

İSTKA

İSTKA/2012/DFD/83

**Kozlar deresinin taşkın riskinin belirlenmesi ve koruma
tedbirleri**

NİSAN, 2013

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Kozlar deresi havzası taşkın haritaları uluslar arası şartnameler kullanarak oluşturulmuştur. Araştırma, 3 ana guruba ayrılmıştır. Bunlar; Hidrolojik-Hidrolik, Meteorolojik ve Geomatik çalışmalardır. Arizona Hidroloji Şartnamesi bu çalışmanın ana referansını oluşturmaktadır. Söz konusu çalışma sadece Kozlar havzası ile sınırlı kalmamış, yan havza olan Uzunçayır havzası da dahil edilmiştir. Bu çalışmanın ülkemize faydalı olmasını temenni ederiz.

Doç. Dr. Abdüsselam Altunkaynak (Proje Yürütücüsü)

Prof. Dr. Necati Ağralıoğlu

Y. Müh. Yasin Abdollahzadeh morandi

Y. Müh. Farrokh Mahnamhar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ..... | iv |
| İÇİNDEKİLER | v |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | vi |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | viii |
| 1. PROJE BÖLGESİ..... | 1 |
| 2. HAVZALARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ | 3 |
| 3. ARIZONA HİDROLOJİ ŞARTNAMESİNE GÖRE YAĞIŞ VE METEOROLOJİK ANALİZLER..... | 5 |
| 4. HAVZA BÜYÜKLÜKLERİ | 10 |
| 5. METEOROLOJK ÇALIŞMALAR..... | 12 |
| 5.1 Giriş | 12 |
| 5.2 Çalışmada kullanılan veriler | 12 |
| 5.3 Kozlar havza sisteminde alansal ortalama yağışın bulunması..... | 13 |
| 6. GEOMATİK ÇALIŞMALAR | 22 |
| 6.1 Giriş | 22 |
| 6.2 Temin edilen veriler | 22 |
| 6.2.1 DSİ'den temin edilen veriler | 22 |
| 7. BİRİM HİDROGRAF TEORİSİ..... | 26 |
| 8. SIZMA HESABI | 34 |
| 9. HAVA TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BULUNMASI..... | 35 |
| 9.1 Clark Birim Hidrografına göre Havza Taşkın Hidrografları..... | 35 |
| 10. TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BULUNMASI..... | 40 |
| 11. TAŞKIN HARİTALARININ OLUŞTURULMASI..... | 41 |
| 12. TAŞKIN HARİTALARININ OLUŞTURULMASI..... | 46 |
| 13. KORUMA TEDBİRLERİ..... | 52 |
| 14. SONUÇLAR | 66 |
| EKLER..... | 68 |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Çizelge 1.1 : Kozlar deresi havzası sınırları | 1 |
| Çizelge 3.1 : Azaltma faktörü (6 saatlik yağış, AHŞ (2011))..... | 6 |
| Çizelge 3.2 : Azaltma faktörü (24 saatlik yağış, AHŞ (2011))..... | 6 |
| Çizelge 3.3 : 6 saatlik yağış için paternler | 7 |
| Çizelge 3.4 : SCS Type II dağılımı..... | 8 |
| Çizelge 4.1 : Söz konusu havzaların fiziksel büyüklükleri..... | 11 |
| Çizelge 5.1 : Kriging metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri..... | 15 |
| Çizelge 5.2 : IDW metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri..... | 15 |
| Çizelge 5.3 : Alansal ortalama metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri..... | 15 |
| Çizelge 5.4 : Thiessen metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri..... | 15 |
| Çizelge 5.5 : Extrapolasyon ile hesaplanan standart zamanlar için yağış şiddeti..... | 17 |
| Çizelge 5.6 : Toplam yağış miktarının yağış süresi ile değişimi..... | 18 |
| Çizelge 5.7 : Azaltma faktörü ile hesaplanan 360 ve 1440 dakikalık yağışlar..... | 18 |
| Çizelge 5.8 : 6 saatlik yağış için eğri değerleri..... | 19 |
| Çizelge 5.9 : 24 saatlik yağış için patern | 20 |
| Çizelge 8.1 : CNSTL | 34 |
| Çizelge 9.1 : Havzalar için hesaplanan A, L ve S değerleri | 35 |
| Çizelge 9.2 : Havzaların arazi kullanımları | 36 |
| Çizelge 9.3 : Havzaların arazi kullanım tipleri..... | 36 |
| Çizelge 9.4 : Havzaların Kb değerleri | 36 |
| Çizelge 9.5 : Havzaların toplam yağış miktarları | 37 |
| Çizelge 9.6 : Havzaların 6 saatlik yağış miktarları..... | 37 |
| Çizelge 9.7 : Havzaların 24 saatlik yağış miktarları..... | 37 |
| Çizelge 9.8 : 6 saatlik yağış için paternler | 38 |
| Çizelge 9.9 : Havza sızma parametreleri | 38 |
| Çizelge 9.10 : 6 saatlik yağış için hesap edilen en büyük 10 artık yağışın ortalaması | 38 |
| Çizelge 9.11 : 24 saatlik yağış için hesap edilen en büyük 10 artık yağışın ortalaması | 38 |
| Çizelge 9.12 : 6 saatlik yağış için Tc | 39 |
| Çizelge 9.13 : 24 saatlik yağış için Tc | 39 |
| Çizelge 9.14 : 6 saatlik yağış için R depolama katsayısı değerleri..... | 39 |
| Çizelge 9.15 : 24 saatlik yağış için R depolama katsayısı değerleri..... | 39 |
| Çizelge 13.1 : Önerilen kesit büyüklükleri | 53 |
| Çizelge 13.2 : Taşkın öteleme senaryoları..... | 55 |
| Çizelge 13.3 : Barajların fiziksel özellikleri | 57 |

| | |
|--|-----------|
| Çizelge 13.4 : Uzunçayır ve Kozlar deresi yatağı üzerindeki sel kapanı dip savak Seviye-Debi değerleri..... | 57 |
|--|-----------|

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1 : Kozlar deresi havzası (Google Earth) | 1 |
| Şekil 1.2 : Kozlar ve Uzunçayır deresi havzası (Google Earth) | 2 |
| Şekil 1.3 : Kozlar,Uzunçayır ve Çıkış havzaları (Google Earth) | 2 |
| Şekil 2.1 : Havza karakteristikleri | 3 |
| Şekil 3.1 : Yağış uygulamaları (AHS, 2011) | 5 |
| Şekil 3.2 : Eğri sayısı (Patern sayısı) | 9 |
| Şekil 4.1 : Taşkın hesaplarında kullanılan havzalar | 10 |
| Şekil 4.2 : Havza alanlarının kullanımı | 11 |
| Şekil 5.1 : İstanbul için yağış ölçümleri | 12 |
| Şekil 5.2 : Beş dakika süreli ve iki yıl frekanslı alansal yağış şiddeti eğrisi | 14 |
| Şekil 5.3 : Beş dakika süreli ve iki yıl frekanslı Kozlar havzası için alansal yağış şiddeti raster grafiği..... | 14 |
| Şekil 5.4 : Thiessen çokgeni yöntemi | 16 |
| Şekil 5.5 : Frekans-yağış şiddeti extrapolyasyon grafiği | 17 |
| Şekil 5.6 : Kozlar havzası için 6 saatlik yağış eğri numarası | 19 |
| Şekil 6.1 : DSI tarafından akarsu boyunca ölçülen veriler | 24 |
| Şekil 6.2 : Nümerik ve tabii dere yatakları arasındaki farklar | 24 |
| Şekil 6.3 : İSKİ SYE verileri ile ölçülmüş verilerin kombinasyonu | 25 |
| Şekil 6.4 : Düzeltilmiş akım çizgisi | 25 |
| Şekil 6.5 : DSI ölçülmüş dere yatağı ve nümerik olarak elde edilen dere yatağı arasındaki fark..... | 25 |
| Şekil 10.1 : Kozlar havza sistemi giriş ve çıkış debileri..... | 40 |
| Şekil 11.1 : MIKE 11’de Kozlar havza sistemi tanımı | 41 |
| Şekil 11.2 : Bir boyutlu taşkın haritası. | 42 |
| Şekil 11.3 : Uzunçayır deresinin boyuna kesiti (1000 yıllık dönüş aralığı modellemesi)..... | 42 |
| Şekil 11.4 : Kozlar deresinin boyuna kesiti (1000 yıllık dönüş aralığı modellemesi)..... | 43 |
| Şekil 11.5 : MIKE 21 akım ağı (mesh) alanı $\Delta x = \Delta y=20m$ | 43 |
| Şekil 11.6 : MIKE 21 modeli için taşkın hidrografları’nın giriş noktaları | 44 |
| Şekil 11.7 : Havza Manning katsayılarının dağılım haritası | 45 |
| Şekil 12.1 : Kozlar havza sisteminin 3D görüntüsü | 46 |
| Şekil 12.2 : Çeşitli frekanslardaki taşkın haritaları..... | 48 |
| Şekil 12.3 : 100 yıllık taşkın haritası | 49 |
| Şekil 12.4 : 500 yıllık taşkın haritası | 50 |
| Şekil 12.5 : 1000 yıllık taşkın haritası | 51 |
| Şekil 13.1 : Önerilen kesit | 52 |
| Şekil 13.2 : Önerilen kesit anahtar eğrisi..... | 52 |
| Şekil 13.3 : Ortalama hız ve debi arasındaki ilişki | 53 |

| | |
|--|----|
| Şekil 13.4 : Derinlik ve debi arasındaki ilişki..... | 53 |
| Şekil 13.5 : Froude sayısı ve debi arasındaki ilişki | 54 |
| Şekil 13.6 : Kritik hız ve debi arasındaki ilişki | 54 |
| Şekil 13.7 : Mansap kesitindeki taşkın duvarı | 55 |
| Şekil 13.8 : Uzunçayır üzerine modellenen sel kapanı..... | 56 |
| Şekil 13.9 : Kozlar deresi üzerine modellenen sel kapanı..... | 56 |
| Şekil 13.10 : Dip savağın Seviye-Debi eğrisi..... | 57 |
| Şekil 13.11 : Karşılaştırmak için seçilmiş noktaların lokasyonu..... | 58 |
| Şekil 13.12 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1) | 59 |
| Şekil 13.13 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1) | 59 |
| Şekil 13.14 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1) | 59 |
| Şekil 13.15 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi(Senaryo 3.1) | 60 |
| Şekil 13.16 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2) | 60 |
| Şekil 13.17 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2) | 61 |
| Şekil 13.18 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2) | 61 |
| Şekil 13.19 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi(Senaryo 3.2) | 61 |
| Şekil 13.20 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3) | 62 |
| Şekil 13.21 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3) | 62 |
| Şekil 13.22 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3) | 63 |
| Şekil 13.23 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3) | 63 |
| Şekil 13.24 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4) | 64 |
| Şekil 13.25 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4) | 64 |
| Şekil 13.26 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4) | 65 |
| Şekil 13.27 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi(Senaryo 3.4) | 65 |
| Şekil A.1 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat)..... | 69 |
| Şekil A.2 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 69 |
| Şekil A.3 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 69 |
| Şekil A.4 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat)..... | 70 |
| Şekil A.5 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 70 |
| Şekil A.6 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 70 |
| Şekil A.7 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat)..... | 71 |
| Şekil A.8 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 71 |
| Şekil A.9 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 71 |
| Şekil A.10 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat)..... | 72 |
| Şekil A.11 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat)..... | 72 |
| Şekil A.12 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat)..... | 72 |
| Şekil A.13 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat) | 73 |
| Şekil A.14 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat) | 73 |
| Şekil A.15 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 73 |
| Şekil A.16 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat) | 74 |
| Şekil A.17 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 74 |
| Şekil A.18 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 74 |
| Şekil A.19 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat) | 75 |
| Şekil A.20 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 75 |
| Şekil A.21 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 75 |
| Şekil A.22 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 76 |
| Şekil A.23 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1) | 76 |
| Şekil A.24 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2) | 76 |

| | |
|--|----|
| Şekil A.25 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat) | 77 |
| Şekil A.26 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat) | 77 |
| Şekil A.27 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 77 |
| Şekil A.28 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat)..... | 78 |
| Şekil A.29 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat)..... | 78 |
| Şekil A.30 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat)..... | 78 |
| Şekil A.31 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat) | 79 |
| Şekil A.32 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1)..... | 79 |
| Şekil A.33 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2)..... | 79 |
| Şekil A.34 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat) | 80 |
| Şekil A.35 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1)..... | 80 |
| Şekil A.36 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2)..... | 80 |
| Şekil A.37 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 81 |
| Şekil A.38 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1)..... | 81 |
| Şekil A.39 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2)..... | 81 |
| Şekil A.40 : SCS Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat) | 82 |
| Şekil A.41 : SCS Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat) | 82 |
| Şekil A.42 : SCS Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 82 |
| Şekil A.43 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat) | 83 |
| Şekil A.44 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat) | 83 |
| Şekil A.45 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat) | 83 |

1. PROJE BÖLGESİ

İstanbul Kozlar havzası Şile yakınlarında bulunan ve Karadeniz'e dökülen bir havzadır (Şekil 1.1). Kozlar deresi havzasının Coğrafik koordinat sınırları Tablo 1.1' de verilmiştir. Araştırma gurubumuz, her ne kadar proje konumuz Kozlar deresi havzası taşkın haritalarını oluşturmak olsa da, taşkın olayının havza-etkileşimli bir olay olmasından dolayı bütünlük çalışılması gerektiğini düşünmüştür. Bu sebepten, Kozlar deresinin birleştiği Uzunçayır havzasının da taşkın analizleri yapılmıştır (Şekil 1.2). Kozlar havzasının, Uzunçayır havzasıyla birleştiği yerden itibaren (birleşim noktası) Uzunçayır havzası bölünmüş ve taşkın analizleri 3 havza için gerçekleştirilmiştir (Şekil 1.3). Mansap bölgesinde, Karadeniz'e dökülen havzaya "Çıkış havzası" ismi verilmiştir.



Şekil 1.1 : Kozlar deresi havzası (Google Earth)

Çizelge 1.1 : Kozlar deresi havzası sınırları

| | |
|----------------|--------------------|
| Batı boylamı = | 29° 17' 44.3664" E |
| Kuzey enlemi = | 41° 12' 26.7884" N |
| Doğu boylamı = | 29° 30' 22.3124" E |
| Güney Enlemi = | 41° 08' 40.7297" N |



Şekil 1.2 : Kozlar ve Uzunçayır deresi havzası (Google Earth)

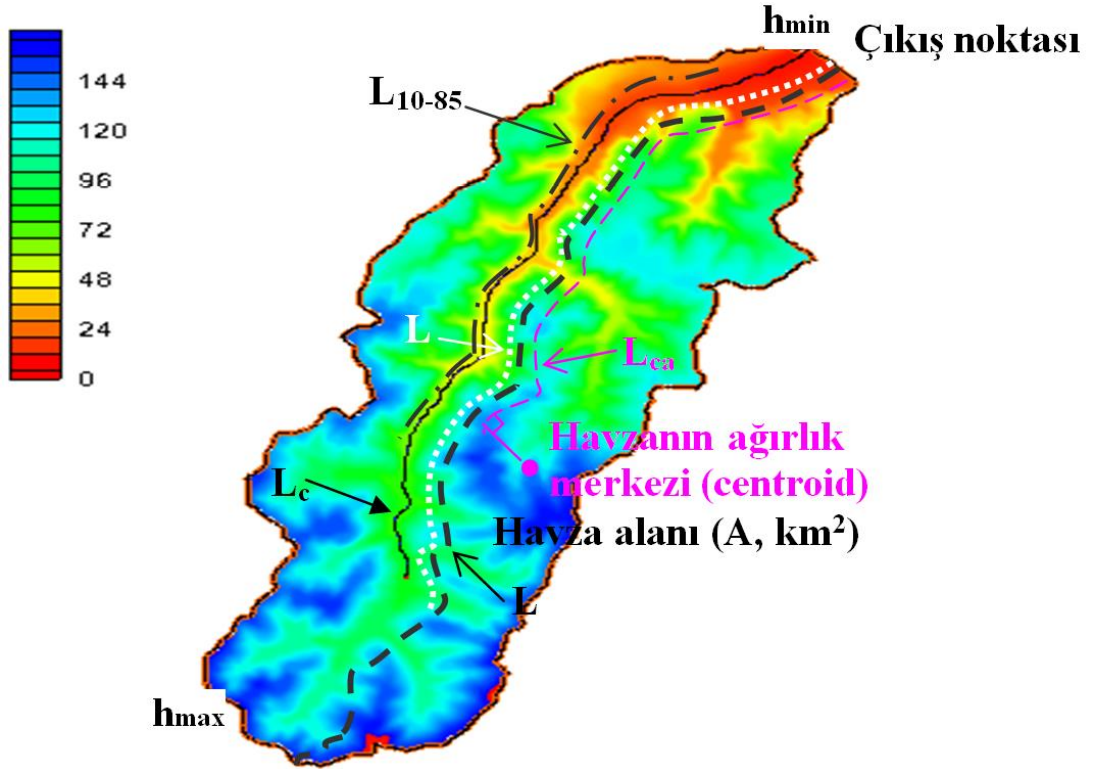


Şekil 1.3 : Kozlar,Uzunçayır ve Çıkış havzaları (Google Earth)

2. HAVZALARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Havza karakteristikleri, hidrolojik davranışı belirleyen parametrelerdir. Hidrolojik model ve analizlerde bu karakteristikler kullanılır. Özellikle bir havzayı diğer bir havzayla karşılaştırmada bu karakteristikler önemli rol oynar. Bu parametreler aşağıda sırasıyla verilmiştir:

Havza alanı, A (km²); topoğrafik yapının sonucu olarak, yağış sularının depolandığı, yüzeysel akışa geçen suların bir mecrada toplandığı (su toplama alanı) ve bu olayların etki alanı içerisinde kalan sahaların tamamıdır. Havza alanı, havzanın planı üzerinde hesaplanmaktadır (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 : Havza karakteristikleri

Havza çevre uzunluğu, P (km); belirlenen havza alanının sınırlarının toplam uzunluğudur.

Havza kanal uzunluğu, L_c : Havza üzerinde oluşan doğal kanal veya akarsu yatağının uzunluğudur.

Havza uzunluğu, L (km); Hidrolojik uzunluk olarak da adlandırılır. Akışın, havza sınırından başlayıp ve havza kanalından (L_c) geçerek çıkış noktasına kadar uzanan güzergahtır. Havza uzunluğu, zaman parametresinin hesaplanmasında kullanılır.

Havzanın 10-85 uzunluğu, L_{10-85} (km); Havza kanal uzunluğunun (L_c), havza çıkış noktasından başlayarak, %10 ve %85'lik kısımları arasında kalan uzunluktur.

Havza centroid uzunluğu, L_{ca} (km); Havza kanal uzunluğunun, çıkış noktasından başlayarak, havzanın ağırlık merkezini dik kestiği noktaya kadar olan uzunluğuna denir.

Havzanın en yüksek kotu, h_{max} (m); havza alanın en yüksek kotudur.

Havzanın en düşük kotu, h_{min} (m); havza alanın en düşük kotudur.

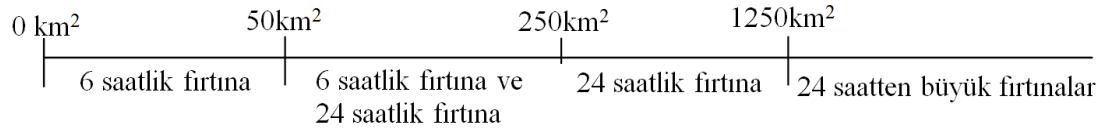
Havzanın eğimi (S); Havza üzerindeki iki nokta arasındaki kot farkının (ΔE), aynı noktalar arasındaki havza uzunluğuna (L) oranı olarak tanımlanır. Burada en çok dikkat edilmesi gereken husus, maksimum havza kotunun (h_{max}) havza uzunluğu üzerinde oluşmayabileceğidir. Bazı havzalarda h_{max} havzanın sınırı üzerinde oluşabilmektedir. Dolayısıyla, havza eğimi hesaplamalarında en yüksek kotun havza uzunluğu üzerinde oluşup oluşmadığına dikkat edilmelidir ($S = \Delta E / \Delta L$).

Havzanın 10-85 eğimi (S_{10-85}); L_{10-85} uzunluğu üzerinde hesaplanan kot farkını, L_{10-85} uzunluğuna oranlayarak elde edilir ($S_{10-85} = \Delta E_{10-85} / L_{10-85}$).

Havza şekil faktörü (L_1), havzanın pik debisi ve pik debiye ulaşma süresi değişkenlerine bağımlı olan önemli bir parametredir. Bu parametre, $L_1 = (LL_{ca})^\alpha$ bağıntısıyla hesaplanır (uzunluk olarak mil değeri kullanıldığında $\alpha = 0.3$). Örneğin, ince uzun havzaların, dairesel veya eliptik havzalara göre pik debisi düşük ve pik debiye ulaşma süresi uzundur (Eagleson, 1970).

3. ARIZONA HİDROLOJİ ŞARTNAMESİNE GÖRE YAĞIŞ VE METEOROLOJİK ANALİZLER

Arizona Hidroloji Şartnamesi (AHŞ, 2011) yağışları ikiye ayırmaktadır. Bunlar genel ve bölgesel yağışlardır. Genel yağışlar; nispeten daha düşük şiddetli, uzun süreli ve geniş coğrafi alanları kapsayan yağışlardır. Bölgesel yağışlar ise yüksek şiddetli, daha kısa süreli ve daha sınırlı coğrafi alanlarda meydana gelen yağışlardır. Bölgesel yağışlar, ani taşkınlar (flash floods) şeklinde meydana gelip, can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Bu tip yağışlar, taşkın değerlerinde rekor kayıtlar meydana getirirler ve bu yağışların sonucunda meydana gelen debi ve taşkın hacmi değerleri, genel yağışların ürettiği değerlerden çok daha büyüktür. AHŞ (2011) yağışları havza alanı büyüklüğüne göre ayırmaktadır. Şekil 3. 1’de görüldüğü üzere, havzaların yüzey alanlarına göre fırtına büyüklükleri 6 saatlik, 24 saatlik veya 24 saatten büyük fırtınalar olmak üzere gruplandırılmıştır.



Şekil 3.1 : Yağış uygulamaları (AHŞ, 2011)

AHŞ (2011), yağış şiddeti-süre-frekans eğrilerinden hesaplanan noktasal yağış büyüklüğü değerlerini kullanmayı tavsiye etmektedir. Havza büyüklüğüne göre analiz edilecek fırtına büyüklüğü 6 saatlik toplam yağış yüksekliği veya 24 saatlik toplam yağış yüksekliği olarak alınmalıdır. Yeteri kadar yağış istasyonunun bulunmadığı havzalarda noktasal yağış ölçüm istasyon değerleri havza geneline “Azaltma faktörü” ile taşınmalıdır. Bu nedenle AHŞ (2011), havza alanı ve yağış süresine bağlı olarak iki adet azaltma faktörü eğrisi önermiştir. Bunlar Tablo 3.1 ve 3.2’de sırasıyla sunulmuştur. Bu tablolarda görüldüğü gibi havza alanı ile azaltma faktörü arasında ters ilişki vardır. Ayrıca, 6 saatlik yağışın azaltma faktörünün değışimi, 24 saatlik yağışa göre daha büyüktür.

Çizelge 3.1 : Azaltma faktörü (6 saatlik yağış, AHŞ (2011))

| Havza alanı (km ²) | Azaltma faktörü (Noktasal yağışın oranı) |
|--------------------------------|--|
| 0.00 | 1.00 |
| 1.29 | 0.99 |
| 2.59 | 0.99 |
| 7.25 | 0.98 |
| 12.95 | 0.96 |
| 25.89 | 0.94 |
| 41.42 | 0.92 |
| 51.78 | 0.91 |
| 77.67 | 0.89 |
| 103.56 | 0.87 |
| 233.01 | 0.81 |
| 258.90 | 0.80 |

Çizelge 3.2 : Azaltma faktörü (24 saatlik yağış, AHŞ (2011))

| Havza alanı (km ²) | Azaltma faktörü (Noktasal yağışın oranı) |
|--------------------------------|--|
| 0.00 | 1.000 |
| 2.59 | 0.995 |
| 12.95 | 0.975 |
| 25.89 | 0.950 |
| 51.78 | 0.918 |
| 77.67 | 0.900 |
| 103.56 | 0.887 |
| 129.45 | 0.877 |
| 155.34 | 0.870 |
| 181.23 | 0.863 |
| 207.12 | 0.857 |
| 233.01 | 0.852 |
| 258.90 | 0.848 |
| 284.79 | 0.845 |
| 310.68 | 0.841 |
| 336.57 | 0.838 |
| 362.46 | 0.835 |
| 388.35 | 0.832 |
| 517.80 | 0.820 |
| 647.25 | 0.812 |
| 776.70 | 0.806 |
| 1035.60 | 0.796 |
| 1294.50 | 0.783 |

AHŞ (2011), yağışın zamanla değişimini gösteren bir takım tablolar önermiştir. 6 saatlik yağış süresi için yağışın zamanla değişimi 5 farklı eğri ile tanımlanmıştır (Tablo 3.3). 1 Numaralı eğri , en yüksek yağış şiddetini vermektedir. Bu durum,

küçük alanlı havzaların fırtına merkezinin yakınında olduğu durumlarda meydana gelmektedir. Diğer eğri numaraları arttıkça, yağış şiddetleri azalmaktadır.

Çizelge 3.3 : 6 saatlik yağış için paternler

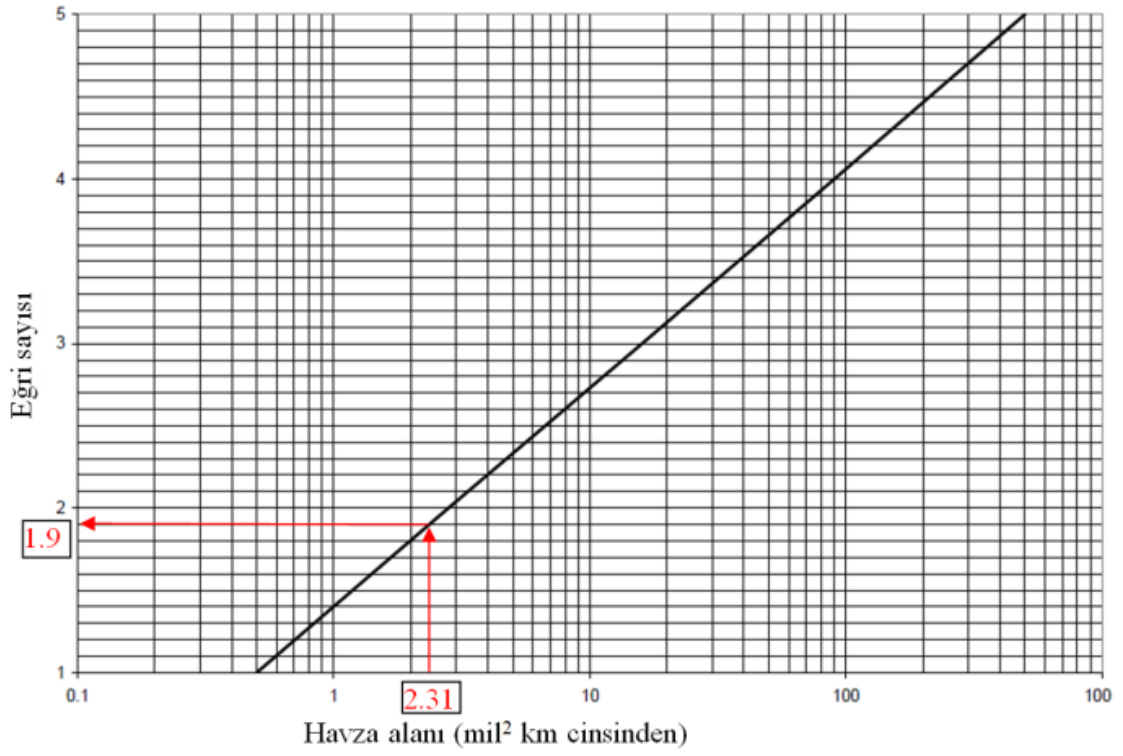
| Zaman (saat) | Toplam yağışın zamanla değişim yüzdesi | | | | |
|--------------|--|---------|---------|---------|---------|
| | Eğri #1 | Eğri #2 | Eğri #3 | Eğri #4 | Eğri #5 |
| 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.25 | 0.8 | 0.9 | 1.5 | 2.1 | 2.4 |
| 0.50 | 1.6 | 1.6 | 2.0 | 3.5 | 4.3 |
| 0.75 | 2.5 | 2.5 | 3.0 | 5.1 | 5.9 |
| 1.00 | 3.3 | 3.4 | 4.8 | 7.1 | 7.8 |
| 1.25 | 4.1 | 4.2 | 6.3 | 8.7 | 9.8 |
| 1.50 | 5.0 | 5.1 | 7.6 | 10.5 | 11.9 |
| 1.75 | 5.8 | 5.9 | 9.0 | 12.5 | 14.1 |
| 2.00 | 6.6 | 6.7 | 10.5 | 14.3 | 16.2 |
| 2.25 | 7.4 | 7.6 | 11.9 | 16.0 | 18.6 |
| 2.50 | 8.7 | 8.7 | 13.5 | 17.9 | 21.2 |
| 2.75 | 9.9 | 10.0 | 15.2 | 20.1 | 23.9 |
| 3.00 | 11.8 | 12.0 | 17.5 | 23.2 | 27.1 |
| 3.25 | 13.8 | 16.3 | 22.2 | 28.1 | 32.1 |
| 3.50 | 21.6 | 25.2 | 30.4 | 36.4 | 40.8 |
| 3.75 | 37.7 | 45.1 | 47.2 | 50.0 | 51.5 |
| 4.00 | 83.4 | 69.4 | 67.0 | 65.8 | 62.7 |
| 4.25 | 91.1 | 83.7 | 79.6 | 77.3 | 73.5 |
| 4.50 | 93.1 | 90.0 | 86.8 | 84.1 | 81.4 |
| 4.75 | 95.0 | 93.8 | 91.2 | 88.8 | 86.4 |
| 5.00 | 96.2 | 95.0 | 94.6 | 92.7 | 90.7 |
| 5.25 | 97.2 | 96.3 | 96.0 | 94.5 | 93.0 |
| 5.50 | 98.3 | 97.5 | 97.3 | 96.4 | 95.4 |
| 5.75 | 99.1 | 98.8 | 98.7 | 98.2 | 97.7 |
| 6.00 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

6 Saatlik yağış için hangi tip eğrinin kullanılacağına karar vermek için Şekil 3.2'den yararlanılır. Örneğin, havza alanı 2.31 mil² olan bir havza için Şekil 3.2'den eğri numarası sayısı 1.9 çıkmaktadır. Bu değer 1.9'a kadar ki eğrilerin (paternlerin) kullanılması gerektiğini belirtmektedir. Bu durumda, 1 ve 1.9 tip eğriler sırasıyla uygulanmalıdır. 1.eğriye ait değerler aynen Tablo 3.4'den alınırken, 1.9 eğrisine ait değerler, 1.eğri ve 2.eğriye ait değerler arasında enterpolasyon yapılarak belirlenir.

AHŞ (2011), 24 saatlik yağış için sadece SCS Tip II dağılımının kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu dağılım Tablo 3.4'de sunulmuştur.

Çizelge 3.4 : SCS Type II dağılımı

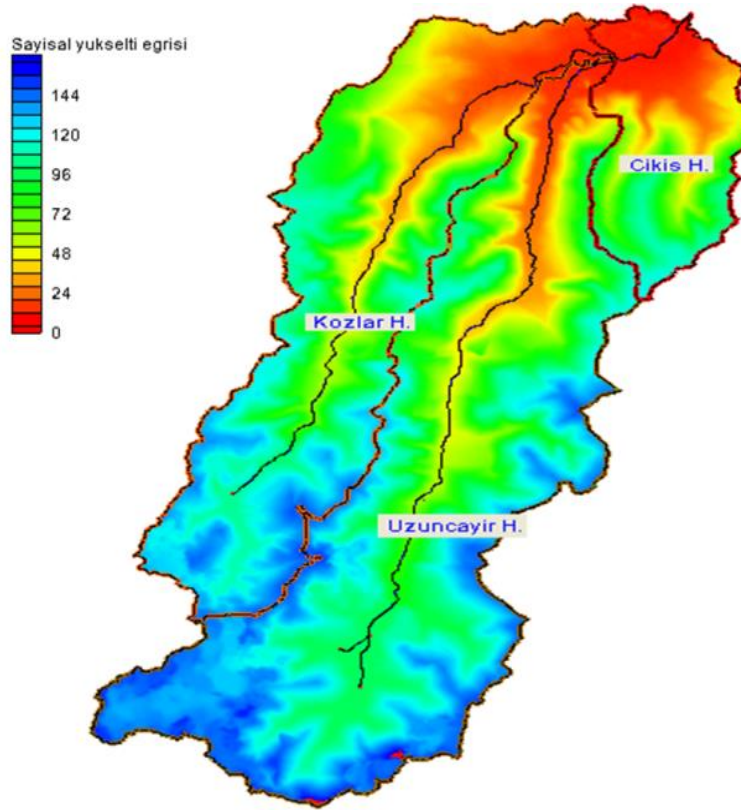
| Zaman (saat) | Toplam yağış %'si | Zaman (saat) | Toplam yağış %'si | Zaman (saat) | Toplam yağış %'si |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 0 | 0 | 8.25 | 12.6 | 16.5 | 89.3 |
| 0.25 | 0.2 | 8.5 | 13.3 | 16.75 | 89.8 |
| 0.5 | 0.5 | 8.75 | 14 | 17 | 90.3 |
| 0.75 | 0.8 | 9 | 14.7 | 17.25 | 90.8 |
| 1 | 1.1 | 9.25 | 15.5 | 17.5 | 91.3 |
| 1.25 | 1.4 | 9.5 | 16.3 | 17.75 | 91.8 |
| 1.5 | 1.7 | 9.75 | 17.2 | 18 | 92.2 |
| 1.75 | 2 | 10 | 18.1 | 18.25 | 92.6 |
| 2 | 2.3 | 10.25 | 19.1 | 18.5 | 93 |
| 2.25 | 2.6 | 10.5 | 20.3 | 18.75 | 93.4 |
| 2.5 | 2.9 | 10.75 | 21.8 | 19 | 93.8 |
| 2.75 | 3.2 | 11 | 23.6 | 19.25 | 94.2 |
| 3 | 3.5 | 11.25 | 25.7 | 19.5 | 94.6 |
| 3.25 | 3.8 | 11.5 | 28.3 | 19.75 | 95 |
| 3.5 | 4.1 | 11.75 | 38.7 | 20 | 95.3 |
| 3.75 | 4.4 | 12 | 66.3 | 20.25 | 95.6 |
| 4 | 4.8 | 12.25 | 70.7 | 20.5 | 95.9 |
| 4.25 | 5.2 | 12.5 | 73.5 | 20.75 | 96.2 |
| 4.5 | 5.6 | 12.75 | 75.8 | 21 | 96.5 |
| 4.75 | 6 | 13 | 77.6 | 21.25 | 96.8 |
| 5 | 6.4 | 13.25 | 79.1 | 21.5 | 97.1 |
| 5.25 | 6.8 | 13.5 | 80.4 | 21.75 | 97.4 |
| 5.5 | 7.2 | 13.75 | 81.5 | 22 | 97.7 |
| 5.75 | 7.6 | 14 | 82.5 | 22.25 | 98 |
| 6 | 8 | 14.25 | 83.4 | 22.5 | 98.3 |
| 6.25 | 8.5 | 14.5 | 84.2 | 22.75 | 98.6 |
| 6.5 | 9 | 14.75 | 84.9 | 23 | 98.9 |
| 6.75 | 9.5 | 15 | 85.6 | 23.25 | 99.2 |
| 7 | 10 | 15.25 | 86.3 | 23.5 | 99.5 |
| 7.25 | 10.5 | 15.5 | 86.9 | 23.75 | 99.8 |
| 7.5 | 11 | 15.75 | 87.5 | 24 | 100 |
| 7.75 | 11.5 | 16 | 88.1 | | |
| 8 | 12 | 16.25 | 88.7 | | |



Şekil 3.2 : Eğri sayısı (Patern sayısı)

4. HAVZA BÜYÜKLÜKLERİ

Taşkın analizi ve modellemesi yapılan üç havzanın (Kozlar, Uzunçayır ve Çıkış) fiziksel özellikleri hesaplanmıştır. Her üç havzanın sayısal yükselti eğrileri (SYE) Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu şekilde mavi alanlar havzanın yüksek bölgelerini gösterirken, kırmızı alanlar düşük kotlu bölgeleri göstermektedir.



Şekil 4.1 : Taşkın hesaplarında kullanılan havzalar

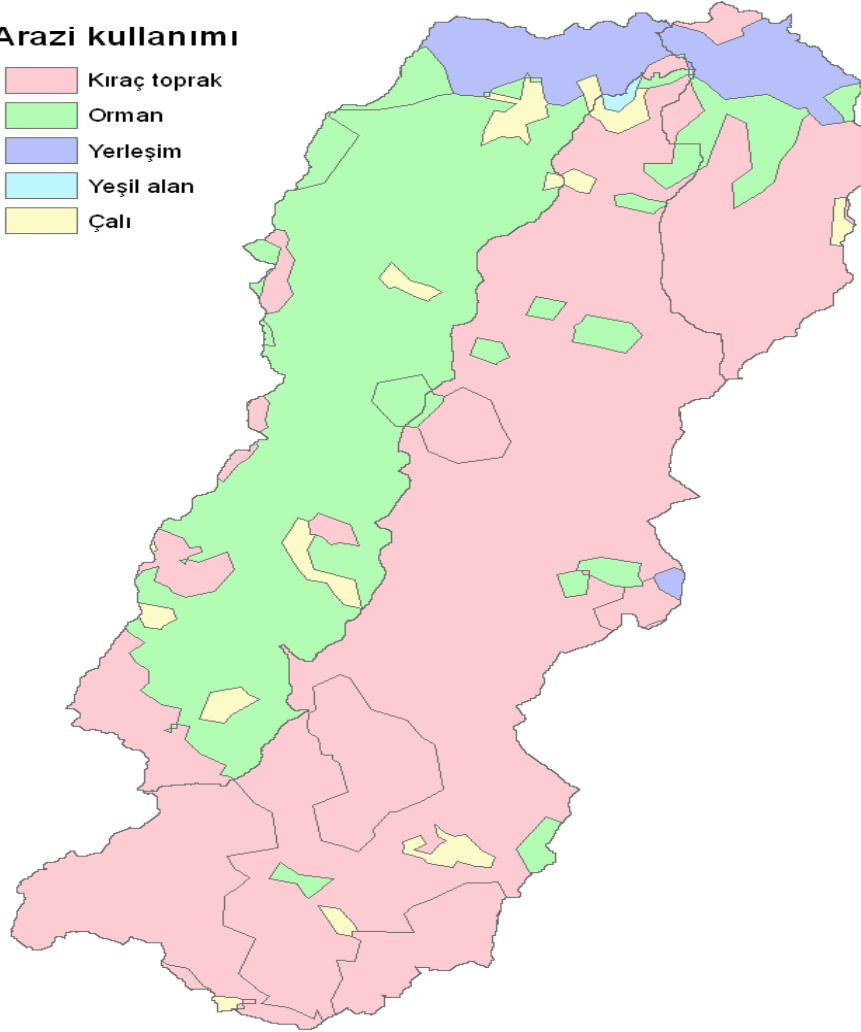
Havzaların fiziksel özellikleri, İSKİ’den temin edilen 5m ×5m çözünürlüğündeki SYE dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinde elde edilen fiziksel büyüklükler Kozlar, Uzunçayır ve Çıkış havzaları için Tablo 4.1’de sunulmuştur. Söz konusu havzaların arazi kullanımları uydu görüntülerinden elde edilip, sayısallaştırılmıştır (Şekil 4.2). Çıkış havzasında yoğun miktarda yerleşim yerinin, Kozlar havzasında ormanlık alanların, Uzunçayır havzasında ise çorak toprağın yoğun miktarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 : Söz konusu havzaların fiziksel büyüklükleri

| | Havza alanı (km ²) | Havza çevresi (km) | Ort. havza kotu (m) | Maks. akış uzunluğu (km) | Maks. akış eğimi (-) |
|--------------|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| Kozlar h. | 5.69 | 21.52 | 76.86 | 7.23 | 0.0184 |
| Uzunçayır h. | 8.81 | 26.91 | 92.85 | 8.81 | 0.0160 |
| Çıkış h. | 1.93 | 9.27 | 48.11 | 3.31 | 0.0339 |

Arazi kullanımı

- Kıraç toprak
- Orman
- Yerleşim
- Yeşil alan
- Çalı



Şekil 4.2 : Havza alanlarının kullanımı

5. METEOROLOJK ÇALIŞMALAR

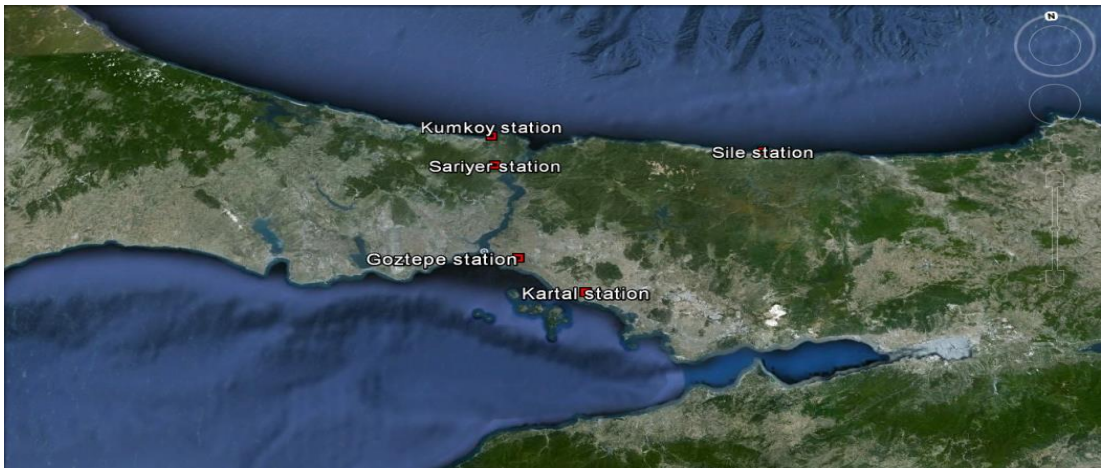
5.1 Giriş

Meteorolojik çalışmalar taşkın analizlerinin ilk adımını oluşturmaktadır. Araştırma gurubumuz, bu bölümde Kozlar havza sistemi ile ilgili (bu noktadan itibaren, Kozlar, Uzunçayır ve Çıkış havzaları, Kozlar havza sistemi olarak adlandırılacaktır) meteorolojik analizlerde bulunacaktır. Kozlar havzası ve Uzunçayır havzasından gelen akışlar birleşerek, mansap bölgesinde bulunan Çıkış havzasından Karadeniz'e dökülmektedir. Bu havza, Kozlar ve Uzunçayır havzalarına kıyasla yoğun yerleşim alanlarına sahip olduğundan, bölge üzerindeki yerleşik ve ticari nüfusta taşkın riski oluşturmaktadır (Şekil 4.2).

5.2 Çalışmada kullanılan veriler

Bu çalışmada, aşağıdaki veriler kullanılmıştır.

1-İstanbul içerisinde yer alan ve uzun süreli kayıtları bulunan Kumköy, Sarıyer, Şile, Göztepe ve Kartal yağış istasyonları (Şekil 5.1)



Şekil 5.1 : İstanbul için yağış ölçümleri

2-İSKİ'den temin edilen UTM 3 derece ve ITRF 86 datum ve 5m çözünürlüklü SYE

5.3 Kozlar havza sisteminde alansal ortalama yağışın bulunması

Yağış istasyonları, noktasal ölçüm istasyonları olarak adlandırılmaktadır. Oysa, yağış havzaları alansal büyüklüklerdir. Bu nedenle noktasal yağış büyüklüklerinin alansal yağış büyüklüklerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Proje bölgesinde, noktasal yağış istasyonlarından, alansal yağış büyüklüklerine geçmek için aşağıdaki alansal yağış yöntemleri kullanılmıştır.

1-Kriging

2-Inverse distance algorithm (Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi, IDW)

3-Aritmetik ortalama

4-Thiessen çokgenidir.

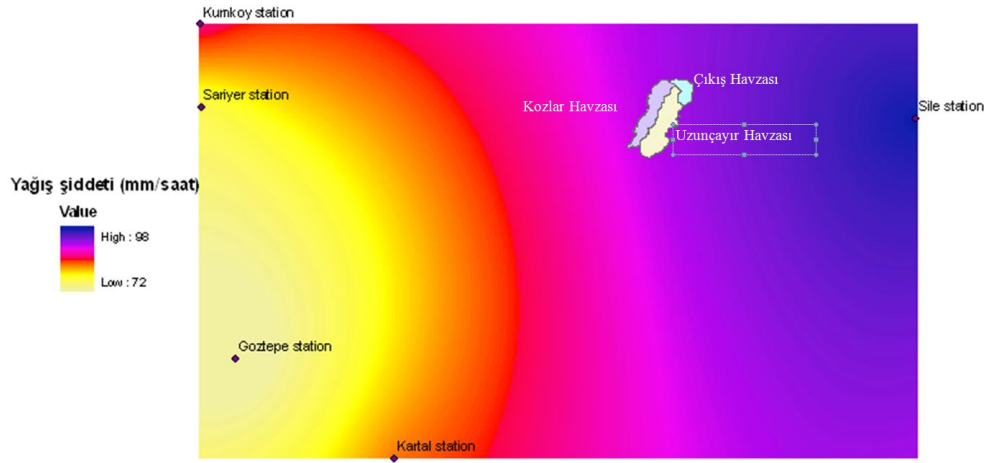
Kriging yöntemi, tahmin edilecek noktanın $N(X,Y)$ bölgesel değişkenin değerini aynı bölgede yer alan noktalardan doğrusal bir kombinasyon olarak hesaplayan geo-istatistiksel bir yöntemidir. Bu yöntem, en az hata ile optimum enterpolasyon için en iyi denklem modelini kurar. Yöntemin temelini ve/veya kurulacak modelin başarısını Teorik Semivariogram'ın, deneysel Semivariogram'a en iyi şekilde uyumu belirler. Kriging yöntemi noktasal yağıştan alansal yağışı tahmin etmek için kullanılan en güvenli yaklaşımlardan birisidir (Dingman, 2008).

IDW yöntemi ise ters mesafe ağırlıklı yöntem olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan ağırlık katsayılarının mesafenin herhangi bir üssü ile ters orantılı olarak değiştiği kabul edilmektedir. Kriging yöntemine göre daha pratik bir yöntemdir. Yağış hesaplamalarında üstel ifade genellikle "2" alınmaktadır. Böylece; ağırlık katsayısı $1/d^2$ olarak tanımlanır. Burada; d =mesafedir (Dingman 2008 ve Şen, 2009).

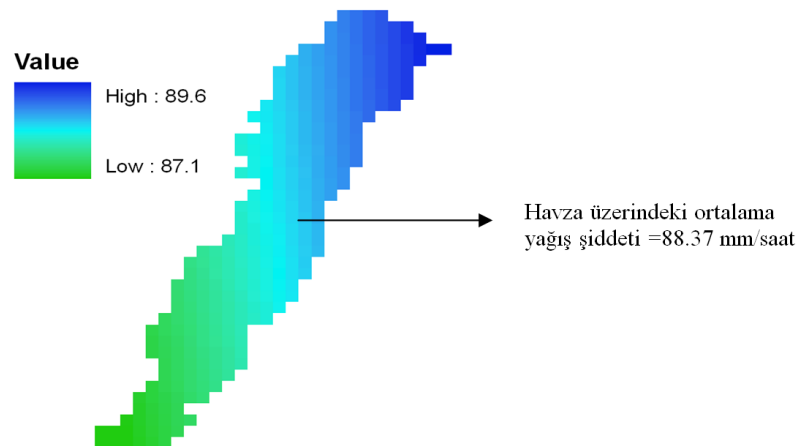
Thiessen yöntemi, ölçüklerin üniform dağılımından gelen etkileri hesaba katarak hangi yağış ölçüğünün, havzanın ortalama alanına ne kadar etki yaptığını belirleyen bir yaklaşımdır. Kriging ve IDW yaklaşımlarının aksine veri büyüklüklerine bağlı değildir. Thiessen çokgeni yağıştan bağımsız olduğu için bir bölgede bir defa elde edilmesi yeterli olmaktadır.

Şekil 3.1'deki yağış ölçüm istasyonları için DSI'den elde edilen kayıtlar standart zamanlar için (5 dak, 10 dak, 15 dak, 30 dak, 60dak, 120 dak, 180 dak., 240 dak., 300 dak., 360dak., 480 dak., 720 dak., 1080 dak., 1440 dak.) yağış şiddetlerini vermektedir. Bu yağış şiddetlerinin frekansı 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıldır. Bu

çalışmada, her bir frekans ve standart zaman için, alansal yağış şiddetleri hesaplanmıştır. Toplamda, 14 standart zaman \times 6 frekans =84 adet model kurulmuş ve uygulanmıştır. Bu raporda, elde edilen model sonuçları grafikler yerine tablo halinde sunulmuştur. Örneğin, çalışma havzamızda gerçekleştirilen 5 dakika süreli ve 2 yıl frekanslı Kriging metoduna göre gerçekleştirilen alansal yağış şiddeti modeli Şekil 5.2’de sunulmuştur. Burada görüldüğü üzere, yağış ölçüm istasyonları arasında semivariograma dayalı bir interpolasyon yapılmıştır (Şen, 2009). Daha sonra yapılacak adım ise, havza üzerindeki alansal yağışların hesaplanmasıdır. Bunun için havza sınırları Şekil 5.2’ de gösterilen enterpolasyon alanı içerisinde belirlenir (Şekil 5.3). En son yapılacak işlem ise, havza sınırları içerisindeki raster hücrelere düşen yağış şiddetinin ortalamasının alınmasıdır.



Şekil 5.2 : Beş dakika süreli ve iki yıl frekanslı alansal yağış şiddeti eğrisi



Şekil 5.3 : Beş dakika süreli ve iki yıl frekanslı Kozlar havzası için alansal yağış şiddeti raster grafiği

Yukarıda sunulan metotlarla gerçekleştirilen modellere göre hesaplanan alansal yağış değerleri Kozlar havzası için Tablo 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1 : Kriging metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri

| | Kriging (mm/h) | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak |
| 100 Yıl | 244.30 | 177.80 | 146.11 | 109.51 | 67.90 | 38.93 | 27.35 | 21.62 | 19.11 | 18.66 | 15.93 | 12.48 | 8.84 | 6.08 |
| 50 Yıl | 217.82 | 158.47 | 131.46 | 96.60 | 58.19 | 34.33 | 24.42 | 19.25 | 17.62 | 16.59 | 14.11 | 11.13 | 7.95 | 5.48 |
| 25 Yıl | 191.67 | 142.68 | 119.40 | 85.93 | 50.58 | 29.48 | 21.15 | 16.89 | 15.62 | 14.58 | 12.38 | 9.64 | 6.85 | 4.28 |
| 10 Yıl | 157.54 | 120.16 | 98.40 | 66.84 | 40.08 | 23.66 | 17.07 | 13.90 | 12.73 | 11.87 | 10.05 | 7.61 | 5.30 | 2.98 |
| 5 Yıl | 131.53 | 99.08 | 77.72 | 51.30 | 31.41 | 19.11 | 13.92 | 11.68 | 10.53 | 9.74 | 7.91 | 5.72 | 4.08 | 2.44 |
| 2 Yıl | 92.11 | 66.67 | 47.75 | 30.97 | 20.18 | 13.24 | 10.13 | 7.91 | 6.33 | 5.49 | 4.39 | 3.28 | 2.50 | 1.71 |

Çizelge 5.2 : IDW metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri

| | IDW (mm/h) | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak |
| 100 Yıl | 235.73 | 186.07 | 151.38 | 114.42 | 72.64 | 41.13 | 28.75 | 22.83 | 19.43 | 17.51 | 14.80 | 11.43 | 8.55 | 5.67 |
| 50 Yıl | 210.83 | 165.20 | 136.03 | 101.77 | 62.16 | 36.07 | 25.57 | 20.33 | 17.67 | 15.76 | 13.17 | 10.20 | 7.58 | 4.97 |
| 25 Yıl | 187.17 | 147.59 | 122.21 | 88.31 | 52.83 | 31.06 | 22.26 | 17.89 | 15.29 | 13.72 | 11.52 | 8.82 | 6.39 | 3.96 |
| 10 Yıl | 154.32 | 124.15 | 100.34 | 66.19 | 40.29 | 24.90 | 17.98 | 14.50 | 12.50 | 11.23 | 9.36 | 6.98 | 4.91 | 2.84 |
| 5 Yıl | 130.40 | 104.15 | 79.09 | 50.77 | 31.50 | 20.11 | 14.60 | 11.94 | 10.31 | 9.11 | 7.34 | 5.31 | 3.83 | 2.35 |
| 2 Yıl | 88.37 | 63.52 | 47.04 | 30.32 | 19.58 | 13.24 | 9.58 | 7.47 | 6.04 | 5.20 | 4.18 | 3.14 | 2.42 | 1.69 |

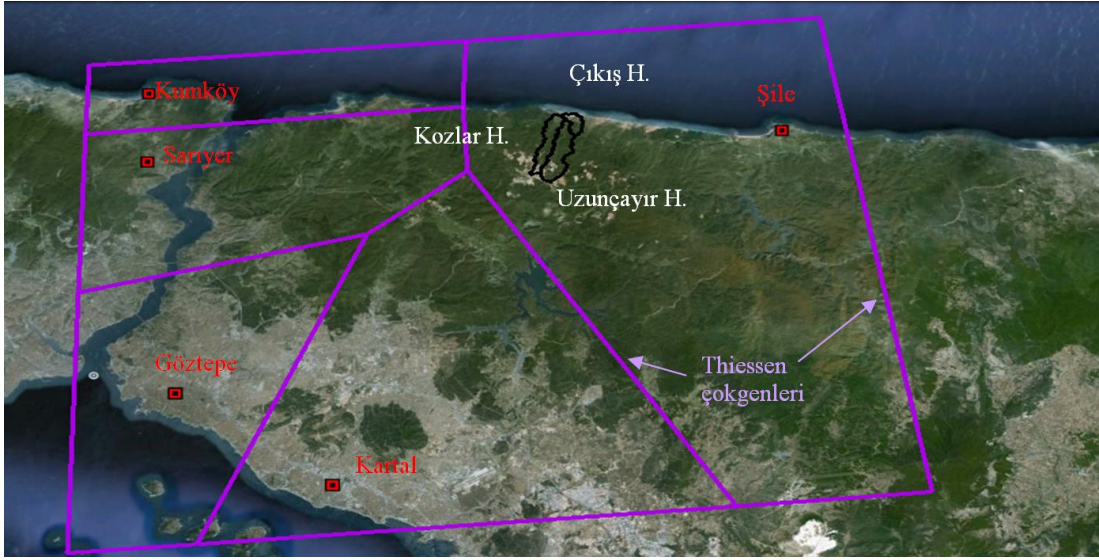
Çizelge 5.3 : Alansal ortalama metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri

| | Alansal ortalama (mm/h) | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak |
| 100 Yıl | 226.10 | 177.80 | 146.11 | 109.51 | 67.90 | 38.92 | 27.35 | 21.61 | 18.22 | 16.20 | 13.48 | 10.31 | 7.51 | 4.72 |
| 50 Yıl | 202.54 | 158.47 | 131.46 | 96.94 | 58.19 | 34.33 | 24.42 | 19.25 | 16.59 | 14.68 | 12.09 | 9.19 | 6.61 | 4.04 |
| 25 Yıl | 179.22 | 142.68 | 118.09 | 82.98 | 49.79 | 29.48 | 21.15 | 16.89 | 14.35 | 12.78 | 10.56 | 7.86 | 5.61 | 3.37 |
| 10 Yıl | 148.40 | 120.16 | 95.86 | 62.18 | 37.94 | 23.66 | 17.07 | 13.76 | 11.82 | 10.51 | 8.53 | 6.16 | 4.38 | 2.59 |
| 5 Yıl | 126.29 | 99.08 | 75.33 | 47.90 | 29.78 | 19.11 | 13.88 | 11.32 | 9.66 | 8.34 | 6.59 | 4.76 | 3.47 | 2.17 |
| 2 Yıl | 84.34 | 60.14 | 44.71 | 28.79 | 18.63 | 12.29 | 8.91 | 6.84 | 5.55 | 4.78 | 3.85 | 2.92 | 2.28 | 1.63 |

Çizelge 5.4 : Thiessen metoduna göre Kozlar havzası için hesaplanan alansal yağış şiddetleri

| | Thiessen (mm/h) | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak |
| 100 Yıl | 257.28 | 203.91 | 163.08 | 125.39 | 83.93 | 46.16 | 31.88 | 25.61 | 22.36 | 20.74 | 18.05 | 14.16 | 11.14 | 8.12 |
| 50 Yıl | 229.35 | 179.89 | 146.08 | 112.40 | 71.61 | 40.01 | 28.15 | 22.85 | 20.31 | 18.40 | 15.83 | 12.65 | 10.01 | 7.37 |
| 25 Yıl | 205.20 | 158.23 | 131.36 | 100.53 | 59.98 | 34.71 | 24.76 | 20.24 | 17.60 | 16.00 | 13.88 | 11.18 | 8.32 | 5.46 |
| 10 Yıl | 168.07 | 132.92 | 110.47 | 75.72 | 46.00 | 27.80 | 20.11 | 16.28 | 14.14 | 13.00 | 11.41 | 9.02 | 6.26 | 3.49 |
| 5 Yıl | 139.99 | 115.58 | 87.74 | 57.62 | 35.68 | 22.45 | 16.33 | 13.41 | 11.90 | 11.01 | 9.24 | 6.69 | 4.75 | 2.80 |
| 2 Yıl | 98.14 | 71.70 | 52.70 | 34.07 | 21.91 | 14.44 | 11.26 | 9.06 | 7.27 | 6.28 | 5.01 | 3.70 | 2.78 | 1.86 |

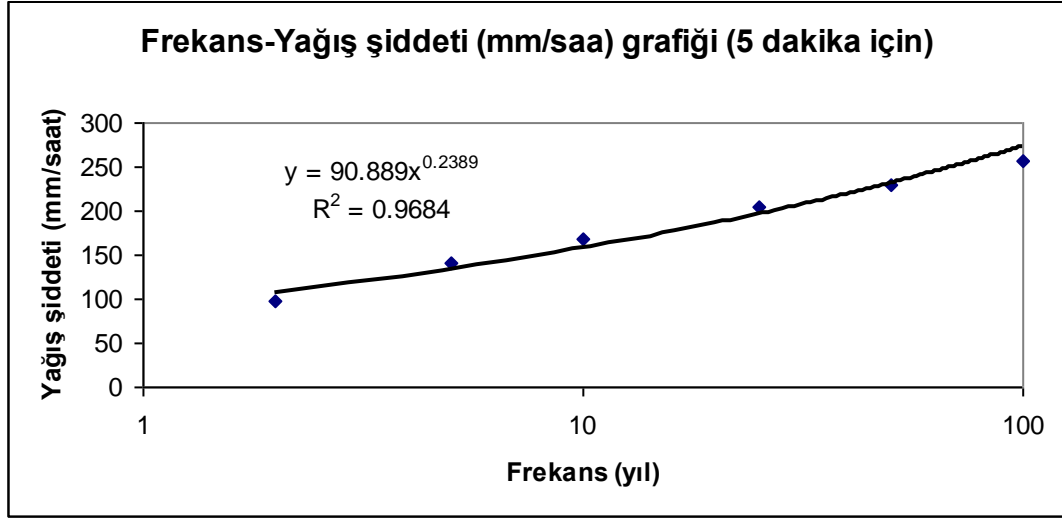
Yukarıdaki alansal yağış sonuçları incelendiğinde, en yüksek değeri Thiessen yaklaşımı vermektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 : Thiessen çokgeni yöntemi

Diğer yöntemler, (özellikle Kriging ve IDW) diğer yağış ölçüm istasyonları (Kumköy, Sarıyer, Göztepe ve Kartal) ile enterpolasyon yaptığından, Thiessen metoduna göre daha düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bundan dolayı, yukarıdaki kullanılan metotlar dışında “spline” alansal yöntemini kullanmak istenmiş ancak, bu yöntemin Thiessen yöntemine göre daha düşük değerler vereceğinden ötürü, bu yöntemin uygulanmasına gerek duyulmamıştır. Bu çalışmada, en yüksek yağış şiddeti değerlerini verdiği ve bu da en şiddetli taşkın riskine neden olduğu için Thiessen yönteminin sonuçları esas alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Thiessen yönteminin frekans değeri 100 yıl ile sınırlıdır. Bu çalışmada; 500 ve 1000 yıllık yağış şiddetleri de kullanılacağından, Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’de verilen yağış şiddeti değerlerinin 500 ve 1000 yıllık frekans değerlerini de kapsamı gerekmektedir. Bu yağış şiddetlerini tahmin etmede her yağış süresi (Ör: 5 dak., 10dak., 14 dak.,..., 1440dak) için ayrı ayrı regresyon analizi uygulanmıştır. Örneğin 5 dakikalık yağış şiddeti ekstrapolasyon grafiği Şekil 5.5’de sunulmuştur. Bütün standart zamanlar için ekstrapolasyon işlemi benzer şekilde gerçekleştirilmiş ve Tablo 5.5’de bir bütün halinde verilmiştir.



Şekil 5.5 : Frekans-yağış şiddeti extrapolyon grafiği

Çizelge 5.5 : Extrapolasyon ile hesaplanan standart zamanlar için yağış şiddeti

| Frekans | Thiessen (mm/h) | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak |
| 1000 | 473.38 | 384.03 | 336.09 | 299.90 | 195.73 | 95.24 | 61.54 | 49.76 | 46.02 | 43.71 | 40.19 | 34.20 | 27.99 | 22.04 |
| 500 | 401.14 | 323.45 | 278.53 | 239.49 | 155.37 | 78.14 | 51.44 | 41.62 | 38.06 | 35.88 | 32.58 | 27.28 | 21.98 | 16.79 |
| 100 | 257.28 | 203.91 | 163.08 | 125.39 | 83.93 | 46.16 | 31.88 | 25.61 | 22.36 | 20.74 | 18.05 | 14.16 | 11.14 | 8.12 |
| 50 | 229.35 | 179.89 | 146.08 | 112.40 | 71.61 | 40.01 | 28.15 | 22.85 | 20.31 | 18.40 | 15.83 | 12.65 | 10.01 | 7.37 |
| 25 | 205.20 | 158.23 | 131.36 | 100.53 | 59.98 | 34.71 | 24.76 | 20.24 | 17.60 | 16.00 | 13.88 | 11.18 | 8.32 | 5.46 |
| 10 | 168.07 | 132.92 | 110.47 | 75.72 | 46.00 | 27.80 | 20.11 | 16.28 | 14.14 | 13.00 | 11.41 | 9.02 | 6.26 | 3.49 |
| 5 | 139.99 | 115.58 | 87.74 | 57.62 | 35.68 | 22.45 | 16.33 | 13.41 | 11.90 | 11.01 | 9.24 | 6.69 | 4.75 | 2.80 |
| 2 | 98.14 | 71.70 | 52.70 | 34.07 | 21.91 | 14.44 | 11.26 | 9.06 | 7.27 | 6.28 | 5.01 | 3.70 | 2.78 | 1.86 |

Hidrolojik çalışmalarda, sentetik üretilen veriler analize başlamadan önce kontrol edilmelidir. Süre-şiddet-frekans değerleri, yağış süresi ile ters orantılıdır. Yani, yağış süresi arttıkça yağış şiddeti azalmalıdır. Bununla birlikte, toplam yağış miktarı zamanla artmaktadır. Tablo 5.6'da toplam yağış miktarının-yağış süresi ile değişimi verilmiştir. Tablo 5.6'daki kırmızı hücreler, ölçümlerden ve regresyon model sonuçlarından kaynaklanan hatalı tahmin değerlerini göstermektedir. Hatalı sonuçlar farklı yaklaşımları uygulayarak düzeltilmiştir. Her üç havzanın taşkın hesapları, Thiessen yöntemine göre elde edilen yağış verileri esas alınarak analiz edilecektir.

Çizelge 5.6 : Toplam yağış miktarının yağış süresi ile değişimi

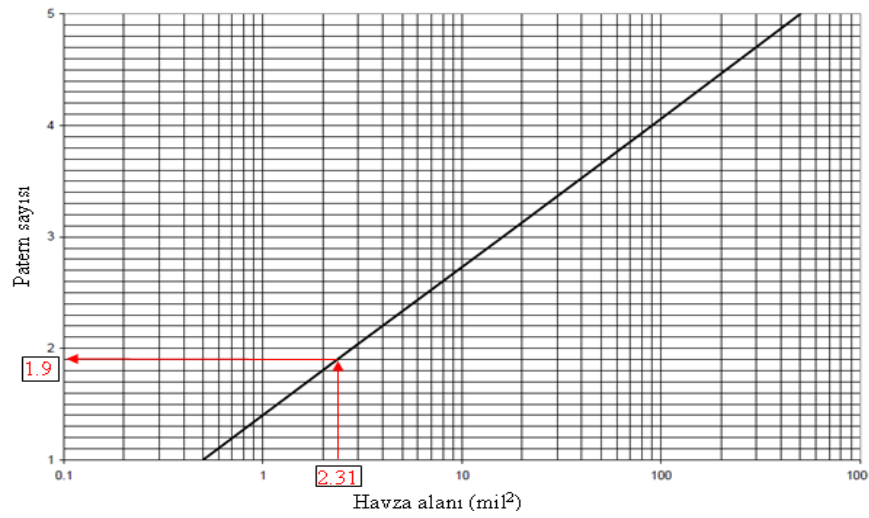
| | Maksimum Yağış Toplamı (mm) | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-------------------------|
| | 5 Dak | 10 Dak | 15 Dak | 30 Dak | 60 Dak | 120 Dak | 180 Dak | 240 Dak | 300 Dak | 360 Dak | 480 Dak | 720 Dak | 1080 Dak | 1440 Dak. (düzeltilmiş) |
| 1000.00 | 39.45 | 64.01 | 84.02 | 149.95 | 195.73 | 195.73 | 195.73 | 199.03 | 230.11 | 262.27 | 321.50 | 410.37 | 503.78 | 528.99 |
| 500.00 | 33.43 | 53.91 | 69.63 | 119.75 | 155.37 | 156.29 | 156.29 | 166.46 | 190.31 | 215.30 | 260.61 | 327.39 | 395.73 | 402.85 |
| 100.00 | 21.44 | 33.99 | 40.77 | 62.69 | 83.93 | 92.31 | 95.63 | 102.43 | 102.43 | 124.47 | 144.40 | 169.89 | 200.46 | 200.46 |
| 50.00 | 19.11 | 29.98 | 36.52 | 56.20 | 71.61 | 80.02 | 84.44 | 91.40 | 101.55 | 110.42 | 126.62 | 151.80 | 180.16 | 180.16 |
| 25.00 | 17.10 | 26.37 | 32.84 | 50.27 | 59.98 | 69.42 | 74.27 | 80.98 | 87.99 | 96.03 | 111.02 | 134.18 | 149.81 | 149.81 |
| 10.00 | 14.01 | 22.15 | 27.62 | 37.86 | 46.00 | 55.60 | 60.32 | 65.13 | 70.70 | 78.02 | 91.32 | 108.26 | 112.62 | 112.62 |
| 5.00 | 11.67 | 19.26 | 21.94 | 28.81 | 35.68 | 44.90 | 48.98 | 53.66 | 59.50 | 66.07 | 73.95 | 80.30 | 85.46 | 85.46 |
| 2.00 | 8.18 | 11.95 | 13.18 | 17.04 | 21.91 | 28.87 | 33.79 | 36.25 | 36.37 | 37.67 | 40.12 | 44.38 | 50.01 | 50.01 |

Thiessen metodu, her ne kadar alansal bir yağış metodu olsa da, yağış ölçüm istasyonlarının havzanın dışarısında kalmasından ve bu çalışmada incelenen havzaların bitişik ve nispeten küçük yüzey alanlı olmasından dolayı, Şile yağış gözlem istasyonunun katkısı diğer istasyonlardan çok fazla olmuştur. Çalışma alanında az sayıda yağış ölçüm istasyonunun olması nedeniyle, AHŞ (2011) gereği azaltma faktörleri uygulanarak söz konusu havzaların yağış değerleri Tablo 5.6'daki gibi tahmin edilmiştir. Bu havzalar, 6 saatlik ve 24 saatlik sürelerde ayrı ayrı modellenecektir. Kozlar deresi havzası için azaltma faktörü ile birlikte hesaplanan toplam yağış süreleri Tablo 5.7'de sunulmuştur. Uzunçayır ve Çıkış havzalarının alansal büyüklüklerinin, Kozlar havzasına yakın olmasından dolayı, Kozlar deresi için hesaplanan Tablo 5.7'deki değerler bu havzalar için de aynen uygulanacaktır. Tablo 5.7'ye dikkatli bir şekilde bakıldığında kuvvet fonksiyonunun uygulanmasından ötürü 100 yıldan 500 yıla geçişte bir sıçrama meydana gelmiştir.

Çizelge 5.7 : Azaltma faktörü ile hesaplanan 360 ve 1440 dakikalık yağışlar

| Frekans (Yıl) | 360 dakikalık yağış yüksekliği (mm) | 360 dak. için azaltma faktörü ile hesaplanan yağış | 1440 dakikalık yağış yüksekliği (mm) | 1440 dak. için azaltma faktörü ile hesaplanan yağış |
|---------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| 1000 | 195.73 | 191.82 | 528.99 | 518.41 |
| 500 | 155.37 | 152.26 | 402.85 | 394.79 |
| 100 | 83.93 | 82.25 | 194.79 | 190.90 |
| 50 | 71.61 | 70.18 | 176.84 | 173.30 |
| 25 | 59.98 | 58.78 | 131.13 | 128.51 |
| 10 | 46.00 | 45.08 | 83.81 | 82.14 |
| 5 | 35.68 | 34.97 | 67.30 | 65.95 |
| 2 | 21.91 | 21.47 | 44.62 | 43.73 |

Son aşama ise 6 saatlik ve 24 saatlik toplam yağışın zamanla değişimini belirlemektir. Bunun için AHŞ (2011) de verilen havza alanı ve eğri (patern) sayısı için arasındaki ilişki kullanılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus , sadece 6 saatlik yağış süresi için bu grafik kullanılmalıdır. Mesela 2.31 mil² yüzey alanına sahip bir havzanın 6 saatlik yağışın zamanla değişimi için eğri (patern) sayısı 1.9 hesaplanmıştır (Şekil 5.6). Böylece, 6 saatlik yağış için 1 ve 1.9 tip eğrileri (patern #1 ve patern #1.9) ayrı ayrı kullanılmalıdır. 1 tip eğrisi (Patern #1) ve enterpolasyon ile hesaplanan 1.9 tip eğrisi (patern #1.9) Tablo 5.8’de sunulmuştur.



Şekil 5.6 : Kozlar havzası için 6 saatlik yağış eğri numarası

Çizelge 5.8 : 6 saatlik yağış için eğri değerleri

| Zaman (saat) | Eğri#1 | Eğri#1.9 | Zaman (saat) | Eğri#1 | Eğri#1.9 |
|--------------|--------|----------|--------------|--------|----------|
| 0 | 0 | 0 | 3.25 | 13.8 | 16.05 |
| 0.25 | 0.8 | 0.89 | 3.5 | 21.6 | 24.84 |
| 0.5 | 1.6 | 1.6 | 3.75 | 37.7 | 44.36 |
| 0.75 | 2.5 | 2.5 | 4 | 83.4 | 70.8 |
| 1 | 3.3 | 3.39 | 4.25 | 91.1 | 84.44 |
| 1.25 | 4.1 | 4.19 | 4.5 | 93.1 | 90.31 |
| 1.5 | 5 | 5.09 | 4.75 | 95 | 93.92 |
| 1.75 | 5.8 | 5.89 | 5 | 96.2 | 95.12 |
| 2 | 6.6 | 6.69 | 5.25 | 97.2 | 96.39 |
| 2.25 | 7.4 | 7.58 | 5.5 | 98.3 | 97.58 |
| 2.5 | 8.7 | 8.7 | 5.75 | 99.1 | 98.83 |
| 2.75 | 9.9 | 9.99 | 6 | 100 | 100 |
| 3 | 11.8 | 11.98 | | | |

24 saatlik yağış için AHŞ (2011) sadece SCS Tip II eğrisinin kullanılmasını uygulanmasını tavsiye etmektedir (Tablo 5.8)

Çizelge 5.9 : 24 saatlik yağış için patern

| SCS Tip II dağılımı | | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| Zaman (saat) | Yağış (Derinlik, %) | Zaman (saat) | Yağış (Derinlik, %) | Zaman (saat) | Yağış (Derinlik, %) |
| 0 | 0 | 8.25 | 12.6 | 16.5 | 89.3 |
| 0.25 | 0.2 | 8.5 | 13.3 | 16.75 | 89.8 |
| 0.5 | 0.5 | 8.75 | 14 | 17 | 90.3 |
| 0.75 | 0.8 | 9 | 14.7 | 17.25 | 90.8 |
| 1 | 1.1 | 9.25 | 15.5 | 17.5 | 91.3 |
| 1.25 | 1.4 | 9.5 | 16.3 | 17.75 | 91.8 |
| 1.5 | 1.7 | 9.75 | 17.2 | 18 | 92.2 |
| 1.75 | 2 | 10 | 18.1 | 18.25 | 92.6 |
| 2 | 2.3 | 10.25 | 19.1 | 18.5 | 93 |
| 2.25 | 2.6 | 10.5 | 20.3 | 18.75 | 93.4 |
| 2.5 | 2.9 | 10.75 | 21.8 | 19 | 93.8 |
| 2.75 | 3.2 | 11 | 23.6 | 19.25 | 94.2 |
| 3 | 3.5 | 11.25 | 25.7 | 19.5 | 94.6 |
| 3.25 | 3.8 | 11.5 | 28.3 | 19.75 | 95 |
| 3.5 | 4.1 | 11.75 | 38.7 | 20 | 95.3 |
| 3.75 | 4.4 | 12 | 66.3 | 20.25 | 95.6 |
| 4 | 4.8 | 12.25 | 70.7 | 20.5 | 95.9 |
| 4.25 | 5.2 | 12.5 | 73.5 | 20.75 | 96.2 |
| 4.5 | 5.6 | 12.75 | 75.8 | 21 | 96.5 |
| 4.75 | 6 | 13 | 77.6 | 21.25 | 96.8 |
| 5 | 6.4 | 13.25 | 79.1 | 21.5 | 97.1 |
| 5.25 | 6.8 | 13.5 | 80.4 | 21.75 | 97.4 |
| 5.5 | 7.2 | 13.75 | 81.5 | 22 | 97.7 |
| 5.75 | 7.6 | 14 | 82.5 | 22.25 | 98 |
| 6 | 8 | 14.25 | 83.4 | 22.5 | 98.3 |
| 6.25 | 8.5 | 14.5 | 84.2 | 22.75 | 98.6 |
| 6.5 | 9 | 14.75 | 84.9 | 23 | 98.9 |
| 6.75 | 9.5 | 15 | 85.6 | 23.25 | 99.2 |
| 7 | 10 | 15.25 | 86.3 | 23.5 | 99.5 |
| 7.25 | 10.5 | 15.5 | 86.9 | 23.75 | 99.8 |
| 7.5 | 11 | 15.75 | 87.5 | 24 | 100 |
| 7.75 | 11.5 | 16 | 88.1 | | |
| 8 | 12 | 16.25 | 88.7 | | |

Bu bölümde özetle, söz konusu havzalar için çeşitli frekans değerlerinde (100 yıl, 500 yıl ve 1000 yıl) toplam yağış miktarları (Tablo 5.7) ile 6 saatlik ve 24 saatlik sürelerdeki toplam yağışın zamanla değişimi hesaplanmıştır (Tablo 5.7 ve 5.8).

6. GEOMATİK ÇALIŞMALAR

6.1 Giriş

Taşkın haritalarının gerçekçi bir şekilde oluşturulması için dere yatağının ve dere havzasının hassasiyetle koordinat sistemine bağlı olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu çalışmada, havza ve akarsu verileri koordinat sistemine azami derecede hassasiyetle yerleştirilmiştir.

6.2 Temin edilen veriler

Bu çalışmada aşağıdaki veriler kullanılmıştır.

- 1-Devlet Su İşleri (DSİ)'den temin edilen Çıkış havzası üzerindeki dere yatağında ölçülmüş veriler
- 2- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ)'den temin edilen UTM 3 derece, ITRF 86 referans noktasında (datumunda) Sayısal Yükselti Eğrileri (SYE)
- 3-DSİ'den temin edilen, İstanbul Büyük Şehir Belediyesi (İBB)'nin Çıkış havzasında gerçekleştirdiği seviye ölçüm verileri.

6.2.1 DSİ'den temin edilen veriler

Araştırma gurubumuz, DSİ'den dere yatağı boyunca ölçülmüş verileri temin etmiştir. DSİ, akarsu verilerini Havza çıkışından membasına doğru 1.5 km boyunca ölçmüştür (Şekil 6.1). Çıkış havzası şehirleşmenin yoğun olduğu bir bölgedir. Ölçüm noktalarının bittiği yerden itibaren akarsu membasına doğru ormanlık alanlar başlamaktadır.

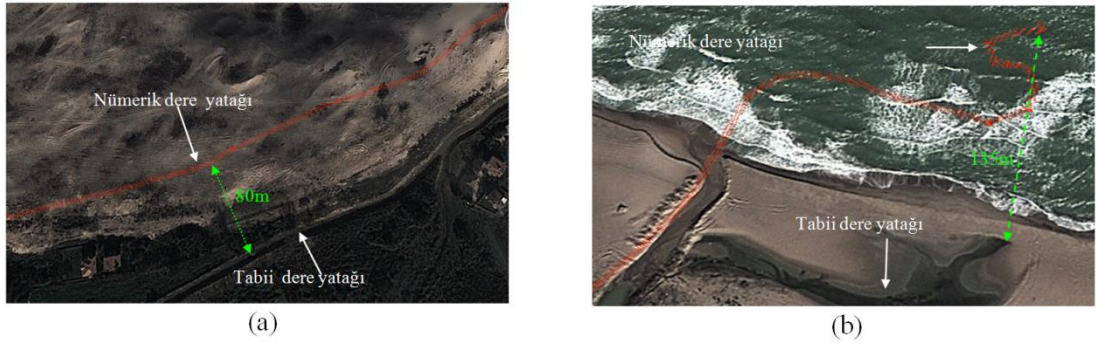
Şekil 6.2'de ise DSİ SYE'den temin edilen nümerik dere yatağı ile tabii dere yatağı karşılaştırılmıştır. Şekil 6.2(a)'da görüldüğü üzere, nümerik ve tabii dere yatakları arasındaki fark bazı noktalarda 80m'ye kadar çıkmaktadır. Şekil 5.2(b)'de ise, nümerik ve tabii dereler arasındaki fark mansap noktasında 135m'dir.

SYE'lerden hesaplanan nümerik dere yatağının, tabii dere yatağı ile bire bir örtüşmesi gerekmektedir. Araştırma gurubumuz, bu amaç doğrultusunda 2 farklı veri kullanmıştır. Bunlardan birincisi; İSKİ'den temin edilen yaklaşık 5m çözünürlüklü ($\Delta x = \Delta y = 5m$) SYE, ikincisi ise havzanın mansap kısmında ölçümü yapılan DSİ akarsu verileri ile sınırlı sayıdaki İBB topoğrafya verileridir. İSKİ sayısal yükseklik verilerinden, DSİ ve İBB'nin ölçüm verilerini kapsayan alan çıkartılmış ve bu alana tekabül eden DSİ ve İSKİ ölçüm verileri yerleştirilmiştir (Şekil 6.3). Böylece, dere yatağını en düşük hatayla yerine oturtulmuştur.. Şekil 6.4'de görüldüğü üzere, kırmızı ile gösterilen nümerik sonuçlara göre belirlenen dere yatağı ile tabii derenin uyumlu olduğu görülmüştür.

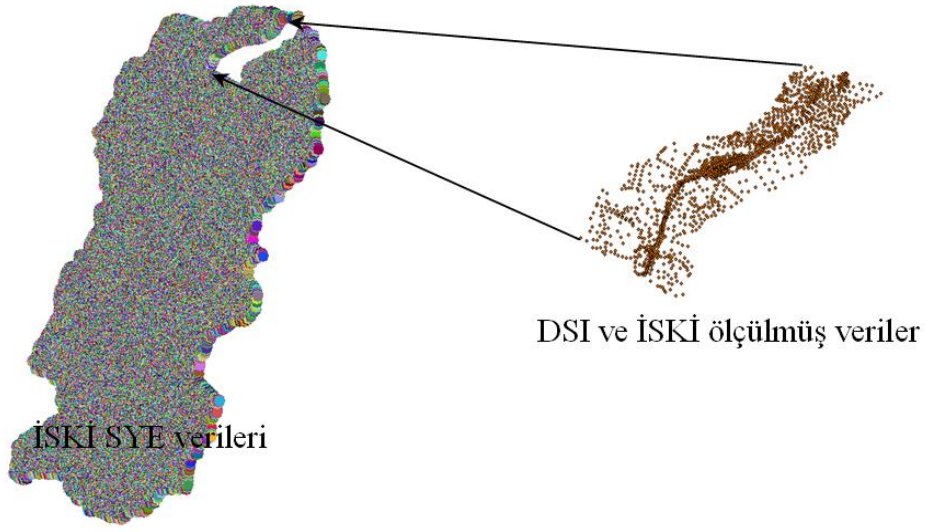
Şekil 6.4 dikkatle incelendiğinde görülecektir ki, her iki dere arasında çok az da olsa belirli bir farklılık vardır. Bu farklılığa, proje koordinat transformasyonunun neden olduğu düşünülmektedir. Şekil 6.4'de gösterilen kırmızı eğride DSİ dere yatağını referans olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla, İSKİ'nin 5m çözünürlüklü SYE verilerinden elde edilen akarsu yatağı, DSİ'nin ölçülmüş akarsu yatağına en iyi şekilde çakıştırmak için, ötelenmiştir. Aynı öteleme değerleri kullanılarak İSKİ havza SYE verileri de ötelenmiştir (Şekil 6.5). Böylece, iki veri seti optimum hassasiyetle çakıştırılmıştır. Daha sonra ki adımda ise, ArcGIS-ArcHYDRO modülünde bulunan "Dem Reconditioning" hesap adımını kullanarak DSİ akarsu taban çizgisini, İSKİ SYE verileri içerisine yerleştirilmektedir (burning) (Bu modül, havza içerisinden elde edilecek dere yatağını, DSİ ölçüm dere yatağıyla aynı değerlere getirmek için, İSKİ havza SYE verilerini kalibre etmektedir. Bu işlemler neticesinde üretilen topoğrafya verileri, taşkın analizinde kullanılacaktır.



Şekil 6.1 : DSI tarafından akarsu boyunca ölçülen veriler



Şekil 6.2 : Nümerik ve tabii dere yatakları arasındaki farklar



Şekil 6.3 : İSKİ SYE verileri ile ölçülmüş verilerin kombinasyonu



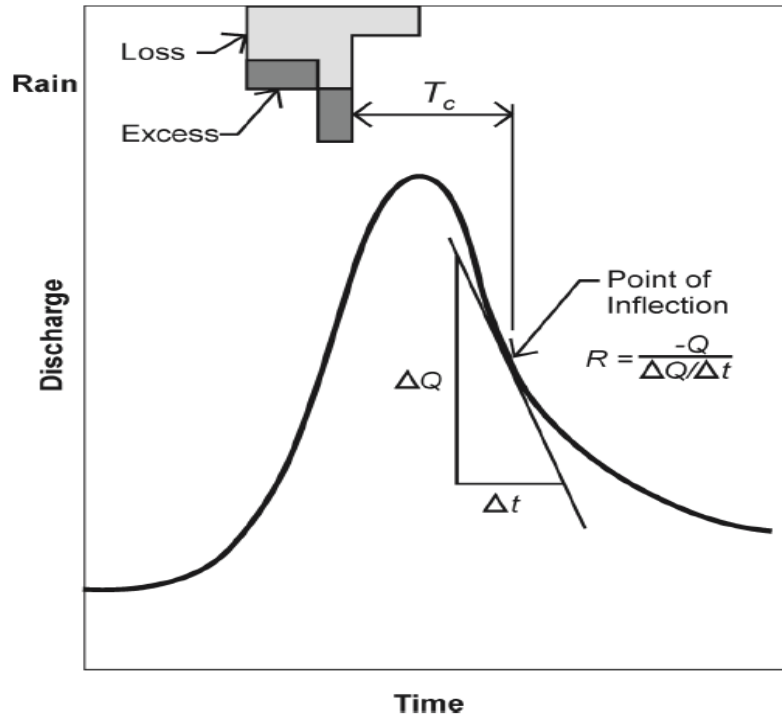
Şekil 6.4 : Düzeltilmiş akım çizgisi



Şekil 6.5 : DSİ ölçülmüş dere yatağı ve nümerik olarak elde edilen dere yatağı arasındaki fark

7. BİRİM HİDROGRAF TEORİSİ

AHŞ (2011), havza üzerinde yağış ve akış verilerinin olmaması durumunda Clark birim hidrografi veya S-hidrografının kullanılmasını önermektedir. Clark birim hidrografının 12 km²'den küçük olan havzalarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte 25 km²'lik havzalarda da uygulanabilmektedir. S Hidrografi ise doğal ve dağlık havzalarda tercih edilmektedir. Clark hidrograf metodunun, SCS ve Snyder birim hidrograflarının aksine, bilgisayar ve bilgisayar programları kullanılarak yapılması tavsiye edilmektedir. Clark birim hidrografi için 3 parametrenin önceden bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler; T_c , R ve havzanın zaman-alan ilişkisidir. Burada; T_c =konsantrasyon zamanını (artık yağışın bitim zamanından büküm noktasına kadar geçen süre), R depolama katsayısıdır (Şekil 7.1).



Şekil 7.1 : Clark birim hidrograf parametreleri

Bir diğer önemli parametre ise havzanın “zaman-alan” eğrisidir.

AHŞ (2011), konsantrasyon zamanı (T_c) için Papadakis and Kazan (1987) metodunu önermektedir. Bu metod denklem 7.1’de verilmiştir.

$$T_c = 11.4 L^{0.5} K_b^{0.52} S^{-0.31} i^{-0.38} \quad (7.1)$$

Burada; T_c =Konsantrasyon zamanı (saat), L = (Havza uzunluğu, mil), K_b =Havza direnç katsayısı, S =Havza eğimi (ft/mil), i =ortalama artık yağış şiddeti (inç/saat).

Havza eğimi hesaplanırken özellikle dağlık bölgelere dikkat edilmelidir. Çünkü, bu bölgeler 7.2 numaralı denklem ile hesaplanan konsantrasyon zamanını olması gerektiğinden daha küçük hesaplamaktadır. Bu nedenle, AHŞ (2011), Havza eğiminin (S) > 200 olduğu durumlarda Tablo 7.1’e göre küçültülmesini tavsiye etmektedir.

Çizelge 7.1 : Düzeltilmiş havza eğimleri

| Doğal eğim (S) | Düzeltilmiş eğim (S_{adj}) | Doğal eğim (S) | Düzeltilmiş eğim (S_{adj}) |
|----------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|
| 200 | 200 | 410 | 290 |
| 210 | 209 | 420 | 292 |
| 220 | 218 | 430 | 294 |
| 230 | 226 | 440 | 295 |
| 240 | 233 | 450 | 296 |
| 250 | 240 | 460 | 298 |
| 260 | 246 | 470 | 299 |
| 270 | 251 | 480 | 300 |
| 280 | 255 | 490 | 301 |
| 290 | 260 | 500 | 303 |
| 300 | 263 | 510 | 304 |
| 310 | 267 | 520 | 305 |
| 320 | 270 | 530 | 306 |
| 330 | 273 | 540 | 307 |
| 340 | 275 | 550 | 309 |
| 350 | 278 | 560 | 310 |
| 360 | 280 | 570 | 311 |
| 370 | 283 | 580 | 312 |
| 380 | 285 | 590 | 313 |
| 390 | 287 | 600 | 313 |
| 400 | 288 | | |

Havza direnç katsayısı (K_b) ise Tablo 7.2'ye göre hesaplanmaktadır. Burada dikkat edilecek en önemli husus; drenaj alanı= A'nın toplam drenaj alanı olmasıdır (AHŞ, 2011)

Çizelge 7.2 : Havza direnç katsayıları

| $K_b = m \log A + b$ (A=drenaj alanı, acres) | | | | |
|--|---------------------|--|----------|----------|
| Tip | Tanım | Uygulama alanları | m | b |
| A | Minimum pürüzlülük | Ticari ve endüstriyel alanlar, Yerleşim yerleri, Park ve golf alanları | -0.00625 | 0.04 |
| B | Düşük pürüzlülük | Tarımsal alanlar, meralar, otlaklar | -0.01375 | 0.08 |
| C | Yüksek pürüzlülük | Ormanlar, eğimli araziler, fundalık alanlar, maden bölgeleri | -0.025 | 0.15 |
| D | Maksimum pürüzlülük | Dağlık alanlar, bataklıklar | -0.03 | 0.2 |

Ortalama artık yağış şiddeti (i , inç/saat), Papadakis and Kazan (1987) denkleminde en çok dikkat edilmesi gereken parametredir. AHŞ (2011), ortalama artık yağış şiddetinin hesaplanması için HEC1 programının kullanılmasını önermektedir. Bu programı kullanılırken aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanır. .

1-Havza üzerine düşen yağış, yağışın zamanla değişimi ve sızma parametreleri tanımlanır.

2-Hesaplama aralığı (NMIN) belirlenir. Burada; hesaplama aralığının tercihen $NMIN=0.15T_c$ eşitliğini sağlaması tercih edilir. En azından eşitliğin $0.10 T_c < NMIN < 0.25 T_c$ bu aralıkta kalmasına dikkat edilmelidir.

3-Clark birim hidrografının parametreleri rastgele seçilerek, 2. hesap adımında belirlenen NMIN değerine göre program çalıştırılır (birim hidrograf, akış yüksekliğini hesaplamaya yaradığından ve bizim amacımız sadece ortalama artık yağışı hesaplamak olduğundan seçilen Clark birim hidrograf parametreleri önemsizdir. Hangi parametre seçilirse seçilsin aynı artık yağış değerleri elde edilecektir).

4- HEC1 programı, 3. adım dan sonra her bir NMIN değerine karşı bir artık yağış şiddeti hesaplayacaktır. Ortalama artık yağış şiddeti için ise en büyük ilk 10 değerlerin ortalaması aşağıdaki Denklem (7.2)'den hesaplanır.

$$i = \frac{E_T}{T} \quad (7.2)$$

Burada; E_T = en yüksek ilk on artık yağış değerinin ortalamasıdır (inç). T =en yüksek ilk 10 değer için geçen süredir (saat). Örneğin, Tablo 7.3’de, HEC1 model sonucundan bulunan en büyük 10 değer için artık yağış yükseklikleri verilmiştir. Burada,

$$i = \frac{E_T}{T} = \frac{1.05}{10(5/60)} = 1.27$$

in/saat hesaplanmıştır.

Çizelge 7.3 : HEC1 model sonuçlarına göre en büyük 10 artık yağış değeri

| Zaman (dak.) | Artık yağış (inç) |
|--------------|-------------------|
| 00:00 | 0.15 |
| 00:05 | 0.15 |
| 00:10 | 0.15 |
| 00:15 | 0.11 |
| 00:20 | 0.11 |
| 00:25 | 0.11 |
| 00:30 | 0.08 |
| 00:35 | 0.08 |
| 00:40 | 0.08 |
| 00:45 | 0.03 |
| Toplam | 1.05 |

Clark birim hidrografi için diğer önemli parametre ise depolama katsayısı, R ’dir. Clark (1945), R depolama katsayısının hesabı için, debinin, çıkış hidrografında büküm noktasına çizilen teğetin eğimine bölünmesiyle elde edilmesini önermiştir.

Matematiksel ifadeyle $R = \frac{-Q}{\Delta Q / \Delta t}$ dir. Fakat, burada en büyük zorluk havzanın

büküm noktasının tespitidir. Büküm noktasının tespiti için güvenilir yaklaşım Sabol (1988) tarafından önerilmiştir.(AHŞ, 2011). Çoğu analizde, ölçülmüş çıkış hidrografının elde edilmesi durumunda R katsayısı için ampirik ifadeler geliştirilmiştir. AHŞ (2011), R katsayısı hesabı için Denklem 7.3’ün kullanılması önerilmiştir.

$$R = 0.37T_c^{1.11} A^{-0.57} L^{0.80} \quad (7.3)$$

Burada;

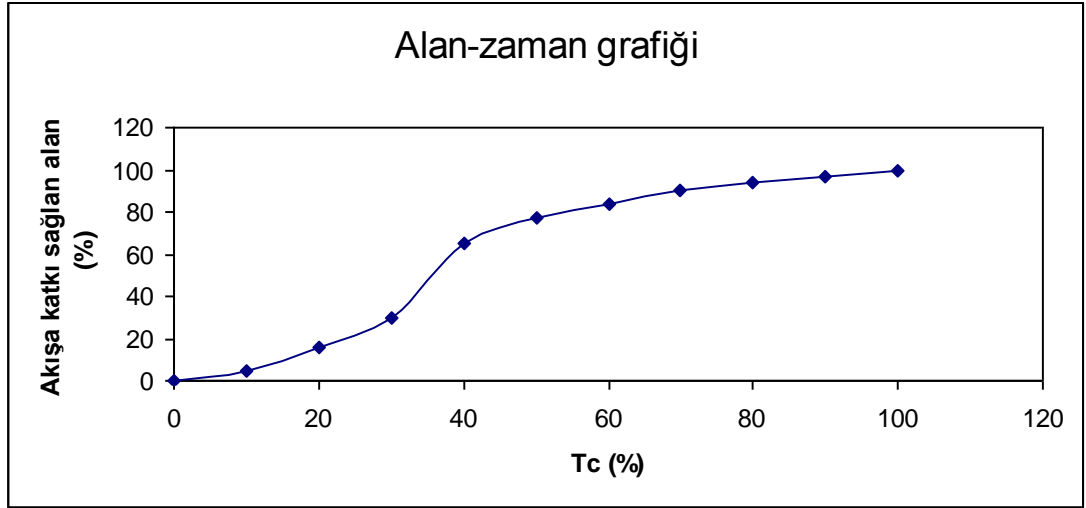
R: depolama katsayı (saat)

T_c : konsantrasyon zamanı (saat)

A: drenaj alanı (mil)

L:Havza uzunluğu (mil)

Clark birim hidrografında hesaplanması için diğer önemli parametre de havzanın alan-zaman ilişkisinin belirlenmesidir. Yatay ekseninde konsantrasyon zamanı yüzdesi, dikey ekseninde ise bu yüzdelere karşı havza akışına katkı sağlayan alan yüzdesidir (Şekil 7.2). Havzanın alan-zaman ilişkisi, yatay ekseninde, dikey ekseninde ise bu yüzdeye karşı gelen havza akışa katkı sağlayan alan yüzdesini vermektedir (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 : Havza alan-zaman grafiği

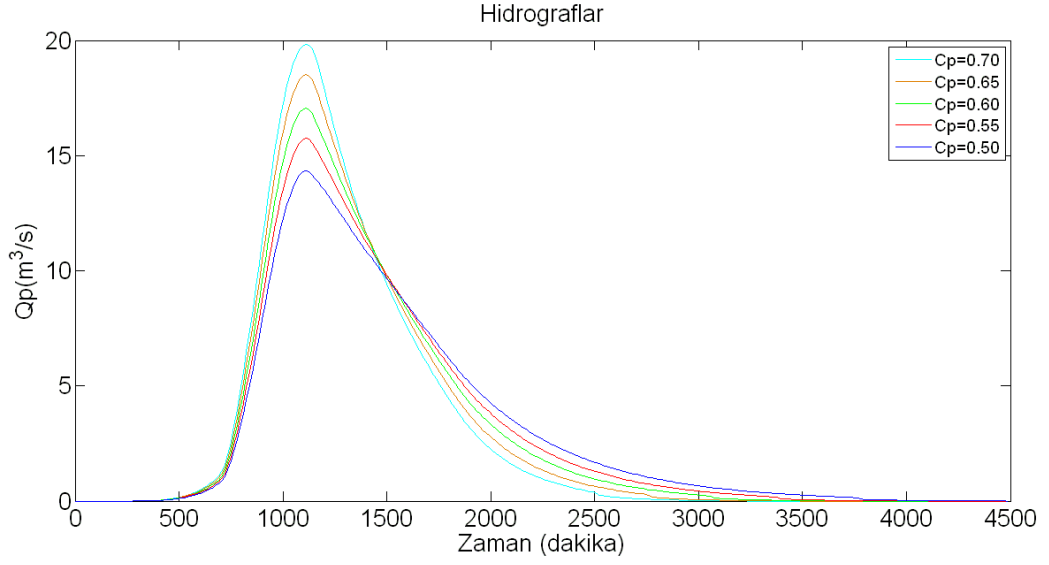
Teorik olarak havzanın alan zaman yüzdesini belirlemek için aşağıdaki adımlar sırasıyla uygulanır.

- 1- Havzanın uzunluğu en büyük akış uzunluğu olarak belirlenir (L).
- 2- Havza uzunluğuna göre konsantrasyon zamanı belirlenir (T_c , denklem 7.1).
- 3- Eşit zaman aralıklarına göre, havzanın katkı alanı hesaplanır. Bununla birlikte, pratik uygulamalar için AHŞ (2011) ile HEC-1 (1998) önerdiği boyutsuz alan-zaman değerleri Tablo 7.4'de verilmiştir.

Çizelge 7.4 : AHŞ (2011) ile HEC1 (1998) Alan-zaman grafikleri

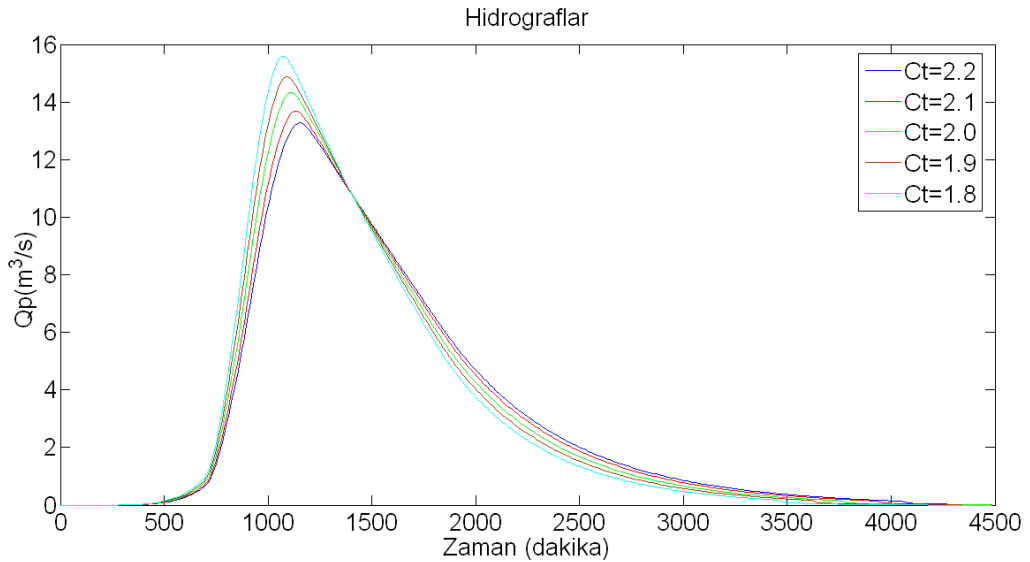
| Zaman (Tc'nin %'si şeklinde) | Katkı sağlayan alan (toplam alanın %'si şeklinde) | | |
|------------------------------|---|----------------|-------|
| | Kentsel havzalar | Doğal havzalar | HEC-1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 5 | 3 | 4.5 |
| 20 | 16 | 5 | 12.6 |
| 30 | 30 | 8 | 23.2 |
| 40 | 65 | 12 | 35.8 |
| 50 | 77 | 20 | 50 |
| 60 | 84 | 43 | 64.2 |
| 70 | 90 | 75 | 76.8 |
| 80 | 94 | 90 | 87.4 |
| 90 | 97 | 96 | 95.5 |
| 100 | 100 | 100 | 100 |

Bu çalışmada, AHŞ'nin tavsiye ettiği Clark birim hidrografi yanında, Snyder ve SCS birim hidrografları da elde edilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Snyder birim hidrografında C_p (pik akış) ve C_t (gecikme) faktörlerinin havzanın fiziksel karakteristikleriyle birlikte önceden bilinmesi gerekmektedir. C_p ve C_t faktörlerinin söz konusu havzanın çok güncel yağış-akış verilerinden ya da benzer özellikleri taşıyan en yakın havzanın yağış-akış verilerinden elde edilir. Bunun yanında; havzanın fiziksel özellikleri olan L (en uzun drenaj yolunun uzunluğu, mil), L_c (Havzanın ağırlık merkezinin çıkış noktasına olan uzaklığı, mil) ve A 'nın (havza alanı, mil²) bilinmesi gerekmektedir. C_p katsayısı 0.5 ile 0.7 ve , C_t katsayısı ise 1.8 ile 2.2 aralıklarında değişmektedir. Elde yeterli doğrulukta bilgi olmaması durumunda $C_t=2.0$, $C_p=0.6$ alınması tavsiye edilmektedir (Yee, 2013). Snyder birim hidrografının, aynı fiziksel büyüklükteki havzanın, aynı yağış ve sızma koşulları altında farklı C_p katsayılarına göre (C_t sabit) gösterdiği davranış Şekil 7.3'de gösterilmiştir.



Şekil 7.3 : C_p katsayılarının pik debi (Q_p) üzerindeki etkisi

Şekilde görüldüğü gibi, hidrografların tepe noktasına ulaşma zamanları (T_p) aynı olduğu halde, Q_p (pik debiler), C_p katsayısıyla artmaktadır. Aynı şekilde, C_t (gecikme katsayısının) hidrograf üzerindeki etkisi incelenmiştir. Snyder birim hidrografın farklı C_t katsayılarına göre (C_p sabit) davranışı Şekil 7.4'de sunulmuştur. C_t katsayısı arttıkça pik debiye ulaşma zamanının da arttığı ve buna bağlı olarak pik debinin azaldığı görülmüştür (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 : C_t katsayılarının pik debi (Q_p) üzerindeki etkisi

SCS birim hidrografının elde edilmesi için sadece havza gecikme zamanı ve (T_{lag} , saat) ve havza alanının (A , acres) belirlenmesi yeterli olacaktır. Havza gecikme

zamanının (T_{lag}) belirlenmesi için ise en uzun drenaj uzunluğu (L , ft) havzanın ortalama eğimi (y), eğri numarası (CN) ve havza gecikme zamanı (T_{lag}) Denklem (7.4)'de sunulmuştur.

$$T_{lag} = \frac{L^{0.8} (S + 1)^{0.7}}{1900 \sqrt{y}} \quad (7.4)$$

Burada; $S = 1000 / CN - 10$

Bu çalışmada, Clark, Snyder ve SCS birim hidrografları kullanılarak 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın hidrografları üretilmiştir.

8. SIZMA HESABI

AHŞ (2011), havzaların sızma parametrelerinin hesabı için Green and Ampt metodunun kullanılmasını tavsiye etmektedir (Bedient ve Huber, 1988). Green and Ampt metodu için havza üzerindeki toprak gurubunun sınıflandırılmasının bulunması gerekmektedir. AHŞ'nin (2011) tavsiye ettiği ikinci yöntem olan üniform kayıp metodu bu çalışmada kullanılmıştır. Bu yöntemde iki parametrenin önceden bilinmesi zaruridir. Bunlardan birincisi, STRTL (inç) başlangıç kayıp miktarını ifade etmektedir. Bu çalışmada, STRTL hesabı için

$$STRTL = \frac{200}{CN} - 2 \quad 8.1$$

denklemini kullanılmıştır (AHŞ, 2011). Bu denklemdaki CN eğri numarasını olup, uydu görüntülerinden arazi kullanımı ve hidrolojik toprak gurupları dikkate alınarak hesap edilmiştir.

İkinci parametre ise CNSTL üniform toprak kaybı miktarıdır. CNSTL hesabı için hidrolojik toprak guruplarından faydalanılmıştır. AHŞ (2011), CNSTL hesabı için Tablo 8.1'in kullanılmasını tavsiye etmektedir. Bu tabloda belirtilen A,B, C ve D parametrelerinin hidrolojik toprak gurubu olduğu ve havza direnç katsayısı hesabında kullanılan parametrelerle farklı olduğuna dikkat edilmelidir.

Çizelge 8.1 : CNSTL

| Hidrolojik toprak gurupları | CNSTL (inç/saat) |
|-----------------------------|------------------|
| A | 0.4 |
| B | 0.25 |
| C | 0.15 |
| D | 0.05 |

Daha sonraki adım ise, havza içerisindeki CNSTL parametrelerinin ağırlıklı ortalamasının alınmasıdır.

9. HAVZA TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BULUNMASI

Bu çalışmada, Kozlar havza sistemi (Kozlar, Uzunçayır ve Çıkış havzaları) dikkate alınarak taşkın hidrografları elde edilmiştir. AHŞ (2011) rasyonel metodun kullanılması için havza alanının 0.65 km^2 ve daha küçük olması, arazi kullanımının da üniform olması gerekir. Bu nedenle çalışma alanı için rasyonel yaklaşım kullanılmamıştır. Clark birim hidrografi kullanılması için havza alanının maksimum 13 km^2 olması tavsiye edilmekle birlikte, havza alanının 26 km^2 olduğu durumlarda da kullanılabilmesi bildirilmiştir. Fakat, 13 km^2 den büyük havzalarda S hidrografının kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu çalışma, AHŞ (2011) şartnamesine göre Clark birim hidrografi ile gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında, SCS ve Snyder birim hidrografları da elde edilmiş ve Clark, SCS ve Snyder birim hidrografların sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

9.1 Clark Birim Hidrografına göre Havza Taşkın Hidrografları

Clark birim hidrografi için 3 faktörün hesaplanması gerekmektedir. Bunlardan ilki konsantrasyon zamanıdır. Bu çalışmada, Papadakis ve Kazan (1987) metodu kullanılarak konsantrasyon zamanları hesaplanmıştır. Konsantrasyon zamanı için ise 4 parametrenin hesaplanması gerekmektedir. Bunlar; L (Havza uzunluğu, mil), K_b (Havza direnç katsayısı), S (Havza eğimi (ft/mil)), i (ortalama yıllık yağış şiddetidir (inç/saat) (denklem 7.1). İSKİ'nin $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ çözünürlüğündeki sayısal yükselti eğrileri kullanılarak havza alanları (A) ve en uzun akış yolu uzunlukları (L) hesaplanmıştır. AHŞ (2011), 200 feet/mil büyüklüğündeki sınır eğiminden küçük olan havza eğimlerinin (S) aynen alınması gerektiğini, büyük olanların ise azaltılması gerektiğini bildirmiştir. Söz konusu 3 havza için hesaplanan A , L ve S parametreleri Tablo 9.1'de sunulmuştur.

Çizelge 9.1 : Havzalar için hesaplanan A , L ve S değerleri

| | A(Alan km ²) | L (en uzun akış yolu, mi) | S (Eğim,ft/mi) | Saz. (Azaltılmış eğim, ft/mi) |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Uzunçayır h. | 8.81 | 5.47 | 84.498 | 84.498 |
| Kozlar h. | 5.69 | 4.5 | 97.041 | 97.041 |
| Çıkış h. | 1.93 | 2.06 | 178.792 | 178.792 |

K_b ve i parametrelerinin hesabı ise azami özen ve dikkat gerektirmektedir. K_b havza direnç katsayısının hesabı için, AHŞ (2011)'deki tablolar kullanılmıştır. Bunun için havzaların arazi kullanımının belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma gurubumuz söz konusu havzaları uydu görüntüsü ile alt guruplara bölmüştür. Alt guruplama neticesinde Tablo 9.2 elde edilmiştir (Şekil 4.2).

Çizelge 9.2 : Havzaların arazi kullanımları

| | Alan (km ²) | | | | |
|-------------|-------------------------|--------------|--------|----------|------------|
| | Çalı | Kıraç toprak | Orman | Yerleşim | Yeşil alan |
| Kozlar h. | 0.28 | 0.62 | 4.27 | 0.50 | ----- |
| Uzunçayır h | 0.165 | 2.423 | 6.180 | 0.021 | 0.023 |
| Çıkış h. | 0.024 | 0.058 | 1.4807 | 0.37 | ----- |

Tablo 9.2' deki arazi kullanımlarına göre toprak sınıflandırılması Tablo 9.3'de sunulmuştur (Tablo 9.3).

Çizelge 9.3 : Havzaların arazi kullanım tipleri

| | Arazi kullanım tipi (AHŞ, 2011) | | | | |
|-------------|---------------------------------|--------------|-------|----------|------------|
| | Çalı | Kıraç toprak | Orman | Yerleşim | Yeşil alan |
| Kozlar h. | Tip B | Tip B | Tip C | Tip A | ----- |
| Uzunçayır h | Tip B | Tip B | Tip C | Tip A | |
| Çıkış h. | Tip B | Tip B | Tip C | Tip A | Tip B |

Tablo 9.3'den görüldüğü üzere söz konusu havzalarda Tip D yani dağlık arazi bulunmamaktadır. AHŞ (2011) tabloları kullanılarak havzalardaki K_b değerleri hesaplanmıştır (Tablo 9.4). Burada dikkat edilmelidir ki alan birimleri acres'dir.

Çizelge 9.4 : Havzaların K_b değerleri

| | Havza alanı (acres) | Alan (acres) | | | | K_b | | | | K_b (Ağ. ort.) |
|-----------------|---------------------------|--------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| | | Tip A | Tip B | Tip C | Tip D | Tip A | Tip B | Tip C | Tip D | |
| Uzunçayır h. | 2177.524 | 5.189 | 645.193 | 1527.142 | 0.000 | 0.019 | 0.034 | 0.067 | 0.100 | 0.057 |
| Kozlar h. | 1405.246 | 124.929 | 225.009 | 1055.308 | 0.000 | 0.020 | 0.037 | 0.071 | 0.106 | 0.061 |
| Çıkış h. | 477.191 | 90.807 | 20.492 | 365.893 | 0.000 | 0.023 | 0.043 | 0.083 | 0.120 | 0.070 |

“ i ” artık yağış şiddetinin hesabı için 3 faktörün önceden hesaplanması gerekmektedir. Bunlar;

- Toplam yağış yüksekliği
- Yağışın zamanla değişimi
- Sızma miktarı

Tablo 9.5’de verilen Kozlar havza sistemindeki alansal yağışlar 100, 500, 1000 yıllık frekanslara göre 6 saatlik ve 24 saatlik olarak hesaplanmıştır (AHŞ, 2011).

Çizelge 9.5 : Havzaların toplam yağış miktarları

| Frekans (yıl) | Toplam yağış (mm) | |
|---------------|-------------------|---------|
| | 6 saat | 24 saat |
| 100 | 124.47 | 200.46 |
| 500 | 215.3 | 402.85 |
| 1000 | 262.27 | 528.99 |

Havza azaltma faktörleri, havzaların alansal büyüklerine ve yağış sürelerine bağlıdır. Söz konusu havzaların 6 saatlik toplam yağış için hesaplanan değerleri Tablo 8.6’da, 24 saatlik yağış için ise Tablo 8.7’de sunulmuştur.

Çizelge 9.6 : Havzaların 6 saatlik yağış miktarları

| | Azaltma faktörü | 6 saatlik toplam yağış (mm) | | |
|---------------------|-----------------|-----------------------------|---------|----------|
| | 6 saat | 100 yıl | 500 yıl | 1000 yıl |
| Kozlar h. | 0.9790 | 121.86 | 210.78 | 256.76 |
| Uzunçayır h. | 0.9709 | 120.85 | 209.03 | 254.64 |
| Çıkış h. | 0.9905 | 123.29 | 213.25 | 259.78 |

Çizelge 9.7 : Havzaların 24 saatlik yağış miktarları

| | Azaltma faktörü | 24 saatlik toplam yağış (mm) | | |
|---------------------|-----------------|------------------------------|---------|----------|
| | 24 saat | 100 yıl | 500 yıl | 1000 yıl |
| Kozlar h. | 0.9890 | 198.25 | 398.42 | 523.17 |
| Uzunçayır h. | 0.9830 | 197.05 | 396.00 | 520.00 |
| Çıkış h. | 0.9962 | 199.70 | 401.32 | 526.98 |

Hesaplanması gereken ikinci faktör, yağışın zamanla değişiminin belirlenmesidir (patern sayısı hesabı). Havzaların patern numaraları, havza azaltma faktörlerinde olduğu gibi havza alanı ve yağış süresine bağlıdır. AHŞ (2011) tablolarına göre Kozlar, Uzunçayır ve Çıkış havzaları 6 saatlik 2 farklı yağış patern’i meydana getirmektedir. Bunlar Tablo 9.8’de verilmiştir.

Çizelge 9.8 : 6 saatlik yağış için patenler

| | Alan (mi ²) | Patern no | Hesaplanacak patern sayısı |
|---------------------|-------------------------|-----------|----------------------------|
| Kozlar h. | 2.20 | 1.85 | 1 ve 1.85 |
| Uzunçayır h. | 3.40 | 2 | 1 ve 2 |
| Çıkış h. | 0.75 | 1.3 | 1 ve 1.3 |

24 saatlik yağış için ise sadece SCS Type II patern'i kullanılmalıdır.

Hesaplanacak en son parametre ise her havza için sızma miktarının belirlenmesidir. Bölüm 8'de belirtilen yöntemlerin uygulanması ve birim değişikliklerinin yapılması ile havza sızma parametreleri belirlenmiştir (Tablo 9.9)

Çizelge 9.9 : Havza sızma parametreleri

| | STRTL (mm) | CNSTL (mm/saat) |
|---------------------|------------|-----------------|
| Kozlar h. | 21.55 | 6.29 |
| Uzunçayır h. | 22.72 | 6.18 |
| Çıkış h. | 17.25 | 6.47 |

Papadakis ve Kazan (1987), denklem 7.1'deki ortalama artık yağışın şiddetinin hesabı için HEC1 programı sonunda bulunan en büyük 10 değerinin ortalamasının hesaplanması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada AHŞ (2011) önerisi üzerine HEC1 yazılımı kullanılarak bu işlemler gerçekleştirilmiştir. HEC1 analizi neticesinde gerçekleştirilen en büyük 10 artık yağış şiddetinin ortalaması 6 saatlik ve 24 saatlik yağışlar için Tablo 9.10 ve Tablo 9.11'de sunulmuştur.

Çizelge 9.10 : 6 saatlik yağış için hesap edilen en büyük 10 artık yağışın ortalaması

| | i (inç/saat) | | | | | |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | 100 Yıl, Pattern 1 | 100 Yıl, Pattern 2 | 500 Yıl, Pattern 1 | 500 Yıl, Pattern 2 | 1000 Yıl, Pattern 1 | 1000 Yıl, Pattern 2 |
| Kozlar h. | 3.90 | 3.38 | 6.94 | 6.03 | 8.51 | 7.40 |
| Uzunçayır h. | 3.87 | 3.27 | 6.88 | 5.83 | 8.44 | 7.15 |
| Çıkış h. | 3.95 | 3.76 | 7.02 | 6.69 | 8.60 | 8.20 |

Çizelge 9.11 : 24 saatlik yağış için hesap edilen en büyük 10 artık yağışın ortalaması

| | i (inç/saat) | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | 100 Yıl SCS Type II | 500 Yıl SCS Type II | 1000 Yıl SCS Type II |
| Kozlar h. | 3.82 | 7.92 | 10.48 |
| Uzunçayır h. | 3.80 | 7.88 | 10.42 |
| Çıkış h. | 3.84 | 7.97 | 10.55 |

6 ve 24 saatlik hesaplanan ortalama artık yağış şiddetleri için T_c konsantrasyon zamanları Tablo 9.12 ve Tablo 9.13'de sunulmuştur.

Çizelge 9.12 : 6 saatlik yağış için T_c

| | T _c =f(i) | T _c (saat) | | | | | |
|--------------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | | 100 Yıl, Pattern 1 | 100 Yıl, Pattern 2 | 500 Yıl, Pattern 1 | 500 Yıl, Pattern 2 | 1000 Yıl, Pattern 1 | 1000 Yıl, Pattern 2 |
| Kozlar h. | T _c =1.37 i ^{-0.38} | 0.82 | 0.86 | 0.66 | 0.69 | 0.61 | 0.64 |
| Uzunçayır h. | T _c =1.52 i ^{-0.38} | 0.91 | 0.87 | 0.66 | 0.70 | 0.61 | 0.65 |
| Çıkış h. | T _c =0.82 i ^{-0.38} | 0.49 | 0.83 | 0.65 | 0.67 | 0.60 | 0.62 |

Çizelge 9.13 : 24 saatlik yağış için T_c

| | T _c | T _c (saat) | | |
|---------------------|---|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | | 100 Yıl SCS Type II | 500 Yıl SCS Type II | 1000 Yıl SCS Type II |
| Kozlar h. | T _c =1.37 i ^{-0.38} | 0.82 | 0.62 | 0.56 |
| Uzunçayır h. | T _c =1.52 i ^{-0.38} | 0.83 | 0.63 | 0.56 |
| Çıkış h. | T _c =0.82 i ^{-0.38} | 0.82 | 0.62 | 0.56 |

R depolama katsayısı; havza alanı, en uzun akış uzunluğu ve konsantrasyon zamanına bağlı olduğundan her senaryo için bir R depolama katsayısı oluşmaktadır (Tablo 9.14 ve 15)

Çizelge 9.14 : 6 saatlik yağış için R depolama katsayısı değerleri

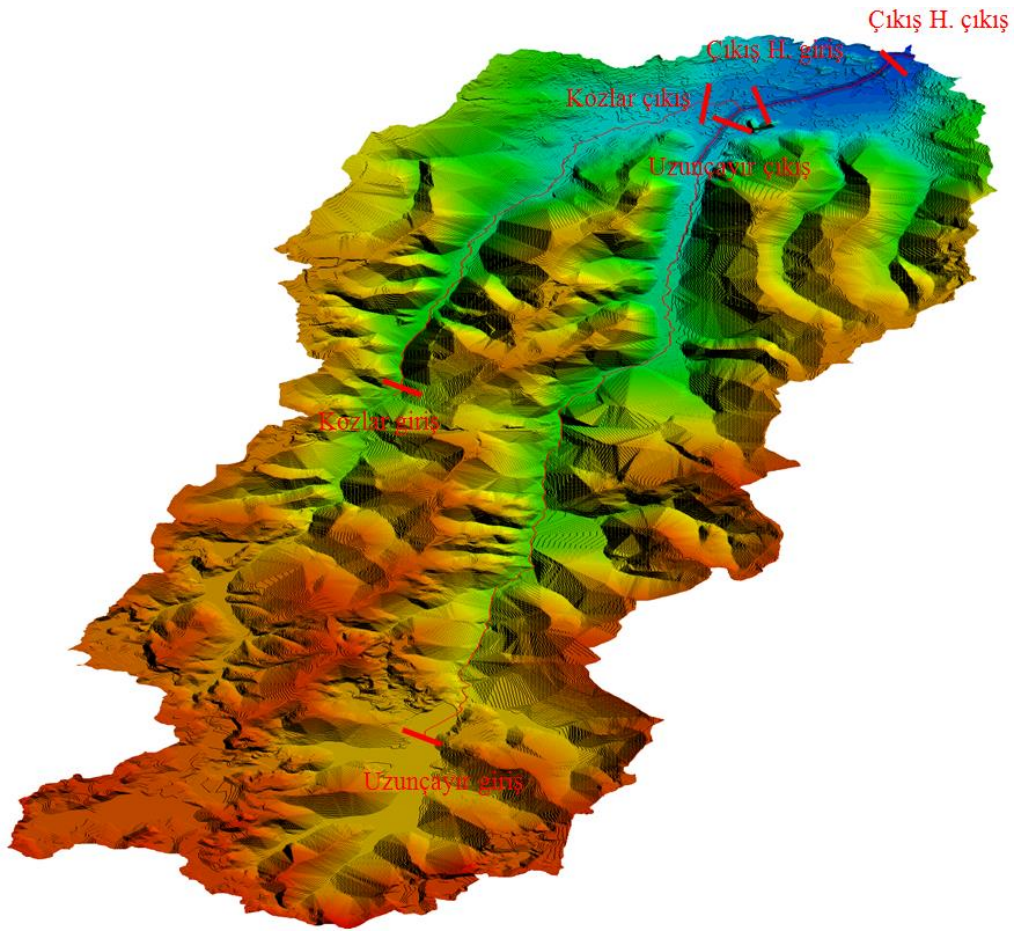
| | R depolama katsayısı | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | 100 Yıl, Pattern 1 | 100 Yıl, Pattern 2 | 500 Yıl, Pattern 1 | 500 Yıl, Pattern 2 | 1000 Yıl, Pattern 1 | 1000 Yıl, Pattern 2 |
| Kozlar h. | 0.63 | 0.67 | 0.49 | 0.52 | 0.45 | 0.48 |
| Uzunçayır h. | 0.64 | 0.62 | 0.45 | 0.48 | 0.41 | 0.44 |
| Çıkış h. | 0.35 | 0.63 | 0.48 | 0.49 | 0.44 | 0.45 |

Çizelge 9.15 : 24 saatlik yağış için R depolama katsayısı değerleri

| | R depolama katsayısı | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | 100 Yıl SCS Type II | 500 Yıl SCS Type II | 1000 Yıl SCS Type II |
| Kozlar h. | 0.63 | 0.47 | 0.41 |
| Uzunçayır h. | 0.58 | 0.43 | 0.38 |
| Çıkış h. | 0.62 | 0.46 | 0.41 |

10. TAŞKIN HİDROGRAFLARININ BULUNMASI

Yukarıdaki bölümlerde açıklanan yağış, yağışın zamanla değişimi, sızma ve birim hidrograf teorilerine göre taşkın hidrografları üretilmiştir. Hidrograflar, her bir dere güzergahı için giriş ve çıkış debileri olmak üzere iki şekilde hesaplanmıştır (Şekil 10.1).

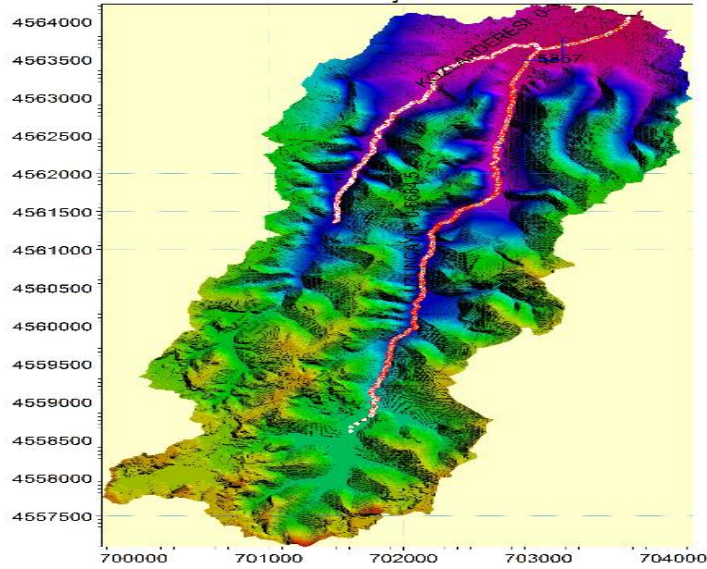


Şekil 10.1 : Kozlar havza sistemi giriş ve çıkış debileri

Gerçekleştirilen analizlerde en riskli taşkın hidrografını Clark yaklaşımı vermektedir. Risk durumuna göre Clark yaklaşımını, SCS ve Snyder yaklaşımları izlemektedir. Yapılan analizler sonucunda Clark, Snyder ve SCS birim hidrograf yaklaşımlarına göre 100, 500 ve 1000 yıllık frekansta hesaplanan debiler Ek A1’de verilmiştir.

11. TAŞKIN HARITALARININ OLUŞTURULMASI

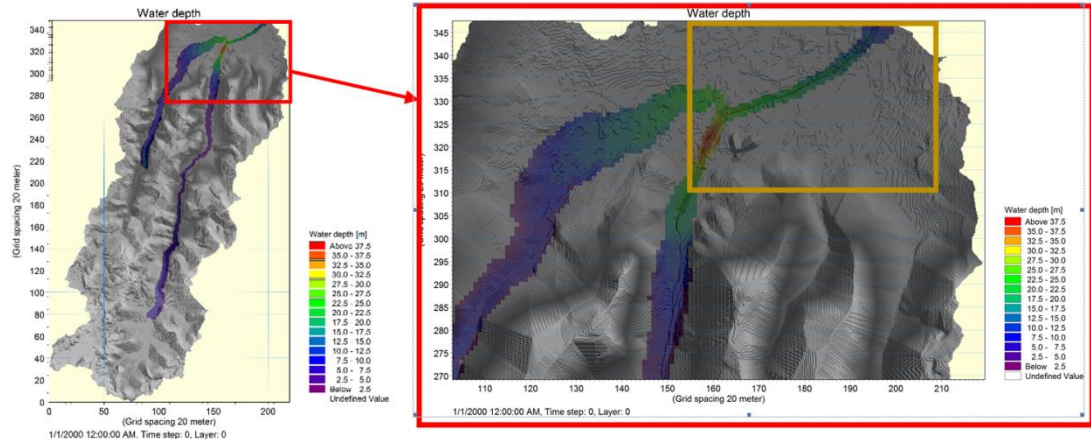
Bu çalışmada, taşkın haritalarının oluşturulması için DHI MIKE yazılımı kullanılmıştır. Taşkın haritalarının oluşturulmasında, MIKE 11 ve MIKE 21 yazılımları etkileşimli olarak çalıştırılmıştır. MIKE 11 tek boyutlu taşkın analizi yapan bir yazılımdır. Manning-Strickler formülüne dayalı olan bu yazılım 4 esas girdi değişkenleri ile çalışır ve kaydedilir. Bahsedilen temel girdiler akım ağı, akarsu enkesiti, sınır şartları ve hidrodinamik parametrelerden oluşmaktadır. Bu yazılım ile çeşitli analizler yapılabilmektedir. Bunlar; hidrodinamik, sediment taşınımı, yağış-akış, su kalitesi ve çevresel etki modelleridir. Bu çalışmada taşkın analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha hassas bir hesaplama için 220 düğüm noktası olan sık bir akım ağı oluşturulmuştur ve iki koldan oluşan bu havza (Uzunçayır ve Kozlar deresi) mansaba yaklaşık 800 metre mesafede birleşmektedir (Şekil 11. 1).



Şekil 11.1 : MIKE 11'de Kozlar havza sistemi tanımı

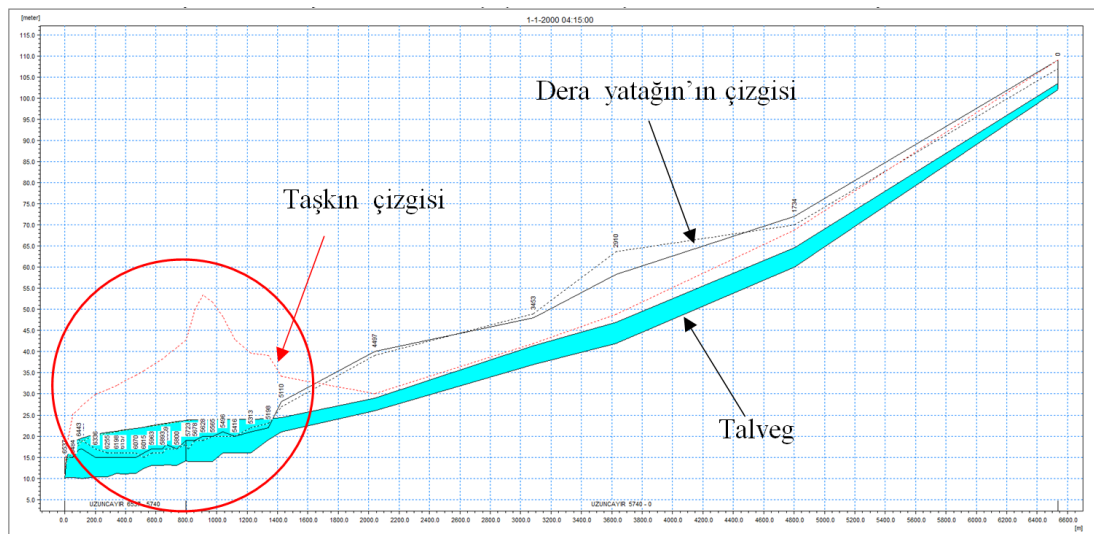
İkinci girdi olan en kesitler iki bölgeye ayrılmıştır. Dere yatağının memba kısmı orman olup can kaybı açısından daha az risk taşıdığı için ortalama 800m aralıklar ile enkesit hazırlanmıştır. Fakat yerleşim alanların da bu mesafe ortalama 50m'ye düşürülerek toplamda 34 enkesit hazırlanmıştır. Üç farklı frekans için hesaplanmış

taşkın hidrografları (100, 500 ve 1000 yıllık dönüş aralıkları) 5 farklı noktadan dere yatağında akışa geçirilmiştir. Manning-Strickler formülündeki parametrelerden Manning katsayısı havza sisteminin tabii yatağı olmasından dolayı $1/40 = 0.025$ olarak seçilmiştir. Dere eğimlerine bakıldığı zaman, Uzunçayır nehrinin eğiminin Kozlar nehrine göre daha dik olduğu görülür. İki derenin birleşim yerinden itibaren yerleşim alanının olduğu bölgelerde eğim çok azalmakta ve dolayısıyla taşkın riskinin artmasına neden olmaktadır.

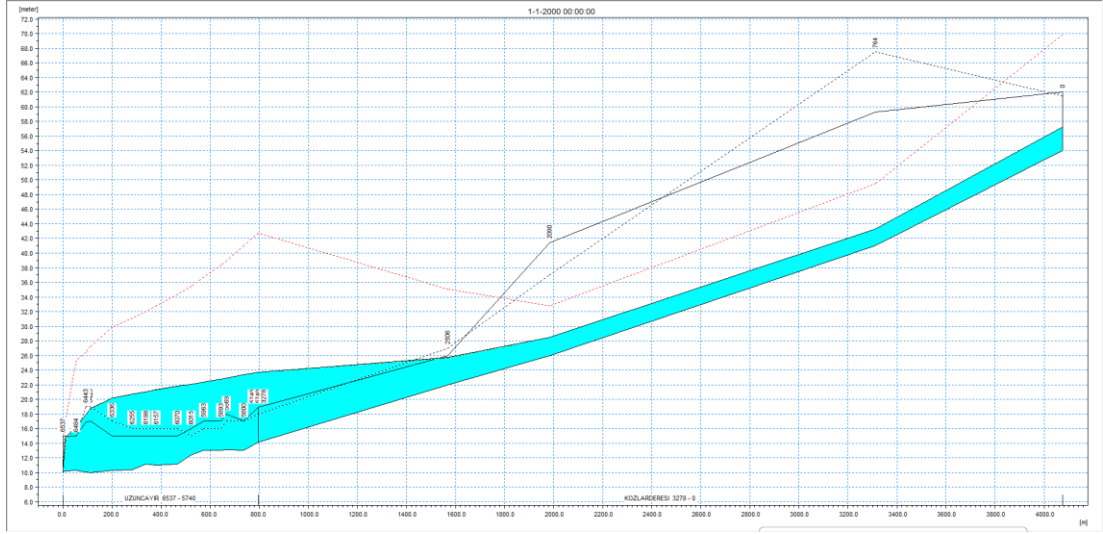


şekil 11.2 : Bir boyutlu taşkın haritası.

şekil 11.2'de gösterilen taşkın haritası tek boyutlu olduğundan dolayı sadece belirlenmiş en kesitler içinde açık kanal hesaplamaları yapılmıştır. İki boyutlu MIKE 21 modeli ise MIKE 11 modeli ile birleştirilerek taşkın alanlarına yayılma 2 boyut olarak modellenmiştir.

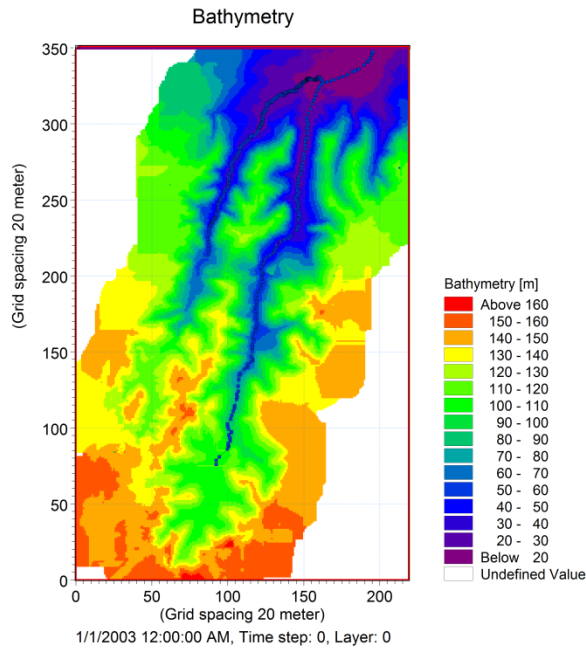


şekil 11.3 : Uzunçayır deresinin boyuna kesiti (1000 yıllık dönüş aralığı modellemesi)



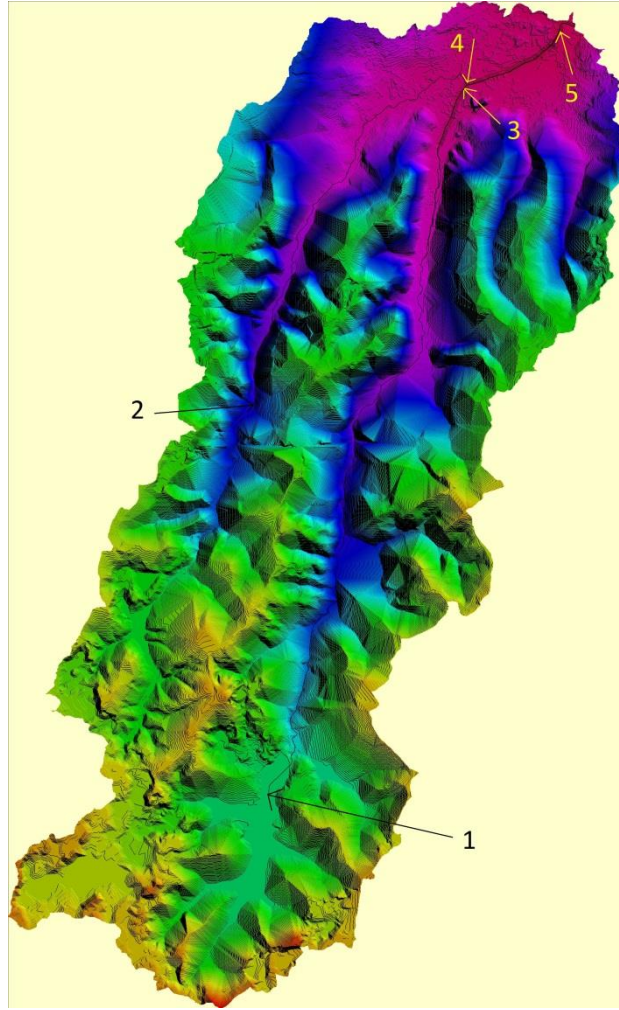
Şekil 11.4 : Kozlar deresinin boyuna kesiti (1000 yıllık dönüş aralığı modellemesi)

MIKE 21 akış modeli ise, 2 boyutlu açık yüzey akışlarını modellemektedir. MIKE 21 ile bir model kurmak için hazırlanması gereken temel değişkenler hidrodinamik parametrelerden oluşmaktadır. Bu çalışmada 20 metre x 20 metre (Δx ve Δy) aralıklı düğüm noktaları hazırlanmıştır. Bu değer, en yüksek çözünürlük ve en yüksek dereceden kararlı analiz yapmak için optimizasyon sonucunda elde edilmiştir (Şekil 11.5).



Şekil 11.5 : MIKE 21 akım ağı (mesh) alanı $\Delta x = \Delta y=20m$

Analiz zamanı ise, taşkın hidrografların süresi göz önüne tutularak 1 gün ve $\Delta t=1$ sn (SCS ve Snyder yöntemleri ile elde edilen taşkın hidrografları 2 gün) olarak alınarak analiz yapılmıştır. Bu çalışmada, Ek A'daki taşkın hidrografları dikkate alınarak toplamda 15 taşkın haritası modeli kurulmuştur. Gerçekleştirdiğimiz modelin frekans aralıkları (100, 500 ve 1000 yıl) olarak seçilmiştir. MIKE 11'deki gibi 5 farklı noktadan taşkın hidrografları verilmiştir ve her hidrograf kendi alt havzasının akışa geçtiği yağışı temsil etmektedir. Söz konusu 5 hidrografın giriş noktaları Şekil 11.6'da gösterilmiştir.



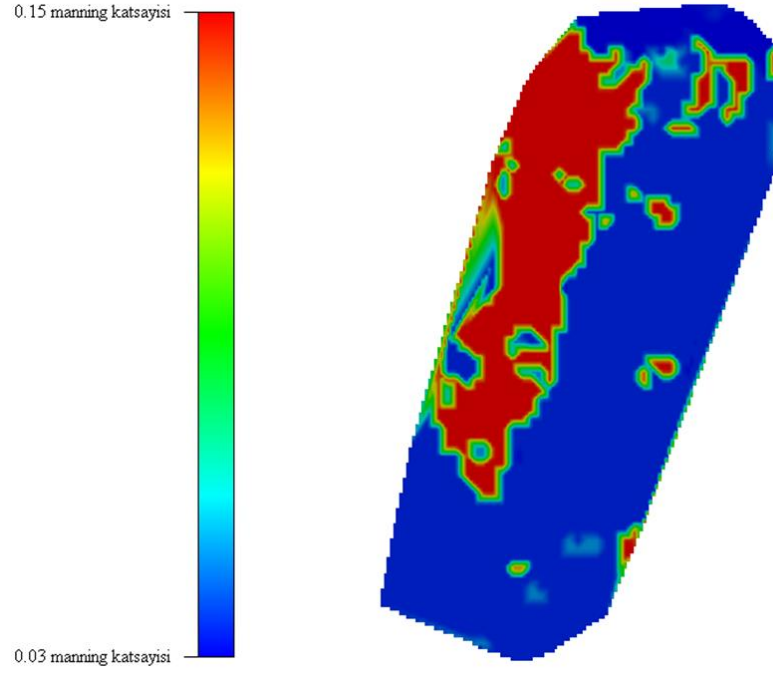
Şekil 11.6 : MIKE 21 modeli için taşkın hidrografları'nın giriş noktaları

Başlangıçtaki su seviyesi "0" yani dere yatağı tamamıyla kuru olarak kabul edilmiştir. Modelin stabil olmasına etki eden diğer parametre ise "Eddy viscosity" parametresidir. Bu parametre iki farklı yöntemle test edilmiş ve en kararlı değeri veren yaklaşım kullanılmıştır. Bu denklemler;

$$Eddy\ viscosity = 0.02 \Delta x \Delta y / \Delta t \text{ (Hız tabanlı)} \quad (1)$$

$$Eddy\ viscosity = 0.1 \Delta x \Delta y / \Delta t \text{ (Akımtabanlı)} \quad (2)$$

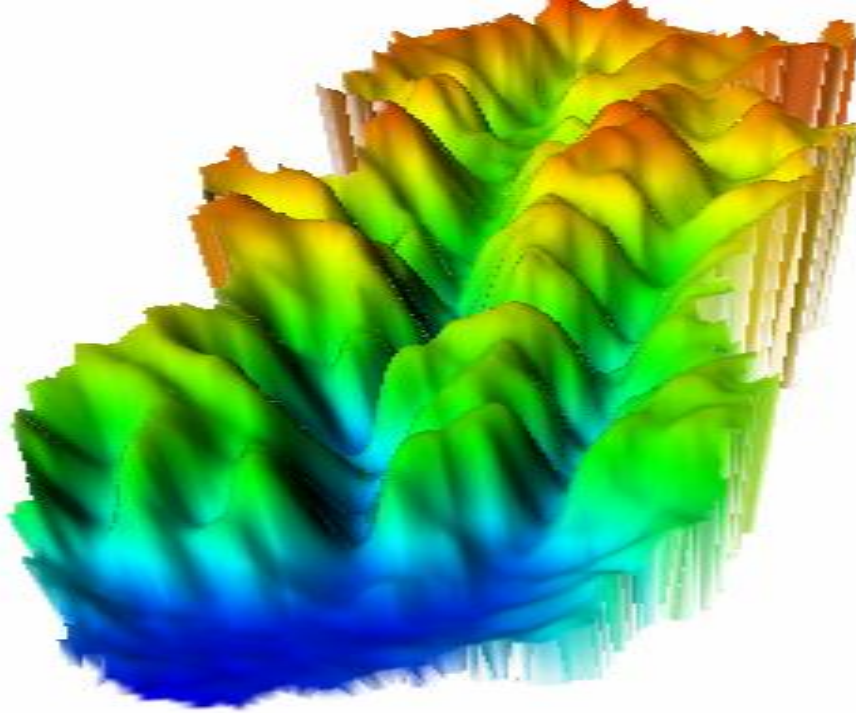
Çalışma alanı için Manning katsayısı dağılım haritası Şekil 11. 7' de ki gibi elde edilmiştir. Bu harita yapılan analiz ve modellerde kullanılmıştır.



Şekil 11.7 : Havza Manning katsayılarının dağılım haritası.

12. TAŞKIN HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

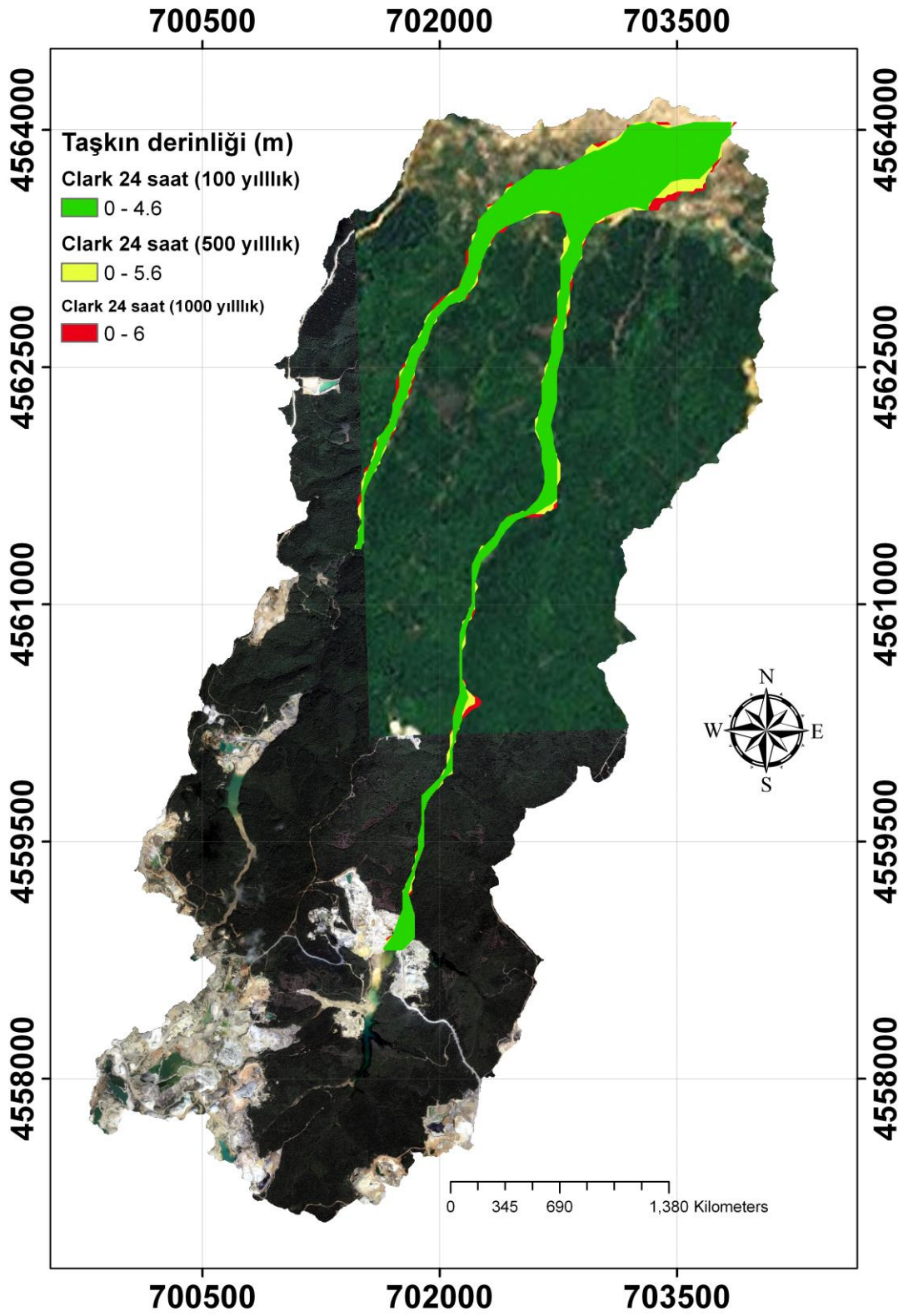
Çalışma alanı üç boyutlu görüntüsü Şekil 12.1’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi çalışma alanı havza başlangıcından itibaren yüksek eğimli olup çıkış noktasına doğru bu eğimi azalmaktadır. Özellikle, yerleşim yerlerinde bu eğim sıfıra yaklaşmaktadır. Eğimin büyük olduğu yerlerde akış hızı yüksek olurken eğimin düşük olduğu yerlerde akışın hızı çok yavaş olur. Dolayısıyla, yerleşim yerlerinde akış hızı küçük olduğundan taşkın açısından büyük risk oluşturmaktadır.



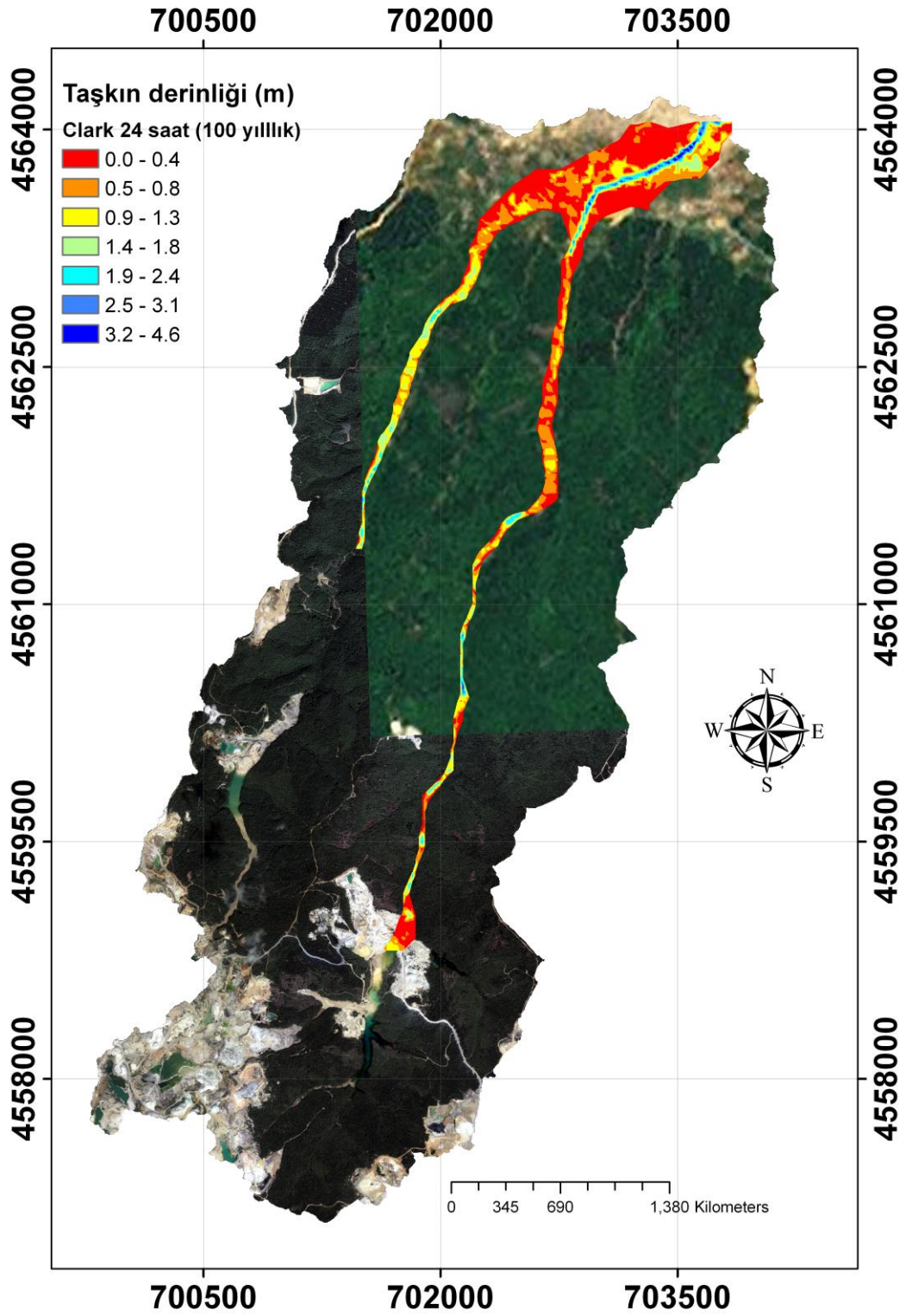
Şekil 12.1 : Kozlar havza sisteminin 3D görüntüsü

Araştırma gurubumuz, çalışma alanın bu yapısından dolayı en riskli durumu göz önünde bulundurulması gerektiğini önermektedir. Hazırlanan taşkın haritaları 100, 500 ve 1000 yıllık frekansta ve Clark 24 saat, Clark 6 saat eğri 1, Clark 6 saat eğri 2, SCS ve Snyder yöntemleri uygulanarak toplamda 15 adet elde edilmiştir. Clark 24

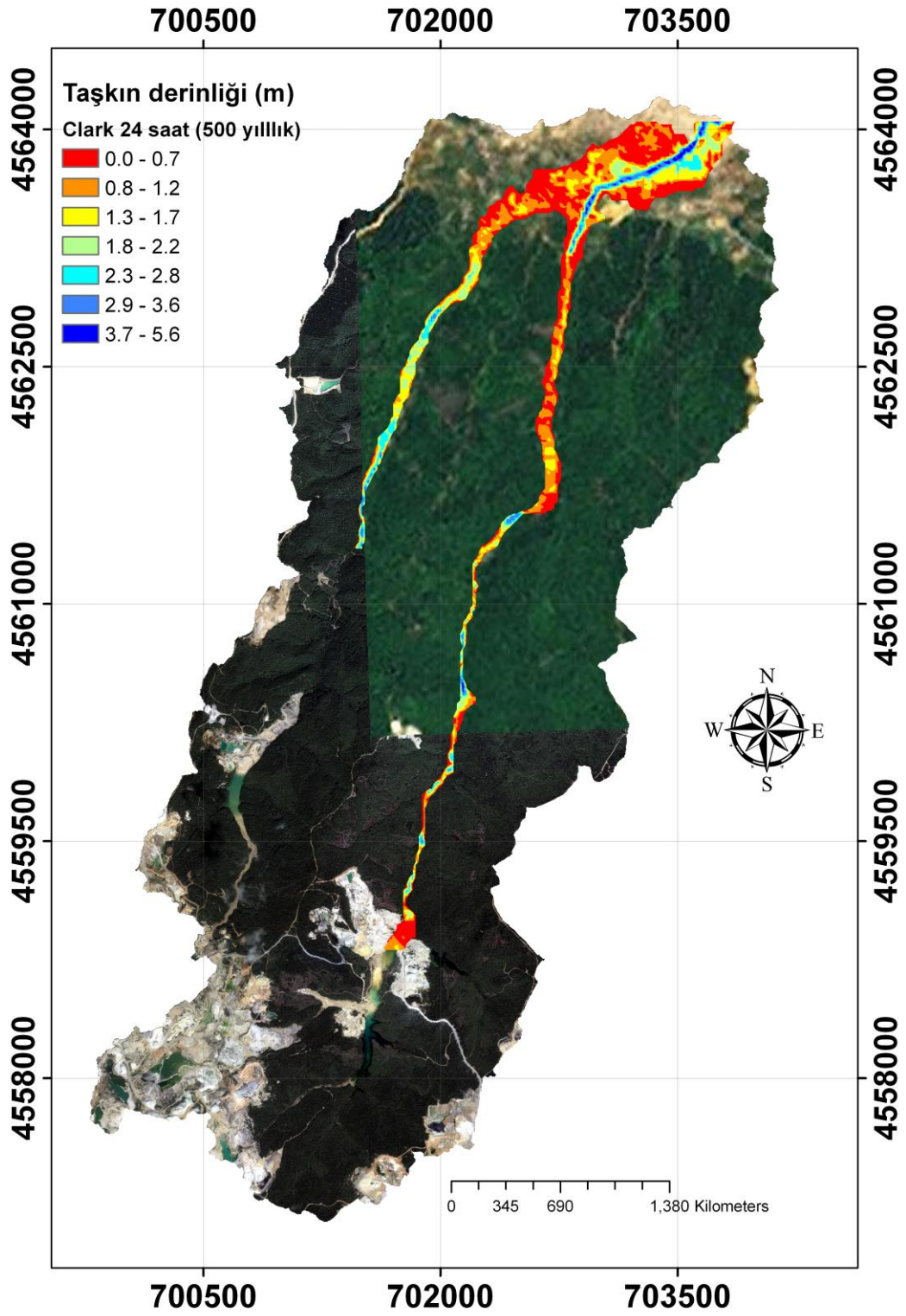
saat yönteminin her frekans için en riskli durumu verdiği görülmüştür. Clark 24 saat yöntemini sırasıyla, Clark 6 saat eğri 1, Clark 6 saat eğri 2, SCS ve Snyder yöntemleri izlemiştir. Bu sebepten, her üç frekans için Clark 24 saat yöntemi araştırma gurubumuz tarafından önerilmiştir (Şekil 12.2). Beklenildiği üzere, 1000 yıllık taşkın dalgası yerleşim bölgesinde çok geniş alana yayılmaktadır. Her üç frekanstaki taşkın haritaları sırasıyla Şekil 12.3, 12.4 ve 12.5'de verilmiştir. Bu taşkın haritalarından , 100 yıl, 500 yıl, 1000 yıllık taşkınların taşkın alanında meydana getireceği ortalama su derinliklerinin sırasıyla 0.76 m, 1.16 m ve 1.38 m olduğu görülmüştür.



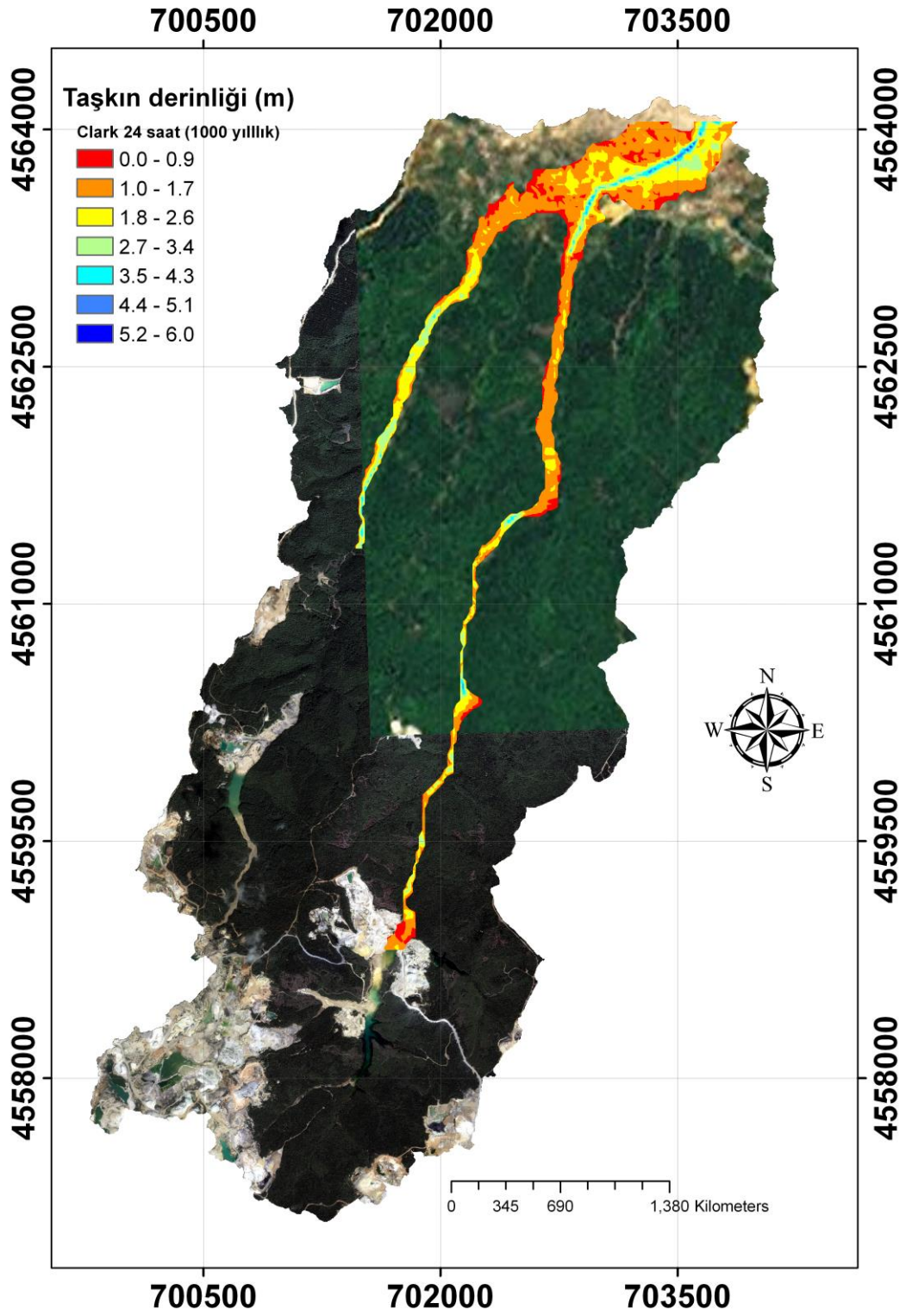
Şekil 12.2 : Çeşitli frekanslardaki taşkın haritaları



Şekil 12.3 : 100 yıllık taşkın haritası



Şekil 12.4 : 500 yıllık taşkın haritası

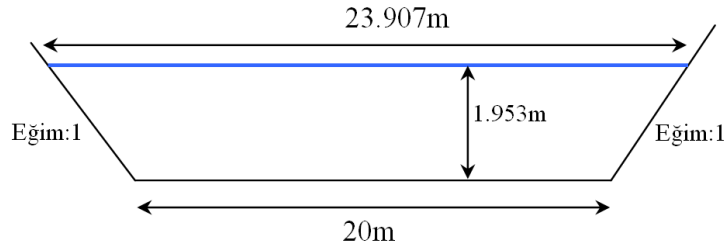


Şekil 12.5 : 1000 yıllık taşkın haritası

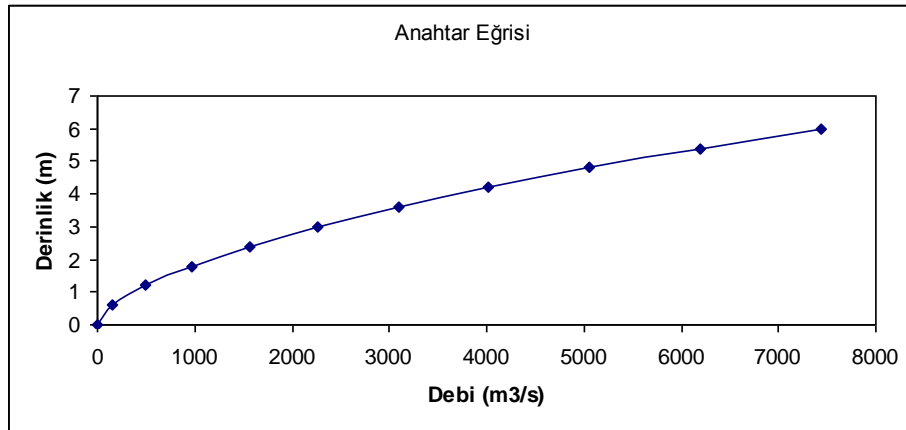
13. KORUMA TEDBİRLERİ

Araştırma gurubumuz taşkından korunmak için 6 farklı senaryo üzerinde araştırma yapmıştır. Bunlar

1-Kesit rehabilitasyonu: Kesit rehabilitasyon çalışmaları, 1000 yıllık ve 24 saat süreli Clark birim hidrografından elde edilen $Q_{1000} = 1106.26m^3 / sn$ debisine göre analiz edilmiştir. Analizler, 45^0 derecelik trapez kesit için gerçekleştirilmiştir (Şekil 13.1). Hesaplamalar Manning-Strickler formülüne göre yapılmıştır. Trapez kesitinin taban genişliği 20m seçilmiştir. Boy kesit eğimi SYE haritalarından 0.048 olarak hesaplanmıştır. Manning pürüzlülük katsayısı ise beton kesitler için önerilen 0.012 olarak alınmıştır. Gerçekleştirilen analizler neticesinde Çıkış havzasındaki (yerleşim bölgesi) ıslah kesitin anahtar-eğrisi Şekil 13.2’de verilmiştir. Kesit için hesaplanan hidrolik büyükler ise Tablo 13.1’de sunulmuştur.



Şekil 13.1 : Önerilen kesit

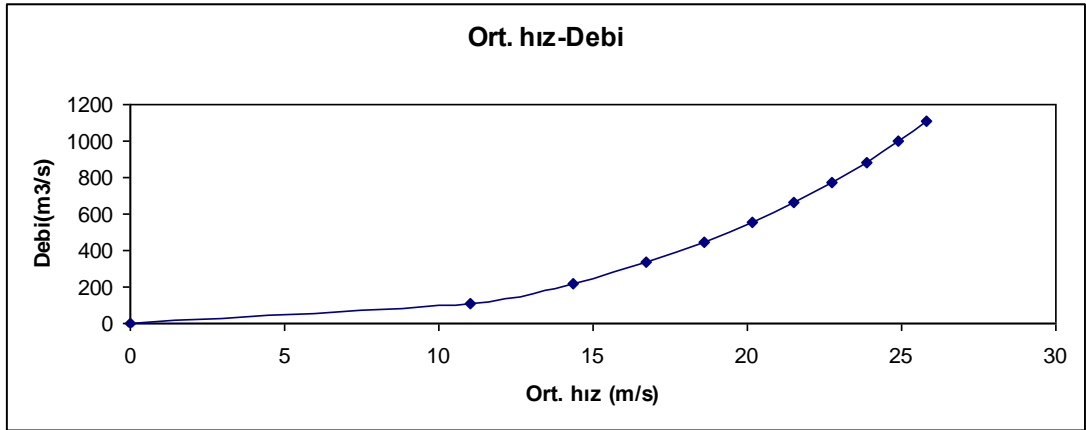


Şekil 13.2 : Önerilen kesit anahtar eğrisi

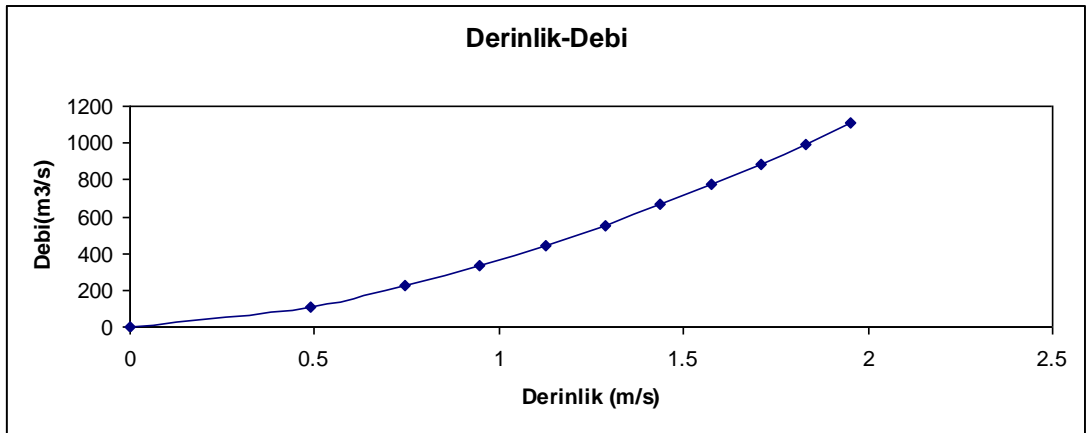
Önerilen kesitin geçirdiği debi, ortalama hız, derinlik, Froude sayısı ve kritik hız arasındaki ilişkiler Şekil 13.3, 13.4, 13.5, 13.6'da verilmiştir.

Çizelge 13.1 : Önerilen kesit büyüklükleri

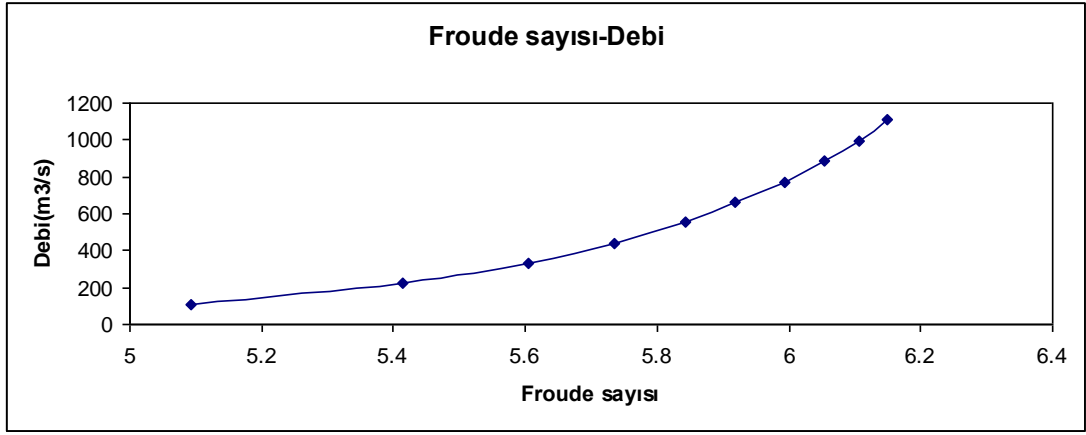
| | |
|--------------------------|--------|
| Debi (m ³ /s) | 1106.3 |
| Derinlik (m) | 1.953 |
| Alan (m ²) | 42.886 |
| Islak çevre (m) | 25.525 |
| Hız (m/s) | 25.796 |
| Üst kanal genişliği (m) | 23.907 |
| Froude sayısı | 6.149 |
| Kritik derinlik (m) | 6.089 |
| Kritik hız (m/s) | 6.964 |
| Kritik slope (-) | 0.001 |



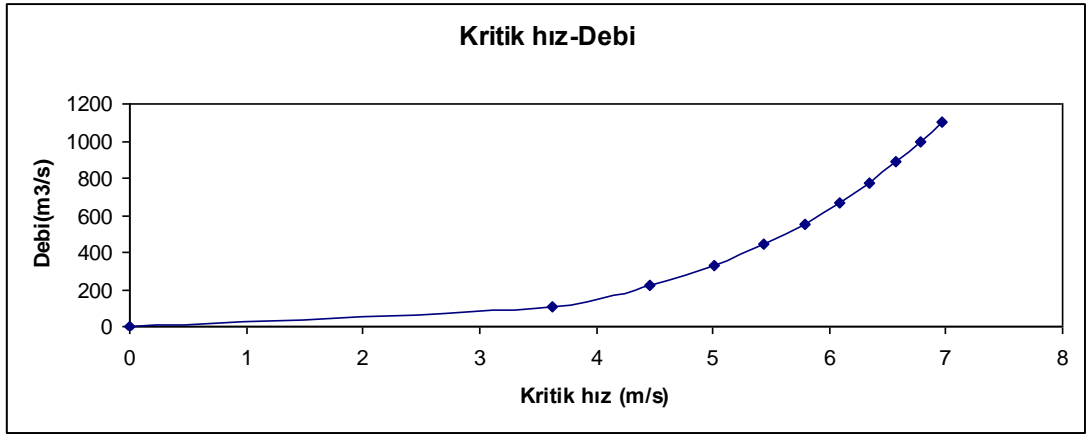
Şekil 13.3 : Ortalama hız ve debi arasındaki ilişki



Şekil 13.4 : Derinlik ve debi arasındaki ilişki



Şekil 13.5 : Froude sayısı ve debi arasındaki ilişki



Şekil 13.6 : Kritik hız ve debi arasındaki ilişki

2-Taşkın duvarı (Sedde): Taşkın duvarı analizleri için DHI MIKE 11 yazılımları kullanılmıştır. Bunun için tabii taşkın yatağına, teorik ve sonsuz yükseklikte bir taşkın duvarı tanımlanmış ve 1000 yıllık taşkın debisinin kesit içerisindeki hareketi incelenmiştir (Şekil 13.7). Taşkın duvarları talveg noktasından sağ ve sol tarafa doğru 25m'lik mesafelerde yerleştirilmiştir. Şekil 13.7'den görüldüğü üzere, su seviyelerinde sol kıyıda 3.8m, sağ kıyıda ise 4.8m'lik kabarmalar meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre araştırma gurubumuz taşkın duvarlarını önermemektedir. Çünkü,

- i. Tabii dere kesitinin sürtünmesi betonarme kesite göre yüksek olmasından ötürü (Manning katsayısı 0.030) kesit içerisinde büyük kabarmalar meydana gelmektedir.
- ii. Çıkış havzasında yoğun yapılaşmadan dolayı taşkın duvarının yapılmasının fiziksel, maliyet, estetik ve mühendislik açılarından yapılabilir olmadığına karar verilmiştir.



Şekil 13.7 : Mansap kesitindeki taşkın duvarı

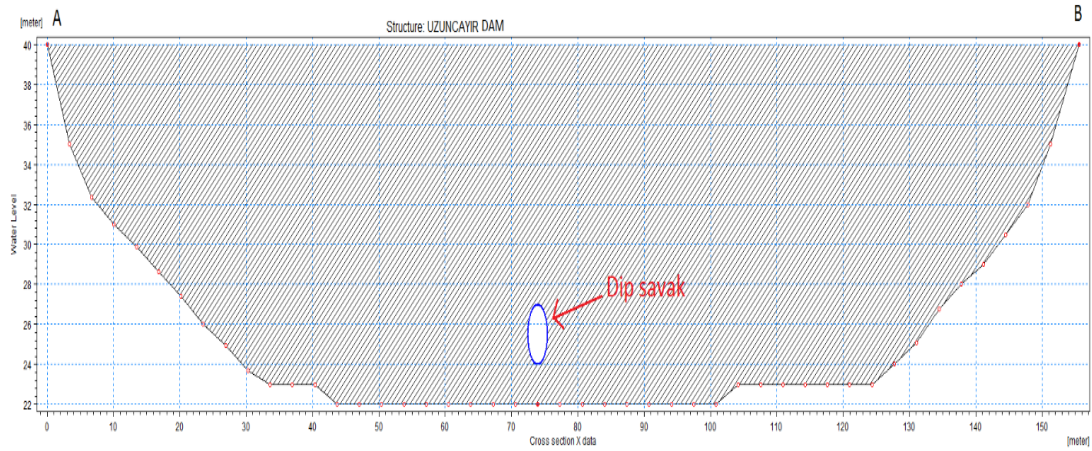
3- Sel Kapanı : Araştırma gurubumuz Uzunçayır havzasının çıkış noktasına yakın yerde sel kapanı yapımı için uygun yer tespit etmiş ve sel kapanı senaryosu üzerinde detaylı araştırma yapılmıştır. Matematik modelleme, MIKE 11 ve MIKE 21 yazılımları ile gerçekleştirilmiştir. Dönüş aralığı 1000 yıl olan taşkın dalgasının, oluşması durumunda büyük hasarlara neden olacağı Şekil 12.5 (1000 yıl taşkın haritası) 'de gösterilmiştir. Taşkınlar doğal afet olarak can ve mal kaybına sebep olduğu için yapısal ve yapısal olmayan önlemler ile hasarları ortadan kaldırmak veya en an aza düşürmek gerekmektedir. Bu çalışma alanında daha önce önerilen taşkın yatağı düzeltme ve taşkın duvarları inşa etmek senaryolarına ilave olarak sel kapanı ekleyerek 4 senaryo için farklı modeller geliştirilmiştir. Bu senaryolar Tablo 13.1'de özetlenmiştir. Bu 4 senaryonun modellemesinde de ortak parametreler, önceki diğer iki boyutlu modellerdeki gibi 20m x 20m düğüm noktasından oluşan topoğrafik harita kullanılmıştır.

Çizelge 13.2 : Taşkın öteleme senaryoları.

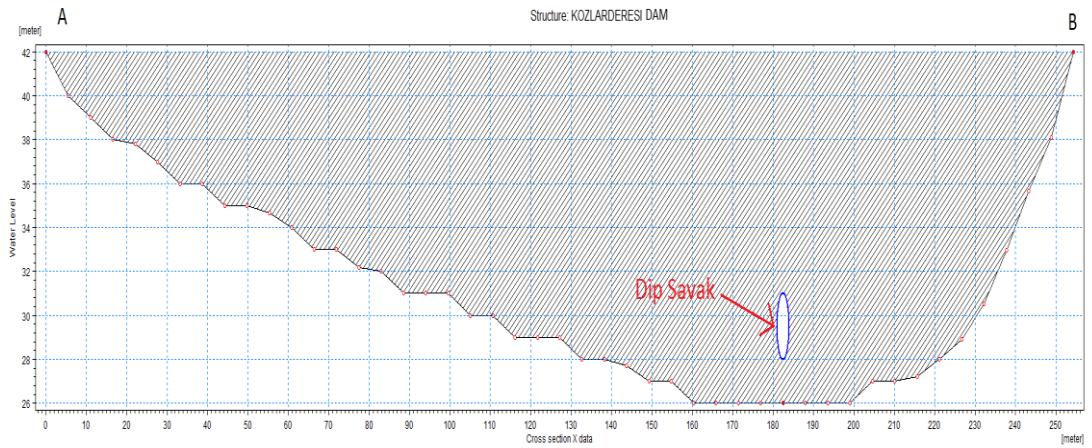
| Senaryo No | Açıklama |
|------------|---|
| 1 | Sadece Uzunçayır üzerine sel kapanı inşa etmek |
| 2 | Uzunçayır üzerine sel kapanı inşa etmek+ Kozlar deresi yatağını ayırarak uzunçayır ile birleşmeden direk denize ulaşmasını sağlamak |
| 3 | Sadece Kozlar deresi üzerine sel kapanı inşa etmek |
| 4 | Kozlar deresi üzerine sel kapanıbaraj+ Uzunçayır üzerine sel kapanı inşa etmek |

Modellenen sel kapanlarının enkesitleri şekil 13.8 ve 13.9'da verilmiştir. Bununla birlikte Tablo 13.3'de sel kapanlarının fiziksel özellikleri verilmiştir . Tablo 13.4'de sel kapanlarına ait dip savakların Seviye-Debi değerleri verilmiştir ve bu değerlere

ait eğriler Şekil 13.10’da gösterilmiştir. Dip savak kullanımının nedeni, sel kapanına ait hazne taşkın debisinin tümünü depolayacak yeterli hacme sahip olmadığı için dere yatağında sürekli akış sağlamak ve derenin geçirebileceği debiyi sel kapanı haznesinden tahliye etmektir. Dip savak, taşkın pik debisi sel kapanı haznesine varmadan haznede biriken su hacmini sel kapanı mansabına akıtarak haznedeki su seviyesinin azalmasına ve dolayısıyla da taşkın pik debisi sel kapanı haznesinde sönümlenmesine yardımcı olur. . Dip savak boyutlandırması, taşkın pik debisi sel kapanı haznesinde sönümlenecek şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 13.8 : Uzuçayır üzerine modellenen sel kapanı



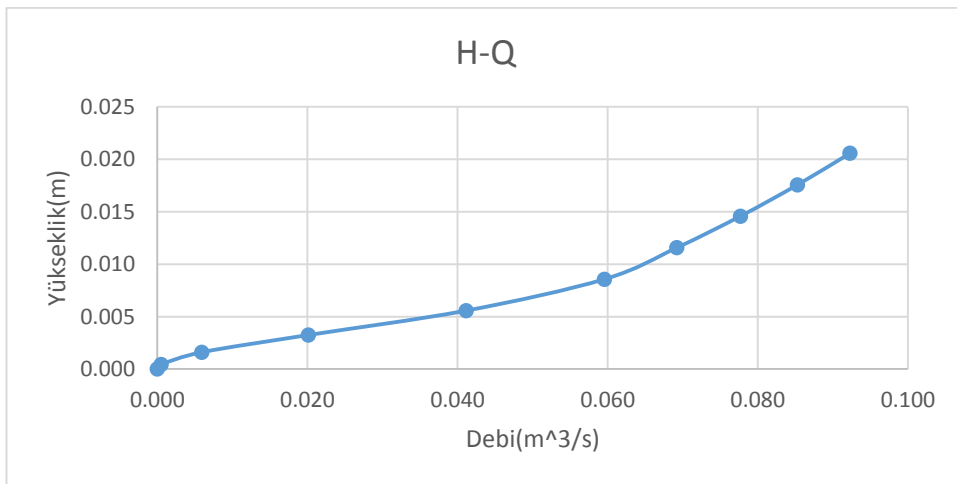
Şekil 13.9 : Kozlar deresi üzerine modellenen sel kapanı

Çizelge 13.3 : Barajların fiziksel özellikleri

| | Özellikler | Uzunçayır sel kapanı | Kozlar deresi sel kapanı |
|---|------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | A nokta Kordinatı | X= 702834 | X= 702104 |
| | | Y= 4562980 | Y= 4563095 |
| 2 | B nokta kordinatı | X=702764 | X=702274 |
| | | Y=4562980 | Y=4563095 |
| 3 | Dere tabanından yükseklik(m) | 18 | 16 |
| 4 | Kret genişliği (m) | 155 | 255 |
| 5 | Dip savak geometri tipi | Daire | Daire |
| 6 | Dip savak çapı (m) | 3 | 3 |
| 7 | Dip savak taban seviyesi (m) | 24 | 28 |

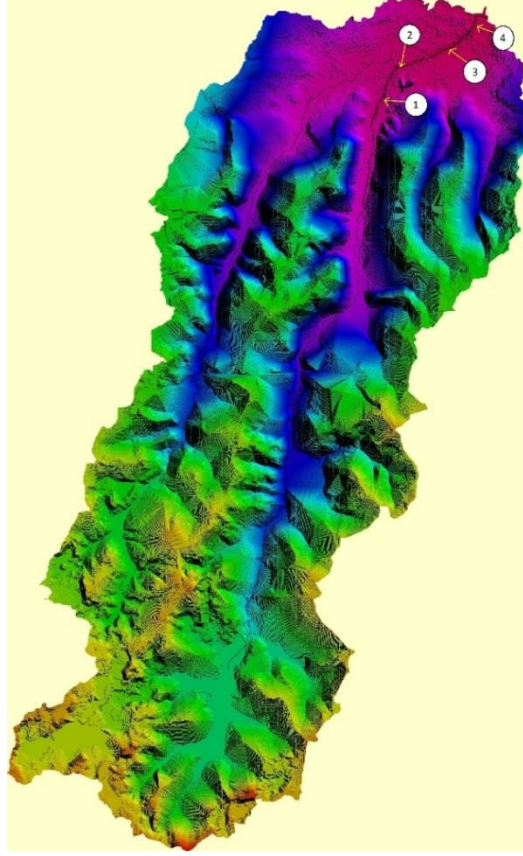
Çizelge 13.4 : Uzunçayır ve Kozlar deresi yatağı üzerindeki sel kapanı dip savak Seviye-Debi değerleri

| Seviye(m) | Debi(m ³ /sn) |
|-----------|--------------------------|
| 0.000 | 0.000 |
| 0.433 | 0.475 |
| 1.604 | 5.912 |
| 3.248 | 20.127 |
| 5.570 | 41.132 |
| 8.570 | 59.578 |
| 11.570 | 69.225 |
| 14.570 | 77.683 |
| 17.570 | 85.306 |
| 20.570 | 92.302 |



Şekil 13.10 : Dip savağın Seviye-Debi eğrisi

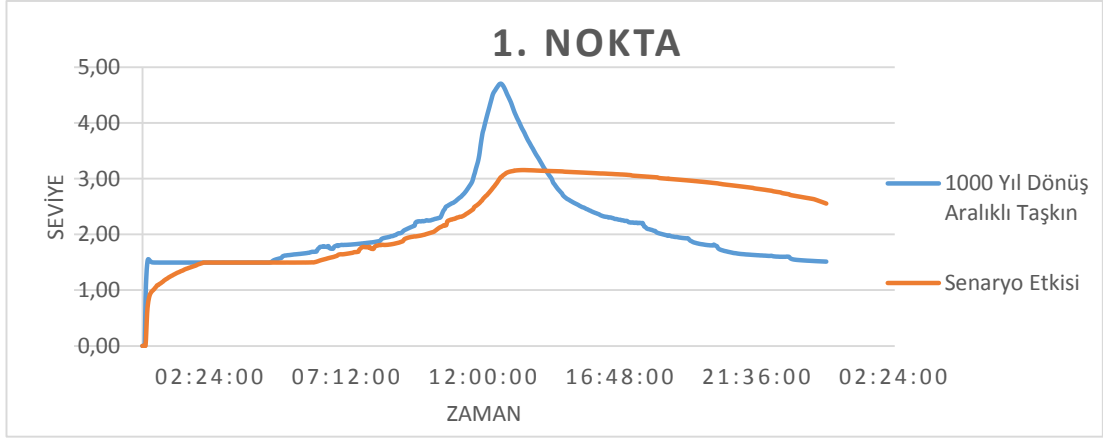
Her senaryo için Şekil 13.11’de gösterilen 4 farklı noktada taşkın hidrografları hazırlanmıştır. taşkın derinliği her senaryoda önlemler öncesi ve sonrası durumları karŐılaŐtırılarak bu önlemlerin etkinliği incelenecektir.



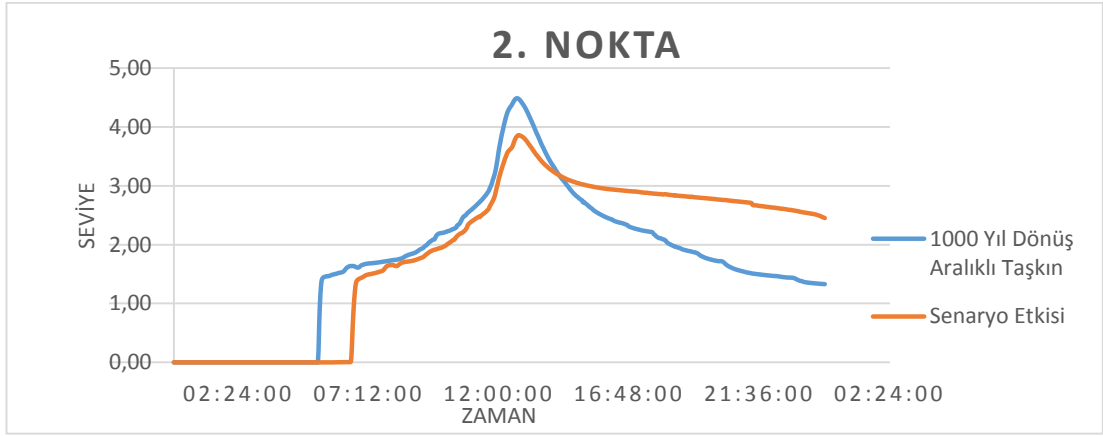
Şekil 13.11 : Karşılaştırmak için seçilmiş noktaların lokasyonu

Senaryo 3.1

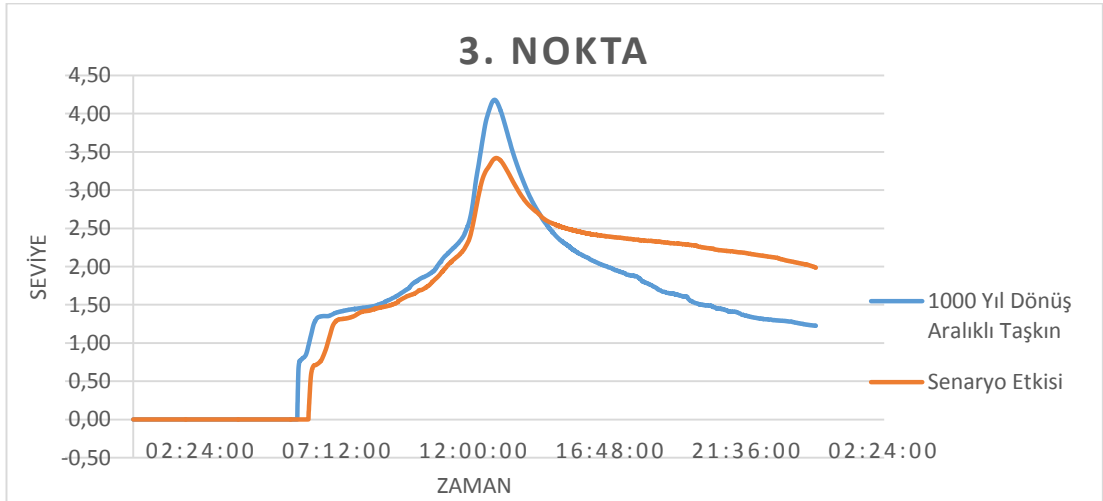
Bu senaryoda Tablo 13.2’de yazıldığı gibi sadece Uzunçayır dere yatağının üzerinde sel kapanı modellenmiştir. Sel kapanı, 3 metre çapında dairesel vanasız dip savak sahiptir. Tablo 13.4 ‘teki değerler ve 1 gün süreli ve dönüş aralığı 1000 yıllık olan taşkın debisi dikkate alınarak incelenmiştir yapılmıştır. Bu senaryonun etkisi dere yatağı üzerinde iŐaretlenen 4 farklı noktada(1,2,3 ve 4 noktaları) sonuç hidrografları Şekil 13.12, 13.13, 13.14 ve 13.15’de verilmiştir.



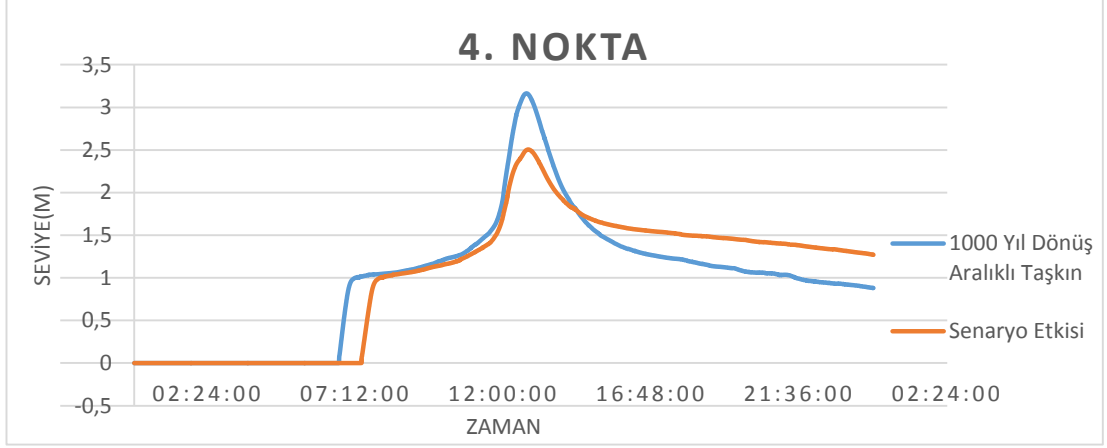
Şekil 13.12 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1)



Şekil 13.13 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1)



Şekil 13.14 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.1)

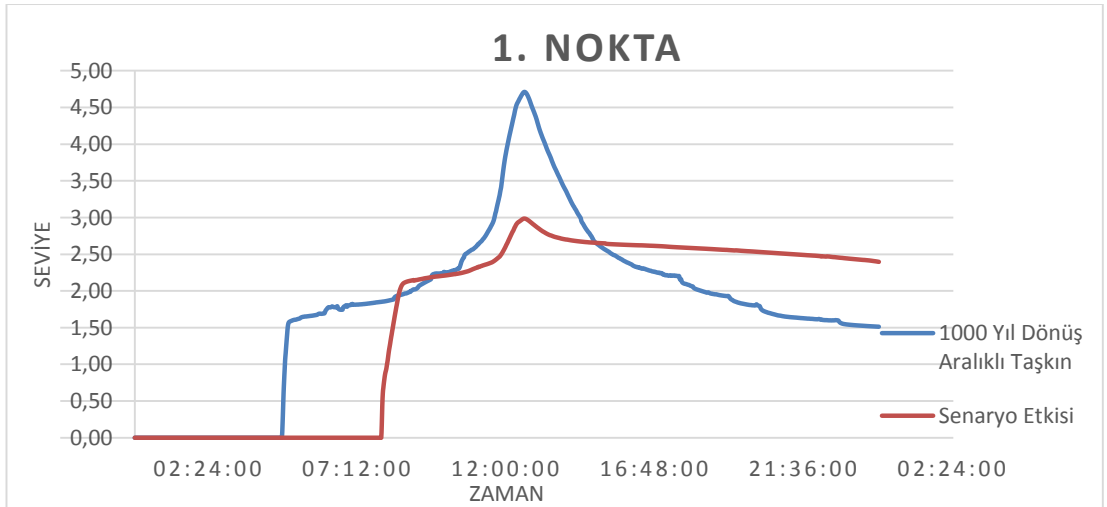


Şekil 13.15 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi(Senaryo 3.1)

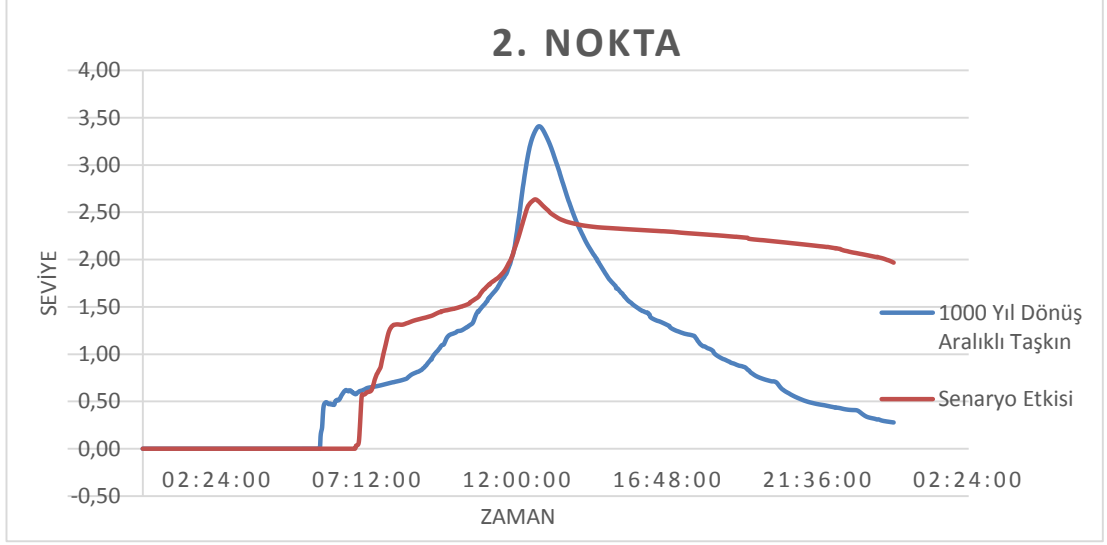
Bu senaryoda Şekil 13.12 incelendiğinde sel kapanı, taşkın pik debisini ötelediği görülmektedir. Ayrıca bu senaryonun diğer noktalardaki etkisi incelendiğinde en az etkiyi 1. Noktasında göstermiştir. Bunun nedeni kozlar deresinden gelecek taşkın pik debisinin etkisi azaltılmamış olmasıdır. Bu senaryonun sonucun da yerleşim alanında yaklaşık olarak taşkın su yüksekliği 0.8 m azaltılmıştır. Sonuç olarak, bu senaryonun tek başına riski ortadan kaldıramayacağı açıktır.

Senaryo 3.2

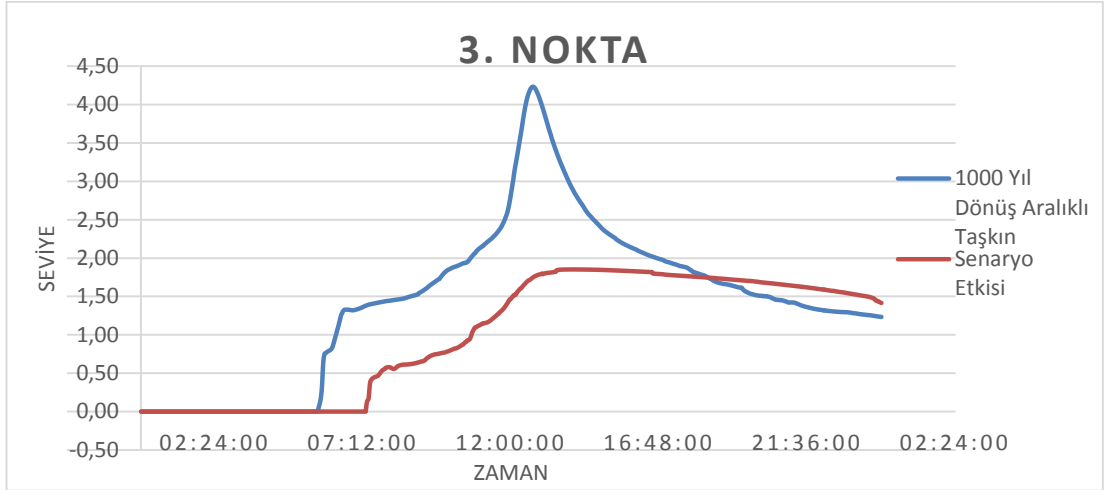
Senaryo 3.2'de 3.1 senaryosu gibi Uzunçayır dere yatağı üzerinde sel kapanı modellenmiş ve Kozlar deresi, Uzunçayır ile birleşmeden , direkt denize dökülmesi sağlandığı varsayılarak modellenmiştir.



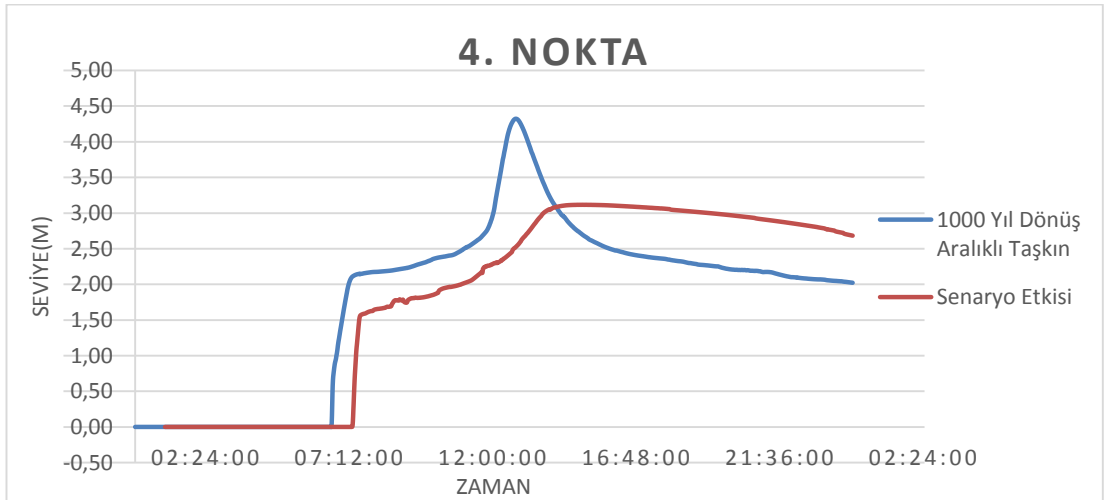
Şekil 13.16 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2)



Şekil 13.17 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2)



Şekil 13.18 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.2)

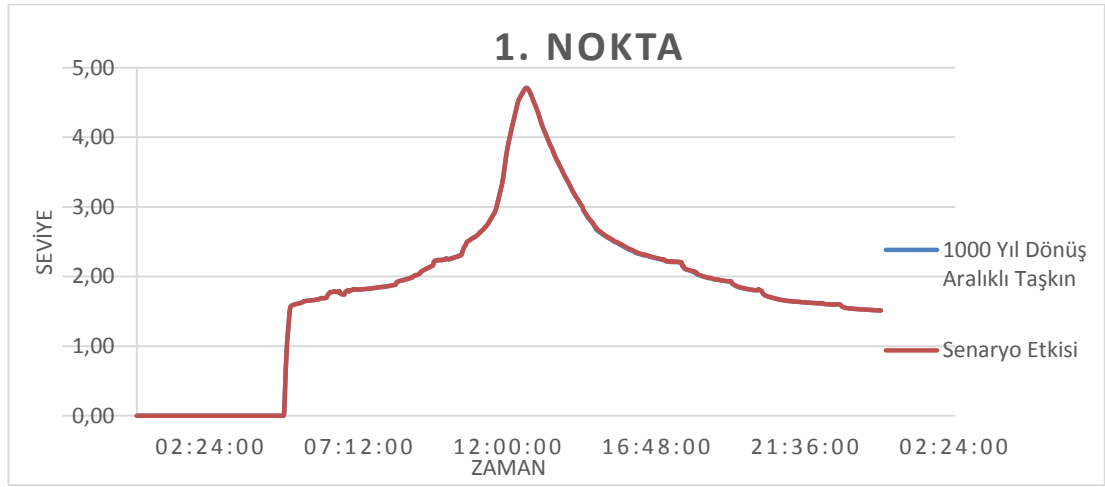


Şekil 13.19 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi(Senaryo 3.2)

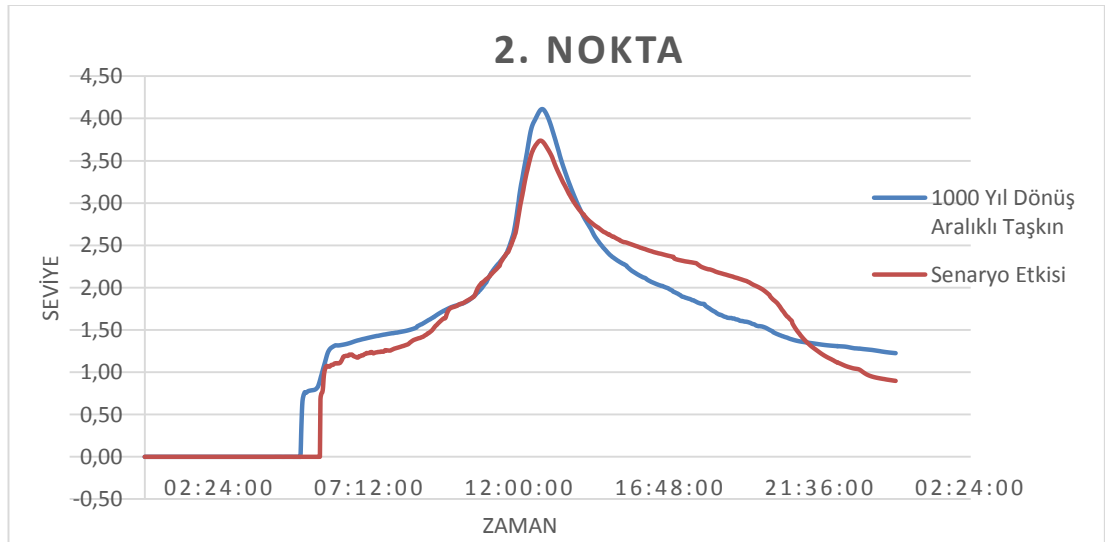
Bu senaryo sonucu olarak tüm hidrograflarda bariz bir şekilde sel kapanının etkisi görülmüş ve yaklaşık 1.5 m taşkın su seviyesinde azalma görülmüştür.

Senaryo 3.3

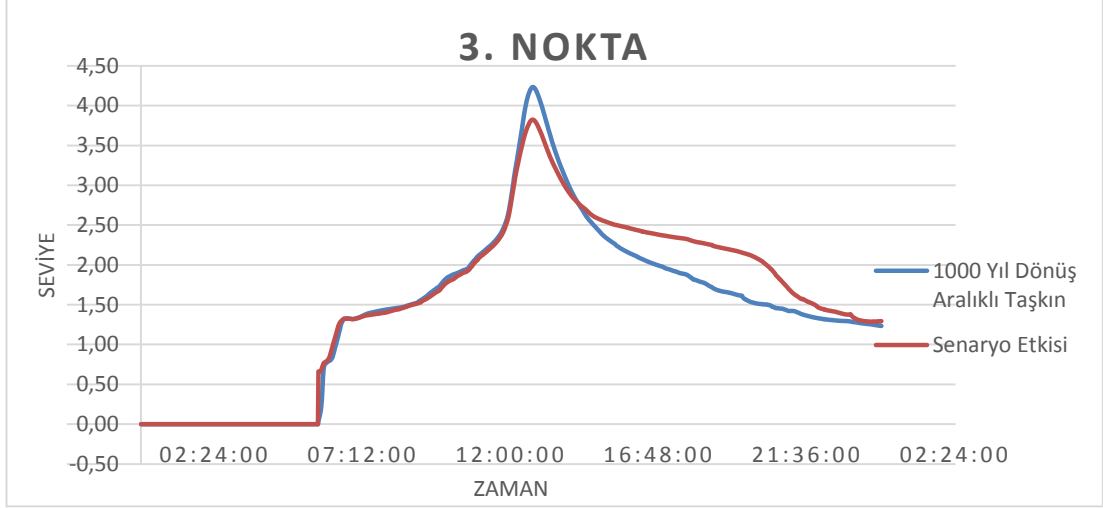
Bu senaryo da Kozlar deresinde sel kapanı inşa ederek modellenmiştir (Tablo13.2 bak). Bu dere yağı üzerinde inşa edilen sel kapanının kesit ve boyutları şekil 13.9 da verilmiştir. Bu yapının taşkın pik debisin ötelemesine etkisi incelenmiştir.



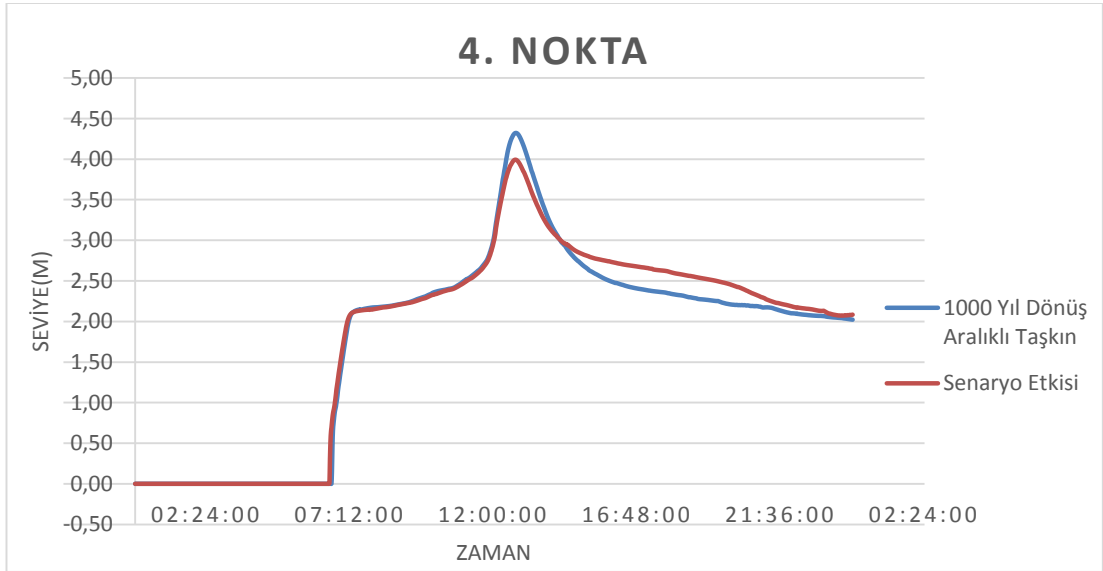
Şekil 13.20 : 1 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3)



Şekil 13.21 : 2 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3)



Şekil 13.22 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3)



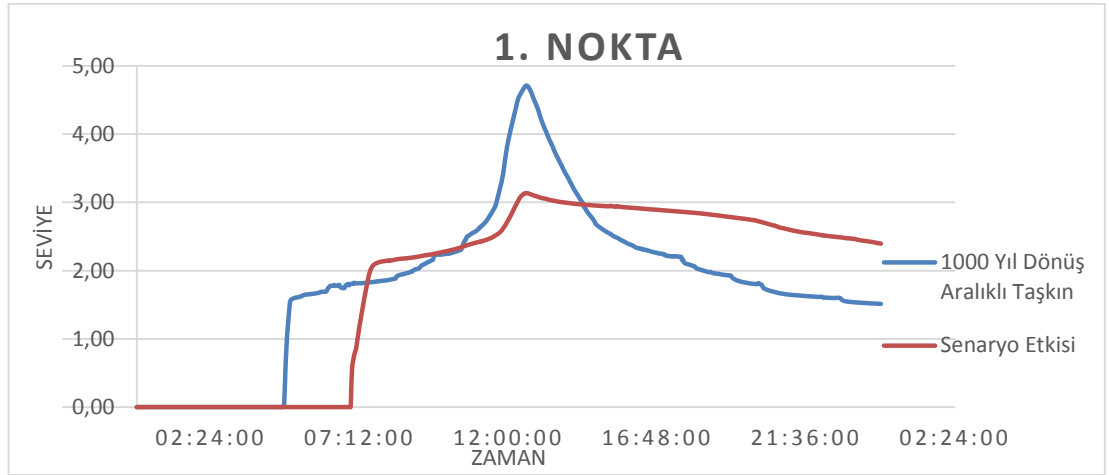
Şekil 13.23 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.3)

Bu senaryonun sonucunda kontrol noktaları ait zaman-seviye eğrileri incelendiğinde taşkın seviyelerinde önemli derecede bir azalma görülmemiştir. Bunun nedeni, Uzun çayır deresinden gelen taşkın debisi Kozlar deresinden gelen taşkın debisinden yaklaşık iki katı olduğundan, dolayısıyla yerleşim alanına Uzunçayır deresinin etkisi Kozlar dersinden çok daha fazla tesir etmektedir. Bu sonucu kuvvetlendiren diğer bir sonuçta, Şekil 13.20'i incelediğimizde "Senaryo etkisi seviye eğrisi ile 1000 yıllık taşkın seviye eğrisi üst üste çakışmaktadır. Başka bir ifade ile bu senaryonun 1 noktasına etkisinin olmadığı yorumlanabilir. Sonuç olarak bu senaryonun yerleşim

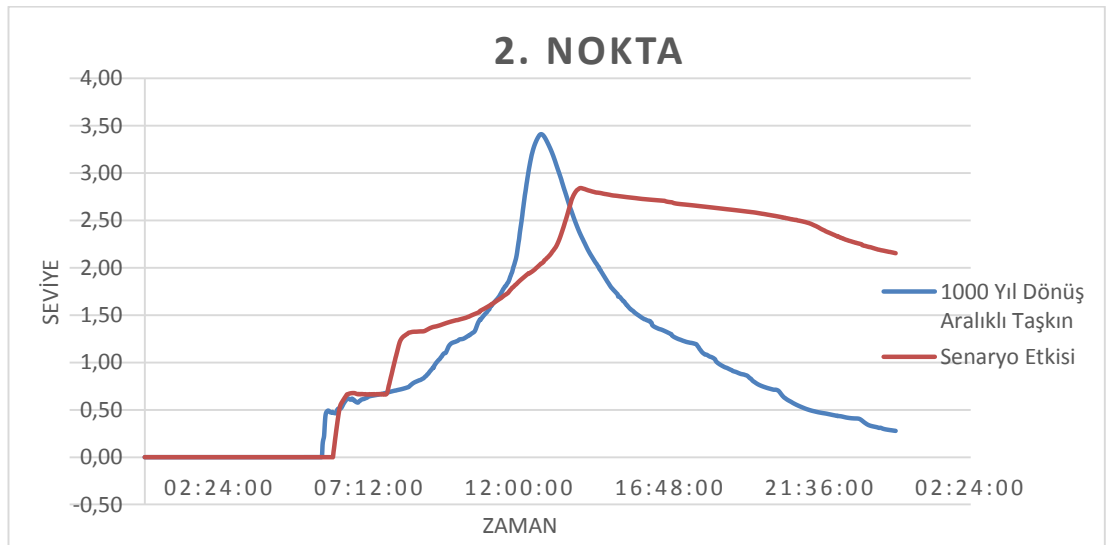
alanında oluşacak muhtemel 1000 yıllık bir taşkın riskini ortadan kaldıramayacağı görülmüştür.

Senaryo 3.4

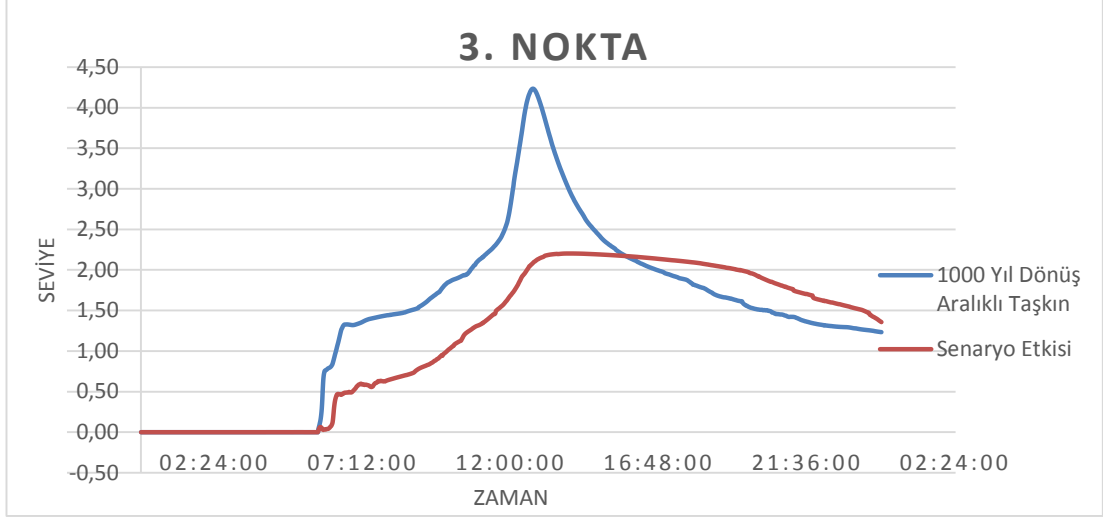
Senaryo 4’de her iki dere yatağın üzerinde sel kapanı modellenmiştir. Sel kapanlarının fiziksel özellikleri Tablo 3.13 ‘te verilmiştir. Sel kapanlarının dip savakları sayesinde sürekli ve belli bir miktarda dere yatağında debi akışına müsaade edilmiştir. Bu modelleme sonucunda da diğer senaryolar gibi taşkın pik debisini sönmülediği ve taşkın pik süresinin de ötelendiği görülmüştür. Bu sel kapanları taşkın pik süresindeki su hacmini haznesinde depolayarak yerleşim bölgesinde oluşacak taşkını engellemiştir.



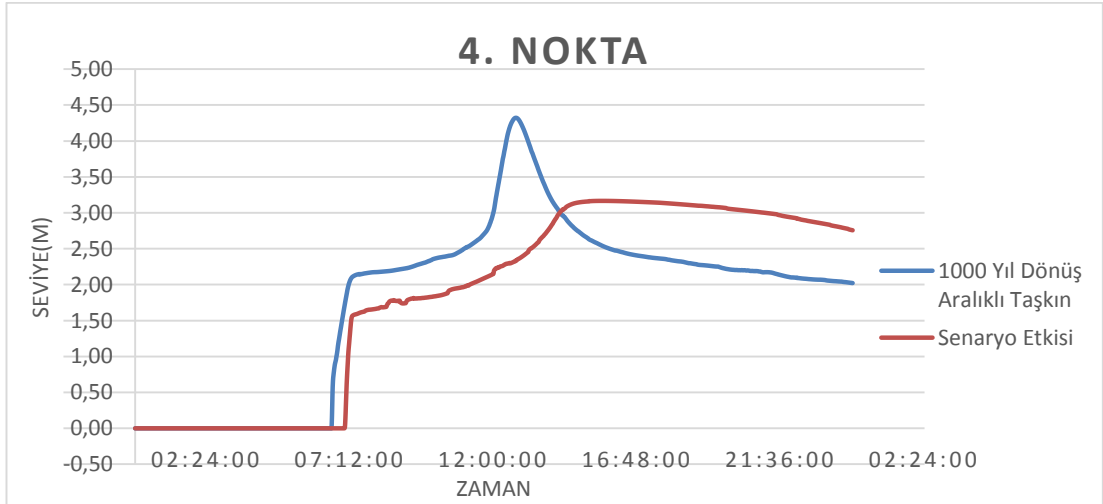
Şekil 13.24 : 1 No’lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4)



Şekil 13.25 : 2 No’lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4)



Şekil 13.26 : 3 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4)



Şekil 13.27 : 4 No'lu nokta karşılaştırma eğrisi (Senaryo 3.4)

Araştırma gurubumuz, gerçekleştirdiği çeşitli senaryolar neticesinde 1000 yıllık taşkın riskini ortadan kaldıracak en uygun çözümün senaryo 1'de ifade edilen kesit ıslahı olduğu görülmüştür. Senaryo 1'in gerçekleştirilmesi durumunda Senaryo 3.4 te ki gibi ifade edilen Uzunçayır ve Kozlar dere yatağı üzerine sel kapanı inşa edilmesi durumunda da 1000 yıllık taşkın riskinin ortadan kalkacağı ikinci önemli senaryo olarak düşünülmüştür.

14. SONUÇLAR

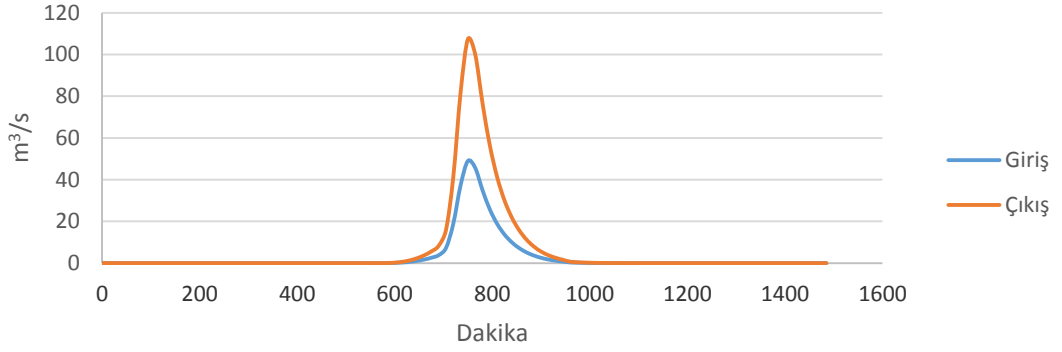
- 1) İstanbul çevresinde bulunan yağış gözlem istasyonlarındaki noktasal verilerden Kozlar-Uzunçayır havzası üzerinde alansal yağış verileri elde edilmiştir. Bunun için dört farklı alansal enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır ve sonuçları değerlendirilerek raporda sunulmuştur. Bu çalışmada, Thiessen yaklaşımı en yüksek yağış şiddeti değerlerini vermektedir. Dolayısıyla, taşkın şiddetli hissedilmesine neden olduğu için bu yaklaşımın sonuçları esas alınarak taşkın model ve analizleri gerçekleştirilmiştir.
- 2) Bu çalışmada, Clark, Snyder ve SCS birim hidrografları kullanılarak 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın hidrografları elde edilmiştir. Bu yaklaşımlara göre taşkın haritaları hazırlanmıştır.
- 3) Gerçekleştirilen analizlerde en riskli taşkın hidrograflarının sırasıyla Clark, SCS ve Snyder yaklaşımları olduğu görülmüştür.
- 4) Araştırma gurubumuz, çalışma alanında yoğun yerleşim olduğundan şiddetli bir taşkın neden olabileceği can ve mal kayıplarını önlemek için en riskli durumun (Clark yaklaşımı) göz önünde bulundurulması gerektiği düşünmüştür. Hazırlanan taşkın haritaları 100, 500 ve 1000 yıllık frekansta ve Clark 24 saat, Clark 6 saat (eğri 1), Clark 6 saat (eğri 2), SCS ve Snyder yöntemleri uygulanarak toplamda 15 adet elde edilmiştir. Bu taşkın haritalarından, en riskli durum için 100 yıl, 500 yıl, 1000 yıllık taşkınlarda taşkın alanında oluşabilecek ortalama taşkın derinliklerinin sırasıyla 0.76 m, 1.16 m ve 1.38 m olduğu hesap edilmiştir.
- 5) Gerçekleştirilen çeşitli senaryolar neticesinde 1000 yıllık taşkın riskini ortadan kaldıracak en uygun çözümün senaryo 1’de ifade edilen kesit ıslahı olduğu görülmüştür. Senaryo 1’in gerçekleştirilmesi durumunda Senaryo 3.4 te ki gibi ifade edilen Uzunçayır ve Kozlar dere yatağı üzerine sel kapanı inşa edilmesi durumunda da 1000 yıllık taşkın riskinin ortadan kalkacağı ikinci önemli senaryo olarak düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Arizona Hidroloji Şartnamesi (2011) Drainage Design Manual for Maricopa County-Hydrology, <http://www.fcd.maricopa.gov/Pub/manuals/hydrology.aspx>
- Bedient, PB, and Huber, WC. *Hydrology and Floodplain Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company; 1988:650.
- Clark, CO. "Storage and the Unit Hydrograph," Transactions of the ASCE. 1945; 110:1419-1488
- Dingman, S. L., (2008) Physical Hydrology Waveland Press Inc
- Eagleson, P.S., (1970) "Dynamic Hydrology" McGraw Hill, New York.
- Flood Hydrograph Package (HEC1, 1998), Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers
- Papadakis, CN, and Kazan, MN. "Time of Concentration in Small, Rural Watersheds," Proceedings of the Engineering Hydrology Symposium, ASCE, Williamsburg, Virginia. 1987:633-638.
- Sabol, GV, and Ward, TJ. "Santa Barbara Hydrograph with Green-Ampt Infiltration," Proceedings of the Watershed Management in the Eighties Symposium, ASCE, Denver, Colorado. 1985:84-91.
- Şen, Z., (2009) Spatial Modeling Principles in Earth Sciences, Springer-Verlag Yee, T.M.(2013)Su Kaynakları ders notu
<http://courses.engr.uky.edu/CE/ce461g/RUNOFF-PART%20III.pdf>

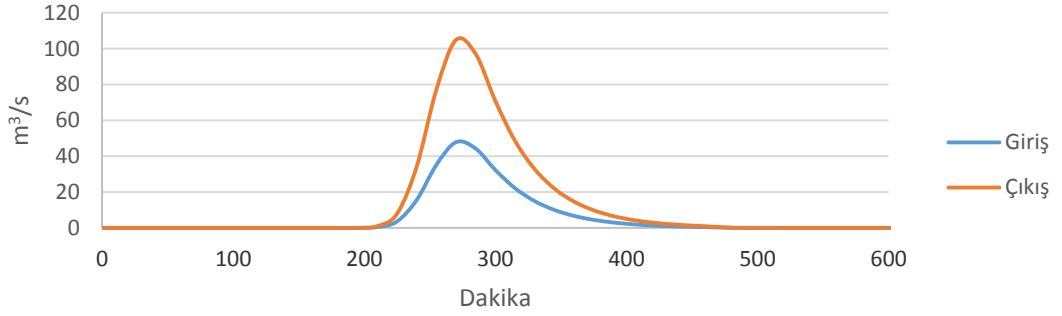
EKLER

Clark (Kozlar, 100 yıl, 24 saat)



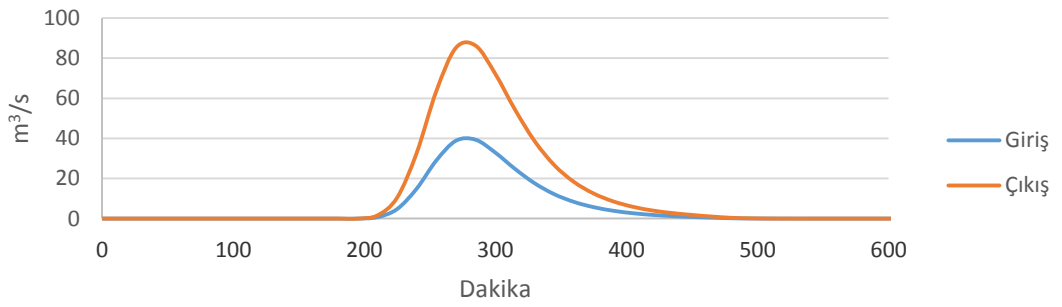
Şekil A.1 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat)

Clark (Kozlar, 100 yıl, Eğri 1)



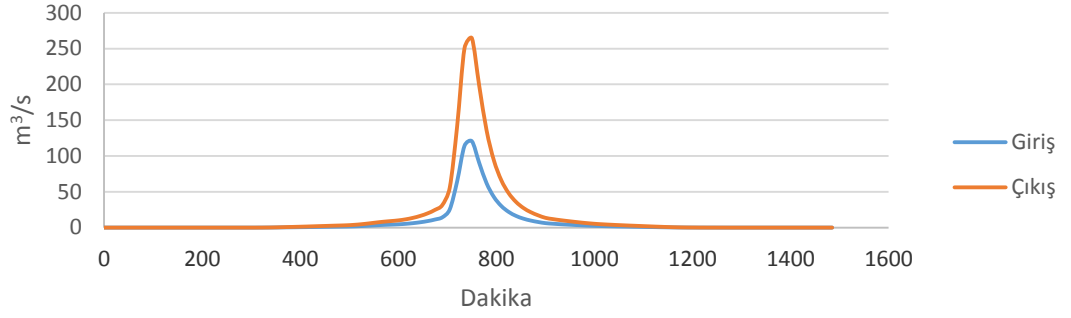
Şekil A.2 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Kozlar, 100 yıl, Eğri2)



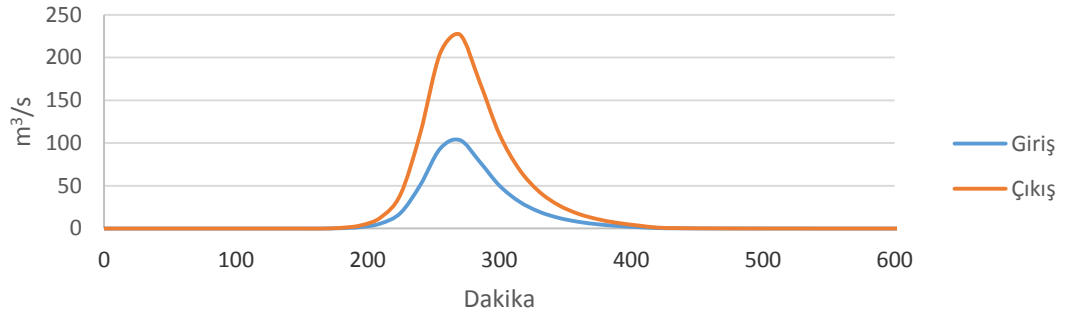
Şekil A.3 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Kozlar, 500 yıl, 24 saat)



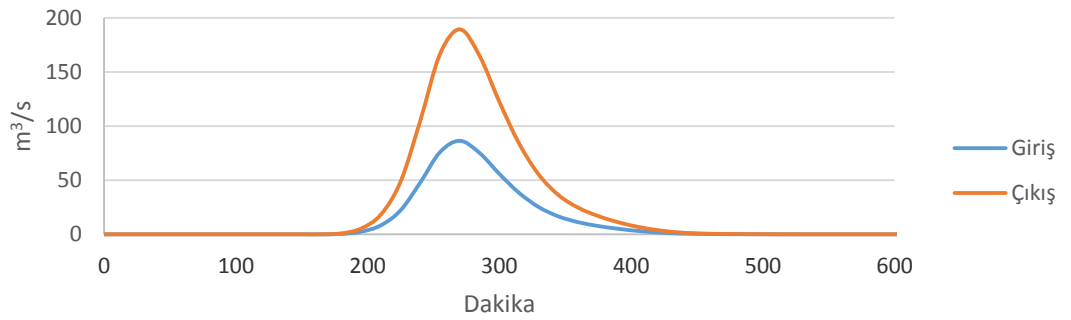
Şekil A.4 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat)

Clark (Kozlar, 500 yıl, Eğri1)



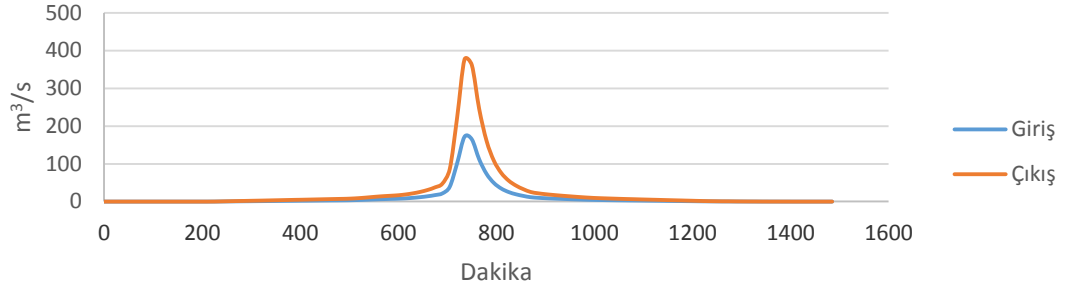
Şekil A.5 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Kozlar, 500 yıl, Eğri2)



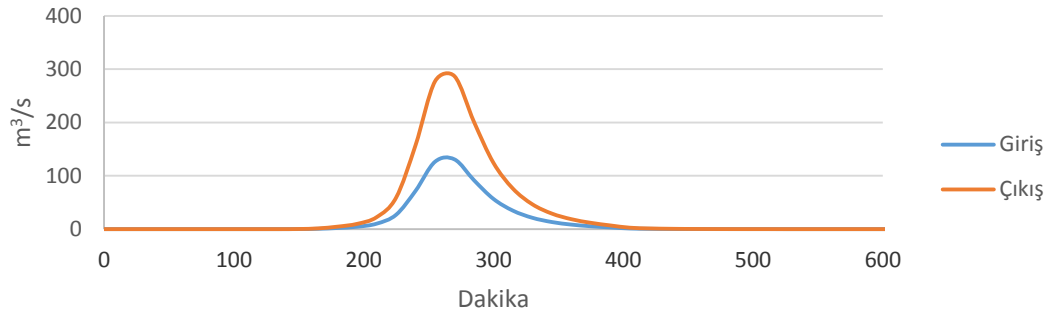
Şekil A.6 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Kozlar, 1000 yıl, 24 saat)



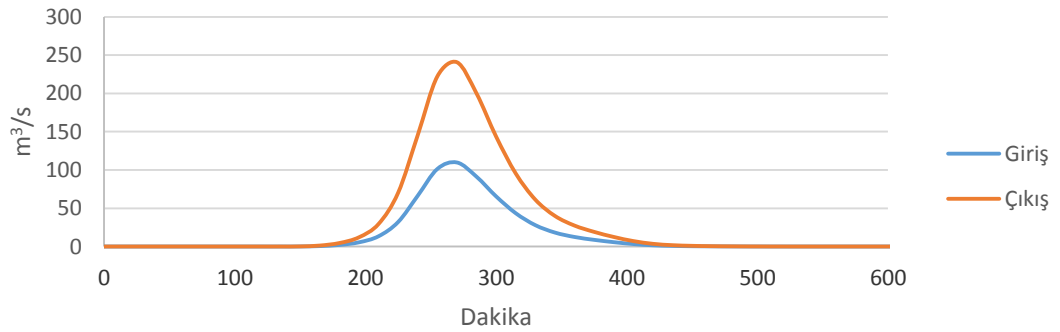
Şekil A.7 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Clark (Kozlar, 1000 yıl, Eğri1)

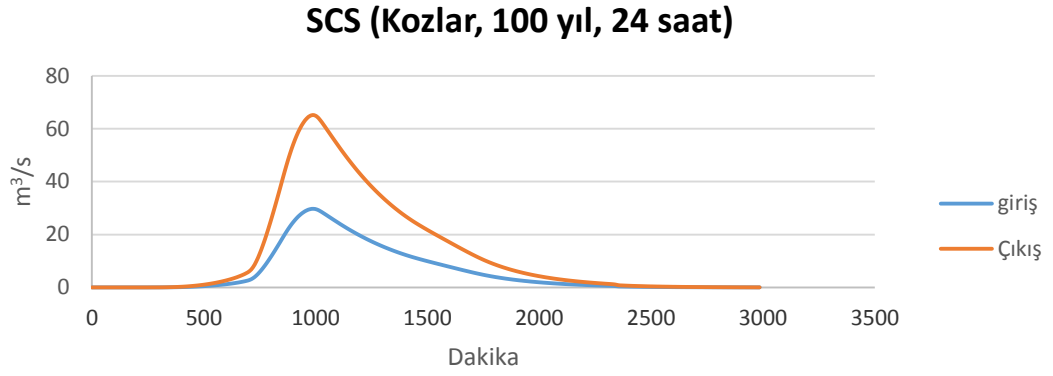


Şekil A.8 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1)

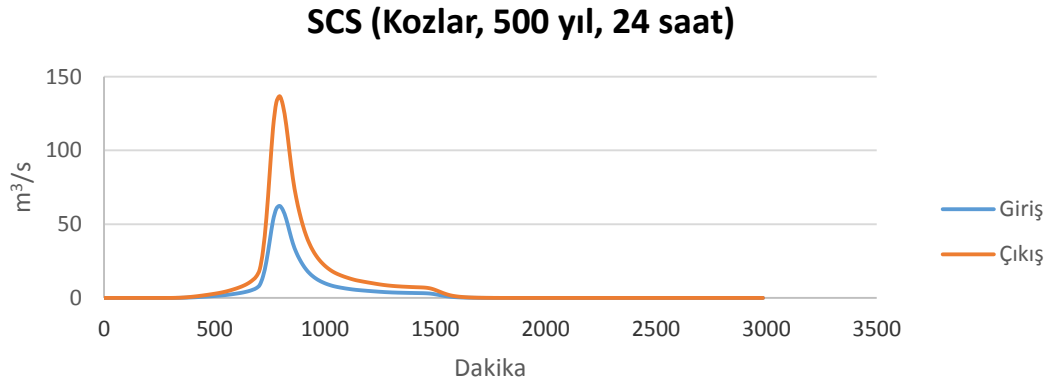
Clark (Kozlar, 1000 yıl, Eğri 2)



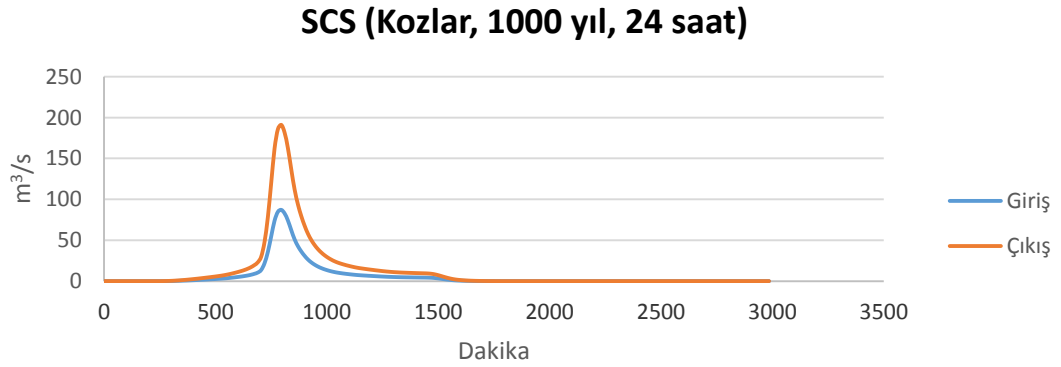
Şekil A.9 : Clark Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2)



Şekil A.10 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat)

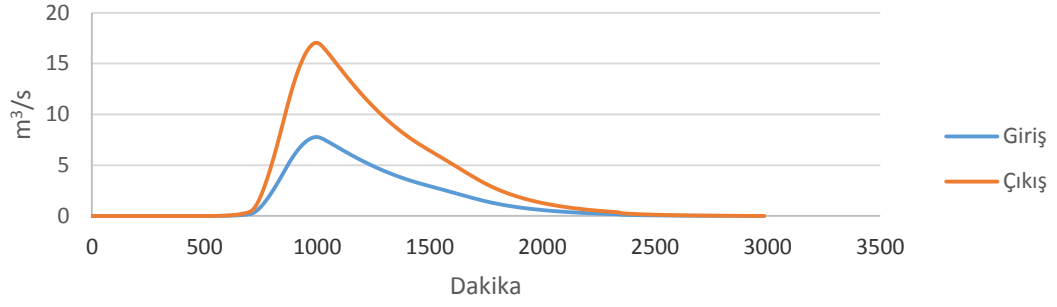


Şekil A.11 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat)



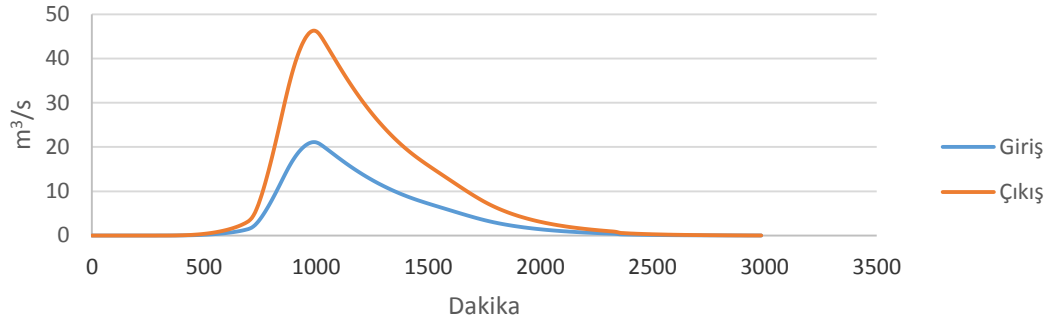
Şekil A.12 : SCS Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Snyder (Kozlar, 100 yıl, 24 saat)



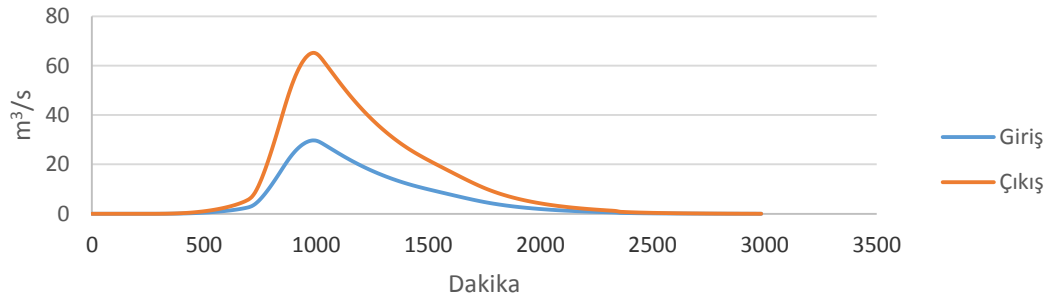
Şekil A.13 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 100 yıl, 24 saat)

Snyder (Kozlar, 500 yıl, 24 saat)



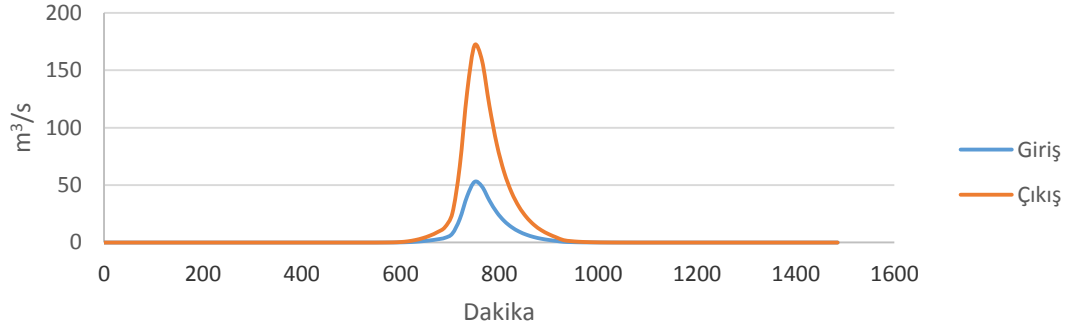
Şekil A.14 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 500 yıl, 24 saat)

Snyder (Kozlar, 1000 yıl, 24 saat)



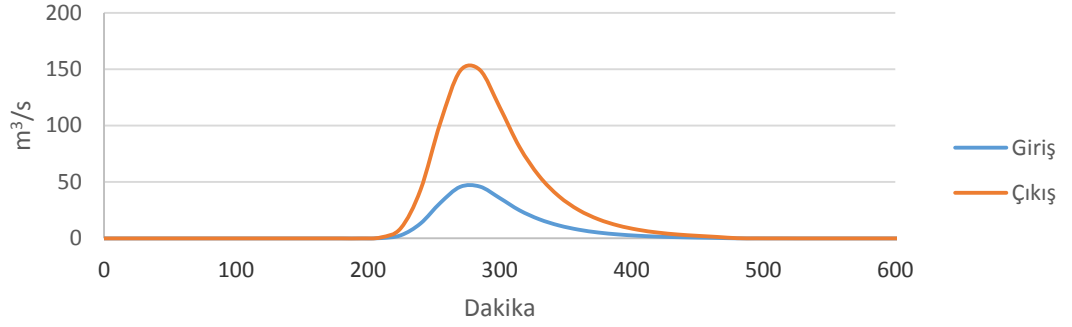
Şekil A.15 : Snyder Birim Hidrografi (Kozlar havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Clark (Uzunçayır, 100 yıl, 24 saat)



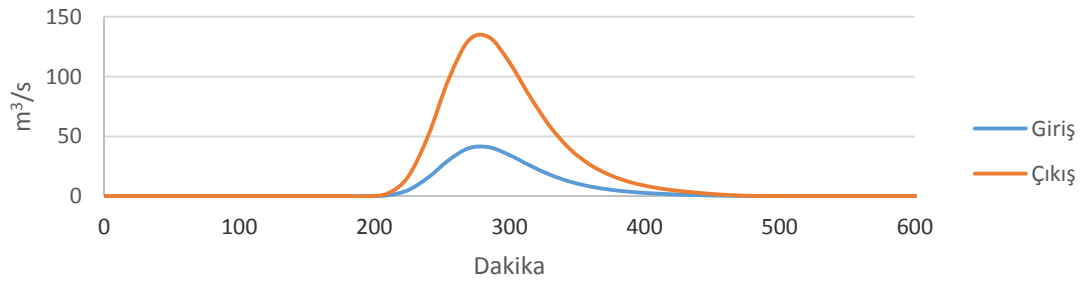
Şekil A.16 : Clark Birim Hidrografı (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat)

Clark (Uzunçayır, 100 yıl, Eğri1)



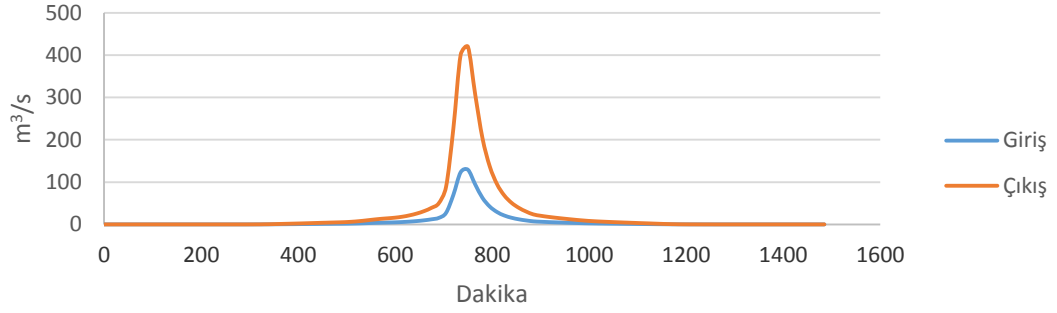
Şekil A.17 : Clark Birim Hidrografı (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Uzunçayır, 100 yıl, Eğri2)



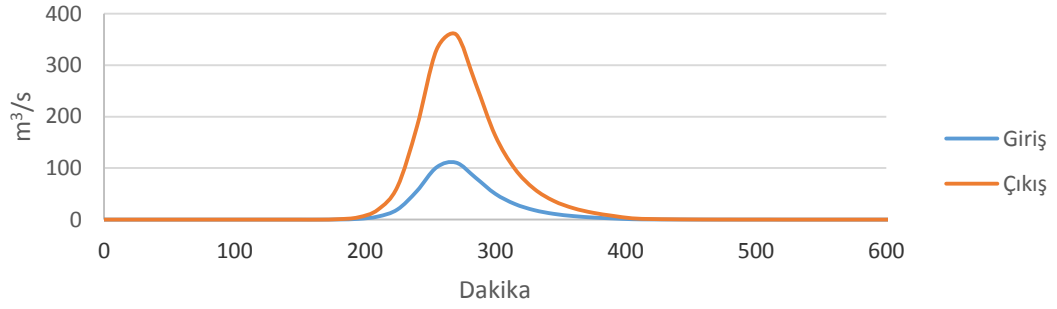
Şekil A.18 : Clark Birim Hidrografı (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Uzunçayır, 500 yıl, 24 saat)



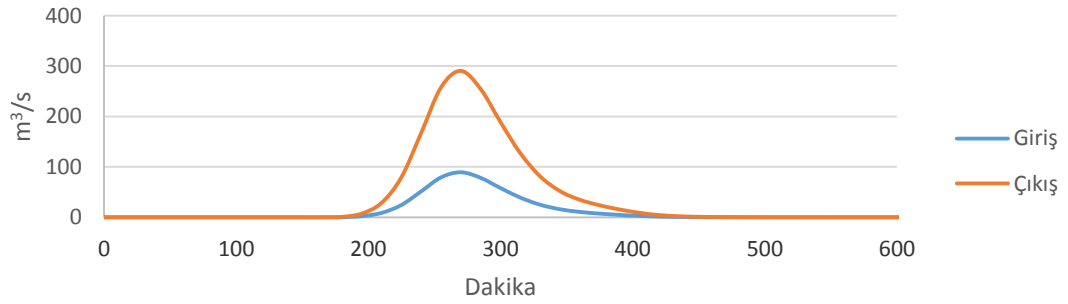
Şekil A.19 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat)

Clark (Uzunçayır, 500 yıl, Eğri1)



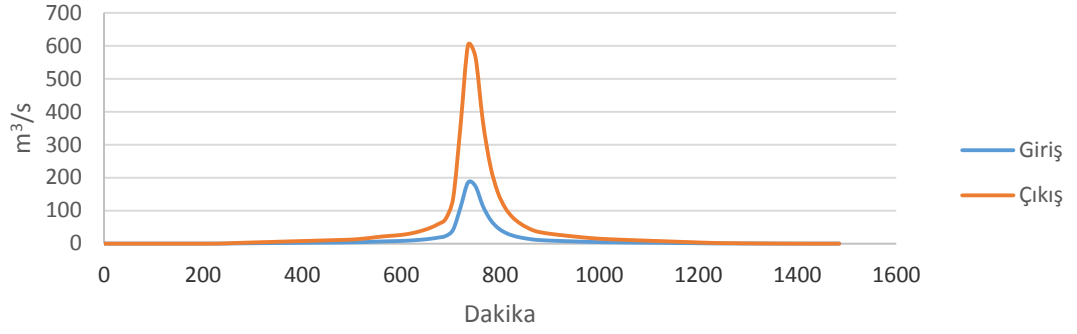
Şekil A.20 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Uzunçayır, 500 yıl, Eğri2)



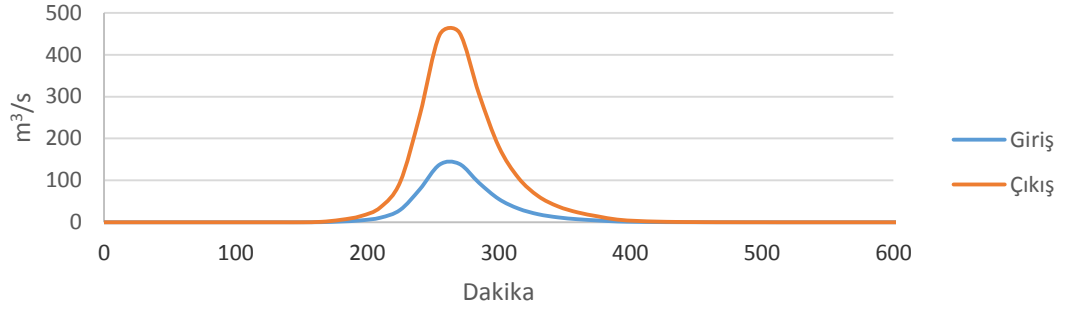
Şekil A.21 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Uzunçayır, 1000 yıl, 24 saat)



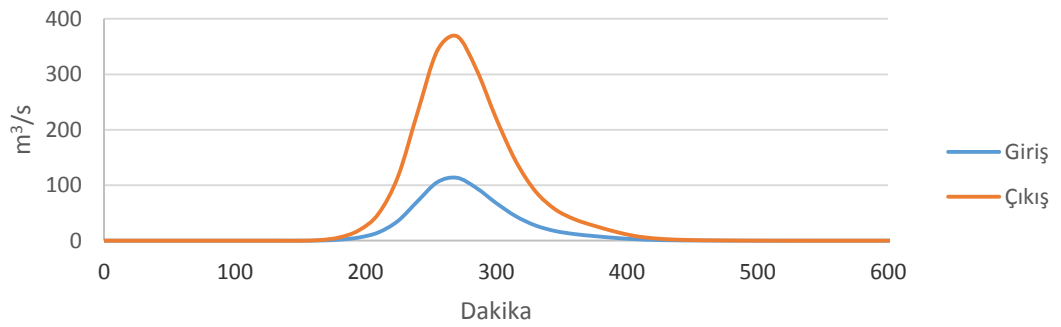
Şekil A.22 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Clark (Uzunçayır, 1000 yıl, Eğri1)

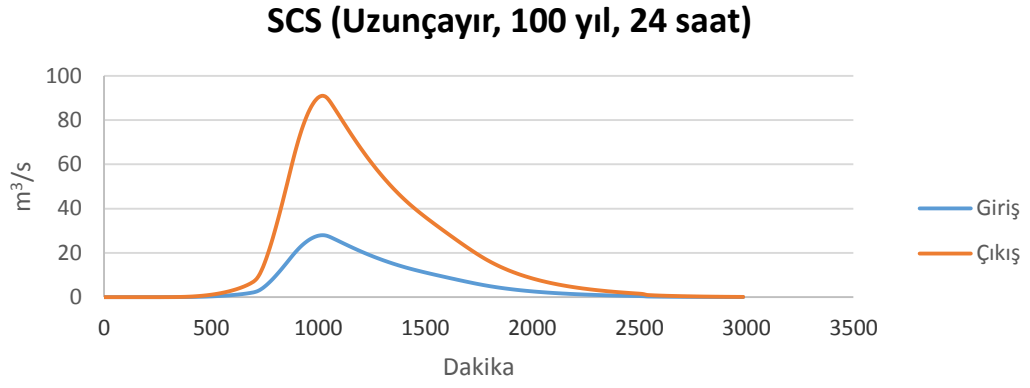


Şekil A.23 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1)

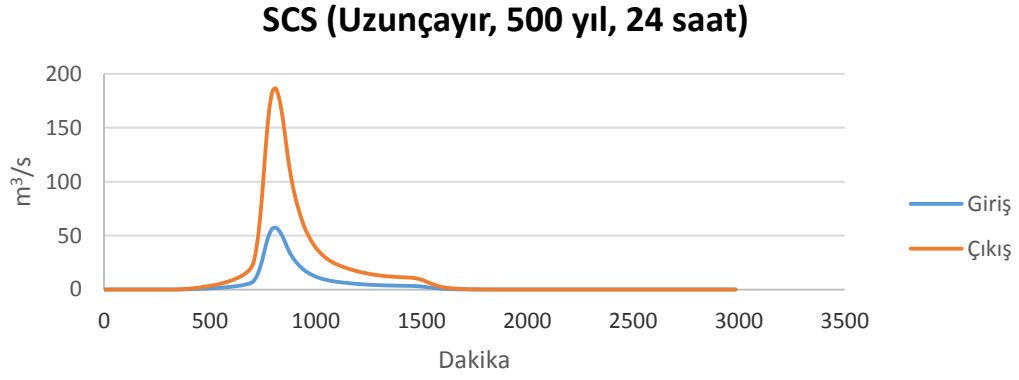
Clark (Uzunçayır, 1000 yıl, Eğri 2)



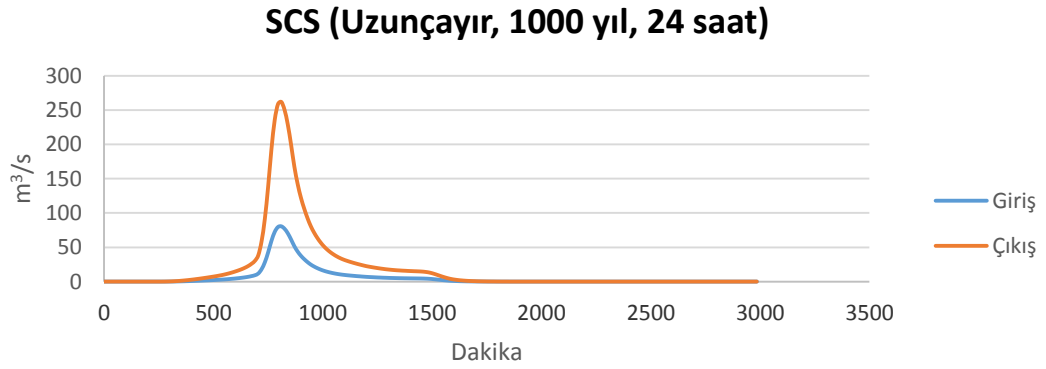
Şekil A.24 : Clark Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2)



Şekil A.25 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat)

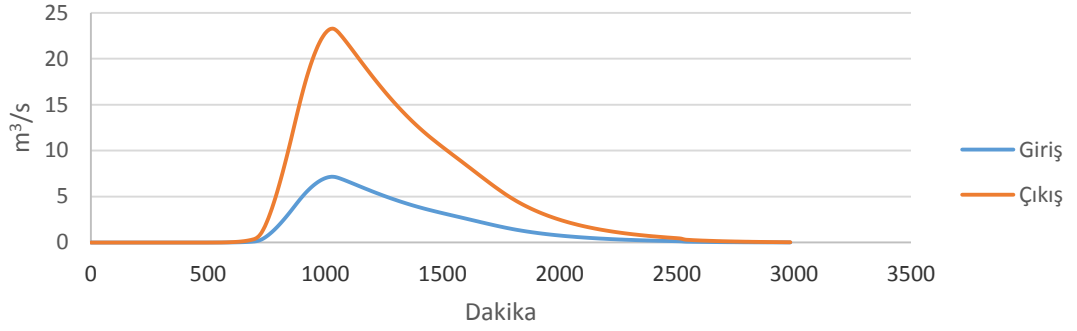


Şekil A.26 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat)



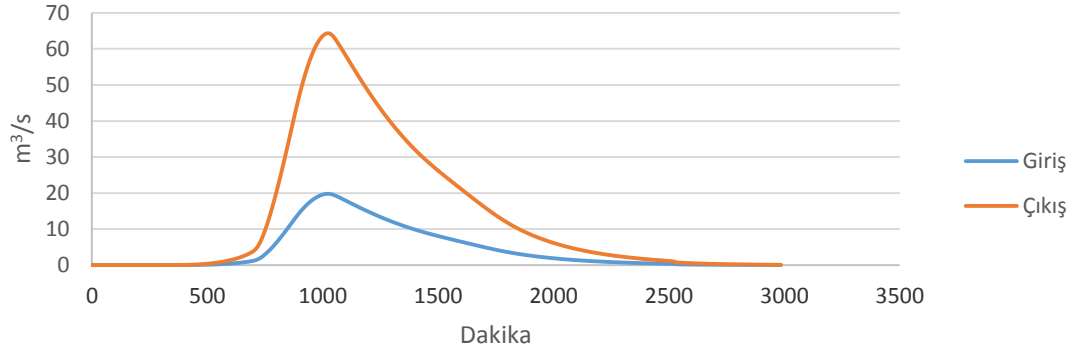
Şekil A.27 : SCS Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Snyder (Uzunçayır, 100 yıl, 24 saat)



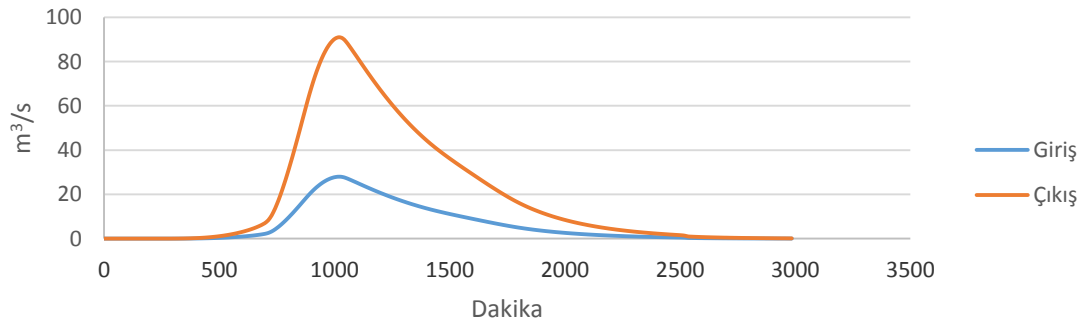
Şekil A.28 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 100 yıl, 24 saat)

Snyder (Uzunçayır, 500 yıl, 24 saat)



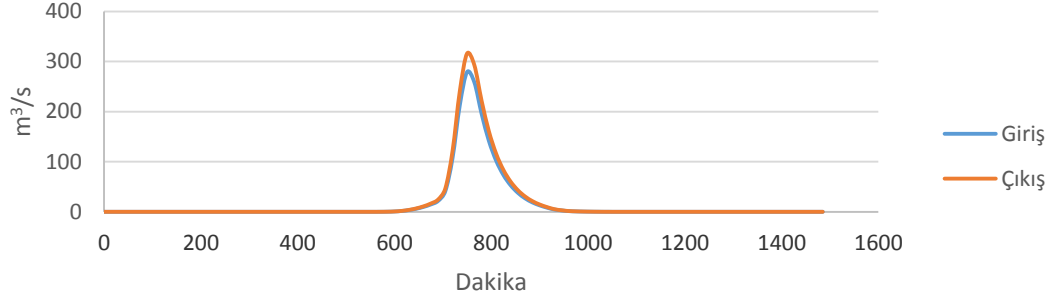
Şekil A.29 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 500 yıl, 24 saat)

Snyder (Uzunçayır, 1000 yıl, 24 saat)



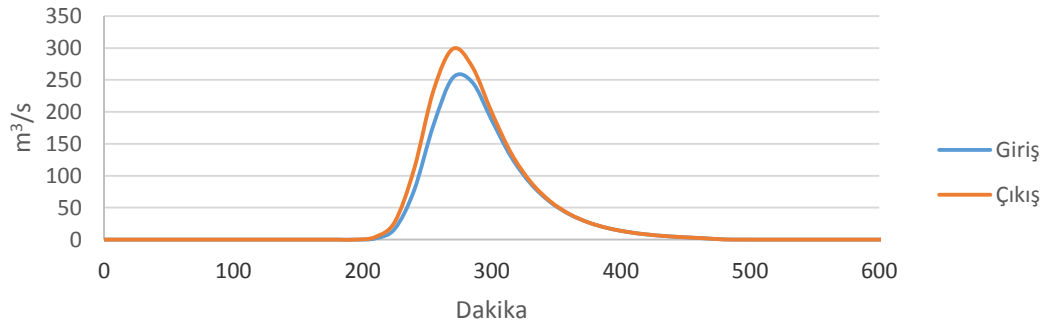
Şekil A.30 : Snyder Birim Hidrografi (Uzunçayır havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Clark (Çıkış Havzası , 100 yıl, 24 saat)



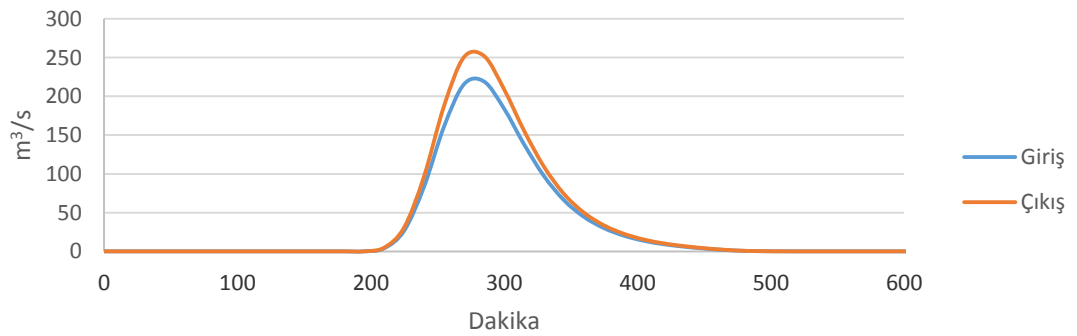
Şekil A.31 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat)

Clark (Çıkış Havzası, 100 yıl, Eğri1)



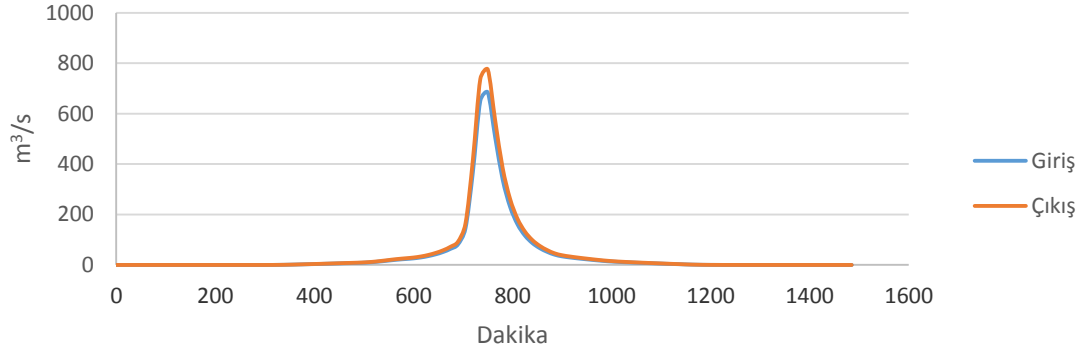
Şekil A.32 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Çıkış Havzası, 100 yıl, Eğri2)



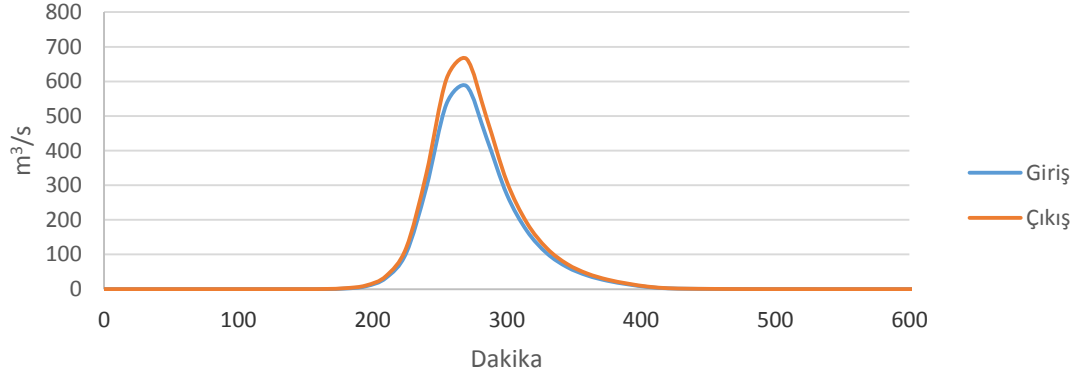
Şekil A.33 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Çıkış Havzası, 500 yıl, 24 saat)



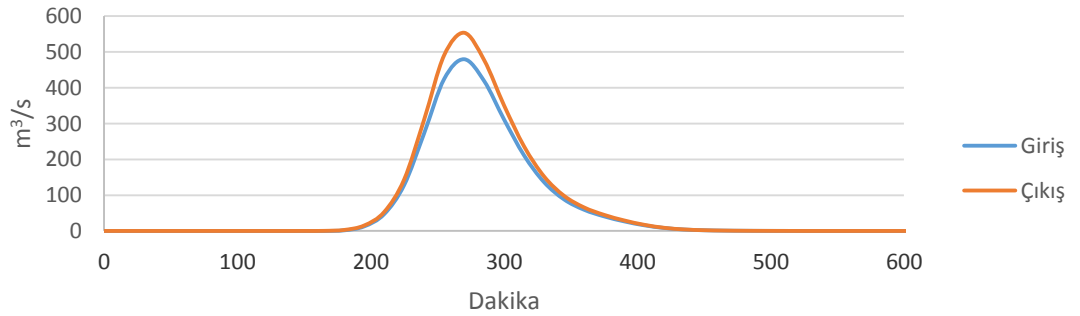
Şekil A.34 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat)

Clark (Çıkış Havzası, 500 yıl, Eğri1)



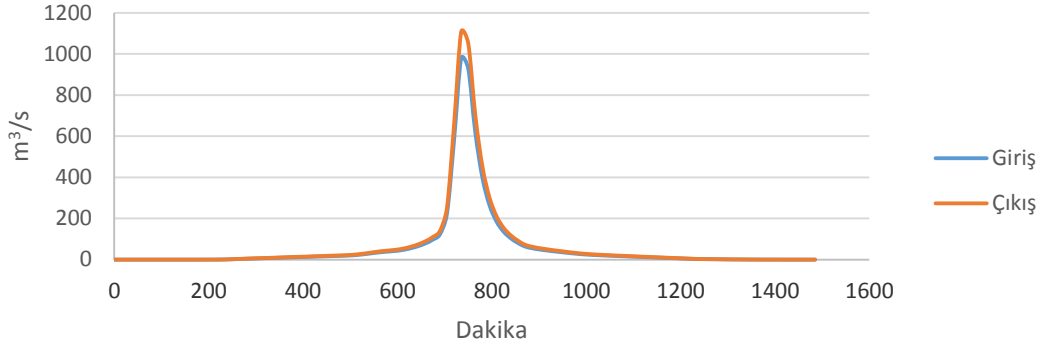
Şekil A.35 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Çıkış Havzası, 500 yıl, Eğri2)



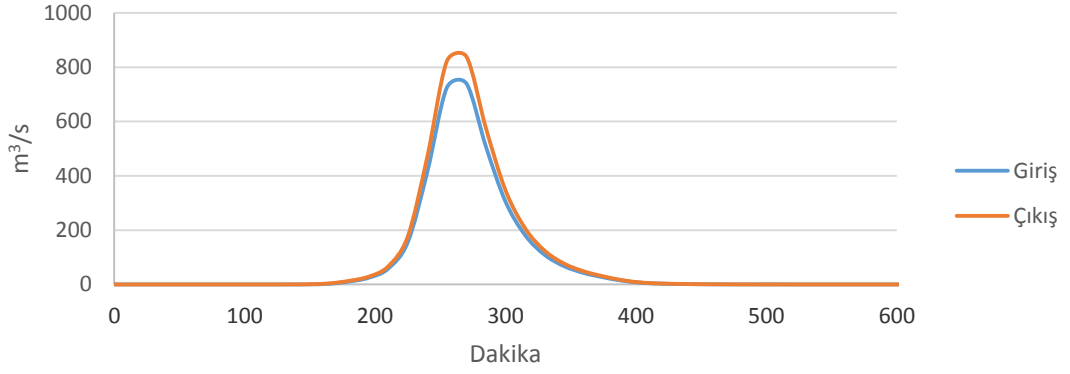
Şekil A.36 : Clark Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 6 saat, Eğri 2)

Clark (Çıkış Havzası, 1000 yıl, 24 saat)



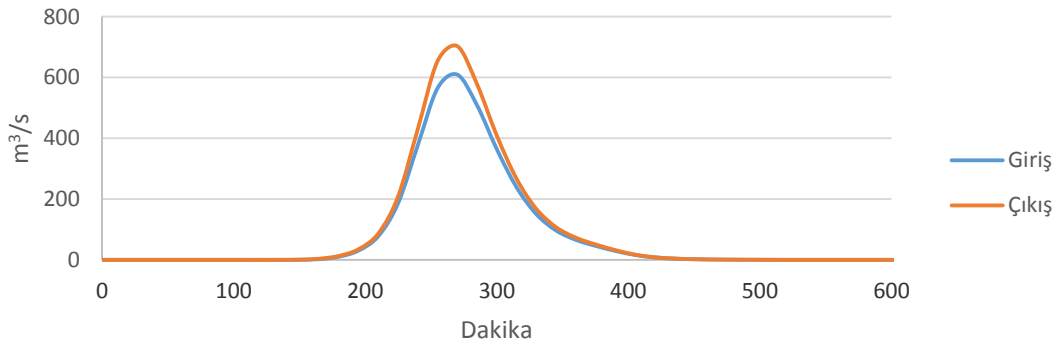
Şekil A.37 : Clark Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Clark (Çıkış Havzası, 1000 yıl, Eğri1)



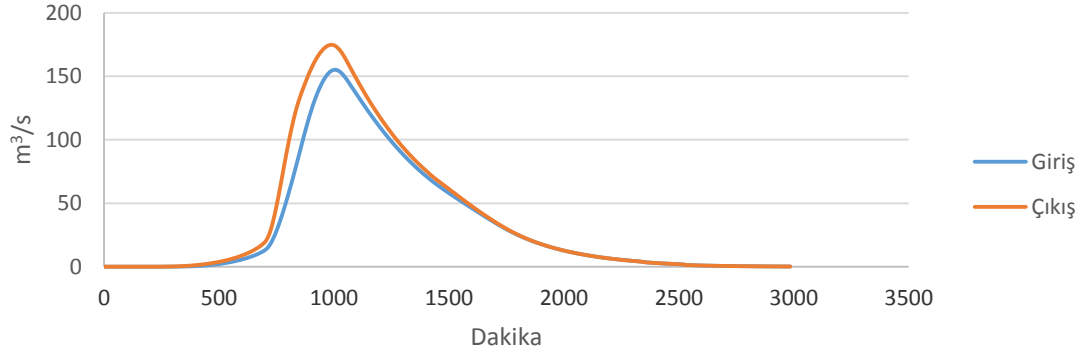
Şekil A.38 : Clark Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 1)

Clark (Çıkış Havzası, 1000 yıl, Eğri 2)



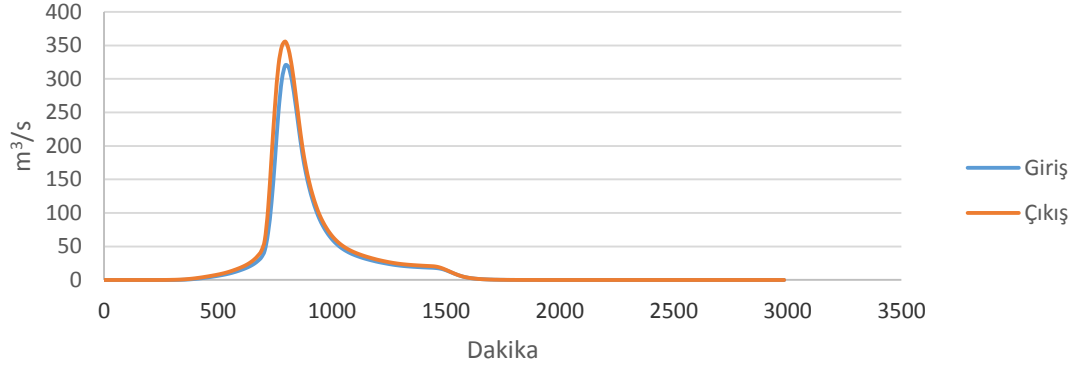
Şekil A.39 : Clark Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 1000 yıl, 6 saat, Eğri 2)

SCS (Çıkış Havzası, 100 yıl, 24 saat)



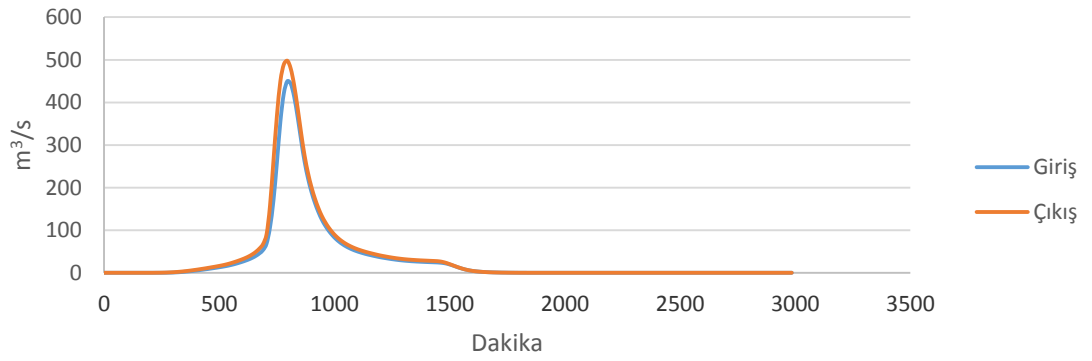
Şekil A.40 : SCS Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat)

SCS (Çıkış Havzası, 500 yıl, 24 saat)



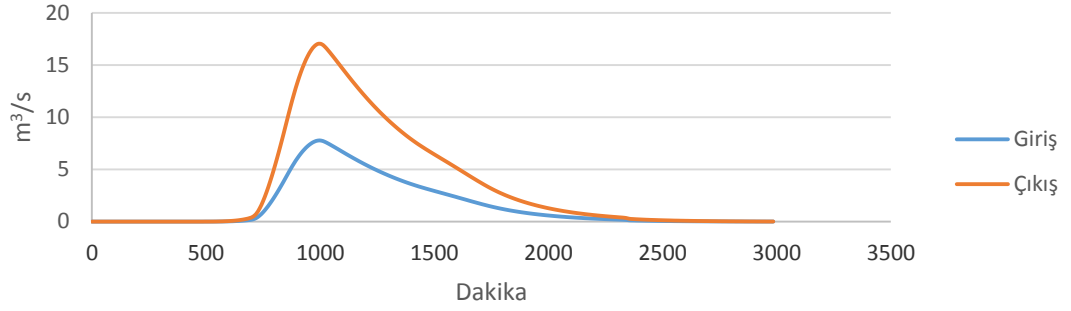
Şekil A.41 : SCS Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat)

SCS (Çıkış Havzası, 1000 yıl, 24 saat)



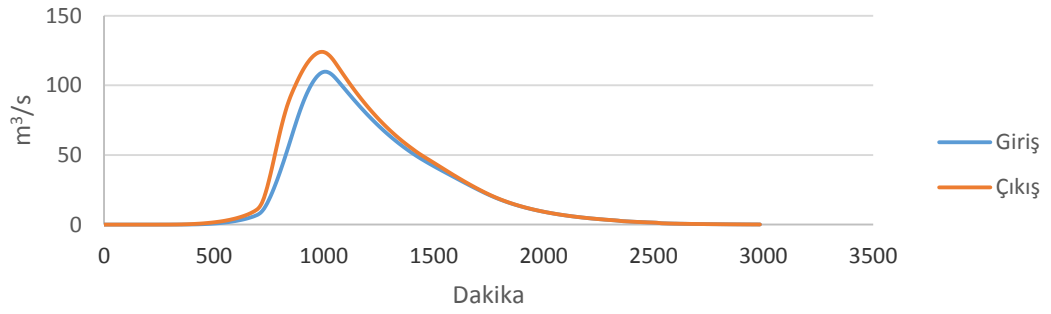
Şekil A.42 : SCS Birim Hidrografı (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat)

Snyder (Kozlar, 100 yıl, 24 saat)



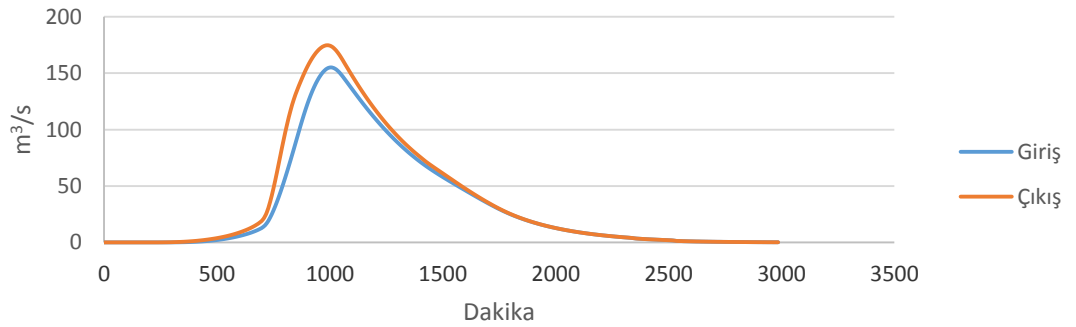
Şekil A.43 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 100 yıl, 24 saat)

Snyder (Çıkış Havzası, 500 yıl, 24 saat)



Şekil A.44 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 500 yıl, 24 saat)

Snyder (Çıkış Havzası, 1000 yıl, 24 saat)



Şekil A.45 : Snyder Birim Hidrografi (Çıkış havzası, 1000 yıl, 24 saat)