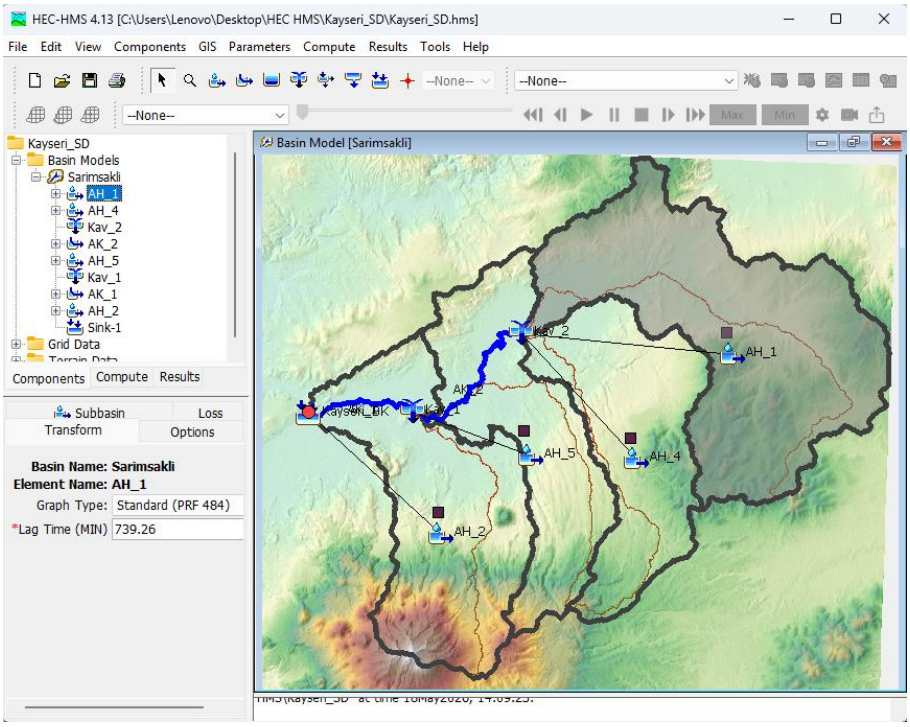
Her bir alt havzalar için transfer yöntemini tanımlamak amacıyla Component Editor (Bileşen Düzenleyici) de *Transform* sekmesi seçili iken hesaplanan gecikme zamanı (lag Time-t_l) dakika olarak tek tek girilebilir. Veya

Parameters *Transform* *SCS Unit Hydrograph*

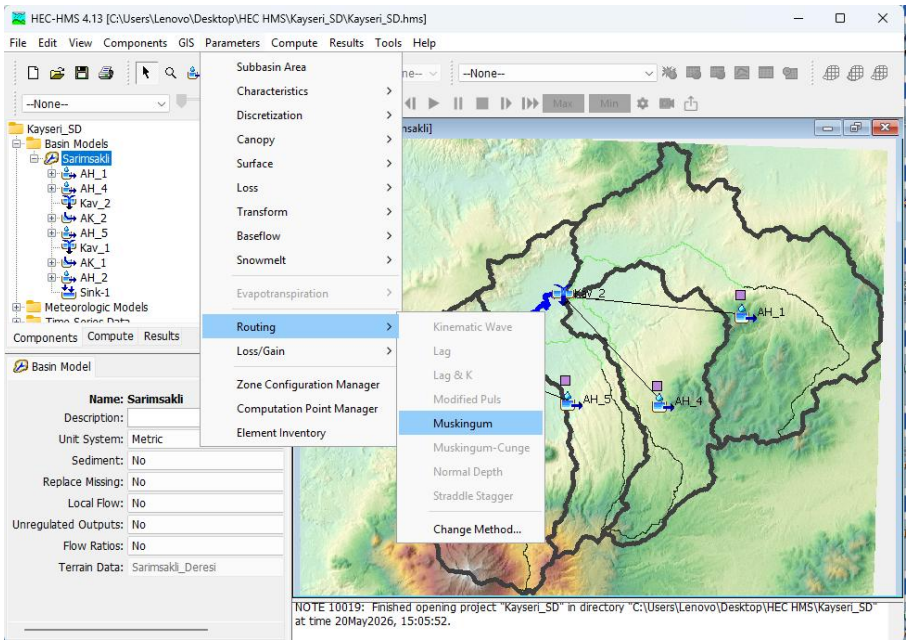
Menüleri yardımı ile açılan *SCS Unit Hydrograph* penceresinde hesaplanan gecikme süreleri tl girilerek *Apply* ve *Close* düğmelerine basılarak havzalar için atanmış olur. Varsayılan birim hidrografın PRF'si 484 olarak korunur.

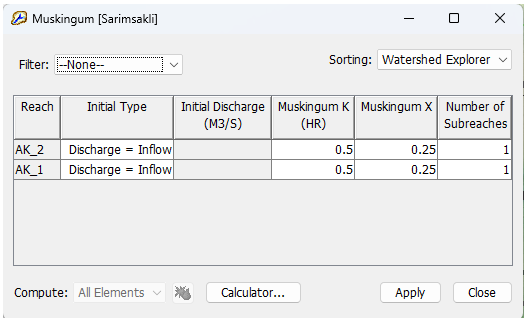


Seçili AH_1 için *Components - Transform* penceresi aşağıdaki gibi görüntülenir.



Muskingum yönlendirme yöntemi, bir giriş hidrografını yönlendirmek için kütle koruma yaklaşımını kullanır.





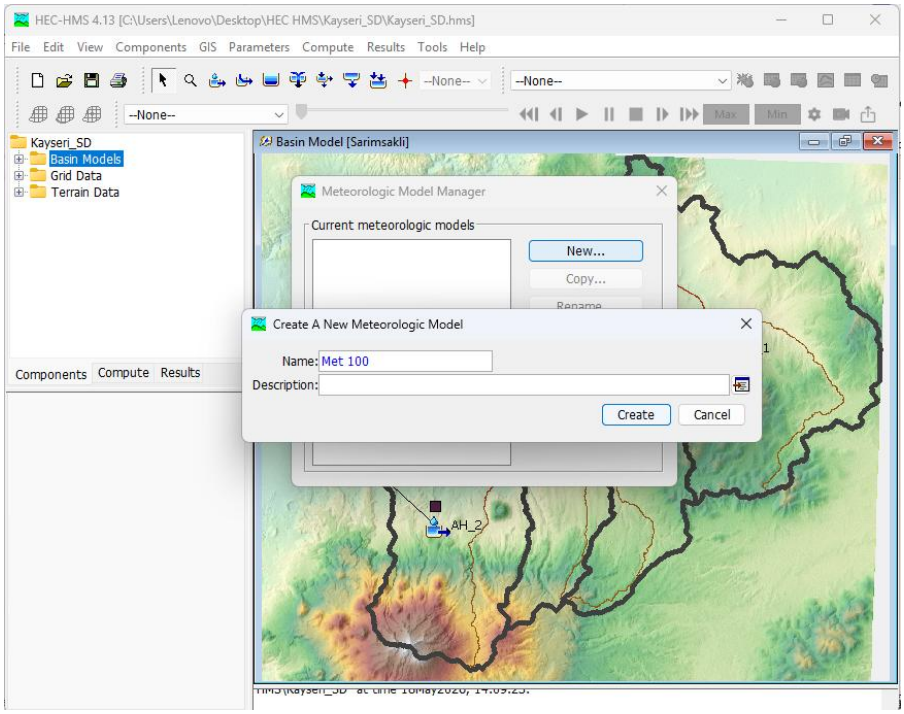
Tüm metodolojiler ve faklı alt havzaların özellikleri ve bunların nasıl modellenmesi istenildiği bu şekilde tanımlanmış olur.

HEC-HMS Meteorolojik Veri Girişi

HEC-HMS'de meteorolojik veriler, *Meteorologic Model* (Meteoroloji Modeli) bileşeni aracılığıyla tanımlanır.

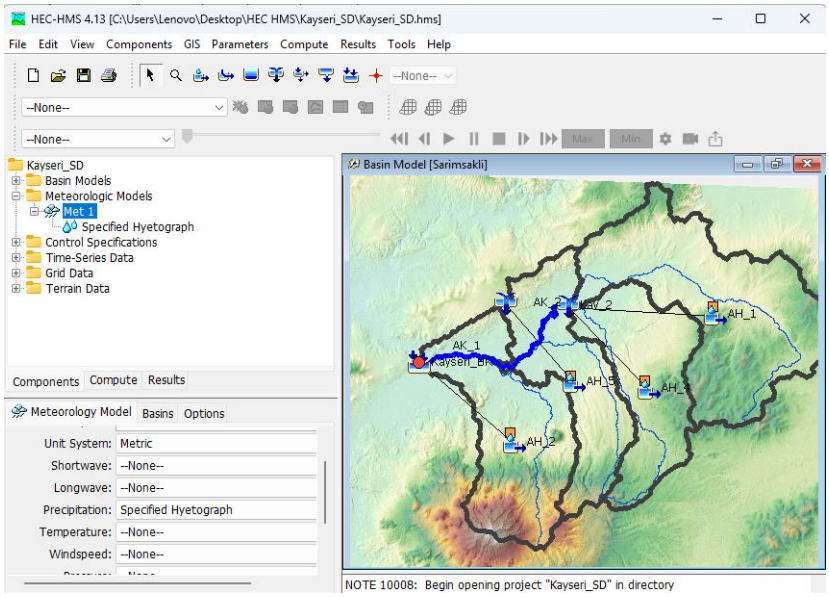
1. Meteoroloji Modeli Oluşturma

Hidroloji modelinin yağış parametresinin tanımlanması gerekecektir. Bu amaçla ölçülen maksimum yağış tanımlanacaktır. HEC-HMS ana penceresinde *Components* menüsü seçilerek açılan kutuda *Meteorologic Model Manager* düğmesi tıklandığına aşağıdaki pencere görüntülenir. Açılan küçük pencerede *New* düğmesi seçildiğinde *Create A New Meteorologic Model* kutusunda oluşturulacak meteorolojik modelin adı: *Name: Met 1* olarak tanımlanabilir. *Create* düğmesine basılarak meteorolojik model tanımlanır.



2. Yağış Yöntemi Seçimi

HEC-HMS ana penceresinde *Watershed Explorer* (Havza Gezgininde) *Meteorologic Models-Met 1* modelinin oluşturulduğu görülür. Meteorolojik modelde tanımlanan *Met 1* seçildiğinde *Component Editor* (Bileşen düzenleyici) aşağıdaki gibi görüntülenir.



Meteorologic Model editöründe *Precipitation* sekmesinden yağış yöntemi olarak *Specified Hyetograph* seçilir.

3. Yağış Verisi Girişi (Specified Hyetograph)

1. Adımda Raingauge (Yağış İstasyonu) Tanımlanır. Bunun için:

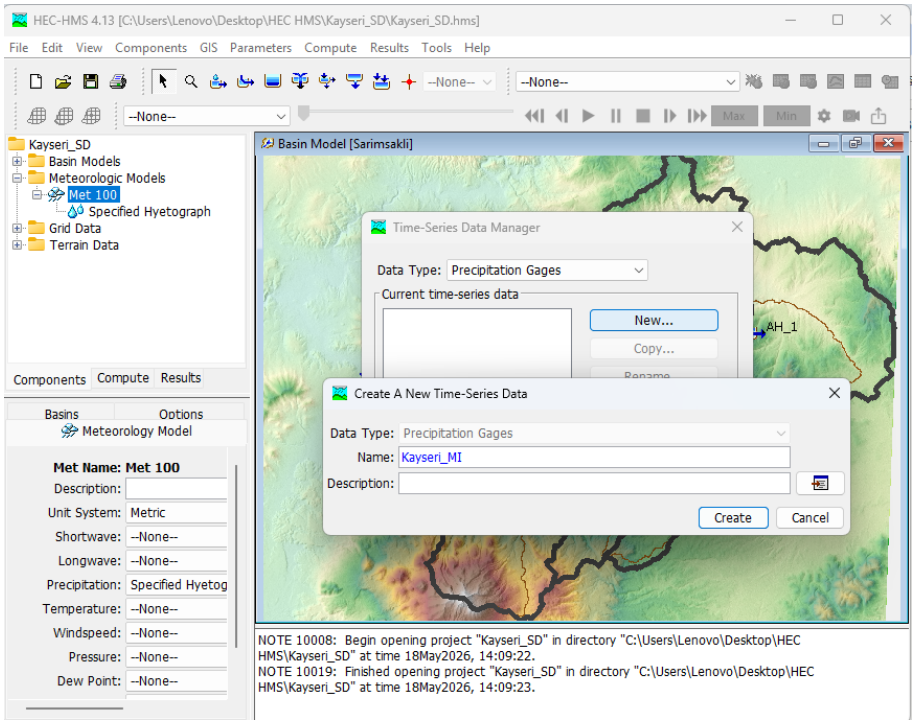
Components *Time-Series Data Manager*

Düğmeleri seçilerek açılan pencerede

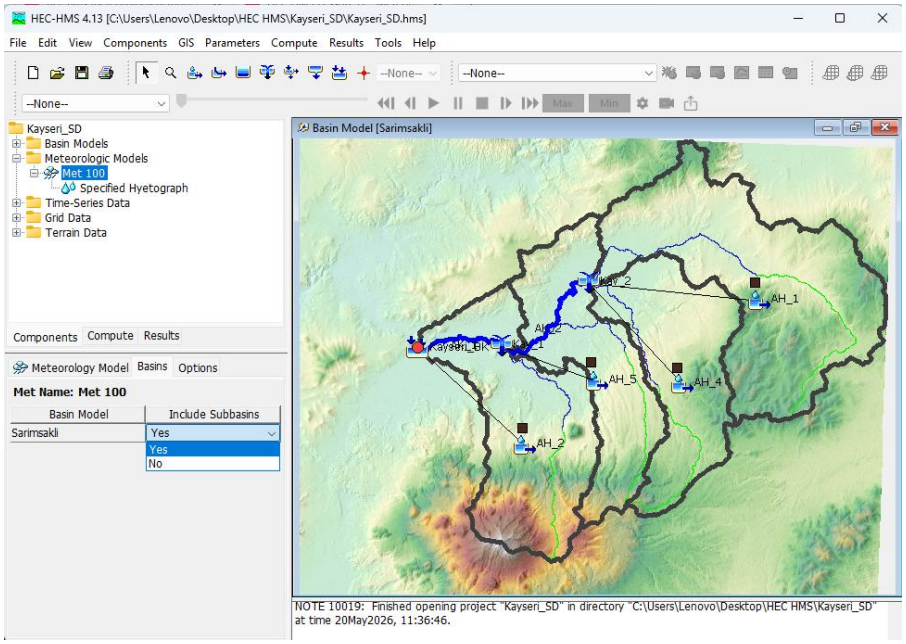
Data Type : *Precipitation Gages* seçilir.

New → düğmesine basılarak açılan pencerede

Name: Kayseri_MI (Kayseri Meteoroloji İstasyonu) yazılarak *Create* düğmesine basılır.



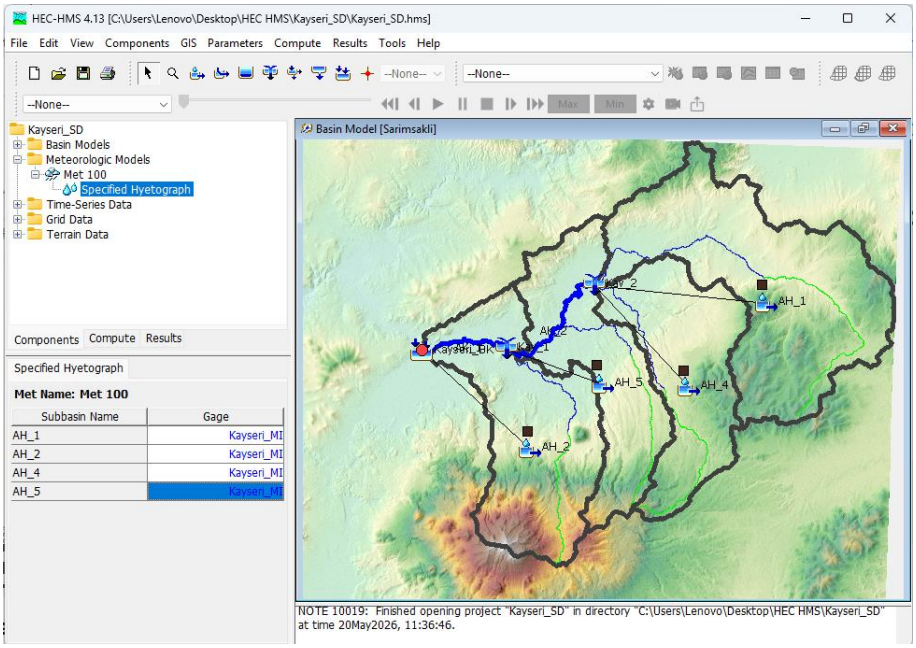
Havza Gezgininde *Meteorologic Models* *Met 100* seçili iken *Components* Editor de (Bileşen düzenleyicide) *Basins* düğmesi seçilir ve açılan pencerede, tanımlanan *Met 100* modelinin Sarimsakli havzası ve alt havzalarında kullanılacağı *Yes* düğmesi seçilerek tanımlanır. Yani meteorolojik model alt havzalara bağlanır.



Daha sonra havza gezgininde

Meteorologic Models *Met 100* *Sepcified Hyetograph*

seçili iken, Components Editor de (Bileşen düzenleyicide) her bir alt havza için *Gage* (ölçüm) olarak Kayseri MI tanımlanır.



2.Adım Birim ve zaman aralığı girilir. Milimetre mi inç mi, saatlik mi 15 dakikalık mı, artımsal mı kümülatif mi bunlar belirlenir. Zaman aralığını belirleyin (5 dk, 15 dk, 1 saat vb.)

Bu amaçla Havza Gezgini penceresinde:

Time Series Data *Precipitation Gages* *Kayseri_MI*

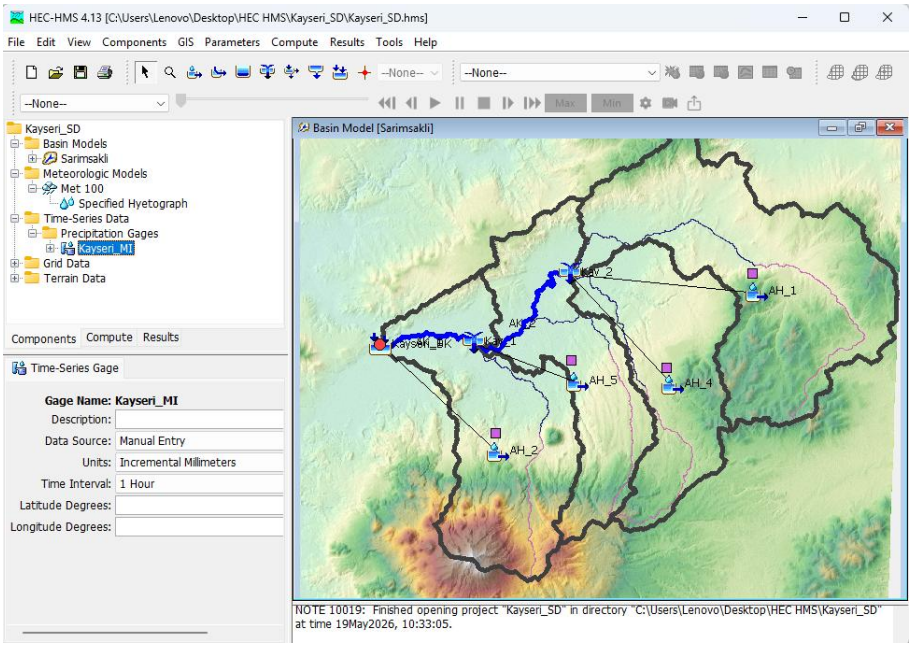
Seçilir. Components Editöründe:

Data Source: *Manuel Entry*

Units: Incremental Millimeters

Time Interval: *1 Hour* (Yağış verileri mm/Saat birimindedir)

Ölçüm cihazı konum bilgilerini girebileceğimiz kutular vardır. Sadece bir ölçüm cihazı (Kayseri Meteoroloji İstasyonu) olduğu için havza boyunca eşit yağışın düştüğü öngörülerek konum bilgilerine gerek duyulmayacaktır.



Kayseri_MI düğmesinin yanındaki + simgesine basılarak *Components* penceresinde tanımlı ölçüm zaman serisi aşağıdaki gibi görüntülenir. *Components Editorde, Times Window* düğmesi seçilerek açılan pencerede ölçüm verilerine ait kayıt tarih ve saat bilgileri tanımlanabilir.

Kayseri bölgesi için yağış verileri NASA'nın aşağıda verilen Web sayfasından indirilmiştir. 2000-2026 yılları arasında gözlenen maksimum yağmur 22 Temmuz 2002 tarihinde 19:00 da başlayan ve 24 Temmuz 2002 saat 18:00 de biten yağış dikkate alınacaktır.

https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/

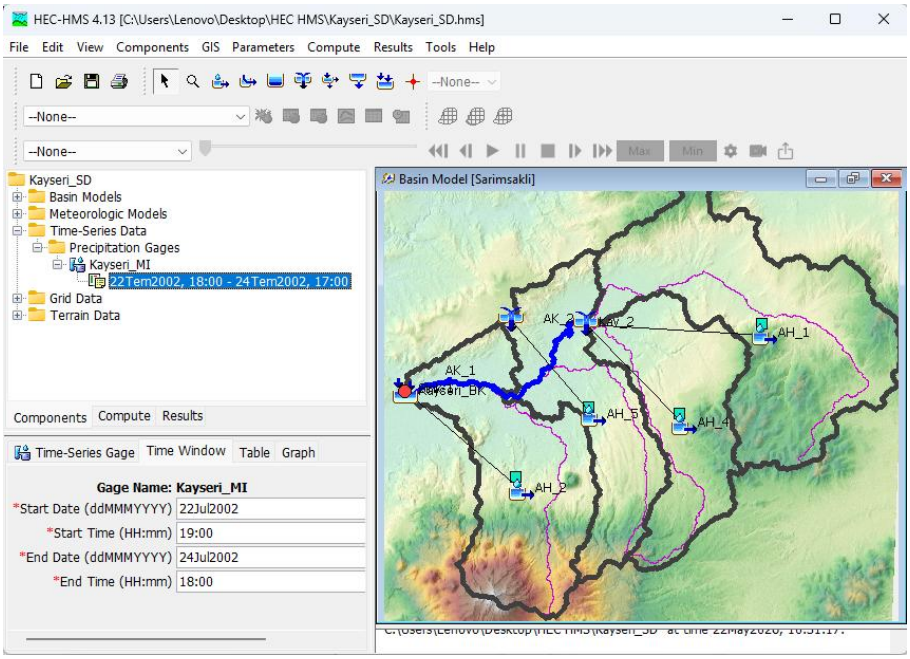
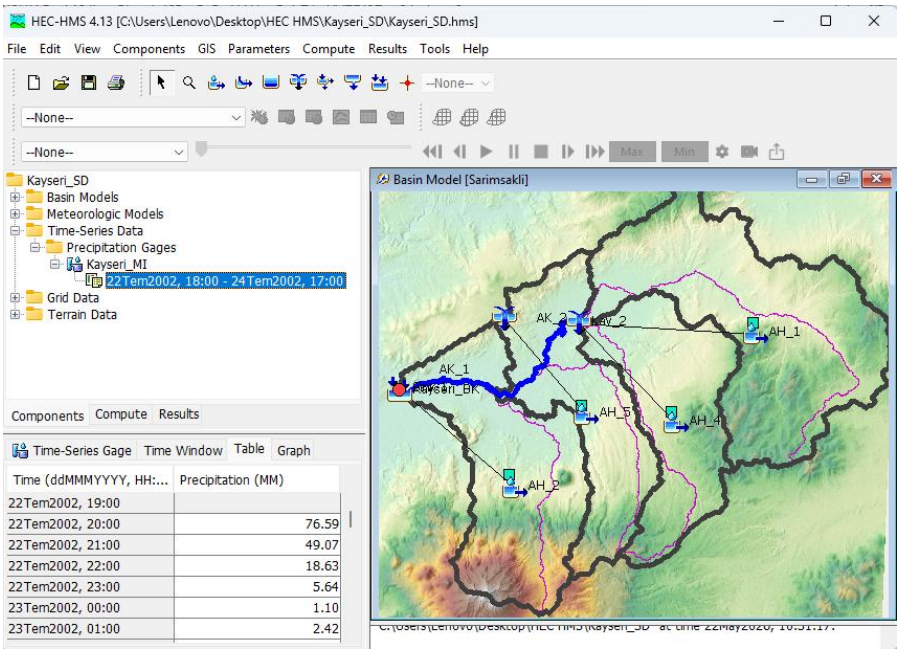
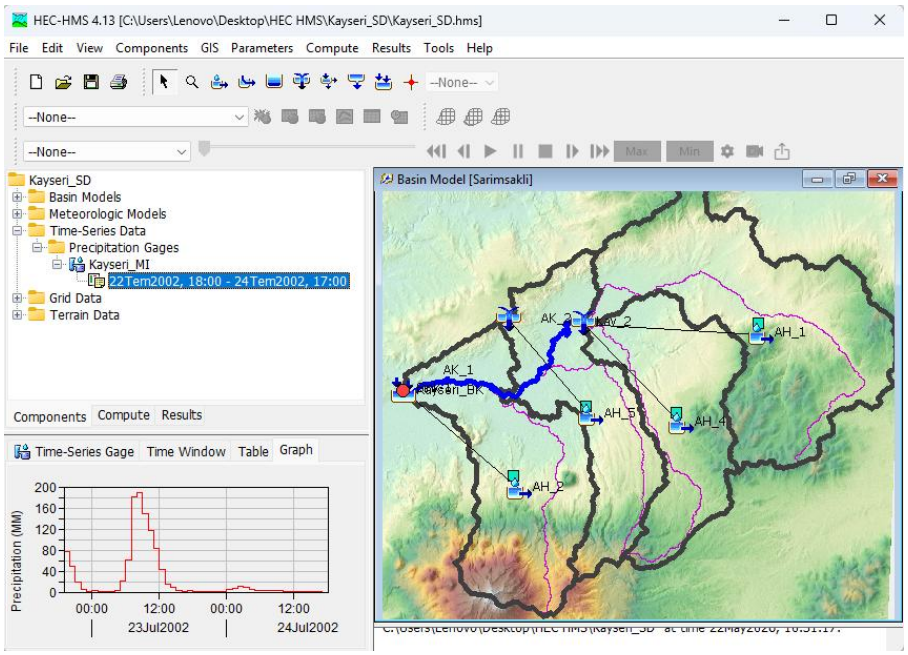


Table sekmesinde aşağıdaki pencerede görüleceği üzere yağış veri girişi Excel den kopyala yapıştır yöntemiyle yapılabilir.



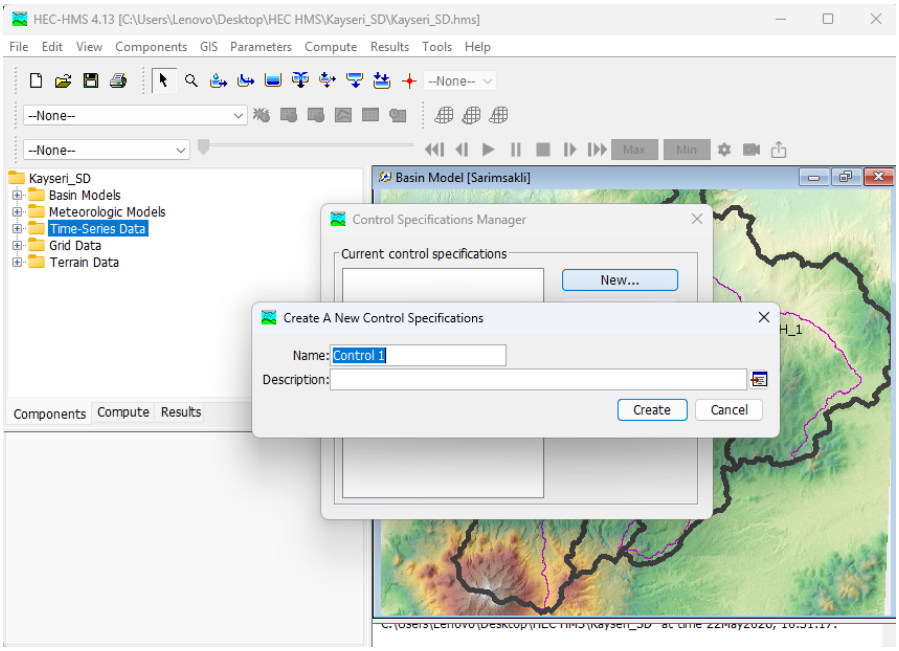
Components Editorde, Graph düğmesi seçilerek açılan pencerede ölçüm yağış verilerinin zamansal dağılımı aşağıdaki gibi görüntülenebilir.



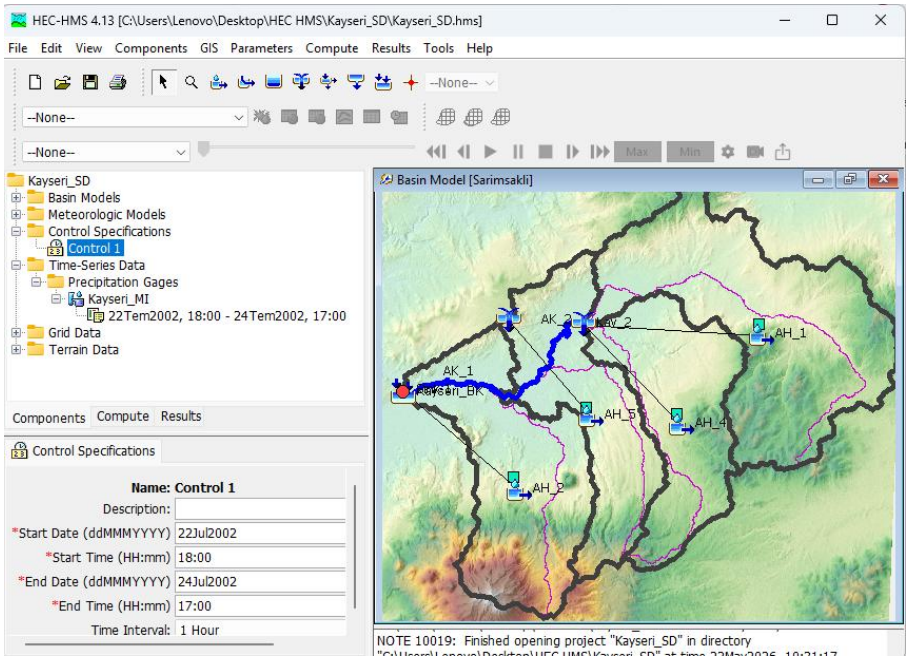
Kontrol spesifikasyon modeli, temel olarak bir havzanın hidrolojisini simüle etmek için kullanmak istenilen zaman adımını ve simülasyonu ne kadar süreyle çalıştırmak istenildiği tanımlanır. Öncelikle Sarımsaklı Deresi için kontrol spesifikasyon dosyası oluşturulur. Bu amaçla HEC HMS ana penceresinde:

Components *Control Specification Manager*

menüleri seçilerek aşağıdaki pencere görüntülenir.



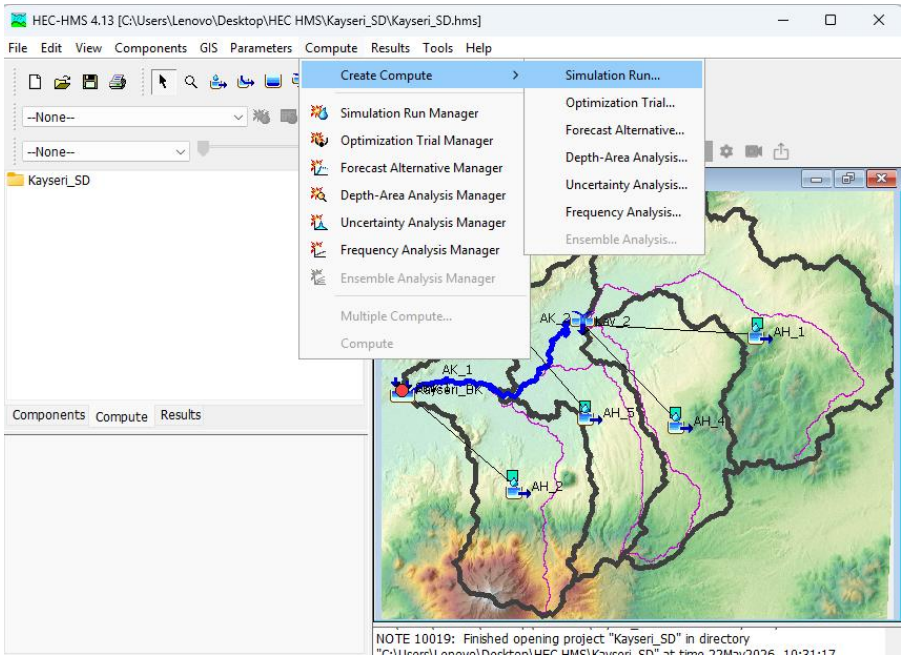
Create düğmesi ile Control 1 klasörünün oluşturulur. Havza Gezgini aşağıdaki gibi görüntülenir.



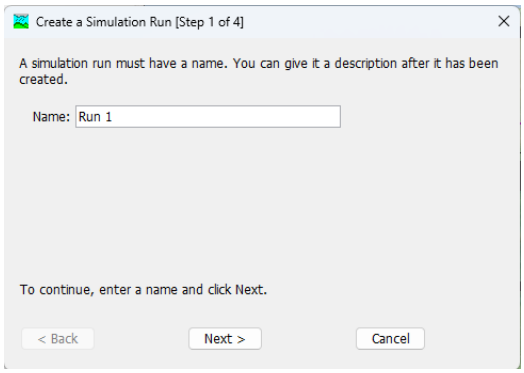
Control 1 klasörü seçili iken *Components Editör*de yağmur başlama ve bitiş tarih ve saatleri girilerek bilgiler kaydedilir. Bu aşamada simülasyon çalıştırılmaya hazır hale gelmiş olur.

Bu amaçla HEC-HMS ana penceresinde menü çubuğunda bulunan:

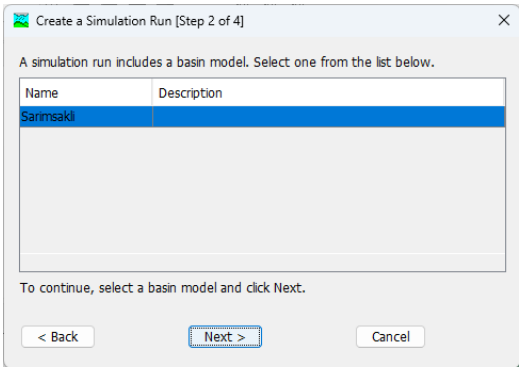
Compute *Create Compute* *Simulation Run* düğmeleri seçilir.



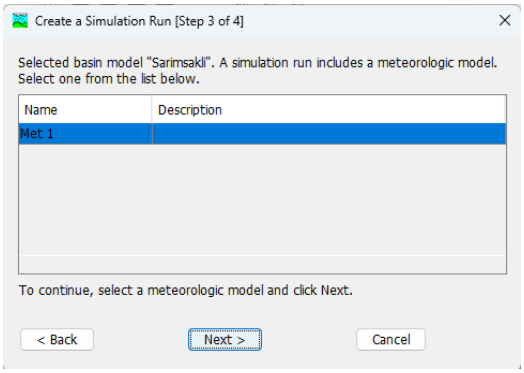
Bu durumda aşağıdaki pencere görüntülenir. Next düğmesi seçilerek



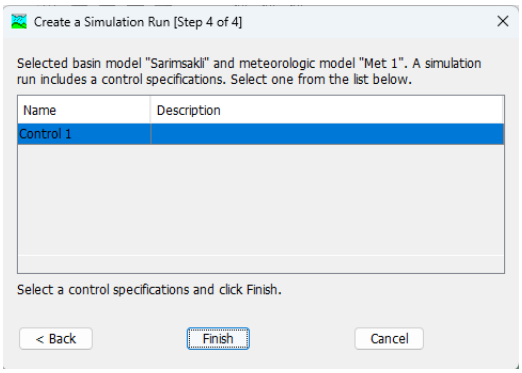
2. Adımda hangi havza modelinin kullanılacağı sorulacaktır. Bir havza modeli olduğundan bu havza görüntülenir. Yine Next düğmesi seçilerek bir sonraki adıma geçilir.



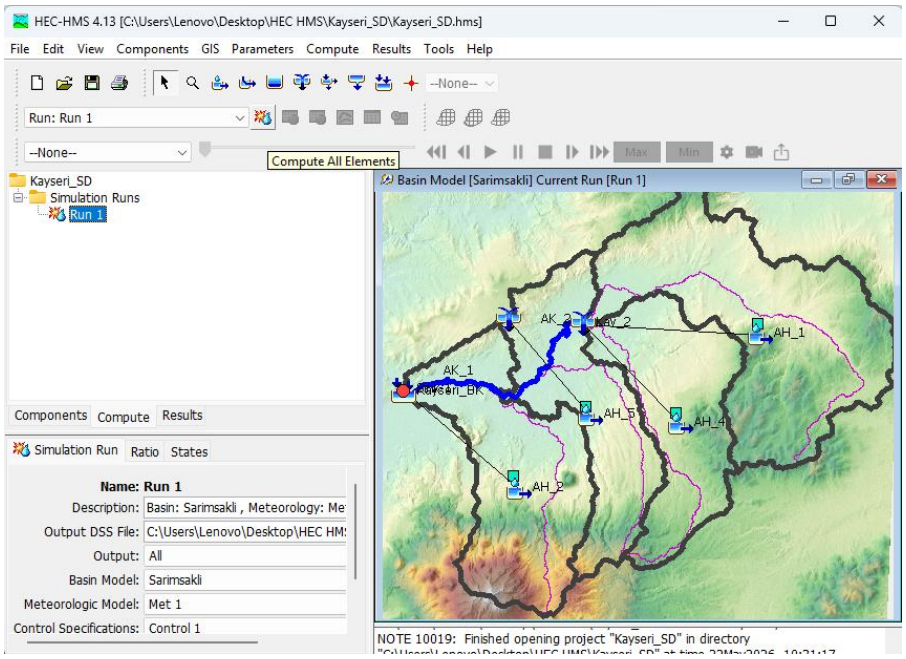
3. Adımda hangi meteorolojik modelinin kullanılacağı sorulacaktır. Bir meteorolojik model olduğundan bu model görüntülenir. Yine Next düğmesi seçilerek bir sonraki adıma geçilir.



4. Adımda hangi kontrol spesifikasyon dosyasının kullanılacağı sorulacaktır. Bir spesifikasyon dosyası olduğundan bu dosya görüntülenir. *Finish* düğmesi seçilerek gerekli adımlar. Tanımlanmış olur.



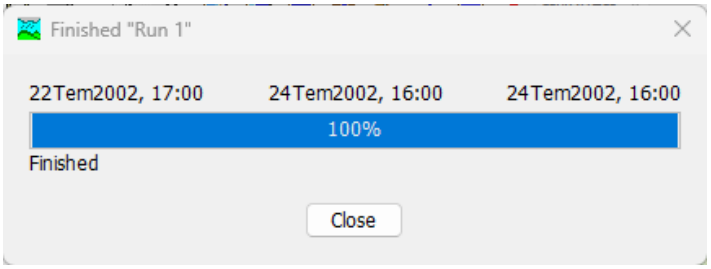
Bu aşamada simülasyon birkaç farklı yöntem ile çalıştırılabilir. İlk seçenek havza gezgininde *Simulation Run* (Simülasyon Hesapla) ya gitmek ve *Run 1* (çalıştırma) dosyasını seçerek menü çubuğundaki *Compute All Elements* düğmesini seçmektir  . Düğmeye basıldığında program hesaplamaları gerçekleştirir.



İkinci yol ise yine ana menüde:

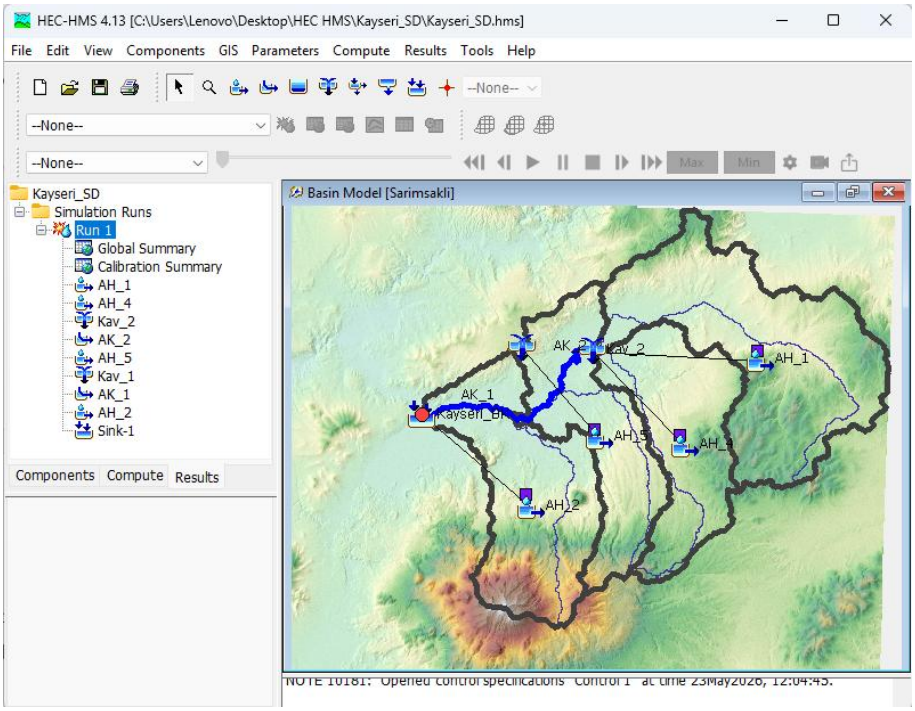
Compute *Compute Run [Run1]*

Düğmelerini seçmektir. Bu durumda da program hesaplamaları gerçekleştirir ve işlemin sorunsuz tamamlandığını gösteren aşağıdaki pencere görüntülenir.

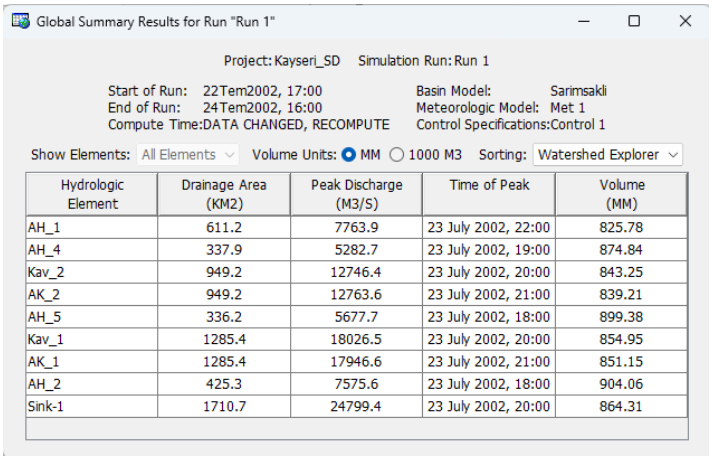


Simülasyonu çalıştırıldıktan sonra veya yürütme sırasında herhangi bir kırmızı uyarı görülür ise bu uyarılara dikkat etmek gerekir. Siyah yazı ile ilgili açıklamalar bilgilendirme amaçlı açıklamalardır.

Bileşen Düzenleyicide (*Component Editor* de) *Results* düğmesi seçildiğinde, Havza gezgini penceresinde *Simulation Runs* klasörü ve Run1 simgesi görüntülenir. *Run1* düğmesi yanındaki + simgesi tıklandığında havza elemanları listesi aşağıdaki gibi görüntülenir.

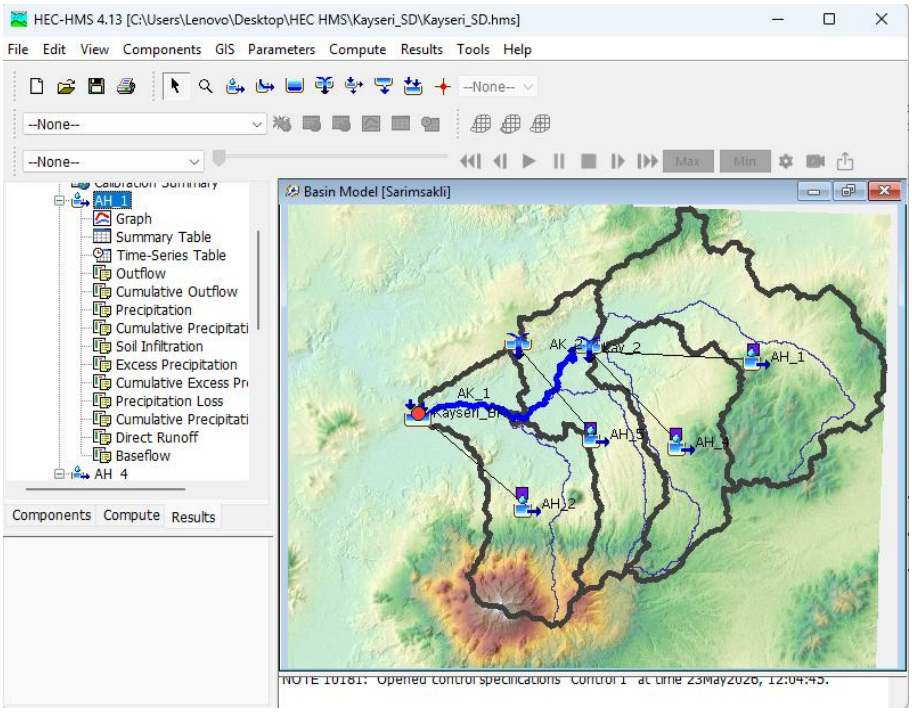


Global Summary (Küresel Özet Tablosu) düğmesi seçilerek Tablo aşağıdaki gibi görüntülenebilir.

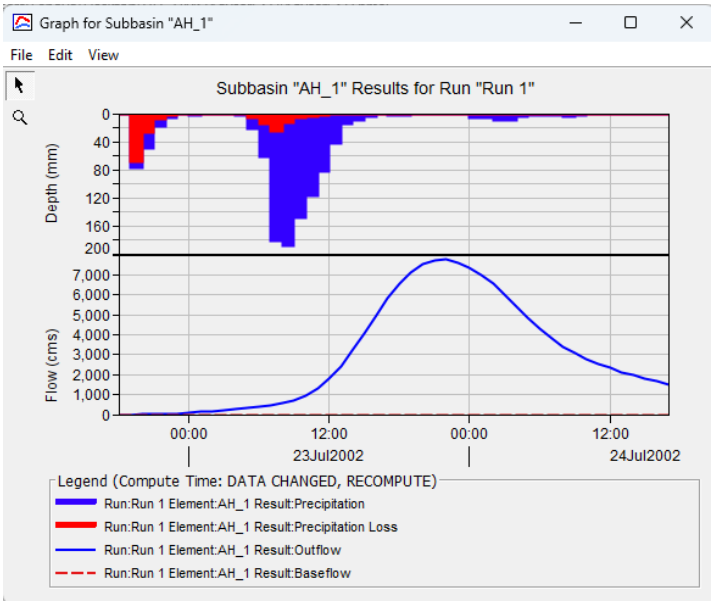


Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
AH_1	611.2	7763.9	23 July 2002, 22:00	825.78
AH_4	337.9	5282.7	23 July 2002, 19:00	874.84
Kav_2	949.2	12746.4	23 July 2002, 20:00	843.25
AK_2	949.2	12763.6	23 July 2002, 21:00	839.21
AH_5	336.2	5677.7	23 July 2002, 18:00	899.38
Kav_1	1285.4	18026.5	23 July 2002, 20:00	854.95
AK_1	1285.4	17946.6	23 July 2002, 21:00	851.15
AH_2	425.3	7575.6	23 July 2002, 18:00	904.06
Sink-1	1710.7	24799.4	23 July 2002, 20:00	864.31

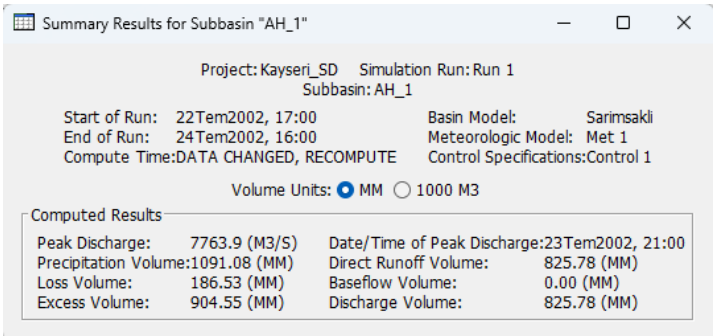
Her havza model elemanına ait sonuçları görüntülemek için, havza haritasındaki bir elemanın yanındaki + simgesine tıklanır. Açılan bir bağlam menüsünde birkaç seçenek vardır. Açılan menüde bir grafik (*Graph*), özet tablosu (*Summary Results*) veya zaman serisi tablosu (*Time Series Results*) görüntülenebilir.



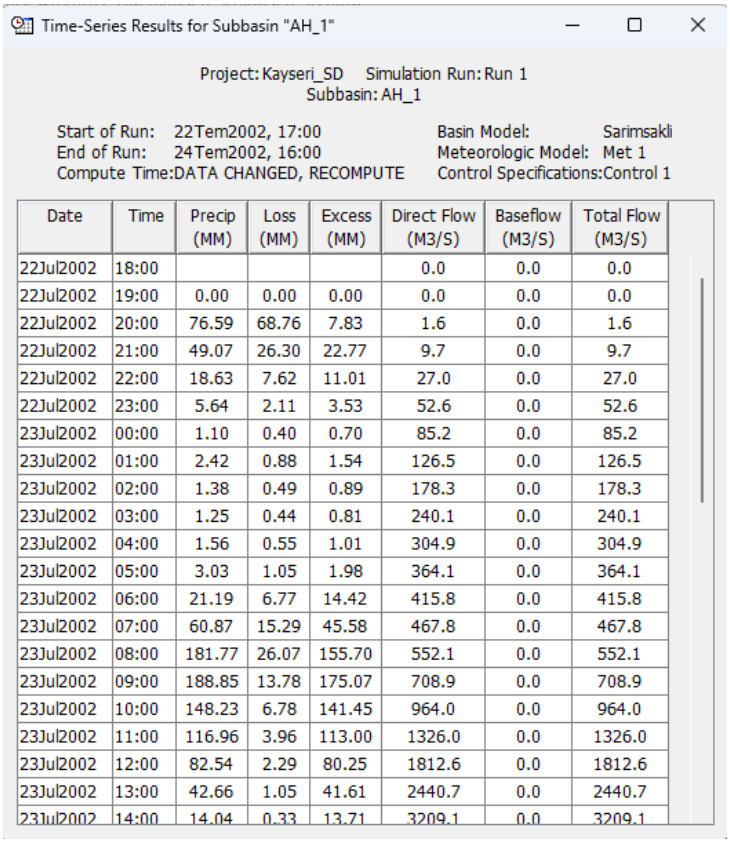
Grafikte gösterilen zaman serilerine ait etiketler grafiğin altında listelenmiştir. Grafik, artan yağış (üst grafikte mavi) ve yağış kaybını (üst grafikte kırmızı) içerir. Artan yağış, her alt havza için meteorolojik model tarafından hesaplanır. Yağış fazlalığı, seçilen kayıp yöntemiyle hesaplanan kayıpların artımı olarak çıkarılan yağışlardır. Grafik ayrıca baz akışı (alt grafikte kahverengi) ve toplam alt havza çıkışını (alt grafikte mavi) gösterir.



Özet istatistikler otomatik olarak hesaplanır ve özet tablosunda gösterilir. Havza haritasında sağ fare tuşu ile AH_1 e tıklanır, ardından Özet Tablosu (*Summary Table*) seçeneği seçilir. Özet tablo, Maksimum deşarjın 7763.9 m3/s olduğunu göstermektedir. Tablo ayrıca zirve akışının 23 Temmuz 2002'de saat 21:00'da gerçekleştiğini göstermektedir. Tablo, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi toplam deşarj hacmini 825.78mm olarak göstermektedir. mm-m3 radyo düğmesine tıklanarak deşarj birimleri değiştirilebilir.



Belirli bir zamanda hesaplanan debi en iyi şekilde elemanın zaman serisi tablosundan belirlenir. Havza haritasında AH_1 alt havzasına tıklanarak, Zaman Serisi Tablosu (*Time Series Table*) seçeneği seçilerek Aşağıda görüleceği üzere zaman serisi sonuçlar tablosu görüntülenebilir.



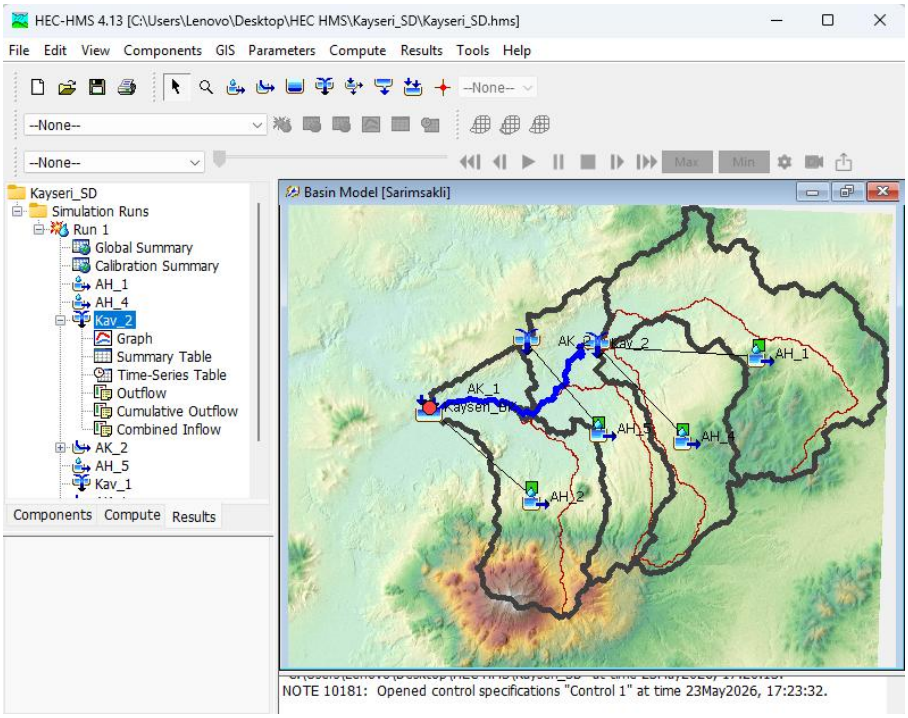
Time-Series Results for Subbasin "AH_1"

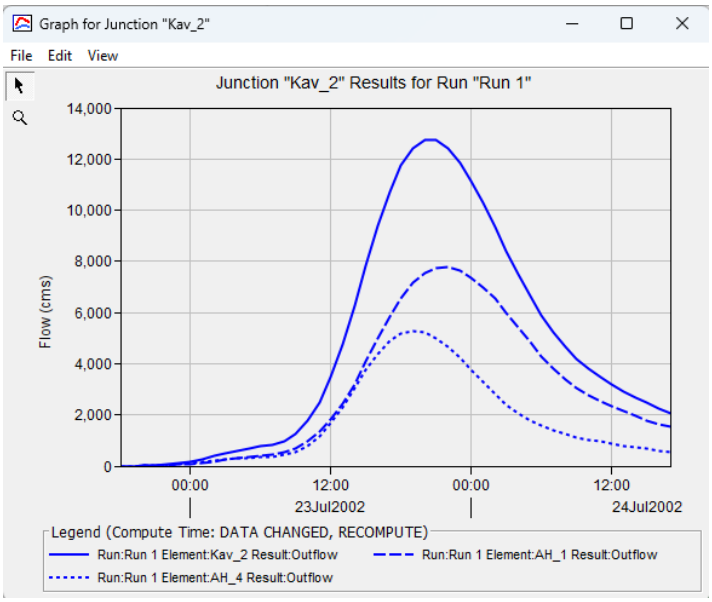
Project: Kayseri_SD Simulation Run: Run 1
Subbasin: AH_1

Start of Run: 22Tem2002, 17:00 Basin Model: Sarimsakli
End of Run: 24Tem2002, 16:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control 1

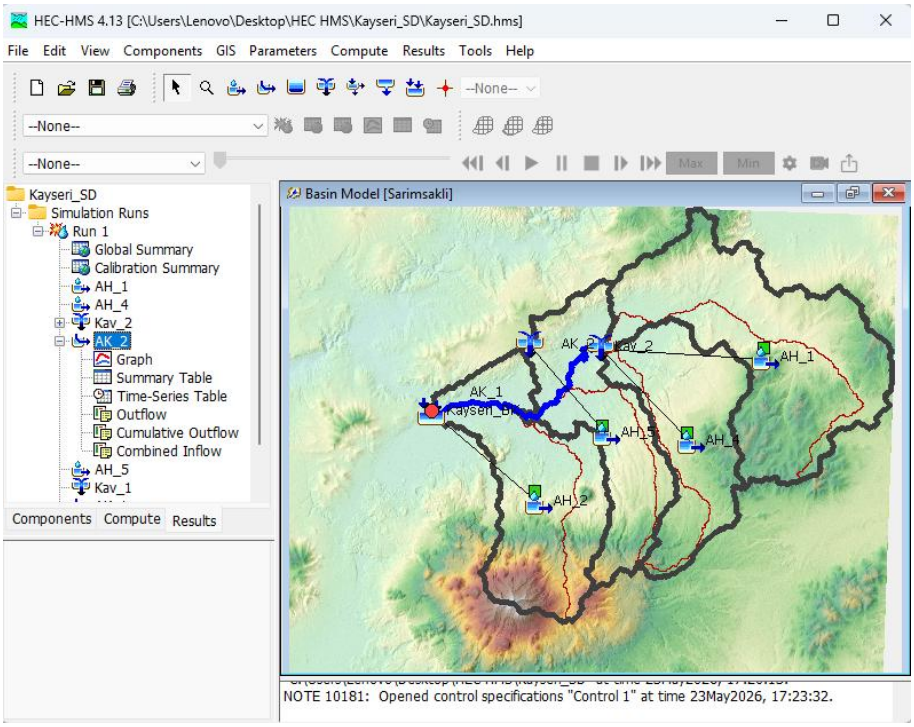
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
22Jul2002	18:00				0.0	0.0	0.0
22Jul2002	19:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
22Jul2002	20:00	76.59	68.76	7.83	1.6	0.0	1.6
22Jul2002	21:00	49.07	26.30	22.77	9.7	0.0	9.7
22Jul2002	22:00	18.63	7.62	11.01	27.0	0.0	27.0
22Jul2002	23:00	5.64	2.11	3.53	52.6	0.0	52.6
23Jul2002	00:00	1.10	0.40	0.70	85.2	0.0	85.2
23Jul2002	01:00	2.42	0.88	1.54	126.5	0.0	126.5
23Jul2002	02:00	1.38	0.49	0.89	178.3	0.0	178.3
23Jul2002	03:00	1.25	0.44	0.81	240.1	0.0	240.1
23Jul2002	04:00	1.56	0.55	1.01	304.9	0.0	304.9
23Jul2002	05:00	3.03	1.05	1.98	364.1	0.0	364.1
23Jul2002	06:00	21.19	6.77	14.42	415.8	0.0	415.8
23Jul2002	07:00	60.87	15.29	45.58	467.8	0.0	467.8
23Jul2002	08:00	181.77	26.07	155.70	552.1	0.0	552.1
23Jul2002	09:00	188.85	13.78	175.07	708.9	0.0	708.9
23Jul2002	10:00	148.23	6.78	141.45	964.0	0.0	964.0
23Jul2002	11:00	116.96	3.96	113.00	1326.0	0.0	1326.0
23Jul2002	12:00	82.54	2.29	80.25	1812.6	0.0	1812.6
23Jul2002	13:00	42.66	1.05	41.61	2440.7	0.0	2440.7
23Jul2002	14:00	14.04	0.33	13.71	3209.1	0.0	3209.1

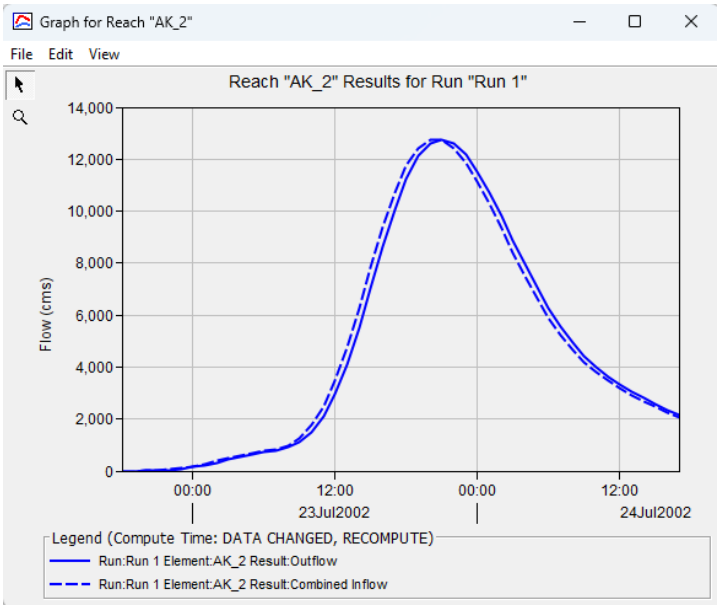
Kavşak-2 için sonuçları çizmek amacıyla, havza haritasında Kav_2 kavşağına tıklanır, Grafik (*Graph*) seçeneği tıklanır. Grafikte gösterilen zaman serileri bu grafik etiketinde listelenmiştir. AH_1 yerel alt havzadan (kesikli mavi) çıkan, AH_4'den (noktalı mavi) çıkan akımla birlikte gösterilmiştir. Eğer konumda bir gözlem zaman serisi mevcutsa, noktalı siyah bir çizgi gösterilir. Toplam çıkan akımda (katı mavi) gösterilmiştir.





Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi AK_2 (Akarsu kolu 2) için sonuçları çizmek amacıyla, fare ile havza haritasında AK_2 (reach'e) tıklanır, ardından Grafik (*Graph*) seçeneği seçilir. Grafikte gösterilen zaman serileri ve etikleri listelenmiştir. Grafik, akarsu koluna giren toplam akım (kesik mavi) ve hesaplanan çıkan akım (düz mavi) miktarını içerir. Giren akımın yukarı tarafına kaç elemana bağlanırsa bağlansın, sadece birleşik giriş gösterilir.


HEC-HMS 4.13 [C:\Users\Lenovo\Desktop\HEC HMS\Kayseri_SD\Kayseri_SD.hms]
File Edit View Components GIS Parameters Compute Results Tools Help
Kayseri_SD
Simulation Runs
Run 1
Global Summary
Calibration Summary
AH_1
AH_4
Kav_2
AK_2
Graph
Summary Table
Time-Series Table
Outflow
Cumulative Outflow
Combined Inflow
AH_5
Kav_1
Components Compute Results
Basin Model [Sarimsakli]
AK_1
AH_1
AH_5
AH_4
AH_2
NOTE 10181: Opened control specifications "Control 1" at time 23May2026, 17:23:32.


Graph for Reach "AK_2"
File Edit View
Reach "AK_2" Results for Run "Run 1"
Flow (cms)
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0
00:00
12:00
00:00
12:00
23Jul2002
24Jul2002
Legend (Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE)
Run:Run 1 Element:AK_2 Result:Outflow
Run:Run 1 Element:AK_2 Result:Combined Inflow



Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

1966 yılında Kayseri de doğdu, 1987 yılında Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı ve Hidrolik ABD da 1990 Yılında Yüksek Lisans, 1994 Yılında doktora derecesi aldı. 1995 yılında Erciyes Üniversitesinde Yardımcı Doçent, 2006 yılında Doçent ve 2011 yılında Profesör kadrosuna atandı. 2016 Ekim ayında Erciyes Üniversitesinden emekli oldu. Dr. Ardıçlıoğlu 2004 ve 2006 yılarında İngiltere Birmingham Üniversitesinde, 2010 yılı yaz döneminde Amerika Birleşik Devletleri, Auburn Üniversitesinde araştırmacı olarak çalışmalarda bulundu. 2010-2011 döneminde EPOKA üniversitesi, Tiran, Arnavutluk'ta araştırma ve ders vermek amaçlı bulundu. 13 adet ulusal projede, araştırmacı ve yürütücü olarak çalıştı, 15 adet yüksek lisans ve 1 adet doktora tezine danışmanlık yaptı. Lisans düzeyinde Akışkanlar Mekaniği, Hidrolik, Su Yapıları, Su Temini ve Kanalizasyon derslerini, Yüksek lisans ve Doktora seviyesinde Hidrodinamik ve Açık Kanal Akımları ve HEC RAS Uygulamaları, derslerini verdi. Başlıca çalışma alanları Açık kanal akımlarının modellenmesi, Taşkın koruma çalışmaları, Kentsel alt yapı sistemleri ve projelendirilmesi, Boru sistemlerinin projelendirilmesi konularında olup, bu kapsamda 25 adet uluslararası dergi, 31 adet uluslararası konferans, 14 adet Ulusal dergi, 41 adet ulusal konferans çalışması olmak üzere, toplamda 111 akademik çalışması ve 5 adet basılı kitabı ve 2 adet ders notu bulunmaktadır. Evli ve 3 kız babasıdır.

Web :www.mehmetardiclioglu.info

E posta: mardicli@yahoo.com

mehmet.ardiclioglu@gmail.com