T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTAKYA'DA TAŞKINA NEDEN OLAN YAN DERELERDE HİDROGRAF ANALİZİ İLE TAŞKIN TAHMİNİ

İSMAİL GEVREK

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
ŞUBAT-2016

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTAKYA'DA TAŞKINA NEDEN OLAN YAN DERELERDE HİDROGRAF ANALİZİ İLE TAŞKIN TAHMİNİ

İSMAİL GEVREKI

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
ŞUBAT-2016

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTAKYA'DA TAŞKINA NEDEN OLAN YAN DERELERDE HİDROGRAF ANALİZİ İLE TAŞKIN TAHMİNİ

İsmail GEVREK

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Ahmet İRVEM danışmanlığında hazırlanan bu tez **11/02/2016** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ahmet İRVEM
Başkan

Doç Dr. Kemal DOĞAN
Üye

Yrd. Doç. Dr. Zekai GÜMÜŞ
Üye

Kod No: 895

Prof. Dr. Okan ŞENER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

11.02.2016

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İsmail GEVREK

ÖZET

ANTAKYA'DA TAŞKINA NEDEN OLAN YAN DERELERDE HİDROGRAF ANALİZİ İLE TAŞKIN TAHMİNİ

Taşkınlar mal ve can kaybına neden olan doğal afetlerden biridir. Taşkınların zararından korunmak için çeşitli taşkın önleme ve koruma yapıları projelenir. Projelemede en önemli kriter, maksimum taşkın debilerinin bilinmesidir. Antakya merkezinden geçen Asi nehri yan derelerinde yüzey akış ölçümlerinin olmayışı nedeniyle meydana gelebilecek 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık yinelenmeli maksimum taşkın debileri sentetik hidrograf yöntemleri ile belirlenmiştir. Bu çalışmada, Ballıöz, Kisecik, Altınçay, Gülderen Kuyucak, Karaksı, Dikmece, Arpalı ve Karaali derelerinin havza özellikleri CBS ile doğru ve hızlı bir şekilde belirlenerek, DSİ, Mochus ve Gray sentetik yöntemlerin hidrograf elemanlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. İstatistiksel yöntem kullanılarak farklı yinelenmeli yağış verileri ve SCS yöntemi kullanılarak yağıştan yüzey akış tahmin edilmiştir. Yöntemlerin kıyaslanması sonucunda Gray yöntemi en büyük taşkın değerlerini vermiştir. Bu yöntem sonuçlarına göre derelerin 100 yıllık taşkın debisi, Ballıöz deresi için 309 m^3/sn, Kisecik için 283 m^3/sn, Altınçay için 169 m^3/sn, Karaksı için 295 m^3/sn, Gülderen için 131 m^3/sn, Kuyucak için 92 m^3/sn, Dikmece için 270 m^3/sn, Arpalı için 141 m^3/sn, Karaali için 196 m^3/sn olarak tahmin edilmiştir. Bu taşkın debilerinin taşkın koruma yapılarının projelenmesinde taşkın debisi olarak kullanılması önerilmektedir.

2016, 119 sayfa

Anahtar Kelimler: Sentetik hidrograf, Taşkın analizi, Asi nehri, DSİ yöntemi, Mochus yöntemi

ABSTRACT

ESTIMATION OF FLOOD USING HYDROGRAPH ANALYSIS OF CREEKS CAUSING OF FLOODS IN ANTAKYA

Floods are one of the natural disaster causing loss of life and property. Various flood prevention and flood protection structures are projected to decrease effect of flood disaster. The most important criteria for a flood protection project is the knowledge of maximum flood discharge. However, There is no stream discharge observations for creeks flow through Orontes River in Antakya. In this study, the maximum discharge for 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years return period is determined by using synthetic hydrograph methods. DSI, Mochus and Gray synthetic hydrograph methods were applied to Ballıöz, Kisecik, Altinçay, Gulderen Kuyucak, Karaksi, Dikmece Arpalı and Karaali creeks. Basin features of the creeks were determined accurately and quickly using GIS. These features were used in the calculation of the synthetic methods of hydrograph components. Precipitations for different return periods were estimated using statistical methods, and run-off from precipitation was estimated using the SCS method. As a result of the comparison, Gray method has the largest flood discharge values. According to this method flood with 100-year return period was estimated for Ballıöz creek is 309 m^3/s, for Kisecik is 283 m^3/s, for Altincay creek is 169 m^3/s, for Karaksi creek is 295 m^3/s, for Gülderen creek is 131 m^3/s, for Kuyucak creek is 92 m^3/s, for Dikmece creek is 270 m^3/s, for Arpalı creek is 141 m^3/s,and for Karaali creek is 196 m^3/s. These flood discharge values were recommended to use for design of flood protection structures.

2016, 119 pages

Key Words: Synthetic hydrograph, Flood analysis, Orontes river, DSI method, Mochus method

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük sabır ve özveri ile bana destek olan ve uygun bir çalışma ortamı sağlayan danışman hocam sayın Doç. Dr. Ahmet İRVEM'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında değerli görüş, katkı ve desteklerinden dolayı, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölüm hocalarına teşekkür ederim. Tez jürisi üyeleri sayın Doç. Dr. Kemal Doğan ve Yrd. Doç. Dr. Zekai Gümüş'e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
ÇİZELGELER DİZİNİ VIII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL VE YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.1.1. Çalışma Yapılan Derelerin Konumu ve Özellikleri 11
3.1.2. İklim Özellikleri 13
3.1.3. Toprak Özellikleri 14
3.2. Yöntem 16
3.2.1. Sentetik Hidrograf 16
3.2.2. Havza Özellikleri 16
3.2.3. Havza Ağırlık Merkezinin Ana Suyolu İzdüşümü İle Havza Çıkış Noktası Arasındaki Suyolu Mesafesi 17
3.2.4. Drenaj Alanı Yağışı 17
3.2.5. Farklı Yinelenme Yılları İçin Yağış Değerleri 17
3.2.6. Yağışın Zaman İçerisindeki Dağılımı 19
3.2.7. Yağışın Alan İçerisindeki Dağılımı 20
3.2.8. Kritik Yağış Süresinin Belirlenmesi 20
3.2.9. Hidrolojik Toprak Grup Numarasının Belirlenmesi 20
3.2.10. Artım Akışların Belirlenmesi 26
3.2.11. Harmonik Eğimin Belirlenmesi 27
3.2.12. Mockus Yöntemi 27
3.2.13. DSİ Sentetik Yöntemi 29
3.2.14. Gray Metodu 31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 32
4.1. Derelerin Havza Sınırları ve Özellikleri 33
4.2. Farklı Yinelenmeli Yağışların Tahmini 34
4.3. Derelerin Harmonik Eğimlerinin Hesabı 35
4.4. Drenaj Havzalarının Eğri Numaraları 35
4.5. Derelerin DSİ Yöntemi İle Hidrograf Analizi Sonuçları 37
4.5.1. Ballıöz Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 37
4.5.2. Kisecik Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 39

4.5.3. Altınçay Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 41
4.5.4. Karaksı Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 42
4.5.5. Gülderen Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 44
4.5.6. Kuyucak Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 44
4.5.7. Dikmece Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 45
4.5.8. Arpalı Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 46
4.5.9. Karaali Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları 48
4.6. Derelerin Mochus Yöntemi İle Hidrograf Analizi Sonuçları 48
4.6.1. Ballıöz Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 48
4.6.2. Kisecik Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 52
4.6.3. Altınçay Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 55
4.6.4. Karaksı Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 59
4.6.5. Gülderen Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 62
4.6.6. Kuyucak Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 65
4.6.7. Dikmece Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 68
4.6.8. Arpalı Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 72
4.6.9. Karaali Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları 75
4.7. GRAY Yöntemi Sonuçları 79
4.7.1. Ballıöz Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 79
4.7.2. Kisecik Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 81
4.7.3. Altınçay Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 83
4.7.4. Karaksı Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 84
4.7.5. Gülderen Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 86
4.7.6. Dikmece Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 88
4.7.7. Arpalı Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 90
4.7.8. Kuyucak Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 92
4.7.9. Karaali Deresi Gray Yöntemi Sonuçları 93
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 101
KAYNAKLAR 103
ÖZGEÇMİŞ 107
EKLER 108
Ek 1. Gumbel olasılık dağılımı Kolmogrow-Smirnov testi 108
Ek 2. Harmonik eğim hesaplamaları 109
Ek 3. Derelerin farklı yinelenme yılları için DSİ yöntemi akım değerleri 114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Derelerin konumu 12
Şekil 3.2. Derelerin akarsu kolları ve havza sınırları 12
Şekil 3.3. Büyük toprak grupları haritası 15
Şekil 3.4. Çalışma alanı arazi kullanım haritası 15
Şekil 3.5. Türkiye'de yağışın zaman içinde dağılımı 19
Şekil 4.1. İllere göre zarara neden olmuş sel olayı ve sayısı (Kaynak: Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2008). 32
Şekil 4.2. Derelerin havza sınırları akarsu kolları ve sayısal yükseklik haritası 33
Şekil 4.3. Hatay il sınırları içerisindeki alt havzaların CN (eğri numaraları) değerleri 36
Şekil 4.4. Ballıöz deresi birim hidrografı 38
Şekil 4.5. Ballıöz deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı 39
Şekil 4.6. Kisecik deresi birim hidrografı 40
Şekil 4.7. Kisecik deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı 40
Şekil 4.8. Altınçay deresi birim hidrografı 41
Şekil 4.9. Altınçay deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı 42
Şekil 4.10. Karaksı deresi birim hidrografı 43
Şekil 4.11. Karaksı deresinin faklı yinelenme yılları için geliştirilen taşkın hidrografı 43
Şekil 4.12. Dikmece deresi birim hidrografı 45
Şekil 4.13. Dikmece deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı 46
Şekil 4.14. Arpalı deresi birim hidrografı 47
Şekil 4.15. Arpalı deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı 47
Şekil 4.16. Ballıöz deresi birim hidrografı 49
Şekil 4.17. Kisecik deresi birim hidrografı 52
Şekil 4.18. Altınçay deresi birim hidrografı 56
Şekil 4.19. Karaksı deresi birim hidrografı 59
Şekil 4.20. Gülderen deresi birim hidrografı 63
Şekil 4.21. Kuyucak deresi birim hidrografı 66
Şekil 4.22. Dikmece deresi birim hidrografı 69
Şekil 4.23. Arpalı deresi birim hidrografı 73
Şekil 4.24. Karaali deresi birim hidrografı 76
Şekil 4.25. Ballıöz deresi birim hidrografı 80
Şekil 4.26. Ballıöz deresinin taşkın hidrografları 81
Şekil 4.27. Kisecik deresi birim hidrografı 82
Şekil 4.28. Kisecik deresinin taşkın hidrografları 82
Şekil 4.29. Altınçay deresi birim hidrografı 83
Şekil 4.30. Altınçay deresinin taşkın hidrografları 84
Şekil 4.31. Karaksı deresi birim hidrografı 85
Şekil 4.32. Karaksı deresinin taşkın hidrografları 86
Şekil 4.33. Gülderen deresi birim hidrografı 87

Şekil 4.34. Gülderen deresinin taşkın hidrografları 88
Şekil 4.35. Dikmece deresi birim hidrografı 89
Şekil 4.36. Dikmece deresinin taşkın hidrografları 90
Şekil 4.37. Arpalı deresi birim hidrografı 91
Şekil 4.38. Arpalı deresinin taşkın hidrografları 91
Şekil 4.39. Kuyucak deresi birim hidrografı 92
Şekil 4.40. Kuyucak deresinin taşkın hidrografları 93
Şekil 4.41. Karaali deresi birim hidrografı 94
Şekil 4.42. Karaali deresinin taşkın hidrografları 94
Şekil 4.43. Ballıöz deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 96
Şekil 4.44. Kisecik deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 97
Şekil 4.45. Altınçay deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 97
Şekil 4.46. Karaksı deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 98
Şekil 4.47. Dikmece deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 98
Şekil 4.48. Arpalı deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 99
Şekil 4.49. Gülderen deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 99
Şekil 4.50. Kuyucak deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 100
Şekil 4.51. Karaali deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması 100

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Büyük toprak gurupları 14
Çizelge 3.2. Toprak eğim derinlik kombinasyonu 14
Çizelge 3.3. Çalışma alanı kolüvyal toprak eğim derinlik kombinasyonu 14
Çizelge 3.4. Değişik koşullar için yüzey akış eğri numaraları 25
Çizelge 3.5. SCS metodu için YÖN durumu sınıflandırması (Tülücü, 2002). 26
Çizelge 4.1. Dere havzalarının özellikleri 34
Çizelge 4.2. Yağışların Gumbel dağılım parametreleri ve farklı yinelenme yılları için 24 saatlik maksimum yağış miktarları 34
Çizelge 4.3. Derelerin Harmonik Eğim Değerleri 35
Çizelge 4.4. Ballıöz deresi birim hidrografın koordinatları 37
Çizelge 4.5. Ballıöz deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 38
Çizelge 4.6. Kisecik deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 39
Çizelge 4.7 Altınçay deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 41
Çizelge 4.8. Karaksı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 42
Çizelge 4.9. Gülderen deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 44
Çizelge 4.10. Kuyucak deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 44
Çizelge 4.11. Dikmece deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 45
Çizelge 4.12. Arpalı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 46
Çizelge 4.13. Karaali deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 48
Çizelge 4.14. Ballıöz deresi birim hidrograf hesaplama sonuçları 49
Çizelge 4.15. Ballıöz deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 50
Çizelge 4.16. Ballıöz deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 50
Çizelge 4.17. Ballıöz deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 50
Çizelge 4.18. Ballıöz deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 51
Çizelge 4.19. Ballıöz deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 51
Çizelge 4.20. Ballıöz deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 51
Çizelge 4.21. Kisecik deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 52
Çizelge 4.22. Kisecik deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 53
Çizelge 4.23. Kisecik deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 53
Çizelge 4.24. Kisecik deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 54
Çizelge 4.25. Kisecik deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 54
Çizelge 4.26. Kisecik deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 54
Çizelge 4.27. Kisecik deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 55
Çizelge 4.28. Altınçay deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 55
Çizelge 4.29. Altınçay deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 56
Çizelge 4.30. Altınçay deresibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 57
Çizelge 4.31. Altınçay deresi onyıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 57
Çizelge 4.32. Altınçay deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 57

Çizelge 4.33. Altınçay deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 58
Çizelge 4.34. Altınçay deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 58
Çizelge 4.35. Karaksı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 59
Çizelge 4.36. Karaksı deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 60
Çizelge 4.37. Karaksı deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 60
Çizelge 4.38. Karaksı deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 61
Çizelge 4.39. Karaksı deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 61
Çizelge 4.40. Karaksı deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 61
Çizelge 4.41. Karaksı deresi yüzyıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 62
Çizelge 4.42. Gülderen deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları..... 62
Çizelge 4.43. Gülderen deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 63
Çizelge 4.44. Gülderen deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 63
Çizelge 4.45. Gülderen deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 64
Çizelge 4.46. Gülderen deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 64
Çizelge 4.47. Gülderen deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 64
Çizelge 4.48. Gülderen deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 65
Çizelge 4.49. Kuyucak deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 65
Çizelge 4.50. Kuyucak deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 66
Çizelge 4.51. Kuyucak deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 67
Çizelge 4.52. Kuyucak deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 67
Çizelge 4.53. Kuyucak deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 67
Çizelge 4.54. Kuyucak deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 68
Çizelge 4.55. Kuyucak deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 68
Çizelge 4.56. Dikmece deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları 69
Çizelge 4.57. Dikmece deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 70
Çizelge 4.58. Dikmece deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 70
Çizelge 4.59. Dikmece deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 71
Çizelge 4.60. Dikmece deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 71
Çizelge 4.61. Dikmece deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 71
Çizelge 4.62. Dikmece deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 72
Çizelge 4.63 Arpalı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları..... 72
Çizelge 4.64. Arpalı deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 73
Çizelge 4.65. Arpalı deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 74
Çizelge 4.66. Arpalı deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 74
Çizelge 4.67. Arpalı deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 74
Çizelge 4.68. Arpalı deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 75
Çizelge 4.69. Arpalı deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 75
Çizelge 4.70. Karaali deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları..... 76
Çizelge 4.71. Karaali deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 77
Çizelge 4.72. Karaali deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 77

Çizelge 4.73. Karaali deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 77
Çizelge 4.74. Karaali deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 78
Çizelge 4.75. Karaali deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri 78
Çizelge 4.76. Karaali deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri..... 78
Çizelge 4.77. Ballıöz deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 79
Çizelge 4.78. Ballıöz deresi birim hidrograf koordinatları 80
Çizelge 4.79. Kisecik deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları 81
Çizelge 4.80. Altınçay deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 83
Çizelge 4.81. Karaksı deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 85
Çizelge 4.82. Gülderen deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları 86
Çizelge 4.83. Dikmece deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 88
Çizelge 4.84. Arpalı deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları 90
Çizelge 4.85. Kuyucak deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 92
Çizelge 4.86. Karaali deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları..... 93
Çizelge 4.87. DSİ yöntemi sonuçları 95
Çizelge 4.88. Mochus yöntemi sonuçları..... 95
Çizelge 4.89. Gray yöntemi sonuçları..... 96

1. GİRİŞ

Taşkınlar, bir doğa olayı olarak akarsu havzalarında çeşitli nedenlerle su seviyesinin hızla yükselmesi sonucunda debinin akarsu yatak kapasitesini aşması halinde suların akarsu yatağı dışına taşması olarak adlandırılır. Türkiye'de büyük taşkınlar bölgesel iklim, topografya ve yağış alanı büyüklüğü gibi etkenleri bir araya gelmesiyle oluşmaktadır.

Büyük havzalarda meydana gelen taşkınların genellikle kar birikimi ile yağmurların birleşimden, küçük havzalardaki taşkınlar ise ani ve şiddetli yağışlardan dolayı oluşmaktadır. Yurdumuzda meydana gelen taşkın olayları incelendiğinde taşkınların, erozyona maruz bulunan, üzerinde bitki örtüsü tahrip olmuş veya yok olmuş su havzalarında özelliklede taşkın koruma yapılarının olmadığı akarsularda ortaya çıktığı görülmektedir.

Eğimli ve çıplak arazilerde yağış sularının büyük bir bölümü yüzeysel akışa geçerek kısa sürede yüksek akış hızına ulaşmaktadır. Erozyon sonucu katı madde ile yüklenen taşkınlar, can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu yüzden taşkınlar Türkiye için, gerek arazi yapısı gerek çarpık kentleşme ve orman arazilerinin tahribatı neticesiyle depremlerden sonra gelen en önemli doğal afetlerden biridir.

Bilindiği gibi, akarsularımızın akış rejimi düzensiz bir seyir izlemektedir. Bu sebeple meydana gelen taşkınlar, depremden sonra en fazla can ve mal kaybına sebep olan tabii afet olarak bilinmektedir. Son 20 yılda meydana gelen taşkınlarda 396 vatandaşımız hayatını kaybetmiş ve yaklaşık 2,5 milyar TL'lik ekonomik kayıp meydana gelmiştir (Eroğlu, 2008).

Taşkın afetlerini yalnızca meteorolojik oluşumlara bağlı olarak ifade etmek mümkün değildir. Özellikle Türkiye gibi ekonomik gelişme faaliyetinin yoğun bir biçimde devam ettiği ülkelerde, sanayileşme ve sektör çeşitliliğinin beraberinde getirdiği kentleşme aktivitesi, akarsu havzalarının muhtelif kesimlerindeki insan faaliyetinin çeşitliliğini ve yoğunluğunu da büyük ölçüde arttırmaktadır. Bu durum ise havza bütünündeki hidrolojik dengeyi bozmakta ve sonuçta büyük miktarda can ve mal kaybına yol açan taşkın olayları yaşanmaktadır.

Asi havzasında, geçmiş yıllarda büyük taşkınlar meydana gelmiş ve çok büyük ekonomik zararlara neden olmuştur. Özellikle tarım arazilerinde meydana gelen

taşkınlar, önemli derecede mal ve can kaybına neden olabilmektedir. Taşkınların etkileri uzun süre geçmemekte, toprağa biyolojik ve fiziksel zarar vermekte bu gibi nedenlerden tarımla uğraşan çevreninde zararı büyük olmaktadır. Taşkınlar sadece tarım arazilerinde olmamakta, şehirlerde bulunan dere yataklarının taşmasıyla da çok sayıda can kaybına ve yüksek miktarda ekonomik zarara neden olmaktadır.

Antakya il merkezi içinden geçmekte olan Asi nehri ve yan derelerinde oluşan taşkın ve rusubat zararları tüm il merkezinde yakın köy ve beldelerde görülmektedir. Özellikle 8-9 Mayıs 2001 tarihindeki taşkınlarda taban oyulması, erozyon ve yamaçların göçmesi ile yukarı hava ıslahı taban kuşağı ve ıslah sekisi gibi çalışmaların yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu tür çalışmaların ekonomik bir şekilde yapılabilmesi için taşkına neden olan akarsuların debilerinin bilinmesi gereklidir. Taşkına neden olan akarsular, Ballıöz (Hanna deresinin bir kolu), Kisecik (Hanna deresinin bir kolu) Altınçay, Karaksı (Kavaslı deresinin kolu), Gülderen (Kavaslı deresinin kolu), Kuyucak, Dikmece, Arpalı ve Karaali dereleridir. Bu dereler üzerinde herhangi bir akım gözlem istasyonu olmadığından taşkın debilerine ait bilgiler bulunmamaktadır. Oysaki, taşkınların neden olduğu can ve mal kayıplarını önlemek amacıyla yapılacak tüm çalışmalarda, havza özelliklerinin ve akarsu taşkın debilerinin bilinmesi gereklidir.

Taşkınlar, büyük debi, büyük hızlar ve yüksek su seviyeleri ile karakterize edildiğinden, akarsular üzerinde inşa edilecek tüm yapılar için bu taşkın karakteristiklerinin bilinmesi ve bu karakteristiklere göre önlemlerin alınması gerekir.

Bu çalışmanın amacı, Antakya il merkezinden geçen Asi nehrinin yan derelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile havza alanlarının ve özelliklerinin belirlenmesi, Bu özellikleri kullanarak, derelerin farklı yinelenme yılları için taşkın debilerini, farklı sentetik hidrograf yöntemleri ile belirlemektir. Çalışma sonuçları, bu derelerin taşkın ve rusubat zararlarından korunması için yapılacak projelerde taşkın debisi olarak kullanılabilecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Şorman(1975), Kızılırmak, Yeşilırmak ve Sakarya havzalarının 4. ve 5. akarsu derecelerinde bulunan kollarına ait 47 adet havzanın özellikleri ile ilgili araştırması neticesinde yıllık ortalama debi ile havza çevresi, eğimi ve dairesellik oranı arasında yakın bir ilişki bulmuştur.

Sevinç (1987), Eskişehir'de Karapazar Çayır Deresi havzasında yaptığı ve 10 yıl süren araştırması sonucunda 9.410 km^2 olan havzanın, yıllık ortalama yağışını 426.8 mm, akımını ise 2.79 mm olarak bulmuştur. Havzada ölçülmüş en yüksek taşkın debisi 12219 L/s dir. Havzanın 15 dakika tekerrürlü ortalama birim hidrografının elemanları Q_p=2,5 m^3/s, t_p=0.45 saat ve t_p= 3.99 saat olarak bulmuştur.

Moore ve ark., (1991), özellikle CBS teknolojilerindeki ilerleme ve sayısal yükseklik modellerindeki kalite artırımlarıyla birçok hidrolojik, hidrolik, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda uygulamalarının arttığını, çok sayıda yeni model ve yöntemin geliştirilebileceğini açıklamışlardır.

Kothyari ve Garde (1992), Hindistan'da alanı 347 km^2'den büyük olan 55 havzada yıllık ortalama akış üzerinde iklim, topoğrafya ve arazi kullanım değişikliklerinin etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yıllık ortalama yağış, yıllık ortalama sıcaklık ve bitki örtüsünün akışları etkileyen en önemli değişkenler olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada, orman örtüsünün büyük havzalarda yıllık ortalama akışla pozitif bir korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yomralıoğlu ve Çelik (1994), yaptıkları çalışmada CBS' nin konuma dayalı gözlem ve ölçmeler neticesinde elde edilen grafik olmayan verileri bir bütün içerisinde işlemeye yarayan bir teknoloji olduğunu ifade ederek, özellikle hidroloji ve çevre konusundaki çalışmalarda büyük kolaylıklar sağladığını ifade etmişlerdir.

Hromadka and Whitley (1994), yaptıkları çalışmada rasyonel yöntemin, yaklaşık 3 km^2 veya daha küçük havzalarda taşkın pik debisini bulmada uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Sheridan (1994), Amerika'da düz alanlarda uygulanan düşük eğimli drenaj sistemlerinde kullanılacak akış hidrograflarının zaman parametrelerini belirlemiş ve havzalarda ana akarsu yolu uzunluğu ve eğimi gibi karakteristiklerin akış hidrografını belirlemede önemini tespit etmiş ve bu hususta basit ampirik eşitlikler geliştirmiştir.

Denli (1995), Çankırı-Şabanözü Mahmut Hacılı deresi havzasında yaptığı çalışmasında, yağısın zamansal ve alansal dağılımı ile havza ortalama değerleri arasındaki ilişkileri vermiştir. Akış çalışmalarında ise ortalama değerler ve bireysel akış hidrograflarını vermiş, ayrıca sonuçları değişik sentetik yöntemlerle bulunan hidrograflarla karşılaştırmıştır.

Sorman (1995), Suudi Arabistan'da yer alan çok sayıdaki havzada, her 5-10 yılda bir meydana gelen ani taşkınlar ile birçok küçük ve büyük yerleşim yerlerinde can ve mal güvenliği tehlikesinin yaşandığını söylemiştir. Buralarda bir takım yağış-akış gözlemleri yapmış ve birim hidrograf katsayılarını belirlemiştir. Sınırlı hidrolojik veriler ile kurak iklime sahip bu ve benzeri alanlarda; suyolları, setler ve baraj gibi çeşitli projelerin hidrograf tahminlerinde bulunmuştur.

Alkış (1996), yaptığı çalışmasında coğrafi bilgi sistemlerinin önemini anlatmış, planlama, ruhsat, teknik altyapı, sağlık, çevre, tarım, orman, mühendislik tasarım ve çizimleri ve pek çok diğer konuda coğrafi bilgi sistemlerinin ve bu sistemleri kullanan ülke ve kent yönetimlerine sağlayacağı faydalardan söz etmiştir. Sonuç olarak, CBS'nin yöneticilerin doğru ve akılcı karar vermelerine yardımcı olan bir destek sistemi olduğu belirtilmiş ve coğrafi veri tabanlarından yararlanmakla gereksiz veri tekrarı, bürokratik işlemlerden arınarak daha ucuz veri elde olanağı bulunduğu ifade etmiştir.

Helaloğlu ve Kaya (1996), alanı 4.64 km^2 olan Kırklareli-Vize Deresi Havzasında 1984-1994 dönemi için yıllık yağış ortalaması 588.5 mm, yüzey akış ortalamasını ise 139.9 mm olarak bulmuşlardır. Havza ortalama birim hidrografdeğerlerini Q_P=277 L/s, T_p=1.88 saat, T_b=7.65 saat olarak hesaplamışlardır. Havza birim hidrografının hesaplanmasında DSİ sentetik metodunundoğru sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir.

Öztürk ve Apaydın (1997), Türkiye'de seçilen birkaç küçük su toplama havzasında belirli yinelenme aralığına sahip, farklı yöntemlerle hesaplanan pik debilerle, akış gözlemlerinden elde edilen debileri karşılaştırmışlardır. Alanları 1.20 ile 26.25 km^2 arasında değişen havzalarda, birim hidrograf yöntemi, rasyonel yöntem, Mc.Mathyöntemi, SCS grafik yöntemi, Snyder ve Mockus yöntemlerini kullanmışlar ve uygun yöntemin seçiminin, veri varlığına, proje ihtiyacına, havza büyüklüğüne, uygulama ve yöntem kısıtlarına bağlı olacağını belirtmişlerdir.

Törün (1998), alanı 3.61 km^2 olan Samsun Ayvalı deresi havzasında 1980-1995 su yıllarını için hidrolojik araştırma sonuçlarını sunmuş, ilk 15 yıllık periyotta havza ortalama yıllık yağısını 609.7 mm ve ortalama akısını 38.48 mm olarak tespit etmiştir. Bu akısın 17.01 mm'si yüzey akış ve 21.47 mm'si ise taban akısı olduğunu, en yüksek akış 1989 su yılında 94.80 mm ve en düşük akış 1986 su yılına 8.50 mm olduğunu belirtmiştir. Havzada kaydedilen yağışların etkili yağış sürelerinin genellikle 0.08–0.50 saat olduğunu ve 30 dakika süreli havza ortalama birim hidrografının pik debisini Q_p= 1339.5 L/s bulmuştur. Havza yağışlarının yüzey akış sınır eğrisini çıkarmış, 2 mm'nin üzerinde ve iki yağış arasındaki süre 500 saati geçmeyen yağışların genellikle yüzey akış verdiğini saptamıştır.

Demirkıran ve Denli (1999), havza alanı 23.5 km^2 olan Ankara-Haymana Mahmut Hacılı havzasında 1987-1998 su yıllarını içine alan araştırmanın sonuçlarına göre ortalama yağmur 400.5 mm ve ortalama akım 90.00 mm olarak bulmuşlardır. Havzanın 60 dakikalık ortalama birim hidrografının elemanları ise Q_p=3928.4 l/s, T_p=1.33 saat ve T_b=7.00 saat olarak hesaplamışlardır.

Demiryürek ve ark. (1999), alanı 10.6 km^2 olan Konya-Çifliközü Karabalçık deresi havzasında yürüttükleri araştırmanın 20 yıllık (1979–1998) sonuçlarına göre havzanın ortalama yıllık yağısını 466.4 mm ve ortalama akısını 62.9 mm olarak tespit etmişlerdir. Ölçülen en yüksek debiyi 1200 L/s ve bir saat süreli birim hidrografın pik debisini ise Q_p = 1284 L/s olarak bulmuşlardır. Standart zaman sürelerinde önemli yağışların şiddet-süre-tekerrür eğrilerini çıkarmışlar, yağış ve akışların frekans analizini yapmışlardır. Mochus yöntemine göre yaptıkları hesaplamada bu havzadan 5 yıl tekerrürlü ve 6 saat süreli bir yağıştan gelebilecek taşkının maksimum debisini 6.8 m^3/s olarak tespit etmişlerdir. Havza yıllık su verimini tahmin için uygulanan Turc yöntemiyle bu değeri84.37 mm olarak bulmuşlardır. Benzer havzaların birim hidrograflarının sentetik olarak çıkarılmasında kullanılan Snyder ve Mockus yöntemlerine ilişkin katsayıları hesaplamışlardır.

Ashfaq ve Webster (2000), İngiltere'de taşkın pik debisi ve taşkın pik debisine ulaşma süresi arasındaki ilişkiyi analiz etmek için 49 adet havzada yağış-akış gözlemleri yapmışlardır. Buna göre pik taşkın debisi ile pik taşkın süresi arasında sistematik bir ilişki belirlemişlerdir. Elde edilen bulgular çok sayıda fiziksel ve arazi çalışmaları ile

doğrulanmıştır. Ayrıca, bu bulgular sonucunda birim hidrograf yöntemi içinde bazı değişiklikler önermişlerdir.

Aykanlı (2000), Balıkesir-Bigadiç Kocatepe havzasında 1987–1997 yıllarını kapsayan dönemde yıllık ortalama yağısı 536.0 mm, akısı 47.98 mm ve havza ortalama birim hidrograf pik debisini Q_p = 1829.7 L/s olarak tespit etmiştir. Snyder yöntemine ait Ct ve Cp katsayılarını sırasıyla 0.889 ve 0.802; Mockus yöntemine ait K ve H katsayılarını ise sırasıyla 0.293 ve 1.072 olarak belirlemiştir.

Bakanogulları ve Akbay (2000a), Edirne-Merkez Kumdere havzasında 1985-1999 yıllarında yıllık ortalama yağısı 609.6 mm, yüzey akısı 21.3 mm ve havza ortalama birim hidrograf pik debisini Q_p = 599.7 L/s olarak tespit etmişlerdir. Snyder yöntemi katsayılarını Ct = 0.358 ve Cp = 0.472; Mockus yöntemi katsayılarını ise K = 0.174 ve H = 2.641 olarak hesaplamışlardır.

Bakanogulları ve Akbay (2000b), Kırklareli Vize deresi havzasında 1985-1999 yıllarında yıllık ortalama yağısı 535.5 mm, yüzey akısı 6.62 mm ve havza ortalama birim hidrograf pik debisini Q_p = 346.5 L/s olarak tespit etmiştir. Snyder yöntemi katsayılarını Ct = 2.659 ve Cp = 0.834; Mockus yöntemi katsayılarını ise K = 0.250 ve H=1.302 olarak hesaplamışlardır.

Demirkıran ve Denli (2000), Çankırı-Sabanözü Mahmut Hacılı deresi havzasının 1987-1998 yıllarını içeren ara sonuç raporunda yıllık ortalama yağısı 400.5 mm, yüzey akısı 90.0 mm ve havza ortalama birim hidrograf pik debisini ise Q_p = 3785.5 L/s olarak tespit etmişlerdir.

Kaya (2000), alanı 11.662 km2 olan Adıyaman-Kahta Harabe deresi havzasında 1985–1999 su yıllarını içeren hidrolojik araştırma sonuçlarına göre; yağışla ilgili çalışmalarda, yağısın zamansal ve alansal dağılımı ile havza ortalama değerlerini, akış çalışmalarında ise, ortalama değerler ve bireysel akış hidrograflarını vermiştir. Ayrıca elde ettiği birim hidrografı, değişik sentetik yöntemlerle bulunan hidrograflarla karşılaştırmıştır. Bu dönem için tespitleri; yıllık yağış ortalaması 612.9 mm ve akış ortalaması 184.09 mm olmuştur. Havza ortalama birim hidrografının pik debisini Q_p = 1669 L/s olarak belirlemiştir.

Karas (2000), Bilecik-Pazaryeri, Kurukavak deresi havza ortalama yıllık yağısını 705.7 mm ve yıllık ortalama akısını 137.35 mm olarak tespit etmiştir. En yüksek yıllık akışı 241.14 mm ve en düşük yıllık akışı 66.16 mm bulmuştur. Günlük ortalama

maksimum debi 811.07 L/s ve en yüksek anlık debi ise 4798.17 L/s olarak kaydedilmiştir. Havza ortalama akış katsayısını %20 ve havza ortalama birim hidrografının (BH_{15}) pik debisini Q_p = 1656.2 L/s olarak hesaplamıştır.

Kusvuran ve Canbolat (2000), alanı 1.69 km2 olan İçel-Tarsus Topçu havzasında 1985–1999 su yılları için hidrolojik araştırma sonuçlarını sunmuşlar, yağışla ilgili çalışmalarda yağışın zamansal dağılımı, havza ortalama değerleri ve frekans analizlerini vermişlerdir. Akış çalışmalarında ise ortalama akış değerleri, bireysel sağanak hidrografları ve bunlardan bulunan havza ortalama birim hidrografını vermişler, ayrıca bu hidrografı değişik sentetik yöntemlerle bulunan hidrograflarla karşılaştırmışlardır. Havzanın on beş yıllık verilerinin değerlendirilmesi sonucu ortalama 688.1 mm'lik yağışa karşılık elde edilen yıllık akış derinliğini 59.16 mm olarak bulmuşlardır. Havza ortalama birim hidrografı pik debisini 434.8 L/s olarak tespit etmişlerdir.

Babayiğit ve Tekeli (2000), havza alanı 18.7 km2 olan Ankara-Haymana Çatalkaya havzasında 1984-1999 su yıllarını içine alan ilk beş yıllık araştırmanın sonuçlarına göre ortalama yağmur 430.3 mm ve ortalama akım 43.81 mm olarak gerçekleşmiştir. Havzanın 60 dakikalık ortalama birim hidrografının elemanlarını ise Q_p=2753.9 l/s, T_p=2.0 saat ve T_b=7.17 saat olarak hesaplamışlardır.

Dolcine et al. (2001), son yıllarda radar bilgileri kullanılarak yağış miktarının belirlendiği modellerin birçok çeşitlerinin geliştiğini, ancak bunların yararları ve kullanımlarını sınırlayan faktörleri açısından henüz detaylı bir şekilde değerlendirilmediğini ifade etmişlerdir. Buna örnek bir çalışmada 1, 2 ve 4 saat süreli yağış miktarları kullanılarak Gardan d'Anduze adlı havzada yapılan test sonucunda en iyi performans değeri 2 saat süreli yağışlardan elde etmişlerdir.

Bakanogulları ve Baran (2002), Vize deresi havzasında 1985-1999 su yıllarını içeren 15 yıllık süre için elde edilen yıllık havza ortalama yağısı 535.5 mm, yıllık ortalama yüzey akısı ise 6.62 mm olarak tespit etmişlerdir. Bu akısın havza ortalama su verimi olarak değeri 30716.8 m^3/yıl olrak bulmuşlardır. Vize deresi havzasında yapılan çalışmalar sonucu bir saatlik birim hidrografın taşkın pik debisi 346.5 L/s olarak hesaplanmıştır. Bulunan birim hidrograf elemanları bazı sentetik yöntemlerle elde edilen birim hidrograflarla karşılaştırılmıştır.

Bakanogulları ve Akbay (2002), alanı 8.26 km^2 olan, İstanbul-Çatalca Damlıca deresi havzasında yağış–akış ilişkilerinin ve özellikle akış karakteristiklerinin tespiti amacıyla 1982 su yılında başlatılan araştırmanın geçen 20 yıllık verilerini sunmuşlardır. Havzadaki bir akım ve üç yağış istasyonundan elde ettikleri rasatları değerlendirmişler; havzanın yıllık ortalama yağışını 687.6 mm ve ortalama yüzey akısını ise 54.2 mm olarak tespit etmişlerdir. Kaydettikleri en yüksek taşkın debisi 3664 L/s'dir. Değişik zamanlarda gözledikleri taşkınlardan elde edilen 60 dakikalık havza ortalama birim hidrografının pik debisi ise Q_p = 456 L/s olarak bulunmuştur.

Kaya ve Helaloglu (2002), alanı 26.25 km2 olan Şanlıurfa Kızlar deresi havzasında 1982–2001 su yıllarını içeren süre için havzada bulunan beş yağış ve bir akış istasyonu rasatlarını değerlendirmiş, havzanın yıllık ortalama yağışını 428.1 mm ve ortalama yüzey akısını ise 18.85 mm olarak tespit etmişlerdir. Bu akısın 2.36 mm'si yüzey akış, 0.07 mm'si yüzey altı akış ve 11.70 mm'sinin ise taban akışı olduğunu ifade ederek, havzanın yıllık ortalama yüzey akış katsayısını % 0.58 ve en büyük taşkın debisini 10875 L/s olarak 01.11.1984 tarihinde tespit etmişlerdir. Havzanın 60 dakika süreli ortalama birim hidrografının pik debisini Qp = 5170 L/s olarak bulmuşlardır. Günlük havza ortalaması 4.0 mm'nin üzerinde ve iki yağış arasındaki süre 210 saatten az olan yağışların genellikle yüzey akış meydana getirdiğini ifade etmişlerdir.

Madenoglu (2002), Samsun Minöz deresi havzasında yürüttüğü araştırmanın ilk beş yıllık (1994–1998) sonuçlarına göre, 8.687 km2 olan havzanın yıllık ortalama yağısını 428.1 mm ve buna karşılık ortalama yüzey akışını ise 18.85 mm olarak bulmuştur. Havza ortalama birim hidrografın pik debisi Q_p = 1038.32 L/s olarak belirlemiştir.

Oguz ve Balçın (2002), alanı 7.376 km2 olan Tokat-Zile Akdoğan deresi havzasında 1987–2002 su yıllarını içeren süre için hidrolojik araştırma sonuçlarını sunmuşlardır. On beş yıllık araştırma sonuçlarına göre havza ortalama yağış miktarını 552.9 mm ve ortalama yüzey akış miktarını 35.92 mm olarak tespit etmişlerdir. En büyük taşkın debisi 10.06.1995 tarihinde 1700 L/s olarak ölçmüşlerdir. Havza ortalama bir saatlik birim hidrografının pik debisini Q_p = 1551 L/s olarak bulmuşlardır. Araştırma havzası birim hidrograf metodu katsayıları; Snyder yöntemi için Ct = 0.320 ve Cp =0.990; Mockus yöntemi için K = 0.319 ve H = 0.854 olarak tespit etmişlerdir.

Sheridan et al. (2002), Amerika'nın güneydoğusunda düz veya kıyı alanlarda yer alan sekiz farklı araştırma havzasında 46 adet yağış fırtınasını kullanarak sentetik birim hidrograf geliştirmesi çalışması yapmışlardır. Özellikle havza alanı ve ana akarsu kolu eğimi gibi havza karakteristikleri ile taşkın pik debisi arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Elde edilen bulgular ile Amerika Birleşik Devletleri'nin güneybatısında yağış-akış ölçümlerinin yapılmadığı düz alanlı havzalar için bir model geliştirilmesinde gerekli olan hidrolojik verileri saptamışlardır.

Tekeli ve Babayigit (2002), Ankara-Yenimahalle Güvenç deresi havzasında 1984-2001 dönemi için yıllık yağış ortalamasını 497.9 mm ve 1987-2001 döneminde ise ortalama 496.4 mm'lik yağışa karşılık 119.32 mm akış olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca havzanın ortalama birim hidrograf pik debisini Q_p = 4362.1 L/s, Snyder yöntemi katsayılarını Ct = 0.432 ve Cp = 0.525; Mockus yöntemi katsayılarını K = 0.225 ve H = 2.150 olarak tespit etmişlerdir.

Bakır ve ark.,(2003). Erzurum, Ilıca, Sinirbaşı Deresi havzasında 1997-2002 dönemi için yıllık yağış ortalamasını 322.4 mm, 1998-2002 döneminde ise, ortalama 325.0 mm yağışa karşılık 101.3 mm ortalama akım tespit etmişlerdir.DSİ, Snyder ve Mockus sentetik birim hidrograf metotlarına gore pik debiler ve pike ulaşma sürelerini sırasıyla 0.384 m^3/s, 0.77 saat, 0.302 m^3/s, 0.77 saat olarak tespit etmişlerdir.

Gardner and Muck (2003), İngiltere Hidroloji Enstitüsü'nü temsilen, Kuzey İrlanda'da 17 küçük havzada kaydedilen 190 adet yağış fırtınasını inceleyerek taşkın pik değeri ile yağış fazlası merkezi arasındaki zamanı ifade eden anlık birim hidrografta pike erişme zamanını tahmin etmişlerdir. Havza karakteristiklerinin de dikkate alındığı bu çalışmada elde edilen değerin, kullanılan ampirik yöntemlerden elde edilenden daha büyük olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun Kuzey İrlanda'nın bölgesel farklılığından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Oguz ve Balçın (2003), alanı 7.0 km^2 olan Tokat Ugrak havzasında 1977–2002 su yıllarını içeren araştırmalarının sonucunda, 26 yıllık sürede havzanın ortalama yıllık yağısını 485.5 mm, akısını değerlerinin alınmaya başlandığı 1978–2002 su yıllarını kapsayan 25 yıllık dönemde yıllık ortalama yağısı 483.6 mm, ortalama akışı 55.64 mm olarak belirlemişlerdir. 15 dakika süreli birim hidrografının pik debisini Q_p = 4022 L/s olarak tespit etmişlerdir. Bu havza için Snyder yöntemi katsayılarını Ct = 0.236 ve Cp = 0.999 ve Mockus yöntemi katsayılarını K = 0.343 ve H = 0.718 olarak hesaplamışlardır.

Karaş (2004), Bilecik-Pazaryeri Kurukavak deresi havzasında 1984-2003 su yıllarında alan ilk yirmi yıllık araştırmanın sonuçlarına göre ortalama yağışı721.5 mm ve ortalama akımı 122.17 mm olarak bulmuşlardır. 15 dakikalık ortalama birim hidrografının elemanları ise Q_p=1656.21 l/s, T_p=0.82 saat ve T_b=5.42 saat olarak hesaplanmış; havzaların sentetik birim hidrografının çıkarılmasında kullanılacak olan Mockus metodu katsayıları K=0.275, H=1.018 olarak, Snyder metodu katsayıları, Ct=0.199, Cp=0.972 olarak belirlemiştir.

Istanbulluoglu ve ark., (2005), Trakya bölgesinde yaptıkları araştırma ve değerlendirme sonucunda Turc yönteminde yer alan L parametresinin hesaplandığı eşitlikteki 300 olan A katsayısının 601 olarak değiştirilmesini önermişlerdir. Yine aynı araştırma ve değerlendirmelerden Snyder yönteminde yer alan, birim hidrografın yükselme zamanı ve taşkın debisi hesaplamalarında kullanılan Ct ve Cp katsayılarının sırasıyla 1.8-2.2 ve 0.5-0.7 yerlerine 0.78-2.04 (ortalama 1.41) ve 0.34-0.78 (ortalama 0.56) olması; Mockus yönteminde taşkın pik debisinin sönünceye kadar ki geçen zamanı veren H ve birim taşkın debisinde etkili olan K katsayısının sırasıyla 0.208 ve 1.67 yerine 0.134-0.247 (ortalama 0.190) ve 1.29-3.52 (ortalama 2.40) olması gerektiğini önermişlerdir.

Ozcan, (2007), Akarsu havzaları içinde, büyüyen yerleşimler, açılan yeni yollar ve kurulan yeni tesisler ile arazi yapısının değişmesi, elverişsiz tarım yöntemleri ile toprakların daha yoğun bir şekilde kullanılması, ormanlar ve meraların tahrip edilmesi sonucunda, taşkın afetlerini giderek daha büyük ve sık olduğunu vurgulamıştır.

Aksu, (2007), yapmış olduğu çalışmasında, Hurman Çayı Havzası'nda yağış-akış ve sediment ilişkilerini inceleyerek ampirik yöntemlerle hesaplanan süspanse sediment verimleriyle, ölçümle bulunan sediment verimlerini karşılaştırmıştır. Yıllık en büyük yağışlardan dağılım analizi ile farklı yinelenmeli yağış değerlerini hesaplayarak bu yağışların oluşturabileceği farklı yinelenmeli akış ve artım akış değerlerini belirlemiştir. Elde edilen birim hidrograf yardımıyla taşkın hidrograflarını hesaplamıştır. Taşkın hidrografları, yıllık en büyük akışların dağılımı analizi ile de hesaplanarak birim hidrografla bulunan taşkın değerleriyle karşılaştırmıştır. Ölçülen akımlar ve bunlara karşılık gelen sediment değerlerinden yararlanılarak havzanın sediment anahtar eğrisi çıkarmıştır. Günlük ortalama akım değerleri kullanılarak anahtar eğrisi eşitliğinden havzanın sediment verimi 23.745 ton/yıl/km^2 olarak hesaplamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, Antakya il merkezinden geçen Asi nehrine gelen yan derelerden, Ballıöz, Kisecik, Altınçay, Karaksı, Gülderen, Dikmece, Kuyucak, Arpalı ve Karaali derelerinde, yürütülmüştür. 1960-2014 yıllarını kapsayan 54 yıllık yağış verisi Antakya meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir. 24 saatlik maksimum yağış verileri istatistiksel yöntem kullanılarak farklı yinelenme yılları 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl için hesaplanmıştır. 500 ve 1000 yıllık yağışların oluşturacağı taşkın debileri hidrograf analizinde kullanılmamıştır. Genellikle ülkemizde taşkın koruma yapılarının projelerinde 100 yıllık taşkın debileri kulanılmaktadır.

Topografik harita 27x27 m hücre tabanlı raster harita olarak NASA, GLD veri tabanından elde edilmiştir. Çalışma alanı bitki örtüsü ve arazi kullanımı haritaları 1/25000 ve 1/1000000 ölçekli il özel idaresine (eski KHGM) ait haritalardan yararlanılmıştır.

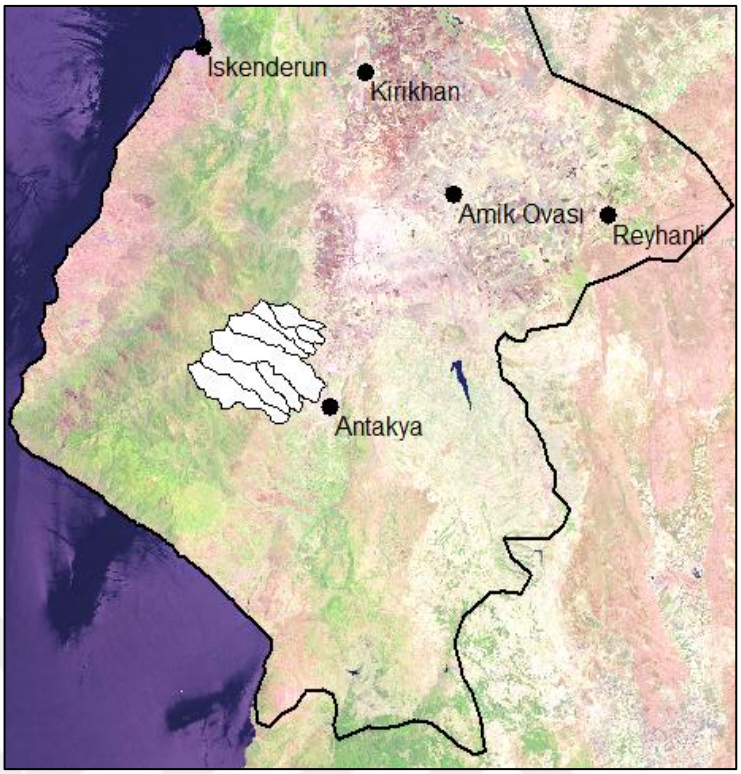
Derelerin konumu, toprak özellikleri, yağış verileri, bitki örtüsü, arazi kullanım durumunun sayısallaştırılması ve veri tabanının oluşturulmasında ArcGIS ve ILWIS 3.6 CBS paket programları kullanılmıştır.

3.1.1. Çalışma Yapılan Derelerin Konumu ve Özellikleri

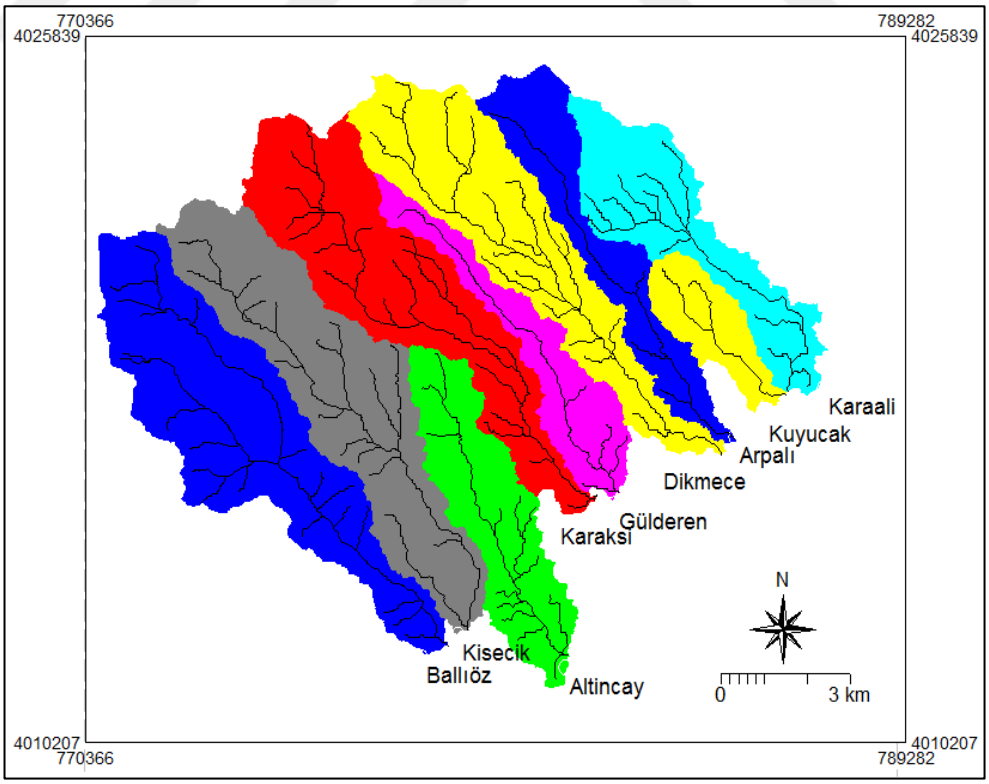
Antakya il merkezinden geçen Ballıöz, Kisecik, Altınçay, Karaksı, Gülderen, Dikmece, Kuyucak, Arpalı ve Karaali isimli dereler Amik Ovası'na su sağlayan Asi nehrini besleyen derelerdir. Bu derelerin konumunu gösteren harita Şekil 3.1'de derelerin akış yolları ve havza sınırları ise Şekil 3.2'de verilmiştir.

Ballıöz ve Kisecik dereleri Antakya yerleşim merkezine doğru birleşerek her iki kol Hanna deresi adını almaktadır.

Asi nehrine, Türkiye ile Suriye sınırını teşkil eden kesiminde Beyaz çay ve Madenboyu deresi katılır. Asi nehri, Antakya'nın kuzeyinde Küçük Asi ile birleşir. Küçük Asiye Amik gölü havzasındaki Karasu, Comba, Muratpaşa ve Afrin çayları katılır. Atakya geçişinde ise Kavaslı, Hacı Küriş, Altınçay, Hanna, Narlıca, Dikmece, Sümberi dereleri, Samandağ ilçesine doğru Küçük Karaçay ve Büyük Karaçay dereleri katıldıktan sonra Akdenize dökülür.



Şekil 3.1. Derelerin konumu



Şekil 3.2. Derelerin akarsu kolları ve havza sınırları

3.1.2. İklim Özellikleri

Akdeniz Bölgesi içerisinde yer alan Antakya'nın büyük kesimi Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Ancak yükselti ve karasallığa bağlı olarak çeşitli farklılıklar da mevcuttur. Genel olarak kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer.

Asi Havzasının iklim özelliklerini, iklimsel verilerdeki faklılıklar nedeniyle, Dörtyol-Hassa çizgisiyle, kuzey ve güney bölümü olarak ikiye ayırarak incelemek daha yararlı olmaktadır. Güney bölümünde, yağış yaz aylarında yok denecek kadar azdır. Yıllık yağış toplamı 1200 mm (Antakya) ile 568 mm (Kırıkhan) arasında değişmekte olup güney bölgesinin yağış ortalaması 858 mm kadardır. Yağışın en düşük olduğu aylar genellikle temmuz ve ağustos ayıdır. Bazı yıllarda haziran, temmuz ve ağustos aylarında hiç yağışın olmadığı görülmüştür. Yağışın en yüksek olduğu aylar ise aralık ve ocak aylarıdır. Kuzey bölümünde de yaz aylarında yağış yok denecek kadar azdır. Yıllık yağış toplamı 551 mm (Kilis) ile 844 mm (İslahiye) arasında değişmekte olup kuzey bölgesinin yağış ortalaması 720 mm kadardır. Yağışın en yüksek olduğu aylar ise yaz aylarıdır. Haziran-eylül ayları arasında hiç yağış alınmayan aylar oldukça sıktır.
Aylık ortalama sıcaklıklar 7.4 °C (Kırıkhan) ile 29.7 °C (Kırıkhan) arasında değişmektedir. Bölgenin ortalama sıcaklığı 19 °C'dir. Yıllık toplam buharlaşma 1307 mm (Dörtyol) ile 1877 mm (Antakya) arasında değişmektedir.

Aylık ortalama sıcaklıklar 5 °C (İslahiye) ile 27.8 °C (Kilis) arasında değişmektedir. Bölgenin ortalama sıcaklığı 17.4°Cdir. Yıllık toplam buharlaşma 1486 mm (Kilis) ile 1855 mm (Yumurtalık) arasında değişmektedir.

08-09 Mayıs 2001 Tarihinde meydana gelen Antakya taşkını, Antakya merkezinde ve Amik Ovasında, ilk 24 saatte 137 kg ikinci 24 saatte 432 kg olmak üzere 48 saatte toplam 569 kg yağış düşmüştür. Bu yağış 2 günlük süre içinde yıllık ortalama toplam yağışın %50'sine karşılık gelmektedir. Antakya çıkışından sonra diğer yan derelerinde Asi ile birleşmesinden sonra, Asi nehrinin denize döküldüğü yerdeki debisi 1350 m^3/sn'ye ulaşmıştır.

Yan derelerin proje debileri 10 ve 50 yıllık yinelenme taşkın debilerine göre boyutlandırılmış olupson yağışlar daha büyük boyutlu olduğundan kesitler yetersiz kalmıştır.

3.1.3. Toprak Özellikleri

Çalışma alanında yer alan büyük toprak gurupları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu gurupların alt birimlere ayrılmasında esas olan eğim ve derinlikle ilgili toprak özellikleri Çizelge 3.2, ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Büyük toprak gurupları

Toprak Grubu	**Simge**
Kahverengi Orman Toprağı	M
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı	N
Kolüvyal Toprak	K

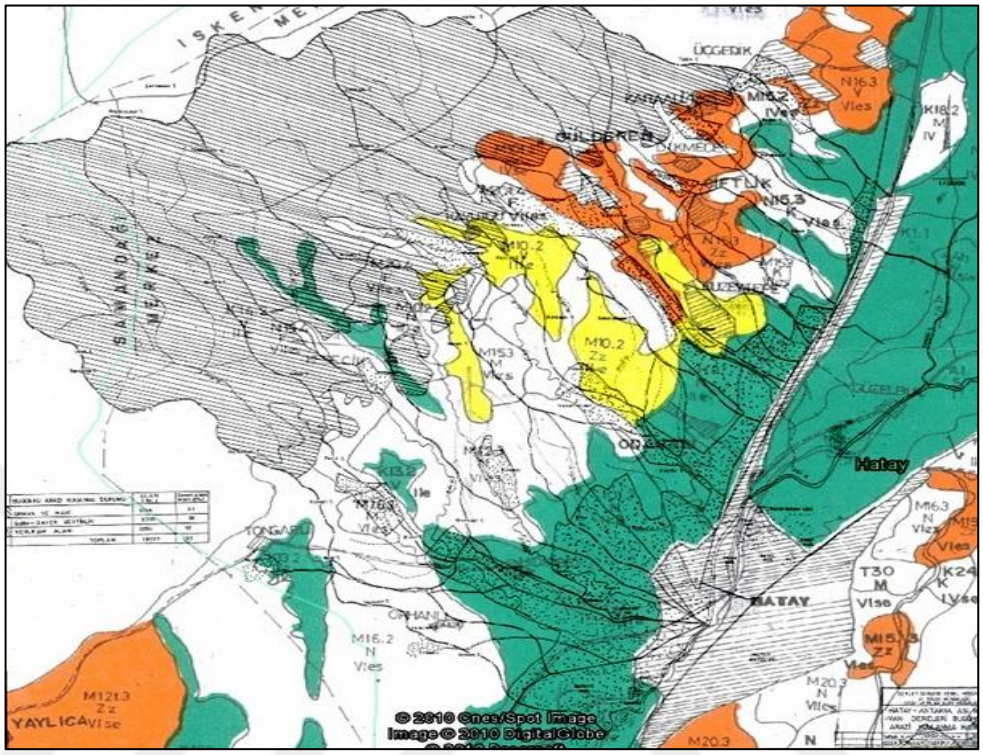
Çizelge 3.2. Toprak eğim derinlik kombinasyonu

Eğim (%)	**Derinlik(cm)**				
	Derin 90+	**Orta Derin 90-50**	**Sığ 50-20**	**Çok Sığ 20-0**	**Litozolik**
0-2	1	2	3	4	25
2-6	5	6	7	8	26
6-12	9	10	11	12	27
12-20	13	14	15	16	28
20-30	17	18	19	20	29
30+	21	22	23	24	30

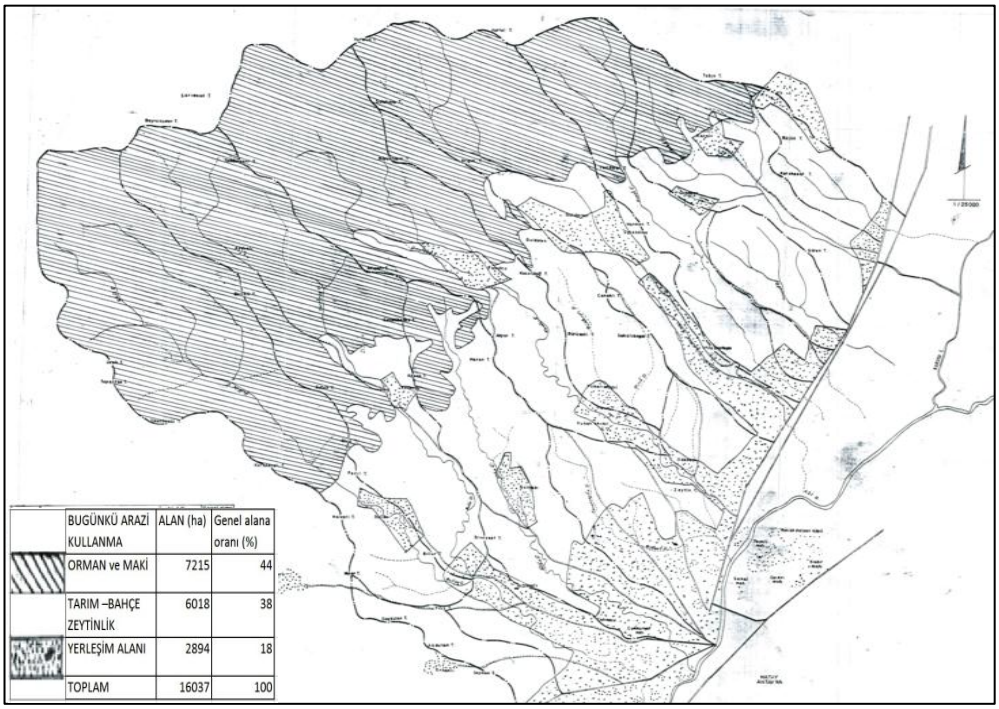
Çizelge 3.3. Çalışma alanı kolüvyal toprak eğim derinlik kombinasyonu

Eğim %	**Bünye**	**Derinlik(cm)**				
		Derin 90+	**Orta Derin 90-50**	**Sığ 50-20**	**Çok Sığ**	**Litozolik**
0-2	İnce	1	2	3		32
	Orta	4	5	6		
	Kaba	7	8	9		
2-6	İnce	10	11	12		33
	Orta	13	14	15		
	Kaba	16	17	18		
6-12	İnce	19	20	21		34
	Orta	22	23	24		
	Kaba	25	26	27		
12-20		28	29	30	31	35

Çalışma alanı büyük toprak grupları Şekil 3.3 ve arazi kullanımı haritası Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Büyük toprak grupları haritası



Şekil 3.4. Çalışma alanı arazi kullanım haritası

3.2. Yöntem

Bu çalışmada akım verileri olmayan Antakya yan derelerinin taşkın analizi sentetik birim hidrograf yöntemi ile belirlenmiştir. Bu bölümde, hidrograf ve sentetik birim hidrograf hakkında bilgi verilmiş, sentetik birim hidrografın geliştirilmesi için gerekli veriler ve bu verilerin elde edilme yöntemleri açıklanmıştır.

3.2.1. Sentetik Hidrograf

Bir akarsuyun debisi ile zamanın grafiklenmesine hidrograf denmektedir. Bir havzada bir birim yüzey akışın oluşturduğu hidrografa ise birim hidrograf denir. Birim hidrograflar, yağış ve yüzey akış verileri bulunmayan havzalarda, havzanın fiziksel özellikleri kullanılarak oluşturulan ampirik eşitlikler yardımıyla sentetik olarak elde edilirler. Sentetik birim hidrograflar, birim derinlikteki yüzey akışın oluşturduğu en büyük debiyi vermektedir.

Bu yöntemin amacı istenilen yinelenme ve kritik sürede artım akış ile birim hidrograf pik debisinin belirlenmesidir. Birim hidrograf pik debisi 1 mm'lik yüzey akışın meydana getirdiği debi olduğuna göre artım akış ile birim hidrograf pik debisinin çarpımı doğal olarak taşkın debisini verecektir, ancak bu debi süperpozesiz taşkın debisidir. Süperpozeli yöntemlerde ise istenen yinelemedeki taşkın debisi, artım akış ve birim hidrografın süperpozisyonu ile belirlenebilir. Artım akışların belirlenebilmesi için drenaj alan yağışı ve hidrolojik toprak grubu numarasının (CN) bilinmesi gerekir. Birim hidrograf pik debisinin belirlenmesi için havza alanı, ana suyolu uzunluğu ve eğimi, havza maksimum ve minimum yüksekliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

3.2.2. Havza Özellikleri

Havza özelliklerini belirlemede çalışma alanı sayısal topografik haritası ILWIS programına aktarılmış ve yapılan interpolasyon sonucu sayısal yükseklik haritası oluşturulmuştur. Bu harita kullanılarak önce akış yönleri daha sonra su birikim haritası drenaj ağı haritası, akarsu derecelerini veren haritalar elde edilerek havzaların çıkış noktaları belirlenmiştir. Havzalardan su çıkış noktaları dikkate alınarak, derelerin havza sınırları ve alanları poligonlar şeklinde belirlenmiştir. Havzaları gösteren harita üzerinde her havza için havza minimum yüksekliği ve havza maksimum yüksekliği elde edilmiştir.

3.2.3. Havza Ağırlık Merkezinin Ana Suyolu İzdüşümü İle Havza Çıkış Noktası Arasındaki Suyolu Mesafesi

Havza ağırlık merkezi tespit edilerek en yakın mesafeden ana suyolu üzerine çizilen dik çizginin ana suyolunu kestiği nokta ile havza çıkış noktası arasındaki mesafe ILWIS programında ölçülerek bulunmuştur.

3.2.4. Drenaj Alanı Yağışı

Havzayı temsil ettiği kabul edilen yağış gözlem istasyonunun maksimum yağışları 24 saatliktir, bu nedenle 24 saatlik yağışların drenaj alanı yağışlarına dönüştürülerek havzada maksimum taşkını meydan getiren kritik yağışın süresi ve şiddeti belirlenmelidir.

Drenaj alanı yağışı aşağıda verilen formül ile belirlenir;

$$DAY = P \cdot PK \cdot YADK \cdot MF \quad (3.1)$$

Burada;

DAY, Drenaj alanı yağışı, P, istenilen yinelenme yılı için 24 saatlik maksimum yağış, PK, pülviograf katsayısı, YADK, yağış alanı dağılım katsayısı, MF ise maksimize faktörüdür.

P; Yağış istasyonunun 24 saatlik maksimum değerlerinin frekans analiz sonucunda 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli olarak belirlenir.

PK; Maksimum yağışlar frekans atlasından alınır (DSİ)

YADK; 25 km^2'den küçük alanlar için 1, daha büyük alanlar için yağışın alan dağılım katsayılarını veren grafiklerden alınır.

MF; maksimize faktörü olup, Türkiye'de plüviograf sayısının ve gözlem süresinin yeterli olmaması nedeniyle elde edilen değerlerin maksimum yağış miktarlarını temsil edemediği düşünülerek bu değerler 1.13 ile çarpılarak maksimize edilmektedir.

3.2.5. Farklı Yinelenme Yılları İçin Yağış Değerleri

Dağılımın, Gumbel Dağılımı'na uygunluğunu kontrol etmek için 24 saatlik maksimum yağış verileri, Weibull yöntemi ile Gumbel olasılık kâğıdı üzerine noktalanmıştır. Üç nokta yöntemi kullanılarak Kolmogorow-Smirnov testi uygulanmıştır (Ek 1).

Gumbel yönteminde, verilerin standart sapmasına bağlı α değeri, verilerin ortalaması ve standart sapmasına bağlı β değeri ve ilgili tekerrüre ait en büyük yağış değerinin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilen y parametresi ve ilgili tekerrüre ait x frekans değeri arasındaki ilişkiler,. Denklem 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'te verilmiştir.

$$F(x) = \exp(-\exp(-y)) \quad (3.2)$$

$$x = y(\alpha) + \beta \quad (3.3)$$

$$\alpha = 1.28 / \sigma \quad (3.4)$$

$$\beta = \mu - (0.45 \times \sigma) \quad (3.5)$$

Burada;

x: Aranan en büyük yağış değeri, (mm), σ : Standart sapma, μ : Uzun süreli en büyük yağışların ortalaması (mm) dır.

Q_{500} ve Q_{1000} taşkınlarının pik debileri, Q_{10} ve Q_{100} taşkınlarına ait pik debilerin birer fonksiyonu olarak Van Te Chow formülleri ile hesaplanmıştır (Özer, 1990).

Van Te Chow'a göre 500 yıllık tşkın debisi 10 yıllık ve 100 yıllık taşkın debisinden Denklem (3.6) ile tahmin edilebilmektedir.

$$Q_{500} = Q_{10} + 1.687 (Q_{100} - Q_{10}) \quad (3.6)$$

Burada;

Q_{500}: 500 yıl tekerrürlü taşkının pik debisi, (m^3/sn)

Q_{100}: 100 yıl tekerrürlü taşkının pik debisi, (m^3/sn)

Q_{10}: 10 yıl tekerrürlü taşkının pik debisi, (m^3/sn)

$$Q_{1000} = Q_{10} + 1.990 (Q_{100} - Q_{10}) \quad (3.7)$$

Burada;

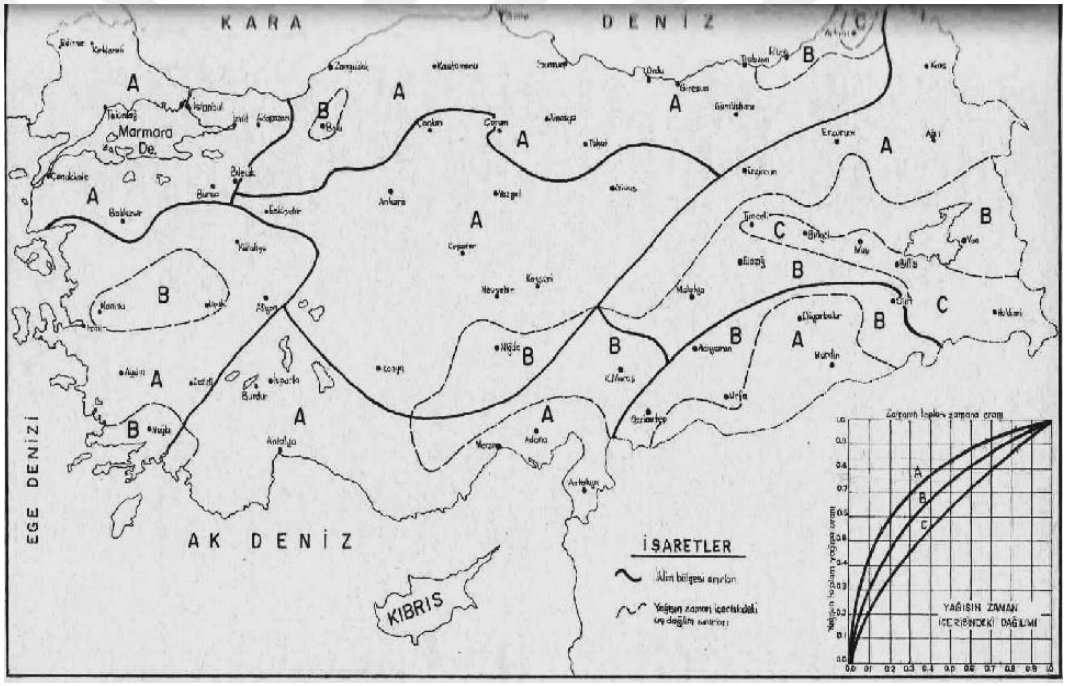
Q_{1000}: 1000 yıl tekerrürlü taşkının pik debisidir (m^3/sn).

Q_{500} ve Q_{1000} taşkın debileri, Q_{10} ve Q_{100} taşkın debilerinden yararlanılarak formüllerle hesaplandığından, diğer hidrograf elemanları mevcut değildir.

3.2.6. Yağışın Zaman İçerisindeki Dağılımı

Bir yağışın taşkına neden olma kapasitesi, o yağışın devam süresi ve yağış miktarı ile birlikte, bu miktarın zaman içerisinde dağılımına bağlıdır. Bir yağışın şiddeti devamlı olarak ve hızla artıyorsa neden olacağı taşkında büyük olacaktır.

Taşkına neden olan yağışların, zaman içerisinde nasıl dağıldığı hakkında yeterli meteorolojik bilgi yoksa yağışın zaman içerisinde dağılım grafiklerinden faydalanılır. Şekil 3.5.'de Türkiye için yağışın zaman içerisinde dağılımını veren harita ve grafik verilmiştir. Bu haritadan anlaşılacağı üzere, Hatay ili yağış dağılımını 'A' eğrisi temsil etmektedir. Bu çalışmada, yağışın zaman içindeki dağılımı A eğrisi kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Türkiye'de yağışın zaman içinde dağılımı

Bir akarsu kesitinden geçecek en büyük taşkın, yağışın drenaj alanında toplanma zamanı boyunca en çok yağış getirdiği periyodunda meydana gelecektir. Bu süreye kritik yağış süresi denir (Türkyılmaz, 1996). Çalışma alanında bu süre için üst sınır 18 saattir. Alt sınır ise artım akışların analizinde belirlenmiştir. En yüksek artım akımın görüldüğü süre kritik yağış süresi olarak alınmıştır.

3.2.7. Yağışın Alan İçerisindeki Dağılımı

Genel olarak yağışın 25 km^2'lik bir alana kadar aynı şiddeti gösterdiği ve bunun üzerinde ki alanlar için yağış merkezindeki şiddetin, alan büyüdükçe azaldığı bilinmektedir. Noktasal yağış 25 km^2'ye kadar olan alanlar için aynen kullanılabilir, daha büyük alanlarda ise yağışın alan içerisinde dağılımının belirlenmesi gerekir.

3.2.8. Kritik Yağış Süresinin Belirlenmesi

Bir akarsu kesitinden geçecek olan en büyük taşkını oluşturan etkili yağışın devam süresi kritik yağış süresi olarak tanımlanır. Bu sürenin seçimi kullanılacak hidrograf yöntemlerine göre faklılık göstermektedir. Kritik yağış süresi, bir alt ve bir üst sınır arasında yer alır. Alt sınır Mockus yönteminde birim sağanak süresi kadardır. Bu süre genellikle 0.5 saat çıkmaktadır. Üst sınır ise, Türkiye kritik yağış sürelerini gösteren haritadan 18 saat olarak alınmıştır.

Bu verilerin sağlanmasından sonra Antakya yan derelerinin istenilen yinelenmedeki taşkın debileri, kritik sürelerdeki artım akışların birim hidrograf ile süperpoze edilmesiyle elde edilmiştir.

Araştırma derelerinden elde edilecek taşkın pik debileri hesaplanmasında; Aşağıda alt başlıklarda verilen sentetik hidrograf yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, yan derelerin taşkın hidrograflarını belirlemede Mockus, DSİ ve Gray sentetik hidrograf yöntemleri kullanılmıştır.

3.2.9. Hidrolojik Toprak Grup Numarasının Belirlenmesi

Bir havzada yağıştan oluşan yüzey akışı belirlemede, genellikle Amerikan Toprak Koruma Servisinin (SCS) geliştirdiği, SCS yöntemi olarak bilinen eğri numarası (CN) kullanılmaktadır. Ölçümü yapılamayan akarsuların akım verileri ise bir takım modellerle sağlanabilmektedir. Yağış-akış modeli olarak adlandırılan bu modellerden biri olan SCS CN (Curve Number) (SCS, 1987), ampirik bir model olup, yağış sonrası sızmayla kayba uğrayan suların fazlasının hesaplanması olarak adlandırılır ve küçük havzalarda ortaya çıkan su hacimlerinin tahmininde kullanılmaktadır (Mockus, 1949; McCuen, 1982).

Eğri numarasının belirlenmesinde toprak hidrolojik koşulları arazi kullanımı ve bitki örtüsü durumu göz önüne alınmaktadır. Birçok havza modellerinde yüzey akışı belirlemede SCS-CN yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

CBS bu yöntemin kullanımını basitleştirmiş, özellikle CBS teknolojilerindeki ilerleme ve sayısal yükseklik modellerindeki artan kalite ile hidroloji, su kaynakları ve çevre ile ilgili araştırmalarda uygulamaları artırmıştır (Moore ve ark., 1991).

SCS yöntemi yüzey akış hesaplamada doğru sonuçlar vermesi nedeniyle çok sayıda araştırmacı tarafından yüzey akış hesaplamalarında kullanılmıştır (Rao et. al.,1996; Sharma et al. 2001; Chandramohan and Durbude, 2001; Sharma and Kumar, 2002).

Keskinkılıç (2007), Hatay il sınırları içerisinde hidrolojik toprak gruplarının belirlenmesi ve yüzey akış tahmini için yapmış olduğu çalışmada, FAO tarafından sınıflandırılmış, büyük toprak gruplarını gösteren harita, arazi kullanımı ve bitki örtüsü haritası, sayısal yükseklik haritası veri olarak kullanmıştır. Kullanılan bu haritalardan, CBS ile bakı, su birikim, akış yönleri, akarsu dereceleri, CN değerlerini veren haritalar oluşturulmuş ve yüzey akış hesaplamalarında kullanmıştır.

Çalışmada, ayrıca STRM yükseklik verisi kullanılarak, Asi havzası sayısal yükseklik haritası elde etmiş, sayısal yükseklik haritasından, su akış yönleri, su brikim haritaları, akarsu dereceleri ve bu derecelere göre çalışma alanında alt havza sınırlarını belirlemiş ve haritalamıştır. FAO'nun Arazi kullanımı ve bitki örtüsü haritasından CN değerlerini belirlemede ArcSWAT yazılımını kullanmıştır. FAO harita bilgileri bu yazılıma aktarılarak CN eğri numaraları her toprak grubu ve arazi kullanımına göre belirleyerek haritalamıştır.

Asi havzasında bulunan yağış gözlem istasyonlarının konumları ve ortalama yıllık yağış haritaları geliştirmiş ve bu yağış verileri ILWIS CBS programında interpolasyonla Asi havzası yıllık ortamla yağış dağılımı haritalarının elde edilmesinde kullanmıştır. Yağış dağılımı haritası ile CN değerleri gösteren haritalar harita hesaplama menüsü kullanılarak alt havzalarda yüzey akışları hesaplamıştır. Bu çalışmada, dere havzaları için CN değerleri bu çalışma sonuçlarından alınmıştır.

SCS yöntemi ile yüzey akış hesaplamalarında kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir.

$$I_a = S_i + S_{dp} \tag{3.8}$$

Burada,

I_a, başlangıç kayıpları, S_i, yüzeyde hiç akım başlamadan önceki toplam tutulan miktar ve S_{dp} ise çukurlarda depolanan kayıplardır.

SCS yönteminde yağış akış ilişkisi geliştirilirken, yağış üç kısma ayrılır: doğrudan akım (Q), süzülen miktar (F) ve başlangıç kayıpları (I_a).

P,Q, I_a ve F arasında aşağıdaki gibi bir ilişki olduğu kabul edilir (Tülücü, 2002).

$$\frac{\mathrm{F}}{\mathrm{S}} = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{P} - \mathrm{I_a}} \tag{3.9}$$

Süzülen miktar ise şöyle verilir.

$$F = (P - I_a) - Q \tag{3.10}$$

Denklem (3.10) denklem (3.9)'da yerine konursa şu ilişki bulunur.

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \tag{3.11}$$

Burada, Q, yüzey akışa geçen su miktarı (mm), P, yağış (mm), S ise su tutma potansiyelidir.

Denklem (3.8)'de verilen başlangıç kayıpları (I_a), bitki ve toprak yüzeylerinde tutulan ve çukurlarda biriken su ile infiltrasyon miktarının toplamına eşittir. Genelde ilk tutma, maksimum su tutma miktarının diğer bir deyişle, su tutma potansiyelinin %20 si kadar alınır. Bu durumda ilk tutma 0.2 olarak alınırsa denklem (3.11) aşağıda verildiği gibi yazılır (Tülücü 2002).

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \tag{3.12}$$

Burada, Q, yüzey akışa geçen su miktarı (mm), P, yağış (mm), S ise su tutma potansiyelidir.

Denklem (3.12) kullanılarak belli bir yağışdan meydana gelecek akımı bulmak için bilinmeyen S'nin tahmin edilmesi gerekir. Bu amaçla, eğri numarası (CN) geliştirilmiştir.

Başlangıç kayıpları, bitki örtüsü ve arazi kullanımına göre değişir. Bu durum aşağıda verilen ilişkiden yararlanılarak 0-100 arasında sayılar ile belirtilmiştir. Bu sayılar yüzey akış eğri numarası (CN) olarak adlandırılır. 100 değeri yüzey akışın maksimum olduğu alanları gösterir, diğer bir ifadeyle infiltrasyonun sıfır olduğu sert zeminleri ifade eder.

$$CN = \frac{25400}{254 + S} \tag{3.13}$$

Burada, CN, eğri numarası, S, su tutma potansiyelidir.

Denklem (3.13) kullanılarak, su tutma potansiyelini veren aşağıdaki denklem elde edilmiştir.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \tag{3.14}$$

Denklem (3.12) ve Denklem (3.14) birleştirilirse aşağıdaki şekli alır (Tülücü, 2002).

$$Q = \frac{\left[P - \left(\frac{5080}{CN} - 50.8\right)\right]^2}{\left[P + \left(\frac{20320}{CN} - 203.2\right)\right]} \tag{3.15}$$

Ampirik analizler, CN değerinin, toprak grubu, yüzey örtüsü ve önceki nem durumunun bir fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Bütün bu bilgilere dayanarak büyük havzalar alt havzalara ayrılıp daha homojen durumlar yaratılabilir. CN değeri her alt havza için tahmin edilebilir ve bunlar araziye göre tartılı ortalaması alınarak bütün havza için tek bir CN değeri de bulunabilir (Tülücü, 2002).

Çalışma alanındaki mevcut toprakların en önemli özelliği infiltrasyon kapasiteleridir. Yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip topraklar az infiltrasyon kapasite sahip olandan daha az yüzey akış meydana getirir. İnfiltrasyon hızını değiştirecek çok sayıda etmen vardır. Bunlar, toprağın tekstürü gibi fiziksel karakteristikleri, toprağın başlangıçtaki nem durumu, yüzey akımı yüzeydeki su derinliği ve doygun tabakanın kalınlığı ve bitki örtüsü olarak sıralanabilir (Tülücü, 2002).

Yağmur süresi boyunca toprağa sızan su, yüzey akış miktarına önemli derecede etki eder. Toprak yüzeyinden sızan su, toprağın nem açığı ve geçirgenliğine bağlı olarak derine doğru hareket eder. Toprak içerisinde geçirimliliği düşük olan katman bulunması halinde derine sızan su miktarı azalır. Bu nedenle, topraklar infiltrasyon hızı ve su geçirgenliğine göre hidrolojik olarak, A, B, C ve D olmak üzere dört ana gruba ayrılmıştır. Bu gruplar için eğri numaraları farklı şekilde belirlenmiştir. Toprakların hidrolojik bakımdan gruplara ayrılmasında göz önüne alınan ölçüler aşağıda açıklanmıştır.

A grubu (Düşük yüzey akış potansiyeline sahip topraklar): Tamamen ıslandıkları durumda infiltrasyon hızı yüksek ve geçirgenliği fazla olan topraklardır, dolayısıyla hidrolojik bakımdan düşük yüzey akış potansiyelini belirtirler. Genellikle kumlu, az kil ve silt içeren topraklar bu gruba girer. Bu gruptaki toprakların geçirgenliği 11.4-7.8 mm/saat arasındadır.

B grubu (Orta dereceden düşük yüzey akış potansiyeli olan topraklar): Tamamen ıslandıkları durumda infiltrasyon hızı ve geçirgenliği orta derecede olan topraklar bu gruba girer. İnce ve kaba tanelerin karışımından meydana gelen bu topraklar orta derecede yüzey akış potansiyeline sahiptir. Bu gruptaki toprakların geçirgenliği 3.8 - 7.6 mm/saat arasındadır.

C grubu (Orta dereceden yüksek yüzey akış potansiyeli olan topraklar): Tamamen ıslandıkları durumda infiltrasyon hızı ve geçirgenliği orta dereceden daha az olan topraklar bu gruba girer. Oldukça önemli derecede kil içeren bu topraklar orta derecede yüksek yüzey akış potansiyeline sahiptir. Bu gruptaki toprakların geçirgenliği 1.3–3.8 mm/saat arasındadır.

D grubu (Yüksek yüzey akış potansiyeli olan topraklar): Bu gruba giren topraklar, tamamen ıslandıkları durumda düşük infiltrasyon hızı gösterir ve geçirgenliği çok düşük olan topraklardır. Fazla miktarda kil içeren ve yüzeye yakın geçirimsiz bir

katmanı bulunan bu topraklar yüksek yüzey akış potansiyeline sahiptir. Bu gruptaki toprakların geçirgenliği 1.3 mm/saat'den azdır.

SCS yönteminde göz önüne alınan yüzey akış eğri numaraları, toprağın kullanma durumu, bitki ekim şekli, hidrolojik koşul ve hidrolojik toprak gruplarına göre Çizelge 3.4.'de verilmiştir (Tülücü, 2002).

Çizelge 3.4. Değişik koşullar için yüzey akış eğri numaraları

Arazi kullanma şekli veya örtü durumu	Ekim şekli	Hidrolojik koşul	Hidrolojik toprak grubu			
			A	B	C	D
Nadas	Sürülmüş	-	77	86	91	94
Sıra bitkisi	Sıra	Kötü	72	81	88	91
	Sıra	İyi	67	78	85	89
	Kontur	Kötü	70	79	84	88
	Kontur	İyi	65	75	82	85
	Teras	Kötü	66	74	80	82
	Teras	İyi	62	71	78	81
Küçük taneli bitki	Sıra	Kötü	65	76	84	88
	Sıra	İyi	63	75	83	87
	Kontur	Kötü	63	74	82	85
	Kontur	İyi	61	73	81	84
	Teras	Kötü	61	72	79	82
	Teras	İyi	59	70	78	81
Kapalı tohumlu bakliye veya çayır	Sıra	Kötü	66	77	85	89
	Sıra	İyi	58	72	81	85
	Kontur	Kötü	64	75	83	85
	Kontur	İyi	55	69	78	83
	Teras	Kötü	63	73	80	83
	Teras	İyi	51	67	76	80
Devamlı çayır		Kötü	68	79	86	83
		Orta	49	69	79	84
		İyi	39	61	74	80
	Kontur	Kötü	47	67	81	88
	Kontur	Orta	25	59	75	83
	Kontur	İyi	6	35	70	79
Devamlı mer'a		İyi	30	58	71	78
Orman		Kötü	45	66	77	83
		Orta	36	60	73	79
		İyi	25	55	70	77
Çiftlik, yerleşim alanı			54	74	82	86
Sert zeminli yollar			74	84	90	92

Toprak yüzeyi özelliklerinden havza bitki örtüsü infiltrasyona önemli derecede etki eder. Özellikle bitki örtüsünün varlığı, infiltrasyon miktarını artırır. Bitki örtüsü tipi

ve yoğunluğunun infiltrasyona dolayısıyla yüzey akışa etki dereceleri farklı olacağından bu özellikler, bitki örtüsü haritalarından elde edilen verilerden tahmin edilmiştir.

Yağmurdan önceki nem durumu diğer bir faktördür. Çizelge 3.4'de tahmin edilen CN değerleri normal koşullar içindir, yağıştan önce toprağın kuru veya ıslak olması yüzey akışa geçen miktarı etkileyeceğinden CN değerinin düzeltilmesi gerekir. Yağmurdan önceki nem durumunun (YÖN) düzeltilebilmesi için yağış kayıtlarına ihtiyaç vardır.

Eğer havzada toprak nem durumları normal olarak benzer arazilerin ortalamasından daha ıslak veya daha kuru ise Çizelge 3.5'de verilen sınırlara göre YÖN düzeltilir. Çizelge 3.5.'de YÖN-II ortalama koşul, YÖN-III ıslak koşul ve YÖN-I' de kuru koşul için verilmektedir.

Çizelge 3.5. SCS metodu için YÖN durumu sınıflandırması (Tülücü, 2002).

YÖN	5 gün önceki toplam yağış (mm)	
	Durgun mevsim	Büyüme mevsimi
I*	<13	<36
II	13-28	36-53
III**	>28	>53

*Durum I: Toprak kuru, fakat solma noktasına kadar değil (yeterli işleme yapılmış).

**Durum III: Doygun toprak (şiddetli yağmur veya son 5 günde düşük sıcaklık ve hafif yağmur).

3.2.10. Artım Akışların Belirlenmesi

Artım akışların belirlenmesinde 2,4,6.8.10,12 gibi her saat dilimi için ayrı ayrı olmak üzere yağışın zaman içinde dağılımı belirlenir. İstenen yineleme ve saat dilimindeki drenaj alan yağışı ile yağışın zamansal dağılım oranları çarpılır. Örneğin 2/6, 4/6, 6/6 gibi yağış değerleri bulunur.

Bulunan yağış değerlerinden akışa geçen miktarlar CN değerine göre Denklem (3.8) kullanılarak hesaplanmıştır. Yağışın zaman içinde dağılım oranlarına göre hesaplanan yüzey akışların, ilki sabit kalacak şekilde ard arda farkları alınarak, artım akışlar bulunmuştur. Bu işlem, değişik yinelenme yılları ve saatlere göre yapılmıştır.

3.2.11. Harmonik Eğimin Belirlenmesi

Bu çalışmada harmonik eğim her dere için ana suyolunun eşit parçalara bölünerek her bölümdeki eğimin karekökünün harmonik ortalamasının Denklem 3.16 ve karekökü alınarak Denklem (3.17) ile hesaplanmıştır.

$$c = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sqrt{Si}} \tag{3.16}$$

$$\boldsymbol{S = \left(\frac{m}{c}\right)^2} \tag{3.17}$$

Burada; m ana suyolu üzerindeki bölüm sayısı genellikle m=10 birim alınır. Si ise her bir bölümün eğimidir.

3.2.12. Mockus Yöntemi

Bu yöntemde birim hidrograf üçgen biçiminde olduğu kabul edilmiştir. Üçgen hidrograflar, eğrisel hidrograflar kadar güvenli sonuçlar vermektedir. Mockus yöntemi ile bir sentetik birim hidrografın geliştirilmesi işlemine, havzaya ait ana akarsu yolu uzunluğu ve eğimi kullanılarak, taşkın toplanma zamanının hesaplanması ile başlanmaktadır. Toplanma zamanı (Tc) 30 saate kadar olan havzalar için uygulanmaktadır (Chow et al., 1988). Bir havzanın en uzak noktasına düşen yağıştan oluşan yüzey akışın proje kesitine gelinceye kadar geçen süreye havzanın toplanma zamanı veya konsantrasyon süresi (Tc) denir. Tc'nin belirlenmesinde kullanılan formüller havza biçimine göre değişmektedir. Dikdörtgen şekilli havzalarda;

$$\boldsymbol{Tc = 0.00032\left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.85}}\right)} \tag{3.18}$$

Burada; Tc, toplanma zamanı (saat), L, ana suyolu uzunluğu (m), S ise harmonik eğimdir.

Daire şekilli havzalarda;

$$Tc = \frac{L^{1.15}}{3100 * H^{0.385}} \tag{3.19}$$

Burada, Tc, toplanma zamanı (saat), L, ana suyolu uzunluğu (m), H ise kot farkıdır.

Havza seklinin dikdörtgen veya daireye benzemesinin tespiti; gerçek havza alanının, havza çevresi değerinden hareketle elde edilen daire alanına oranlanması sonucu elde edilen sayıdan (d/R) yapılmaktadır. Şayet d/R sayısı 0.6–0.7 arasında bir değer veriyorsa, havza seklinin daireye benzediği kabul dilmektedir. Bunun dışındaki durumlarda havza seklinin dikdörtgene benzediği kabul edilmektedir.

Havzadan meydana gelen birim taşkın pik debisi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$qp = \frac{0.208A}{Tp} \tag{3.20}$$

Burada; qp, birim taşkın pik debisi (m^3/s) ve A, havza alanı (km^2) ve Tp, pike erişme süresidir (saat).

Diğer hidrograf elemanları hesaplarından yağış fazlası süresi;

$$\mathrm{Tr} = 2\sqrt{\mathrm{T_c}} \tag{3.21}$$

Burada, T_r yağış fazlası süresi (saat) T_c ise konsantrasyon süresidir (saat).

Gecikme zamanı,

$$\mathrm{T_p} = 0.6 \cdot \mathrm{T}_c \tag{3.22}$$

Hidrografın yükselme zamanı,

$$\mathrm{T_r} = 1.67 \cdot \mathrm{T_p} \tag{3.23}$$

Hidrografın taban süresi,

$$\mathrm{T_b} = 2.67 \cdot \mathrm{T_p} \tag{3.24}$$

Veya

$$\mathrm{T_b} = \mathrm{T_p} + \mathrm{T_r} \tag{3.25}$$

Burada; T_r, yağış fazlası süresi (saat); t_p, taşkın gecikme zamanı (saat), diğer bir İfadeyle yağış fazlası hiyetograf merkezi ve birim hidrograf taşkın pik debisi arasındaki zaman farkı; T_p, taşkın hidrografının yükselme zamanı (saat); T_r, taşkın hidrografının çekilme (alçalma) zamanı (saat) ve T_b, taşkın hidrografının toplam taban süresi (saat)'dir.

Ardından $Q = q \cdot h$ eşitliğinden havzaya ait toplam taşkın pik debisi elde edilir. Burada, havzadaki yüzey akış yüksekliği (mm) olup, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim sekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği yüzey akış eğri numarası sonucu bulunur.

Son olarak yukarıda hesaplanan veriler kullanılarak, sentetik üçgen birim hidrografın çizimi yapılır. Buradan elde edilen birim hidrograf, t_r yağış fazlası süresine ait bir birim hidrograftır. Bulunan Q_p değeri de yine t_r yağış fazlası süresine ait taşkın pik debisidir.

Ayrıca Türkiye'de Trakya Bölgesi alt havzalarında yapılan çok yıllık doğrudan ölçüm ve gözlem sonuçlarından bölge için elde edilen katsayıların kullanıldığı modifiyeli edilmiş Mockus yöntemi ile de çözüm yapılmıştır. Burada kullanılan katsayılar önerilen ortalama için H= 1.29, K = 0.190 ve maksimum için H= 2.40, K = 0.247 olarak kullanılmıştır (İstanbulluoğlu et al., 2004).

3.2.13. DSİ Sentetik Yöntemi

Bu yöntem, 1000 km^2'ye kadar olan drenaj alanları için kullanılmaktadır. Daha büyük alanlar, küçük alanlara ayrılarak her biri için ayrı hidrograf çizilir ve drenaj alanında ayrılmış olan kesitlerine göre geciktirilen hidrograflar noktalanarak bütün drenaj alanına ait hidrograf elde edilir.

Bu yöntemde 1 mm'lik akış yüksekliğinin toplam alandan oluşturacağı debi (m^3/sn);

$$Q_p = qp \cdot A \tag{3.26}$$

Burada A, havza alanı (km^2) ve qp ise 1 mm'lik akış yüksekliğinin birim alanda oluşturacağı debidir ve aşağıda verilen formül ile hesaplanır,

$$qp = \frac{414}{A^{0.225} E^{0.16}} \tag{3.27}$$

Burada, qp birim debiyi (m^3/sn/mm), A, Havza alanı (km^2) ve E bir parametre olup aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$E = \frac{LL_c}{\sqrt{s}} \tag{3.28}$$

Burada, L, ana suyolu uzunluğu (km), L_c ,havza ağırlık merkezinin ana suyolu üzerindeki izdüşümü ile havza çıkış noktası arasındaki suyolu mesafesi, (km) ve S, havza harmonik eğimidir (%).

1 mm'lik akış yüksekliğinin toplam alandan oluşturacağı su hacmi (m3);

$$Vb = A \cdot h \tag{3.29}$$

Burada, h, akış yüksekliği (mm), A, havza alanıdır (km^2)

Hidrografın taban süresi;

$$Tb = 3.65 \frac{Vb}{Q_P} \tag{3.30}$$

Burada, Vb ,1 mm'lik akış yüksekliğinin toplam alandan oluşturacağı su hacmidir (m^3).

Hidrografın pike erişme süresi;

$$Tp = \frac{Tb}{5} \tag{3.31}$$

Burada, Tb hidrograf taban süresidir (saat).

3.2.14. Gray Metodu

Gamma dağılımına bağlı olarak Gray tarafından geliştirilen sentetik birim hidrograf yöntemidir. Taşkın debisi tahmini aşağıda verilen denklem ile yapılır (Viessman and Levis, 1995).

$$Q_{\frac{t}{PR}} = \frac{25.0(\frac{t}{PR}\gamma)^q}{\tau(q)}\left(e^{-\gamma(\frac{t}{PR})}\right)\left(\frac{t}{P_R}\right)^{q-1} \quad (3.32)$$

Burada; $Q_{t/PR}$, verilen t/P_R değeri için yüzde akış miktarı, q ve γ, şekil parametrelerini, τ(q), q için gamma fonksiyonunu, P_R, yükselme parametresini ve t, zamanı (dakika) göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hatay ili merkezinden geçen, sınır aşan akarsularımızdan olan Asi nehri, bir yandan Suriye sınırları içinde alınan kararlardan veya gerçekleşen anlık olaylardan (baraj yıkılması veya baraj kapaklarının açılması gibi) etkilenirken, bir yandan da dik eğimli yukarı havzadaki orman arazilerinin tarım alanına çevrilmesinden ve büyük yangın felaketlerinden sonra ortaya çıkan yüzey akışın büyüklüğünden dolayısıyla akışa bağlı erozyondan etkilenmektedir. Ayrıca Hatay ili sınırları içindeki Amik Gölü'nün kuru mevsimlerde sularının çekilmesini takiben bir takım yasa dışı yerleşmelerce işgal edilmesi nedeniyle de 1950'lerden beri taşkınlara maruz kalmaktadır.

Verilen haritada (Şekil 4.1.) görüldüğü üzere Afet İşleri Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre, illere göre meydana gelmiş sel olayları sayılarına bakıldığında Bartın, İzmir, Trabzon, Hatay ve Gaziantep illeri en çok taşkın olayı yaşamış iller olarak ortaya çıkmaktadır.

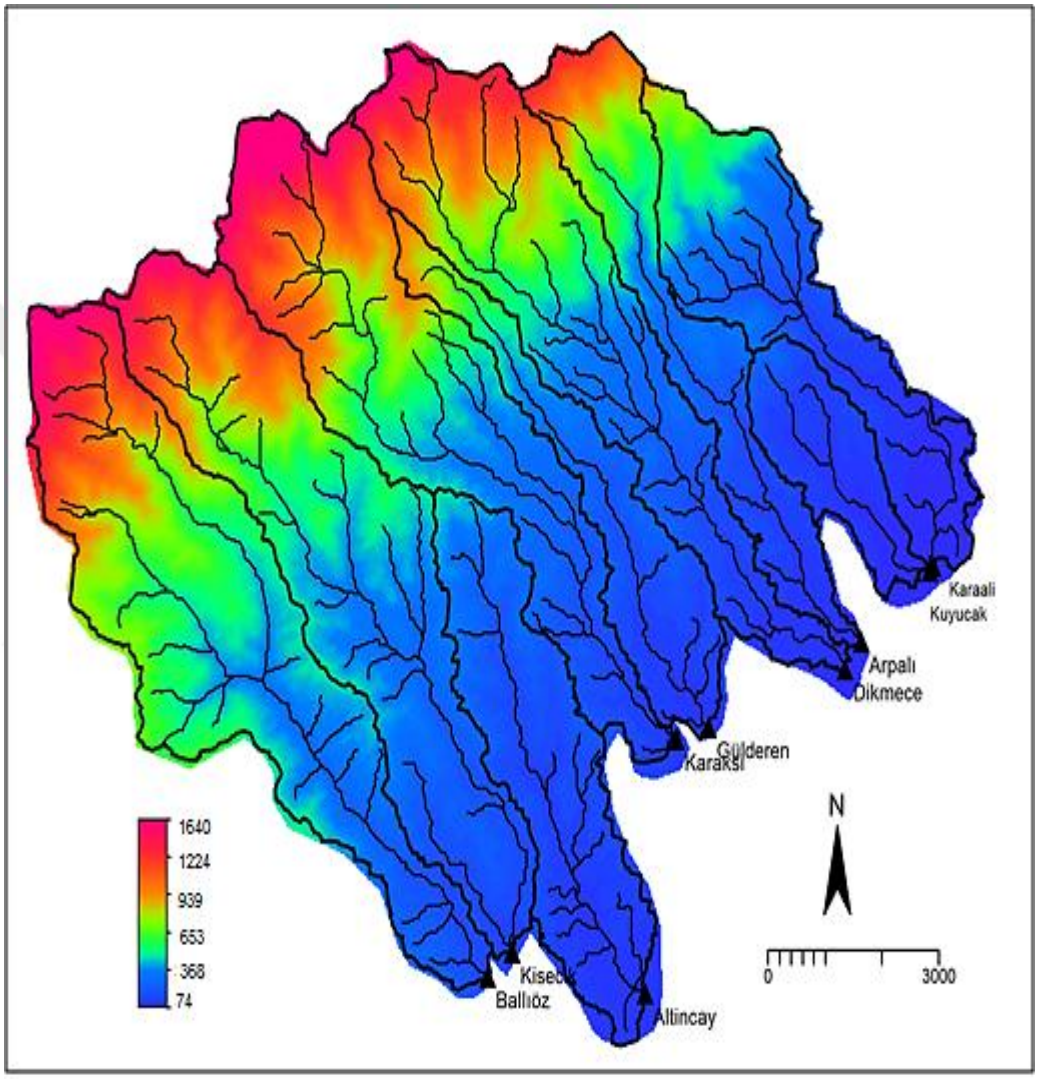
Bu çalışmada, Antakya merkezinden geçen Asi nehri yan derelerinin CBS ile havza özellikleri belirlenmiş ve sentetik hidrograf yöntemleri kullanılarak farklı yinelenme yılları için taşkın debileri bulunmuştur. Yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular başlıklar halinde verilmiştir.



Şekil 4.1. İllere göre zarara neden olmuş sel olayı ve sayısı (Kaynak: Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 2008).

4.1. Derelerin Havza Sınırları ve Özellikleri

Derelerin havza sınırları, öncelikle çalışma alanı sayısal topografik haritasının ILWIS CBS paket programına aktarılması ile raster (hücre tabanlı) hale getirilmiştir. Bu harita kullanılarak su akış yönleri, su birikim haritası ve akarsu kollarını veren akarsu derecelendirme haritaları elde edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Derelerin havza sınırları akarsu kolları ve sayısal yükseklik haritası

Sayısal yükseklik haritasından çalışma alanında maksimum yüksekliğin 1640 m olarak Ballıöz deresi havzasında, en düşük yüksekliğin ise 74 m ile Kuyucak deresi çıkış ağzında olduğu görülmüştür.

CBS ile sayısal yükseklik haritasından elde edilen derelerin havzalarına ait özelliklerinden alan, çevre uzunluğu, ana su yolu uzunluğu (L) havza ağırlık merkezine

uzunluk (Lc), eğri numarası (CN), harmonik eğim (S), konsantrasyon süresi (Tc), minimum ve maksimum havza yükseklikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Dere havzalarının özellikleri

Dere adı	Alan (km^2)	Çevre Uzunluğu (km)	L (km)	Lc (km)	CN	S	Tc	Min. Yük. (m)	Max. Yük. (m)
Ballıöz	23.14	31.2	13	7.8	76	0.061	1.40	150	1640
Kisecik	21.59	28.5	12.3	6.9	76	0.050	1.45	142	1400
Altınçay	11.92	17.8	8.2	4.4	79	0.021	1.48	100	400
Karaksı	20.09	29	12	7.3	78	0.062	1.31	125	1600
Gülderen	8.28	20.2	8	2.8	77	0.051	1.03	100	890
Dikmece	18.12	26	12.9	7	79	0.065	1.36	84	1560
Arpalı	9.91	22	10.8	5.5	78	0.042	1.40	92	1290
Kuyucak	4.73	10	4.3	2.8	81	0.025	0.84	74	295
Karaali	11.76	19	7.3	5	77	0.064	0.88	78	910

4.2. Farklı Yinelenmeli Yağışların Tahmini

Gumbel olasılık kağıdı kullanılarak yapılan Kolmogrow-Smirnov testi sonucuna göre, yağış değerlerinin Gumbel dağılımına uyduğu görülmüştür (Ek 1). Gumbel dağılım parametreleri hesaplanarak, sonuçları ile bu parametreler kullanılarak hesaplanan farklı yinelenme yılları için 24 saatlik maksimum yağış değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yağışların Gumbel dağılım parametreleri ve farklı yinelenme yılları için 24 saatlik maksimum yağış miktarları

Yinelenme (Yıl)	F (x)		α	β	y = ln [ln F(x)]	x = y (α) + β (mm)
2	1-(1/2)	0.50	47.38	70.64	0.367	88
5	1-(1/5)	0.80	47.38	70.64	1.500	142
10	1-(1/10)	0.90	47.38	70.64	2.250	177
25	1-(1/25)	0.96	47.38	70.64	3.200	223
50	1-(1/50)	0.98	47.38	70.64	3.902	255
100	1-(1/100)	0.99	47.38	70.64	4.605	288

Yapılan istatistiksel hesaplamalara göre 24 saatlik maksimum yağışların 54 yıllık yağış ortalaması 98 mm, standart sapması 60.8 olarak hesaplanmıştır. Gumbel dağılım parametreleri Denklem (4.4)'de kullanılmış ve 2 yıl yinelenmeli 24 saatlik

maksimum yağış 88 mm, 5 yıl yinelemeli maksimum yağış ise 142 mm olarak, 10 yıl yinelemeli maksimum yağış ise 177 mm olarak, 25 yıl yinelemeli maksimum yağış ise 223 mm olarak, 50 yıl yinelemeli maksimum yağış ise 255 mm olarak ve 100 yıl yinelemeli maksimum yağış ise 288 mm olarak hesaplanmıştır. Bu yağış değerleri farklı yinelenme yılları için artım akışların belirlenmesinde kullanılmıştır. 500 ve 1000 yıl için 24 saatlik maksimum yağış değerleri ise Denklem (3.6) ve (3.7) ile sırasıyla 364 ve 398 mm olarak hesaplanmıştır.

4.3. Derelerin Harmonik Eğimlerinin Hesabı

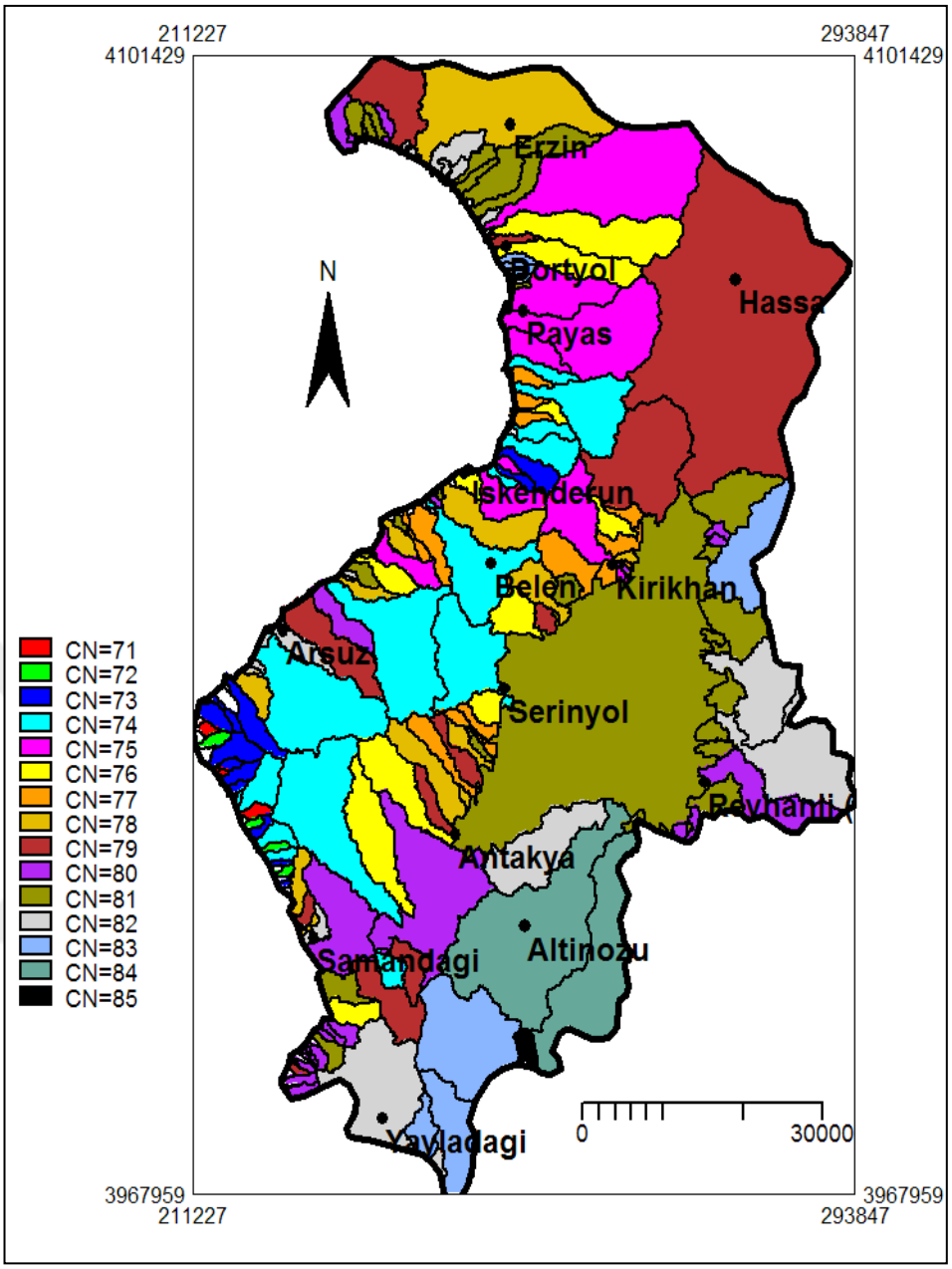
Derelerin harmonik eğimi hesaplamaları yapılırken, ana suyollarının uzunluğu 10 eşit parçaya bölünerek parçalar arasındaki kot farkları sayısal yükseklik haritasından elde edilmiş ve Denklem (3.16) ve (3.17) kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir. Hesaplama işlemleri ise Ek 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Derelerin Harmonik Eğim Değerleri

Dere adı	Harmonik Eğim (S)
Ballıöz	0.061
Kisecik	0.050
Altınçay	0.021
Karaksı	0.062
Gülderen	0.051
Dikmece	0.065
Arpalı	0.042
Kuyucak	0.025
Karaali	0.064

4.4. Drenaj Havzalarının Eğri Numaraları

Daha önce yapılan çalışmalarda ArcGIS SWAT programında toprak özellikleri ve bitki örtüsü haritaları kullanılarak tüm Hatay ilinin alt havzalar bazında eğri numaraları belirlenmiştir (Keskinkılıç, 2015). Çalışma alanına ait eğri numaraları Şekil 4.3'de verilen haritadan elde edilmiştir. Eğri numaralarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların detayları Keskinkılıç (2015) yüksek lisans tezinde mevcuttur.



Şekil 4.3. Hatay il sınırları içerisindeki alt havzaların CN (eğri numaraları) değerleri

Hatay il sınırları içerisindeki alt havzaların eğri numaraları 71 ile 85 arasında değiştiği görülmektedir. Eğri numaraları, Ballıöz ve Kisecik için 76, Gülderen ve Karaali için 77, Karaksı ve Arpalı için 78, Altınçay ve Dikmece için 79 ve Kuyucak için 81 olarak belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının daha yoğun olduğu Kuyucak, Altınçay ve Dikmece gibi dere havzalarında yerleşim alanlarının fazla olması nedeniyle eğri numarası (CN) değerleri daha yüksek çıkmıştır.

4.5. Derelerin DSİ Yöntemi İle Hidrograf Analizi Sonuçları

4.5.1. Ballıöz Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Ballıöz deresi için yapılan hesaplamalarda (Çizelge 4.5) Q_p ve T_p değerleri belirlenmiş daha sonra birim hidrograf koordinat değerleri (Çizelge 4.4) ile çarpılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.4'de verilmiştir. Hesaplanan akım değerleri bütün dereler için Ek 3'de verilmiştir.

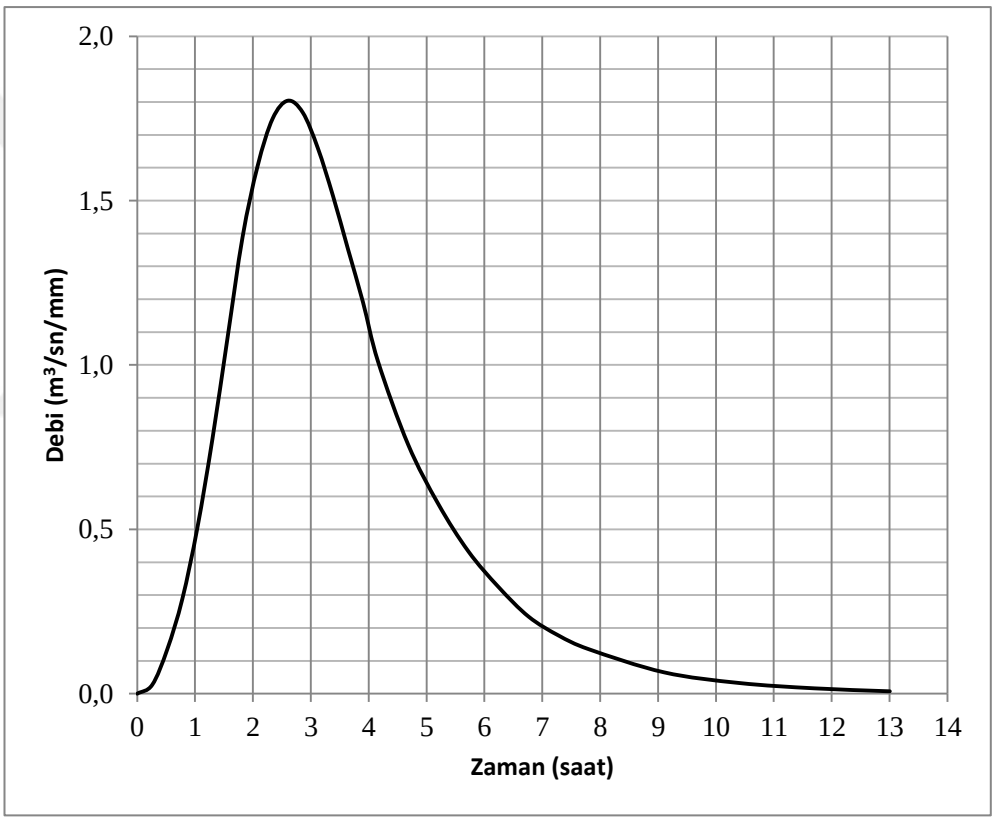
Çizelge 4.4. Ballıöz deresi birim hidrografın koordinatları

Boyutsuz Birim Hidrograf Koordinatları		Hesaplanan Birim Hidrograf Koordinatları	
T/Tp	Q/Qp	T	Q
0.0	0.000	0.00	0.00
0.1	0.015	0.26	0.03
0.2	0.075	0.52	0.14
0.3	0.160	0.78	0.29
0.4	0.280	1.04	0.50
0.5	0.430	1.30	0.77
0.6	0.600	1.56	1.08
0.7	0.770	1.82	1.39
0.8	0.890	2.08	1.60
0.9	0.970	2.34	1.75
1.0	1.000	2.60	1.80
1.1	0.980	2.86	1.76
1.2	0.920	3.12	1.66
1.3	0.840	3.38	1.51
1.4	0.750	3.64	1.35
1.5	0.660	3.90	1.19
1.6	0.560	4.16	1.01
1.8	0.420	4.68	0.76
2.0	0.320	5.20	0.58
2.2	0.240	5.72	0.43
2.4	0.180	6.24	0.32
2.6	0.130	6.76	0.23
2.8	0.098	7.28	0.18
3.0	0.075	7.80	0.14
3.5	0.036	9.10	0.06
4.0	0.018	10.40	0.03
4.5	0.009	11.70	0.02
5.0	0.004	13.00	0.01

Çizelge 4.5. Ballıöz deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

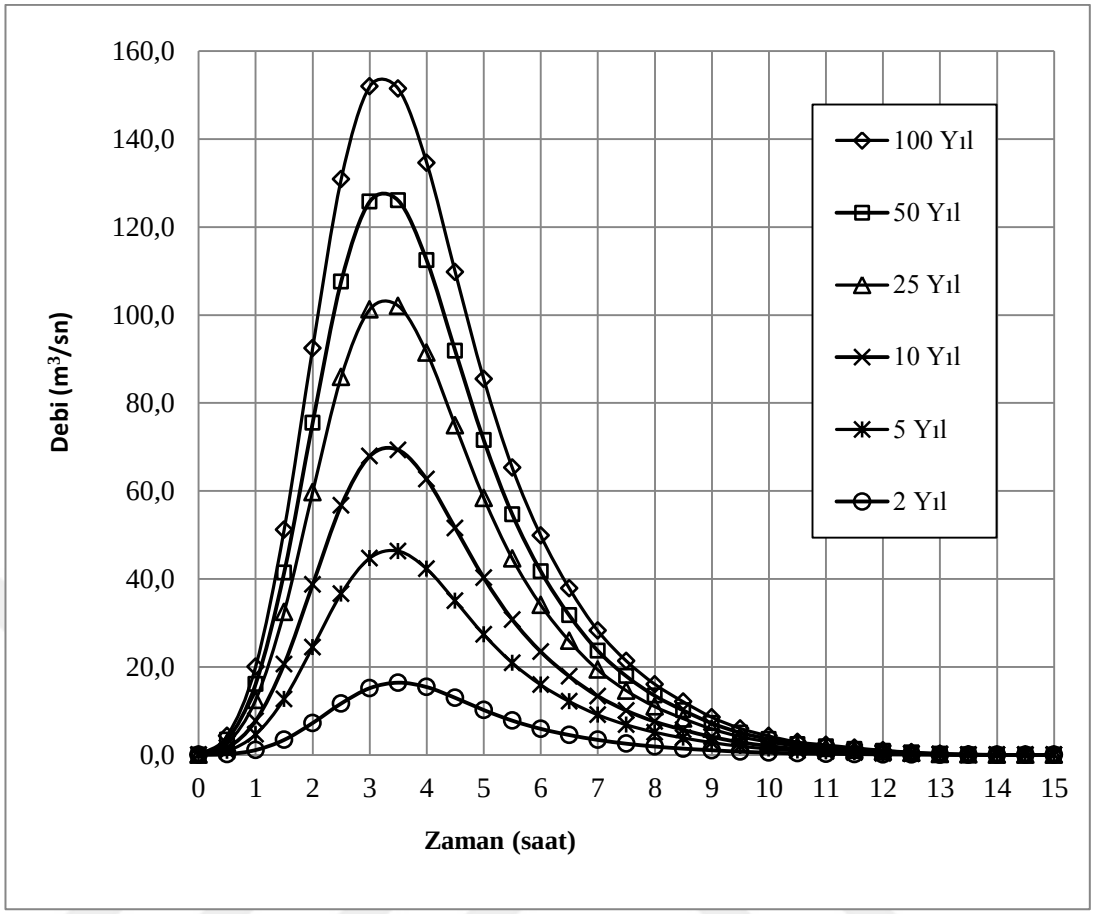
Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	410.56	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	77.96	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.80	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3$	23140	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	13.01	(s)
$T_p = T / 5$	2.60	(saat)

Ballıöz deresi için pik debi 1.80 m^3/sn olarak, Pike erme süresi ise 2.6 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.4. Ballıöz deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak, Ballıöz deresinin farklı yinelenme yıllarına ait taşkın hidrografı Şekil 4.5'de verilmiştir.



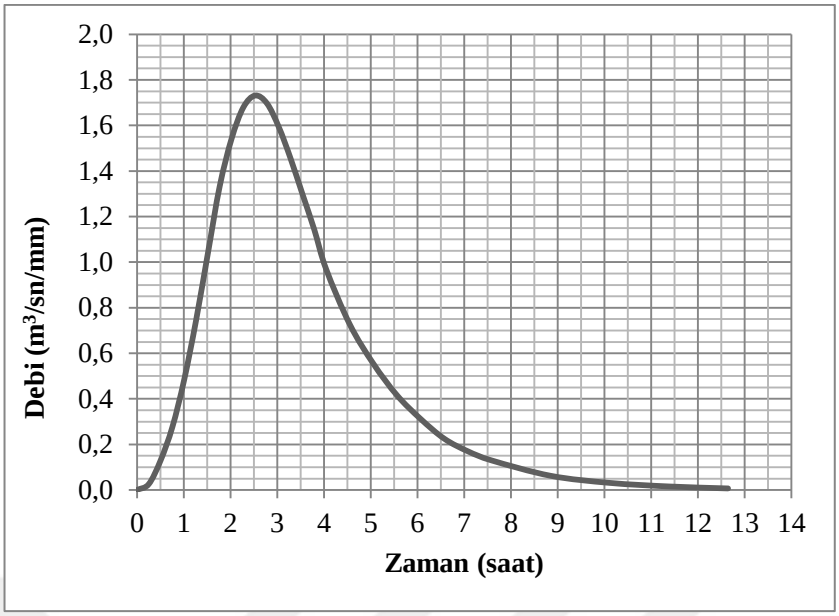
Şekil 4.5. Ballıöz deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı

4.5.2. Kisecik Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Kisecik deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.6'da verilmiştir. Kisecik deresi için pik debi 1.73 m^3/sn olarak, Pike erme süresi ise 2.53 saat olarak bulunmuştur.

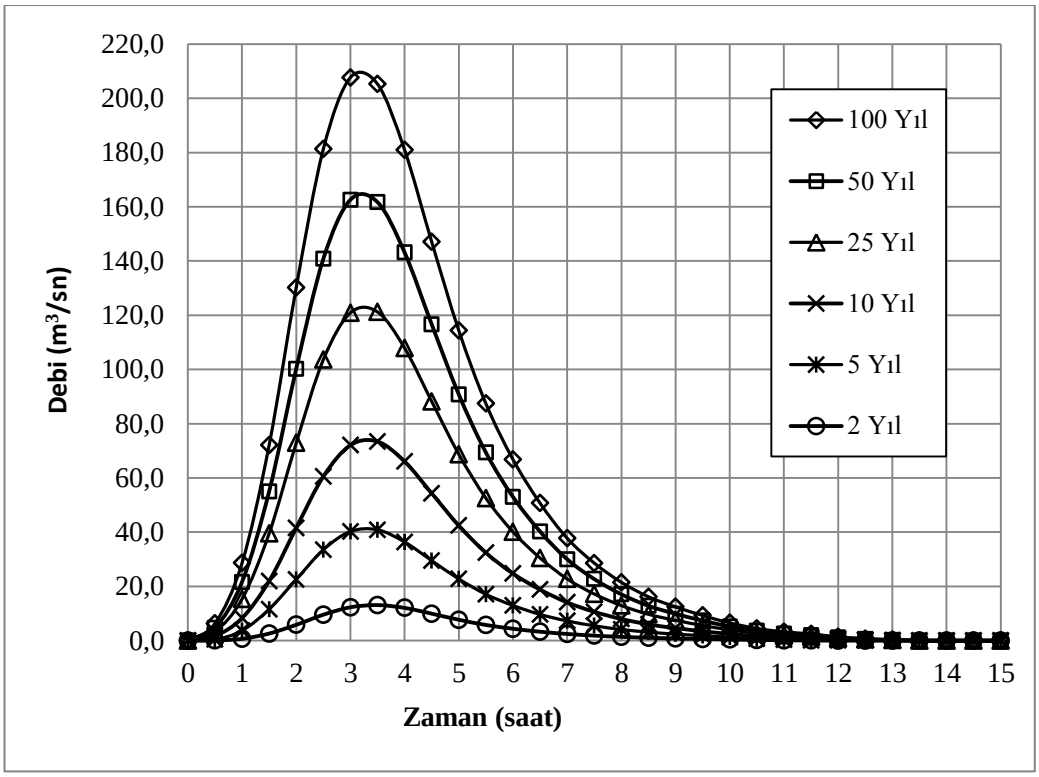
Çizelge 4.6. Kisecik deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	Sonuç	Birim
$E = L * L_C / S^{1/2}$	379.55	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	80.19	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.73	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3 =$	21590	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	12.64	(s)
$T_p = T/5$	2.53	(saat)



Şekil 4.6. Kisecik deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağanak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve Kisecik deresi taşkın hidrografı Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Kisecik deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı

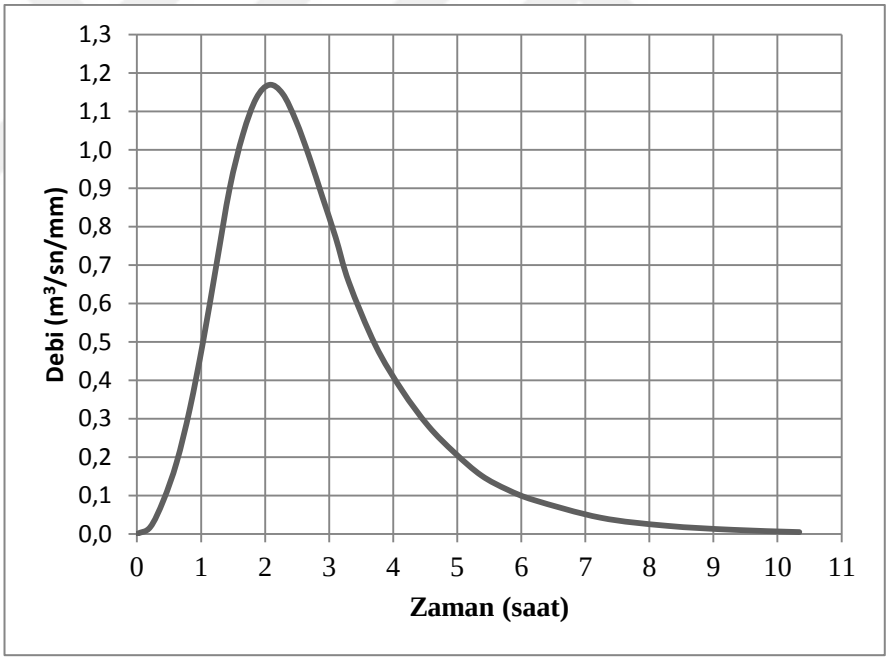
4.5.3. Altınçay Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Altınçay veya Akıllı deresi olarakta bilinen dere için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.8'de verilmiştir.

Altınçay deresi için pik debi 1.17 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 2.07 saat olarak bulunmuştur.

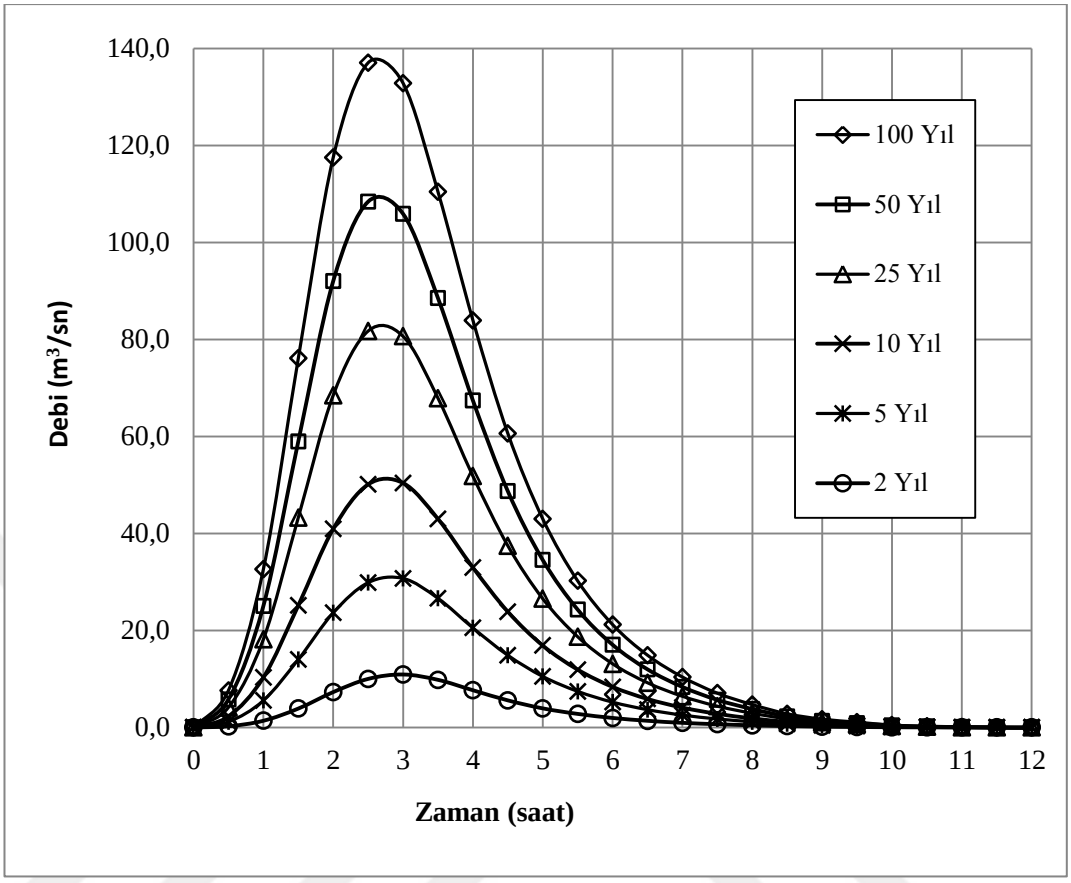
Çizelge 4.7 Altınçay deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	248.98	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	98.05	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.17	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3$	11920	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	10.34	(saat)
$T_p = T/5$	2.07	(saat)



Şekil 4.8. Altınçay deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 3 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Altınçay deresi taşkın hidrografı Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Altınçay deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı

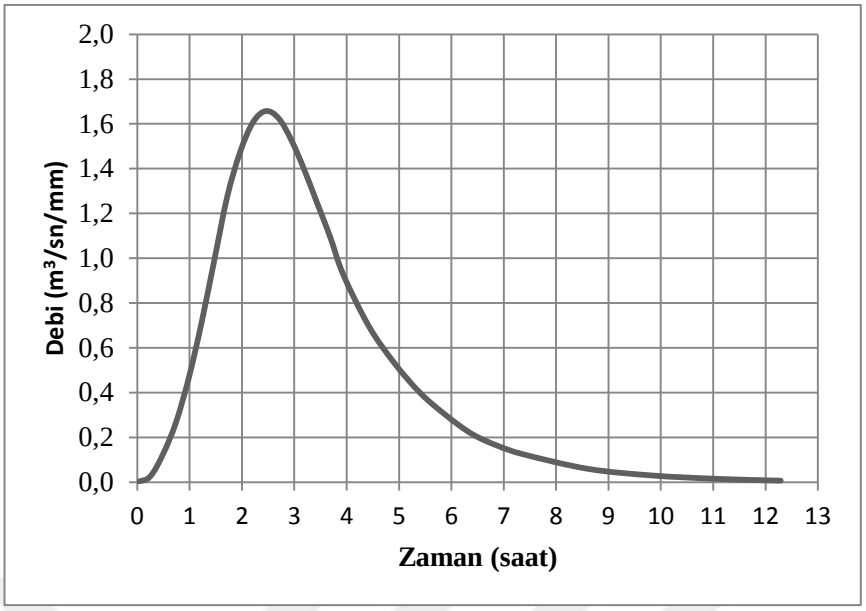
4.5.4. Karaksı Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Karaksı deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.10'da verilmiştir.

Karaksı deresi için pik debi 1.66 m^3/sn olarak, pike erme süresi ise 2.46 saat olarak bulunmuştur.

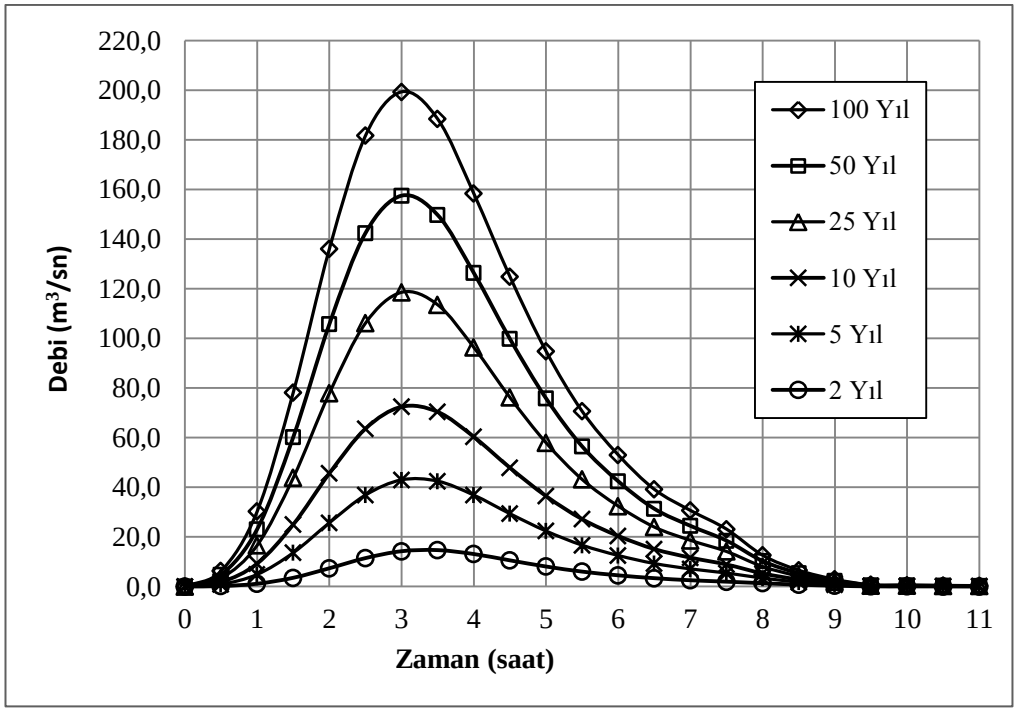
Çizelge 4.8. Karaksı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	Sonuç	Birim
$E = L * L_C / S^{1/2}$	351.81	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	82.49	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.66	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3$	20090	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	12.29	(saat)
$T_p = T/5$	2.46	(saat)



Şekil 4.10. Karaksı deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Karaksı deresi taşkın hidrografı Şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Karaksı deresinin faklı yinelenme yılları için geliştirilen taşkın hidrografı

4.5.5. Gülderen Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Gülderen deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre Gülderen deresi için pike erişme süresi 1.64 saat olarak hesaplanmıştır. Bu süre 2 saatten az olduğu için DSİ sentetik yöntemle taşkın hidrografı geliştirilmemiştir.

Çizelge 4.9. Gülderen deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	99.19	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	123.31	$(l/s/mm/km^2)$
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.02	$(m^3/s/mm)$
$V_b = A * h_a * 10^3$	8280.00	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	8.22	(s)
$T_p = T / 5$	1.64	(saat)

4.5.6. Kuyucak Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Kuyucak deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre Kuyucak deresi için pike erişme süresi 1.26 saat olarak hesaplanmıştır. Bu süre 2 saatten az olduğu için DSİ sentetik yöntemle taşkın hidrografı geliştirilmemiştir.

Çizelge 4.10. Kuyucak deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	76.14	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	145.9	$(l/s/mm/km^2)$
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	0.69	$(m^3/s/mm)$
$V_b = A * h_a * 10^3$	4300	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	6.32	(s)
$T_p = T / 5$	1.26	(saat)

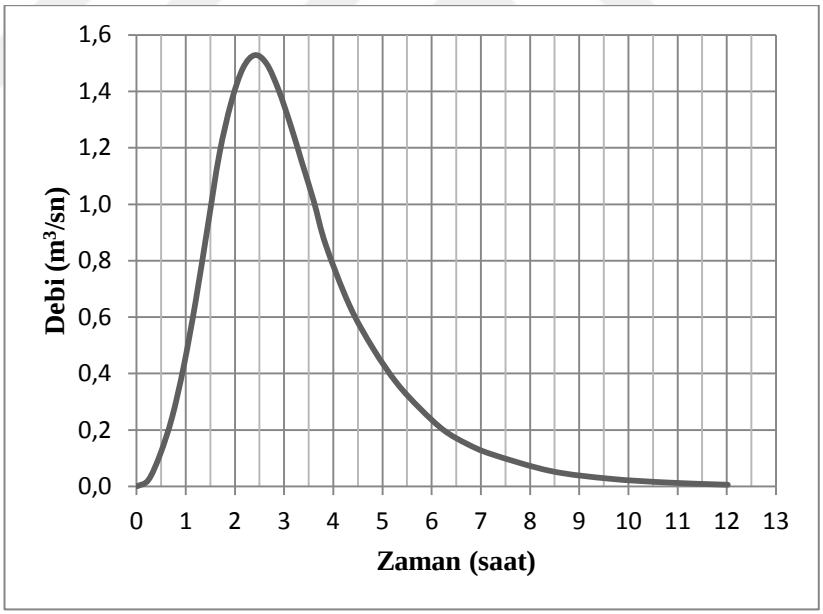
4.5.7. Dikmece Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Dikmece deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.12'de verilmiştir.

Dikmece deresi için pik debi 1.53 m^3/sn olarak, pike erme süresi ise 2.40 saat olarak bulunmuştur.

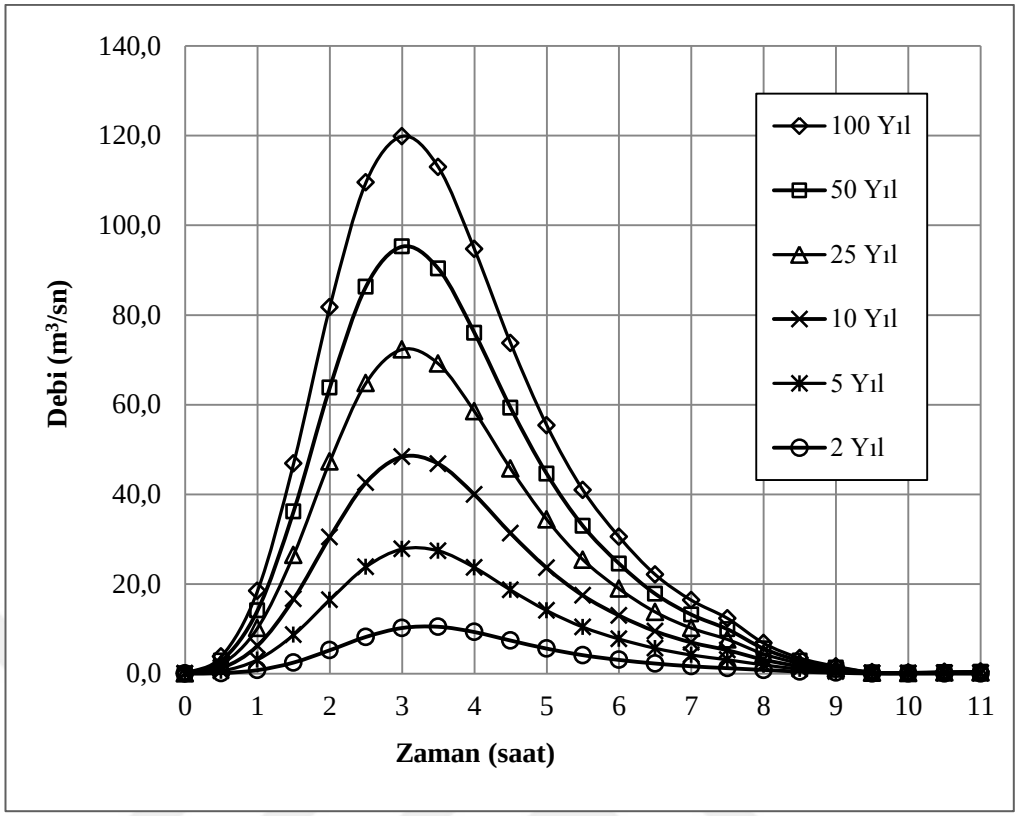
Çizelge 4.11. Dikmece deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	354.19	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	84.34	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.53	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3$	18120	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	12.02	(saat)
$T_p = T / 5$	2.40	(saat)



Şekil 4.12. Dikmece deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Dikmece deresi taşkın hidrografı Şekil 4.13'de verilmiştir.



Şekil 4.13. Dikmece deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı

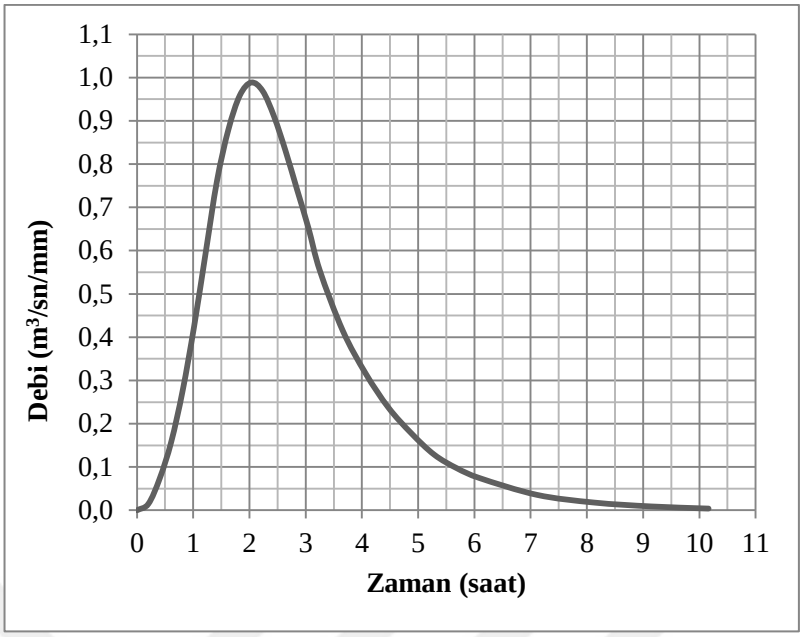
4.5.8. Arpalı Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Arpalı deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Arpalı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

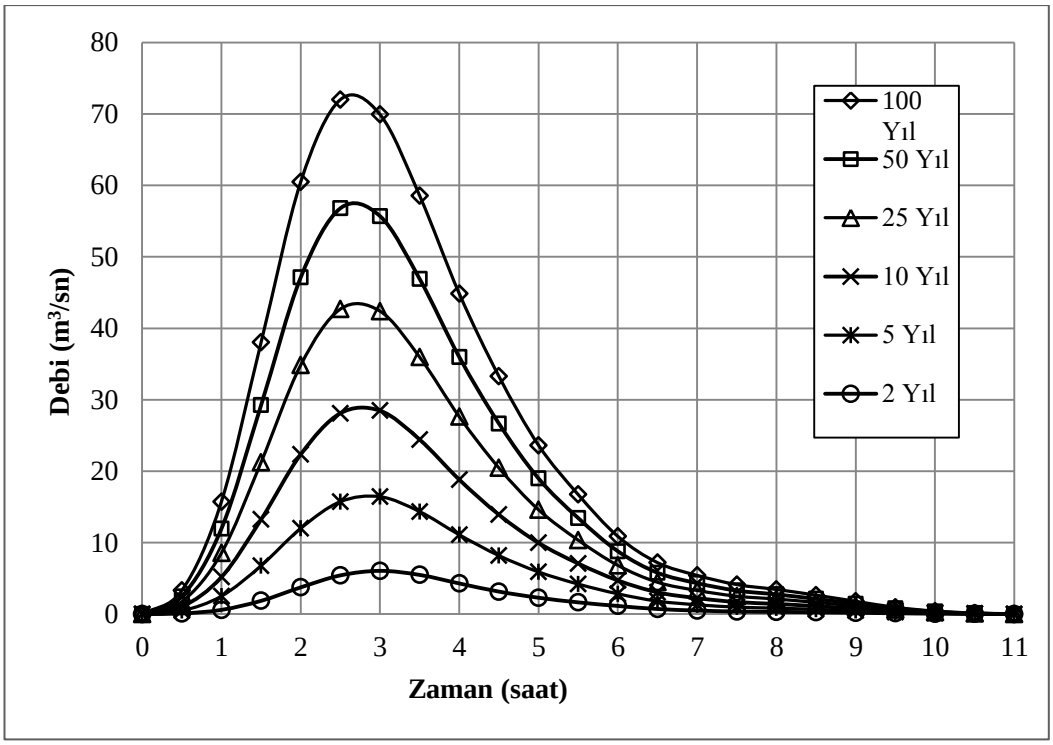
Hesaplamalar	**Sonuç**	**Birim**
$E = L * L_C / S^{1/2}$	289.84	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	99.76	$(l/s/mm/km^2)$
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	0.99	$(m^3/s/mm)$
$V_b = A * h_a * 10^3$	9910	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	10.16	(saat)
$T_p = T / 5$	2.03	(saat)

Arpalı deresi için pik debi 0.99 m^3/sn olarak, pike erişme süresi ise 2.03 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.14. Arpalı deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve Arpalı deresi taşkın hidrografı Şekil 4.15'de verilmiştir.



Şekil 4.15. Arpalı deresinin faklı yinelenme yılları için taşkın hidrografı

4.5.9. Karaali Deresi DSİ Yöntemi Sonuçları

DSİ sentetik yöntem ile Karaali deresi için yapılan hesaplamalar ve sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre birim hidrograf elemanları belirlenmiş ve elde edilen birim hidrograf Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.13. Karaali deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

Hesaplamalar	Sonuç	Birim
$E = L * L_C / S^{1/2}$	144.28	Boyutsuz
$q_p = 414 / A^{0.225} * E^{0.16}$	107.32	(l/s/mm/km^2)
$Q_p = A * q_p * 10^{-3}$	1.26	(m^3/s/mm)
$V_b = A * h_a * 10^3$	11760	(m^3)
$T = (3{,}65\ V_b / Q_p)/3600$	9.45	(s)
$T_p = T / 5$	1.89	(saat)

Karaali deresi için pike erişme süresi ise 1.89 saat olarak bulunmuştur. Bu süre 2 saatten az olduğu için DSİ sentetik yöntemi, taşkın debilerinin belirlenmesinde kullanılmamıştır.

4.6. Derelerin Mochus Yöntemi İle Hidrograf Analizi Sonuçları

Toplanma zamanı 30 saate kadar olan havzalarda bu yöntem uygulanabilmektedir. Bu yöntemde kullanılan hesaplamalar ve üçgen hidrografın çizimi daha kolaydır. Üçgen hidrograflarda rezervuarlarda ve akarsu yataklarındaki öteleme hesaplamalarında diğer eğrisel hidrograflar kadar sağlıklı sonuçlar vermektedirler. Yalnız hidrografın çekilme eğrisinin projelendirmeye etki ettiği hallerde eğrisel hidrograflar zorunlu olmakta, Mochus yöntemi kullanılmamaktadır.

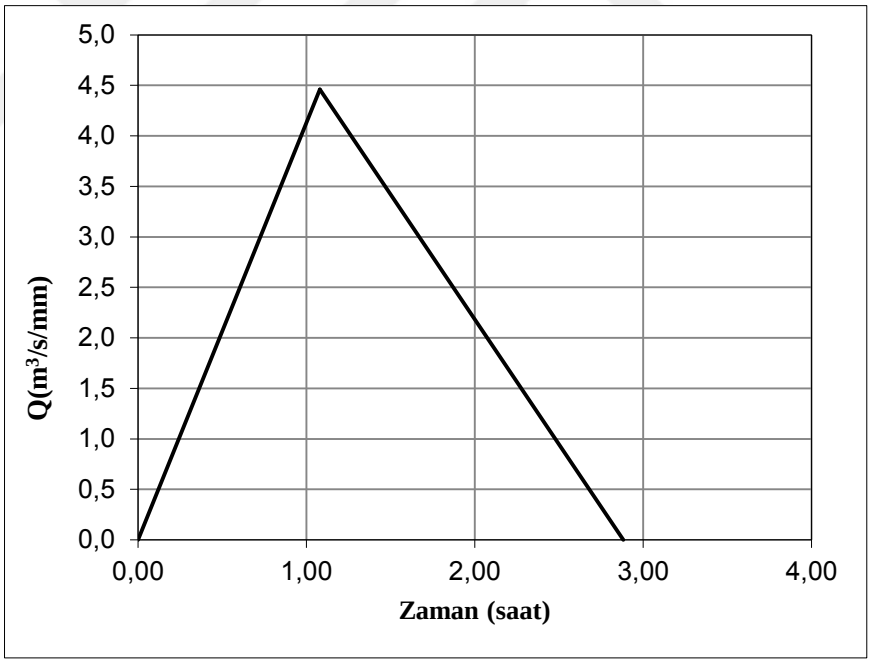
4.6.1. Ballıöz Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Ballıöz deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.14'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Ballıöz deresi birim hidrograf hesaplama sonuçları

A	23.14	(km^2)
S	0.061	
L	13	(km)
h_{min}	150	(m)
h_{max}	1640	(m)
R_d	0.27	
AD	0.5	(saat)
Tc	1.38	(saat)
D	2.35	(saat)
T_p	1.08	(saat)
Q_p	4.46	(m^3/s/mm)
T_r	1.80	(saat)
T_b	2.88	(saat)

Ballıöz deresi için pik debi 4.46 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.08 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.16. Ballıöz deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Ballıöz deresi akım değerleri Çizelge 4.15-4.20'ye kadar verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ballıöz deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		2.75	**3.29**	**2.22**	**1.70**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	5.68	6.81			5.68
1.00	4.13	11.35	13.58	0.00		18.16
1.50	3.42	9.40	11.25	4.59	0.00	27.58
2.00	2.18	5.99	7.17	9.15	3.51	**29.93**
2.50	0.94	0.25	3.09	7.59	7.02	24.39
3.00	0.00	0.00	0.00	4.83	5.81	13.76
3.50	0.00	0.00	0.00	2.08	3.72	5.80
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	1.61
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.16. Ballıöz deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		11.21	**8.33**	**5.18**	**3.81**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	23.16	0.00			23.16
1.00	4.13	46.32	17.21	0.00		63.53
1.50	3.42	38.32	34.42	10.70	0.00	**83.45**
2.00	2.18	24.45	28.48	21.40	7.87	82.21
2.50	0.94	10.58	18.17	17.71	15.74	62.21
3.00	0.00	0.00	7.87	11.30	13.02	32.19
3.50	0.00	0.00	0.00	4.89	8.31	13.20
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.17. Ballıöz deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		18.56	**11.91**	**7.22**	**5.25**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	38.35	0.00			38.35
1.00	4.13	76.69	24.61	0.00		101.30
1.50	3.42	63.45	49.21	14.92	0.00	**127.58**
2.00	2.18	40.49	40.72	29.83	10.85	121.88
2.50	0.94	17.52	25.98	24.68	21.69	89.88
3.00	0.00	0.00	11.25	15.75	17.95	44.94
3.50	0.00	0.00	0.00	6.82	11.45	18.27
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.96	4.96
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.18. Ballıöz deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		29.69	**16.76**	**9.95**	**7.17**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	61.34	0.00			61.34
1.00	4.13	122.69	34.63	0.00		157.31
1.50	3.42	101.50	69.26	20.56	0.00	**191.31**
2.00	2.18	64.77	57.30	41.12	14.81	177.99
2.50	0.94	28.03	36.56	34.02	29.63	128.24
3.00	0.00	0.00	15.83	21.70	24.51	62.04
3.50	0.00	0.00	0.00	9.39	15.64	25.04
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.77	6.77
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.19. Ballıöz deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		20.18	**11.86**	**8.51**	**20.18**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	78.84	0.00			78.84
1.00	4.13	157.69	41.69	0.00		199.38
1.50	3.42	130.45	83.39	24.50	0.00	**238.35**
2.00	2.18	83.24	68.99	49.01	17.58	218.82
2.50	0.94	36.03	44.02	40.54	35.17	155.76
3.00	0.00	0.00	19.05	25.87	29.09	74.02
3.50	0.00	0.00	0.00	11.20	18.56	29.76
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.04	8.04
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.20. Ballıöz deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		47.37	**23.72**	**13.83**	**9.89**	
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	2.07	97.87	0.00			97.87
1.00	4.13	195.74	49.01	0.00		244.75
1.50	3.42	161.94	98.02	28.57	0.00	**288.53**
2.00	2.18	103.33	81.09	57.15	20.43	262.00
2.50	0.94	44.73	51.74	47.28	40.87	184.62
3.00	0.00	0.00	22.40	30.17	33.81	86.38
3.50	0.00	0.00	0.00	13.06	21.57	34.63
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.34	9.34
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

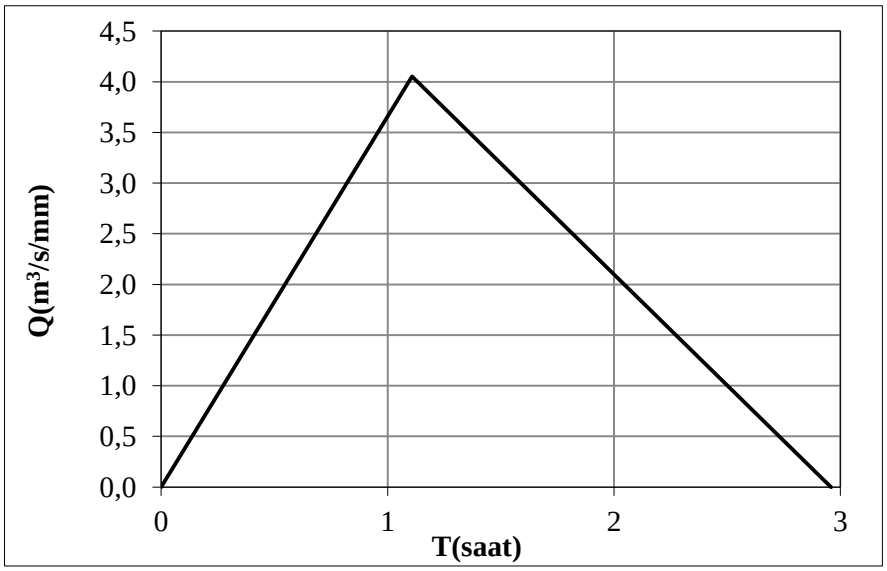
4.6.2. Kisecik Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Kisecik deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.21'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Kisecik deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	21.59	(km^2)
S	0.05	
L	12.30	(km)
h_{min}	142	(m)
h_{max}	1400	(m)
R_d	0.33	
AD	0.50	(saat)
Tc	1.43	(saat)
D	2.39	(saat)
T_p	1.11	(saat)
Q_p	4.05	(m^3/s/mm)
T_r	1.85	(saat)
T_b	2.96	(saat)

Kisecik deresi için pik debi 4.05 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.11 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.17. Kisecik deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Kisecik deresi akım değerleri Çizelge 4.22-4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Kisecik deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		2.75	**3.29**	**2.22**	**1.70**	
0.00	0.000	0.000				0.000
0.50	1.829	5.031	0.000			5.031
1.00	3.659	10.062	6.019	0.000		16.080
1.50	3.194	8.784	12.037	4.061	0.000	24.883
2.00	2.099	5.772	10.509	8.122	3.110	**27.514**
2.50	1.003	2.760	6.905	7.091	6.220	22.976
3.00	0.000	0.000	3.301	4.660	5.430	13.391
3.50	0.000	0.000	0.000	2.228	3.568	5.796
4.00	0.000	0.000	0.000	0.000	1.706	1.706
4.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Çizelge 4.23. Kisecik deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		11.15	**8.30**	**5.16**	**3.80**	
0.00	0.00	0.00				0.000
0.50	1.829	20.40	0.00			20.39
1.00	3.659	40.79	15.18	0.00		55.98
1.50	3.194	35.61	30.36	9.44	0.00	75.42
2.00	2.099	23.40	26.51	18.88	6.95	**75.74**
2.50	1.003	11.18	17.42	16.48	13.90	58.99
3.00	0.00	0.00	8.33	10.83	12.14	31.29
3.50	0.00	0.00	0.00	5.17	7.97	13.15
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.81	3.81
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.24. Kisecik deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım 18.60	11.93	7.23	5.26	Q_{10} (m^3/s)
0.00	0.00	0.00				0.000
0.50	1.82	34.02	0.00			34.02
1.00	3.65	68.05	21.82	0.00		89.87
1.50	3.19	59.41	43.64	13.22	0.00	**116.29**
2.00	2.09	39.04	38.10	26.45	9.62	113.22
2.50	1.00	18.66	25.04	23.09	19.24	86.04
3.00	0.00	0.00	11.97	15.17	16.80	43.95
3.50	0.00	0.00	0.00	7.25	11.04	18.29
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.27	5.27
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.25. Kisecik deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım 29.69	16.76	9.95	7.17	Q_{25} (m^3/s)
0.00	0.00	0.000				0.000
0.50	1.83	54.31	0.00			54.31
1.00	3.66	108.62	30.66	0.00		139.28
1.50	3.19	94.84	61.32	18.20	0.00	**174.36**
2.00	2.09	62.31	53.53	36.40	13.11	165.37
2.50	1.00	29.79	35.17	31.78	26.23	122.98
3.00	0.00	0.00	16.81	20.88	22.90	60.60
3.50	0.00	0.00	0.00	9.98	15.05	25.03
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.19	7.19
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.26. Kisecik deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım 20.18	11.86	8.51	20.18	Q_{50} (m^3/s)
0.00	0.00	0.00				0.00
0.50	1.82	69.81	0.00			69.80
1.00	3.65	139.61	36.91	0.00		176.53
1.50	3.19	121.89	73.83	21.69	0.00	**217.42**
2.00	2.09	80.09	64.46	43.39	15.56	203.51
2.50	1.00	38.29	42.35	37.88	31.13	149.67
3.00	0.00	0.00	20.25	24.89	27.18	72.32
3.50	0.00	0.00	0.00	11.90	17.86	29.76
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.54	8.54
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.27. Kisecik deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		47.37	**23.72**	**13.83**	**9.89**	
0.00	0.00	0.00				0.000
0.50	1.83	86.65	0.00			86.65
1.00	3.65	173.31	43.39	0.00		216.70
1.50	3.19	151.31	86.78	25.30	0.00	**263.40**
2.00	2.09	99.42	75.77	50.60	18.09	243.88
2.50	1.00	47.53	49.78	44.17	36.18	177.68
3.00	0.00	0.00	23.80	29.02	31.59	84.42
3.50	0.00	0.00	0.00	13.87	20.75	34.63
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.92	9.92
4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

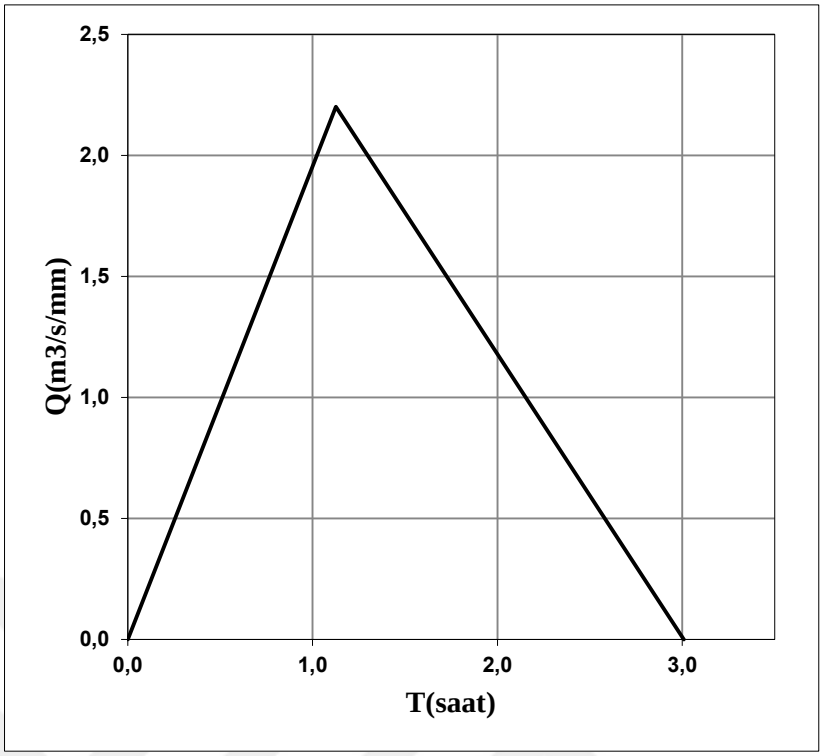
4.6.3. Altınçay Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Altınçay deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.28'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Altınçay deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	11.92	(km^2)
S	0.021	
L	8.20	(km)
h_{min}	100.0	(m)
h_{max}	400.0	(m)
R_d	0.28	
AD	0.50	(saat)
Tc	1.46	(saat)
D	2.42	(saat)
T_p	1.13	(saat)
Q_p	2.20	(m^3/s/mm)
T_r	1.88	(saat)
T_b	3.01	(saat)

Altınçay deresi için pik debi 2.20 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.13 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.18. Altınçay deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Altınçay deresi akım değerleri Çizelge 4.29-4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Altınçay deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		4.10	3.99	2.60	1.95	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	4.00	0.00			4.00
1.0	1.95	8.01	3.90	0.00		11.90
1.5	1.76	7.23	7.79	2.54	0.00	17.56
2.0	1.18	4.84	7.04	5.08	1.90	**18.85**
2.5	0.59	2.44	4.71	4.59	3.81	15.54
3.0	0.01	0.04	2.37	3.07	3.44	8.92
3.5	0.00	0.00	0.04	1.55	2.30	3.89
4.0	0.00	0.00	0.00	0.03	1.16	1.19
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.30. Altınçay deresibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		14.00	**9.27**	**5.65**	**4.12**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	13.67	0.00			13.67
1.0	1.95	27.34	9.05	0.00		36.39
1.5	1.76	24.70	18.10	5.52	0.00	**48.32**
2.0	1.18	16.51	16.35	11.03	4.02	47.92
2.5	0.59	8.32	10.93	9.97	8.05	37.27
3.0	0.01	0.14	5.51	6.66	7.27	19.58
3.5	0.00	0.00	0.09	3.36	4.86	8.31
4.0	0.00	0.00	0.00	0.06	2.45	2.51
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.31. Altınçay deresi onyıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		22.33	**12.99**	**7.75**	**5.60**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	21.80	0.00			21.80
1.0	1.95	43.61	12.68	0.00		56.29
1.5	1.76	39.39	25.37	7.57	0.00	**72.32**
2.0	1.18	26.33	22.91	15.13	5.47	69.85
2.5	0.59	13.28	15.32	13.67	10.94	53.20
3.0	0.01	0.22	7.72	9.14	9.88	26.96
3.5	0.00	0.00	0.13	4.61	6.60	11.34
4.0	0.00	0.00	0.00	0.08	3.33	3.41
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.32. Altınçay deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		34.42	**17.88**	**10.48**	**7.51**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	33.61	0.00			33.61
1.0	1.95	67.22	17.46	0.00		84.68
1.5	1.76	60.72	34.92	10.23	0.00	**105.87**
2.0	1.18	40.59	31.54	20.47	7.33	99.93
2.5	0.59	20.47	21.09	18.49	14.67	74.70
3.0	0.01	0.34	10.63	12.36	13.25	36.58
3.5	0.00	0.00	0.18	6.23	8.86	15.26
4.0	0.00	0.00	0.00	0.10	4.47	4.57
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.33. Altınçay deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		43.50	**21.32**	**12.40**	**8.85**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	42.47	0.00			42.47
1.0	1.95	84.95	20.82	0.00		105.77
1.5	1.76	76.73	41.64	12.11	0.00	**130.48**
2.0	1.18	51.30	37.61	24.22	8.64	121.76
2.5	0.59	25.86	25.14	21.87	17.28	90.16
3.0	0.01	0.43	12.68	14.62	15.61	43.34
3.5	0.00	0.00	0.21	7.37	10.44	18.02
4.0	0.00	0.00	0.00	0.12	5.26	5.38
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.34. Altınçay deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		53.28	**24.87**	**14.36**	**10.22**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.98	52.02	0.00			52.02
1.0	1.95	104.05	24.28	0.00		128.33
1.5	1.76	93.98	48.57	14.02	0.00	**156.57**
2.0	1.18	62.83	43.87	28.04	9.98	144.72
2.5	0.59	31.68	29.33	25.33	19.96	106.30
3.0	0.01	0.53	14.79	16.93	18.03	50.28
3.5	0.00	0.00	0.25	8.54	12.05	20.84
4.0	0.00	0.00	0.00	0.14	6.08	6.22
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

21 Mayıs1998 yılında meydana gelen taşkında Altınçay deresi yatağının kesit yetersizliğinden dolayı taşmıştır. Bu taşkının debisi 88 m^3/sn olarak ölçülmüştür. Bu dere için Mochus yöntemi ile yapılan hidrograf analizinde 10 yıl yinelenmeli taşkın debisi 72 m^3/sn, 25 yıl içinse 105 m^3/sn olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre bu taşkın debisinin yaklaşık 20 yılda bir meydana gelebilecek bir debi olduğu görülmektedir. Bu dere için yatak kesitinin 156 m^3/sn olarak projelenmesi gerekmektedir.

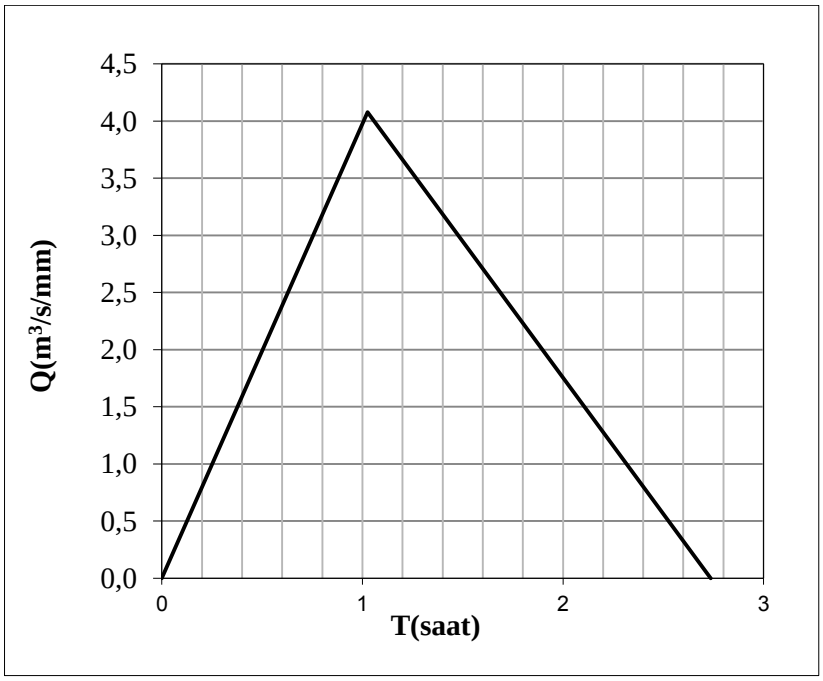
4.6.4. Karaksı Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Karaksı deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.35'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Karaksı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	20.09	(km^2)
S	0.062	
L	12.0	(km)
h_{min}	125	(m)
h_{max}	1600	(m)
R_d	0.30	
AD	0.5	(saat)
Tc	1.29	(saat)
D	2.27	(saat)
T_p	1.02	(saat)
Q_p	4.08	(m^3/s/mm)
T_r	1.71	(saat)
T_b	2.74	(saat)

Karaksı deresi için pik debi 4.08 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.02 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.19. Karaksı deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Karaksı deresi akım değerleri Çizelge 4.36-4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Karaksı deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		3.61	**3.75**	**2.47**	**1.87**	
0.0	0.00				0.00	0.00
0.5	7.18	0.00			7.18	7.18
1.0	14.36	7.46	0.00		21.82	**14.36**
1.5	10.63	14.92	4.91	0.00	30.47	10.63
2.0	6.33	11.05	9.83	3.72	30.93	6.33
2.5	2.03	6.58	7.28	7.44	23.33	2.03
3.0	0.00	2.11	4.33	5.51	11.95	0.00
3.5	0.00	0.00	1.39	3.28	4.67	0.00
4.0	0.00	0.00	0.00	1.05	1.05	0.00
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.37. Karaksı deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		13.01	**8.95**	**5.49**	**4.02**	
0.0	0.00				0.00	0.00
0.5	25.88	0.00			25.88	25.88
1.0	51.76	17.81	0.00		69.57	**51.76**
1.5	38.32	35.61	10.92	0.00	84.85	38.32
2.0	22.82	26.36	21.84	8.00	79.02	22.82
2.5	7.32	15.70	16.17	15.99	55.19	7.32
3.0	0.00	5.04	9.63	11.84	26.51	0.00
3.5	0.00	0.00	3.09	7.05	10.14	0.00
4.0	0.00	0.00	0.00	2.26	2.26	0.00
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.38. Karaksı deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		21.04	**12.64**	**7.58**	**5.49**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.99	41.86	0.00			41.86
1.0	3.98	83.71	25.15	0.00		108.86
1.5	2.95	61.97	50.29	15.08	0.00	**127.34**
2.0	1.75	36.91	37.23	30.16	10.92	115.22
2.5	0.56	11.84	22.17	22.33	21.84	78.19
3.0	0.00	0.00	7.12	13.30	16.17	36.58
3.5	0.00	0.00	0.00	4.27	9.63	13.90
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	3.09
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.39. Karaksı deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		32.80	**17.51**	**10.31**	**7.40**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.99	65.25	0.00			65.25
1.0	3.98	130.50	34.83	0.00		165.34
1.5	2.95	96.61	69.67	20.51	0.00	**186.79**
2.0	1.75	57.54	51.57	41.02	14.72	164.85
2.5	0.56	18.46	30.72	30.37	29.44	108.99
3.0	0.00	0.00	9.86	18.09	21.80	49.74
3.5	0.00	0.00	0.00	5.80	12.98	18.78
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	4.17
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.40. Karaksı deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		41.68	**20.95**	**12.22**	**8.74**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.99	82.92	0.00			82.92
1.0	3.98	165.84	41.68	0.00		207.51
1.5	2.95	122.76	83.36	24.31	0.00	**230.43**
2.0	1.75	73.11	61.71	48.62	17.39	200.83
2.5	0.56	23.46	36.75	35.99	34.77	130.98
3.0	0.00	0.00	11.79	21.44	25.74	58.97
3.5	0.00	0.00	0.00	6.88	15.33	22.21
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	4.92
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.41. Karaksı deresi yüzyıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		51.27	**24.50**	**14.19**	**10.12**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.99	102.00	0.00			102.00
1.0	3.98	203.99	48.74	0.00		252.73
1.5	2.95	151.01	97.48	28.23	0.00	**276.72**
2.0	1.75	89.94	72.16	56.46	20.13	238.69
2.5	0.56	28.86	42.98	41.80	40.27	153.90
3.0	0.00	0.00	13.79	24.89	29.81	68.49
3.5	0.00	0.00	0.00	7.99	17.75	25.74
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	5.70
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

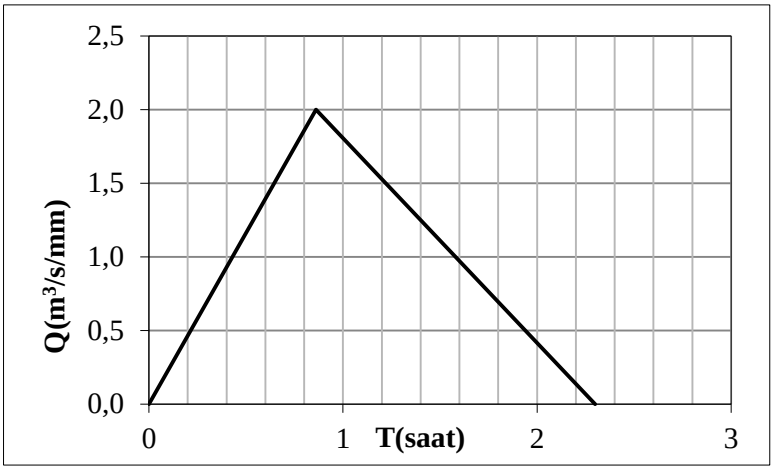
4.6.5. Gülderen Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Gülderen deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.42'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Gülderen deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	8.28	(km^2)
S	0.051	
L	8.0	(km)
h_{min}	100	(m)
h_{max}	890	(m)
R_d	0.25	
AD	0.5	(saat)
Tc	1.02	(saat)
D	2.02	(saat)
T_p	0.86	(saat)
Q_p	2.0	(m^3/s/mm)
T_r	1.44	(saat)
T_b	2.30	(saat)

Gülderen deresi için pik debi 2.0 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 0.86 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.20. Gülderen deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Gülderen deresi akım değerleri Çizelge 4.43-4.48'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Gülderen deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		3.16	**3.52**	**2.35**	**1.78**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.16	3.67	0.00			3.67
1.0	1.81	5.71	4.09	0.00		9.80
1.5	1.11	3.51	6.36	2.73	0.00	**12.60**
2.0	0.42	1.32	3.91	4.25	2.07	11.54
2.5	0.00	0.00	1.47	2.61	3.22	7.30
3.0	0.00	0.00	0.00	0.98	1.98	2.96
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.74
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.44. Gülderen deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		12.06	**8.62**	**5.32**	**3.91**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.16	14.00	0.00			14.00
1.0	1.81	21.79	10.01	0.00		31.80
1.5	1.11	13.41	15.57	6.18	0.00	**35.16**
2.0	0.42	5.02	9.58	9.61	4.54	28.76
2.5	0.00	0.00	3.59	5.91	7.06	16.57
3.0	0.00	0.00	0.00	2.22	4.35	6.56
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	1.63
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.45. Gülderen deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		19.80	**12.29**	**7.41**	**5.38**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.16	22.98	0.00			22.98
1.0	1.81	35.77	14.27	0.00		50.04
1.5	1.11	22.01	22.21	8.60	0.00	**52.82**
2.0	0.42	8.25	13.66	13.39	6.24	41.55
2.5	0.00	0.00	5.12	8.24	9.72	23.08
3.0	0.00	0.00	0.00	3.09	5.98	9.07
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	2.24
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.46. Gülderen deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		31.22	**17.14**	**10.13**	**7.29**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	36.24	36.24	0.00			36.24
1.0	76.30	56.41	19.90	0.00		76.30
1.5	77.43	34.71	30.97	11.76	0.00	**77.43**
2.0	58.83	13.01	19.05	18.30	8.46	58.83
2.5	31.57	0.00	7.14	11.26	13.17	31.57
3.0	12.32	0.00	0.00	4.22	8.10	12.32
3.5	3.04	0.00	0.00	0.00	3.04	3.04
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.47. Gülderen deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		39.90	**20.57**	**12.04**	**8.63**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.16	46.31	0.00			46.31
1.0	1.81	72.09	23.88	0.00		95.97
1.5	1.11	44.36	37.16	13.98	0.00	95.50
2.0	0.42	16.62	22.87	21.75	10.02	71.26
2.5	0.00	0.00	8.57	13.38	15.59	37.55
3.0	0.00	0.00	0.00	5.02	9.59	14.61
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	3.60
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.48. Gülderen deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		49.30	**24.12**	**14.02**	**10.01**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.16	57.22	0.00			57.22
1.0	1.81	89.07	28.00	0.00		**117.07**
1.5	1.11	54.81	43.58	16.27	0.00	114.66
2.0	0.42	20.54	26.81	25.33	11.62	84.30
2.5	0.00	0.00	10.05	15.59	18.09	43.72
3.0	0.00	0.00	0.00	5.84	11.13	16.97
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	4.17
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

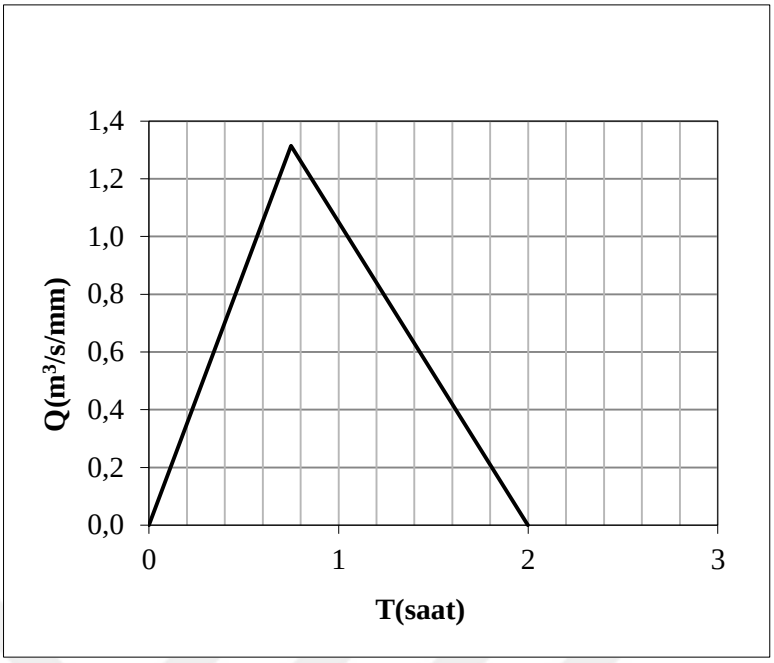
4.6.6. Kuyucak Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Kuyucak deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.49'da verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Kuyucak deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	4.73	(km^2)
S	0.025	
L	4.3	(km)
h_{min}	74	(m)
h_{max}	295	(m)
R_d	0.59	
AD	0.5	(saat)
Tc	0.83	(saat)
D	1.82	(saat)
T_p	0.75	(saat)
Q_p	1.31	(m^3/s/mm)
T_r	1.25	(saat)
T_b	2.00	(saat)

Kuyucak deresi için pik debi 1.31 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 0.75 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.21. Kuyucak deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Kuyucak deresi akım değerleri Çizelge 4.50-4.55'de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Kuyucak deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		5.20	**4.48**	**2.86**	**2.13**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	4.56	0.00			4.56
1.0	1.05	5.46	3.93	0.00		9.39
1.5	0.52	2.73	4.70	2.51	0.00	**9.94**
2.0	0.00	0.00	2.35	3.00	1.87	7.22
2.5	0.00	0.00	0.00	1.50	2.24	3.73
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	1.11
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.51. Kuyucak deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		16.15	**9.91**	**5.97**	**4.33**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	14.17	0.00			14.17
1.0	1.05	16.96	8.70	0.00		**25.65**
1.5	0.52	8.47	10.41	5.24	0.00	24.11
2.0	0.00	0.00	5.20	6.27	3.80	15.27
2.5	0.00	0.00	0.00	3.13	4.55	7.68
3.0	0.00	0.00	0.00	-0.01	2.27	2.27
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.52. Kuyucak deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		25.07	**13.68**	**8.08**	**5.81**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	22.00	0.00			22.00
1.0	1.05	26.32	12.00	0.00		**38.33**
1.5	0.52	13.15	14.36	7.09	0.00	34.60
2.0	0.00	0.00	7.18	8.48	5.10	20.76
2.5	0.00	0.00	0.00	4.24	6.10	10.34
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	3.05
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.53. Kuyucak deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		37.80	**18.60**	**10.82**	**7.73**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	33.17	0.00			33.17
1.0	1.05	39.69	16.32	0.00		**56.01**
1.5	0.52	19.83	19.53	9.49	0.00	48.85
2.0	0.00	0.00	9.76	11.36	6.78	27.90
2.5	0.00	0.00	0.00	5.68	8.12	13.79
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.54. Kuyucak deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		47.27	**22.04**	**12.72**	**9.06**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	41.48	0.00			41.48
1.0	1.05	49.63	19.34	0.00		**68.97**
1.5	0.52	24.79	23.14	11.16	0.00	59.10
2.0	0.00	0.00	11.56	13.36	7.95	32.87
2.5	0.00	0.00	0.00	6.67	9.51	16.18
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.75	4.75
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.55. Kuyucak deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		57.41	**25.58**	**14.68**	**10.42**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	50.38	0.00			50.38
1.0	1.05	60.28	22.45	0.00		**82.72**
1.5	0.52	30.11	26.86	12.88	0.00	69.85
2.0	0.00	0.00	13.42	15.41	9.14	37.97
2.5	0.00	0.00	0.00	7.70	10.94	18.64
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5.47	5.47
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

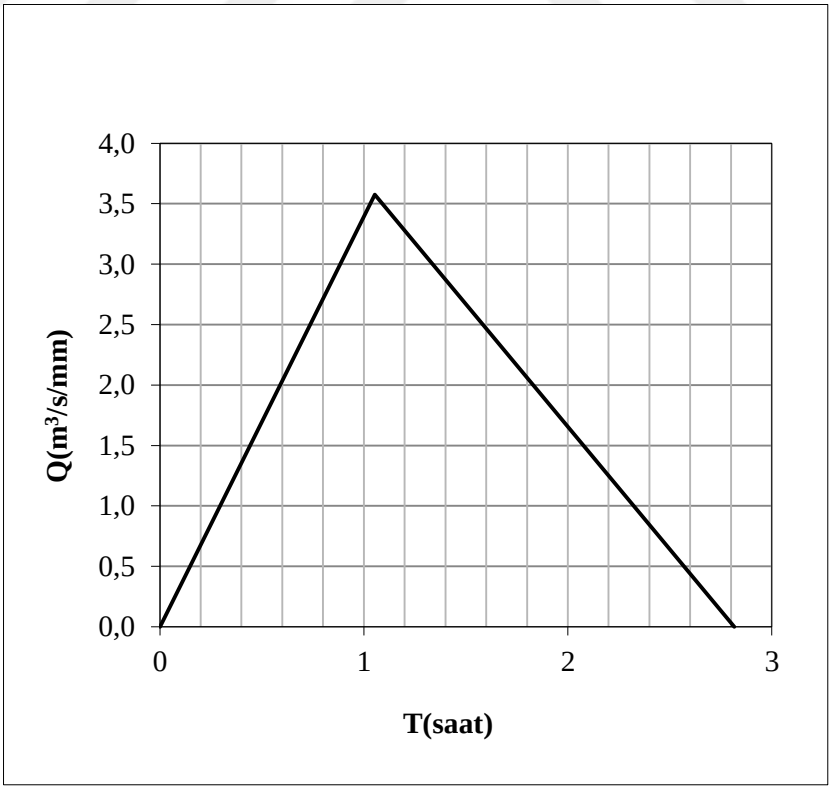
4.6.7. Dikmece Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Dikmece deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.56'da verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.56. Dikmece deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	18.12	(km^2)
S	0.065	
L	12.9	(km)
h_{min}	84	(m)
h_{max}	1560	(m)
R_d	0.34	
AD	0.5	(saat)
Tc	1.34	(saat)
D	2.32	(saat)
T_p	1.05	(saat)
Q_p	3.6	(m^3/s/mm)
T_r	1.76	(saat)
T_b	2.82	(saat)

Dikmece deresi için pik debi 3.6 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.05 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.22. Dikmece deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Dikmece deresi akım değerleri Çizelge 4.57-4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Dikmece deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		4.10	**3.99**	**2.60**	**1.95**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	6.95	0.00			6.95
1.0	3.39	13.90	6.76	0.00		20.66
1.5	2.67	10.95	13.53	4.41	0.00	28.88
2.0	1.65	6.79	10.65	8.81	3.31	**29.56**
2.5	0.64	2.62	6.60	6.94	6.61	22.78
3.0	0.00	0.00	2.55	4.30	5.21	12.06
3.5	0.00	0.00	0.00	1.66	3.23	4.89
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	1.25
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.58. Dikmece deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		14.00	**9.27**	**5.65**	**4.12**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	23.73	0.00			23.73
1.0	3.39	47.46	15.71	0.00		63.17
1.5	2.67	37.38	31.42	9.58	0.00	**78.38**
2.0	1.65	23.17	24.75	19.15	6.98	74.06
2.5	0.64	8.96	15.34	15.09	13.97	53.35
3.0	0.00	0.00	5.93	9.35	11.00	26.28
3.5	0.00	0.00	0.00	3.62	6.82	10.43
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	2.64	2.64
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.59. Dikmece deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		22.33	**12.99**	**7.75**	**5.60**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	37.85	0.00			37.85
1.0	3.39	75.70	22.02	0.00		97.72
1.5	2.67	59.62	44.04	13.14	0.00	**116.79**
2.0	1.65	36.96	34.68	26.27	9.49	107.40
2.5	0.64	14.29	21.50	20.69	18.98	75.47
3.0	0.00	0.00	8.31	12.83	14.95	36.09
3.5	0.00	0.00	0.00	4.96	9.27	14.23
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	3.58
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.60. Dikmece deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		34.42	**17.88**	**10.48**	**7.51**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	58.34	0.00			58.34
1.0	3.39	116.68	30.31	0.00		146.99
1.5	2.67	91.90	60.61	17.76	0.00	**170.28**
2.0	1.65	56.96	47.74	35.53	12.73	152.96
2.5	0.64	22.03	29.59	27.98	25.46	105.06
3.0	0.00	0.00	11.44	17.34	20.05	48.84
3.5	0.00	0.00	0.00	6.71	12.43	19.14
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.81	4.81
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.61. Dikmece deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		43.50	**21.32**	**12.40**	**8.85**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	73.73	0.00			73.73
1.0	3.39	147.46	36.14	0.00		183.60
1.5	2.67	116.14	72.27	21.02	0.00	**209.43**
2.0	1.65	71.99	56.92	42.04	15.00	185.95
2.5	0.64	27.84	35.28	33.11	30.00	126.23
3.0	0.00	0.00	13.65	20.52	23.63	57.80
3.5	0.00	0.00	0.00	7.94	14.65	22.58
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66	5.66
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.62. Dikmece deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		53.28	**24.87**	**14.36**	**10.22**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	1.69	90.31	0.00			90.31
1.0	3.39	180.62	42.15	0.00		222.77
1.5	2.67	142.25	84.31	24.34	0.00	**250.90**
2.0	1.65	88.18	66.40	48.68	17.32	220.58
2.5	0.64	34.10	41.16	38.34	34.65	148.25
3.0	0.00	0.00	15.92	23.77	27.29	66.97
3.5	0.00	0.00	0.00	9.19	16.91	26.11
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6.54	6.54
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

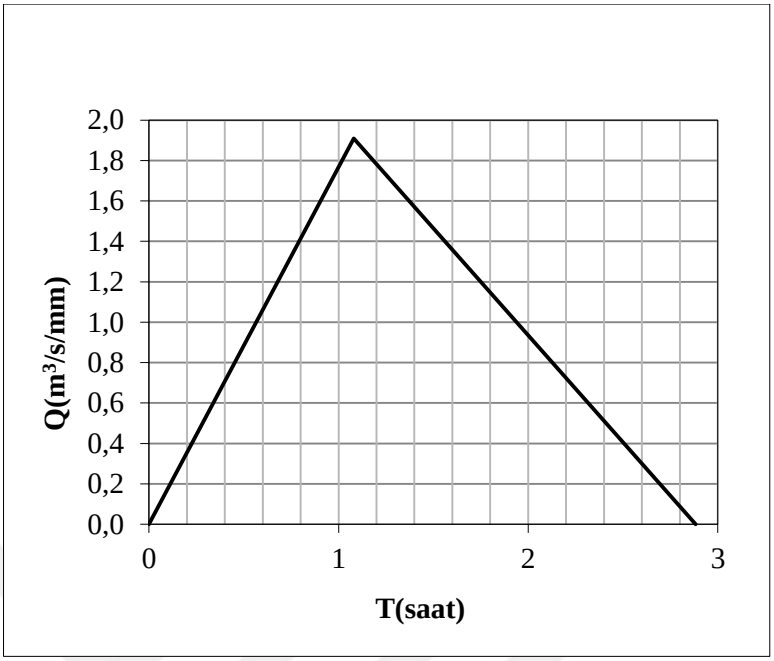
4.6.8. Arpalı Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Arpalı deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.63'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.63 Arpalı deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	9.91	(km^2)
S	0.042	
L	10.8	(km)
h_{min}	92	(m)
h_{max}	1290	(m)
R_d	0.26	
AD	0.5	(saat)
Tc	1.38	(saat)
D	2.35	(saat)
T_p	1.08	(saat)
Q_p	1.9	(m^3/s/mm)
T_r	1.80	(saat)
T_b	2.88	(saat)

Arpalı deresi için pik debi 1.9 m^3/sn/mm olarak, pike erme süresi ise 1.08 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.23. Arpalı deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Arpalı deresi akım değerleri Çizelge 4.64-4.69'da verilmiştir.

Çizelge 4.64. Arpalı deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		3.61	**3.75**	**2.47**	**1.87**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	3.19	0.00			3.19
1.0	1.77	6.38	3.31	0.00		9.69
1.5	1.46	5.29	6.63	2.18	0.00	14.09
2.0	0.94	3.38	5.49	4.36	1.65	**14.88**
2.5	0.41	1.47	3.51	3.62	3.30	11.89
3.0	0.00	0.00	1.52	2.31	2.74	6.57
3.5	0.00	0.00	0.00	1.00	1.75	2.75
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.76
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.65. Arpalı deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		13.01	**8.95**	**5.49**	**4.02**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	11.50	0.00			11.50
1.0	1.77	22.99	7.91	0.00		30.90
1.5	1.46	19.05	15.82	4.85	0.00	**39.72**
2.0	0.94	12.17	13.10	9.70	3.55	38.52
2.5	0.41	5.28	8.37	8.04	7.10	28.79
3.0	0.00	0.00	3.63	5.13	5.89	14.65
3.5	0.00	0.00	0.00	2.23	3.76	5.99
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	1.63
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.66. Arpalı deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		21.04	**12.64**	**7.58**	**5.49**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	18.59	0.00			18.59
1.0	1.77	37.18	11.17	0.00		48.35
1.5	1.46	30.81	22.34	6.70	0.00	**59.84**
2.0	0.94	19.67	18.51	13.40	4.85	56.43
2.5	0.41	8.54	11.82	11.10	9.70	41.16
3.0	0.00	0.00	5.13	7.09	8.04	20.26
3.5	0.00	0.00	0.00	3.08	5.13	8.21
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	2.23	2.23
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.67. Arpalı deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		32.80	**17.51**	**10.31**	**7.40**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	28.98	0.00			28.98
1.0	1.77	57.96	15.47	0.00		73.43
1.5	1.46	48.02	30.94	9.11	0.00	**88.08**
2.0	0.94	30.67	25.64	18.22	6.54	81.06
2.5	0.41	13.32	16.37	15.10	13.08	57.86
3.0	0.00	0.00	7.11	9.64	10.83	27.58
3.5	0.00	0.00	0.00	4.19	6.92	11.10
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.68. Arpalı deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		41.68	20.95	12.22	8.74	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	36.83	0.00			36.83
1.0	1.77	73.66	18.51	0.00		92.17
1.5	1.46	61.03	37.02	10.80	0.00	**108.84**
2.0	0.94	38.97	30.67	21.59	7.72	98.96
2.5	0.41	16.92	19.59	17.89	15.45	69.85
3.0	0.00	0.00	8.50	11.43	12.80	32.73
3.5	0.00	0.00	0.00	4.96	8.17	13.13
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55	3.55
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.69. Arpalı deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		51.27	24.50	14.19	10.12	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	0.88	45.30	0.00			45.30
1.0	1.77	90.60	21.65	0.00		112.25
1.5	1.46	75.07	43.30	12.54	0.00	**130.90**
2.0	0.94	47.94	35.87	25.08	8.94	117.83
2.5	0.41	20.81	22.91	20.78	17.88	82.38
3.0	0.00	0.00	9.95	13.27	14.82	38.03
3.5	0.00	0.00	0.00	5.76	9.46	15.22
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	4.11	4.11
4.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

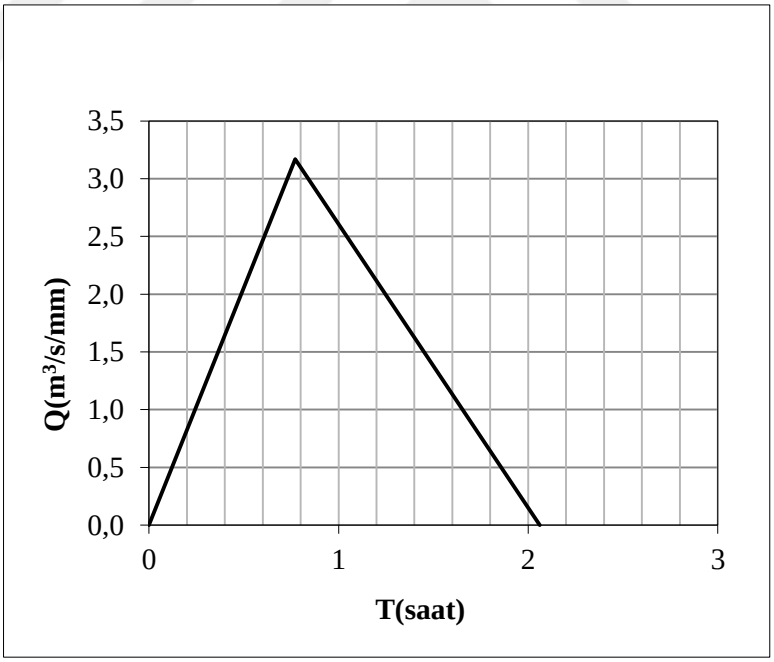
4.6.9. Karaali Deresi Mochus Yöntemi Sonuçları

Mochus sentetik yöntem ile Karaali deresi için yapılan hesaplamalarda, derenin biçimi dikdörtgen olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre yapılan hesaplamalar Çizelge 4.70'de verilmiştir. Mochus yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.70. Karaali deresi birim hidrograf hesaplamaları ve sonuçları

A	11.76	(km^2)
S	0.064	
L	7.3	(km)
h_{min}	78	(m)
h_{max}	910	(m)
R_d	0.41	
AD	0.5	(saat)
Tc	0.87	(saat)
D	1.87	(saat)
T_p	0.77	(saat)
Q_p	3.17	(m^3/s/mm)
T_r	1.29	(saat)
T_b	2.06	(saat)

Karaali deresi için pik debi 3.17 m^3/sn olarak, pike erme süresi ise 0.77 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.24. Karaali deresi birim hidrografı

Farklı yinelemeli yağış verilerinin proje sağnak süresi 2 saat alınarak yapılan analiz sonucu 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl yinelemeli taşkın debileri elde edilmiş ve birim

hidrograf kullanılarak geliştirilen farklı yinelenme yıllarına ait Karaali deresi taşkın akımları Şekil 4.71-4.76'da verilmiştir.

Çizelge 4.71. Karaali deresi iki yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_2 (m^3/s)
		3.16	**3.52**	**2.35**	**1.78**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	6.48	0.00			6.48
1.0	2.61	8.24	7.22	0.00		15.47
1.5	1.38	4.36	9.18	4.82	0.00	**18.36**
2.0	0.15	0.48	4.86	6.13	3.65	15.11
2.5	0.00	0.00	0.53	3.24	4.64	8.41
3.0	0.00	0.00	0.00	0.35	2.46	2.81
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.27
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.72. Karaali deresi beş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_5 (m^3/s)
		12.06	**8.62**	**5.32**	**3.91**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	24.75	0.00			24.75
1.0	2.61	31.45	17.69	0.00		49.14
1.5	1.38	16.64	22.48	10.92	0.00	**50.03**
2.0	0.15	1.82	11.89	13.88	8.02	35.61
2.5	0.00	0.00	1.30	7.34	10.20	18.83
3.0	0.00	0.00	0.00	0.80	5.39	6.19
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.59
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.73. Karaali deresi on yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{10} (m^3/s)
		19.80	**12.29**	**7.41**	**5.38**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	40.63	0.00			40.63
1.0	2.61	51.64	25.22	0.00		**76.86**
1.5	1.38	27.31	32.05	15.21	0.00	74.57
2.0	0.15	2.98	16.95	19.33	11.04	50.30
2.5	0.00	0.00	1.85	10.22	14.03	26.10
3.0	0.00	0.00	0.00	1.12	7.42	8.54
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.81
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.74. Karaali deresi yirmibeş yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{25} (m^3/s)
		31.22	**17.14**	**10.13**	**7.29**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	64.07	0.00			64.07
1.0	2.61	81.43	35.17	0.00		**116.60**
1.5	1.38	43.06	44.70	20.79	0.00	108.56
2.0	0.15	4.70	23.64	26.42	14.96	69.72
2.5	0.00	0.00	2.58	13.97	19.01	35.57
3.0	0.00	0.00	0.00	1.53	10.06	11.58
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	1.10
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.75. Karaali deresi elli yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{50} (m^3/s)
		39.90	**20.57**	**12.04**	**8.63**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	81.88	0.00			81.88
1.0	2.61	104.07	42.21	0.00		**146.28**
1.5	1.38	55.04	53.65	24.71	0.00	133.39
2.0	0.15	6.01	28.37	31.40	17.71	83.49
2.5	0.00	0.00	3.10	16.61	22.51	42.21
3.0	0.00	0.00	0.00	1.81	11.90	13.72
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Çizelge 4.76. Karaali deresi yüz yıl yinelenmeli taşkın akım değerleri

T (saat)	Q	Artım Akım				Q_{100} (m^3/s)
		49.30	**24.12**	**14.02**	**10.01**	
0.0	0.00	0.00				0.00
0.5	2.05	101.17	0.00			101.17
1.0	2.61	128.58	49.50	0.00		**178.08**
1.5	1.38	68.00	62.91	28.77	0.00	159.68
2.0	0.15	7.42	33.27	36.57	20.54	97.80
2.5	0.00	0.00	3.63	19.34	26.11	49.08
3.0	0.00	0.00	0.00	2.11	13.81	15.92
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	1.51
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4.7. GRAY Yöntemi Sonuçları

Küçük drenaj alanlarında taşkın hidrografının geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan Gray yöntemi, çalışma konusu olan derelere uygulanmış ve elde edilen sonuçlar her dere için ayrı ayrı verilmiştir.

4.7.1. Ballıöz Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Ballıöz deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.49'da verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre $L/(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin, Ballıöz deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

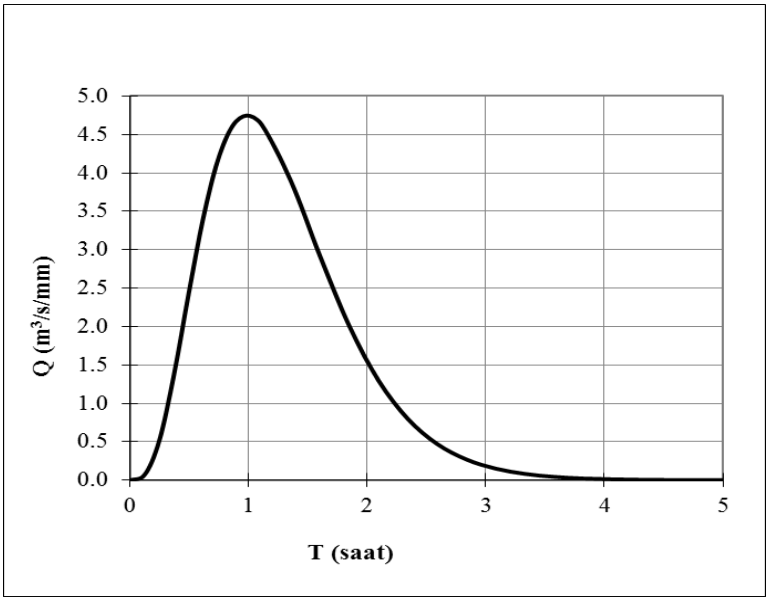
Çizelge 4.77. Ballıöz deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

A	23.14	km^2
L	13.0	km
S	6.10	%
$L/(S)^{1/2}$	5.26	< 11 km
P_R/γ	16.9	Dakika
P_R	59.2	Dakika
γ	3.50	
q	4.50	
Γq	11.62	
V_B	23140	m^3
V_D	888.1	
ε	26.1	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf koordinat değerleri Çizelge 4.78'de, birim hidrograf ise Şekil 4.25'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Ballıöz deresi birim hidrografının pik debisi 4.75 m^3/sn, pike erişme süresi ise 1 saat olarak bulunmuştur.

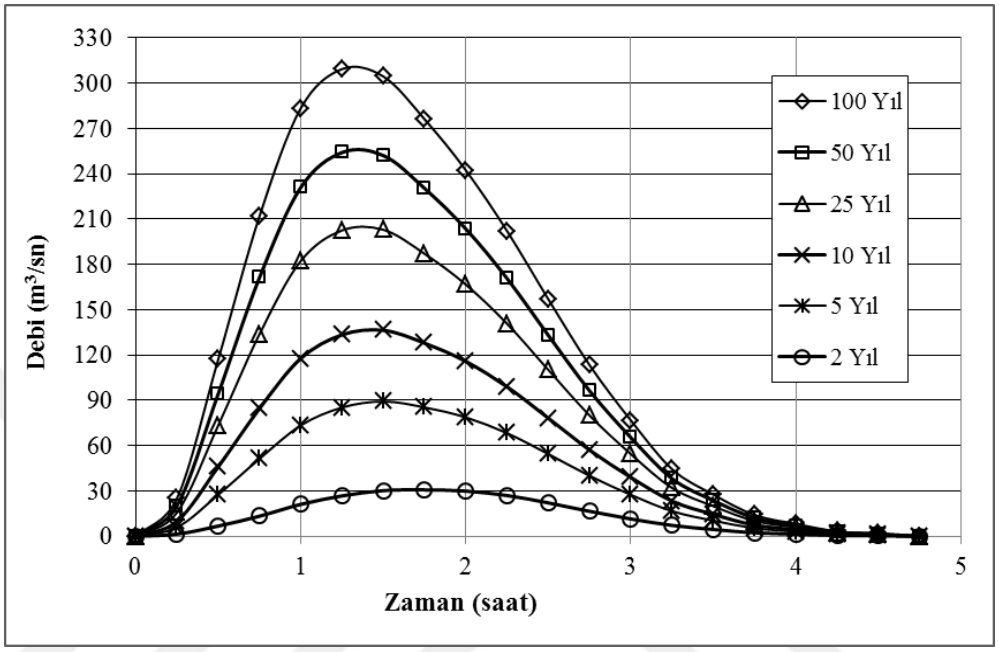
Çizelge 4.78. Ballıöz deresi birim hidrograf koordinatları

t/P_R	t (saat)	% Q_{max}	$Q(m^3/s/mm)$
0.000	0.00	0.000	0.000
0.125	0.12	0.269	0.070
0.250	0.25	1.966	0.512
0.375	0.37	5.246	1.367
0.500	0.49	9.268	2.415
0.625	0.62	13.066	3.404
0.750	0.74	15.968	4.161
0.875	0.86	17.682	4.607
1.000	**0.99**	18.218	**4.747**
1.125	1.11	17.764	4.629
1.375	1.36	14.948	3.895
1.625	1.60	11.182	2.914
1.875	1.85	7.693	2.004
2.125	2.10	4.970	1.295
2.375	2.34	3.059	0.797
2.625	2.59	1.810	0.472
2.875	2.84	1.038	0.270
3.125	3.08	0.579	0.151
3.375	3.33	0.316	0.082
3.625	3.58	0.169	0.044
3.875	3.82	0.089	0.023
4.125	4.07	0.046	0.012
4.375	4.32	0.024	0.006
4.625	4.56	0.012	0.003
4.875	4.81	0.006	0.002
5.125	5.06	0.003	0.001
5.375	5.30	0.001	0.000
5.625	5.55	0.001	0.000



Şekil 4.25. Ballıöz deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.26'da verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 30.7 m^3/sn, 5 yıl için 89.7 m^3/sn, 10 yıl için 136.4 m^3/sn, 25 yıl için 203 m^3/sn, 50 yıl için 254 m^3/sn ve 100 yıl için 309 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.26. Ballıöz deresinin taşkın hidrografları

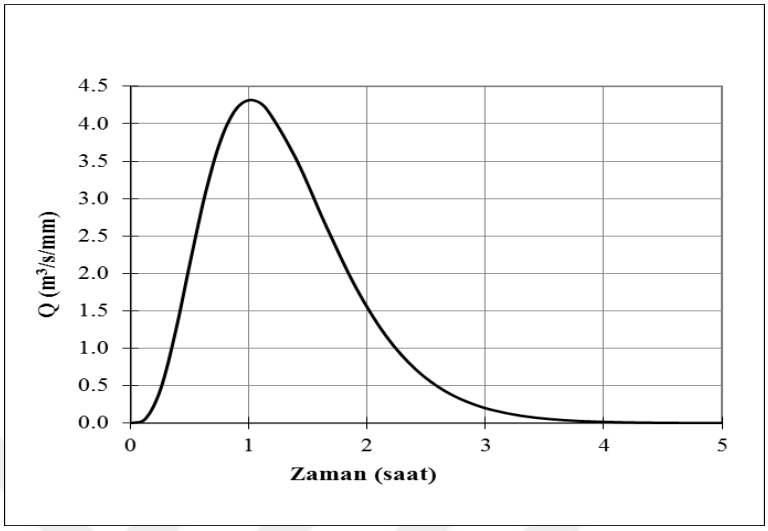
4.7.2. Kisecik Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Kisecik deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Kisecik deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

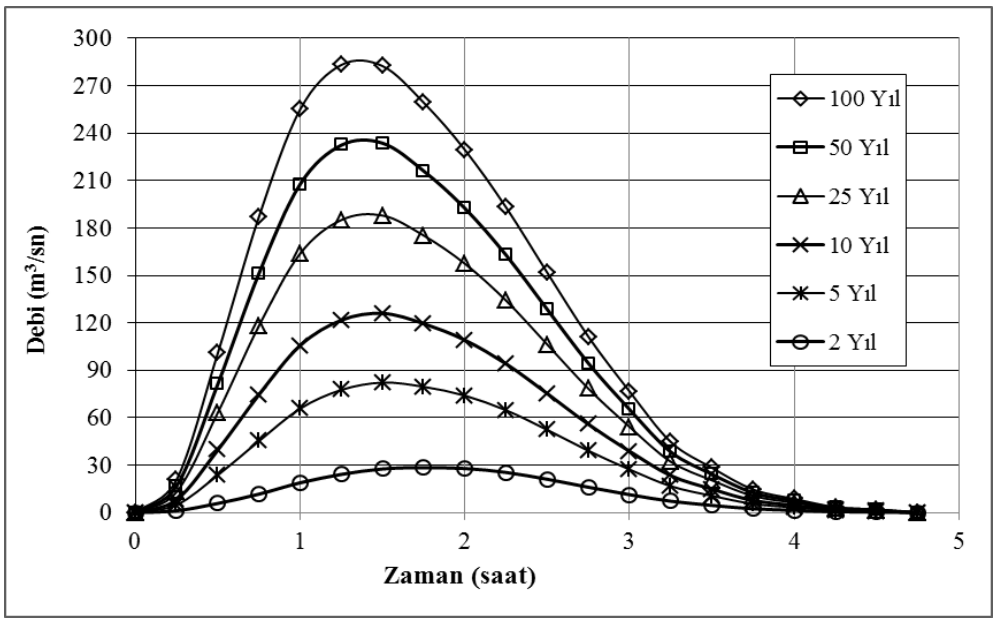
A	21.59	km^2
L	12.3	km
S	5.00	%
$L/(S)^{1/2}$	5.50	< 11 km
P_R/γ	17.3	Dakika
P_R	60.9	Dakika
γ	3.52	
q	4.52	
Γq	12.01	
V_B	21590	m^3
V_D	914.0	
ε	23.6	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.27'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Kisecik deresi birim hidrografının pik debisi 4.37 m^3/sn, pike erişme süresi ise 1 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.27. Kisecik deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.28'de verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 28.4 m^3/sn, 5 yıl için 82.3 m^3/sn, 10 yıl için 126 m^3/sn, 25 yıl için 188 m^3/sn, 50 yıl için 233 m^3/sn ve 100 yıl için 283 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.28. Kisecik deresinin taşkın hidrografları

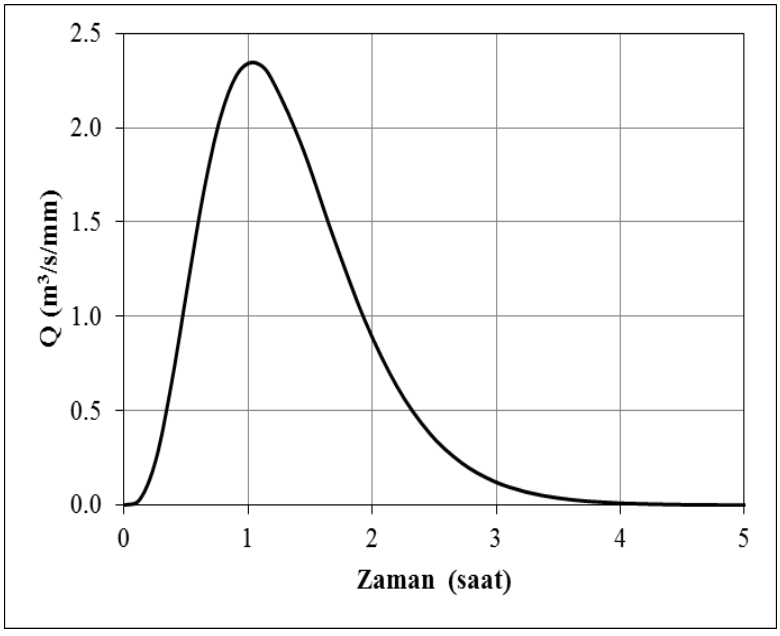
4.7.3. Altınçay Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Altınçay deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.80'de verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre L /$(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin. Altınçay deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

Çizelge 4.80. Altınçay deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

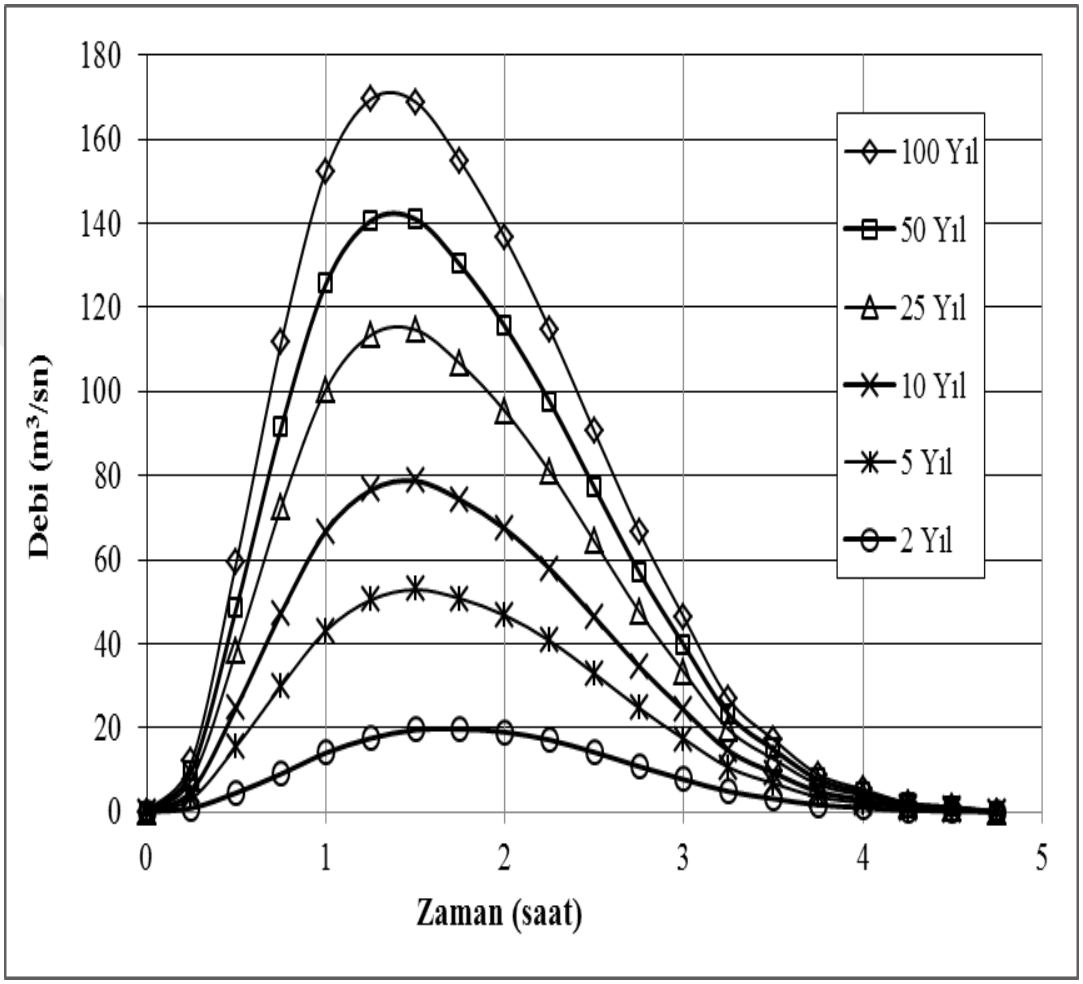
A	11.92	km^2
L	8.2	km
S	2.10	%
L /(S)$^{1/2}$	5.66	< 11 km
P_R/γ	17.5	Dakika
P_R	62.1	Dakika
γ	3.54	
q	4.54	
Γq	12.28	
V_B	11920	m^3
V_D	931.2	
ε	12.8	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.29'da verilmiştir. Gray yöntemine göre Altınçay deresi birim hidrografının pik debisi 2.34 m^3/sn, pike erişme süresi ise 1 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.29. Altınçay deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.30'da verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 19.7 m^3/sn, 5 yıl için 53 m^3/sn, 10 yıl için 78.7m^3/sn, 25 yıl için 114.7 m^3/sn 50 yıl için 141 m^3/sn ve 100 yıl için 169 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.30. Altınçay deresinin taşkın hidrografları

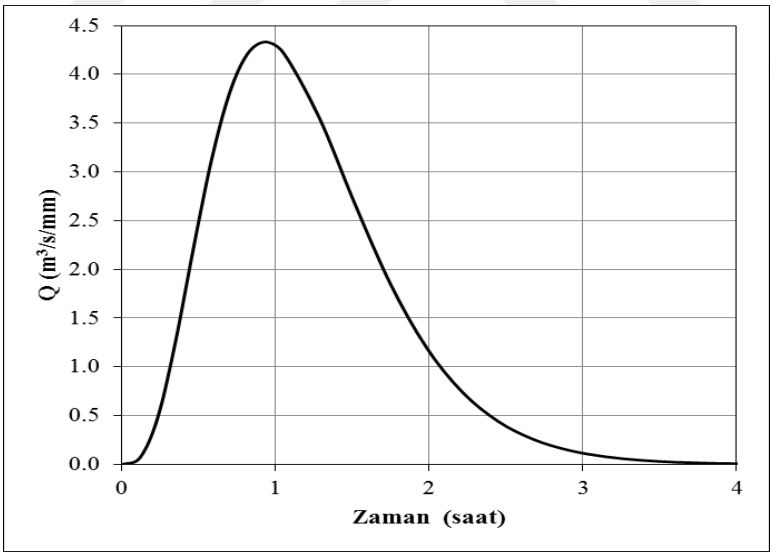
4.7.4. Karaksı Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Karaksı deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.81'de verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre L /$(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin, Karaksı deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

Çizelge 4.81. Karaksı deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

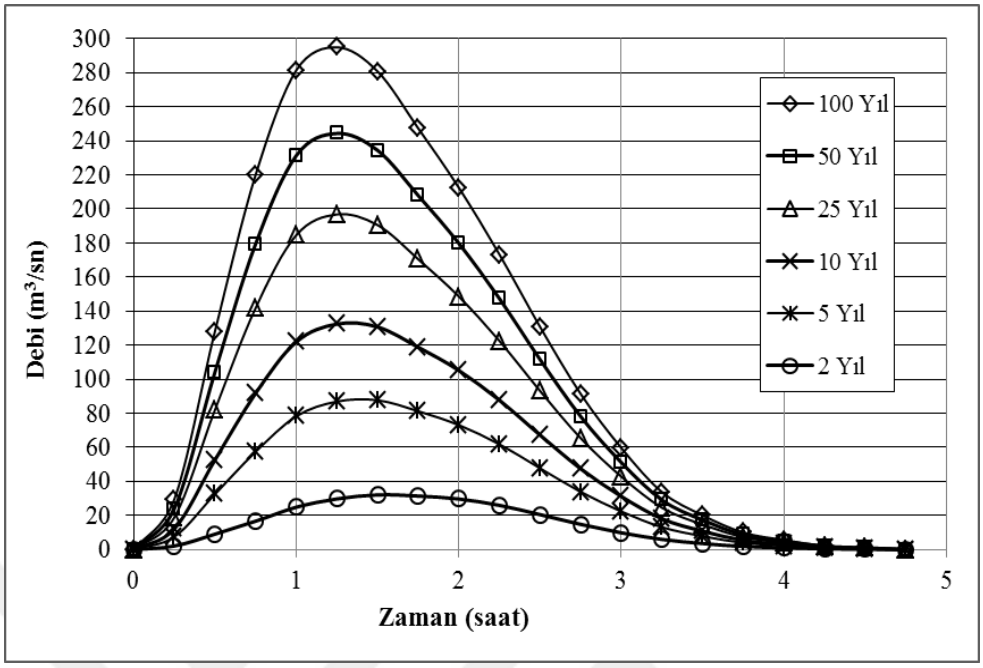
A	20.09	km^2
L	12.0	km
S	6.20	%
$L/(S)^{1/2}$	4.82	< 11 km
P_R/γ	16.2	Dakika
P_R	55.9	Dakika
γ	3.45	
q	4.45	
Γq	10.90	
V_B	20090	m^3
V_D	838.9	
ε	23.9	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.31'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Karaksı deresi birim hidrografının pik debisi 4.33 m^3/sn, pike erişme süresi ise 56 dakika olarak bulunmuştur.



Şekil 4.31. Karaksı deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.32'de verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 32.1 m^3/sn, 5 yıl için 87.7 m^3/sn, 10 yıl için 132.5 m^3/sn, 25 yıl için 196.8 m^3/sn, 50 yıl için 244.4 m^3/sn ve 100 yıl için 295 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.32. Karaksı deresinin taşkın hidrografları

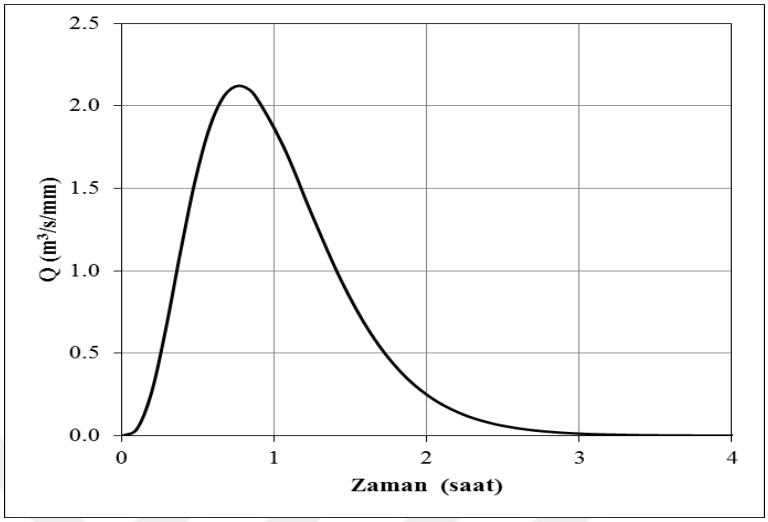
4.7.5. Gülderen Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Gülderen deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.82'de verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre L /$(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin, Gülderen deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

Çizelge 4.82. Gülderen deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

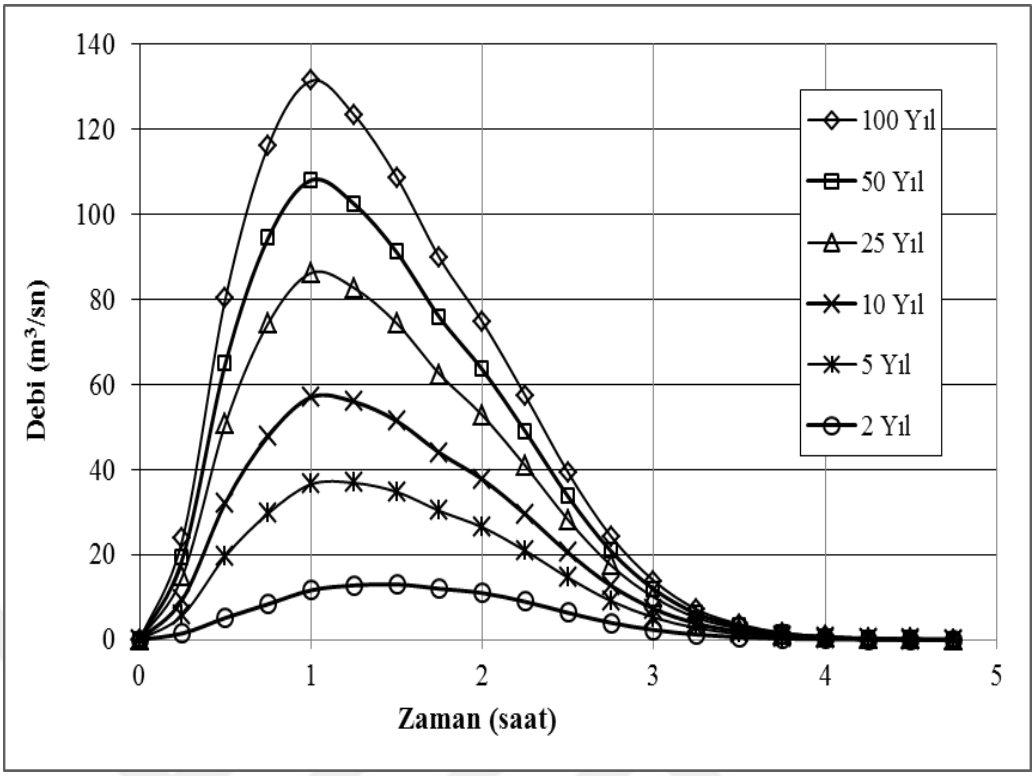
A	8.28	km^2
L	8.0	km
S	5.10	%
L /(S)$^{1/2}$	3.54	< 11 km
P_R/γ	13.9	Dakika
P_R	46.1	Dakika
γ	3.32	
q	4.32	
Γq	9.05	
V_B	8280	m^3
V_D	691.1	
ε	12.0	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.33'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Gülderen deresi birim hidrografının pik debisi 2.12 m^3/sn, pike erişme süresi ise 46 dakika olarak bulunmuştur.



Şekil 4.33. Gülderen deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.34'de verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 13 m^3/sn, 5 yıl için 37 m^3/sn, 10 yıl için 57 m^3/sn, 25 yıl için 86.3 m^3/sn, 50 yıl için 108 m^3/sn ve 100 yıl için 131.4 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.34. Gülderen deresinin taşkın hidrografları

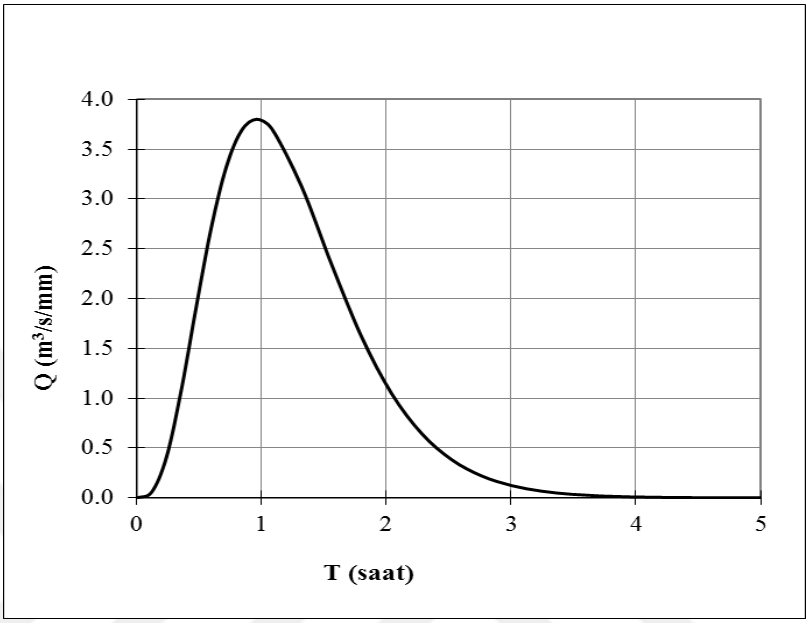
4.7.6. Dikmece Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Dikmece deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.83'de verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre L /$(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin, Dikmece deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

Çizelge 4.83. Dikmece deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

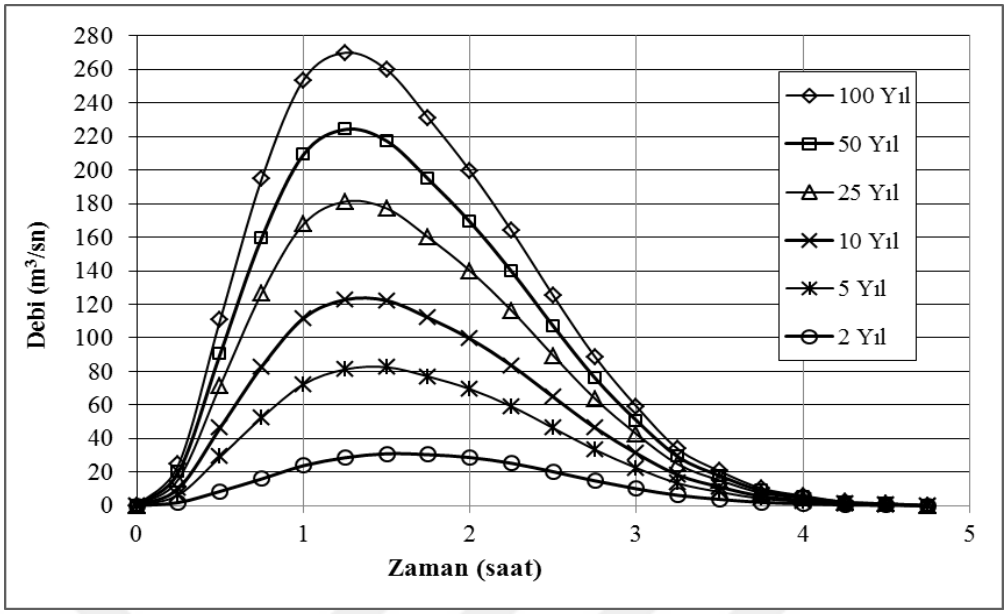
A	18.12	km^2
L	12.9	km
S	6.50	%
L /$(S)^{1/2}$	5.06	< 11 km
P_R/γ	16.6	Dakika
P_R	57.7	Dakika
γ	3.48	
q	4.48	
Γq	11.28	
V_B	18120	m^3
V_D	865.6	
ε	20.9	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.35'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Dikmece deresi birim hidrografının pik debisi 3.8 m^3/sn, pike erişme süresi ise 1 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.35. Dikmece deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.36'da verilmiştir. İki yıl yinelenemeli taşkının pik debisi 31 m^3/sn, 5 yıl için 82.5 m^3/sn, 10 yıl için 122.8 m^3/sn, 25 yıl için 181.2 m^3/sn, 50 yıl için 224.2 m^3/sn ve 100 yıl için 270 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.36. Dikmece deresinin taşkın hidrografları

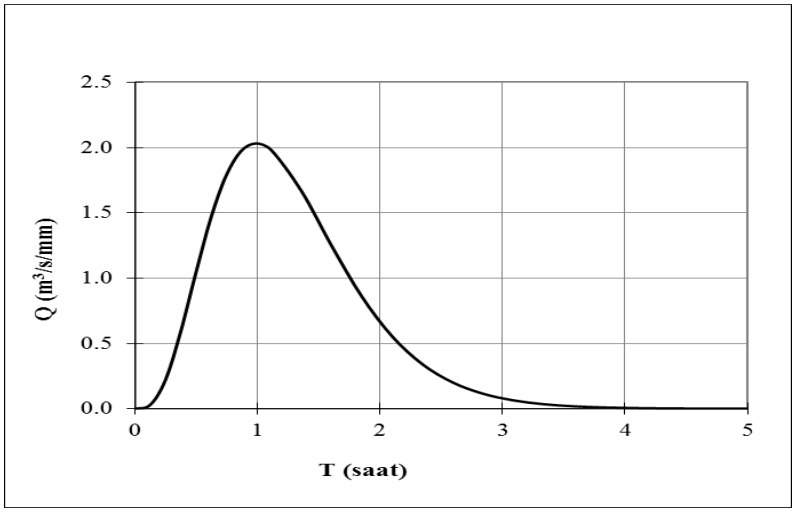
4.7.7. Arpalı Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Arpalı deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.84'de verilmiştir.

Çizelge 4.84. Arpalı deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

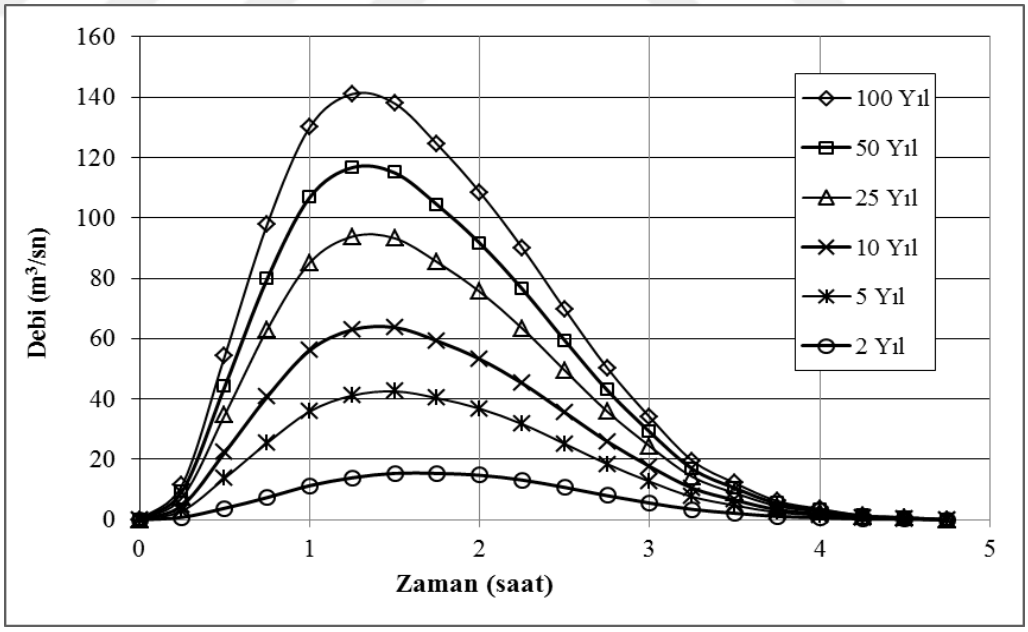
A	18.12	km^2
L	12.9	km
S	6.50	%
$L/(S)^{1/2}$	5.06	< 11 km
P_R/γ	16.6	Dakika
P_R	57.7	Dakika
γ	3.48	
q	4.48	
Γq	11.28	
V_B	18120	m^3
V_D	865.6	
ε	20.9	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.37'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Arpalı deresi birim hidrografının pik debisi 2.03 m^3/sn, pike erişme süresi ise 1 saat olarak bulunmuştur.



Şekil 4.37. Arpalı deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.38'de verilmiştir. İki yıl yinelenemeli taşkının pik debisi 15.4 m^3/sn, 5 yıl için 42.5 m^3/sn, 10 yıl için 63.7 m^3/sn, 25 yıl için 93.8 m^3/sn, 50 yıl için 116.7 m^3/sn ve 100 yıl için 141 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.38. Arpalı deresinin taşkın hidrografları

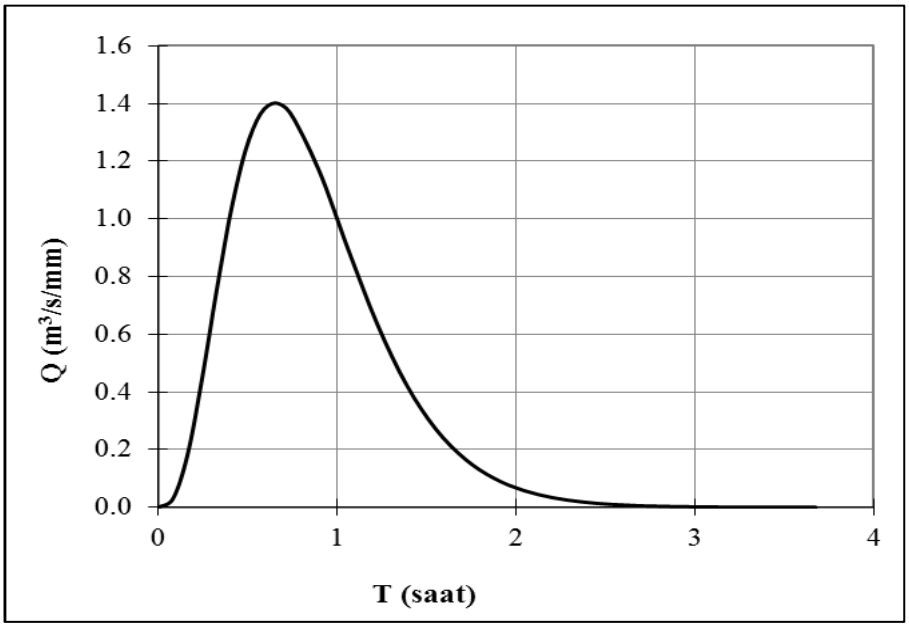
4.7.8. Kuyucak Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Kuyucak deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.85'de verilmiştir. Hesaplama sonucuna göre L /$(S)^{1/2}$ değeri 11 km'den küçük olduğu için bu yöntemin, Kuyucak deresinde uygulanabileceği görülmüştür.

Çizelge 4.85. Kuyucak deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

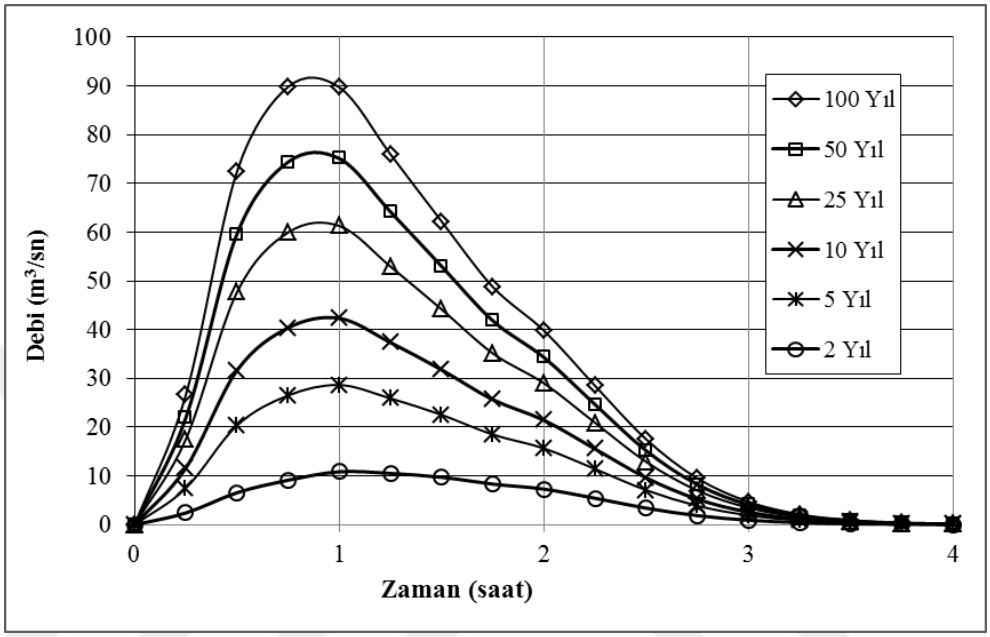
A	4.73	km^2
L	4.3	km
S	2.50	%
L /(S)$^{1/2}$	2.72	< 11 km
P_R/γ	12.2	Dakika
P_R	39.2	Dakika
γ	3.22	
q	4.22	
Γq	7.98	
V_B	4730	m^3
V_D	588.5	
ε	8.0	

Kuyucak deresi için Gray yöntemi ile elde edilen birim hidrograf Şekil 4.39'da verilmiştir. Gray yöntemine göre Kuyucak deresi birim hidrografının pik debisi 1.4 m^3/sn, pike erişme süresi ise yaklaşık 40 dakika olarak bulunmuştur.



Şekil 4.39. Kuyucak deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.40'da verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 11 m^3/sn, 5 yıl için 28.7 m^3/sn, 10 yıl için 42.3 m^3/sn, 25 yıl için 61.3 m^3/sn, 50 yıl için 75.1 m^3/sn ve 100 yıl için 92 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.40. Kuyucak deresinin taşkın hidrografları

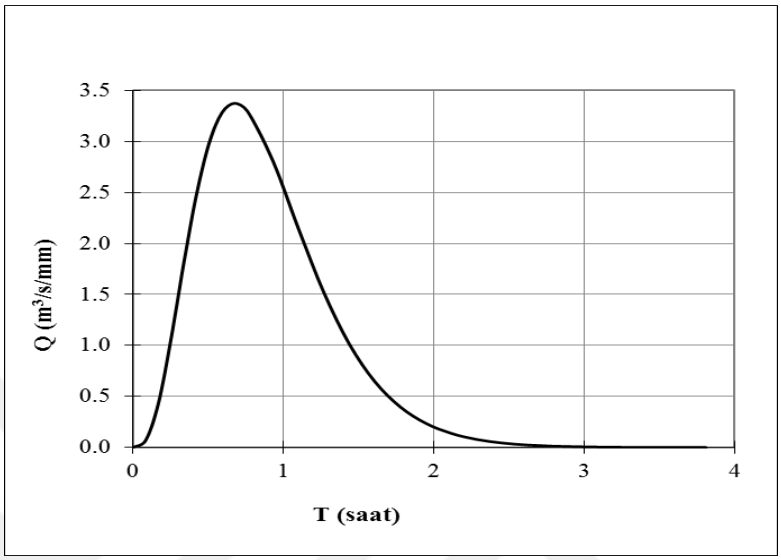
4.7.9. Karaali Deresi Gray Yöntemi Sonuçları

Karaali deresi için Gray yönteminde kullanılan parametreler hesaplanmış ve Çizelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Karaali deresi için Gray yöntemi hesaplama sonuçları

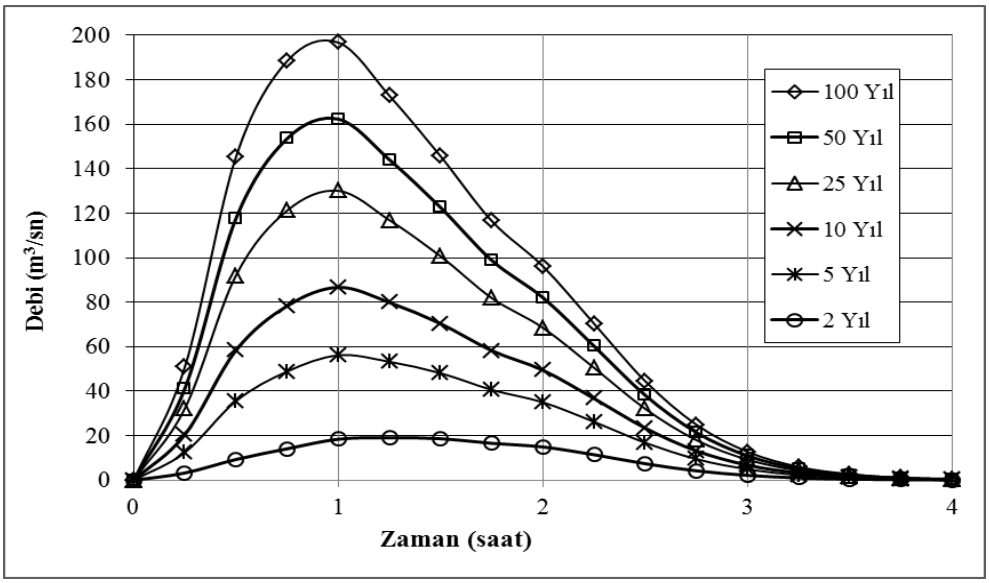
A	11.76	km^2
L	7.3	km
S	6.40	%
$L/(S)^{1/2}$	2.89	< 11 km
P_R/γ	12.5	Dakika
P_R	40.7	Dakika
γ	3.24	
q	4.24	
Γq	8.19	
V_B	11760	m^3
V_D	609.8	
ε	19.3	

Hesaplanan parametreler kullanılarak elde edilen birim hidrograf Şekil 4.41'de verilmiştir. Gray yöntemine göre Karaali deresi birim hidrografının pik debisi 3.37 m^3/sn, pike erişme süresi ise 40 dakika olarak bulunmuştur.



Şekil 4.41. Karaali deresi birim hidrografı

Farklı yinelenmeli yağışların oluşturacağı taşkın debileri ise Şekil 4.42'de verilmiştir. İki yıl yinelenmeli taşkının pik debisi 19 m^3/sn, 5 yıl için 56 m^3/sn, 10 yıl için 86.7 m^3/sn, 25 yıl için 130 m^3/sn, 50 yıl için 162 m^3/sn ve 100 yıl için 196.7 m^3/sn olarak bulunmuştur.



Şekil 4.42. Karaali deresinin taşkın hidrografları

Bu çalışma sonucu tahmin edilen taşkın debileri kullanılan sentetik yöntemlere göre Çizelgelerde verilmiştir. DSİ yöntemi ile yapılan hesaplamalarda için taşkın debileri Çizelge 4.87'de Mochus yöntemi sonuçları Çizelge 4.88'de ve Gray yöntemi sonuçları Çizelge 4.89'da verilmiştir.

Çizelge 4.87. DSİ yöntemi sonuçları

Dereler	**Q_2**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{25}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**
Ballıöz	16.4	46.3	69.3	102.1	126	151.9
Kisecik	13.1	40.9	73.4	121.2	162.6	207.7
Altınçay	10.9	30.7	50.4	81.7	108.4	137
Karaksı	14.7	43	72.4	118.5	157.5	199.3
Dikmece	10.5	27.8	48.4	72.3	95.2	119.9
Arpalı	6.1	16.4	28.5	42.7	56.8	72

Pike erme süresi 2 saatten az olduğu için Güldere, Kuyucak ve Karaali derelerininde DSİ yöntemi uygulanamamıştır.

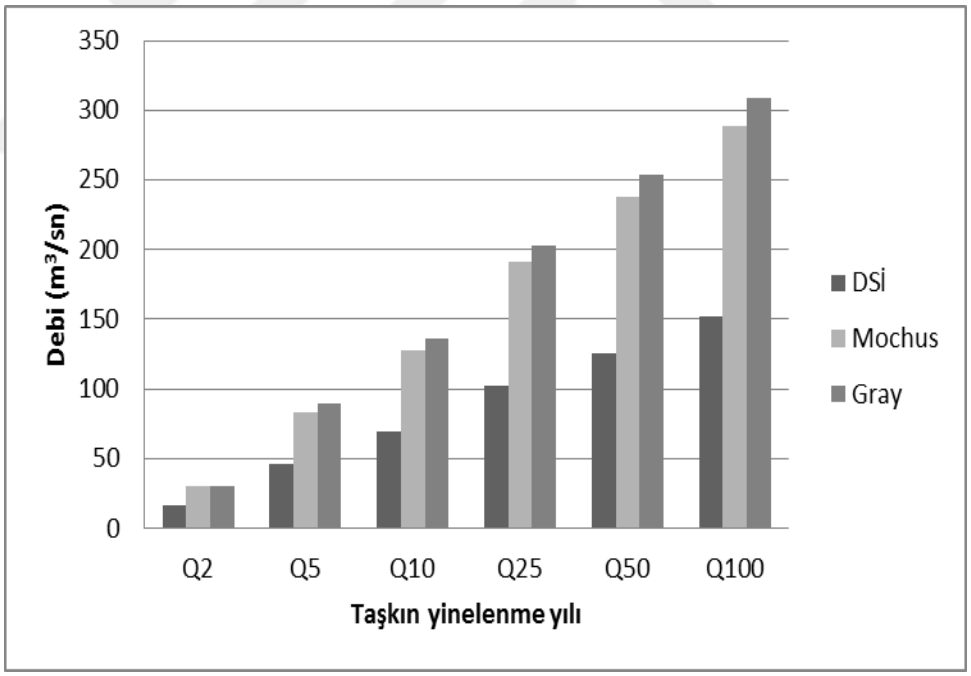
Çizelge 4.88. Mochus yöntemi sonuçları

Dereler	**Q_2**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{25}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**
Ballıöz	29.9	83.5	127.6	191.3	238.3	288.5
Kisecik	27.5	75.7	116.3	174.3	217.4	263.4
Altınçay	18.9	48.3	72.3	105.8	130.5	156.6
Karaksı	14.3	51.8	127.3	186.8	230.4	276.7
Gülderen	12.6	35.2	52.8	77.4	95.9	117
Kuyucak	9.9	25.7	38.3	56	69	82.7
Dikmece	29.6	78.4	116.8	170.3	209.4	250.9
Arpalı	14.9	39.7	59.8	88.1	108.8	130.9
Karaali	18.4	50	76.9	116.6	146.3	178

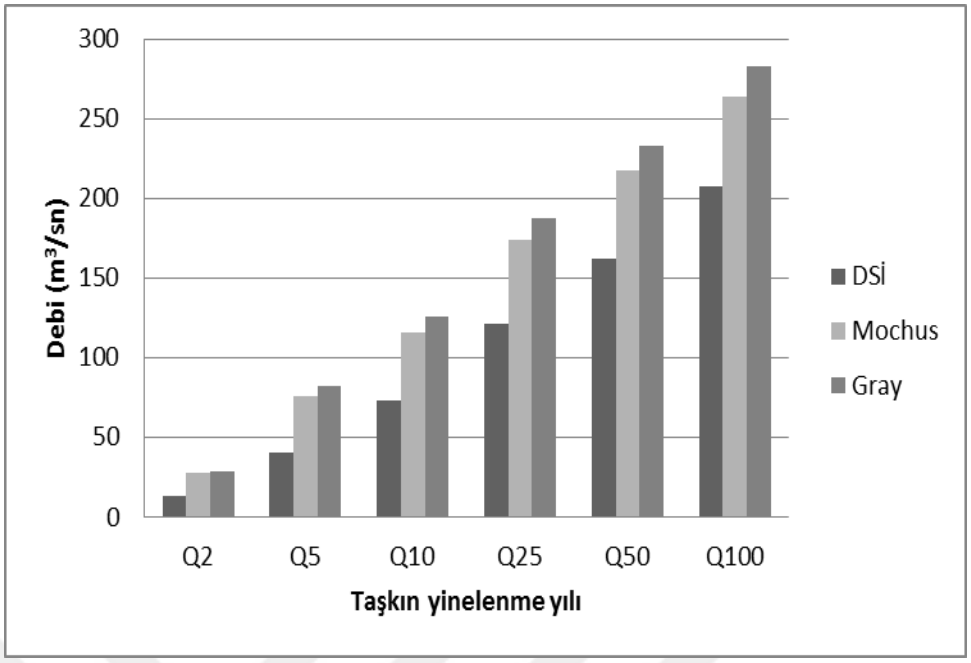
Çizelge 4.89. Gray yöntemi sonuçları

Dereler	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
Ballıöz	30.7	89.7	136.4	203	254	309
Kisecik	28.4	82.3	126	188	233	283
Altınçay	19.7	53	78.7	114.7	141	169
Karaksı	32.1	87.7	132.5	196.8	244.4	295
Gülderen	13	37	57	86.3	108	131.4
Kuyucak	11	28.7	42.3	61.3	75.1	92
Dikmece	31	82.5	122.8	181.2	224.2	270
Arpalı	15.4	42.5	63.7	93.8	116.7	141
Karaali	19	56	86.7	130	162	196.7

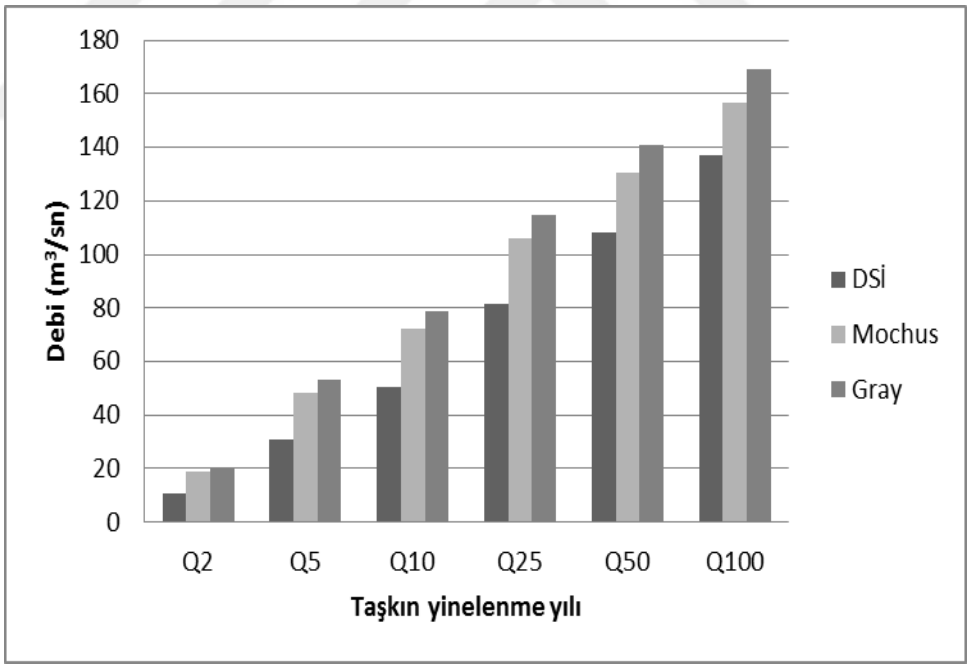
Ballıöz deresinde DSİ yöntemi en az taşkın değeri verirken Mochus ve Gray yöntemi DSİ yöntemine göre 2 kat büyük taşkın değerleri vermiştir. Derelerin taşkın debileri yöntemlere göre kıyaslanmış ve Şekil 4.43-4.51'de verilmiştir.



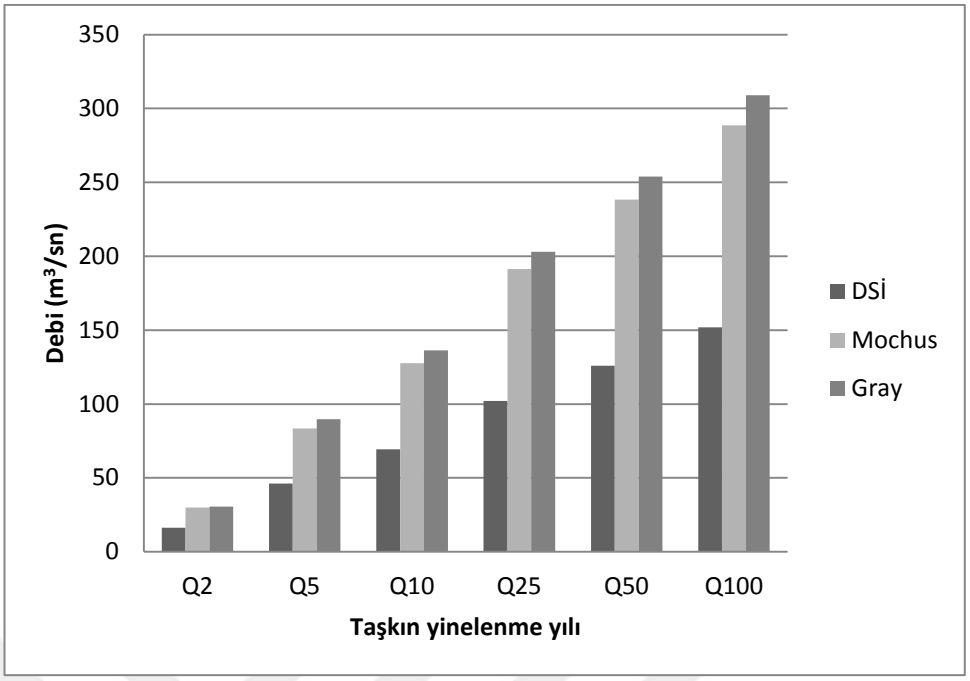
Şekil 4.43. Ballıöz deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



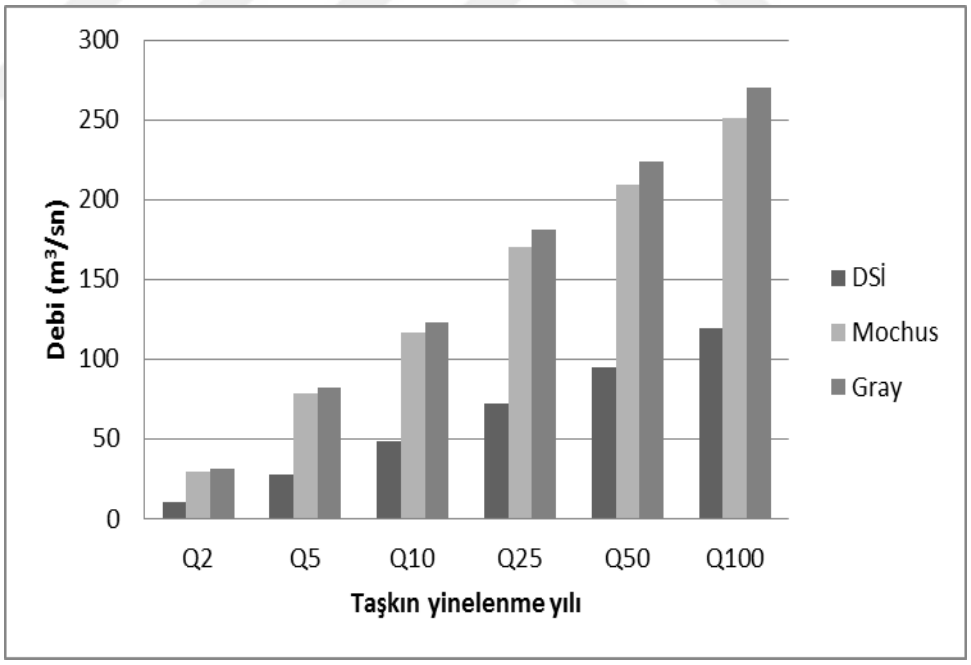
Şekil 4.44. Kisecik deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



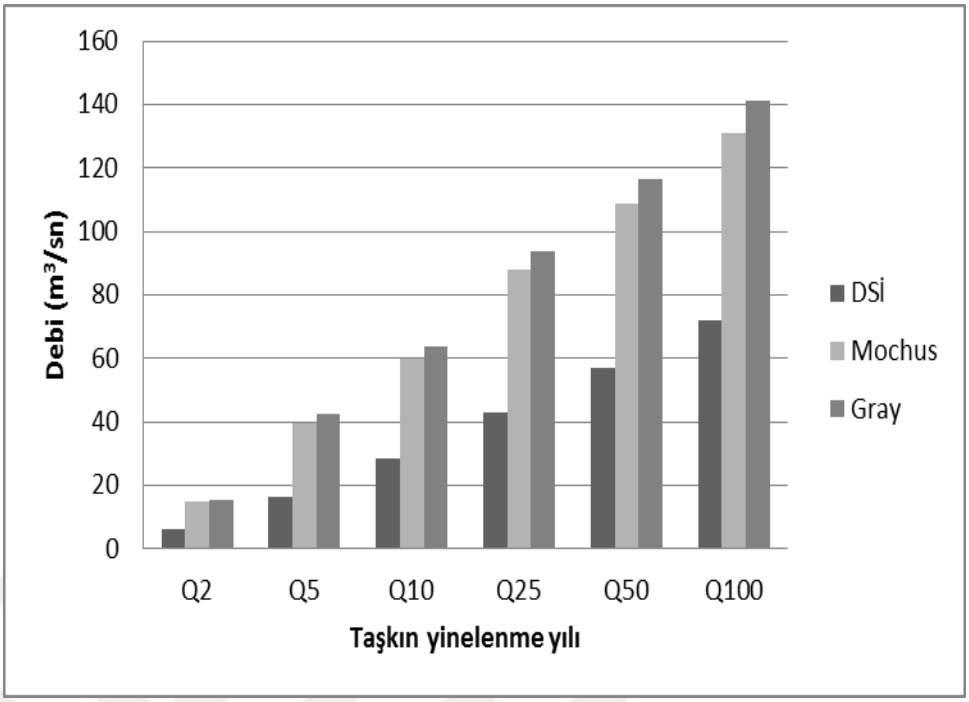
Şekil 4.45. Altınçay deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



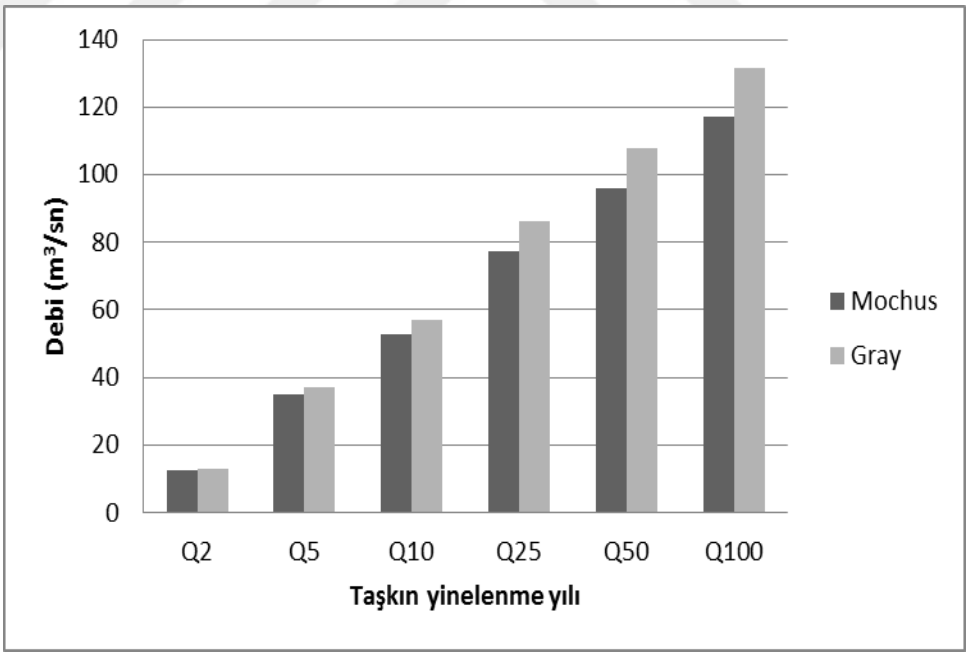
Şekil 4.46. Karaksı deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



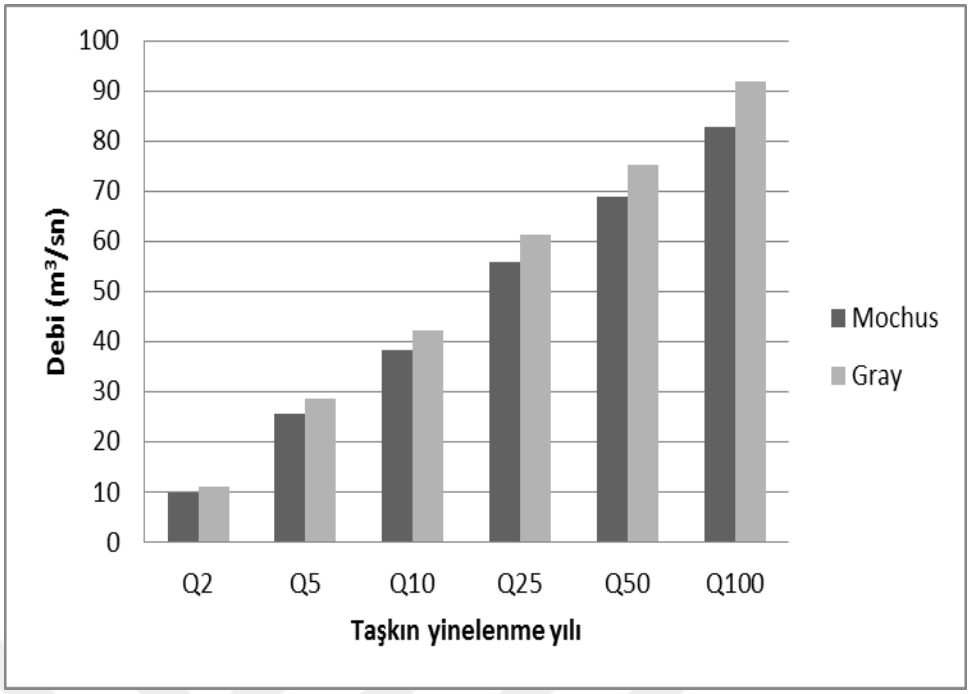
Şekil 4.47. Dikmece deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



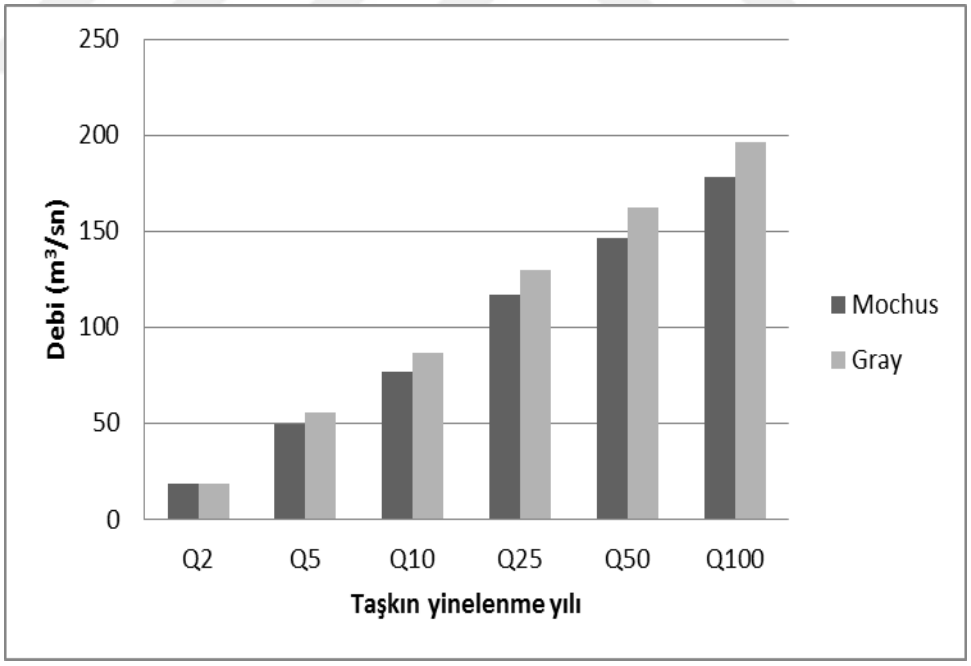
Şekil 4.48. Arpalı deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



Şekil 4.49. Gülderen deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



Şekil 4.50. Kuyucak deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması



Şekil 4.51. Karaali deresi için sentetik yöntemlerin kıyaslanması

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada taşkına neden olan Asi nehri yan derelerinde akım ölçümlerinin olmaması nedeniyle farklı yinelenme yılları için taşkın debileri sentetik hidrograf yöntemleri ile belirlenmiştir. Bu yöntemler DSİ, Mochus ve Gray yöntemleridir. Bu yöntemlerin uygulanması için dere havzaları ve bu havzalara ait özellikler ILWIS ve ArcSWAT, CBS yazılımları ile belirlenmiştir. Yan derelere en yakın meteoroloji istasyonu Antakya meteoroloji istasyonu olduğundan buradan alınan göre 24 aatlik maksimum yağış değerleri istatistiksel yöntemler kullanılarak 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık yinelenme yıllarına göre hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda, 24 saatlik maksimum yağış 2 yıl yinelenme değeri için 88 mm, 5 yıl için142 mm, 10 yıl için, 177 mm, 25 yıl için, 223 mm, 50 yıl için 255 mm, 100 yıl için 288 mm, 500 yıl için 364 mm ve 1000 yıl için 398 mm olarak bulunmuştur. Taşkın koruma yapıları genellikle 100 yıllık yinelenme yıllarına göre projelendiğinden, 500 ve 1000 yıllık taşkın hidrografları geliştirilmemiştir.

Elde edilen havza özellikleri ile sentetik hidrograf yöntemleri için gerekli parametreler hesaplanmış ve farklı yinelenmeli yağış verileri kullanılarak değişik yinelenme yılları için taşkın debileri ve hidrografları geliştirilmiştir.

Yapılan kıyaslamada sonucunda en yüksek debi değerleri Gray yönteminden elde edilmiştir. Gray ve Mochus yöntemi DSİ yöntemine göre daha büyük debi değerleri vermiştir. Havza alanı arttıkça debi değerlerinin arttığı görülmüştür.

Antakya'da 1956, 1969, 1975, 1976, 1980, 1987, 1998, 2001 ve 2002 yıllarında büyük ekonomik kayıplara neden olan çeşitli büyüklükte taşkın olayları yaşanmıştır. Amik ovası kaynaklı bu taşkınlardan özellikle 21 Mayıs 1998 yılında meydana gelen taşkında yan derelerin taşkına etkisi büyük olmuştur. Belirtilen tarihte, Altınçay deresi yatak kesitinin yetersizliği önemli derecede zarara yol açan taşkına neden olmuştur. Bu taşkının debisi 88 m^3/sn olarak ölçülmüştür (Anonim, 2002).

Bu dere için Mochus yöntemi ile yapılan hidrograf analizinde 10 yıl yinelenmeli taşkın debisi 72 m^3/sn, 25 yıl içinse 105 m^3/sn olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre bu taşkın debisinin yaklaşık 20 yılda bir meydana gelebilecek bir debi olduğu görülmektedir. Bu dere için yatak kesitinin Mochus yöntemi sonuçlarına göre 156 m^3/sn olarak projelenmesi gerekmektedir.

Gray yönteminde ise 10 yıl yinelenmeli taşkın debisi 78.7 m^3/sn olarak bulunmuştur. Bu miktar Altınçay'da meydana gelen taşkın pikine yakın bir değerdir. 10 yıl yinelenmeli taşkın debisinin bile zarara yol açması Antakya'da yan derelerin 50 ve 100 yıllık taşkın debilerine göre projelenmesinin önemini göstermektedir.

Yöntemlerin farklı sonuçlar vermesi her yöntemin havzanın değişik karakteristik özelliklerini kullanmasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Bu özelliklerin doğru ve uygun şekilde tespit edilmesi gereklidir, havza alanının büyüklüğü ve drenaj alanının eğimi kullanılacak yöntemin seçiminde en önemli faktörler olmaktadır.

Bu çalışmada, Gray yöntemi en büyük taşkın debisi değerlerini vermiştir. Gray yöntemi sonuçlarına göre derelerin yüzyıl yinelenmeli taşkın debileri, Ballıöz deresi için 309 m^3/sn, Kisecik deresi için 283 m^3/sn, Altınçay deresi için 169 m^3/sn, Karaksı deresi için 295 m^3/sn, Gülderen deresi için 131 m^3/sn, Kuyucak deresi için 92 m^3/sn, Dikmece deresi için 270 m^3/sn, Arpalı deresi için 141 m^3/sn ve Karaali deresi için 196 m^3/sn olarak tahmin edilmiştir. Bu taşkın debilerinin derelerin ıslahında ve taşkın koruma yapılarını projelemede, taşkın debisi olarak kullanılması önerilmektedir.

Asi nehri yan derelerinde yapılacak ıslah çalışmalarında Gray yöntemine göre bulunan taşkın debileri maksimum çıktığından bu yöntem ile elde dilen taşkın debilerinin kullanılması gereklidir. Ancak bunun yanında iyi bir risk ve ekonomik analiz yapılmalıdır. Ayrıca yerel yönetimlerin taşkın senaryoları hazırlayarak drenaj sistemine önem vermeleri gereklidir ve muhtemel taşkınlara karşı acil eylem planı hazırlanmalıdır.

Bundan sonraki çalışmalarda daha doğru ve kesin sonuçlar elde edilmesi ve bilimsel çalışmalara yol açılabilmesi derelerde düzenli ve sürekli debi ölçümlerinin ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından yapılması ve ihmal edilmemesi gerekir.

KAYNAKLAR

Aksu, N., 2007. Hurman çayı havzasında sedimentasyonun amprik yöntemlerle tahmini. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı,**Yüksek Lisans Tezi.

Alkış, Z., 1996. Yönetimlerde karar–destek sistemi olarak coğrafi bilgi sistemlerinin önemi. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 96, İstanbul, p. 71-75.

Anonim, 2002. Hatay-Antakya Asi nehri yan dereleri yukarı havza ıslahı ön inceleme raporu. DSİ Genel Müdürlüğü yayınları, yayın no:290121.

Ashfaq, A. and Webster, P., 2000. The Timing of Runoff Response in Desing Flood Analysis. **Hydrological Processes**, 14(7), p.1217-1233.

Aykanlı, N., 2000. Balıkesir-Bigadiç Kocadere havzası yağış-akış karakteristikleri. KHGM Toprak ve Su Kaynakları, Arastırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Baskanlıgı,** 117, Ankara.

Babayiğit, G. ve Tekeli, İ., 2000. Ankara-Haymana-Çatalkaya Deresi havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Rapor, 1994-1999), Köy Hizmetleri, **Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü** Yayınları (Basılmamış), Ankara.

Bakanogulları, F. ve Akbay, S., 2000a. Edirne-Merkez Kumdere Havzası yağış ve akım karakteristikleri (Ara Raporu 1985-1999), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Arastırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı** yayınları, p.117, Ankara.

Bakanoğulları, F. ve Akbay, S., 2000b. Kırklareli Vize Deresi Havzası yağıs ve akım karakteristikleri (Ara Raporu 1985-1999). KHGM Toprak ve Su Kaynakları Arastırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı** yayınları, p.127, Ankara.

Bakanoğulları, F. ve Baran, M.F., 2002. Bazı sentetik yöntemler ile Vize deresi havzasının birim hidrograf elemanlarının belirlenmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, p.137-142, Hatay.

Bakanogulları, F. ve Akbay, S., 2002. İstanbul-Çatalca Damlıca Deresi havzası yağış ve akım karakteristikleri. KHGM Toprak ve Su Kaynakları Arastırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı** yayınları, p.121, Ankara.

Bakır, H., Coşkun, T., Birhan, H., Daşçı, E., Özlü, A., Çakal, MA., ve Sevim, Z. 2003. Erzurum-Ilıca Sinirbaşı Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1997-2002), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 124, Ankara.

Chandrmohan, T. and Durbude, D.G., 2001. Estimation of run-off using small watershed models, **Hydrology Journal**. 24 (2), p.45-53.

Chow, V.T., Maidment D. and Mays, L. V., 1988. Applied Hydrology, Mcgraw Hill.

Demirkıran, O. ve Denli, O., 2000. Çankırı-Şabanözü Mahmut hacılı Deresi havzası yağıs ve akış karakteristikleri, KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Baskanlıgı**, p.117, Ankara.

Demiryürek, M., Tongarlak, E. ve Okur, M., 1999. Konya-Çiftliközü Karabalçık Deresi

havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1979-1999), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 115, Ankara.

Denli, Ö., 1995. Çankırı-Şabanözü Mahmut hacılı Deresi havzası yağış ve akış karakteristikleri, KHGM Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları, Ankara.

Eroğlu, V., 2008. Beşinci dünya su formu, taşkın konferansı, bildiri kitabı, 19-20 Haziran, Edirne.

Helaloğlu, C. ve Kaya, S., 1994. Şanlıurfa Kızlar deresi havzası yağış ve akım karakteristikleri. KHGM Şanlıurfa Araş. Enst. Müd. Yayınları, Genel yayın no:83, rapor no:56, Şanlıurfa.

Hromadka, T.V. and Whitley, R.J., 1994. The rational method for peak flow-rate estimation. **Water Resources Bulletin**, 30(6), p. 1001-1009.

Istanbulluoglu, A., Konukcu F. and Kocaman I., 2005. Determination of the project parameters for the small earth reservoirs to be built in the sub-basins of thrace region. International Symposium on Water for Development Worldwide, General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), p.24-35 Istanbul.

Karaş, E., 2000. Bilecik-Pazaryeri Kurukavak Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1984-1998), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 117, Ankara.

Kaya, S., 2000. Adıyaman-Kahta Harabe Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1985-1999), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 117, Ankara.

Kaya, S. ve Helaloglu, C., 2002. Sanlıurfa Kızlar Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1982-1991), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 121, Ankara.

Kuşvuran, K. ve Canbolat, M., 2000. İçel-Tarsus Topçu Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1985-1999), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 117, Ankara.

Madenoglu, S., 2002. Samsun-Minöz Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1979-1999), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 121, Ankara.

McCuen, R. H., 1982. Aguide to hydrologic analysis using scs methods, Prentice-Hall, Englewood Cliffs. USA.

Mockus, V. 1949. Estimation of total (and peak rates of) surface run-off for individual storms. Exhibits A, Appendix B, Interim Survey Report, Grand (Neosho) River Watershed. **U.S. Department of Agriculture**, Washington, DC.

Moore, I., D., Grayson, R.B., ve Ladson, A.R., 1991. Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications, **Hydrological Processes** 5 (1), p. 3-30.

Munsuz N., Ünver İ., Çaycı G., 1999. Türkiye Suları, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, Yayın No: 1505, Ankara.

Oğuz, ve Balçın, M., 2002. Tokat-Zile Akdogan Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1987-2001), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 121, Ankara.

Oğuz, ve Balçın, M., 2003. Tokat-Uğrak Deresi havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1977-2002), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 124, Ankara.

Özcan, O., 2007. Sakarya nehri alt havzası'nın taşkın riski analizinin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi, İ.T.Ü. **Yüksek Lisans Tezi**, Bilişim Enstitüsü, İstanbul.

Öztürk, F. ve Apaydın, H., 1997. Açık drenaj kanalı proje debisinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği. **6. Ulusal Kültürteknik Kongresi**, p.104-112, Bursa.

Rao, K.V., Bhattacharya, A. K. and Mishra, K., 1996. Runoff estimation by curve number method- case studies, **Journal of Soil and Water Conservation**.(40) p.1-7.

SCS, 1987. National Engineering Handbook NEH- Section 4: Hydrology. Chapter 4, **Soil Conservation Service**, USDA, Washington.

Sevinç, A.N. 1987. Eskişehir-Karapazar-Çayır havzası yağış ve akış karakteristikleri (Ara Rapor 1977-1988),Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü yayınları, Genel yayın no.204, Eskişehir.

Sharma, D. and Kumar, V. 2002. Application of SCS model with GIS data base for estimation of run-off in an arid watershed. **Journal of Soil and Water Conservation**, 30 (2), p.141-145.

Sharma, T., Satya Kiran, P.V., Singh, T.P., Trivedi, A.V. and Navalgund, R.R. 2001. Hydrologic response of a watershed to land use changes: A remote sensing and GIS approach. **Int.J. of Remote Sensing**: 22 (11), p. 2095-2108.

Sheridan, J.M., 1994. Hydrograph time parameters for flatland watersheds. **Transactions of the Asae**, 37(1), p. 103-113.

Sheridan, J.M., Merkel, W.H. and Bosch, D.D., 2002. Peak rate factors for flatland watersheds. **Applied Engineering in Agriculture**, 18(1), p. 65-69.

Şorman, A.Ü., 1975. Türkiye'de seçilen bazı havzaların kantitatif analizi. Orta Dogu Teknik Üniversitesi yayınları, Ankara.

Şorman, A.Ü., 1995. Estimation of peak discharge using giuh model in Saudi-Arabia. **Journal of Water Resources Planning and Management**-ASCE, 121(4), p. 287-293.

Tekeli, Y. ve Babayiğit, H.G., 2002. Ankara-Yenimahalle Güvenç Havzası yağış ve Akış Karakteristikleri (Ara Rapor 1984-2001), KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 121, Ankara.

Törün, M.A., 1998. Samsun Ayvalı Deresi Havzası yağış ve Akış Karakteristikleri KHGM Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporu, **APK Dairesi Başkanlığı**, p. 106, Ankara.

Tülücü, 2002. Hidroloji, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı, Genel Yayın No: 139, Ders Kitapları Yayın No: A-44, Adana.

Türkyılmaz, Y., 1996. Rezervuar hidrolojisi seminer notları, KHGM, Havza ıslahı ve göletler daire başkanlığı Ankara.

Viesman, W. J. and Lewis G.L. 1995. Introduction to hydrology, 4th edition, Happer Collins College Publishers, USA.

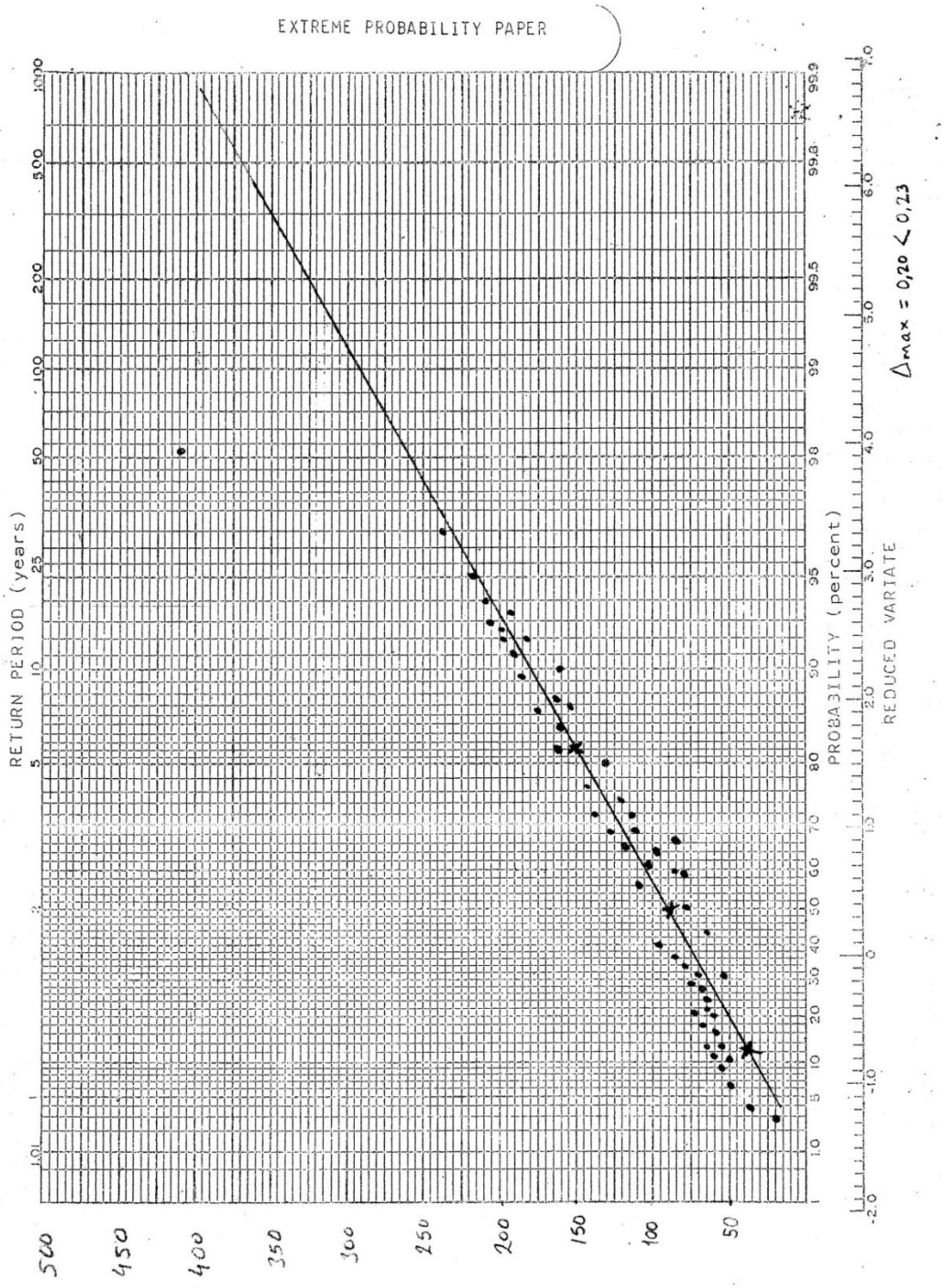
Yomralıoğlu, T., Çevik, K., 1994. CBS nedir? 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Trabzon, s. 21-32.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Isparta'ta doğdum. İlköğrenimimi Zübeyde Hanım İlkokulun'da orta öğrenimimi ve lise öğrenimimi Halıkent Okulun'da Isparta'de tamamladım. 2005 yılında girdiğim Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden, 2009 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. Aynı yıl, bu bölümde Yüksek Lisans eğitimine başladım. 2011 yılında, KPSS sınavını kazanarak Kayseri Bünyan İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nde göreve başladım. Halen aynı kurumda Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

EKLER

Ek 1. Gumbel olasılık dağılımı Kolmogrow-Smirnov testi



Ek 2. Harmonik eğim hesaplamaları

Ballıöz deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	150					
1	186	36	1300	0.03	0.17	6.01
2	226	40	1300	0.03	0.18	5.70
3	281	55	1300	0.04	0.21	4.86
4	373	92	1300	0.07	0.27	3.76
5	433	60	1300	0.05	0.21	4.65
6	539	106	1300	0.08	0.29	3.50
7	705	166	1300	0.13	0.36	2.80
8	1042	337	1300	0.26	0.51	1.96
9	1600	558	1300	0.43	0.66	1.53
10	1640	40	1300	0.03	0.18	5.70
						40.48
					S=	**0.061**

Ballıöz deresi harmonik eğimi 0.061 olarak hesaplanmıştır.

Kisecik deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	142					
1	174	32	1230	0.03	0.16	6.20
2	196	22	1230	0.02	0.13	7.48
3	226	30	1230	0.02	0.16	6.40
4	268	42	1230	0.03	0.18	5.41
5	334	66	1230	0.05	0.23	4.32
6	418	84	1230	0.07	0.26	3.83
7	500	82	1230	0.07	0.26	3.87
8	600	100	1230	0.08	0.29	3.51
9	900	300	1230	0.24	0.49	2.02
10	1400	500	1230	0.41	0.64	1.57
						44.61
					S=	**0.050**

Kisecik deresi harmonik eğimi 0.050 olarak hesaplanmıştır.

Altınçay deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	100					
1	116	16	820	0.02	0.14	7.16
2	125	9	820	0.01	0.10	9.55
3	140	15	820	0.02	0.14	7.39
4	155	15	820	0.02	0.14	7.39
5	160	5	820	0.01	0.08	12.81
6	172	12	820	0.01	0.12	8.27
7	196	24	820	0.03	0.17	5.85
8	243	47	820	0.06	0.24	4.18
9	316	73	820	0.09	0.30	3.35
10	400	84	820	0.10	0.32	3.12
						69.06
					S=	**0.021**

Altınçay deresi harmonik eğimi 0.021 olarak hesaplanmıştır.

Karaksı deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	125					
1	150	25	1200	0.02	0.14	6.93
2	176	26	1200	0.02	0.15	6.79
3	256	80	1200	0.07	0.26	3.87
4	324	68	1200	0.06	0.24	4.20
5	376	52	1200	0.04	0.21	4.80
6	450	74	1200	0.06	0.25	4.03
7	570	120	1200	0.10	0.32	3.16
8	716	146	1200	0.12	0.35	2.87
9	1050	334	1200	0.28	0.53	1.90
10	1600	550	1200	0.46	0.68	1.48
						40.03
					S=	**0.062**

Karaksı deresi harmonik eğimi 0.062 olarak hesaplanmıştır.

Gülderen deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	103					
1	120	17	800	0.02	0.15	6.86
2	135	15	800	0.02	0.14	7.30
3	160	25	800	0.03	0.18	5.66
4	192	32	800	0.04	0.20	5.00
5	237	45	800	0.06	0.24	4.22
6	300	63	800	0.08	0.28	3.56
7	335	35	800	0.04	0.21	4.78
8	420	85	800	0.11	0.33	3.07
9	600	180	800	0.23	0.47	2.11
10	890	290	800	0.36	0.60	1.66
						44.22
					S=	**0.051**

Gülderen deresi harmonik eğimi 0.051 olarak hesaplanmıştır.

Dikmece deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	84					
1	115	31	1290	0.02	0.16	6.45
2	142	27	1290	0.02	0.14	6.91
3	185	43	1290	0.03	0.18	5.48
4	290	105	1290	0.08	0.29	3.51
5	350	60	1290	0.05	0.22	4.64
6	453	103	1290	0.08	0.28	3.54
7	727	274	1290	0.21	0.46	2.17
8	1012	285	1290	0.22	0.47	2.13
9	1350	338	1290	0.26	0.51	1.95
10	1560	210	1290	0.16	0.40	2.48
						39.25
					S=	**0.065**

Dikmece deresi harmonik eğimi 0.065 olarak hesaplanmıştır.

Arpalı deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	92					
1	99	7	1080	0.01	0.08	12.42
2	118	19	1080	0.02	0.13	7.54
3	160	42	1080	0.04	0.20	5.07
4	210	50	1080	0.05	0.22	4.65
5	260	50	1080	0.05	0.22	4.65
6	307	47	1080	0.04	0.21	4.79
7	404	97	1080	0.09	0.30	3.34
8	564	160	1080	0.15	0.38	2.60
9	855	291	1080	0.27	0.52	1.93
10	1290	435	1080	0.40	0.63	1.58
						48.56
					S=	**0.042**

Arpalı deresi harmonik eğimi 0.042 olarak hesaplanmıştır.

Kuyucak deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	Kot	h	L	S=h/L	$S^{0.5}$	$1/S^{0.5}$
0	74					
1	82	8	430	0.02	0.14	7.33
2	89	7	430	0.02	0.13	7.84
3	91	2	430	0.00	0.07	14.66
4	98	7	430	0.02	0.13	7.84
5	110	12	430	0.03	0.17	5.99
6	123	13	430	0.03	0.17	5.75
7	145	22	430	0.05	0.23	4.42
8	200	55	430	0.13	0.36	2.80
9	224	24	430	0.06	0.24	4.23
10	295	71	430	0.17	0.41	2.46
						63.32
					S=	**0.025**

Kuyucak deresi harmonik eğimi 0.025 olarak hesaplanmıştır.

Karaali deresi harmonik eğim hesaplamaları

Sıra no	**Kot**	**h**	**L**	**S=h/L**	**$S^{0.5}$**	**$1/S^{0.5}$**
0	78					
1	100	22	730	0.03	0.17	5.76
2	125	25	730	0.03	0.19	5.40
3	142	17	730	0.02	0.15	6.55
4	168	26	730	0.04	0.19	5.30
5	205	37	730	0.05	0.23	4.44
6	285	80	730	0.11	0.33	3.02
7	380	95	730	0.13	0.36	2.77
8	490	110	730	0.15	0.39	2.58
9	680	190	730	0.26	0.51	1.96
10	910	230	730	0.32	0.56	1.78
						39.57
					S=	**0.064**

Karaali deresi harmonik eğimi 0.064 olarak hesaplanmıştır.

Ek 3. Derelerin farklı yinelenme yılları için DSİ yöntemi akım değerleri

Ballıöz deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.2	0.9	1.6	2.6	3.5	4.4
1	1.1	4.7	7.8	12.5	16.1	20.1
1.5	3.4	12.7	20.6	32.5	41.4	51.2
2	7.3	24.5	38.7	59.7	75.5	92.4
2.5	11.7	36.6	56.7	85.9	107.6	130.8
3	15.2	44.7	67.9	101.2	125.8	151.4
3.5	16.4	46.3	69.3	102.1	126.0	151.9
4	15.4	42.3	62.6	91.4	112.4	134.6
4.5	13.0	35.0	51.6	74.9	91.8	109.7
5	10.2	27.4	40.3	58.4	71.6	85.4
5.5	7.8	20.9	30.8	44.6	54.7	65.3
6	5.9	15.9	23.5	34.1	41.7	49.9
6.5	4.5	12.1	17.9	25.9	31.7	37.9
7	3.4	9.1	13.4	19.4	23.7	28.2
7.5	2.6	6.9	10.1	14.6	17.9	21.4
8	1.9	5.1	7.6	11.0	13.5	16.1
8.5	1.4	3.9	5.7	8.3	10.1	12.1
9	1.1	2.8	4.1	5.9	7.2	8.6
9.5	0.8	2.0	2.9	4.1	5.1	6.0
10	0.5	1.4	2.0	2.9	3.6	4.3
10.5	0.4	0.9	1.4	2.0	2.5	2.9
11	0.3	0.7	1.1	1.5	1.9	2.3
11.5	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4	1.6
12	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0
12.5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
13	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

Kisecik deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.1	0.4	1.7	3.3	4.7	6.3
1	0.7	3.7	8.3	15.3	21.6	28.6
1.5	2.6	11.6	22.0	39.5	55.0	72.1
2	5.8	22.6	41.6	72.9	100.3	130.3
2.5	9.6	33.5	60.5	103.6	140.8	181.3
3	12.3	40.3	72.1	120.9	162.6	207.7
3.5	13.1	40.9	73.4	121.2	161.7	205.3
4	12.1	36.4	66.1	107.9	143.2	181.0
4.5	9.9	29.5	54.3	88.2	116.6	147.1
5	7.7	22.7	42.4	68.7	90.8	114.4
5.5	5.8	17.1	32.4	52.5	69.4	87.4
6	4.4	13.0	24.7	40.1	53.0	66.8
6.5	3.3	9.7	18.8	30.5	40.2	50.7
7	2.5	7.3	14.1	22.8	30.0	37.7
7.5	1.8	5.5	10.6	17.2	22.7	28.6
8	1.4	4.1	8.0	12.9	17.1	21.5
8.5	1.1	3.1	6.0	9.7	12.8	16.2
9	0.8	2.4	4.6	7.5	9.9	12.4
9.5	0.6	1.8	3.5	5.6	7.4	9.3
10	0.5	1.2	2.5	4.0	5.2	6.5
10.5	0.3	0.7	1.7	2.7	3.6	4.5
11	0.1	0.4	1.2	1.9	2.6	3.2
11.5	0.0	0.1	0.9	1.5	2.0	2.5
12	0.0	0.1	0.6	0.9	1.1	1.4
12.5	0.0	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7
13	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3
13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Altınçay deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.2	1.2	2.3	4.1	5.8	7.6
1	1.4	5.6	10.3	18.2	25.0	32.6
1.5	3.9	14.0	25.2	43.3	59.0	76.1
2	7.3	23.7	40.9	68.5	92.0	117.5
2.5	10.0	29.9	50.1	81.7	108.4	137.0
3	10.9	30.7	50.4	80.7	105.9	132.8
3.5	9.8	26.6	43.0	67.9	88.5	110.4
4	7.7	20.5	33.0	51.8	67.4	84.0
4.5	5.6	14.9	23.9	37.5	48.7	60.6
5	3.9	10.5	16.9	26.5	34.5	43.0
5.5	2.8	7.5	11.9	18.7	24.3	30.2
6	2.0	5.2	8.4	13.1	17.1	21.2
6.5	1.4	3.7	5.9	9.2	12.0	14.9
7	1.0	2.6	4.1	6.4	8.4	10.4
7.5	0.7	1.8	2.8	4.4	5.7	7.1
8	0.5	1.2	1.9	2.9	3.8	4.7
8.5	0.3	0.7	1.2	1.8	2.3	2.8
9	0.2	0.4	0.7	1.1	1.4	1.7
9.5	0.1	0.3	0.4	0.7	0.9	1.1
10	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
10.5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
11	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Karaksı deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.2	0.9	1.8	3.3	4.7	6.2
1	1.1	4.9	9.2	16.6	23.1	30.2
1.5	3.5	13.6	25.0	43.8	60.2	78.2
2	7.4	25.7	45.6	77.9	105.7	136.0
2.5	11.5	36.8	63.6	106.1	142.4	181.7
3	14.2	43.0	72.4	118.5	157.5	199.3
3.5	14.7	42.5	70.4	113.5	149.7	188.4
4	13.1	36.8	60.3	96.3	126.3	158.3
4.5	10.5	29.3	47.9	76.2	99.8	124.9
5	8.1	22.4	36.4	57.9	75.8	94.8
5.5	6.0	16.7	27.1	43.1	56.4	70.6
6	4.5	12.5	20.4	32.4	42.4	53.0
6.5	3.4	9.3	15.1	24.0	31.3	39.1
7	2.5	7.1	11.6	18.6	24.4	30.6
7.5	2.0	5.4	8.9	14.1	18.5	23.1
8	1.3	3.4	5.3	8.0	10.3	12.6
8.5	0.7	1.8	2.8	4.2	5.4	6.6
9	0.3	0.8	1.2	1.9	2.4	2.9
9.5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7
10	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
10.5	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
11	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
11.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
12	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1

Dikmece deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.1	0.6	1.2	2.0	2.9	3.8
1	0.8	3.1	6.2	10.1	14.1	18.4
1.5	2.5	8.6	16.6	26.5	36.2	46.9
2	5.2	16.4	30.4	47.3	63.8	81.7
2.5	8.2	23.8	42.6	64.8	86.3	109.6
3	10.2	27.8	48.4	72.3	95.2	119.9
3.5	10.5	27.4	46.8	69.1	90.4	113.0
4	9.3	23.7	39.9	58.5	76.0	94.7
4.5	7.4	18.7	31.3	45.7	59.3	73.7
5	5.6	14.1	23.6	34.4	44.6	55.4
5.5	4.1	10.4	17.4	25.4	33.0	41.0
6	3.1	7.7	13.0	18.9	24.6	30.5
6.5	2.3	5.7	9.5	13.8	17.8	22.1
7	1.6	4.2	7.0	10.2	13.2	16.4
7.5	1.2	3.1	5.2	7.6	9.9	12.3
8	0.8	1.9	3.1	4.4	5.6	6.8
8.5	0.5	1.0	1.6	2.3	2.9	3.5
9	0.2	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6
9.5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
10	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
10.5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
11	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
11.5	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
12	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
12.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1

Arpalı deresi farklı yinelenme yılları için akım değerleri

T (saat)	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{25}	Q_{50}	Q_{100}
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.1	0.5	1.0	1.7	2.5	3.3
1	0.6	2.5	5.2	8.5	11.9	15.7
1.5	1.9	6.8	13.2	21.2	29.2	38.0
2	3.7	12.0	22.3	34.8	47.1	60.5
2.5	5.4	15.7	28.1	42.7	56.8	72.0
3	6.1	16.4	28.5	42.4	55.7	69.9
3.5	5.5	14.3	24.4	36.0	46.9	58.6
4	4.3	11.1	18.8	27.6	36.0	44.9
4.5	3.1	8.2	13.9	20.5	26.7	33.3
5	2.3	5.9	10.0	14.6	19.0	23.6
5.5	1.6	4.2	7.1	10.4	13.4	16.7
6	1.1	2.8	4.7	6.8	8.8	10.9
6.5	0.7	1.8	3.0	4.5	5.8	7.2
7	0.5	1.3	2.2	3.3	4.3	5.4
7.5	0.4	1.0	1.7	2.5	3.3	4.1
8	0.3	0.8	1.4	2.1	2.8	3.4
8.5	0.3	0.7	1.1	1.6	2.1	2.6
9	0.2	0.5	0.8	1.1	1.4	1.8
9.5	0.1	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9
10	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4
10.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0