



**TEKİRDAĞ-SÜLEYMANPAŞA
KAYI DERESİ HAVZA MORFOLOJİSİ VE AKIŞ DEBİSİ**

HASSAN ABDİRIZAK ADEN

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

2023

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEKİRDAĞ-SÜLEYMANPAŞA
KAYI DERESİ HAVZA MORFOLOJİSİ ve AKIŞ DEBİSİ

HASSAN ABDİRIZAK ADEN

ORCID: 0000-0001-9540-3125

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

OCAK-2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

TEKİRDAĞ-SÜLEYMANPAŞA KAYI DERESİ HAVZA MORFOLOJİSİ ve AKIŞ DEBİSİ

HASSAN ABDİRIZAK ADEN

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde yer alan Kayı Deresi, 49,53 km² alanı ile ilçe merkezinde önemli bir akarsu havzasıdır. Kayı Deresi, ilçe merkezinde yoğun bir yerleşim yeri olan Değirmenaltı Mahallesi'nin içinden geçerek denize ulaşmaktadır. Yaz aylarında debisi çok fazla azalan dere, önemli bir taşkın potansiyeline sahip bulunmaktadır. Bu nedenle derenin morfolojik karakteristikleri ile havza su verimi ve muhtelif tekerrürlü sağanak yağışların dere yatağında oluşturacağı taşkın debilerinin bilinmesi; yaşanacak mal ve can kayıplarının önlenmesi bakımından büyük önem arz etmektedir. Yağış-akış ilişkilerinin belirlenmesinde önemli unsurlardan olan havza morfolojik karakteristikleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri dâhilinde QGIS bilgisayar yazılım programı kullanılarak hesaplanmıştır. Buradan, havza ortalama eğimi % 10,2 ve yüksekliği 45,4 m, ana akarsu kolu uzunluğu 15,1 km ve eğimi % 1,0 bulunmuştur. Yönevi kuzeydoğu-güneybatı olan havzada özgül debi 0,000003 m³/s (0,26 m³/gün) ve uzun yıllar ortalama yağış miktarı için yüzey akış katsayısı % 17,4 olmuştur. Havza yıllık su verimi 101,1 mm yüzey akış miktarı için 5.007.483 m³/yıl hesaplanmıştır. Yüzey akış eğri numarası 82 olarak belirlenen havzada muhtelif tekerrürlü sağanak yağışların dare yatağında oluşturduğu maksimum taşkın debileri, 100 yıl tekerrürlü 6 saatlik yağış fazlası için 80,23 m³/s, yine 500 yıl tekerrürlü 6 saatlik yağış fazlası için 112,48 m³/s olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tekirdağ-Süleymanpaşa, Kayı deresi, Havza morfolojisi, Havza su verimi, Havza taşkın debisi.

ABSTRACT

TEKİRDAĞ-SÜLEYMANPAŞA KAYI CREEK BASIN MORPHOLOGY and FLOOD FLOW

HASSAN ABDIRIZAK ADEN

Department of Biosystem Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

Kayı Creek, located in Süleymanpaşa district of Tekirdağ Province, is an important river basin in the center of the district with an area of 49,53 km². Kayı Creek reaches the sea by passing through Değirmenaltı Neighborhood, which is a dense settlement in the center of the district. The stream, whose flow rate decreases a lot in summer, has a significant flood potential. For this reason, knowing the morphological characteristics of the stream, the water yield of the basin and the flood flows that various repeated torrential rains will create in the stream bed is of great importance in terms of preventing the loss of property and life to be experienced. The morphological characteristics of the basin, which are one of the important elements in determining the precipitation-flow relationships, were calculated using the QGIS computer software program within the Geographical Information Systems. From here, the average slope of the basin is 10,2% and the height is 45,4 m, the length of the main stream tributary is 15,1 km and the slope is 1.0%. The specific flow rate in the basin, whose direction is northeast-southwest, was 0,000003 m³/s (0,26 m³/day) and the coefficient of surface runoff for the average amount of precipitation for many years was 17,4%. The annual water yield of the basin has been calculated as 5.007.483 m³/year for the amount of surface flow of 101,1 mm. The maximum flood flow rates generated by various recurrent torrential rains in the grain bed in the basin determined as surface flow curve number 82 were 80,23 m³/s for 6-hour rainfall surplus repeated for 100 years, and 112,48 m³/s for 6-hour rainfall surplus repeated for 500 years.

Keywords: Tekirdağ-Süleymanpaşa, Kayı Creek, Basin morphology, Basin water yield, Basin flood flow.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | viii |
| SİMGELER DİZİNİ | ix |
| TEŞEKKÜR | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Literatür Özeti | 3 |
| 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı..... | 8 |
| 2. MATERYAL ve METOT | 9 |
| 2.1. Materyal | 9 |
| 2.2. Metot | 10 |
| 3. BULGULAR ve TARTIŞMA | 15 |
| 3.1. Havza topoğrafik karakteristikleri | 15 |
| 3.1.1. Havza alanı..... | 15 |
| 3.1.2. Havza çevresi | 15 |
| 3.1.3. Havza şekli | 15 |
| 3.1.4. Havza eşdeğer dikdörtgen boyutları..... | 16 |
| 3.1.5. Havza eğim indeksi | 19 |
| 3.1.6. Havza dairesellik oranı..... | 20 |
| 3.1.7. Havza ortalama eğimi..... | 21 |
| 3.1.8. Ana akarsu kolu uzunluğu..... | 22 |
| 3.1.9. Ana akarsu kolu eğimi..... | 22 |
| 3.1.10. Havza hipsometrik eğrisi..... | 22 |
| 3.1.11. Havza ağırlık merkezinin ana akarsu kolu üzerindeki izdüşümünün havza çıkışına olan uzaklığı | 23 |
| 3. 1.12. Havza ortalama yüksekliği | 25 |
| 3.1.13. Havza maksimum ve minimum yüksekliği | 25 |
| 3.1.14. Havza röliyefi ve nispi röliyefi..... | 25 |
| 3.1.15. Havza vadi maksimum yan eğimi | 25 |

| | |
|--|----|
| 3.1.16. Havza yöneyi..... | 26 |
| 3.1.17. Havza akarsu yoğunluğu | 26 |
| 3.1.18. Havza drenaj yoğunluğu..... | 27 |
| 3.1.19. Havza akarsu derecesi | 28 |
| 3.1.20. Havza dallanma oranı..... | 29 |
| 3.1.21. Akarsu geçiş süresi..... | 29 |
| 3.1.22. Havza özgül debisi | 30 |
| 3.1.23. Havza akış katsayısı | 31 |
| 3.2. Havza Yıllık Su Veriminin Hesabı | 31 |
| 3.2.1. Havza enlem tahsisi..... | 31 |
| 3.2.2. Havza yükseklik tashihi | 31 |
| 3.2.3. Havza L parametresinin hesabı | 32 |
| 3.2.4. Havza yıllık toplam yağış analizi | 32 |
| 3.2.5. Havza yıllık su veriminin hesabı..... | 35 |
| 3.3. Havza taşkın debisinin hesabı..... | 37 |
| 3.3.1. Havza maksimum günlük yağış analizi..... | 37 |
| 3.3.2. Bağımsızlık testi..... | 39 |
| 3.3.3. Homojenlik testi | 43 |
| 3.3.4. Ampirik moment ve ampirik merkezi momentlerin hesabı | 47 |
| 3.3.5. Dağılım fonksiyonunun tipinin ve parametrelerinin hesabı..... | 48 |
| 3.3.5.1. Gamma dağılımı (3 parametrelili)..... | 48 |
| 3.3.5.2. Gamma dağılımı (2 parametrelili)..... | 51 |
| 3.3.5.3. Log-Pearson Tip III dağılımı..... | 52 |
| 3.3.5.4. Gumbel dağılımı..... | 59 |
| 3.3.5.5. Dağılım fonksiyonlarının uygunluk testi | 62 |
| 3.3.6. Yüzey akış hesabı..... | 68 |
| 3.3.7. Sentetik taşkın birim hidrografın hesabı | 75 |
| 3.3.7.1. Havza ana akarsu kolunun harmonik eğiminin hesaplanması | 75 |
| 3.3.7.2. Havza birim taşkın pik debisinin hesaplanması | 76 |
| 3.3.7.3. Havza taşkın pik debisinin hesaplanması..... | 76 |
| 3.3.7.4. Havza toplam su hacminin hesaplanması..... | 76 |
| 3.3.7.5. Boyutsuz birim hidrografın elemanlarının bulunması | 78 |
| 3.3.7.6. Boyutsuz birim hidrografın çizimi | 78 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.7.7. Havzaya ait ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi..... | 83 |
| 4. SONUÇ ve ÖNERİLER..... | 86 |
| 4.1. Sonuçlar | 86 |
| 4.2. Öneriler | 86 |
| KAYNAKLAR..... | 88 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 2.1. Tekirdağ Süleymanpaşa Meteoroloji Rasat İstasyonu'na ait çok yıllık ortalama bazı iklim verileri. | 9 |
| Çizelge 3.1. Havza eş yükselti eğrileri arasında kalan alan ve dağılım oranları..... | 18 |
| Çizelge 3.2. Havza içerisinde kalan eş yükselti eğrileri uzunlukları..... | 21 |
| Çizelge 3.3. Havza alanına ait ana akarsu uzunluğu dağılımı..... | 23 |
| Çizelge 3.4. Havza eş yükselti eğrilerinin ana akarsu kolunu kestiği noktalar..... | 26 |
| Çizelge 3.5. Havza akarsu kolları derecesi, sayısı ve uzunlukları..... | 27 |
| Çizelge 3.6. Uzun yıllar ortalamasına ait çok ihtimalli havza akış katsayıları..... | 31 |
| Çizelge 3.7. Tekirdağ-Süleymanpaşa ilçesi Meteoroloji Rasat İstasyonuna ait çok yıllık toplam yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C). 33 | |
| Çizelge 3.8. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait çok yıllık maksimum günlük yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C)..... | 37 |
| Çizelge 3.9. Bağımsızlık testi için yardımcı hesaplamalar Bursa-Yenişehir ilçesi Akbıyık sulama suyu göleti gölüne ait Tekirdağ..... | 40 |
| Çizelge 3.10. Normal dağılım fonksiyon değerleri (%)..... | 42 |
| Çizelge 3.11. Homojenlik testi için ortadan iki seriye ayrılmış yağış değerleri..... | 44 |
| Çizelge 3.12. Kolmogorov dağılım fonksiyon değerleri..... | 46 |
| Çizelge 3.13. Birinci ampirik moment, ikinci ve üçüncü ampirik merkezi momentlerin hesaplanması..... | 47 |
| Çizelge 3.14. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gamma (3 parametrelili) dağılımına göre değerleri..... | 49 |
| Çizelge 3.15. Gamma dağılım fonksiyonu değerleri (Xt)..... | 49 |
| Çizelge 3.16. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gamma (2 parametrelili) dağılımına göre değerleri..... | 52 |
| Çizelge 3.17. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait yıllık maksimum günlük yağış miktarlarının logaritmik analizi..... | 52 |
| Çizelge 3.18. Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü (Y _t)..... | 56 |
| Çizelge 3.19. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Log-Pearson Tip III dağılımına göre değerleri..... | 59 |
| Çizelge 3.20. Ekstrem değer dağılımları için değerler..... | 60 |
| Çizelge 3.21. Rasat süreleri için standart sapma (S _n) ve boyutsuz ortalama (Y _n) değerleri ... | 61 |

| | |
|---|----|
| Çizelge 3.22. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gumbel dağılımına göre değerleri..... | 62 |
| Çizelge 3.23. Uygulanan dört dağılım fonksiyonundan elde edilen maksimum günlük yağış değerleri..... | 62 |
| Çizelge 3.24. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzası için farklı tekerrür ve yağış sürelerine göre maksimize ve pülviograf katsayıları ile düzeltilmiş yağış yükseklikleri (mm) | 67 |
| Çizelge 3.25. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait yüzey akış eğri numarası hesabı..... | 68 |
| Çizelge 3.26. Hidrolojik toprak gruplarına göre yüzey akış eğri numaraları (CN_{II}) (Nem koşulu II ve Ia = 0,2 S için)..... | 69 |
| Çizelge 3.27. Zamanın toplam zamana oranları | 70 |
| Çizelge 3.28. Farklı yağış ve yüzey akış eğri numaralarına ait yüzey akış miktarları | 71 |
| Çizelge 3.29. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait yüzey akış eğri numarası ($CN_{II} = 82$) dikkate alınarak hesaplanmış yüzey akış ve artan akış değerleri (mm)..... | 74 |
| Çizelge 3.30. Havza ana akarsu kolunun harmonik eğiminin hesaplanması | 75 |
| Çizelge 3.31. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait boyutsuz birim hidrograf... koordinat değerleri..... | 80 |
| Çizelge 3.32. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait boyutsuz birim hidrograf koordinat değerleri | 82 |
| Çizelge 3.33. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait 100 yıl tekerrürlü ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi | 84 |
| Çizelge 3.34. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait 500 yıl tekerrürlü ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi | 85 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 3.1. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı Deresi havzası | 17 |
| Şekil 3.2. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı Deresi havzası eş yükselti eğrileri..... | 19 |
| Şekil 3.3. Havza dikdörtgen eşdeğerlerine göre eğim dilimleri..... | 20 |
| Şekil 3.4. Havza alan yükseklik dağılım (hipsometrik) eğrisi..... | 23 |
| Şekil 3.5. Havza ana akarsu kolu eğrisi..... | 24 |
| Şekil 3.6. Havza ana akarsu kolu eğrisi..... | 28 |
| Şekil 3.7. Havza ana akarsu kolu eğrisi..... | 30 |
| Şekil 3.8. Homojenlik testi için ortadan iki seriye ayrılmış yağış değerlerine ait dağılım fonksiyonu..... | 45 |
| Şekil 3.9. Homojenlik testi için yağış değerlerine ait dağılım fonksiyonu..... | 63 |
| Şekil 3.10. Sıralı maksimum günlük yağış değerlerinin Gumbel kâğıdında dağılımı..... | 64 |
| Şekil 3.11. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi için yüzey akış grafiği..... | 76 |
| Şekil 3.12. SCS boyutsuz birim hidrograf ve koordinat değerleri..... | 78 |
| Şekil 3.13. Havzaya ait sentetik boyutsuz birim hidrograf ve koordinat değerleri..... | 80 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-----------------|--|
| % | : yüzde |
| ° C | : santigrat derece |
| ° | : derece |
| ' | : dakika |
| atm | : atmosfer |
| cm | : santimetre |
| cm ³ | : santimetreküp |
| da | : dekar |
| g | : gram |
| h | : saat |
| ha | : hektar |
| kg | : kilogram |
| km | : kilometre |
| L | : litre |
| m | : metre |
| mg | : miligram |
| mm | : milimetre |
| MPa | : megapaskal |
| m ² | : metrekare |
| m ³ | : metreküp |
| PE | : polietilen |
| pH | : hidrojen iyonlarının negatif logaritması |
| ppm | : milyonda bir kısım |
| s | : saniye |
| t | : ton |

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve tüm aŐamalarında çok önemli destek ve katkıları olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOğLU'na sonsuz teŐekkürlerimi ve saygılarımı arz ederim. Çok kıymetli Bölüm Başkanım değerli hocam Prof. Dr. Birol KAYIŐOęLU'na, desteklerden ötürü Ana Bilim Dalı Başkanım Prof. Dr. Lokman DELİBAŐ'a, Prof. Dr. Selçuk ALBUT'a, Doç. Dr. Mehmet ŐENER'e ve Biyosistem Mühendisliği Bölümü'nün değerli hocalarına Őükranlarımı sunarım. Yine beni her zaman destekleyen sevgi ve ilgilerini esirgemeyen aileme de teŐekkürü bir borç bilirim.

HASSAN ABDIRIZAK ADEN

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050'lerde 9 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) hâlihazırda dünyada üretilen tarım ürünleri üretiminin, bugünkü nüfusa da, yarın 9 milyara çıkacak nüfusa da yeterli olacağını açıklasa da, uzun yıllardır gündemden düşmeyen küresel ısınmayla, gelecekte bir iklim krizinin yaşanacağı ön görülmektedir. Yine FAO verileri dünyada 690 milyon kişinin açlık çektiğini belirtmektedir. Aynı verilere göre 3 milyar kişi de sağlıklı beslenme koşullarına sahip değildir. Dünyada açlık çekenlerin nüfusu son beş yıldır artış göstermektedir. Tüm bunlara bir de 2020 yılında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve hayatımızı baştan aşağı değiştiren Covit-19 pandemisi eklenmiştir (Kurum, 2022).

Tarım sektörünü derinden etkileyen bu salgın, alanda kendi kendine yetmenin önemini arttırmıştır. Yalnız bununla da kalınmayarak, tarımsal ürünlerde korumacılık ön plana çıkmıştır. Ülkeler dış ticaretlerinde kısıtlamalara gitmişlerdir. Paranız olsa da bazı ürünlere ulaşmak mümkün olamamıştır. Tüm bu yaşananlara bir de Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaş, bir kez daha tarım ürünleri temininin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir.

Bu nedenle tüm ülkeler, kendi sahip oldukları alanlarında, özellikle su kaynaklarının oluşturduğu havzalarda gerekli uygulama araçlarından biri olarak kabul edilen havza yönetimi ile ekolojik dengeyi ön plana çıkaran bir yönetim modeli oluşturmaya çalışmaktadır. Böylece mevcut su kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması amaçlanmaktadır.

Zira su kaynakları, insanların ve diğer bütün canlıların, varlıklarını devam ettirebilmeleri için vazgeçilemez ve başka hiçbir değerle değiştirilmesi mümkün olmayan bir kaynaktır. Sürdürülebilir kalkınma için en önemli yaşamsal kaynak olmasının yanı sıra, uygarlığın temel araçlarından da birisidir. Su kaynaklarının korunması, kullanılması ve arazi kullanım planlarının buna uygun yapılması havza bazında planlamayı ve yönetimi gerekli kılmaktadır (Kırtorun ve Karaer, 2018)

Havza yönetimi, su ve diğer kaynakları koruma-kullanma dengesinde yöneten, ekolojik ve ekonomik kaygıları gözetken, havzada yaşayanların yaşam kalitesini arttırmayı amaçlayan doğal kaynak yönetimi olması nedeniyle de küresel öneme sahiptir. Su kaynakları yönetiminde, havza ölçeğinin yönetim birimi olarak ele alınması 1950'lere dayanmaktadır. Bu yıllardan itibaren günümüze kadar gelişen ve gelişmekte olan ülkeler arasında bir dizi su kaynakları

yönetimi paradigmaları ortaya çıkmıştır. Sanayi toplumu ile planlamanın etkisi fark edilmiş, arazi kullanım kararı ile su tüketimi arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Özellikle 2000 yılında Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ile nehir havza yönetimi önem kazanmıştır (Öztürk, Ubay Tönük ve Gülgün, 2014).

Havza yönetimi insanları, kentsel ve kırsal yerleşimleri, tarım ve orman alanlarını, sanayi, iletişim ve haberleşme ağlarını, hizmet sektörlerini ve rekreasyonel alanları içine alan bütüncül, sosyal, ekonomik ve biyofiziksel bir sistemdir. İklim değişikliği sonucu oluşacak kuraklığa karşı su kaynaklarının korunması için gerekli uygulama araçlarından biri olarak kabul edilen havza yönetimi, suyun doğal ve kıt bir kaynak olarak ele alınmasını vurgulayan, ekolojik dengeyi ön plana çıkaran bir yönetim modelidir.

Havza yönetimi, önceleri “bir drenaj havzasında erozyonu, dere akışlarını ve selleri kontrol altına almak ve kaliteli su üretmek üzere, havzada bulunan doğal kaynakları düzenleme ve yönetme sanatı” olarak tanımlanırken zamanla yerini “su toplama havzalarında erozyonu ve yamaç arazideki yüzey akışı önlemek, sel ve dere akışlarını kontrol etmek, havza alanındaki doğal kaynakların teknik ve yönetim düzenlemesini yapmak, havza ile ilgili insanların sosyo-ekonomik yönden daha kaliteli yaşam seviyelerine ulaşmalarını sağlamak amacıyla alandaki tüm kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynakların bulunarak faydalanılacak duruma getirilmesindeki uğraşlarıdır” tanımına bırakmıştır. Başka bir tanımda havza yönetimi, su ve diğer kaynakları koruma-kullanma dengesinde yöneten, ekolojik ve ekonomik kaygıları gözetten, yeni ve gelişmiş teknolojik araçlarla stratejik plan ve programlar üreten, yatırımlar yapan doğal kaynak yönetimi şeklinde tanımlanmaktadır.

Havza yönetim planı havza yönetimi kavramının gelişimi ile su kaynaklarını ve kalitesini korumaya, etkinliğini, verimliliğini arttırmaya yönelik hedefler, bu hedeflerin uygulama aracı olarak da yönetim planları oluşturulmaktadır. Havza yönetiminin başarısında, uygulanabilir planların oluşturulması etkili olmaktadır. Çünkü havza planlamada, amaçlar son derece çeşitli olabilmektedir. Havzanın taşıdığı fiziki, beşeri ve ekonomik ortam koşullarına göre, belirtilen amaçlardan bazıları diğerlerinin önüne geçebilmektedir. Başka bir deyişle, havzaların kendilerine has karakterleri, planlamanın amaçlarını da belirleyebilmektedir. Havza planlamada amaçlar ve bunların öncelik dereceleri farklı olduğu gibi, havzaların sahip oldukları riskler de farklı ve çeşitli olabilmektedir.

Bunun içinde her biri farklı özellikler taşıyan akarsu havzalarının iyi bir şekilde tanımlanması, tüm havza karakteristiklerinin ortaya konması gerekmektedir. Bu karakteristikler havzaların farklı fiziksel koşulları nedeniyle kendilerine özgüdür. Havzanın üzerine düşen yağışı, zaman içinde bir değişime uğratarak çıkış noktasındaki gözlenen akış haline çevrilmesi bu karakteristiklere bağlıdır. Bunlar havza alanı, şekli ve eğimi gibi jeolojik karakteristikler olması yanında, akarsu şekli, sızma kapasitesi gibi hidrojeolojik karakteristikler, toprak fiziği (pedolojik karakter) ve bitki örtüsü olabilmektedir (İstanbuluoğlu, 2015).

1.1. Literatür Özeti

Havza su planlaması ve yönetimi konularında yapılan yerli ve yabancı çalışmalar gözden geçirilmiş ve özellikle tez konusuyla uyumlu olan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Dawei ve Jingsheng (2001), Çin'de su yönetimi sorunlarının, tüm nehir havzaları ölçeğinde önemli kamu kaygıları haline geldiğini belirtmişlerdir. Çin'deki su kaynaklarının havza çapında kötü yönetilmesinin olumsuz yönleri havza yönetimi açısından gözden geçirilmiş ve kuruluşlar, sistemler, politikalar ile mevzuat ve hukukun uygulanması, halkın katılımı ve diğer ilgili alanlar analiz edilmiştir. Havza yönetiminde, yargı yetkisi de dâhil olmak üzere, bazı kritik konular ele alınmıştır. Suyu yöneten kurumların sorumlulukları, suyun fiyatlandırılması, hem havza kuruluşları hem de halkın katılımı ile ilgili mevzuatın bulunmaması ve çiftçilerle ilgili mevcut çevre yasalarının ve ulusal politikaların yasa dışı uygulanması önemli sorunlardır. Bu analizler ve dünya çapındaki uygulamalara dayanılarak, organizasyon, mevzuat ve kurumlar dâhil olmak üzere Çin'deki bütünleşmiş havza yönetimi için kavramsal çerçeveler hem kısa hem de uzun vadede ortaya konmuştur. Parçalı yönetim yaklaşımı ve mevzuat eksikliğinin Three Gorges havzasında kötü çevresel etkilere sahip olacağı vurgulanmıştır.

Snellen ve Scherel (2005), çalışmalarında Entegre Su Kaynakları Yönetimi (IWRM) kavramının geliştirilmesine kısa bir genel bakış sunmuşlardır. Entegre su yönetimini, farklı anlamlarda yorumlamanın mümkün olduğunu ifade etmişlerdir. Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası örgütler, IWRM kavramının geliştirilmesinde önemli bir rol oynamışlardır. Bu nedenle, bu makalede oldukça fazla sayıda uluslararası konferansa atıfta bulunulmuştur. Konuyla ilgili bilimsel söylemden ziyade uluslararası su politikası sektöründeki IWRM kavramının evrimine odaklanmanın da daha uygun olduğuna inanılmıştır.

Akkaya, Efeoğlu ve Yeşil (2006) alışmalarında, üyelerinin büyük çoğunluğunu, su kaynaklarının tamamına yakınını geliştirip kullanıma sunmuş ve artık ana amacın bu kaynakların kirliliğinin önlenmesi olan, gelişmiş ölkelerin oluşturduğu Avrupa Birliği'ni irdelenmişlerdir. Bu amaçla çıkarılan mevzuat içerisinde, su yönetimi ile ilgili Avrupa Birliği'nin politikasının çerçevesini oluşturan Su ereve Direktifi'nin özel önem taşıdığını vurgulamışlardır. Çeşitli fasıllarda tarama sürecini başlatan Türkiye'nin, müzakere sürecinin ilerlemesiyle, diğer mevzuatlarda olduğu gibi, Su ereve Direktifi'nin uyumlaştırılması ve uygulanması içinde detay çalışmalar yapması gerektiği vurgulanmıştır. Ancak sınıraşan sular ve bu erevde taraf olmadığı uluslararası sözleşmelerle ilgili hükümlerinden dolayı bu direktifin, müzakere sürecinde Türkiye'yi zorlayacağı belirtilmiştir.

Chubarenko (2008), Rusya'da ki su yönetimi sistemine genel bir bakış sunduğu çalışmasında, bölgesel düzeyde su kullanımı ve su kaynaklarının sınır ötesi kullanımına değinmiş, bir yerleşim bölgesi olan Kaliningrad Bölgesi örneğini vermiştir. Su tüketimi ile ilgili bazı temel istatistikler, su kullanımının bedeli ve yerel su idaresinin sorumlulukları hakkında bilgiler ile sınır ötesi konuların yerel belediyeler düzeyine indirgenmesi hakkında temel oluşturulmuştur.

Hızal, Serengil ve Özcan (2008), Uluslararası havza amenajmanı projelerinde, geliştirilen çoğu yöntem ve yaklaşımın Türkiye koşullarına uyarlanmasının mümkün olduğunu, ancak üç konuda darboğazın yaşandığını belirtmişlerdir. Bunların ilki havzalarımızdaki orman varlığının azlığı ve bunun sonucunda ortaya çıkan çevresel ve ekolojik olumsuzluklar, ikincisi içinde bulunduğumuz coğrafyayı temsil edecek uzun dönemli araştırma sonuçlarına yani veriye sahip bulunmayışımız ve son olarak da havza planlama konusunda yetişmiş teknik eleman sayısının azlığı nedeniyle projelerde görölen ciddi teknik eksikliklerdir. Havza geliştirme amaçlı olarak yapılmış veya yapılmakta olan projelerde eksikliği görölen konuların ortaya konulması ve değerlendirilmesi bu bildirin temel amacı olmuştur. Ayrıca, Türkiye genelinde yaşanmakta olan su sorunuyla ilişkili olarak havza planlama metodolojisine bakılarak, konu ana hatlarıyla irdelenmiştir.

Tüzün (2010) yaptığı çalışmada, havza planlarının tanımlanması ve havza planlama ve yönetimine ilişkin yöntem önerisi geliştirilmeyi amaçlamıştır. Kavramsal açıklamaların, uluslararası yaklaşımların ve örneklerin irdelenmesi sonucu elde ettiği bulguları Meriç-Ergene Havzası örneğinde değerlendirmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, arazi kullanım kriterlerinin

belirlenmesinde ve planlamanın yönetiminde bir çerçeve sunmak üzere yöntem önerisinde bulunmuştur.

Bach, H., Clausen, T.J., Dang, T.T., Emerton, L., Facon, T., Hofer, T., Lazaruz, K., Muziol, C., Noble, A., Schill, P., Sisouvanh, A., Wensley, C. and Whiting, L. (2011), Himalaya dağlarından doğan ve altı ülke Çin, Birmanya, Laos, Tayland, Kamboçya ve Vietnam'dan geçen Mekong Nehri'nin havza vizyonunu, ekonomik ve sosyal açıdan çevreye duyarlılığını irdelemiştir. Komşu ülkelerin karşılıklı yararı ve halkın refahı için, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve geliştirilmesini teşvik etmek ve koordine etmekle görevli Mekong Nehri Komisyonu'nu faaliyetleri değerlendirilmiştir. Başarının temelinde, havza çapında ve sınır ötesinde sorunların dikkate alınarak nehir havzasının yönetilmesi olmuştur. Bununla birlikte, nehir havzalarında ki en küçük hidrolojik birimlerin dahi, havza katılımında yer almaları havza ölçeğinde başarı için bir ön koşul olduğu fark edilmiştir.

Bahadır (2011) çalışmasında, Türkiye'nin Akdeniz ile Ege coğrafi bölgeleri arasında yer alan, yarı kurak sahalardan ve önemli tuzlu sulak alanlarından biri olan Acıgöl Havzası'nın, sürdürülebilir kullanımını ve yönetimini incelemiştir. Havzanın öncelikli olarak bütün doğal ortam özellikleri incelenmiş ve konumsal sorgulamaları yapılmıştır. Coğrafi bilgi sistemi kullanılarak, haritaların ve rakamsal sorgulamaların yapılmasında uzaktan algılama ile Acıgöl Havzası'nın doğal ortam kullanım değişimleri belirlenmiştir. İstatistiksel yöntemler ile de havzadaki sayısal bulguların gelecek eğilimleri ve sorgulamaları gerçekleştirilmiştir.

Öztürk (2011) çalışmasında, Devrekâni Çayı Havzası'nda suyun hayat verdiği doğa ve insanların beşeri faaliyetlerini kapsayan tüm bileşenleri ele alarak, ilgili kamu kurumları ve özel sektörün katılımlarını ve tutumlarını değerlendirmiştir. Havzanın güçlü ve zayıf yönlerini, tehdit ve fırsatları (SWOT analizi) değerlendirmiş ve R'WOT (Ranking+SWOT) analizi ile önceliklendirmiştir. Analiz sonucuna göre; her iki sektörde, havza alanı için yapımı planlanan hidroelektrik santrallerin (HES), var olan doğal kaynak değerlerini olumsuz etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Yavuz (2011), havza sorunlarını gidermek için profesyonel araştırmacılar ve toplumların, yeteneklerini nasıl birleştirecekleri ve ortak yönetim amaçlarını gerçekleştirmek için ortaklık halinde nasıl çalışacaklarını araştırmıştır. Katılımın bir yönetim stratejisi olarak oynadığı rolü inceleyen bu çalışmanın amacı; planlama yaklaşımlarında ekonomik değer ve çevresel değer arasındaki optimal noktayı bulabilen seçenekleri destekleyen, havza paydaşları arasındaki ihtilafları en aza indirgeyen, plancıya karar verme kolaylığı sunan, halkın yönetim

konularını daha geniş kapsamlı olarak anlaması yolu ile daha etkili ve yapıcı katkıda bulunmasını öngören katılımcılığa/dengeli temsile dayalı, dolayısı ile uygulanabilir bir havza yönetim yaklaşımının geliştirilmesi olmuştur.

Albayrak (2012), İstanbul'un su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde nasıl yönetileceğine ilişkin genel anlamda cevaplar arayan çalışmasında; Ömerli Havzası'ndaki kentsel alanlar ve ekosistem servisleri arasındaki ilişkileri rasyonel yöntemlerle analiz ederek ve yönetim planının mekânsal içeriğine vurgu yaparak, ekosistem servislerine dayalı havza yönetimi ana çerçevesini tanımlamıştır.

Karadağ ve Barış (2012) yaptıkları araştırmaları sonucunda, Isparta ilinde Kovada Gölü Alt Havzasında bir "Havza Yönetim Planı" ve bu yönetim planına ilişkin bir "Yönetim Yapısı" geliştirmişlerdir. Havza yönetim planı; ideal hedeflerin oluşturulması, faaliyet hedeflerinin belirlenmesi, faaliyetleri sınırlayıcı ve engelleyici unsurların değerlendirilmesi, faaliyet planı oluşturulması ve planın değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Yönetim yapısı ise, havzadaki tüm katılımcıların yer aldığı ve sorumluluk sahibi olduğu, havza kurulları temelinde geliştirilmiştir. Havza yönetim planının Türkiye'de uygulanabilirliği değerlendirildiğinde, Türkiye'deki mevcut su kaynakları yönetiminin böyle bir uygulama için yetersiz olduğu, hatta yönetime ilişkin yeni sorunlara sebep olabileceği görülmüştür. Bu nedenle araştırmada havza yönetim planının, Türkiye'de uygulanabilirliğine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Liefferink, Wiering ve Uitenboogaart (2012), Avrupa Birliği'nin önemli direktiflerinden olan Su Çerçeve Direktifi'nin uygulanmasına ilişkin iki hususu ele aldıkları çalışmalarında; ilki Danimarka, Hollanda ve Fransa olmak üzere üç üye devletin bu iddialı direktifle nasıl uyum sağlayacaklarını, ikincisi ise tartışılan bu direktife verilen ulusal tepkilerle nasıl başa çıkıp çıkamayacaklarını sorgulamışlardır. Danimarka, Hollanda ve Fransa, adil bir çeşitlilik derecesini temsil ettikleri için seçilmiştir. Danimarka uygulama sürecine yüksek hırslarla ve görece biçimsel bir yaklaşımla başlarken, Hollanda en başından itibaren daha pragmatik bir seyir izlemeyi tercih etmiştir. Fransa ise direktifin yürürlüğe girmesinden önce hâlihazırda olgun bir nehir havzası yönetim sistemine sahiptir. Makalede, mevcut uygulama teorilerine kıyasla, çok aktörlü, çok düzeyli ve çok sektörlü bir dünyada, çağdaş bu direktifin üretmekte olduğu uygulama süreçleri ve yapılandırmanın farklılaştırılmış bir yolu sunulmuştur.

Benson, Fritsch, Cook ve Schmid (2014), İngiltere ve Galler'deki WFD nehir havzası planlamasında süreç, topluluk, çıktı ve sonuçla ilgili göstergeler kullanarak katılım değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırmada, havza bölgelerinin vaka analizleri, uzun zamansal

ölçekte kapsamlı nicel ve nitel veri toplama yoluyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, nehir havzası yönetiminin ilk aşamasının yasal gereklilikleri büyük ölçüde karşılmasına karşın, katılımcı su yönetimin gerçek başarısının karışık olduğunu göstermiştir. Bu temelde, AB ve ulusal su politikası ile gelecekteki nehir havzası planlamalarında, katılımın nasıl artırılması gerektiği hususunda önerilerde bulunmuşlardır.

Fernández (2016), “Avrupa Parlamentosu Vatandaş Hakları ve Anayasal İşler Politika Dairesi” tarafından görevlendirilip ve denetletildiği, Tagus ve Ebro Nehri Havzası İspanya tarafındaki İspanyol halkından gelen dilekçelerle ilgili konuları analiz etmiş ve İspanya'daki su sıkıntısını çözmek için iki ana çözüm önerisi sunmuştur. Bunlar su transferi veya tuzdan arındırma olmuştur. Şimdiye kadar en yaygın kullanılan yaklaşım ise hem Tagus hem de Ebro nehirleri için önerilen su transferidir. İspanya'da su ile ilgili meselelerin çözümünde, çoğu zaman siyasi veya sosyal boyuttan ziyade, bölgesel önem daha çok öne çıkmıştır. Bu çalışmada da, geçerli Avrupa Birliği mevzuatı göz önünde bulundurularak İspanya'daki nehir havzaları yönetimi ile ilgili sorunlar ve bu sorunların çözümlerine yönelik aydınlatıcı öneriler yapılmıştır.

Danacıoğlu (2017), Balıkesir'in güneyindeki Ömer Dağı'ndan doğan Bakırçay Havzası ölçeğinde, doğal ve beşeri risk unsurlarının karakterizasyonunu gerçekleştirip, havza yönetimi sürecinde ihtiyaç duyulan veri-bilgi dönüşümüne yönelik model oluşturmuştur. Literatür taraması ve saha çalışmaları sonucunda nüfus değişiminin, meteorolojik kuraklığın, arazi kullanımı ve örtü değişiminin, yangın ve toprak kaybının havzada ekolojik risk oluşturma potansiyeline sahip unsurlar olduğunu belirlemiştir.

Erol ve Karadeniz (2018), Eğirdir Gölü havzası morfometrik parametrelerini Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla, sayısal yükseklik modeli verileri kullanılarak elde etmişlerdir. Havza alanı, havzanın çevre uzunluğu, dere sırası, dere sayısı, dere uzunluğu, form ve şekil faktörü, dairesellik oranı, uzama oranı, kompaktlık katsayısı, drenaj yoğunluğu, dere sıklığı, çatallanma oranı, drenaj tekstürü ve infiltrasyon değerini belirlemiştir. Elde edilen bu değerler, havza hidrolojisi bakımından analiz edilmiştir.

Reis ve Dindaroğlu (2018), Bertiz Çayı havzasında dere akımları üzerinde etkili olan bazı fizyografik, toprak ve hidrolojik özellikleri ile farklı arazi kullanımları arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Kahramanmaraş ili sınırları içerisinde yer alan Bertiz Çayı havzasında, alanının fizyografik karakteristikleri (eğim, baki, yükselti), bazı toprak özellikleri (tekstür, pH, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi, tane yoğunluğu, permeabilite, kolloid-nem ekivalanı, dispersiyon oranı ve boşluk hacmi) ve bazı hidrolojik özellikleri (form katsayısı,

dairesellik oranı, uzunlaşma oranı, dere sıklığı, drenaj yoğunluğu ve hipsometrik eğri) ortaya konulmuştur. Sonuç olarak akarsuların aşındırma güç ve kabiliyetlerinin oldukça fazla olması nedeniyle, mevcut bozuk ormanların rehabilite edilmesi, optimal arazi kullanım planlarının hazırlanması ve yanlış arazi kullanımlarına izin verilmemesi önerilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Söz konusu bu araştırma çalışmasında, gerek coğrafi konumu gerekse stratejik konumu gereği önemli bir coğrafyada yer alan Türkiye'nin, endüstriyel ve tarımsal potansiyeli yüksek Trakya Bölgesi'nde bir akarsu havzası ele alınmıştır. Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde, yoğun bir yerleşim yeri olan Değirmenaltı mahallesinin içinden geçerek denize ulaşan Kayı Deresi'nin havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ile yakın gelecekte can ve mal güvenliğini ilgilendiren altyapı yatırımları için veri sağlaması amaçlanmıştır. Havzada meydana gelecek yıllık su verimi ve sağanak yağışların dere yatağında oluşturacağı farklı tekerrür sürelerine ait taşkın debileri hesaplanmış ve taşkın hidrografları çizilmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Araştırma sahası havzası Türkiye'nin Trakya Bölgesi'nde 27°30'-27°35' doğu boylamları ile 41°00'-41°05' kuzey enlemleri arasında yer alan Kayı deresi havzasıdır.

Oldukça genç bir jeolojik yapıya sahip havza, 49,53 km² büyüklüğe sahip, az eğimli bir topoğrafik sahadır. Toprakları genel olarak kil içeren ve çimentolaşmış greylerden oluşmaktadır. İşlemeli kuru tarımın yaygın yapıldığı havzanın bir kısmı doğal mera olarak kullanılmaktadır (Boyras ve Sarı, 2012).

Havza Marmara Denizi kıyı şeridi boyunca görülen Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Kışları serin ve yağışlı, yazları kurak ve sıcak geçmektedir. Yağışın tamamına yakını yağmur şeklinde olup, çok yıllık ortalamalara göre kar yağışlı gün sayısı 5-6 ve karla örtülü gün sayısı iki haftayı geçmemektedir. İlk don Kasım ayının ikinci haftasında, son don ise Mart ayının son haftasında görülmektedir (Moray ve İstanbulluoğlu, 2022).

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesine ait çok yıllık (1950-2020) aylık ortalama sıcaklık, nem, rüzgar hızı ve yönü, yağış ve buharlaşma miktarı verileri Çizelge 2.1.'de verilmiştir (DMİ, 2021).

Çizelge 2.1. Tekirdağ Süleymanpaşa Meteoroloji Rasat İstasyonu'na ait çok yıllık ortalama bazı iklim verileri.

| Aylar | Ortalama Sıcaklık (°C) | Ortalama Nem (%) | Rüzgâr Hızı (m/s) | Rüzgâr Yönü | Yağış Miktarı (mm) | Buharlaşma Miktarı (mm) |
|---------------|------------------------|------------------|-------------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Ocak | 4,7 | 82,7 | 3,1 | N | 68,8 | 25,3 |
| Şubat | 5,4 | 80,7 | 3,0 | S | 54,1 | 17,8 |
| Mart | 7,3 | 79,7 | 2,9 | N | 54,4 | 29,7 |
| Nisan | 11,8 | 77,0 | 2,3 | S | 40,9 | 69,1 |
| Mayıs | 16,8 | 76,4 | 2,2 | E | 36,7 | 119,4 |
| Haziran | 21,3 | 72,4 | 2,3 | E | 37,9 | 148,2 |
| Temmuz | 23,8 | 68,8 | 2,7 | E | 22,8 | 187,0 |
| Ağustos | 23,8 | 69,3 | 2,9 | E | 13,3 | 178,5 |
| Eylül | 20,0 | 73,2 | 2,7 | E | 33,6 | 116,5 |
| Ekim | 15,4 | 78,4 | 2,8 | N | 62,4 | 68,2 |
| Kasım | 11,0 | 82,1 | 2,7 | N | 75,4 | 20,6 |
| Aralık | 7,1 | 82,8 | 3,0 | N | 81,5 | 10,8 |
| Yıllık | 14,0 | 77,0 | 2,7 | N | 581,8 | 987,3 |

Araştırma sahası yakınında yer alan Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Tekirdağ ili Süleymanpaşa Şube Müdürlüğü rasat istasyonu verilerine göre, çok yıllık toplam yağış ortalaması 586,7 mm ve sıcaklık yıllık ortalaması 14,0 °C'dir.

2.2. Metot

Araştırmada, Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde yer alan Kayı Deresi'nin öncelikle havza morfolojik karakteristikleri; havza biçim katsayısı, havza biçim faktörü, havza görünüm oranı, havza biçim indisi, havza Gravelius ve Schumm katsayıları, havza eşdeğer dikdörtgen boyutları, havza eğim indisi, havza dairesellik oranı, havza ortalama eğimi, ana akarsu kolu eğimi, alan-yükseklik dağılımı eğrisi, havza ortalama (medyan), maksimum ve minimum yükseklikleri, havza nispi röliyefi, vadi maksimum yan eğimi, havza yöneyi, havza akarsu ve drenaj yoğunluğu, havza akarsu derecesi ve havza dallanma (bifürkasyon) oranı belirlenmiştir. Akabinde havzadan meydana gelecek yıllık su verimi ve sağanak yağışların dere yatağında oluşturacağı farklı tekerrür sürelerine ait taşkın debileri hesaplanmış ve taşkın hidrografları çizilmiştir. Havza karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir (Tülücü, 1996; İstanbulluoğlu, 2015).

$$\text{- Biçim katsayısı;} \quad B = \frac{L^2}{A} \quad (2.1)$$

$$\text{- Biçim faktörü;} \quad m = \frac{A}{G*L} \quad (2.2)$$

$$\text{- Biçim görünüm oranı;} \quad a = \frac{G}{L} \quad (2.3)$$

$$\text{- Biçim indisi;} \quad m * a = \frac{A}{L^2} \quad (2.4)$$

$$\text{- Sıkışıklık (Gravelius) katsayısı;} \quad K = \frac{P}{\Ç} \quad K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2.5)$$

$$\text{- Schumm katsayısı;} \quad S = \frac{R}{L} \quad (2.6)$$

Burada; A, havza alanı (km²); L, akarsu ana kolu uzunluğu (km); P, havza çevresi (km); Ç, havza ile aynı alana sahip daire çevresi (km); R, havza ile aynı alana sahip daire çapı (km) ve G, havzanın en büyük genişliği (km).

- Havza eşdeğer dikdörtgen boyutları;

$$L_a = \frac{K\sqrt{A}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K} \right)^2} \right] \quad (2.7)$$

$$L_b = \frac{K\sqrt{A}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K} \right)^2} \right] \quad (2.8)$$

- Havza eğim indeksi;

$$I_p = (1 / L_a) * \sum_{i=1}^n x_i \sqrt{\frac{a_i - a_{i-1}}{x_i}} \quad (2.9)$$

Burada; a_i , eş yükselti yükseklikleri (m) ve x_i , eş yükselti eğrileri arasındaki uzaklık (m).

- Havza dairesellik oranı, $Do = \frac{A}{A\check{c}}$ (3.0)

Burada; A, havza alanı (km²) ve A \check{c} , havza ile aynı çevre uzunluğuna sahip daire alanı (km²).

- Havza ortalama eğimi, $S = \frac{d * \sum M}{A} * 100$ (3.1)

Burada; d, iki eş yükselti eğrisi arasındaki kot farkı (m); M, havza sınırı içerisinde kalan eş yükselti eğrilerinin toplam uzunlukları (m) ve A, havza alanı (m²).

- Havza ortalama (median) yüksekliği $H_m = 0,435 * \frac{H_p - H_o}{\log H_p - \log H_o}$ (3.2)

Burada; H_o, havza çıkış noktasındaki yükseklik (m) ve H_p, havza su ayırım çizgisi üzerindeki en büyük yüksekliktir.

- Havza drenaj yoğunluğu; $D_d = \frac{\sum L_u}{A}$ (3.3)

Burada; L_u, akarsu kolları toplam uzunluğu (m) ve A, havza alanı (m²).

- Havza dallanma (bifürkasyon) oranı, belli derecedeki akarsu sayılarının bir üst derecedeki akarsu sayılarına oranıdır. Burada; N_u, u dereceli akarsuların sayısı ve N_{u+1}, u+1 dereceli akarsuların sayısıdır.

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}} \quad (3.4)$$

$$\text{Regresyon katsayısı; } b = \frac{\sum(u) (\log Nu)}{\sum u^2} \quad (3.5)$$

$$\sum(u) (\log Nu) = \sum(u) (\log Nu) - \frac{(\sum u)(\sum \log Nu)}{n} \quad (3.6)$$

$$\sum u^2 = \sum u^2 - [(\sum u)^2 / n] \quad (3.7)$$

Kayı deresi havzasının tüm bu hidromorfometrik özelliklerini ortaya koymak ve havza karakteristiklerinin çıkarılması amacıyla 1/25.000 ölçekli sayısal topografya haritaları, 10 m çözünürlüklü DEM (Digital Elevation Model) kullanılmıştır. Altlık olarak kullanılacak olan topografya ve jeoloji haritalarının geometrik düzeltmeleri yapılmış ve sayısallaştırma işlemi ve analizler CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında yapılmıştır. Uydu görüntüsü olarak 174-35 Path-Row indeksine sahip çekilmiş Landsat 8 OLI görüntüsü web ortamından indirilerek veri olarak kullanılmıştır. Ayrıca QGIS yazılımında kullanılarak 2 boyutlu modelleme yapılmıştır.

Havza su veriminin hesaplanmasında L. Turc yöntemi kullanılmıştır. Yöntem bir havzadan oluşacak ortalama yüzey akış kayıplarının belirlenmesinde yaygın kullanılan bir yöntemdir (Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W., 1988). Dünyanın farklı iklim koşullarında yer alan 254 havza üzerinde yaptığı gözlemlerine dayanarak aşağıdaki yüzey akış eşitliğini geliştirmiştir.

$$h = P - E \quad (3.8)$$

Burada; h, havzadan oluşan yüzey akış miktarı veya yüksekliği, (mm); P, havzaya düşen yıllık ortalama yağış miktarı, (mm) ve E, havzadan oluşan yıllık ortalama gerçek evapotranspirasyon miktarı, (mm)'dir. Gerçek evapotranspirasyon miktarının belirlenmesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad L = 300 + 25 t + 0,05 t^3 \quad (3.9)$$

Yine; L, parametre ve t, havzaya ait yıllık ortalama sıcaklık, °C'dır. Bu değer, havza içinde inşa edilecek tesis ile rasat istasyonu arasındaki enlem ve yükseklik farkları dikkate alınarak düzeltilmiş değerdir. Elde edilen yüzey akış miktarı, havza alanı ile çarpılarak havza su verimi hesaplanmıştır.

$$V = h * A * 10^3 \quad (4.0)$$

Burada; V, havza su verimi, (m³/yıl) ve A, havza alanı, (km²)'dir. Yöntemde yer alan ortalama yağışın, hassas bir şekilde belirlenmesi önemli olduğundan, havzayı en iyi temsil eden Tekirdağ Süleymanpaşa Meteoroloji Rasat İstasyonu verileri kullanılmıştır. Ayrıca farklı olasılıklar için beklenen yağış miktarlarının standart sapma değerleri de hesaplanmıştır.

Tezde Kayı Deresi taşkın debisinin hesaplanmasında, Türkiye'de Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından kullanılan Sentetik Boyutsuz Birim Hidrograf yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, Amerika Birleşik Devletleri Soil Conservation Service (SCS) tarafından geliştirilmiştir (İstanbuluoğlu, 2015).

Bu yöntem ile sentetik birim hidrografın çiziminde boyutsuz birim hidrograftan yararlanılmıştır. Boyutsuz birim hidrograf, bir taşkın hidrografının belli zamanlardaki debilerinin en büyük debiye, bunların zamanlarının da en büyük debinin meydana gelme zamanına bölünerek, Q/Q_P değerleri ordinatta ve T/T_P değerleri de apsiste işaretlenerek elde edilen birimsiz bir hidrograftır. Yöntemde iki saat süreli yağış fazlasına ait taşkın piki aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$Q_P = A * ha * q_p * 10^{-3} \quad (4.1)$$

Burada; Q_P, iki saat süreli yağış fazlasına ait taşkın pik debisi, (m³/s); A, havza alanı, (km²) ve ha, havzadan oluşan yüzey akış yüksekliği, (mm)'dir. Yüzey akış yüksekliği daha önce ifade edildiği üzere, havzanın toprak, arazi kullanma, bitki örtüsü, ekim şekli ve toprak koruma önlemlerinin dikkate alınarak belirlendiği yüzey akış eğri numarası sonucu bulunur. q_p ise, iki saat süren ve havza üzerinde 1 mm'lik akış meydana getireceği kabul edilen bir yağış fazlasından sonra, taşkın debisinin en yüksek değerine ulaştığı anda alanın her bir kilometre karesinden gelecek debi (L/s km² mm)'dir.

Yöntemde ilk önce havzanın ana akarsu kolu, uzunluğu boyunca genel olarak on eşit kısma ayrılarak her bir kısmın eğiminin bulunmasından sonra ana akarsu kolunun harmonik eğimi aşağıdaki eşitlikle bulunmuştur.

$$S = \left(\frac{P}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2 \quad (4.2)$$

Burada; S, ana akarsu yolunun harmonik eğimi; P, ana akarsu yolunun ayrılan kısım sayısı ve Si, ana akarsu yolunun her bir kısmının eğimidir.

Daha sonra $\frac{L \cdot L_c}{\sqrt{S}}$ değeri hesaplanmıştır. Burada; L, havza ana akarsu yolunun uzunluğu, (km); Lc, havza şekilsel ağırlık merkezinin ana akarsu yolu üzerindeki izdüşümü ile ana akarsu yolunun havzayı terk ettiği nokta arasındaki uzaklık, (km)'dir. Birim taşkın pik debisi q_p , aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$q_p = \frac{414}{A^{0,225} \cdot E^{0,16}} \quad (4.3)$$

Burada; q_p , iki saat süreli yağış fazlasına ait birim taşkın pik debisi, (L/s km² mm); A, havza alanı, (km²) ve $E = \frac{L \cdot L_c}{\sqrt{S}}$ değerine eşit bir katsayıdır. Taşkınlardan meydana gelen toplam su hacmi ise, (m³); $V = A \cdot h_a \cdot 10^3$ eşitliğinden hesaplanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Havza topoğrafik karakteristikleri

Bir akarsu havzasına ait topoğrafik karakteristikler, o havzanın yağış-akış ilişkilerini belirlemede önemli unsurlardır. Havza alanı, şekli ve eğimi gibi karakteristikler havza su verimini, toplanma zamanını, taşkın piklerini ve hidrograf sürelerini doğrudan etkilemektedir. Havza akarsu uzunluğu ve dallanma oranı bir havzada inşa edilecek tüm yapı ve tesislerin boyutlandırılmasında gerekli verilerin temininde kullanılan karakteristiklerdir. Elde edilmelerindeki güvenilirlik önem arz etmektedir. Bu çalışmada tüm havza karakteristikleri uydu görüntüleri eşliğinde QGIS.324.4 bilgisayar programı kullanılarak sağlanmıştır.

3.1.1. Havza alanı

Havza alanı yağış alanının büyüklüğü olup, havzadan oluşacak su verimi, toplanma süresi ve pike erişme süresi ile doğru orantılıdır. Kayı deresi havzası, çıkışı Marmara Denizi'ne ulaşan 49,53 km² alana (A) sahip bulunmaktadır (Şekil 3.1).

3.1.2. Havza çevresi

Havza çevresi, havza çıkış noktasından başlayarak komşu havzalarla sınır oluşturan uzunluktur. Kayı deresi havzasının ölçülen çevre uzunluğu (P) 45,2 km'dir.

3.1.3. Havza şekli

Akarsu havzaları farklı şekillerde olabilmektedir. Buda havza su verimi aynı olsa bile yüzey akışın toplanma zamanı ve pike erişme süresini farklı kılmaktadır. Değişik veriler kullanılarak havza şekli hesaplanabilmektedir. Bunlar biçim katsayısı, biçim faktörü, biçim indeksi, biçim görünüm oranı olabildiği gibi sıkışıklık ve Schumm katsayıları da olabilmektedir.

- Biçim katsayısı;

$$B = \frac{L^2}{A} \quad B = \frac{15.1^2}{49,53} = 4,60 \quad (2.1)$$

- Biçim faktörü;

$$m = \frac{A}{G \cdot L} \quad m = \frac{49,53}{7,1 \cdot 15,1} = 0,46 \quad (2.2)$$

- Biçim görünüm oranı;

$$a = \frac{G}{L} \quad a = \frac{7,1}{15,1} = 0,47 \quad (2.3)$$

- Biçim indeksi;

$$m \cdot a = \frac{A}{L^2} \quad m \cdot a = \frac{49,53}{15,1^2} = 0,22 \quad (2.4)$$

- Sıkışıklık (Gravelius) katsayısı;

$$K = \frac{P}{\bar{C}} \quad K = \frac{45,2}{24,9} = 1,81 \quad (2.5.1)$$

$$K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad K = 0,28 \frac{45,2}{\sqrt{49,53}} = 1,80 \quad (2.5.2)$$

- Schumm katsayısı;

$$S = \frac{R}{L} \quad S = \frac{7,94}{15,1} = 0,53 \quad (2.6)$$

3.1.4. Havza eşdeğer dikdörtgen boyutları

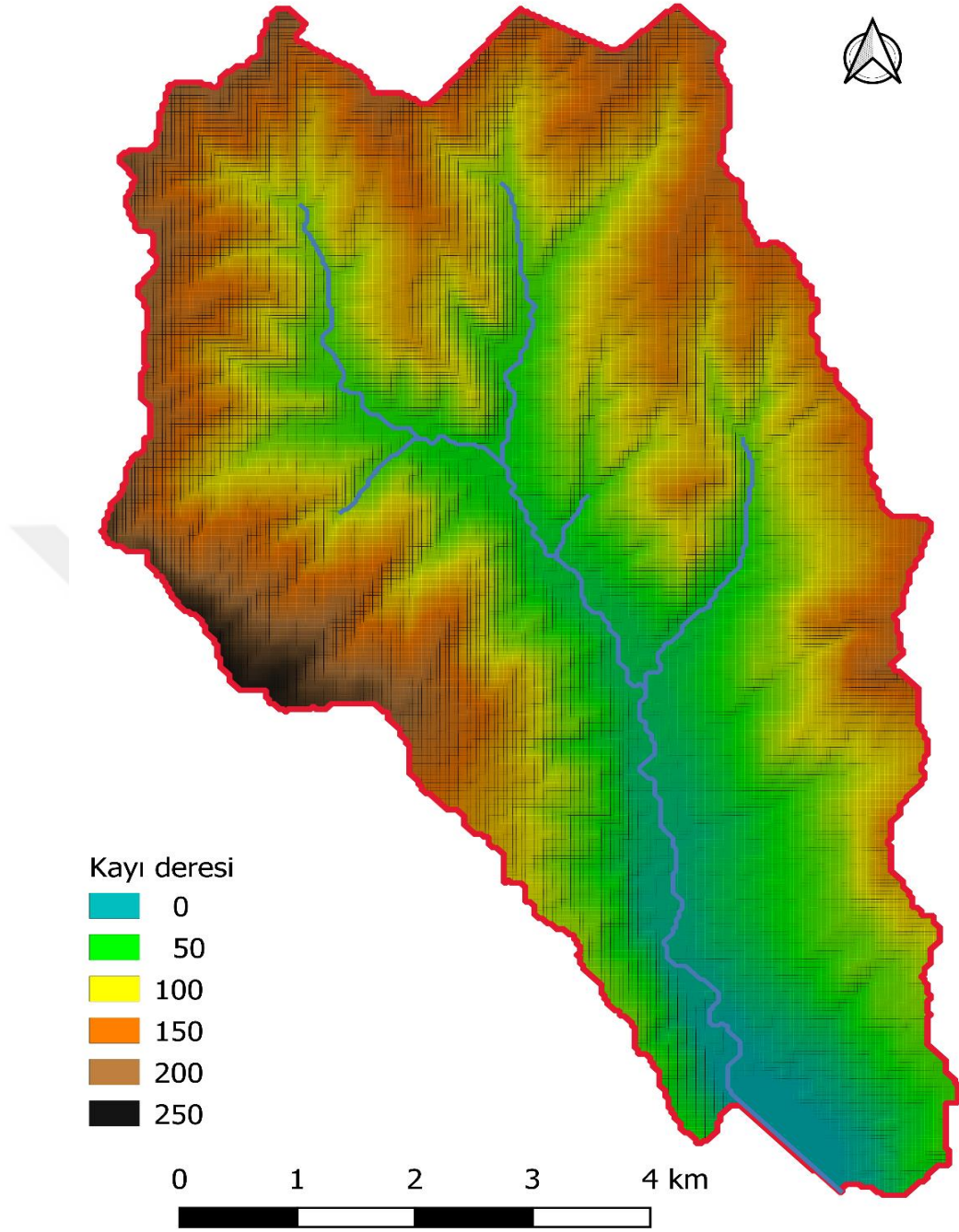
Havza eşdeğer dikdörtgen boyutları, havza ile alanı ve çevre uzunluğu aynı olan bir dikdörtgenin kenar uzunluklarıdır (Çizelge 3.1; Şekil 3.2). Bu dikdörtgenin kenar uzunlukları aşağıdaki gibidir.

$$L_a = \frac{K\sqrt{A}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K} \right)^2} \right] \quad (2.7)$$

$$L_a = \frac{1,80 \sqrt{49,53}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{1,80} \right)^2} \right] = 20,17 \text{ km}$$

$$L_b = \frac{K\sqrt{A}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K} \right)^2} \right] \quad (2.8)$$

$$L_b = \frac{1,80 \sqrt{49,53}}{1,12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{1,80} \right)^2} \right] = 2,45 \text{ km}$$



Şekil 3.1. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı Deresi havzası

Çizelge 3.1. Havza eş yükselti eğrileri arasında kalan alan ve dağılım oranları

| Yükseklik (m) | Alan (km ²) | Eklenik alan (km ²) | Oran (%) | Eklenik oran (%) | Xi |
|------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|--------------|
| 0 – 10 | 0,611 | 0,611 | 1,23 | 1,23 | 0,25 |
| 10 – 20 | 1,230 | 1,841 | 2,48 | 3,71 | 0,50 |
| 20 – 30 | 1,602 | 3,443 | 3,23 | 6,94 | 0,65 |
| 30 – 40 | 1,905 | 5,348 | 3,85 | 10,79 | 0,78 |
| 40 – 50 | 2,069 | 7,417 | 4,18 | 14,97 | 0,84 |
| 50 – 60 | 2,414 | 9,831 | 4,87 | 19,84 | 0,98 |
| 60 – 70 | 2,755 | 12,586 | 5,57 | 25,40 | 1,12 |
| 70 – 80 | 2,946 | 15,532 | 5,95 | 31,35 | 1,20 |
| 80 – 90 | 3,317 | 18,849 | 6,70 | 38,05 | 1,35 |
| 90 – 100 | 3,354 | 22,203 | 6,77 | 44,82 | 1,37 |
| 100 – 110 | 3,490 | 25,693 | 7,05 | 51,87 | 1,42 |
| 110 – 120 | 3,600 | 29,293 | 7,27 | 59,14 | 1,47 |
| 120 – 130 | 3,623 | 32,916 | 7,31 | 66,45 | 1,47 |
| 130 – 140 | 3,166 | 36,082 | 6,39 | 72,84 | 1,29 |
| 140 – 150 | 2,998 | 39,080 | 6,05 | 78,89 | 1,22 |
| 150 – 160 | 2,488 | 41,568 | 5,02 | 83,91 | 1,01 |
| 160 – 170 | 2,167 | 43,735 | 4,38 | 88,29 | 0,88 |
| 170 – 180 | 1,769 | 45,504 | 3,57 | 91,86 | 0,72 |
| 180 – 190 | 1,212 | 46,716 | 2,45 | 94,31 | 0,49 |
| 190 – 200 | 0,882 | 47,598 | 1,78 | 96,09 | 0,36 |
| 200 – 210 | 0,533 | 48,131 | 1,08 | 97,17 | 0,22 |
| 210 – 220 | 0,393 | 48,524 | 0,79 | 97,96 | 0,16 |
| 220 – 230 | 0,505 | 49,029 | 1,02 | 98,98 | 0,21 |
| 230 – 240 | 0,245 | 49,274 | 0,50 | 99,48 | 0,10 |
| 240 – 250 | 0,256 | 49,530 | 0,52 | 100,00 | 0,11 |
| Toplam | 49,530 | | 100,00 | | 20,17 |



Şekil

3.2.

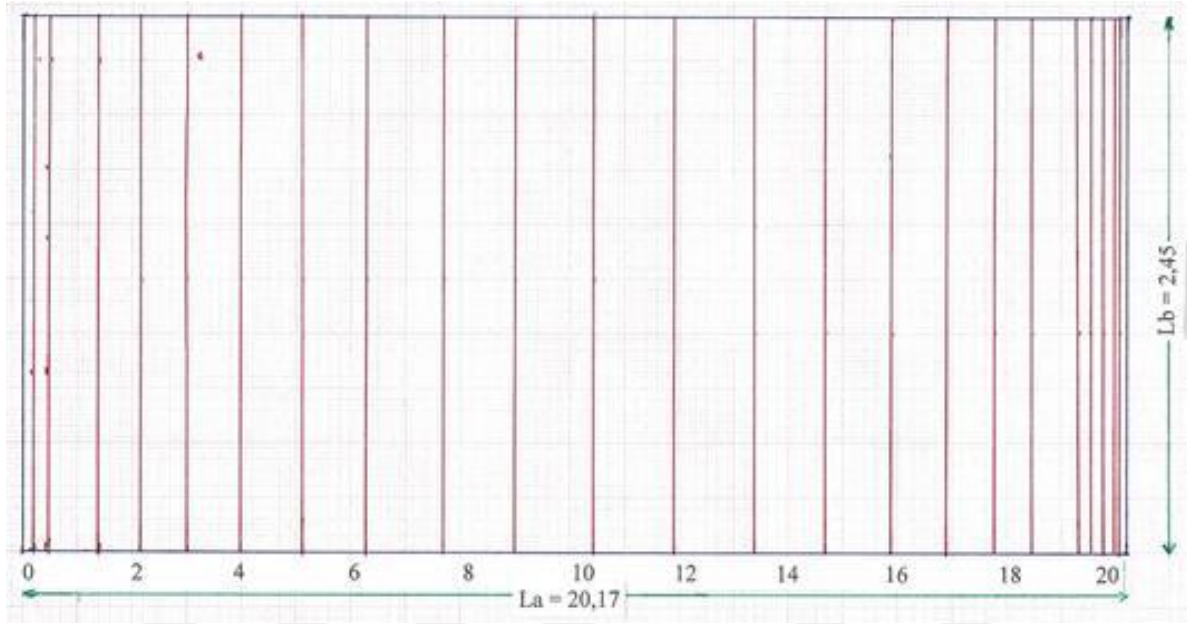
Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı Deresi havzası eş yükselti eğrileri

3.1.5. Havza eğim indeksi

Havza eğim indeksi, eşdeğer dikdörtgen ve hipsometrik eğri kavramlarından elde edilmekte olup aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak bulunur (Şekil 3.3).

$$I_p = (1 / L_a) * \sum_{i=1}^n x_i \sqrt{\frac{a_i - a_{i-1}}{x_i}} \quad I_p = (1 / 20,17) * 67,078 = 3,35 \quad (2.9)$$

Burada; a_i , eş yükselti yükseklikleri ve x_i , eş yükselti eğrileri arasındaki uzaklıktır. Bu indeksin avantajı havzanın hipsometrik dağılımının topoğrafik harita üzerinde değil basit bir geometrik şekil üzerinde düşünülmüş olmasıdır.



Şekil 3.3. Havza dikdörtgen eşdeğerlerine göre eğim dilimleri

3.1.6. Havza dairesellik oranı

Havza dairesellik oranı, havza alanının havza çevresine eşit çevredeki dairenin alanına oranıdır.

$$D_o = \frac{A}{A_{\text{ç}}} \quad D_o = \frac{49,53}{162,33} = 0,31 \quad (3.0)$$

Burada; A , havza alanı ve $A_{\text{ç}}$, havza ile aynı çevre uzunluğuna sahip daire alanıdır.

Not: $P = 2 \pi r \rightarrow r = 7,19$
 $A = \pi r^2 \rightarrow A = 162,33 \text{ km}^2$

3.1.7. Havza ortalama eğimi

Havza ortalama eğimi, havza sınırları içerisinde kalan eş yükselti eğrilerinin toplam uzunluklarının, iki eş yükselti eğrisi arasındaki kot farkı ile çarpılıp, tüm havza alanına bölünmesidir (Çizelge 3.2).

$$S = \frac{d * \sum M}{A} * 100 \quad S = \frac{10 * 502.872}{49.530.000} * 100 = \% 10,2 \quad (3.1.1)$$

Burada; d, iki eş yükselti eğrisi arasındaki kot farkı; M, havza sınırı içerisinde kalan eş yükselti eğrilerinin toplam uzunlukları ve A, havza alanıdır.

Çizelge 3.2. Havza içerisinde kalan eş yükselti eğrileri uzunlukları

| Yükseklik (m) | Havza sınırları içerisindeki eş yükselti eğrileri uzunluğu (m) |
|------------------|--|
| 10 | 3.106 |
| 20 | 8.681 |
| 30 | 9.703 |
| 40 | 13.716 |
| 50 | 16.674 |
| 60 | 21.219 |
| 70 | 24.552 |
| 80 | 30.772 |
| 90 | 35.167 |
| 100 | 38.591 |
| 110 | 39.836 |
| 120 | 41.597 |
| 130 | 39.380 |
| 140 | 36.419 |
| 150 | 31.699 |
| 160 | 28.530 |
| 170 | 25.147 |
| 180 | 19.007 |
| 190 | 14.379 |
| 200 | 9.539 |
| 210 | 5.243 |
| 220 | 3.866 |
| 230 | 2.717 |
| 240 | 1.999 |
| 250 | 1.283 |
| Toplam | 502.872 |

3.1.8. Ana akarsu kolu uzunluğu

Debisi daha büyük veya boyu daha uzun veya kaynağı daha yüksekte olan akarsu kolunun, havzayı terk ettiği nokta itibariyle boyuna ana akarsu kolu uzunluğudur. Havzanın ölçülen ana akarsu kolu uzunluğu (L) 15,1 km'dir.

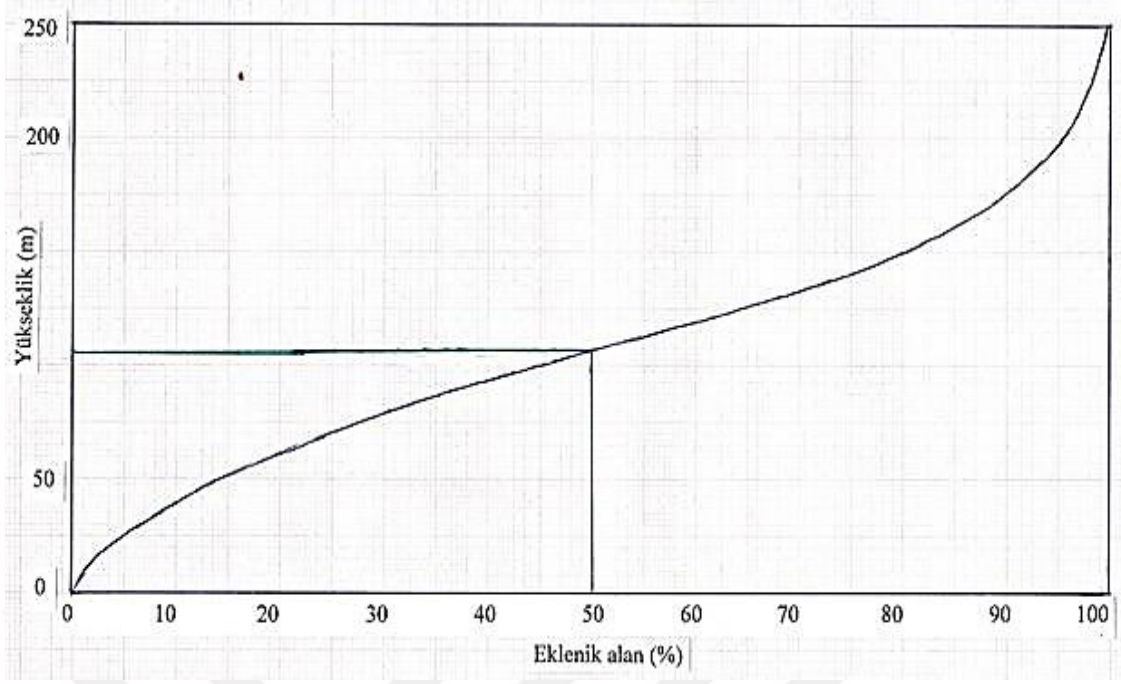
3.1.9. Ana akarsu kolu eğimi

Ana akarsu kolu eğimi, ana akarsu kolu ile eş yükselti eğrilerinin kesiştiği noktalarda su yolu uzunlukları yatay ekseninde (apsis ekseni), eş yükselti eğrileri ile kesiştiği noktalardaki arazi yükseklikleri düşey ekseninde (ordinat ekseni) işlenerek elde edilen eğrinin; % 10 ve % 85'lik noktalarında okunan değerlerin, ana akarsu koluna oranlanmasıyla elde edilmektedir.

$$S_a = \frac{e_{85} - e_{10}}{0,75 L} \quad S_a = \frac{95 - 8}{0,75 (12.900 - 1.600)} = 0,010 = \% 1,0 \quad (3.1.2)$$

3.1.10. Havza hipsometrik eğrisi

Havza hipsometrik eğrisi, bir alana ait yükseklik dağılımını göstermektedir. Hipsometrik eğriler belirlenirken; alan ve yükseklik, toplam alan ve toplam yüksekliğin bir işlevi olarak dikkate alındığı için hipsometrik eğri havzanın boyutundan ve yüksekliğinden ayrı olarak değerlendirilir (Tüysüz vd., 2006). Bundan dolayı farklı boyutta olan havzalar arasında hipsometrik eğriler aracılığıyla karşılaştırmalar yapılabilir. Hipsometrik eğri (dışbükey, içbükey "S" eğrisi biçiminde) havzanın erozyon oluşturma etkisini göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Havza alan yükseklik dağılım (hipsometrik) eğrisi

3.1.11. Havza ağırlık merkezinin ana akarsu kolu üzerindeki izdüşümünün havza çıkışına olan uzaklığı

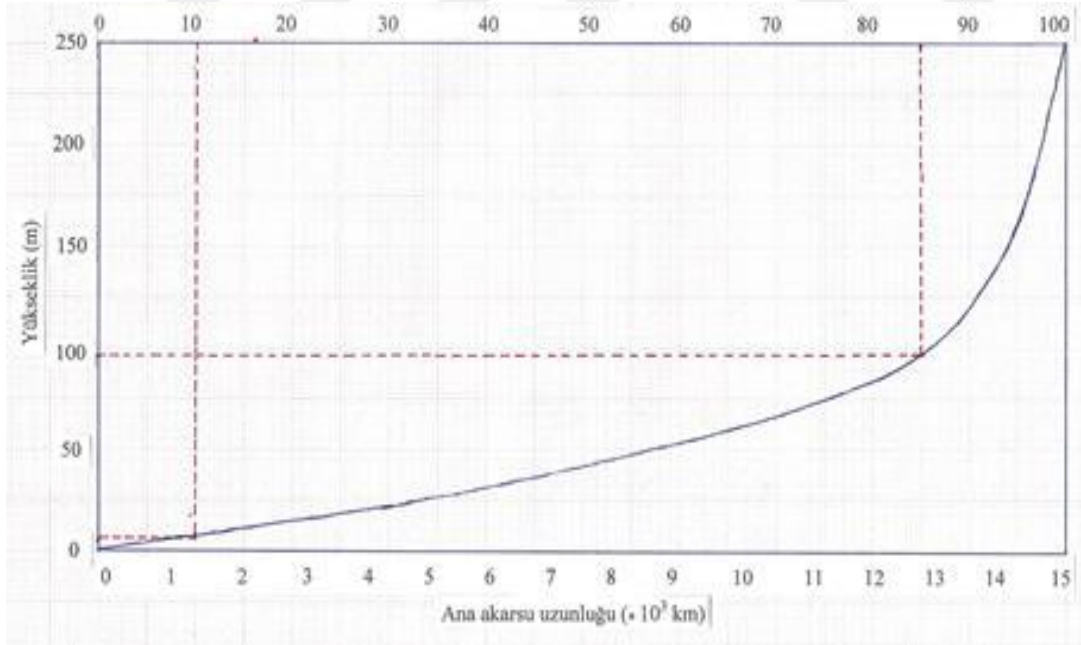
Havza alanı şekilsel ağırlık merkezinin, ana akarsu kolu üzerindeki izdüşümü ile ana akarsu kolunun havzayı terk ettiği nokta arasındaki mesafedir. Havzanın ölçülen (L_c) değeri 7,8 km'dir (Çizelge 3.3; Şekil 3.5).

Çizelge 3.3. Havza alanına ait ana akarsu uzunluğu dağılımı

| Yükseklik (m) | Akarsu uzunluğu (m) | Eklenik akarsu uzunluğu (m) | Alan (km ²) |
|---------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
| 0 – 10 | 1.841 | 1.841 | 0,611 |
| 10 – 20 | 2.348 | 4.189 | 1,230 |
| 20 – 30 | 1.501 | 5.690 | 1,602 |
| 30 – 40 | 1.807 | 7.497 | 1,905 |
| 40 – 50 | 1.124 | 8.621 | 2,069 |
| 50 – 60 | 1.322 | 9.943 | 2,414 |
| 60 – 70 | 1.058 | 11.001 | 2,755 |
| 70 – 80 | 785 | 11.786 | 2,946 |

Çizelge 3.3. Havza alanına ait ana akarsu uzunluğu dağılımı (devamı)

| | | | |
|---------------|---------------|--------|---------------|
| 80 – 90 | 1.033 | 12.819 | 3,317 |
| 90 – 100 | 235 | 13.054 | 3,354 |
| 100 – 110 | 299 | 13.353 | 3,490 |
| 110 – 120 | 208 | 13.561 | 3,600 |
| 120 – 130 | 409 | 13.970 | 3,623 |
| 130 – 140 | 165 | 14.135 | 3,166 |
| 140 – 150 | 114 | 14.249 | 2,998 |
| 150 – 160 | 195 | 14.444 | 2,488 |
| 160 – 170 | 162 | 14.606 | 2,167 |
| 170 – 180 | 127 | 14.733 | 1,769 |
| 180 – 190 | 113 | 14.846 | 1,212 |
| 190 – 200 | 56 | 14.902 | 0,882 |
| 200 – 210 | 105 | 15.007 | 0,533 |
| 210 – 220 | 71 | 15.078 | 0,393 |
| 220 – 230 | 19 | 15.097 | 0,505 |
| 230 – 240 | 2 | 15.099 | 0,256 |
| 240 – 250 | 1 | 15.100 | 0,245 |
| Toplam | 15.100 | | 49,530 |



Şekil 3.5. Havza ana akarsu kolu eğrisi

3.1.12. Havza ortalama yüksekliği

Havza ortalama (median) yüksekliği, bir hipsometrik eğri üzerinde havza alanının % 50'sine karşılık gelen yüksekliktir. Ayrıca bir havzanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği aşağıdaki eşitlikle de hesaplanmakla birlikte, çok genel bir şekilde havzanın en yüksek ve en düşük noktalarının kotları toplamının ikiye bölünmesiyle de elde edilebilmektedir.

$$H_m = 0,435 * \frac{H_p - H_o}{\log H_p - \log H_o} \quad (3.2.1)$$

$$H_m = 0,435 * \frac{250 - 0}{\log 250 - \log 0} = 45,4$$

Burada; H_o , havza çıkış noktasındaki yükseklik ve H_p , havza su ayırım çizgisi üzerindeki en büyük yüksekliktir.

Diğer bir yükseklik hesaplaması ise havza eş yükselti eğrilerinin ana akarsu kolunu kestiği noktalara ait yükseklik değerleri kullanılarak yapılabilmektedir.

$$H_m = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \dots}{n} = \frac{3.250}{25} = 130,0 \text{ m} \quad (3.2.2)$$

3.1.13. Havza maksimum ve minimum yüksekliği

Havzanın deniz seviyesine göre en yüksek ve en düşük noktaları olmaktadır. Havzanın ölçülen en yüksek noktası 250 m, en düşük noktası ise denize çıkış olan sıfır kotudur.

3.1.14. Havza röliyefi ve nispi röliyefi

Havza röliyefi, havzanın maksimum ve minimum yükseklikleri farkıdır. Nispi röliyef ise havzanın maksimum ve minimum yükseklik farkının, havza çevre uzunluğuna oranıdır.

$$r = h_{\max} - h_{\min} \quad r = 250 - 0 = 250 \quad (4.4)$$

$$r_n = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{P} * 100 \quad r_n = \frac{250 - 0}{45.200} * 100 = 0,55 \quad (4.5)$$

3.1.15. Havza vadi maksimum yan eğimi

Havza vadi maksimum yan eğimi, eş yükselti eğrilerine dik olan en fazla eğimdir. Havzada ölçülen vadi maksimum yan eğimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$I = \frac{H}{L} * 100 \qquad I = \frac{150}{3.100} * 100 = \% 4,84 \qquad (4.6)$$

Burada; H, dikey yükseklik ve L, sınırdan akarsu koluna kadar olan yatay uzunluktur.

3.1.16. Havza yöneyi

Havza yöneyi (aspect veya orientation), genel anlamda ana akarsu kolunun akım yönüdür. Havzanın maraz özelliğini göstermekte olup, rüzgâr yönü, şiddeti ve donma-çözülme ile yakın ilgilidir. Havzanın belirlenen yöneyi kuzeydoğu-güneybatı istikametindedir.

3.1.17. Havza akarsu yoğunluğu

Havza akarsu yoğunluğu (frekansı), havza içerisinde yıl boyunca kuruyanlarda dâhil olmak üzere yer alan tüm akarsu kolları sayısının havza alanına oranlanmasıdır (Çizelge 3.4; 3.5).

$$F_r = \frac{\sum N_u}{A} \qquad F_r = \frac{962}{49,53} = 19,4 \qquad (4.7)$$

Burada; Nu, akarsu kolları sayısı ve A, havza alanı (km²)dır.

Çizelge 3.4. Havza eş yükselti eğrilerinin ana akarsu kolunu kestiği noktalar

| Eş yükselti eğrilerinin Ana akarsu kolunu kesme sayısı (n) | Eş yükselti eğrilerinin ana akarsu Kolunu kestiği noktalara ait yükseklik (h) |
|--|--|
| 1 | 10 |
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |
| 6 | 60 |
| 7 | 70 |
| 8 | 80 |

Çizelge 3.4. Havza eş yükselti eğrilerinin ana akarsu kolunu kestiği noktalar (devamı)

| | |
|---------------|--------------|
| 9 | 90 |
| 10 | 100 |
| 11 | 110 |
| 12 | 120 |
| 13 | 130 |
| 14 | 140 |
| 15 | 150 |
| 16 | 160 |
| 17 | 170 |
| 18 | 180 |
| 19 | 190 |
| 20 | 200 |
| 21 | 210 |
| 22 | 220 |
| 23 | 230 |
| 24 | 240 |
| 25 | 250 |
| Toplam | 3.250 |

Çizelge 3.5. Havza akarsu kolları derecesi, sayısı ve uzunlukları

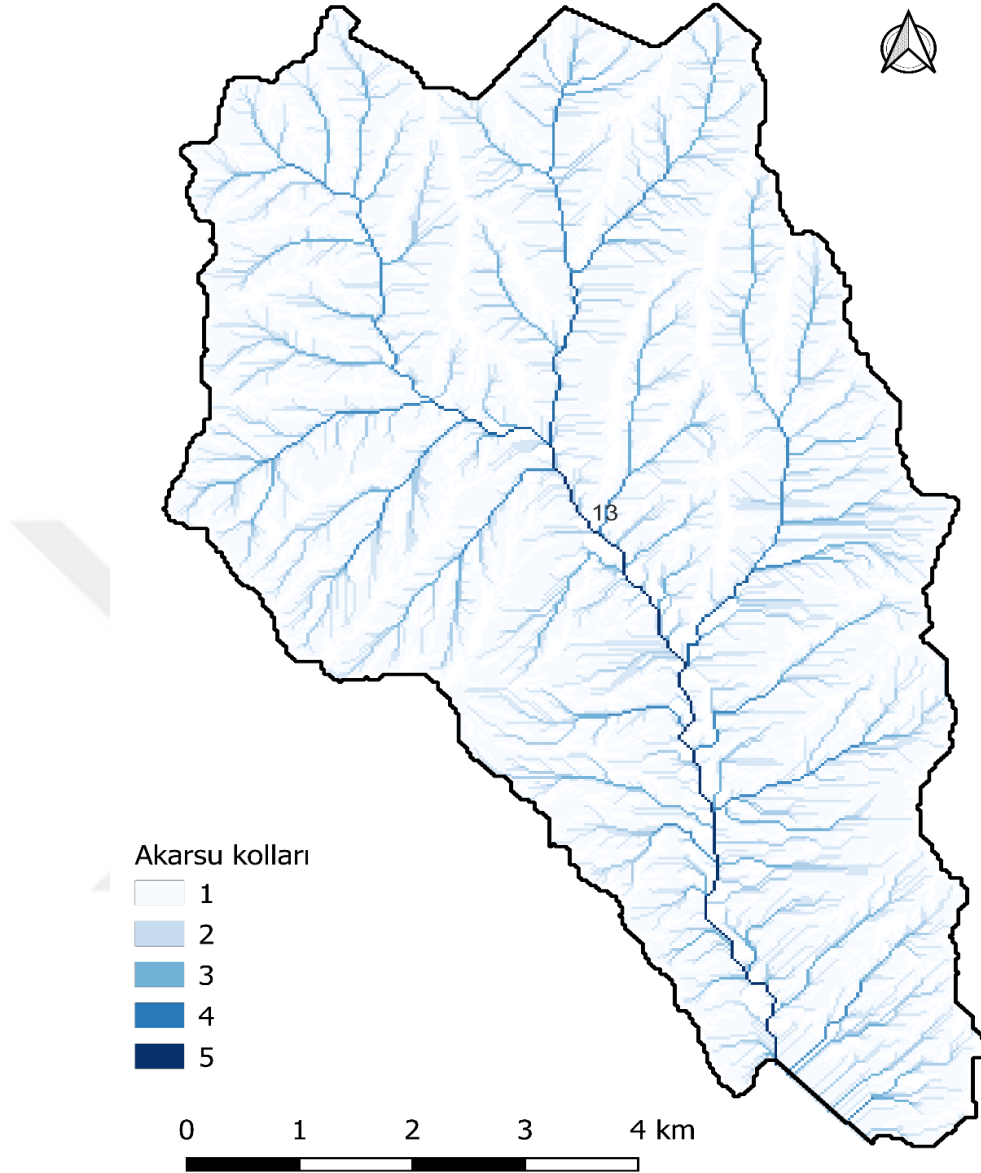
| Akarsu derecesi Nu | Akarsu sayısı | | Akarsu uzunluğu (km) |
|-----------------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Nu | Log Nu | Lu |
| 1 | 523 | 2,7185 | 108,2 |
| 2 | 236 | 2,3729 | 50,4 |
| 3 | 147 | 2,1673 | 26,1 |
| 4 | 55 | 1,7404 | 8,2 |
| 5 | 1 | 0,0000 | 7,4 |
| 15 | 962 | 8,9991 | 200,3 |

3.1.18. Havza drenaj yoğunluğu

Havza drenaj yoğunluğu, havza içerisindeki akarsu kolları toplam uzunluğunun (bütün kollar dâhil) havza alanına oranıdır. Drenaj yoğunluğunun büyük olması, yağışın ana akarsuya varışını çabuklaştıracağından taşkınların şiddetini artırmaktadır (Şekil 3.6).

$$D_d = \frac{\sum L_u}{A} \qquad D_d = \frac{200,3}{49,53} = 4,0 \qquad (3.3)$$

Burada; L_u , akarsu kolları toplam uzunluğu ve A , havza alanıdır.



Şekil 3.6.
akarsu kolu eğrisi

Havza ana

3.1.19. Havza akarsu derecesi

Havza içerisindeki her bir kolun derecesi olup, havzadaki en yüksek dereceli akarsu havzasının akarsu derecesi belirlemektedir. Söz konusu havzanın akarsu derecesi beş olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).

3.1.20. Havza dallanma oranı

Havza dallanma (bifürkasyon) oranı, belli derecedeki akarsu sayılarının bir üst derecedeki akarsu sayılarına oranıdır. Burada; N_u , u dereceli akarsuların sayısı ve N_{u+1} , u+1 dereceli akarsuların sayısıdır.

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}} \quad (3.4)$$

$$R_{b1} = \frac{523}{236} = 2,216 \quad R_{b2} = \frac{236}{147} = 1,605 \quad R_{b1} = \frac{147}{55} = 2,673 \quad R_{b1} = \frac{55}{1} = 55,000$$

$$\text{Regresyon katsayısı; } b = \frac{\sum(u) (\log N_u)}{\sum u^2} \quad (3.5)$$

$$\sum(u) (\log N_u) = \sum(u) (\log N_u) - \frac{(\sum u)(\sum \log N_u)}{n} \quad (3.6)$$

$$= (1 * 2,7185 + 2 * 2,3729 + 3 * 2,1673 + 4 * 1,7404 + 5 * 0,0000) - \frac{15 * 8,9991}{5} = - 6,07$$

$$\sum u^2 = \sum u^2 - [(\sum u)^2 / n] \quad (3.7)$$

$$\sum u^2 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 - (15^2/5) = 10$$

$$b = \frac{- 6,07}{10} = - 0,607$$

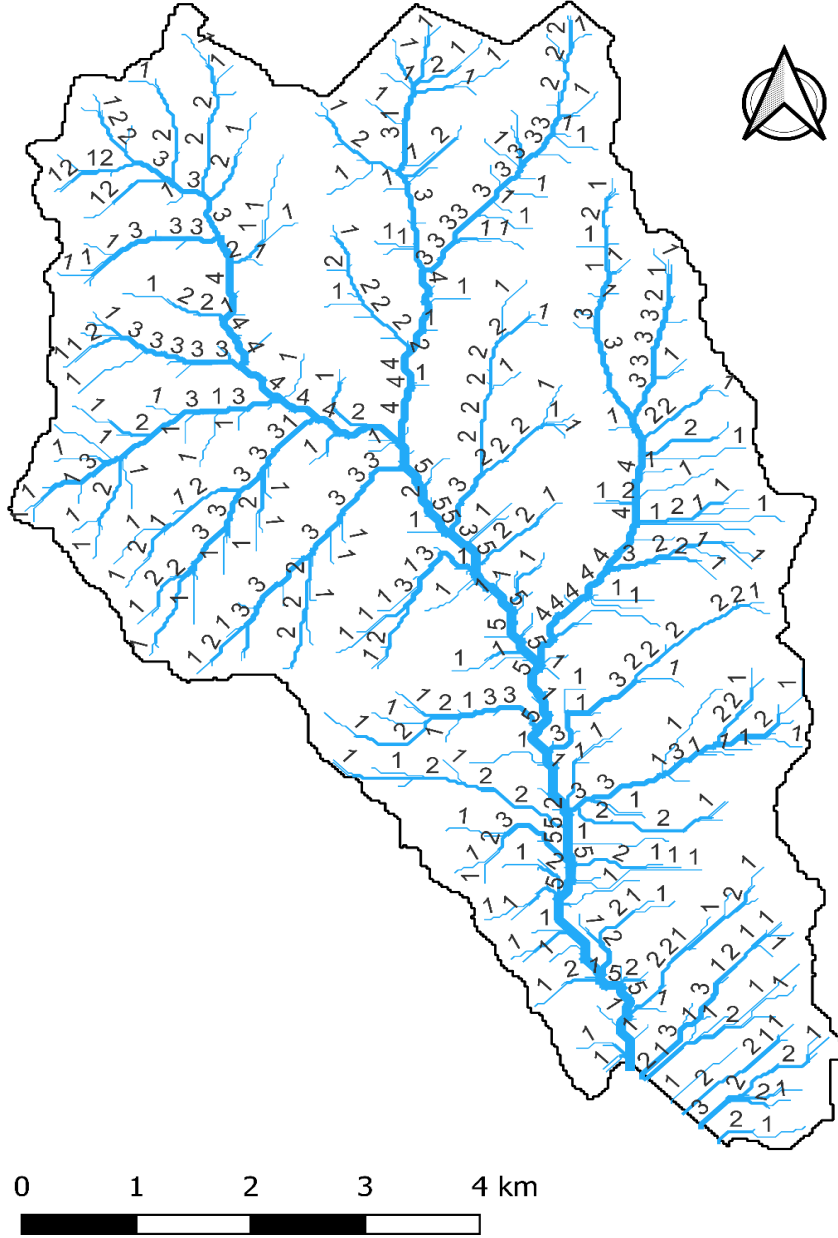
$$\text{Dallanma oranı; } R_b = \text{Antilog } 0,607 = 4,05$$

3.1.21. Akarsu geçiş süresi

Akarsu geçiş (konsantrasyon) süresi, yüzey akışın havzanın en uzak noktasından çıkış noktasına varması için geçen zamandır. Bilim insanları tarafından geliştirilen farklı eşitlikler bulunmaktadır. Bunların yoğun kullanılanları aşağıda verilmiştir.

$$\tau = 0,066 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385} \quad \tau = 0,066 * \left(\frac{15,12^2}{0,01}\right)^{0,385} = 3,14 \quad (4.8)$$

Burada; S, havza eğimi, L, akarsu uzunluğu, I, yağış şiddeti, A, havza alanı, K, m, n, birer katsayı, N, Manning pürüzlülük katsayısıdır.



Şekil 3.7. Havza ana akarsu kolu eğrisi

3.1.22. Havza özgül debisi

Havza özgül debisi, havza çıkış noktasında ölçülen debinin havza alanına oranıdır. Söz konusu havza için belirlenen özgül debi $0,000003 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,26 \text{ m}^3/\text{gün}$) olmuştur.

3.1.23. Havza akış katsayısı

Havza akış katsayısı, belli bir süredeki akış yüksekliğinin aynı süredeki yağış yüksekliğine oranıdır. Söz konusu havza için uzun yıllar yağış ortalaması (% 50) ile % 60, 70, 80 ve 90 ihtimalle hesaplanan yağış miktarlarına karşılık oluşan yüzey akış miktarlarına ait havza akış katsayısı Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Uzun yıllar ortalamasına ait çok ihtimalli havza akış katsayıları

| Yağış miktarları (mm) | Yüzey akış miktarları (mm) | Havza akış katsayıları |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 582,1 | 101,1 | 0,174 |
| 549,8 | 85,7 | 0,156 |
| 549,8 | 70,5 | 0,137 |
| 474,8 | 54,4 | 0,115 |
| 418,7 | 35,2 | 0,084 |

3.2. Havza Yıllık Su Veriminin Hesabı

3.2.1. Havza enlem tahsisi

| | |
|--|---------|
| Kayı Deresi havzası ortalama enlemi | 41° 03' |
| Tekirdağ-Süleymanpaşa rasat istasyonu enlemi | 40° 59' |
| Fark | 00° 04' |

1° = 60' kuzeye gidildiğinde 1 °C sıcaklık azalışı olursa,
4' kuzeye gidildiğinde x kadar sıcaklık azalışı olur.

$$x = (4 * 1) / 60 = - 0,07 \text{ °C}$$

3.2.2. Havza yükseklik tashihi

| | |
|--|--------|
| Kayı Deresi havzası ortalama yüksekliği | 45,4 m |
| Tekirdağ-Süleymanpaşa rasat istasyonu yüksekliği | 4,0 m |
| Fark | 41,4 m |

100 m yükseğe çıkıldığında 0,5 °C sıcaklık azalışı olursa,
41,4 m yükseğe çıkıldığında x kadar sıcaklık azalışı olur.

$$x = (41,4 * 0,5) / 100 = - 0,21 \text{ °C}$$

Toplam sıcaklık kaybı $- 0,07 + (- 0,21) = - 0,28 \text{ °C}$

Tekirdağ-Süleymanpaşa rasat istasyonu ortalama sıcaklığı = 14,0 °C

Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı Deresi havzası

tashih edilmiş yıllık ortalama sıcaklık değeri = $14,0 - 0,28 = 13,72 \text{ }^\circ\text{C} \cong 13,7 \text{ }^\circ\text{C}$

3.2.3. Havza L parametresinin hesabı

L parametresi eşitliğinde Marmara havzasına ait A katsayısı 303,7 olarak alınmıştır.

$$L = A + 25 t + 0,05 t^3 \quad (4.9)$$

$$L = 303,7 + 25 * 13,7 + 0,05 * (13,7)^3 = 774,8$$

3.2.4. Havza yıllık toplam yağış analizi

Çok yıllık toplam yağış miktarı analizi Çizelge 3.7’de görüldüğü gibi yapılmış olup;

$$\text{Aritmetik ortalama } Y_o = \frac{\sum Y}{n} = \frac{41.329,1}{71} = 582,1 \text{ mm} \quad (5.0)$$

$$\text{Standart sapma } \sigma = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_o)^2}{n}} = \sqrt{\frac{1.137.011,5}{71}} = 126,6 \text{ mm} \quad (5.1)$$

$$\text{Standart sapma } \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_o)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1.137.011,5}{70}} = 127,5 \text{ mm} \quad (5.2)$$

$$\% 16 \text{ olasılık için; } Y_o - \sigma = 582,1 - 126,6 = 455,5 \text{ mm} \quad (5.3.1)$$

$$Y_o - \sigma_{n-1} = 582,1 - 127,5 = 454,6 \text{ mm} \quad (5.3.2)$$

$$\% 84 \text{ olasılık için; } Y_o + \sigma = 582,1 + 126,6 = 708,7 \text{ mm} \quad (5.4.1)$$

$$Y_o + \sigma_{n-1} = 582,1 + 127,5 = 709,6 \text{ mm} \quad (5.4.2)$$

Çizelge 3.7. Tekirdağ-Süleymanpaşa ilçesi Meteoroloji Rasat İstasyonuna ait çok yıllık toplam yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C).

| Yıllar | Toplam Yağış (Y) (mm) | Sıralı Toplam Yağış (mm) | Yıllık Ortalama Yağış (mm) | Fark | Fark ² | Sıra No: | Olasılık | | Log Y |
|--------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-------|-------------------|----------|----------------------------|-------|-------|
| | | | | | | | $p = \frac{n}{\sum n + 1}$ | % | |
| 1950 | 491,6 | 304,2 | 582,1 | 277,9 | 77.228,4 | 1 | 0,0139 | 1,39 | 2,483 |
| 1951 | 576,5 | 336,4 | ” | 245,7 | 60.368,5 | 2 | 0,0278 | 2,78 | 2,527 |
| 1952 | 604,9 | 405,2 | ” | 176,9 | 31.293,6 | 3 | 0,0417 | 4,17 | 2,608 |
| 1953 | 550,0 | 410,1 | ” | 172,0 | 29.584,0 | 4 | 0,0556 | 5,56 | 2,613 |
| 1954 | 663,5 | 410,3 | ” | 171,8 | 29.515,2 | 5 | 0,0694 | 6,94 | 2,613 |
| 1955 | 705,2 | 420,9 | ” | 161,2 | 25.985,4 | 6 | 0,0833 | 8,33 | 2,624 |
| 1956 | 708,8 | 427,0 | ” | 155,1 | 24.056,0 | 7 | 0,0972 | 9,72 | 2,630 |
| 1957 | 481,9 | 431,7 | ” | 150,4 | 22.620,2 | 8 | 0,1111 | 11,11 | 2,635 |
| 1958 | 663,3 | 438,8 | ” | 143,3 | 20.534,9 | 9 | 0,1250 | 12,50 | 2,642 |
| 1959 | 616,1 | 439,4 | ” | 142,7 | 20.363,3 | 10 | 0,1389 | 13,89 | 2,643 |
| 1960 | 546,2 | 469,4 | ” | 112,7 | 12.701,3 | 11 | 0,1528 | 15,28 | 2,672 |
| 1961 | 405,2 | 471,7 | ” | 110,4 | 12.188,2 | 12 | 0,1667 | 16,67 | 2,674 |
| 1962 | 744,0 | 477,1 | ” | 105,0 | 11.025,0 | 13 | 0,1806 | 18,06 | 2,679 |
| 1963 | 630,6 | 478,1 | ” | 104,0 | 10.816,0 | 14 | 0,1944 | 19,44 | 2,680 |
| 1964 | 525,9 | 480,0 | ” | 102,1 | 10.424,4 | 15 | 0,2083 | 20,83 | 2,681 |
| 1965 | 778,9 | 481,9 | ” | 100,2 | 10.040,0 | 16 | 0,2222 | 22,22 | 2,683 |
| 1966 | 666,0 | 483,9 | ” | 98,2 | 9.643,2 | 17 | 0,2361 | 23,61 | 2,685 |
| 1967 | 511,3 | 491,5 | ” | 90,6 | 8.208,4 | 18 | 0,2500 | 25,00 | 2,692 |
| 1968 | 722,3 | 491,6 | ” | 90,5 | 8.190,3 | 19 | 0,2639 | 26,39 | 2,692 |
| 1969 | 578,6 | 504,1 | ” | 78,0 | 6.084,0 | 20 | 0,2778 | 27,78 | 2,703 |
| 1970 | 578,7 | 511,0 | ” | 71,1 | 5.055,2 | 21 | 0,2917 | 29,17 | 2,708 |
| 1971 | 561,9 | 511,3 | ” | 70,8 | 5.012,6 | 22 | 0,3056 | 30,56 | 2,709 |
| 1972 | 477,1 | 515,8 | ” | 66,3 | 4.395,7 | 23 | 0,3194 | 31,94 | 2,712 |
| 1973 | 410,3 | 516,6 | ” | 65,5 | 4.290,3 | 24 | 0,3333 | 33,33 | 2,713 |
| 1974 | 480,0 | 521,1 | ” | 61,0 | 3.721,0 | 25 | 0,3472 | 34,72 | 2,717 |
| 1975 | 711,9 | 522,3 | ” | 59,8 | 3.576,0 | 26 | 0,3611 | 36,11 | 2,718 |
| 1976 | 569,7 | 522,3 | ” | 59,8 | 3.576,0 | 27 | 0,3750 | 37,50 | 2,718 |
| 1977 | 521,1 | 525,9 | ” | 56,2 | 3.158,4 | 28 | 0,3889 | 38,89 | 2,721 |
| 1978 | 696,8 | 532,7 | ” | 49,4 | 2.440,4 | 29 | 0,4028 | 40,28 | 2,727 |
| 1979 | 534,6 | 534,6 | ” | 47,5 | 2.256,3 | 30 | 0,4167 | 41,67 | 2,728 |
| 1980 | 532,7 | 546,2 | ” | 35,9 | 1.288,8 | 31 | 0,4306 | 43,06 | 2,737 |
| 1981 | 754,9 | 546,5 | ” | 35,6 | 1.267,4 | 32 | 0,4444 | 44,44 | 2,738 |
| 1982 | 478,1 | 550,0 | ” | 32,1 | 1.030,4 | 33 | 0,4583 | 45,83 | 2,740 |

Çizelge 3.7. Tekirdağ-Süleymanpaşa ilçesi Meteoroloji Rasat İstasyonuna ait çok yıllık toplam yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C) (devamı).

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|---|-------|--------------------|----|--------|-------|-------|
| 1983 | 438,8 | 554,6 | ” | 27,5 | 756,3 | 34 | 0,4722 | 47,22 | 2,744 |
| 1984 | 516,6 | 554,6 | ” | 27,5 | 756,3 | 35 | 0,4861 | 48,61 | 2,744 |
| 1985 | 483,9 | 561,9 | ” | 20,2 | 408,0 | 36 | 0,5000 | 50,00 | 2,750 |
| 1986 | 554,6 | 564,1 | ” | 18,0 | 324,0 | 37 | 0,5139 | 51,39 | 2,751 |
| 1987 | 564,1 | 569,7 | ” | 12,4 | 153,8 | 38 | 0,5278 | 52,78 | 2,756 |
| 1988 | 625,8 | 572,4 | ” | 9,7 | 94,1 | 39 | 0,5417 | 54,17 | 2,758 |
| 1989 | 431,7 | 576,5 | ” | 5,6 | 31,4 | 40 | 0,5556 | 55,56 | 2,761 |
| 1990 | 511,0 | 578,4 | ” | 3,7 | 13,7 | 41 | 0,5694 | 56,94 | 2,762 |
| 1991 | 504,1 | 578,6 | ” | 3,5 | 12,3 | 42 | 0,5833 | 58,33 | 2,762 |
| 1992 | 427,0 | 578,7 | ” | 3,4 | 11,6 | 43 | 0,5972 | 59,72 | 2,763 |
| 1993 | 469,4 | 578,8 | ” | 3,3 | 10,9 | 44 | 0,6111 | 61,11 | 2,763 |
| 1994 | 578,4 | 604,9 | ” | 22,8 | 519,8 | 45 | 0,6250 | 62,50 | 2,782 |
| 1995 | 848,1 | 614,7 | ” | 32,6 | 1.062,8 | 46 | 0,6389 | 63,89 | 2,789 |
| 1996 | 522,3 | 616,1 | ” | 34,0 | 1.156,0 | 47 | 0,6528 | 65,28 | 2,790 |
| 1997 | 796,1 | 625,8 | ” | 43,7 | 1.909,7 | 48 | 0,6667 | 66,67 | 2,796 |
| 1998 | 896,3 | 630,6 | ” | 48,5 | 2.352,3 | 49 | 0,6806 | 68,06 | 2,800 |
| 1999 | 614,7 | 652,5 | ” | 70,4 | 4.956,2 | 50 | 0,6944 | 69,44 | 2,815 |
| 2000 | 410,1 | 663,3 | ” | 81,2 | 6.593,4 | 51 | 0,7083 | 70,83 | 2,822 |
| 2001 | 703,9 | 663,5 | ” | 81,4 | 6.626,0 | 52 | 0,7222 | 72,22 | 2,822 |
| 2002 | 554,6 | 666,0 | ” | 83,9 | 7.039,2 | 53 | 0,7361 | 73,61 | 2,824 |
| 2003 | 572,4 | 670,8 | ” | 88,7 | 7.867,7 | 54 | 0,7500 | 75,00 | 2,827 |
| 2004 | 578,8 | 675,3 | ” | 93,2 | 8.686,2 | 55 | 0,7639 | 76,39 | 2,830 |
| 2005 | 522,3 | 696,8 | ” | 114,7 | 13.156,1 | 56 | 0,7778 | 77,78 | 2,843 |
| 2006 | 491,5 | 703,9 | ” | 121,8 | 14.835,2 | 57 | 0,7917 | 79,17 | 2,848 |
| 2007 | 546,5 | 705,2 | ” | 123,1 | 15.153,6 | 58 | 0,8056 | 80,56 | 2,848 |
| 2008 | 304,2 | 708,8 | ” | 126,7 | 16.052,9 | 59 | 0,8194 | 81,94 | 2,851 |
| 2009 | 816,2 | 711,9 | ” | 129,8 | 16.848,0 | 60 | 0,8333 | 83,33 | 2,852 |
| 2010 | 803,9 | 722,3 | ” | 140,2 | 19.656,0 | 61 | 0,8472 | 84,72 | 2,859 |
| 2011 | 729,6 | 729,6 | ” | 147,5 | 21.756,3 | 62 | 0,8611 | 86,11 | 2,863 |
| 2012 | 670,8 | 744,0 | ” | 161,9 | 26.211,6 | 63 | 0,8750 | 87,50 | 2,872 |
| 2013 | 471,7 | 754,9 | ” | 172,8 | 29.859,8 | 64 | 0,8889 | 88,89 | 2,878 |
| 2014 | 850,8 | 778,9 | ” | 196,8 | 38.730,2 | 65 | 0,9028 | 90,28 | 2,892 |
| 2015 | 515,8 | 796,1 | ” | 214,0 | 45.796,0 | 66 | 0,9167 | 91,67 | 2,901 |
| 2016 | 439,4 | 803,9 | ” | 221,8 | 49.195,2 | 67 | 0,9306 | 93,06 | 2,905 |
| 2017 | 652,5 | 816,2 | ” | 234,1 | 54.802,8 | 68 | 0,9444 | 94,44 | 2,912 |
| 2018 | 675,3 | 848,1 | ” | 266,0 | 70.756,0 | 69 | 0,9583 | 95,83 | 2,929 |
| 2019 | 336,4 | 850,8 | ” | 268,7 | 72.199,7 | 70 | 0,9722 | 97,22 | 2,930 |
| 2020 | 420,9 | 896,3 | ” | 314,2 | 98.721,6 | 71 | 0,9861 | 98,61 | 2,953 |
| Toplam | 41.329,1 | 41.329,1 | | | 1.137.011,5 | | | | |

3.2.5. Havza yıllık su veriminin hesabı

a. % 50 ihtimalle;

$$E_{50} = \frac{Y_o}{\sqrt{0,9 + \frac{Y_o^2}{L^2}}} = \frac{582,1}{\sqrt{0,9 + \frac{582,1^2}{774,8^2}}} = 481,0 \text{ mm} \quad (5.5)$$

$$h_{50} = Y_o - E_{50} = 582,1 - 481,0 = 101,1 \text{ mm} \quad (5.6)$$

$$V_{50} = h_{50} * A = 101,1 * 49.530 = \underline{5.007.483} \text{ m}^3/\text{yıl} \quad (5.7)$$

b. % 60 ihtimalle;

$$Y_{60} = Y_o - 0,2534 * \sigma_{n-1} \quad (5.8)$$

$$Y_{60} = 582,1 - 0,2534 * 127,5 = 549,8 \text{ mm}$$

$$E_{60} = \frac{Y_{60}}{\sqrt{0,9 + \frac{Y_{60}^2}{L^2}}} = \frac{549,8}{\sqrt{0,9 + \frac{549,8^2}{774,8^2}}} = 464,1 \text{ mm} \quad (5.5)$$

$$h_{60} = Y_{60} - E_{60} = 549,8 - 464,1 = 85,7 \text{ mm} \quad (5.6)$$

$$V_{60} = h_{60} * A = 85,7 * 49.530 = 4.244.721 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad (5.7)$$

c. % 70 ihtimalle;

$$Y_{70} = Y_o - 0,5244 * \sigma_{n-1} \quad (5.9)$$

$$Y_{70} = 582,1 - 0,5244 * 127,5 = 515,2 \text{ mm}$$

$$E_{70} = \frac{Y_{70}}{\sqrt{0,9 + \frac{Y_{70}^2}{L^2}}} = \frac{515,2}{\sqrt{0,9 + \frac{515,2^2}{774,8^2}}} = 444,7 \text{ mm} \quad (5.5)$$

$$h_{70} = Y_o - E_{70} = 515,2 - 444,7 = 70,5 \text{ mm} \quad (5.6)$$

$$V_{70} = h_{70} * A = 70,5 * 49.530 = 3.491.865 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad (5.7)$$

d. % 80 ihtimalle;

$$Y_{80} = Y_o - 0,8416 * \sigma_{n-1} \quad (6.0)$$

$$Y_{80} = 582,1 - 0,8416 * 127,5 = 474,8 \text{ mm}$$

$$E_{80} = \frac{Y_{80}}{\sqrt{0,9 + \frac{v_{80}^2}{L^2}}} = \frac{474,8}{\sqrt{0,9 + \frac{474,8^2}{774,8^2}}} = 420,4 \text{ mm} \quad (5.5)$$

$$h_{80} = Y_{80} - E_{80} = 474,8 - 420,4 = 54,4 \text{ mm} \quad (5.6)$$

$$V_{80} = h_{80} * A = 54,4 * 49.530 = 2.694.432 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad (5.7)$$

e. % 90 ihtimalle;

$$Y_{90} = Y_o - 1,2816 * \sigma_{n-1} \quad (6.1)$$

$$Y_{90} = 582,1 - 1,2816 * 127,5 = 418,7 \text{ mm}$$

$$E_{90} = \frac{Y_{90}}{\sqrt{0,9 + \frac{v_{90}^2}{L^2}}} = \frac{418,7}{\sqrt{0,9 + \frac{418,7^2}{774,8^2}}} = 383,5 \text{ mm} \quad (5.5)$$

$$h_{90} = Y_{90} - E_{90} = 418,7 - 383,5 = 35,2 \text{ mm} \quad (5.6)$$

$$V_{90} = h_{90} * A = 35,2 * 49.530 = 1.743.456 \text{ m}^3/\text{yıl} \quad (5.7)$$

Sonuç olarak;

Akışa geçen miktarlar

$$h_{50} = 101,1 \text{ mm}$$

$$h_{60} = 85,7 \text{ mm}$$

$$h_{70} = 70,5 \text{ mm}$$

$$h_{80} = 54,4 \text{ mm}$$

$$h_{90} = 35,2 \text{ mm}$$

Havza yıllık su verimleri

$$V_{50} = \underline{5.007.483} \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$V_{60} = 4.244.721 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$V_{70} = 3.491.865 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$V_{80} = 2.694.432 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$V_{90} = 1.743.456 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

3.3. Havza taşkın debisinin hesabı

3.3.1. Havza maksimum günlük yağış analizi

Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait uzun yıllık maksimum günlük (24 saatlik) yağış miktarlarının analizi Çizelge 3.8’de görüldüğü gibi yapılmış olup;

$$\text{Aritmetik ortalama } Y_0 = \frac{\sum Y}{n} = \frac{3.731,0}{70} = 53,3 \text{ mm} \quad (5.0)$$

Çizelge 3.8. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait çok yıllık maksimum günlük yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C)

| Yıllar | Maksimum Yağış (Y) (mm) | Sıralı Maksimum yağış (mm) | Ortalama Maksimum yağış (mm) | Fark | Fark ² | Sıra no: | Olasılık $p = \frac{n}{\sum n+1}$ % | Log Y | |
|--------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|------|-------------------|----------|-------------------------------------|-------|-------|
| 1951 | 48,3 | 28,0 | 53,3 | 25,3 | 640,1 | 1 | 0,0141 | 1,41 | 1,447 |
| 1952 | 37,1 | 28,6 | ” | 24,7 | 610,1 | 2 | 0,0282 | 2,82 | 1,456 |
| 1953 | 53,9 | 28,8 | ” | 24,5 | 600,3 | 3 | 0,0423 | 4,23 | 1,459 |
| 1954 | 60,7 | 28,8 | ” | 24,5 | 600,3 | 4 | 0,0563 | 5,63 | 1,459 |
| 1955 | 70,4 | 29,0 | ” | 24,3 | 590,5 | 5 | 0,0704 | 7,04 | 1,462 |
| 1956 | 79,2 | 29,2 | ” | 24,1 | 580,8 | 6 | 0,0845 | 8,45 | 1,465 |
| 1957 | 42,3 | 29,4 | ” | 23,9 | 571,2 | 7 | 0,0986 | 9,86 | 1,468 |
| 1958 | 51,8 | 30,8 | ” | 22,5 | 506,3 | 8 | 0,1127 | 11,27 | 1,489 |
| 1959 | 57,0 | 31,4 | ” | 21,9 | 479,6 | 9 | 0,1268 | 12,68 | 1,497 |
| 1960 | 30,8 | 32,2 | ” | 21,1 | 445,2 | 10 | 0,1409 | 14,09 | 1,508 |
| 1961 | 37,5 | 33,0 | ” | 20,3 | 412,1 | 11 | 0,1549 | 15,49 | 1,519 |
| 1962 | 76,8 | 34,0 | ” | 19,3 | 372,5 | 12 | 0,1690 | 16,90 | 1,532 |
| 1963 | 55,4 | 37,1 | ” | 16,2 | 262,4 | 13 | 0,1831 | 18,31 | 1,569 |
| 1964 | 53,1 | 37,5 | ” | 15,8 | 249,6 | 14 | 0,1972 | 19,72 | 1,574 |
| 1965 | 49,2 | 38,6 | ” | 14,7 | 216,1 | 15 | 0,2113 | 21,13 | 1,587 |
| 1966 | 50,9 | 39,0 | ” | 14,3 | 204,5 | 16 | 0,2254 | 22,54 | 1,591 |
| 1967 | 40,4 | 39,5 | ” | 13,8 | 190,4 | 17 | 0,2394 | 23,94 | 1,597 |
| 1968 | 48,8 | 39,7 | ” | 13,6 | 185,0 | 18 | 0,2535 | 25,35 | 1,599 |
| 1969 | 42,3 | 40,0 | ” | 13,3 | 176,9 | 19 | 0,2676 | 26,76 | 1,602 |
| 1970 | 32,2 | 40,3 | ” | 13,0 | 169,0 | 20 | 0,2817 | 28,17 | 1,605 |
| 1971 | 39,0 | 40,4 | ” | 12,9 | 166,4 | 21 | 0,2958 | 29,58 | 1,606 |
| 1972 | 31,4 | 40,9 | ” | 12,4 | 153,8 | 22 | 0,3099 | 30,99 | 1,612 |
| 1973 | 29,2 | 41,5 | ” | 11,8 | 139,2 | 23 | 0,3239 | 32,39 | 1,618 |
| 1974 | 28,8 | 41,9 | ” | 11,4 | 130,0 | 24 | 0,3380 | 33,80 | 1,622 |
| 1975 | 72,1 | 42,3 | ” | 11,0 | 121,0 | 25 | 0,3521 | 35,21 | 1,626 |
| 1976 | 60,1 | 42,3 | ” | 11,0 | 121,0 | 26 | 0,3662 | 36,62 | 1,626 |
| 1977 | 28,6 | 42,6 | ” | 10,7 | 114,5 | 27 | 0,3803 | 38,03 | 1,629 |

| | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|---|------|---------|----|--------|-------|-------|
| 1978 | 63,4 | 43,7 | ” | 9,6 | 92,2 | 28 | 0,3944 | 39,44 | 1,641 |
| 1979 | 38,6 | 45,6 | ” | 7,7 | 59,3 | 29 | 0,4085 | 40,85 | 1,659 |
| 1980 | 28,8 | 46,5 | ” | 6,8 | 46,2 | 30 | 0,4225 | 42,25 | 1,668 |
| 1981 | 40,3 | 48,0 | ” | 5,3 | 28,1 | 31 | 0,4366 | 43,66 | 1,681 |
| 1982 | 29,0 | 48,3 | ” | 5,0 | 25,0 | 32 | 0,4507 | 45,07 | 1,684 |
| 1983 | 62,1 | 48,5 | ” | 4,8 | 23,0 | 33 | 0,4648 | 46,48 | 1,686 |
| 1984 | 62,1 | 48,8 | ” | 4,5 | 20,3 | 34 | 0,4789 | 47,89 | 1,688 |
| 1985 | 29,4 | 49,2 | ” | 4,1 | 16,8 | 35 | 0,4930 | 49,30 | 1,692 |
| 1986 | 68,6 | 49,6 | ” | 3,7 | 13,7 | 36 | 0,5070 | 50,70 | 1,696 |
| 1987 | 52,3 | 49,9 | ” | 3,4 | 11,6 | 37 | 0,5211 | 52,11 | 1,698 |
| 1988 | 33,0 | 50,9 | ” | 2,4 | 5,8 | 38 | 0,5352 | 53,52 | 1,707 |
| 1989 | 43,7 | 51,2 | ” | 2,1 | 4,4 | 39 | 0,5493 | 54,93 | 1,709 |
| 1990 | 49,9 | 51,8 | ” | 1,5 | 2,3 | 40 | 0,5634 | 56,34 | 1,714 |
| 1991 | 40,9 | 52,3 | ” | 1,0 | 1,0 | 41 | 0,5775 | 57,75 | 1,719 |
| 1992 | 42,6 | 53,1 | ” | 0,2 | 0,1 | 42 | 0,5916 | 59,16 | 1,725 |
| 1993 | 39,7 | 53,9 | ” | 0,6 | 0,4 | 43 | 0,6056 | 60,56 | 1,732 |
| 1994 | 65,8 | 55,4 | ” | 2,1 | 4,4 | 44 | 0,6197 | 61,97 | 1,744 |
| 1995 | 75,0 | 57,0 | ” | 3,7 | 13,7 | 45 | 0,6338 | 63,38 | 1,756 |
| 1996 | 28,0 | 59,7 | ” | 6,4 | 41,0 | 46 | 0,6479 | 64,79 | 1,776 |
| 1997 | 140,1 | 60,1 | ” | 6,8 | 46,2 | 47 | 0,6620 | 66,20 | 1,779 |
| 1998 | 104,4 | 60,7 | ” | 7,4 | 54,8 | 48 | 0,6761 | 67,61 | 1,783 |
| 1999 | 40,0 | 62,1 | ” | 8,8 | 77,4 | 49 | 0,6901 | 69,01 | 1,793 |
| 2000 | 46,5 | 62,1 | ” | 8,8 | 77,4 | 50 | 0,7042 | 70,42 | 1,793 |
| 2001 | 67,9 | 63,4 | ” | 10,1 | 102,0 | 51 | 0,7183 | 71,83 | 1,802 |
| 2002 | 48,5 | 63,5 | ” | 10,2 | 104,0 | 52 | 0,7324 | 73,24 | 1,803 |
| 2003 | 41,5 | 65,8 | ” | 12,5 | 156,3 | 53 | 0,7465 | 74,65 | 1,818 |
| 2004 | 67,0 | 65,8 | ” | 12,5 | 156,3 | 54 | 0,7606 | 76,06 | 1,818 |
| 2005 | 51,2 | 67,0 | ” | 13,7 | 187,7 | 55 | 0,7747 | 77,47 | 1,826 |
| 2006 | 41,9 | 67,9 | ” | 14,6 | 213,2 | 56 | 0,7887 | 78,87 | 1,832 |
| 2007 | 69,0 | 68,6 | ” | 15,3 | 234,1 | 57 | 0,8028 | 80,28 | 1,836 |
| 2008 | 34,0 | 69,0 | ” | 15,7 | 246,5 | 58 | 0,8169 | 81,69 | 1,839 |
| 2009 | 74,6 | 70,4 | ” | 17,1 | 292,4 | 59 | 0,8310 | 83,10 | 1,848 |
| 2010 | 63,5 | 72,1 | ” | 18,8 | 353,4 | 60 | 0,8451 | 84,51 | 1,858 |
| 2011 | 90,2 | 74,6 | ” | 21,3 | 453,7 | 61 | 0,8592 | 85,92 | 1,873 |
| 2012 | 45,6 | 75,0 | ” | 21,7 | 470,9 | 62 | 0,8732 | 87,32 | 1,875 |
| 2013 | 48,0 | 76,8 | ” | 23,5 | 552,3 | 63 | 0,8873 | 88,73 | 1,885 |
| 2014 | 86,0 | 76,8 | ” | 23,5 | 552,3 | 64 | 0,9014 | 90,14 | 1,885 |
| 2015 | 65,8 | 79,2 | ” | 25,9 | 670,8 | 65 | 0,9155 | 91,55 | 1,899 |
| 2016 | 59,7 | 79,2 | ” | 25,9 | 670,8 | 66 | 0,9296 | 92,96 | 1,899 |
| 2017 | 76,8 | 86,0 | ” | 32,7 | 1.069,3 | 67 | 0,9437 | 94,37 | 1,935 |
| 2018 | 79,2 | 90,2 | ” | 36,9 | 1.361,6 | 68 | 0,9578 | 95,78 | 1,955 |
| 2019 | 39,5 | 104,4 | ” | 51,1 | 2.611,2 | 69 | 0,9718 | 97,18 | 2,019 |
| 2020 | 49,6 | 140,1 | ” | 86,8 | 7.534,2 | 70 | 0,9859 | 98,59 | 2,146 |

| | | | |
|---------------|---------|---------|----------|
| Toplam | 3.731,0 | 3.731,0 | 27.666,9 |
|---------------|---------|---------|----------|

Çizelge 3.8. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait çok yıllık maksimum günlük yağış miktarları analizi (Enlem: 40° 59' K, Yükseklik: 4 m, Sıcaklık: 14,0 °C) (devamı)

$$\text{Standart sapma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_0)^2}{n}} = \sqrt{\frac{27.666,9}{70}} = 19,9 \text{ mm} \quad (5.1)$$

$$\text{Standart sapma} \quad \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_0)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{27.666,9}{69}} = 20,0 \text{ mm} \quad (5.2)$$

$$\% 16 \text{ olasılık için;} \quad Y_0 - \sigma = 53,3 - 19,9 = 33,4 \text{ mm} \quad (5.3.1)$$

$$Y_0 - \sigma_{n-1} = 53,3 - 20,0 = 33,3 \text{ mm} \quad (5.3.2)$$

$$\% 84 \text{ olasılık için;} \quad Y_0 + \sigma = 53,3 + 19,9 = 73,2 \text{ mm} \quad (5.4.1)$$

$$Y_0 + \sigma_{n-1} = 53,3 + 20,0 = 73,3 \text{ mm} \quad (5.4.2)$$

3.3.2. Bağımsızlık testi

Su kaynaklarının planlanması ve yönetimi çalışmalarında, özellikle frekans analizlerinde, kullanılan hidrolojik verinin ardışık verilerinin birbirinden bağımsız olması gerekmektedir. Bunun bir gözlem süresindeki toplam bağımsızlık testi, Wald-Woffowitz'in teoremine dayanan, aşağıda eşitlikleri verilen yöntemle yapılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan eşitlikler için yardımcı olmak üzere Çizelge 3.9 hazırlanmıştır.

Bağımsızlığın ölçüsünü gösteren P olasılık değerinin hesabında yer alan normal dağılım fonksiyon $F(x_i)$ değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. İşlem sonucunun % 5'den büyük olması halinde, ardışık gözlemlerin birbirinden bağımsız olduğuna karar verilir.

$$R = Y_1 * Y_n + \sum_{i=1}^{n-1} Y_i * Y_{i+1} \quad (6.2)$$

$$R = 202.401,4$$

$$M(R) = \frac{Y_1^2 - Y_2}{n-1} \quad M(R) = \frac{2.284,0^2 - 140.589,2}{44-1} = 198.461,3 \quad (6.3)$$

$$D^2(R) = \frac{Y_2^2 - Y_4}{n-1} + \frac{Y_1^4 - 4Y_1^2Y_2 + 4Y_1Y_3 + Y_2^2 - 2Y_4}{(n-1) * (n-2)} - M(R)^2 \quad (6.4)$$

$$D^2(R) = 10.021.144,82$$

$$D(R) = 3.165,62$$

$$X_t = \frac{|R-M(R)|}{D(R)} \quad X_t = \frac{|202.401,4-198.461,3|}{3.165,62} = 1,245 \quad (6.5)$$

$X_t = 1,245$ için Çizelge 3.11'den enterpolasyonla $F(x_t) = 89,34$ bulunur.

$$P = 2 * [100 - F(x_t)] \quad (6.6)$$

$$P = 2 * (100 - 89,34)$$

$P = \% 21,32 > \% 5$ olduğundan, $\% 95$ güvenle ardışık yağış değerleri arasında korelasyonun olmadığı görülmüştür, yani yağış değerleri birbirinden bağımsızdır.

Çizelge 3.9. Bağımsızlık testi için yardımcı hesaplamalar Bursa-Yenişehir ilçesi Akbıyık sulama suyu göleti gölüne ait Tekirdağ

| Yıllar | Y ₁ | Y ₂ (Y ₁) ² | Y ₃ (Y ₁) ³ | Y ₄ (Y ₁) ⁴ | R |
|--------|----------------|---|---|---|---------|
| 1951 | 48,3 | 2.332,9 | 112.678,6 | 5.442.375,8 | 2.395,7 |
| 1952 | 37,1 | 1.376,4 | 51.064,8 | 1.894.504,5 | 1.791,9 |
| 1953 | 53,9 | 2.905,2 | 156.590,8 | 8.440.245,1 | 1.999,7 |
| 1954 | 60,7 | 3.684,5 | 223.648,5 | 13.575.466,6 | 3.271,7 |
| 1955 | 70,4 | 4.956,2 | 348.913,7 | 24.563.521,9 | 4.273,3 |
| 1956 | 79,2 | 6.272,6 | 496.793,1 | 39.346.012,6 | 5.575,7 |
| 1957 | 42,3 | 1.789,3 | 75.687,0 | 3.201.558,7 | 3.350,2 |
| 1958 | 51,8 | 2.683,2 | 138.991,8 | 7.199.776,9 | 2.191,1 |
| 1959 | 57,0 | 3.249,0 | 185.193,0 | 10.556.001,0 | 2.952,6 |
| 1960 | 30,8 | 948,6 | 29.218,1 | 899.917,8 | 1.755,6 |
| 1961 | 37,5 | 1.406,3 | 52.734,4 | 1.977.539,1 | 1.155,0 |
| 1962 | 76,8 | 5.898,2 | 452.984,8 | 34.789.235,1 | 2.880,0 |
| 1963 | 55,4 | 3.069,2 | 170.031,5 | 9.419.743,1 | 4.254,7 |
| 1964 | 53,1 | 2.819,6 | 149.721,3 | 7.950.200,6 | 2.941,7 |
| 1965 | 49,2 | 2.420,6 | 119.095,5 | 5.859.498,0 | 2.612,5 |
| 1966 | 50,9 | 2.590,8 | 131.872,2 | 6.712.296,5 | 2.504,3 |
| 1967 | 40,4 | 1.632,2 | 65.939,3 | 2.663.946,3 | 2.056,4 |
| 1968 | 48,8 | 2.381,4 | 116.214,3 | 5.671.256,5 | 1.971,5 |
| 1969 | 42,3 | 1.789,3 | 75.687,0 | 3.201.558,7 | 2.064,2 |
| 1970 | 32,2 | 1.036,8 | 33.386,2 | 1.075.037,2 | 1.362,1 |
| 1971 | 39,0 | 1.521,0 | 59.319,0 | 2.313.441,0 | 1.255,8 |
| 1972 | 31,4 | 986,0 | 30.959,1 | 972.117,1 | 1.224,6 |
| 1973 | 29,2 | 852,6 | 24.897,1 | 726.995,0 | 916,9 |
| 1974 | 28,8 | 829,4 | 23.887,9 | 687.970,7 | 841,0 |
| 1975 | 72,1 | 5.198,4 | 374.805,4 | 27.023.466,5 | 2.076,5 |
| 1976 | 60,1 | 3.612,0 | 217.081,8 | 13.046.616,2 | 4.333,2 |
| 1977 | 28,6 | 818,0 | 23.393,7 | 669.058,6 | 1.718,9 |
| 1978 | 63,4 | 4.019,6 | 254.840,1 | 16.156.862,6 | 1.813,2 |

Çizelge 3.9. Bağımsızlık testi için yardımcı hesaplamalar (devamı)

| | | | | | |
|---------------|----------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| 1979 | 38,6 | 1.490,0 | 57.512,5 | 2.219.980,8 | 2.447,2 |
| 1980 | 28,8 | 829,4 | 23.887,9 | 687.970,7 | 1.111,7 |
| 1981 | 40,3 | 1.624,1 | 65.450,8 | 2.637.668,3 | 1.160,6 |
| 1982 | 29,0 | 841,0 | 24.389,0 | 707.281,0 | 1.168,7 |
| 1983 | 62,1 | 3.856,4 | 239.483,1 | 14.871.898,1 | 1.800,9 |
| 1984 | 62,1 | 3.856,4 | 239.483,1 | 14.871.898,1 | 3.856,4 |
| 1985 | 29,4 | 864,4 | 25.412,2 | 747.118,2 | 1.825,7 |
| 1986 | 68,6 | 4.706,0 | 322.828,9 | 22.146.059,5 | 2.016,8 |
| 1987 | 52,3 | 2.735,3 | 143.055,7 | 7.481.811,4 | 3.587,8 |
| 1988 | 33,0 | 1.089,0 | 35.937,0 | 1.185.921,0 | 1.725,9 |
| 1989 | 43,7 | 1.909,7 | 83.453,5 | 3.646.915,9 | 1.442,1 |
| 1990 | 49,9 | 2.490,0 | 124.251,5 | 6.200.149,8 | 2.180,6 |
| 1991 | 40,9 | 1.672,8 | 68.417,9 | 2.798.293,3 | 2.040,9 |
| 1992 | 42,6 | 1.814,8 | 77.308,8 | 3.293.353,9 | 1.742,3 |
| 1993 | 39,7 | 1.576,1 | 62.570,8 | 2.484.059,7 | 1.691,2 |
| 1994 | 65,8 | 4.329,6 | 284.890,3 | 18.745.782,5 | 2.612,3 |
| 1995 | 75,0 | 5.625,0 | 421.875,0 | 31.640.625,0 | 4.935,0 |
| 1996 | 28,0 | 784,0 | 21.952,0 | 614.656,0 | 2.100,0 |
| 1997 | 140,1 | 19.628,0 | 2.749.884,2 | 385.258.776,6 | 3.922,8 |
| 1998 | 104,4 | 10.899,4 | 1.137.893,2 | 118.796.048,4 | 14.626,4 |
| 1999 | 40,0 | 1.600,0 | 64.000,0 | 2.560.000,0 | 4.176,0 |
| 2000 | 46,5 | 2.162,3 | 100.544,6 | 4.675.325,1 | 1.860,0 |
| 2001 | 67,9 | 4.610,4 | 313.046,8 | 21.255.880,4 | 3.157,4 |
| 2002 | 48,5 | 2.352,3 | 114.084,1 | 5.533.080,1 | 3.293,2 |
| 2003 | 41,5 | 1.722,3 | 71.473,4 | 2.966.145,1 | 2.012,8 |
| 2004 | 67,0 | 4.489,0 | 300.763,0 | 20.151.121,0 | 2.780,5 |
| 2005 | 51,2 | 2.621,4 | 134.217,7 | 6.871.947,7 | 3.430,4 |
| 2006 | 41,9 | 1.755,6 | 73.560,1 | 3.082.166,5 | 2.145,3 |
| 2007 | 69,0 | 4.761,0 | 328.509,0 | 22.667.121,0 | 2.891,1 |
| 2008 | 34,0 | 1.156,0 | 39.304,0 | 1.336.336,0 | 2.346,0 |
| 2009 | 74,6 | 5.565,2 | 415.160,9 | 30.971.005,8 | 2.536,4 |
| 2010 | 63,5 | 4.032,3 | 256.047,9 | 16.259.040,1 | 4.737,1 |
| 2011 | 90,2 | 8.136,0 | 733.870,8 | 66.195.146,9 | 5.727,7 |
| 2012 | 45,6 | 2.079,4 | 94.818,8 | 4.323.738,0 | 4.113,1 |
| 2013 | 48,0 | 2.304,0 | 110.592,0 | 5.308.416,0 | 2.188,8 |
| 2014 | 86,0 | 7.396,0 | 636.056,0 | 54.700.816,0 | 4.128,0 |
| 2015 | 65,8 | 4.329,6 | 284.890,3 | 18.745.782,5 | 5.658,8 |
| 2016 | 59,7 | 3.564,1 | 212.776,2 | 12.702.737,5 | 3.928,3 |
| 2017 | 76,8 | 5.898,2 | 452.984,8 | 34.789.235,1 | 4.585,0 |
| 2018 | 79,2 | 6.272,6 | 496.793,1 | 39.346.012,6 | 6.082,6 |
| 2019 | 39,5 | 1.560,3 | 61.629,9 | 2.434.380,1 | 3.128,4 |
| 2020 | 49,6 | 2.460,2 | 122.023,9 | 6.052.387,2 | 1.959,2 |
| Toplam | 3.731,0 | 226.528,7 | 15.822.714,4 | 1.280.000.308,2 | 202.401,4 |

Çizelge 3.10. Normal dağılım fonksiyon değerleri (%)

| X_t | $F(x_t)$ | X_t | $F(x_t)$ | X_t | $F(x_t)$ | X_t | $F(x_t)$ |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| 0,00 | 50,00 | 0,80 | 78,81 | 1,60 | 94,52 | 2,40 | 99,18 |
| 0,02 | 50,80 | 0,82 | 79,39 | 1,62 | 94,74 | 2,42 | 99,22 |
| 0,04 | 51,60 | 0,84 | 79,95 | 1,64 | 94,95 | 2,44 | 99,27 |
| 0,06 | 52,39 | 0,86 | 80,51 | 1,66 | 95,15 | 2,46 | 99,31 |
| 0,08 | 53,19 | 0,88 | 81,06 | 1,68 | 95,35 | 2,48 | 99,34 |
| 0,10 | 53,98 | 0,90 | 81,59 | 1,70 | 95,54 | 2,50 | 99,38 |
| 0,12 | 54,78 | 0,92 | 82,12 | 1,72 | 95,72 | 2,52 | 99,41 |
| 0,14 | 55,57 | 0,94 | 82,64 | 1,74 | 95,91 | 2,54 | 99,45 |
| 0,16 | 56,36 | 0,96 | 83,15 | 1,76 | 96,08 | 2,56 | 99,48 |
| 0,18 | 57,14 | 0,98 | 83,65 | 1,78 | 96,25 | 2,58 | 99,51 |
| 0,20 | 57,93 | 1,00 | 84,13 | 1,80 | 96,41 | 2,60 | 99,53 |
| 0,22 | 58,71 | 1,02 | 84,61 | 1,82 | 96,56 | 2,62 | 99,56 |
| 0,24 | 59,48 | 1,04 | 85,08 | 1,84 | 96,71 | 2,64 | 99,59 |
| 0,26 | 60,26 | 1,06 | 85,54 | 1,86 | 96,86 | 2,66 | 99,61 |
| 0,28 | 61,03 | 1,08 | 85,99 | 1,88 | 96,99 | 2,68 | 99,63 |
| 0,30 | 61,79 | 1,10 | 86,43 | 1,90 | 97,13 | 2,70 | 99,65 |
| 0,32 | 62,55 | 1,12 | 86,86 | 1,92 | 97,26 | 2,72 | 99,67 |
| 0,34 | 63,31 | 1,14 | 87,29 | 1,94 | 97,38 | 2,74 | 99,69 |
| 0,36 | 64,06 | 1,16 | 87,70 | 1,96 | 97,50 | 2,76 | 99,71 |
| 0,38 | 64,80 | 1,18 | 88,10 | 1,98 | 97,61 | 2,78 | 99,73 |
| 0,40 | 65,54 | 1,20 | 88,49 | 2,00 | 97,72 | 2,80 | 99,74 |
| 0,42 | 66,28 | 1,22 | 88,88 | 2,02 | 97,83 | 2,82 | 99,76 |
| 0,44 | 67,00 | 1,24 | 89,25 | 2,04 | 97,93 | 2,84 | 99,77 |
| 0,46 | 67,72 | 1,26 | 89,62 | 2,06 | 98,03 | 2,86 | 99,70 |
| 0,48 | 68,44 | 1,28 | 89,97 | 2,08 | 98,12 | 2,88 | 99,80 |
| 0,50 | 69,15 | 1,30 | 90,32 | 2,10 | 98,21 | 2,90 | 99,81 |
| 0,52 | 69,85 | 1,32 | 90,66 | 2,12 | 98,30 | 2,92 | 99,82 |
| 0,54 | 70,54 | 1,34 | 90,99 | 2,14 | 98,38 | 2,94 | 99,84 |
| 0,56 | 71,23 | 1,36 | 91,31 | 2,16 | 98,46 | 2,96 | 99,85 |
| 0,58 | 71,90 | 1,38 | 91,62 | 2,18 | 98,54 | 2,98 | 99,86 |
| 0,60 | 72,57 | 1,40 | 91,92 | 2,20 | 98,61 | 3,00 | 99,86 |
| 0,62 | 73,24 | 1,42 | 92,22 | 2,22 | 98,68 | 3,20 | 99,93 |
| 0,64 | 73,89 | 1,44 | 92,51 | 2,24 | 98,75 | 3,40 | 99,96 |
| 0,66 | 74,54 | 1,46 | 92,79 | 2,26 | 98,81 | 3,60 | 99,98 |
| 0,68 | 75,17 | 1,48 | 93,06 | 2,28 | 98,87 | 3,80 | 99,99 |
| 0,70 | 75,80 | 1,50 | 93,32 | 2,30 | 98,93 | | |
| 0,72 | 76,42 | 1,52 | 93,57 | 2,32 | 98,98 | | |
| 0,74 | 77,03 | 1,54 | 93,82 | 2,34 | 99,04 | | |
| 0,76 | 77,64 | 1,56 | 94,06 | 2,36 | 99,09 | | |
| 0,78 | 78,23 | 1,58 | 94,29 | 2,38 | 99,13 | | |

3.3.3. Homojenlik testi

Bir gözlem serisindeki verilerin her birinin aynı topluluğa ait olup olmadığının kontrolü, Smirnov'un teoremine dayanan homojenlik testi ile belirlenmektedir. Bu amaçla, gözlem serisi mümkün olduğunca birbirine eşit uzunlukta veri içerecek şekilde k ve l elemanlı iki alt seriye bölünür. Her bir serinin verileri; yatayda gözlemler, dikeyde ise olasılıklar olacak şekilde aynı milimetrik grafik kâğıdı üzerinde işaretlenir. İki alt seriye ait ampririk (deneysel) olasılık dağılım fonksiyonları arasındaki mutlak anlamda en büyük fark, $d_{(k * l)}$ grafikten okunur. Bilahare;

$$\sqrt{n} = \sqrt{\frac{k * l}{k + l}} \quad (6.7)$$

$$z = d_{(k * l)} * \sqrt{n} \quad (6.8)$$

$$p = 1,00 - L(z) \quad (6.9)$$

eşitlikleri ile hesaplanır. Homojenliğin ölçüsünü gösteren P olasılık değerinin hesabında yer alan L(z) değişkeni Kolmogorov dağılım fonksiyon değerleri olup Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Homojenlik testi için mevcut yağış değerleri Çizelge 3.11'de görüldüğü üzere ortadan iki seriye ayrılmış olup, bunların dağılım fonksiyonu ise Şekil 3.8'de verilmiştir.

$$\sqrt{n} = \sqrt{\frac{k * l}{k + l}} \quad \sqrt{n} = \sqrt{\frac{35 * 35}{35 + 35}} = 4,183 \quad (6.7)$$

$$Z = d_{k * l} * \sqrt{n} \quad (\text{Şekil 4.5'den, } d_{k * l} \text{ için } 0,290 \text{ değeri bulunmuştur}) \quad (6.8)$$

$$Z = 0,290 * 4,183 = 1,213$$

Z = 1,213 için Çizelge 4.13'den enterpolasyonla $L(z) = 0,894552$ bulunur.

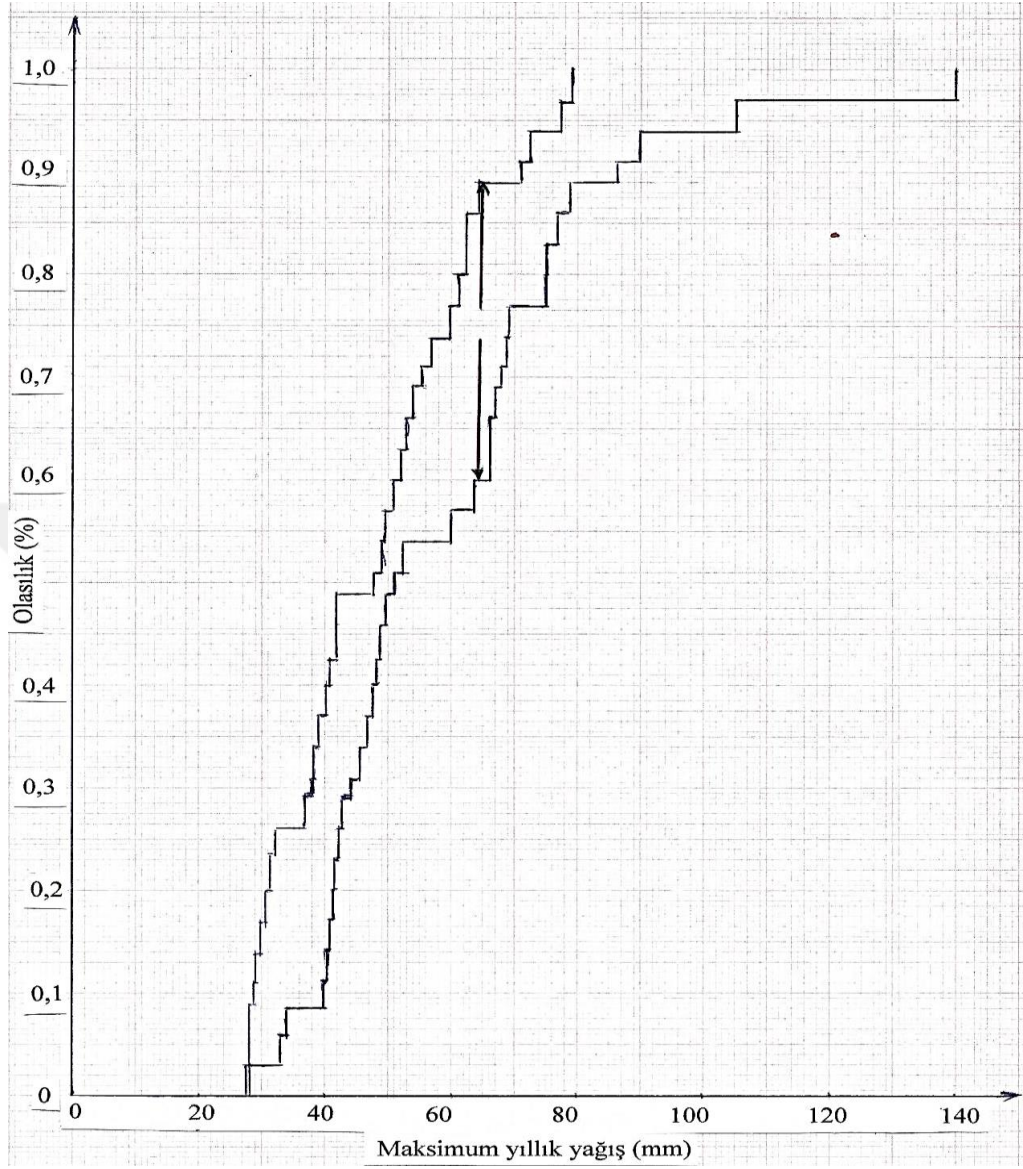
$$P = 1,00 - L(z) \quad (6.9)$$

$$P = 1,00 - 0,894552$$

$P = \% 10,6 > \% 5$ olduğundan, örnek homojendir.

Çizelge 3.11. Homojenlik testi için ortadan iki seriye ayrılmış yağış değerleri

| Sıra No: | Birinci seri | Sıralı birinci seri | $\left(\frac{m}{n}\right)$ | İkinci seri | Sıralı ikinci seri |
|----------|--------------|---------------------|----------------------------|-------------|--------------------|
| 1 | 48,3 | 28,6 | 0,029 | 68,6 | 28,0 |
| 2 | 37,1 | 28,8 | 0,057 | 52,3 | 33,0 |
| 3 | 53,9 | 28,8 | 0,086 | 33,0 | 34,0 |
| 4 | 60,7 | 29,0 | 0,114 | 43,7 | 39,5 |
| 5 | 70,4 | 29,2 | 0,143 | 49,9 | 39,7 |
| 6 | 79,2 | 29,4 | 0,171 | 40,9 | 40,0 |
| 7 | 42,3 | 30,8 | 0,200 | 42,6 | 40,9 |
| 8 | 51,8 | 31,4 | 0,229 | 39,7 | 41,5 |
| 9 | 57,0 | 32,2 | 0,257 | 65,8 | 41,9 |
| 10 | 30,8 | 37,1 | 0,286 | 75,0 | 42,6 |
| 11 | 37,5 | 37,5 | 0,314 | 28,0 | 43,7 |
| 12 | 76,8 | 38,6 | 0,343 | 140,1 | 45,6 |
| 13 | 55,4 | 39,0 | 0,371 | 104,4 | 46,5 |
| 14 | 53,1 | 40,3 | 0,400 | 40,0 | 48,0 |
| 15 | 49,2 | 40,4 | 0,429 | 46,5 | 48,5 |
| 16 | 50,9 | 42,3 | 0,457 | 67,9 | 49,6 |
| 17 | 40,4 | 42,3 | 0,486 | 48,5 | 49,9 |
| 18 | 48,8 | 48,3 | 0,514 | 41,5 | 51,2 |
| 19 | 42,3 | 48,8 | 0,543 | 67,0 | 52,3 |
| 20 | 32,2 | 49,2 | 0,571 | 51,2 | 59,7 |
| 21 | 39,0 | 50,9 | 0,600 | 41,9 | 63,5 |
| 22 | 31,4 | 51,8 | 0,629 | 69,0 | 65,8 |
| 23 | 29,2 | 53,1 | 0,657 | 34,0 | 65,8 |
| 24 | 28,8 | 53,9 | 0,686 | 74,6 | 67,0 |
| 25 | 72,1 | 55,4 | 0,714 | 63,5 | 67,9 |
| 26 | 60,1 | 57,0 | 0,743 | 90,2 | 68,6 |
| 27 | 28,6 | 60,1 | 0,771 | 45,6 | 69,0 |
| 28 | 63,4 | 60,7 | 0,800 | 48,0 | 74,6 |
| 29 | 38,6 | 62,1 | 0,829 | 86,0 | 75,0 |
| 30 | 28,8 | 62,1 | 0,857 | 65,8 | 76,8 |
| 31 | 40,3 | 63,4 | 0,886 | 59,7 | 79,2 |
| 32 | 29,0 | 70,4 | 0,914 | 76,8 | 86,0 |
| 33 | 62,1 | 72,1 | 0,943 | 79,2 | 90,2 |
| 34 | 62,1 | 76,8 | 0,971 | 39,5 | 104,4 |
| 35 | 29,4 | 79,2 | 1,000 | 49,6 | 140,1 |



Şekil 3.8. Homojenlik testi için ortadan iki seriye ayrılmış yağış değerlerine ait dağılım fonksiyonu

Çizelge 3.12. Kolmogorov dağılım fonksiyon değerleri

| Z | L(z) | Z | L(z) | Z | L(z) | Z | L(z) |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 0,40 | 0,002 808 | 0,80 | 0,455 857 | 1,20 | 0,887 750 | 1,60 | 0,988 048 |
| 0,41 | 0,003 972 | 0,81 | 0,472 041 | 1,21 | 0,893 030 | 1,61 | 0,988 791 |
| 0,42 | 0,005 476 | 0,82 | 0,488 030 | 1,22 | 0,898 104 | 1,62 | 0,989 492 |
| 0,43 | 0,007 377 | 0,83 | 0,503 808 | 1,23 | 0,902 972 | 1,63 | 0,990 154 |
| 0,44 | 0,009 730 | 0,84 | 0,519 366 | 1,24 | 0,907 648 | 1,64 | 0,990 777 |
| 0,45 | 0,012 590 | 0,85 | 0,534 682 | 1,25 | 0,912 132 | 1,65 | 0,991 364 |
| 0,46 | 0,016 005 | 0,86 | 0,549 744 | 1,26 | 0,916 432 | 1,66 | 0,991917 |
| 0,47 | 0,020 022 | 0,87 | 0,564 546 | 1,27 | 0,920 556 | 1,67 | 0,992 438 |
| 0,48 | 0,024 682 | 0,88 | 0,579 070 | 1,28 | 0,924 505 | 1,68 | 0,992 928 |
| 0,49 | 0,030 017 | 0,89 | 0,593 316 | 1,29 | 0,928 288 | 1,69 | 0,993 389 |
| 0,50 | 0,036 055 | 0,90 | 0,607 270 | 1,30 | 0,931 908 | 1,70 | 0,993 823 |
| 0,51 | 0,042 814 | 0,91 | 0,620 928 | 1,31 | 0,935 370 | 1,71 | 0,994 230 |
| 0,52 | 0,050 306 | 0,92 | 0,634 286 | 1,32 | 0,938 682 | 1,72 | 0,994 612 |
| 0,53 | 0,058 534 | 0,93 | 0,647 338 | 1,33 | 0,941 848 | 1,73 | 0,994 972 |
| 0,54 | 0,067 497 | 0,94 | 0,660 082 | 1,34 | 0,944 872 | 1,74 | 0,995 309 |
| 0,55 | 0,077 183 | 0,95 | 0,672 516 | 1,35 | 0,947 756 | 1,75 | 0,995 625 |
| 0,56 | 0,087 577 | 0,96 | 0,684 636 | 1,36 | 0,950 512 | 1,76 | 0,995 922 |
| 0,57 | 0,098 656 | 0,97 | 0,696 444 | 1,37 | 0,953 142 | 1,77 | 0,996 200 |
| 0,58 | 0,110 395 | 0,98 | 0,707 940 | 1,38 | 0,955 650 | 1,78 | 0,996 460 |
| 0,59 | 0,122 760 | 0,99 | 0,719 126 | 1,39 | 0,958 040 | 1,79 | 0,996 704 |
| 0,60 | 0,135 718 | 1,00 | 0,730 000 | 1,40 | 0,960 318 | 1,80 | 0,996 932 |
| 0,61 | 0,149 229 | 1,01 | 0,740 566 | 1,41 | 0,962 486 | 1,81 | 0,997 146 |
| 0,62 | 0,163 225 | 1,02 | 0,750 826 | 1,42 | 0,964 552 | 1,82 | 0,997 346 |
| 0,63 | 0,177 753 | 1,03 | 0,760 780 | 1,43 | 0,966 516 | 1,83 | 0,997 533 |
| 0,64 | 0,192 677 | 1,04 | 0,770 434 | 1,44 | 0,968 382 | 1,84 | 0,997 707 |
| 0,65 | 0,207 987 | 1,05 | 0,779 794 | 1,45 | 0,970 158 | 1,85 | 0,997 870 |
| 0,66 | 0,223 637 | 1,06 | 0,788 860 | 1,46 | 0,971 846 | 1,86 | 0,998 023 |
| 0,67 | 0,239 582 | 1,07 | 0,797 636 | 1,47 | 0,973 448 | 1,87 | 0,998 145 |
| 0,68 | 0,255 780 | 1,08 | 0,806 128 | 1,48 | 0,974 970 | 1,88 | 0,998 297 |
| 0,69 | 0,272 189 | 1,09 | 0,814 342 | 1,49 | 0,976 412 | 1,89 | 0,998 421 |
| 0,70 | 0,288 765 | 1,10 | 0,822 282 | 1,50 | 0,977 782 | 1,90 | 0,998 536 |
| 0,71 | 0,305 471 | 1,11 | 0,829 950 | 1,51 | 0,979 080 | 1,91 | 0,998 644 |
| 0,72 | 0,322 265 | 1,12 | 0,837 356 | 1,52 | 0,980 310 | 1,92 | 0,998 744 |
| 0,73 | 0,339 113 | 1,13 | 0,844 502 | 1,53 | 0,981 476 | 1,93 | 0,998 837 |
| 0,74 | 0,355 981 | 1,14 | 0,851 394 | 1,54 | 0,982 578 | 1,94 | 0,998 924 |
| 0,75 | 0,372 833 | 1,15 | 0,858 038 | 1,55 | 0,983 622 | 1,95 | 0,999 004 |
| 0,76 | 0,389 640 | 1,16 | 0,864 442 | 1,56 | 0,984 610 | 1,96 | 0,999 079 |
| 0,77 | 0,406 372 | 1,17 | 0,870 612 | 1,57 | 0,985 544 | 1,97 | 0,999 149 |
| 0,78 | 0,423 002 | 1,18 | 0,876 548 | 1,58 | 0,986 426 | 1,98 | 0,999 213 |
| 0,79 | 0,439 505 | 1,19 | 0,882 258 | 1,59 | 0,987 260 | 1,99 | 0,999 273 |

3.3.4. Ampirik moment ve ampirik merkezi momentlerin hesabı

Bilahare, dağılım fonksiyonunun tipinin ve parametrelerinin hesabında kullanılmak üzere, birinci ampirik moment, ikinci ve üçüncü ampirik merkezi momentlerin hesaplanması Çizelge 3.13’de yapılmıştır.

Çizelge 3.13. Birinci ampirik moment, ikinci ve üçüncü ampirik merkezi momentlerin hesaplanması

| Sınıf aralıkları | Yağış sayısı, κ | η | $\kappa \cdot \eta$ | $\kappa \cdot \eta^2$ | $\kappa \cdot \eta^3$ |
|------------------|------------------------|--------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 27,3 – 33,5 | 11 | -3 | -33 | 99 | -297 |
| 33,6 – 39,8 | 7 | -2 | -14 | 28 | -56 |
| 39,9 – 46,1 | 11 | -1 | -11 | 11 | -11 |
| 46,2 – 52,4 | <u>49,3</u> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 52,5 – 58,7 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| 58,8 – 65,0 | 7 | 2 | 14 | 28 | 56 |
| 65,1 – 71,3 | 7 | 3 | 21 | 63 | 189 |
| 71,4 – 77,6 | 5 | 4 | 20 | 80 | 320 |
| 77,7 – 83,9 | 2 | 5 | 10 | 50 | 250 |
| 84,0 – 90,2 | 2 | 6 | 12 | 72 | 432 |
| 90,3 – 96,5 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 96,6 – 102,8 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 102,9 – 109,1 | 1 | 9 | 9 | 81 | 729 |
| 109,2 – 115,4 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 115,5 – 121,7 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| 121,8 – 128,0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| 128,1 – 134,3 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 134,4 – 140,6 | 1 | 14 | 14 | 196 | 2.744 |
| | 70 | | 46 | 712 | 4.360 |

$$a = 49,3$$

$$b = 27,3 - 33,5 = 6,2 + 0,1 = 6,3$$

$$\mu_{1-70}(\eta) = \frac{1}{n} * (\eta_i) \quad (7.0)$$

$$\mu_{1-70}(\eta) = \frac{1}{70} * 46 = \underline{0,657}$$

$$\mu_{2-70}(\eta) = \frac{1}{n^2} * [n * (\eta_i^2) - (\eta_i)^2] \quad (7.1)$$

$$\mu_{2-70}(\eta) = \frac{1}{70^2} * [70 * 712 - 10^2] = \underline{10,151}$$

$$\mu_{3-70}(\eta) = \frac{1}{n^3} * [n^2 * (\eta_i^3) - 3n * (\eta_i) * (\eta_i^2) + 2(\eta_i^3)] \quad (7.2)$$

$$\mu_{3-70}(\eta) = \frac{1}{70^3} * [70^2 * 4.360 - 3 * 70 * 46 * 712 + 2 * 4.360] = \underline{42,259}$$

$$M_1 = a + b * \mu_{1-70}(\eta) \quad (7.3)$$

$$M_1 = 49,3 + 6,3 * 0,657 = \underline{53,44}$$

$$M_2 = b^2 * [\mu_{2-70}(\eta) - 0,083] \quad (7.4)$$

$$M_2 = 6,3^2 * (10,151 - 0,083) = \underline{399,60}$$

$$M_3 = b^3 * [\mu_{3-70}(\eta)] \quad (7.5)$$

$$M_3 = 6,3^3 * 42,259 = \underline{10.566,74}$$

3.3.5. Dağılım fonksiyonunun tipinin ve parametrelerinin hesabı

3.3.5.1. Gamma dağılımı (3 parametrelili)

$$X_0 = M_1 - 2 * \frac{M_2^2}{M_3} \quad (7.6)$$

$$X_0 = 53,44 - 2 * \frac{399,60^2}{10.566,74} = 23,22$$

$X_0 = 23,22 < 27,0$ 'den olduğundan, bir problem yoktur. İşleme bu şekilde devam edilir.
(Tersi olsaydı $X_0 = 0,5 * 27,0 = 13,5$ alınmalıydı).

$$k = \frac{(M_1 - X_0)^2}{M_2} \quad (7.7)$$

$$k = \frac{(53,44 - 23,22)^2}{399,60} = \underline{2,29}$$

$$\lambda = \frac{M_1 - X_0}{M_2} \quad (7.8)$$

$$\lambda = \frac{53,44 - 23,22}{399,60} = \underline{0,076}$$

$$X = X_0 + \frac{X_t}{2\lambda} \quad \text{Çizelge 3.14'den elde edilir,}$$

Çizelge 3.14. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gamma (3 parametrelili) dağılımına göre değerleri

| Frekans F(x), % | Tekerrür süresi T, (yıl) | X _t (Çizelge 3.15'den) | $\frac{X_t}{2\lambda}$ | $X = X_0 + \frac{X_t}{2\lambda}$ (mm) |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|--|
| 0,1 | 1,001 | 0,160 | 1,05 | 24,3 |
| 0,5 | 1,005 | 0,326 | 2,15 | 25,4 |
| 1,0 | 1,01 | 0,446 | 2,93 | 26,2 |
| 5,0 | 1,05 | 0,966 | 6,36 | 29,6 |
| 10,0 | 1,11 | 1,379 | 9,07 | 32,3 |
| 20,0 | 1,25 | 2,050 | 13,49 | 36,7 |
| 30,0 | 1,43 | 2,660 | 17,50 | 40,7 |
| 40,0 | 1,66 | 3,278 | 21,57 | 44,8 |
| 50,0 | 2 | 3,934 | 25,88 | 49,1 |
| 60,0 | 2,5 | 4,672 | 30,74 | 54,0 |
| 70,0 | 3,33 | 5,564 | 36,61 | 59,8 |
| 80,0 | 5 | 6,744 | 44,37 | 67,6 |
| 90,0 | 10 | 8,627 | 56,76 | 80,0 |
| 95,0 | 20 | 10,933 | 71,93 | 95,2 |
| 96,0 | 25 | 11,394 | 74,96 | 98,2 |
| 97,5 | 40 | 12,086 | 79,51 | 102,7 |
| 98,0 | 50 | 12,839 | 84,47 | 107,7 |
| 99,0 | 100 | 14,344 | 94,37 | 117,6 |
| 99,5 | 200 | 15,944 | 104,90 | 128,1 |
| 99,8 | 500 | 18,731 | 123,23 | 146,5 |
| 99,9 | 1.000 | 19,660 | 129,34 | 152,6 |

Çizelge 3.15. Gamma dağılım fonksiyonu değerleri (X_t)

| k | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 2,5 | 5,0 | 10,0 | 20,0 | 30,0 | 40,0 |
|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|------|------|
| 0,5 | ,0 ⁶ 393 | ,0 ⁵ 157 | ,0 ⁴ 393 | ,0 ³ 157 | ,0 ² 982 | ,0 ² 393 | ,0158 | ,0642 | ,148 | ,275 |
| 1,0 | ,0210 | ,0220 | ,0100 | ,0201 | ,0506 | ,103 | ,211 | ,446 | ,713 | 1,02 |
| 1,5 | ,0153 | ,0243 | ,0717 | ,115 | ,216 | ,352 | ,584 | 1,00 | 1,42 | 1,87 |
| 2,0 | ,0639 | ,0908 | ,207 | ,297 | ,487 | ,711 | 1,06 | 1,65 | 2,19 | 2,75 |
| 2,5 | ,158 | ,210 | ,412 | ,554 | ,831 | 1,15 | 1,61 | 2,34 | 3,00 | 3,66 |
| 3,0 | ,299 | ,381 | ,676 | ,872 | 1,24 | 1,64 | 2,20 | 3,07 | 3,83 | 4,57 |
| 3,5 | ,485 | ,598 | ,989 | 1,24 | 1,69 | 2,17 | 2,83 | 3,82 | 4,67 | 5,49 |
| 4,0 | ,710 | ,857 | 1,34 | 1,65 | 2,18 | 2,73 | 3,49 | 4,59 | 5,53 | 6,42 |
| 4,5 | ,972 | 1,15 | 1,73 | 2,09 | 2,70 | 3,33 | 4,17 | 5,38 | 6,39 | 7,33 |
| 5,0 | 1,26 | 1,48 | 2,16 | 2,56 | 3,25 | 3,94 | 4,87 | 6,18 | 7,27 | 8,30 |

Çizelge 3.15. Gamma dağılım fonksiyonu değerleri (Xt) (devamı)

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5,5 | 1,59 | 1,83 | 2,60 | 3,05 | 3,82 | 4,57 | 5,58 | 6,99 | 8,15 | 9,24 | |
| 6,0 | 1,93 | 2,21 | 3,07 | 3,57 | 4,40 | 5,23 | 6,30 | 7,81 | 9,03 | 10,2 | |
| 6,5 | 2,31 | 2,62 | 3,57 | 4,11 | 5,01 | 5,89 | 7,04 | 8,63 | 9,93 | 11,1 | |
| 7,0 | 2,70 | 3,04 | 4,07 | 4,66 | 5,63 | 6,57 | 7,79 | 9,47 | 10,8 | 12,1 | |
| 7,5 | 3,11 | 3,48 | 4,60 | 5,23 | 6,26 | 7,26 | 8,55 | 10,3 | 10,7 | 13,0 | |
| 8,0 | 3,54 | 3,94 | 5,14 | 5,81 | 6,91 | 7,96 | 9,31 | 11,2 | 12,6 | 14,0 | |
| 8,5 | 3,98 | 4,42 | 5,70 | 6,41 | 7,56 | 8,67 | 10,1 | 12,0 | 13,5 | 14,9 | |
| 9,0 | 4,44 | 4,90 | 6,26 | 7,01 | 8,23 | 9,39 | 10,9 | 12,9 | 14,4 | 15,9 | |
| 9,5 | 4,91 | 5,41 | 6,84 | 7,63 | 8,91 | 10,1 | 11,7 | 13,7 | 15,4 | 16,9 | |
| 10,0 | 5,40 | 5,92 | 7,43 | 8,26 | 9,59 | 10,9 | 12,4 | 14,6 | 16,3 | 17,8 | |
| 10,5 | 5,90 | 6,45 | 8,03 | 8,90 | 10,3 | 11,6 | 13,2 | 15,4 | 17,2 | 18,8 | |
| 11,0 | 6,40 | 6,98 | 8,64 | 9,54 | 11,0 | 12,3 | 14,0 | 16,3 | 18,1 | 19,7 | |
| 11,5 | 6,92 | 7,53 | 9,26 | 10,2 | 11,7 | 13,1 | 14,8 | 17,2 | 19,0 | 20,7 | |
| 12,0 | 7,45 | 8,08 | 9,89 | 10,9 | 12,4 | 13,8 | 15,7 | 18,1 | 19,9 | 21,7 | |
| 12,5 | 7,99 | 8,65 | 10,5 | 11,5 | 13,1 | 14,6 | 16,7 | 18,9 | 20,9 | 22,6 | |
| 13,0 | 8,54 | 9,22 | 11,2 | 12,2 | 13,8 | 15,4 | 17,3 | 19,8 | 21,8 | 23,6 | |
| 13,5 | 9,09 | 9,80 | 11,8 | 12,9 | 14,6 | 16,2 | 18,1 | 20,7 | 22,7 | 24,5 | |
| 14,0 | 9,66 | 10,4 | 12,5 | 13,6 | 15,3 | 16,9 | 18,9 | 21,6 | 23,6 | 25,5 | |
| 14,5 | 10,2 | 11,0 | 13,1 | 14,3 | 16,0 | 17,7 | 19,8 | 22,5 | 24,6 | 26,5 | |
| 15,0 | 10,8 | 11,6 | 13,8 | 15,0 | 16,8 | 18,5 | 20,6 | 23,4 | 25,5 | 27,4 | |
| 0,5 | ,455 | ,708 | 1,07 | 1,64 | 2,71 | 3,84 | 5,02 | 6,63 | 7,88 | 10,8 | 12,1 |
| 1,0 | 1,39 | 1,83 | 2,41 | 3,22 | 4,61 | 5,99 | 7,38 | 9,21 | 10,6 | 13,8 | 15,2 |
| 1,5 | 2,37 | 2,95 | 3,67 | 4,64 | 6,25 | 7,81 | 9,35 | 11,3 | 12,8 | 16,3 | 17,7 |
| 2,0 | 3,36 | 4,04 | 4,88 | 5,99 | 7,78 | 9,49 | 11,1 | 13,3 | 14,9 | 18,5 | 20,0 |
| 2,5 | 4,35 | 5,13 | 6,06 | 7,29 | 9,24 | 11,1 | 12,8 | 15,1 | 16,7 | 20,5 | 22,1 |
| 3,0 | 5,35 | 6,21 | 7,23 | 8,56 | 10,6 | 12,6 | 14,4 | 16,8 | 18,5 | 22,5 | 24,1 |
| 3,5 | 6,35 | 7,28 | 8,38 | 9,80 | 12,0 | 14,1 | 16,0 | 18,5 | 20,3 | 24,3 | 26,0 |
| 4,0 | 7,34 | 8,35 | 9,52 | 11,0 | 13,4 | 15,5 | 17,5 | 20,1 | 22,0 | 26,1 | 27,9 |
| 4,5 | 8,34 | 9,41 | 10,7 | 12,2 | 14,7 | 16,9 | 19,0 | 21,7 | 23,6 | 27,7 | 29,7 |
| 5,0 | 9,34 | 10,5 | 11,8 | 13,4 | 16,0 | 18,3 | 20,5 | 23,2 | 25,2 | 29,6 | 31,4 |
| 5,5 | 10,3 | 11,5 | 12,9 | 14,6 | 17,3 | 19,7 | 21,9 | 24,7 | 26,8 | 31,3 | 33,1 |
| 6,0 | 11,3 | 12,6 | 14,0 | 15,8 | 18,5 | 21,0 | 23,3 | 26,2 | 28,3 | 32,9 | 34,8 |

Çizelge 3.15. Gamma dağılım fonksiyonu değerleri (Xt) (devamı)

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6,5 | 12,3 | 13,6 | 15,1 | 17,0 | 19,8 | 22,4 | 24,7 | 27,7 | 29,8 | 34,5 | 36,5 |
| 7,0 | 13,3 | 14,7 | 16,2 | 18,2 | 21,1 | 23,7 | 26,1 | 29,1 | 31,3 | 36,1 | 38,1 |
| 7,5 | 14,3 | 15,7 | 17,3 | 19,3 | 22,3 | 25,0 | 27,5 | 30,6 | 32,8 | 37,7 | 39,7 |
| 8,0 | 15,3 | 16,8 | 18,4 | 20,5 | 23,5 | 26,3 | 28,8 | 32,0 | 34,3 | 39,3 | 41,3 |
| 8,5 | 16,3 | 17,8 | 19,5 | 21,6 | 24,8 | 27,6 | 30,2 | 33,4 | 35,7 | 40,8 | 42,9 |
| 9,0 | 17,3 | 18,9 | 20,6 | 22,8 | 26,0 | 28,9 | 31,5 | 34,8 | 37,2 | 42,3 | 44,4 |
| 9,5 | 18,3 | 19,9 | 21,7 | 23,9 | 27,2 | 30,1 | 32,9 | 36,2 | 38,6 | 43,8 | 46,0 |
| 10,0 | 19,3 | 21,0 | 22,8 | 25,0 | 28,4 | 31,4 | 34,2 | 37,6 | 40,0 | 45,3 | 47,5 |
| 10,5 | 20,3 | 22,0 | 23,9 | 26,2 | 29,6 | 32,8 | 35,5 | 38,9 | 41,4 | 46,8 | 49,0 |
| 11,0 | 21,3 | 23,0 | 24,9 | 27,3 | 30,8 | 33,9 | 36,8 | 40,3 | 42,8 | 48,3 | 50,5 |
| 11,5 | 22,3 | 24,1 | 26,0 | 28,4 | 32,0 | 35,2 | 38,1 | 41,6 | 44,2 | 49,7 | 52,0 |
| 12,0 | 23,3 | 25,1 | 27,1 | 29,6 | 33,2 | 36,4 | 39,4 | 43,0 | 45,6 | 51,2 | 53,5 |
| 12,5 | 24,3 | 26,1 | 28,2 | 30,7 | 34,4 | 37,7 | 40,6 | 44,3 | 46,9 | 52,6 | 54,9 |
| 13,0 | 25,3 | 27,2 | 29,2 | 31,8 | 35,6 | 38,9 | 41,9 | 45,6 | 48,3 | 54,1 | 56,4 |
| 13,5 | 26,3 | 28,2 | 30,3 | 32,9 | 36,7 | 40,1 | 43,2 | 47,0 | 49,6 | 55,5 | 57,9 |
| 14,0 | 27,3 | 29,2 | 31,4 | 34,0 | 37,9 | 41,3 | 44,5 | 48,3 | 51,0 | 56,9 | 59,3 |
| 14,5 | 28,3 | 30,3 | 32,5 | 35,1 | 39,1 | 42,6 | 45,7 | 49,6 | 52,3 | 58,3 | 60,7 |
| 15,0 | 29,3 | 31,3 | 33,5 | 36,3 | 40,3 | 43,8 | 47,0 | 50,9 | 53,7 | 59,7 | 62,2 |

3.3.5.2. Gamma dağılımı (2 parametrelili)

$$k = \frac{M_1^2}{M_2} \quad k = \frac{53,44^2}{399,60} = \underline{7,15} \quad (7.9)$$

$$\lambda = \frac{M_1}{M_2} \quad \lambda = \frac{53,44}{399,60} = \underline{0,134} \quad (8.0)$$

$$X = \frac{X_t}{2\lambda} \quad \text{Çizelge 3.16'dan elde edilir.} \quad (8.1)$$

Çizelge 3.16. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gamma (2 parametrelili) dağılımına göre değerleri

| Frekans F(x), % | Tekerrür süresi T, (yıl) | X _t (Çizelge 4.16'dan) | $X = \frac{X_t}{2\lambda}$ |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 0,1 | 1,001 | 3,172 | 11,8 |
| 0,5 | 1,005 | 4,229 | 15,8 |
| 1,0 | 1,01 | 4,831 | 18,0 |
| 5,0 | 1,05 | 6,777 | 25,3 |
| 10,0 | 1,11 | 8,018 | 29,9 |
| 20,0 | 1,25 | 9,719 | 36,3 |
| 30,0 | 1,43 | 11,070 | 41,3 |
| 40,0 | 1,66 | 12,370 | 46,2 |
| 50,0 | 2 | 13,600 | 50,8 |
| 60,0 | 2,5 | 15,000 | 56,0 |
| 70,0 | 3,33 | 16,530 | 61,7 |
| 80,0 | 5 | 18,530 | 69,1 |
| 90,0 | 10 | 21,460 | 80,1 |
| 95,0 | 20 | 24,833 | 92,7 |
| 96,0 | 25 | 25,509 | 95,2 |
| 97,5 | 40 | 26,520 | 99,0 |
| 98,0 | 50 | 27,530 | 102,7 |
| 99,0 | 100 | 29,550 | 110,3 |
| 99,5 | 200 | 31,750 | 118,5 |
| 99,8 | 500 | 35,373 | 132,0 |
| 99,9 | 1.000 | 36,580 | 136,5 |

3.3.5.3. Log-Pearson Tip III dağılımı

Çizelge 3.17. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait yıllık maksimum günlük yağış miktarlarının logaritmik analizi

| Yıllar | Y | ln Y | ln \bar{Y} | Fark | Fark ² | Fark ³ |
|--------|------|-------|--------------|--------|-------------------|-------------------|
| 1951 | 48,3 | 3,877 | 3,914 | -0,037 | 0,001 | 0,000 |
| 1952 | 37,1 | 3,614 | ” | -0,300 | 0,090 | -0,027 |
| 1953 | 53,9 | 3,987 | ” | 0,073 | 0,005 | 0,000 |
| 1954 | 60,7 | 4,106 | ” | 0,192 | 0,037 | 0,007 |
| 1955 | 70,4 | 4,254 | ” | 0,340 | 0,116 | 0,039 |
| 1956 | 79,2 | 4,372 | ” | 0,458 | 0,210 | 0,096 |
| 1957 | 42,3 | 3,745 | ” | -0,169 | 0,029 | -0,005 |
| 1958 | 51,8 | 3,947 | ” | 0,033 | 0,001 | 0,000 |
| 1959 | 57,0 | 4,043 | ” | 0,129 | 0,017 | 0,002 |
| 1960 | 30,8 | 3,428 | ” | -0,486 | 0,236 | -0,115 |

Çizelge 3.17. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait yıllık maksimum günlük yağış miktarlarının logaritmik analizi (devamı)

| | | | | | | |
|------|------|-------|---|--------|-------|--------|
| 1961 | 37,5 | 3,624 | ” | -0,290 | 0,084 | -0,024 |
| 1962 | 76,8 | 4,341 | ” | 0,427 | 0,182 | 0,078 |
| 1963 | 55,4 | 4,015 | ” | 0,101 | 0,010 | 0,001 |
| 1964 | 53,1 | 3,972 | ” | 0,058 | 0,003 | 0,000 |
| 1965 | 49,2 | 3,896 | ” | -0,018 | 0,000 | 0,000 |
| 1966 | 50,9 | 3,930 | ” | 0,016 | 0,000 | 0,000 |
| 1967 | 40,4 | 3,699 | ” | -0,215 | 0,046 | -0,010 |
| 1968 | 48,8 | 3,888 | ” | -0,026 | 0,001 | 0,000 |
| 1969 | 42,3 | 3,745 | ” | -0,169 | 0,029 | -0,005 |
| 1970 | 32,2 | 3,472 | ” | -0,442 | 0,195 | -0,086 |
| 1971 | 39,0 | 3,664 | ” | -0,250 | 0,063 | -0,016 |
| 1972 | 31,4 | 3,447 | ” | -0,467 | 0,218 | -0,102 |
| 1973 | 29,2 | 3,374 | ” | -0,540 | 0,292 | -0,157 |
| 1974 | 28,8 | 3,360 | ” | -0,554 | 0,307 | -0,170 |
| 1975 | 72,1 | 4,278 | ” | 0,364 | 0,132 | 0,048 |
| 1976 | 60,1 | 4,096 | ” | 0,182 | 0,033 | 0,006 |
| 1977 | 28,6 | 3,353 | ” | -0,561 | 0,315 | -0,177 |
| 1978 | 63,4 | 4,150 | ” | 0,236 | 0,056 | 0,013 |
| 1979 | 38,6 | 3,653 | ” | -0,261 | 0,068 | -0,018 |
| 1980 | 28,8 | 3,360 | ” | -0,554 | 0,307 | -0,170 |
| 1981 | 40,3 | 3,696 | ” | -0,218 | 0,048 | -0,010 |
| 1982 | 29,0 | 3,367 | ” | -0,547 | 0,299 | -0,164 |
| 1983 | 62,1 | 4,129 | ” | 0,215 | 0,046 | 0,010 |
| 1984 | 62,1 | 4,129 | ” | 0,215 | 0,046 | 0,010 |
| 1985 | 29,4 | 3,381 | ” | -0,533 | 0,284 | -0,151 |
| 1986 | 68,6 | 4,228 | ” | 0,314 | 0,099 | 0,031 |
| 1987 | 52,3 | 3,957 | ” | 0,043 | 0,002 | 0,000 |
| 1988 | 33,0 | 4,497 | ” | -0,417 | 0,174 | -0,073 |

Çizelge 3.17. Tekirdağ-Süleymanpaşa meteoroloji rasat istasyonuna ait yıllık maksimum günlük yağış miktarlarının logaritmik analizi (devamı)

| | | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|---|--------|--------------|--------------|
| 1989 | 43,7 | 3,777 | ” | -0,137 | 0,019 | -0,003 |
| 1990 | 49,9 | 3,910 | ” | -0,004 | 0,000 | 0,000 |
| 1991 | 40,9 | 3,711 | ” | -0,203 | 0,041 | -0,008 |
| 1992 | 42,6 | 3,752 | ” | -0,162 | 0,026 | -0,004 |
| 1993 | 39,7 | 3,681 | ” | -0,233 | 0,054 | -0,013 |
| 1994 | 65,8 | 4,187 | ” | 0,273 | 0,075 | 0,020 |
| 1995 | 75,0 | 4,318 | ” | 0,404 | 0,163 | 0,066 |
| 1996 | 28,0 | 3,332 | ” | -0,582 | 0,339 | -0,197 |
| 1997 | 140,1 | 4,942 | ” | 1,028 | 1,057 | 1,086 |
| 1998 | 104,4 | 4,648 | ” | 0,734 | 0,539 | 0,395 |
| 1999 | 40,0 | 3,689 | ” | -0,225 | 0,051 | -0,011 |
| 2000 | 46,5 | 3,840 | ” | -0,074 | 0,005 | 0,000 |
| 2001 | 67,9 | 4,218 | ” | 0,304 | 0,092 | 0,028 |
| 2002 | 48,5 | 3,882 | ” | -0,032 | 0,001 | 0,000 |
| 2003 | 41,5 | 3,726 | ” | -0,188 | 0,035 | -0,007 |
| 2004 | 67,0 | 4,205 | ” | 0,291 | 0,085 | 0,025 |
| 2005 | 51,2 | 3,936 | ” | 0,022 | 0,000 | 0,000 |
| 2006 | 41,9 | 3,735 | ” | -0,179 | 0,032 | -0,006 |
| 2007 | 69,0 | 4,234 | ” | 0,320 | 0,102 | 0,033 |
| 2008 | 34,0 | 3,526 | ” | -0,388 | 0,151 | -0,058 |
| 2009 | 74,6 | 4,312 | ” | 0,398 | 0,158 | 0,063 |
| 2010 | 63,5 | 4,151 | ” | 0,237 | 0,056 | 0,013 |
| 2011 | 90,2 | 4,502 | ” | 0,588 | 0,346 | 0,203 |
| 2012 | 45,6 | 3,820 | ” | -0,094 | 0,009 | -0,001 |
| 2013 | 48,0 | 3,871 | ” | -0,043 | 0,002 | 0,000 |
| 2014 | 86,0 | 4,454 | ” | 0,540 | 0,292 | 0,157 |
| 2015 | 65,8 | 4,187 | ” | 0,273 | 0,075 | 0,020 |
| 2016 | 59,7 | 4,089 | ” | 0,175 | 0,031 | 0,005 |
| 2017 | 76,8 | 4,341 | ” | 0,427 | 0,182 | 0,078 |
| 2018 | 79,2 | 4,372 | ” | 0,458 | 0,210 | 0,096 |
| 2019 | 39,5 | 3,676 | ” | -0,238 | 0,057 | -0,013 |
| 2020 | 49,6 | 3,904 | ” | -0,010 | 0,000 | 0,000 |
| Toplam | 3.731,0 | 274,002 | | | 8,365 | 0,831 |

$$Z = \ln Y \quad (8.2)$$

$$\check{Z} = \ln \check{Y} \quad (8.3)$$

$$S_{z-1} = \sqrt{\frac{(\ln Y - \ln \check{Y})^2}{n-1}} \quad S_{z-1} = \sqrt{\frac{8,365}{69}} = \underline{0,348} \quad (8.4)$$

$$C_s = \frac{n \Sigma (\ln Y - \ln \check{Y})^3}{(n-1)(n-2) S_{z-1}^3} \quad C_s = \frac{70 * 0,831}{(69)(68) 0,348^3} = 0,30 \quad (8.5)$$

$$Z_t = \check{Z} + Y_t * S_{z-1} \quad (8.6)$$

$$X_t = e^{Z_t} \quad \text{\u00c7izelge 3.19'dan elde edilir.} \quad (8.7)$$

Çizelge 3.18. Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü (Y_t)

| Cs | T, Tekerrür süresi (yıl) | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1,0101 | 1,0526 | 1,1111 | 1,2500 | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 1.000 |
| | Aşılma olasılığı (%) | | | | | | | | | | | | | |
| | 99 | 95 | 90 | 80 | 50 | 20 | 10 | 5 | 4 | 2,5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 3,0 | -0,667 | -0,665 | -0,660 | -0,636 | -0,396 | 0,420 | 1,180 | 2,003 | 2,278 | 2,867 | 3,152 | 4,051 | 4,970 | 7,152 |
| 2,9 | -0,690 | -0,688 | -0,681 | -0,651 | -0,390 | 0,440 | 1,195 | 2,007 | 2,277 | 2,855 | 3,134 | 4,013 | 4,909 | 7,034 |
| 2,8 | -0,714 | -0,711 | -0,702 | -0,666 | -0,384 | 0,460 | 1,210 | 2,010 | 2,275 | 2,841 | 3,114 | 3,973 | 4,847 | 6,915 |
| 2,7 | -0,740 | -0,736 | -0,724 | -0,681 | -0,376 | 0,479 | 1,224 | 2,012 | 2,272 | 2,827 | 3,093 | 3,932 | 4,783 | 6,794 |
| 2,6 | -0,769 | -0,762 | -0,747 | -0,696 | -0,368 | 0,499 | 1,238 | 2,013 | 2,267 | 2,811 | 3,071 | 3,889 | 4,718 | 6,672 |
| 2,5 | -0,799 | -0,790 | -0,771 | -0,711 | -0,360 | 0,518 | 1,250 | 2,012 | 2,262 | 2,793 | 3,048 | 3,845 | 4,652 | 6,548 |
| 2,4 | -0,832 | -0,819 | -0,795 | -0,725 | -0,351 | 0,537 | 1,262 | 2,011 | 2,256 | 2,775 | 3,023 | 3,800 | 4,584 | 6,423 |
| 2,3 | -0,867 | -0,850 | -0,819 | -0,739 | -0,341 | 0,555 | 1,274 | 2,009 | 2,248 | 2,755 | 2,997 | 3,753 | 4,515 | 6,296 |
| 2,2 | -0,905 | -0,882 | -0,844 | -0,752 | -0,330 | 0,574 | 1,284 | 2,006 | 2,240 | 2,735 | 2,970 | 3,705 | 4,444 | 6,168 |
| 2,1 | -0,946 | -0,914 | -0,869 | -0,765 | -0,319 | 0,592 | 1,294 | 2,001 | 2,230 | 2,712 | 2,942 | 3,656 | 4,372 | 6,039 |
| 2,0 | -0,990 | -0,949 | -0,895 | -0,777 | -0,307 | 0,609 | 1,302 | 1,996 | 2,219 | 2,689 | 2,912 | 3,605 | 4,298 | 5,908 |
| 1,9 | -1,037 | -0,984 | -0,920 | -0,788 | -0,294 | 0,627 | 1,310 | 1,989 | 2,207 | 2,664 | 2,881 | 3,553 | 4,223 | 5,775 |
| 1,8 | -1,087 | -1,020 | -0,945 | -0,799 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 1,981 | 2,193 | 2,638 | 2,848 | 3,499 | 4,147 | 5,642 |
| 1,7 | -1,140 | -1,056 | -0,970 | -0,808 | -0,268 | 0,660 | 1,324 | 1,972 | 2,179 | 2,611 | 2,815 | 3,444 | 4,069 | 5,507 |
| 1,6 | -1,197 | -1,093 | -0,994 | -0,817 | -0,254 | 0,675 | 1,329 | 1,962 | 2,163 | 2,582 | 2,780 | 3,388 | 3,990 | 5,371 |
| 1,5 | -1,256 | -1,131 | -1,018 | -0,825 | -0,240 | 0,690 | 1,333 | 1,951 | 2,146 | 2,552 | 2,743 | 3,330 | 3,910 | 5,234 |
| 1,4 | -1,318 | -1,168 | -1,041 | -0,832 | -0,225 | 0,705 | 1,337 | 1,938 | 2,128 | 2,521 | 2,706 | 3,271 | 3,828 | 5,095 |
| 1,3 | -1,383 | -1,206 | -1,064 | -0,838 | -0,210 | 0,719 | 1,339 | 1,925 | 2,108 | 2,489 | 2,666 | 3,211 | 3,745 | 6,955 |
| 1,2 | -1,449 | -1,243 | -1,086 | -0,844 | -0,195 | 0,732 | 1,340 | 1,910 | 2,087 | 2,455 | 2,626 | 3,149 | 3,661 | 4,815 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,1 | -1,518 | -1,280 | -1,107 | -0,848 | -0,180 | 0,745 | 1,341 | 1,894 | 2,066 | 2,420 | 2,585 | 3,087 | 3,575 | 4,673 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Çizelge 3.18. Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü (Y_t) (devamı)

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,0 | -1,588 | -1,317 | -1,128 | -0,852 | -0,164 | 0,758 | 1,340 | 1,877 | 2,043 | 2,384 | 2,542 | 3,022 | 3,489 | 4,531 |
| 0,9 | -1,660 | -1,353 | -1,147 | -0,854 | -0,148 | 0,769 | 1,339 | 1,859 | 2,018 | 2,346 | 2,498 | 2,957 | 3,401 | 4,388 |
| 0,8 | -1,733 | -1,388 | -1,166 | -0,856 | -0,132 | 0,780 | 1,336 | 1,839 | 1,993 | 2,308 | 2,453 | 2,891 | 3,312 | 4,244 |
| 0,7 | -1,806 | -1,423 | -1,183 | -0,857 | -0,116 | 0,790 | 1,333 | 1,819 | 1,967 | 2,268 | 2,407 | 2,824 | 3,223 | 4,100 |
| 0,6 | -1,880 | -1,458 | -1,200 | -0,857 | -0,099 | 0,800 | 1,328 | 1,797 | 1,939 | 2,227 | 2,359 | 2,755 | 3,132 | 3,956 |
| 0,5 | -1,955 | -1,491 | -1,216 | -0,856 | -0,083 | 0,808 | 1,323 | 1,774 | 1,910 | 2,185 | 2,311 | 2,686 | 3,041 | 3,811 |
| 0,4 | -2,029 | -1,524 | -1,231 | -0,855 | -0,066 | 0,816 | 1,317 | 1,750 | 1,880 | 2,142 | 2,261 | 2,615 | 2,949 | 3,666 |
| 0,3 | -2,104 | -1,555 | -1,245 | -0,853 | -0,055 | 0,824 | 1,309 | 1,726 | 1,849 | 2,098 | 2,211 | 2,544 | 2,856 | 3,521 |
| 0,2 | -2,178 | -1,586 | -1,258 | -0,850 | -0,033 | 0,830 | 1,301 | 1,700 | 1,818 | 2,053 | 2,159 | 2,472 | 2,763 | 3,377 |
| 0,1 | -2,252 | -1,616 | -1,270 | -0,846 | -0,017 | 0,836 | 1,292 | 1,673 | 1,785 | 2,007 | 2,107 | 2,400 | 2,670 | 3,233 |
| 0,0 | -2,326 | -1,645 | -1,282 | -0,842 | 0,000 | 0,842 | 1,282 | 1,645 | 1,751 | 1,960 | 2,054 | 2,326 | 2,576 | 3,090 |

Çizelge 3.19. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Log-Pearson Tip III dağılımına göre değerleri

| Frekans F(x), % | Tekerrür süresi T, (yıl) | Y _t (Çizelge 3.18'den) | Z _t = $\check{Z} + Y_t * S_{Z-1}$ | X _t = e ^{Z_t} |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|---|
| 1,0 | 1,01 | - 2,104 | 3,182 | 24,1 |
| 5,0 | 1,05 | - 1,555 | 3,373 | 29,2 |
| 10,0 | 1,11 | - 1,245 | 3,481 | 32,5 |
| 20,0 | 1,25 | - 0,853 | 3,617 | 37,2 |
| 50,0 | 2 | - 0,055 | 3,895 | 49,2 |
| 80,0 | 5 | 0,824 | 4,201 | 66,8 |
| 90,0 | 10 | 1,309 | 4,370 | 79,0 |
| 95,0 | 20 | 1,726 | 4,515 | 91,4 |
| 96,0 | 25 | 1,849 | 4,558 | 95,4 |
| 97,5 | 40 | 2,098 | 4,644 | 104,0 |
| 98,0 | 50 | 2,211 | 4,683 | 108,1 |
| 99,0 | 100 | 2,544 | 4,799 | 121,4 |
| 99,5 | 200 | 2,856 | 4,908 | 135,4 |
| 99,8 | 500 | 3,355 | 5,082 | 161,1 |
| 99,9 | 1.000 | 3,521 | 5,139 | 170,6 |

3.3.5.4. Gumbel dağılımı

$$\bar{Y} = 53,3$$

$$\sigma = 19,9$$

$$\sigma_{n-1} = 20,0$$

Gumbel dağılım yöntemi ile muhtelif tekerrürlü yağış değerlerinin hesaplanması için Çizelge 3.22 hazırlanarak sonuca varılır. Çizelgede yer alan Y değeri Çizelge 3.20'den, K değerinin elde edilmesinde gerekli S_n ve Y_n değerleri ise başka bir çizelge olan Çizelge 3.21'den alınır. 70 yıl için K değeri hesaplanırken S_n = 1,1854 ve Y_n = 0,5548 olarak alınmıştır.

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n} \quad (8.8)$$

$$Y = \bar{Y} + (K * \sigma_{n-1}) \quad (8.9)$$

Çizelge 3.20. Ekstrem değer dağılımları için değerler

| Tekerrür süresi | Aşılma olasılığı | Aşılmama olasılığı | Y |
|-----------------|------------------|--------------------|---------|
| $T = 1 / q$ | $q = 1 - p$ | p | |
| 1,01 | 0,99 | 0,01 | - 1,527 |
| 1,05 | 0,95 | 0,05 | - 1,097 |
| 1,11 | 0,90 | 0,10 | - 0,834 |
| 1,25 | 0,80 | 0,20 | - 0,476 |
| 1,43 | 0,70 | 0,30 | - 0,186 |
| 1,67 | 0,60 | 0,40 | 0,087 |
| 1,82 | 0,55 | 0,45 | 0,225 |
| 2,00 | 0,50 | 0,50 | 0,367 |
| 2,33 | 0,43 | 0,57 | 0,579 |
| 2,50 | 0,40 | 0,60 | 0,672 |
| 2,86 | 0,35 | 0,65 | 0,842 |
| 3,33 | 0,30 | 0,70 | 1,031 |
| 4,00 | 0,25 | 0,75 | 1,246 |
| 5,00 | 0,20 | 0,80 | 1,500 |
| 6,67 | 0,15 | 0,85 | 1,817 |
| 10,0 | 0,10 | 0,90 | 2,250 |
| 20,0 | 0,05 | 0,95 | 2,970 |
| 25,0 | 0,04 | 0,96 | 3,199 |
| 33,3 | 0,03 | 0,97 | 3,491 |
| 50,0 | 0,02 | 0,98 | 3,902 |
| 100,0 | 0,01 | 0,99 | 4,600 |
| 200,0 | 0,005 | 0,995 | 5,296 |
| 250,0 | 0,004 | 0,996 | 5,519 |
| 333,3 | 0,003 | 0,997 | 5,808 |
| 500,0 | 0,002 | 0,998 | 6,214 |
| 1.000,0 | 0,001 | 0,999 | 6,907 |
| 2.000,0 | 0,0005 | 0,9995 | 7,601 |
| 10.000,0 | 0,0001 | 0,9999 | 9,210 |

Çizelge 3.21. Rasat süreleri için standart sapma (S_n) ve boyutsuz ortalama (Y_n) değerleri

| Yıl | S _n | | | | | | | | | |
|-----|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 0,9446 | 0,9676 | 0,9833 | 0,9971 | 1,0095 | 1,0206 | 1,0316 | 1,0411 | 1,0493 | 1,0565 |
| 20 | 1,0628 | 1,0696 | 1,0754 | 1,0811 | 1,0864 | 1,0915 | 1,0961 | 1,1004 | 1,1047 | 1,1086 |
| 30 | 1,1124 | 1,1159 | 1,1193 | 1,1226 | 1,1255 | 1,1285 | 1,1313 | 1,1339 | 1,1369 | 1,1388 |
| 40 | 1,1413 | 1,1436 | 1,1458 | 1,1480 | 1,1499 | 1,1519 | 1,1538 | 1,1557 | 1,1574 | 1,1590 |
| 50 | 1,1607 | 1,1623 | 1,1638 | 1,1658 | 1,1667 | 1,1681 | 1,1696 | 1,1708 | 1,1721 | 1,1734 |
| 60 | 1,1747 | 1,1759 | 1,1770 | 1,1782 | 1,1793 | 1,1803 | 1,1814 | 1,1824 | 1,1834 | 1,1844 |
| 70 | 1,1854 | 1,1863 | 1,1873 | 1,1881 | 1,1890 | 1,1898 | 1,1906 | 1,1915 | 1,1923 | 1,1930 |
| 80 | 1,1938 | 1,1945 | 1,1953 | 1,1959 | 1,1967 | 1,1973 | 1,1980 | 1,1987 | 1,1994 | 1,2001 |
| 90 | 1,2007 | 1,2013 | 1,2020 | 1,2026 | 1,2032 | 1,2038 | 1,2044 | 1,2049 | 1,2055 | 1,2060 |
| 100 | 1,2065 | | | | | | | | | |

| Yıl | Y _n | | | | | | | | | |
|-----|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 0,4952 | 0,4996 | 0,5035 | 0,5070 | 0,5100 | 0,5128 | 0,5157 | 0,5181 | 0,5202 | 0,5220 |
| 20 | 0,5236 | 0,5252 | 0,5268 | 0,5283 | 0,5296 | 0,5309 | 0,5320 | 0,5332 | 0,5343 | 0,5353 |
| 30 | 0,5362 | 0,5371 | 0,5380 | 0,5388 | 0,5396 | 0,5402 | 0,5410 | 0,5410 | 0,5424 | 0,5430 |
| 40 | 0,5436 | 0,5442 | 0,5448 | 0,5453 | 0,5458 | 0,5463 | 0,5468 | 0,5473 | 0,5477 | 0,5481 |
| 50 | 0,5485 | 0,5493 | 0,5493 | 0,5497 | 0,5501 | 0,5504 | 0,5508 | 0,5511 | 0,5515 | 0,5518 |
| 60 | 0,5221 | 0,5524 | 0,5527 | 0,5530 | 0,5533 | 0,5535 | 0,5538 | 0,5540 | 0,5543 | 0,5545 |
| 70 | 0,5548 | 0,5550 | 0,5552 | 0,5555 | 0,5557 | 0,5559 | 0,5561 | 0,5563 | 0,5565 | 0,5567 |
| 80 | 0,5569 | 0,5570 | 0,5572 | 0,5574 | 0,5576 | 0,5578 | 0,5580 | 0,5581 | 0,5583 | 0,5585 |
| 90 | 0,5586 | 0,5587 | 0,5589 | 0,5591 | 0,5592 | 0,5593 | 0,5595 | 0,5596 | 0,5598 | 0,5599 |
| 100 | 0,5600 | | | | | | | | | |

Çizelge 3.22. Yıllık maksimum günlük yağışların farklı tekerrürler için Gumbel dağılımına göre değerleri

| Frekans F(x), % | Tekerrür süresi T, (yıl) | Y (Çizelge 3.20'den) | $K = \frac{Y - Y_n}{S_n}$ | $Y = \bar{Y} + (K * \sigma_{n-1})$ |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 10,0 | 1,11 | - 0,834 | - 1,172 | 29,9 |
| 20,0 | 1,25 | - 0,476 | - 0,870 | 35,9 |
| 30,0 | 1,43 | - 0,186 | - 0,625 | 40,8 |
| 40,0 | 1,66 | 0,087 | - 0,395 | 45,4 |
| 50,0 | 2 | 0,367 | - 0,158 | 50,1 |
| 60,0 | 2,5 | 0,672 | 0,099 | 55,3 |
| 70,0 | 3,33 | 1,031 | 0,402 | 61,3 |
| 80,0 | 5 | 1,500 | 0,797 | 69,3 |
| 90,0 | 10 | 2,250 | 1,430 | 81,9 |
| 96,0 | 25 | 3,199 | 2,331 | 97,9 |
| 98,0 | 50 | 3,902 | 2,824 | 109,8 |
| 99,0 | 100 | 4,600 | 3,413 | 121,6 |
| 99,8 | 500 | 6,214 | 4,774 | 148,8 |
| 99,9 | 1.000 | 6,907 | 5,359 | 160,5 |

3.3.5.5. Dağılım fonksiyonlarının uygunluk testi

Uygulanan dört dağılım fonksiyonundan elde edilen maksimum günlük yağış değerleri Çizelge 3.23'de bir arada sunulmuştur.

Çizelge 3.23. Uygulanan dört dağılım fonksiyonundan elde edilen maksimum günlük yağış değerleri

| Dağılım tipleri | Tekerrür süresi (yıl) | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 500 | 1.000 |
| Gamma(3 parametrelili) | 49,1 | 67,6 | 80,0 | 98,2 | 107,7 | 117,6 | 146,5 | 152,6 |
| Gamma (2 parametrelili) | 50,8 | 69,1 | 80,1 | 95,2 | 102,7 | 110,3 | 132,0 | 136,5 |
| Log-Pearson Tip III | 49,2 | 66,8 | 79,0 | 95,4 | 108,1 | 121,4 | 161,1 | 170,6 |
| Gumbel | 50,1 | 69,3 | 81,9 | 97,9 | 109,8 | 121,6 | 148,8 | 160,5 |

- Gamma dağılımı (3 parametrelili)

$$d_{70} = 0,055 \quad \rightarrow \text{Şekil 3.9'dan,}$$

$$Z = d_{70} * \sqrt{n} \quad (6.8)$$

$$Z = 0,055 * \sqrt{70} \cong 0,46 \quad \rightarrow \text{Çizelge 3.12'den } L(z) = 0,016005$$

$$P = 1,0 - L(z) \quad (6.9)$$

$$P = 1,0 - 0,016005 = 0,984 \rightarrow \% 98,4 > \% 5$$

- Gamma dağılımı (2 parametrelili)

$$d_{70} = 0,060 \rightarrow \text{Şekil 3.9'dan,}$$

$$Z = d_{70} * \sqrt{n} \quad (6.8)$$

$$Z = 0,060 * \sqrt{70} \cong 0,50 \rightarrow \text{Çizelge 3.12'den } L(z) = 0,036055$$

$$P = 1,0 - L(z) \quad (6.9)$$

$$P = 1,0 - 0,036055 = 0,964 \rightarrow \% 96,4 > \% 5$$

- Log-Pearson Tip III dağılımı

$$d_{70} = 0,085 \rightarrow \text{Şekil 3.9'dan,}$$

$$Z = d_{44} * \sqrt{n} \quad (6.8)$$

$$Z = 0,085 * \sqrt{70} \cong 0,71 \rightarrow \text{Çizelge 3.12'den } L(z) = 0,305471$$

$$P = 1,0 - L(z) \quad (6.9)$$

$$P = 1,0 - 0,305471 = 0,695 \rightarrow \% 69,5 > \% 5$$

- Gumbel dağılımı

$$d_{70} = 0,050 \rightarrow \text{Şekil 3.9'dan,}$$

$$Z = d_{70} * \sqrt{n} \quad (6.8)$$

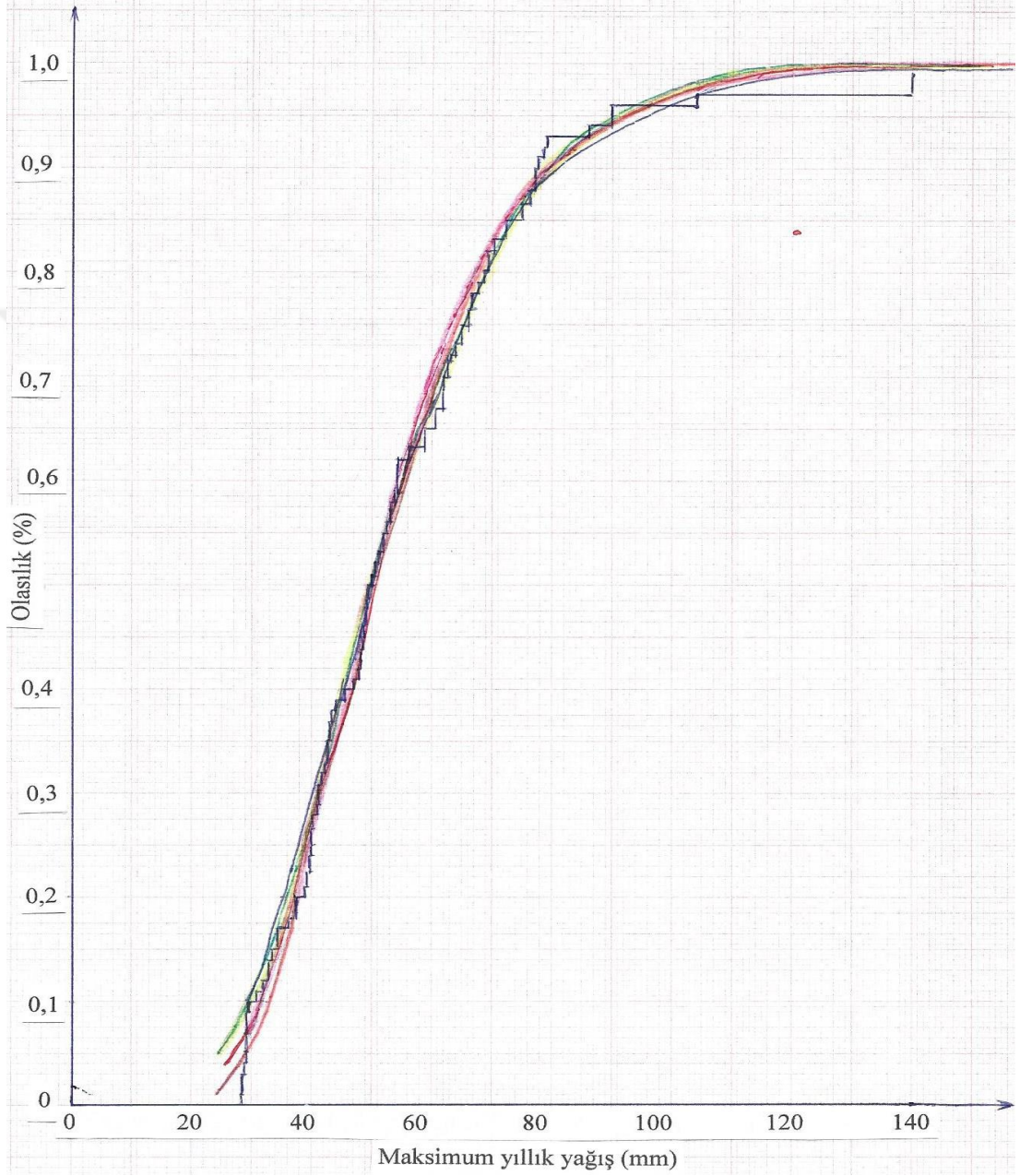
$$Z = 0,050 * \sqrt{70} \cong 0,42 \rightarrow \text{Çizelge 3.12'den } L(z) = 0,005476$$

$$P = 1,0 - L(z) \quad (6.9)$$

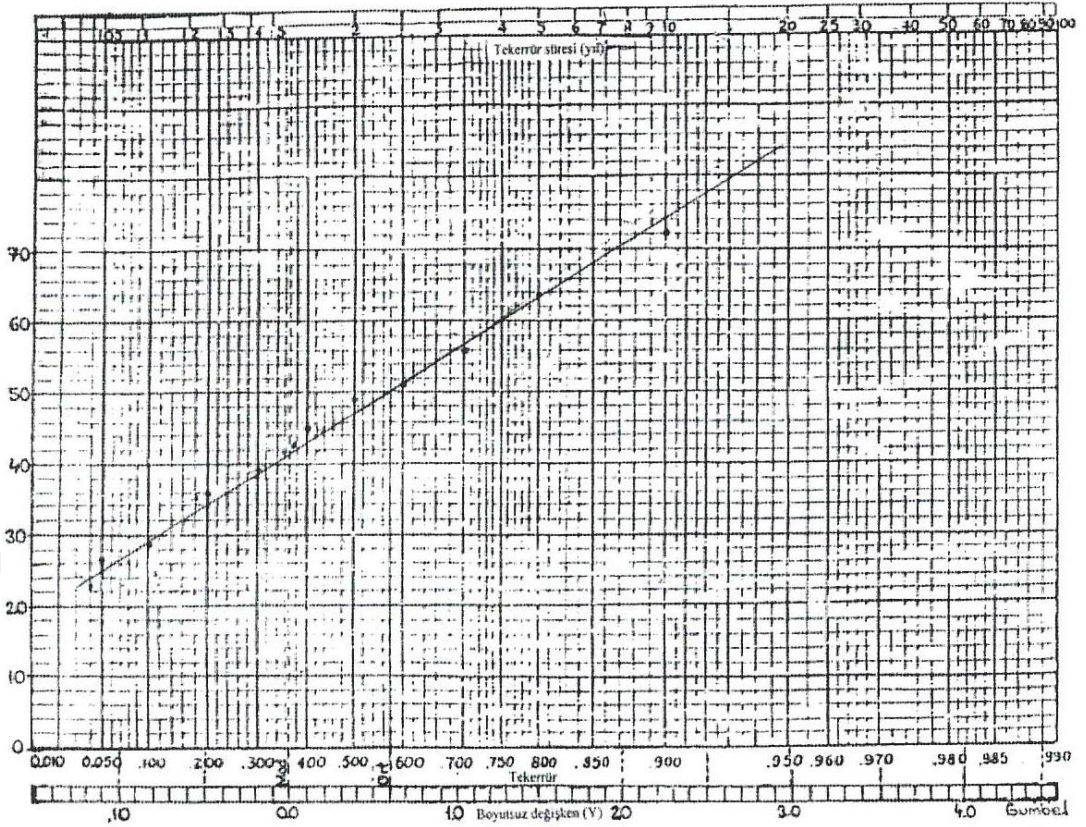
$$P = 1,0 - 0,005476 = 0,995 \rightarrow \% 99,5 > \% 5$$

Uygulanan dört dağılım fonksiyonundan elde edilen değerler, Kolmogorov testine (grafiksel) göre yağış verilerine uygunluk göstermiştir. Uygunluk derecesini karakterize eden olasılık (p) değeri Gumbel dağılımında % 100'e en yakın çıkmıştır. Dolayısıyla bu dağılım yağış verilerimize uyan en uygun dağılım olmuştur.

Taşkın hesaplarında Gumbel dağılım fonksiyonu ile belirlenen, farklı tekerrürlere ait olası maksimum günlük (24 saatlik) yağış verileri dikkate alınacaktır. Ayrıca, sıralı maksimum günlük yağış değerlerinin Gumbel kağıdında dağılımı Şekil 3.10'de verilmiştir.



Şekil 3.9. Homojenlik testi için yağış değerlerine ait dağılım fonksiyonu



Şekil 3.10. Sıralı maksimum günlük yağış değerlerinin Gumbel kâğıdında dağılımı

Gölet havzasına ait elde edilen farklı tekerrür sürelerine ait (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1.000 yıl) yağış miktarları 24 saat süreli maksimum yağışlardır. Bu yağışların havza alanı yağışına dönüştürülerek havzaya ait maksimum taşkını oluşturan kritik yağış süresi ve miktarının belirlenmesi gerekmektedir.

$$H.A.Y. = Y * P.K. * Y.A.D.K. * M.F. \quad (9.0)$$

Burada; H.A.Y., Havza alanı yağışı (mm); Y, istenen tekerrürlü 24 saatlik maksimum yağış (mm); P.K., pülviograf katsayısı; Y.A.D.K., yağış alanı değişim katsayısı; M.F., maksimize faktörüdür.

Pülviograf katsayısı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü veya Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait maksimum yağışlar frekans atlasından alınabilmektedir.

Maksimize faktörü, Türkiye genelinde plüviyograf sayısı ve gözlem süresi dikkate alınarak belirlenmiş 1,13 katsayısıdır.

Gölet havzası için Gummel dağılımı ile elde edilen farklı tekerrür sürelerine ait (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1.000 yıl) yağış miktarlarının yine farklı yağış sürelerine (1, 2, 4, 6, 8, 12, 18 ve 24 saat) göre maksimize ve plüviyograf katsayıları ile düzeltilmiş değerleri Çizelge 3.24'de verilmiştir. Burada ki havza alanı yağış miktarları; istasyon yağışının, plüviyograf katsayısı (1,00, 0,87, 0,74, 0,64, 0,59, 0,53, 0,44 ve 0,38), yağış alanı değişim katsayısı (1,00) ve maksimum yağış faktörü (1,13) çarpımlarından elde edilmiştir.



Çizelge 3.24. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzası için farklı tekerrür ve yağış sürelerine göre maksimize ve pülviograf katsayıları ile düzeltilmiş yağış yükseklikleri (mm)

| Tekerrür süresi | Süre (saat) | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|
| | 1 | | 2 | | 4 | | 6 | | 8 | | 12 | | 18 | | 24 | |
| | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy | Max, katsy | Pülv, katsy |
| | 1,13 | 0,38 | 1,13 | 0,44 | 1,13 | 0,53 | 1,13 | 0,59 | 1,13 | 0,64 | 1,13 | 0,74 | 1,13 | 0,87 | 1,13 | 1,00 |
| 2 | 21,5 | 19,0 | 24,9 | 22,0 | 30,1 | 26,6 | 33,5 | 29,6 | 36,3 | 32,1 | 41,9 | 37,1 | 49,3 | 43,6 | 56,6 | 50,1 |
| 5 | 29,7 | 26,3 | 34,5 | 30,5 | 41,5 | 36,7 | 46,2 | 40,9 | 50,2 | 44,4 | 58,0 | 51,3 | 68,1 | 60,3 | 78,3 | 69,3 |
| 10 | 35,1 | 31,1 | 40,7 | 36,0 | 49,0 | 43,4 | 54,6 | 48,3 | 59,2 | 52,4 | 68,5 | 60,6 | 80,6 | 71,3 | 92,6 | 81,9 |
| 25 | 42,0 | 37,2 | 48,7 | 43,1 | 58,7 | 51,9 | 65,3 | 57,8 | 70,9 | 62,7 | 81,9 | 72,5 | 96,3 | 85,2 | 110,6 | 97,9 |
| 50 | 47,1 | 41,7 | 54,6 | 48,3 | 65,8 | 58,2 | 73,2 | 64,8 | 79,4 | 70,3 | 91,9 | 81,3 | 107,9 | 95,5 | 124,1 | 109,8 |
| 100 | 52,2 | 46,2 | 60,5 | 53,5 | 72,9 | 64,5 | 81,0 | 71,7 | 87,9 | 77,8 | 101,7 | 90,0 | 119,6 | 105,8 | 137,4 | 121,6 |
| 500 | 63,9 | 56,5 | 74,0 | 65,5 | 89,2 | 78,9 | 99,2 | 87,8 | 107,6 | 95,2 | 124,4 | 110,1 | 146,3 | 129,5 | 168,1 | 148,8 |
| 1.000 | 68,9 | 61,0 | 79,8 | 70,6 | 96,2 | 85,1 | 107,0 | 94,7 | 116,1 | 102,7 | 134,2 | 118,8 | 157,8 | 139,6 | 181,4 | 160,5 |

3.3.6. Yüzey akış hesabı

Kayı deresi havzasında yaygın olarak, tesviye eğrili nadassız Buğday-Ayçiçeği ikili münavebeli kuru tarım yapılmaktadır. Havzanın yarı alanında tarımı yapılan iyi özellikli buğdayın yüzey akış eğri numaraları (CN) Çizelge 3.26'dan, C hidrolojik toprak grubu için 81 ve havzanın % 40'ında tarımı yapılan yine iyi özellikli Ayçiçeği için 82'dir. Geri kalan alanın % 5'i doğal orta özellikli mera için C hidrolojik toprak grubuna ait CN değeri 79 ve % 5 muhtelif yerleşim alanları ve yollar için D hidrolojik toprak grubuna ait CN değeri 92'dir. Tüm bunlar kullanılarak Kayı Deresi havzasına ait ağırlıklı yüzey akış eğri numarası Çizelge 3.25'de görüldüğü üzere hesaplanmıştır.

Çizelge 3.25. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait yüzey akış eğri numarası hesabı

| Toprak Grubu | Havza alanı | | Eğri Numarası (CN) | CN * % |
|---------------|-------------|--------------|--------------------|--------------|
| | (ha) | (%) | | |
| C | 24.765 | 50 | 81 | 4.050 |
| C | 19.812 | 40 | 82 | 3.280 |
| C | 247,65 | 5 | 79 | 395 |
| D | 247,65 | 5 | 92 | 460 |
| Toplam | 4953 | 100,0 | | 8.185 |

$$\text{Ağırlıklı eğri numarası (CN}_{II}\text{)} = 8.185 / 100 \approx \mathbf{82} \quad (9.1)$$

Farklı tekerrür yılları (2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000) ile farklı saat sürelerine (2, 4, 6 ve 8) göre belirlenen yağış yükseklikleri ile ağırlıklı yüzey akış eğri numarası (CN_{II} = 82) kullanılarak, muhtelif tekerrürlere ait yüzey akış ve artan akış değerleri Çizelge 3.27 ve 3.28 kullanılarak 3.29'da hesaplanmıştır.

Burada farklı tekerrür yılları ve saat dilimlerinde ki havza yağışları ile yağışın zamansal dağılım oranları çarpılarak yağış değerleri bulunmuştur. Bulunan yağış değerlerinden, yüzey akış eğri numarası kullanılarak yüzey akış miktarları elde edilmiştir. Bilahare yüzey akışların art arda farkları alınarak artan yağışları bulunmuştur.

Çizelge 3.26. Hidrolojik toprak gruplarına göre yüzey akış eğri numaraları (CN_{II}) (Nem koşulu II ve Ia = 0,2 S için)

| | Örtü durumu | Hidrolojik koşul | Hidrolojik toprak grubu | | | |
|---|--------------------------|------------------|-------------------------|-----|-----|-----|
| | | | A | B | C | D |
| Arazi kullanma | Kültürel işlem | | A | B | C | D |
| Nadas | Eğim doğrultulu | – | 77 | 86 | 91 | 94 |
| Sıra bitkileri (Pancar, mısır, pamuk, ayçiçeği vs) | Eğim doğrultulu | Zayıf | 72 | 81 | 88 | 91 |
| | Eğim doğrultulu | İyi | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | Tesviye eğrili | Zayıf | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | Tesviye eğrili | İyi | 65 | 75 | 82 | 86 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | Zayıf | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | İyi | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Küçük taneliler (Buğday, arpa vs) | Eğim doğrultulu | Zayıf | 65 | 76 | 84 | 88 |
| | Eğim doğrultulu | İyi | 63 | 75 | 83 | 87 |
| | Tesviye eğrili | Zayıf | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | Tesviye eğrili | İyi | 61 | 73 | 81 | 84 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | Zayıf | 61 | 72 | 79 | 82 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | İyi | 59 | 70 | 78 | 81 |
| Sık dikilen veya serpme ekilen baklagiller (Yem bitkileri) | Eğim doğrultulu | Zayıf | 66 | 77 | 85 | 89 |
| | Eğim doğrultulu | İyi | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | Tesviye eğrili | Zayıf | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | Tesviye eğrili | İyi | 55 | 69 | 78 | 83 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | Zayıf | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | Tesviye eğrili + teraslı | İyi | 51 | 67 | 76 | 80 |
| Otlak (Mera) | Doğal | Zayıf | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Doğal | Orta | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Doğal | İyi | 39 | 61 | 74 | 80 |
| | Tesviye eğrili | Zayıf | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Tesviye eğrili | Orta | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Tesviye eğrili | İyi | 6 | 35 | 70 | 79 |
| | Sürekli çayır | İyi | İyi | 30 | 58 | 71 |
| Köy ve çiftlik koruları (Meşelik, fundalık, orman) | | Zayıf | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | | Orta | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | | İyi | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Çiftlik avlusu | | – | 59 | 74 | 82 | 86 |
| Yolar | | Toprak | 72 | 82 | 87 | 89 |
| | | Sert yüzey | 74 | 84 | 90 | 92 |
| Geçirimsiz yüzey | | – | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Su yüzeyleri | | – | 100 | 100 | 100 | 100 |

Çizelge 3.27. Zamanın toplam zamana oranları

| Süre (saat) | Süre (saat) | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 2 | 0,50 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,33 | 0,67 | 1,00 | | | | | | | | | |
| 4 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | | | | | | | | |
| 5 | 0,20 | 0,40 | 0,60 | 0,98 | 1,00 | | | | | | | |
| 6 | 0,17 | 0,33 | 0,50 | 0,67 | 0,83 | 1,00 | | | | | | |
| 7 | 0,14 | 0,29 | 0,43 | 0,57 | 0,71 | 0,86 | 1,00 | | | | | |
| 8 | 0,13 | 0,25 | 0,38 | 0,50 | 0,63 | 0,75 | 0,88 | 1,00 | | | | |
| 9 | 0,11 | 0,22 | 0,33 | 0,44 | 0,56 | 0,67 | 0,78 | 0,89 | 1,00 | | | |
| 10 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | | |
| 11 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,64 | 0,73 | 0,82 | 0,91 | 1,00 | |
| 12 | 0,08 | 0,17 | 0,25 | 0,33 | 0,42 | 0,50 | 0,58 | 0,67 | 0,75 | 0,83 | 0,92 | 1,00 |
| 13 | 0,08 | 0,15 | 0,23 | 0,31 | 0,38 | 0,46 | 0,54 | 0,62 | 0,69 | 0,77 | 0,85 | 0,92 |
| 14 | 0,07 | 0,14 | 0,21 | 0,29 | 0,36 | 0,43 | 0,50 | 0,57 | 0,64 | 0,71 | 0,79 | 0,86 |
| 15 | 0,07 | 0,13 | 0,20 | 0,27 | 0,33 | 0,40 | 0,47 | 0,53 | 0,60 | 0,67 | 0,73 | 0,80 |
| 16 | 0,06 | 0,13 | 0,19 | 0,25 | 0,31 | 0,38 | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,75 |
| 17 | 0,06 | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,29 | 0,35 | 0,41 | 0,47 | 0,53 | 0,59 | 0,65 | 0,71 |
| 8 | 0,06 | 0,11 | 0,17 | 0,22 | 0,28 | 0,33 | 0,39 | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,61 | 0,67 |
| 19 | 0,05 | 0,11 | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,32 | 0,37 | 0,42 | 0,47 | 0,53 | 0,58 | 0,63 |
| 20 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,55 | 0,60 |
| 21 | 0,05 | 0,10 | 0,14 | 0,19 | 0,24 | 0,29 | 0,33 | 0,38 | 0,43 | 0,48 | 0,52 | 0,57 |
| 22 | 0,05 | 0,09 | 0,14 | 0,18 | 0,23 | 0,27 | 0,32 | 0,36 | 0,41 | 0,45 | 0,50 | 0,55 |
| 23 | 0,04 | 0,09 | 0,13 | 0,17 | 0,22 | 0,26 | 0,30 | 0,35 | 0,39 | 0,43 | 0,48 | 0,52 |
| 24 | 0,04 | 0,08 | 0,13 | 0,17 | 0,21 | 0,25 | 0,29 | 0,33 | 0,38 | 0,42 | 0,46 | 0,50 |

| Süre (Saat) | Süre (saat) | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 13 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| 14 | 0,93 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| 15 | 0,87 | 0,93 | 1,00 | | | | | | | | | |
| 16 | 0,81 | 0,88 | 0,94 | 1,00 | | | | | | | | |
| 17 | 0,76 | 0,82 | 0,88 | 0,94 | 1,00 | | | | | | | |
| 18 | 0,72 | 0,78 | 0,83 | 0,89 | 0,94 | 1,00 | | | | | | |
| 19 | 0,68 | 0,74 | 0,79 | 0,84 | 0,89 | 0,95 | 1,00 | | | | | |
| 20 | 0,67 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | | | | |
| 21 | 0,62 | 0,67 | 0,71 | 0,76 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | | | |
| 22 | 0,59 | 0,64 | 0,68 | 0,73 | 0,77 | 0,82 | 0,86 | 0,91 | 0,95 | 1,00 | | |
| 23 | 0,56 | 0,61 | 0,65 | 0,70 | 0,74 | 0,78 | 0,83 | 0,87 | 0,91 | 0,96 | 1,00 | |
| 24 | 0,54 | 0,58 | 0,63 | 0,67 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,96 | 1,00 |

Çizelge 3.28. Farklı yağış ve yüzey akış eğri numaralarına ait yüzey akış miktarları

| 6 saat sürelî yağış (mm) | Yüzey akış eğri numarası | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| | Yüzey akış miktarı, ha (mm) | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | 0,00 | 0,32 |
| 70 | | | | | | | 0,00 | 0,19 | 1,35 |
| 80 | | | | | | | 0,04 | 0,98 | 3,01 |
| 90 | | | | | | 0,00 | 0,48 | 2,30 | 5,24 |
| 100 | | | | | | 0,07 | 1,40 | 4,13 | 7,98 |
| 110 | | | | | 0,00 | 0,50 | 2,75 | 6,41 | 11,19 |
| 120 | | | | | 0,01 | 1,32 | 4,52 | 9,11 | 14,82 |
| 130 | | | | | 0,22 | 2,51 | 6,66 | 12,19 | 18,83 |
| 140 | | | | | 0,75 | 4,03 | 9,15 | 15,63 | 23,18 |
| 150 | | | | 0,00 | 1,59 | 5,87 | 12,14 | 19,40 | 27,86 |
| 160 | | | | 0,04 | 2,71 | 8,02 | 15,11 | 23,47 | 32,83 |
| 170 | | | | 0,31 | 4,11 | 9,95 | 18,55 | 27,84 | 38,07 |
| 180 | | | | 0,84 | 5,78 | 13,17 | 22,28 | 32,46 | 43,56 |
| 190 | | | | 1,58 | 7,69 | 16,10 | 26,17 | 37,32 | 48,88 |
| 200 | | | 0,00 | 2,57 | 9,85 | 19,34 | 30,36 | 42,42 | 55,21 |
| 210 | | | 0,05 | 3,77 | 12,83 | 22,77 | 34,77 | 47,43 | 61,34 |
| 220 | | | 0,27 | 5,19 | 14,83 | 26,43 | 39,40 | 53,24 | 67,65 |
| 230 | | | 0,69 | 6,81 | 17,65 | 30,30 | 44,23 | 58,94 | 74,13 |
| 240 | | | 1,28 | 8,62 | 20,66 | 34,36 | 49,25 | 64,81 | 80,77 |
| 250 | | | 2,06 | 10,63 | 23,87 | 38,62 | 54,44 | 70,85 | 87,56 |
| 260 | | | 3,01 | 12,82 | 27,26 | 43,06 | 59,81 | 77,05 | 94,46 |
| 270 | | | 4,12 | 15,19 | 30,83 | 47,66 | 65,34 | 83,39 | 101,54 |
| 280 | | 0,00 | 5,39 | 17,73 | 34,57 | 52,44 | 71,02 | 89,78 | 108,72 |
| 290 | | 0,01 | 6,77 | 20,44 | 38,48 | 57,36 | 76,85 | 96,49 | 116,01 |
| 300 | | 0,10 | 8,35 | 23,31 | 42,54 | 62,44 | 82,81 | 103,22 | 123,41 |
| 310 | | 0,33 | 10,06 | 26,33 | 46,75 | 67,66 | 88,91 | 110,07 | 130,91 |
| 320 | | 0,70 | 11,94 | 29,50 | 51,11 | 73,02 | 95,13 | 117,04 | 138,51 |
| 330 | | 1,20 | 13,94 | 32,82 | 55,61 | 78,51 | 101,47 | 124,10 | 146,20 |
| 340 | | 1,82 | 16,09 | 36,28 | 60,25 | 84,13 | 107,92 | 131,27 | 153,97 |
| 350 | | 2,57 | 18,37 | 39,87 | 65,01 | 89,86 | 114,14 | 138,53 | 161,82 |
| 360 | | 3,44 | 20,79 | 43,59 | 69,90 | 95,71 | 121,15 | 145,89 | 169,75 |
| 370 | | 4,43 | 23,32 | 47,45 | 74,91 | 101,62 | 127,92 | 155,33 | 177,75 |
| 380 | | 5,54 | 25,99 | 51,43 | 80,04 | 107,74 | 134,78 | 160,85 | 185,82 |
| 390 | | 6,77 | 28,77 | 55,53 | 85,28 | 113,92 | 141,72 | 168,44 | 193,96 |
| 400 | | 8,10 | 31,67 | 59,75 | 90,63 | 120,18 | 148,76 | 176,11 | 202,16 |
| 410 | | 9,55 | 34,69 | 64,07 | 96,08 | 126,55 | 155,87 | 183,86 | 210,41 |
| 420 | | 11,11 | 37,84 | 68,51 | 101,64 | 133,00 | 163,08 | 191,67 | 218,72 |
| 430 | | 12,77 | 41,06 | 73,06 | 107,29 | 139,55 | 170,35 | 199,54 | 227,09 |
| 440 | | 14,54 | 44,40 | 77,71 | 113,05 | 146,18 | 177,70 | 207,48 | 235,51 |
| 450 | 0,00 | 16,40 | 47,85 | 82,46 | 118,89 | 152,89 | 185,12 | 215,47 | 243,97 |
| 460 | 0,01 | 18,38 | 51,41 | 87,31 | 124,82 | 159,67 | 192,60 | 223,52 | 252,48 |
| 470 | 0,07 | 20,45 | 55,06 | 92,26 | 130,84 | 166,54 | 200,15 | 231,63 | 261,03 |
| 480 | 0,23 | 22,62 | 58,81 | 97,29 | 136,94 | 173,48 | 207,77 | 239,79 | 269,63 |
| 490 | 0,46 | 24,89 | 62,65 | 102,45 | 143,12 | 180,48 | 215,44 | 247,99 | 278,47 |
| 500 | 0,82 | 27,25 | 66,59 | 107,64 | 149,39 | 187,56 | 223,17 | 256,25 | 286,95 |

Çizelge 3.28. Farklı yağış ve yüzey akış eğri numaralarına ait yüzey akış miktarları (devamı)

| 6 saat süreli yağış (mm) | Yüzey akış eğri numarası | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| Yüzey akış miktarı, ha (mm) | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| 10 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,58 | 2,60 | 10,0 |
| 20 | | | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,75 | 2,18 | 4,84 | 9,80 | 20,0 |
| 30 | | 0,00 | 0,05 | 0,58 | 1,75 | 3,70 | 6,72 | 11,29 | 18,37 | 30,0 |
| 40 | 0,00 | 0,21 | 1,07 | 2,61 | 4,94 | 8,21 | 12,70 | 18,87 | 27,51 | 40,0 |
| 50 | 0,33 | 1,40 | 3,22 | 5,82 | 9,29 | 13,79 | 19,62 | 27,11 | 36,93 | 50,0 |
| 60 | 1,50 | 3,49 | 6,29 | 9,94 | 14,52 | 20,19 | 27,17 | 35,78 | 46,51 | 60,0 |
| 70 | 3,42 | 6,35 | 10,14 | 14,82 | 20,44 | 27,18 | 35,20 | 44,74 | 56,20 | 70,0 |
| 80 | 6,00 | 9,88 | 14,63 | 20,30 | 26,92 | 34,63 | 43,56 | 53,89 | 65,96 | 80,0 |
| 90 | 9,15 | 13,97 | 19,68 | 26,29 | 33,85 | 42,44 | 52,18 | 63,22 | 75,77 | 90,0 |
| 100 | 12,83 | 18,57 | 25,20 | 32,72 | 41,14 | 50,53 | 61,00 | 72,64 | 85,61 | 100,0 |
| 110 | 16,96 | 23,61 | 31,13 | 39,51 | 48,73 | 58,87 | 69,99 | 82,15 | 95,47 | 110,0 |
| 120 | 21,49 | 29,04 | 37,42 | 46,61 | 56,58 | 67,41 | 79,11 | 91,72 | 105,36 | 120,0 |
| 130 | 26,40 | 34,81 | 44,01 | 53,97 | 64,65 | 76,10 | 88,33 | 101,36 | 115,26 | 130,0 |
| 140 | 31,64 | 40,89 | 50,87 | 61,57 | 72,91 | 84,93 | 97,64 | 111,04 | 125,18 | 140,0 |
| 150 | 37,18 | 47,24 | 57,99 | 69,37 | 81,32 | 93,88 | 107,02 | 120,75 | 135,11 | 150,0 |
| 160 | 43,00 | 53,84 | 65,31 | 77,35 | 89,87 | 102,82 | 116,47 | 130,50 | 145,04 | 160,0 |
| 170 | 49,06 | 60,67 | 72,83 | 85,49 | 98,55 | 112,06 | 125,98 | 140,27 | 154,98 | 170,0 |
| 180 | 55,35 | 67,69 | 80,51 | 93,76 | 107,33 | 121,26 | 135,53 | 150,06 | 164,93 | 180,0 |
| 190 | 61,85 | 74,90 | 88,35 | 102,16 | 116,21 | 130,54 | 145,11 | 159,89 | 174,89 | 190,0 |
| 200 | 68,54 | 82,27 | 96,34 | 110,67 | 125,17 | 139,87 | 154,74 | 169,72 | 184,84 | 200,0 |
| 210 | 75,41 | 89,80 | 104,44 | 119,29 | 134,21 | 149,26 | 164,39 | 179,56 | 194,81 | 210,0 |
| 220 | 83,43 | 97,46 | 112,66 | 127,99 | 143,31 | 158,69 | 174,07 | 189,42 | 204,77 | 220,0 |
| 230 | 80,61 | 105,26 | 120,99 | 136,78 | 152,48 | 168,16 | 183,78 | 199,29 | 214,74 | 230,0 |
| 240 | 96,91 | 113,17 | 129,47 | 145,63 | 161,69 | 177,67 | 193,50 | 209,17 | 224,71 | 240,0 |
| 250 | 104,37 | 121,19 | 137,92 | 154,56 | 170,96 | 187,20 | 203,24 | 219,06 | 234,68 | 250,0 |
| 260 | 111,94 | 129,31 | 146,52 | 163,55 | 180,27 | 196,77 | 213,01 | 228,96 | 244,66 | 260,0 |
| 270 | 110,69 | 137,52 | 155,18 | 172,59 | 189,63 | 206,37 | 222,79 | 238,86 | 254,63 | 270,0 |
| 280 | 127,40 | 145,81 | 163,92 | 181,69 | 199,01 | 215,94 | 232,58 | 248,77 | 264,61 | 280,0 |
| 290 | 135,28 | 154,19 | 172,71 | 190,84 | 208,43 | 225,63 | 242,85 | 258,69 | 274,59 | 290,0 |
| 300 | 143,25 | 162,64 | 181,57 | 200,00 | 217,89 | 235,29 | 252,20 | 260,61 | 284,57 | 300,0 |
| 310 | 151,30 | 171,16 | 190,48 | 209,25 | 227,36 | 244,98 | 262,03 | 278,55 | 294,55 | 310,0 |
| 320 | 159,44 | 179,75 | 199,44 | 218,52 | 236,89 | 254,67 | 271,87 | 288,46 | 304,54 | 320,0 |
| 330 | 167,63 | 188,40 | 208,45 | 227,82 | 246,42 | 264,39 | 281,71 | 299,39 | 314,52 | 330,0 |
| 340 | 175,92 | 197,10 | 217,50 | 237,16 | 255,98 | 274,18 | 291,56 | 308,33 | 324,51 | 340,0 |
| 350 | 181,28 | 205,86 | 226,59 | 246,53 | 265,56 | 283,86 | 301,43 | 318,28 | 334,49 | 350,0 |
| 360 | 192,69 | 214,67 | 235,73 | 255,92 | 275,16 | 293,61 | 311,29 | 328,29 | 344,48 | 360,0 |
| 370 | 201,15 | 223,53 | 244,89 | 265,34 | 284,77 | 303,38 | 321,17 | 338,16 | 354,47 | 370,0 |
| 380 | 200,68 | 232,13 | 254,10 | 274,79 | 294,41 | 313,16 | 331,05 | 348,12 | 364,46 | 380,0 |
| 390 | 218,96 | 241,37 | 263,34 | 284,26 | 304,06 | 322,94 | 340,93 | 358,07 | 374,44 | 390,0 |
| 400 | 226,89 | 250,35 | 272,60 | 293,75 | 313,72 | 332,74 | 350,83 | 368,02 | 384,43 | 400,0 |
| 410 | 235,57 | 259,57 | 281,89 | 303,26 | 323,41 | 342,55 | 360,73 | 377,98 | 391,12 | 410,0 |
| 420 | 244,29 | 268,42 | 291,21 | 317,79 | 333,10 | 352,36 | 370,62 | 387,94 | 404,41 | 420,0 |
| 430 | 253,05 | 277,51 | 300,55 | 322,34 | 342,80 | 362,19 | 380,53 | 397,89 | 414,40 | 430,0 |
| 440 | 261,86 | 289,62 | 309,92 | 331,91 | 352,52 | 372,02 | 390,44 | 407,86 | 424,44 | 440,0 |
| 450 | 270,70 | 295,77 | 319,32 | 341,48 | 362,25 | 381,85 | 400,35 | 417,83 | 434,39 | 450,0 |

Çizelge 3.28. Farklı yağış ve yüzey akış eğri numaralarına ait yüzey akış miktarları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 460 | 279,58 | 304,95 | 328,73 | 351,08 | 371,98 | 391,69 | 410,27 | 427,79 | 444,38 | 460,0 |
| 470 | 288,50 | 314,16 | 338,16 | 360,70 | 381,73 | 401,54 | 420,19 | 437,70 | 454,37 | 470,0 |
| 480 | 297,45 | 223,38 | 347,62 | 370,32 | 391,49 | 411,39 | 430,11 | 447,72 | 464,37 | 480,0 |
| 490 | 306,43 | 332,64 | 357,08 | 379,96 | 401,25 | 421,55 | 440,03 | 457,69 | 474,36 | 490,0 |
| 500 | 315,44 | 341,92 | 366,57 | 389,61 | 411,02 | 431,12 | 449,97 | 467,66 | 484,35 | 500,0 |



Çizelge 3.29. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait yüzey akış eğri numarası (CN_{II} = 82) dikkate alınarak hesaplanmış yüzey akış ve artan akış değerleri (mm)

| | Yağış süresi | 2 saat | | 4 saat | | 6 saat | | 8 saat | | | |
|------------------------|------------------------------------|-------------|------|-------------|------|--------|--------------|--------|------|-------|--------------|
| | Saatler | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Tekerrür süresi | Zamanın toplam zamana oranı | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 0,33 | 0,67 | 1,00 | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| | Yağışın toplam yağışa oranı | 1,00 | 0,83 | 1,00 | 0,71 | 0,90 | 1,00 | 0,65 | 0,83 | 0,92 | 1,00 |
| 2 | Yağış | 24,9 | 24,9 | 30,1 | 23,8 | 30,2 | 33,5 | 23,6 | 30,1 | 33,4 | 36,3 |
| | Yüzey akış | 3,1 | 3,1 | 5,0 | 2,7 | 5,0 | 6,7 | 2,6 | 5,0 | 6,6 | 8,1 |
| | Artan akış | 3,1 | 3,1 | 1,9 | 2,7 | 2,3 | 1,7 | 2,6 | 2,4 | 1,6 | 1,5 |
| 5 | Yağış | 34,5 | 34,5 | 41,5 | 32,8 | 41,6 | 46,2 | 32,6 | 41,7 | 46,2 | 50,2 |
| | Yüzey akış | 7,2 | 7,2 | 10,9 | 6,3 | 11,0 | 13,8 | 6,2 | 11,1 | 13,8 | 16,3 |
| | Artan akış | 7,2 | 7,2 | 3,7 | 6,3 | 4,7 | 2,8 | 6,2 | 4,9 | 2,7 | 2,5 |
| 10 | Yağış | 40,7 | 40,7 | 49,0 | 38,8 | 49,1 | 54,6 | 38,5 | 49,1 | 54,5 | 59,2 |
| | Yüzey akış | 10,4 | 10,4 | 15,5 | 9,4 | 15,6 | 19,3 | 9,2 | 15,6 | 19,2 | 22,4 |
| | Artan akış | 10,4 | 10,4 | 5,1 | 9,4 | 6,2 | 3,7 | 9,2 | 6,4 | 3,6 | 3,2 |
| 25 | Yağış | 48,7 | 48,7 | 58,7 | 46,4 | 58,8 | 65,3 | 46,1 | 58,9 | 65,2 | 70,9 |
| | Yüzey akış | 15,3 | 15,3 | 22,1 | 13,9 | 22,2 | 26,9 | 13,7 | 22,2 | 26,8 | 31,1 |
| | Artan akış | 15,3 | 15,3 | 6,8 | 13,9 | 8,3 | 4,7 | 13,7 | 8,5 | 4,6 | 4,3 |
| 50 | Yağış | 54,6 | 54,6 | 65,8 | 52,0 | 65,9 | 73,2 | 51,6 | 65,9 | 73,1 | 79,4 |
| | Yüzey akış | 19,3 | 19,3 | 27,3 | 17,5 | 27,4 | 32,9 | 17,2 | 27,4 | 32,8 | 37,7 |
| | Artan akış | 19,3 | 19,3 | 8,0 | 17,5 | 9,9 | 5,5 | 17,2 | 10,2 | 5,4 | 4,9 |
| 100 | Yağış | 60,5 | 60,5 | 72,9 | 57,5 | 72,9 | 81,0 | 57,1 | 73,0 | 80,9 | 87,9 |
| | Yüzey akış | 23,4 | 23,4 | 32,7 | 21,3 | 32,7 | 39,0 | 21,0 | 32,7 | 38,9 | 44,6 |
| | Artan akış | 23,4 | 23,4 | 9,3 | 21,3 | 11,4 | 6,3 | 21,0 | 11,7 | 6,2 | 5,7 |
| 500 | Yağış | 74,0 | 74,0 | 89,2 | 70,4 | 89,3 | 99,2 | 70,0 | 89,3 | 99,0 | 107,6 |
| | Yüzey akış | 33,5 | 33,5 | 45,7 | 30,7 | 45,8 | 54,1 | 30,4 | 45,8 | 53,9 | 61,3 |
| | Artan akış | 33,5 | 33,5 | 12,2 | 30,7 | 15,1 | 8,3 | 30,4 | 15,4 | 8,1 | 7,4 |
| 1.000 | Yağış | 79,8 | 79,8 | 96,2 | 76,0 | | 107,0 | 75,5 | 96,4 | 106,8 | 116,1 |
| | Yüzey akış | 38,0 | 38,0 | 51,5 | 35,1 | | 60,7 | 34,7 | 51,7 | 60,6 | 68,7 |
| | Artan akış | 38,0 | 38,0 | 13,5 | 35,1 | 16,5 | 9,1 | 34,7 | 17,0 | 8,9 | 8,1 |

3.3.7. Sentetik taşkın birim hidrografın hesabı

Bir su toplama havzasında, birim hidrograf çıkarmak için gerekli yağış ve akış kayıtları mevcut değilse, o havzanın fiziksel özelliklerine (büyüklüğüne, ana akarsu yolu uzunluğuna ve eğimine) bağlı olarak geliştirilmiş pek çok sentetik yöntem ile taşkın birim hidrografı çıkarmak mümkün olmaktadır.

Genellikle kuru dereler üzerinde inşa edilen sulama suyu ve hayvan içme suyu göletlerinin dolu savak debilerinin hesaplanmasında gerekli olan taşkın birim hidrografının belirlenmesi için; hidrografının yükselme süresinin iki saatten büyük olması halinde SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.3.7.1. Havza ana akarsu kolunun harmonik eğiminin hesaplanması

Bunun için havzanın yer aldığı topoğrafik harita kullanılarak, ana akarsu kolunun on eşit parçaya bölünmesi ile elde edilen yükseklik değerlerinden, Çizelge 3.30'da görüldüğü gibi ana akarsu yolunun harmonik eğimi hesaplanmıştır.

Çizelge 3.30. Havza ana akarsu kolunun harmonik eğiminin hesaplanması

| No | Yükseklikler (mm) | H (m) | L (m) | $s = \frac{H}{L}$ | \sqrt{s} | $\frac{1}{\sqrt{s}}$ |
|---------------|----------------------|----------|----------|-------------------|------------|----------------------|
| 1 | 0 – 7 | 7 | 1.510 | 0,0046 | 0,0678 | 14,75 |
| 2 | 7 – 15 | 8 | ” | 0,0053 | 0,0728 | 13,74 |
| 3 | 15 – 23 | 8 | ” | 0,0053 | 0,0728 | 13,74 |
| 4 | 23 – 32 | 9 | ” | 0,0060 | 0,0775 | 12,90 |
| 5 | 32 – 41 | 9 | ” | 0,0060 | 0,0775 | 12,90 |
| 6 | 41 – 53 | 12 | ” | 0,0080 | 0,0894 | 11,19 |
| 7 | 53 – 65 | 12 | ” | 0,0080 | 0,0894 | 11,19 |
| 8 | 65 – 84 | 19 | ” | 0,0126 | 0,1123 | 8,91 |
| 9 | 84 – 126 | 42 | ” | 0,0278 | 0,1667 | 6,00 |
| 10 | 126 – 250 | 124 | ” | 0,0821 | 0,2865 | 3,49 |
| Toplam | | 250 | 15.100 | | | 108,81 |

$$S = \left(\frac{P}{\sum \frac{1}{\sqrt{s}}} \right)^2 \quad S = \left(\frac{10}{108,81} \right)^2 = 0,0085 \quad (4.2)$$

3.3.7.2. Havza birim taşkın pik debisinin hesaplanması

Birim taşkın pik debisi; $E = \frac{L * Lc}{\sqrt{s}}$ değerinin bulunmasını takiben ya Şekil 3.11'den veya

$q_p = \frac{414}{A^{0,225} * E^{0,16}}$ eşitliğinden hesaplanır. İlk önce $L = 15,1$ km, $Lc = 7,8$ km ve $S = 0,0085$ 'den yararlanarak E değerini veren katsayı bulunmuştur.

$$E = \frac{L * Lc}{\sqrt{s}} \quad E = \frac{15,1 * 7,8}{\sqrt{0,0085}} = 1.277 \quad (9.2)$$

Sonra, Şekil 3.11'den $A = 49,53$ km² ve $E = 1.277$ değerleri kullanılarak yaklaşık $q_p \cong 55$ L/s km² mm bulunur. Ayrıca yukarıda verilen q_p eşitliği kullanılarak da kesin bir değere ulaşmak mümkündür.

$$q_p = \frac{414}{49,53^{0,225} * 1.277^{0,16}} = 54,8 \text{ L/s km}^2 \text{ mm} \quad (4.3)$$

3.3.7.3. Havza taşkın pik debisinin hesaplanması

İki saat süreli yağış fazlasına ait taşkın pik debisi aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$Q_p = A * ha * q_p * 10^{-3} \quad (4.1)$$

$$Q_p = 49,53 * 1 * 54,8 * 10^{-3} = \mathbf{2,71} \text{ m}^3/\text{s}$$

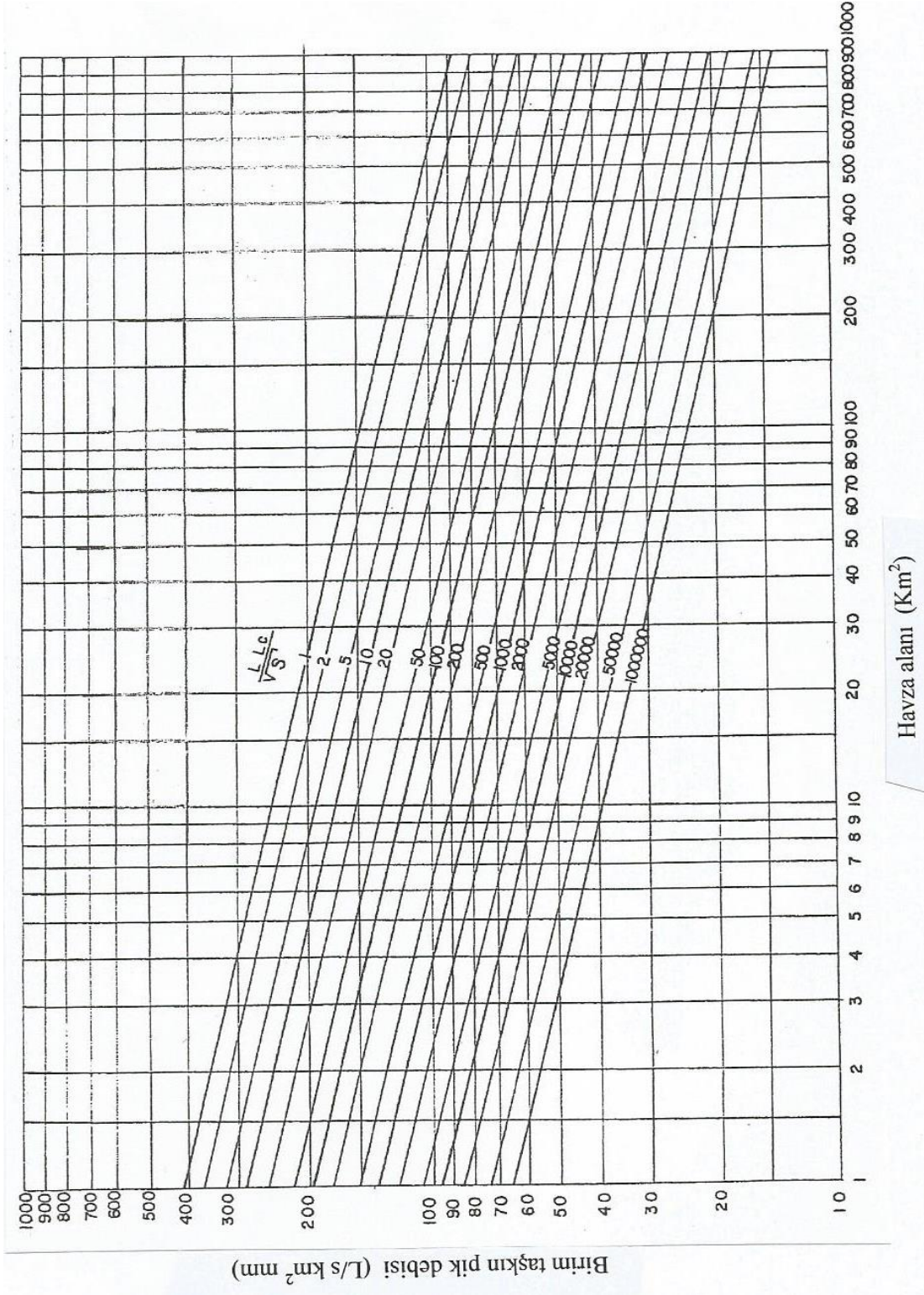
Yukarıdaki eşitlikte yer alan ha yüzey akış yüksekliği, 1 mm olarak alınmıştır.

3.3.7.4. Havza toplam su hacminin hesaplanması

Daha önce belirtildiği üzere, ha yüzey akış yüksekliğinin 1 mm alınması halinde elde edilecek havza toplam su hacmi değeri, gerçekte birim hacim miktarını verecektir. Böylece havzaya ait birim yüzey akış yüksekliğine karşılık olan su hacmi değeri aşağıdaki gibidir.

$$V = A * ha * 10^3 \quad (4.0)$$

$$V = 49,53 * 1 * 10^3 = 49.530 \text{ m}^3$$



Şekil 3.11. SCS boyutsuz birim hidrograf yöntemi için yüzey akış grafiği

3.3.7.5. Boyutsuz birim hidrografın elemanlarının bulunması

Sentetik boyutsuz birim hidrografın çizimi için gerekli olan hidrograf yükselme ve taban süreleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

– Hidrograf taban süresi;

$$T = 3,65 \left(\frac{V}{Q_p} \right) \quad T = 3,65 \left(\frac{49.530}{2,71} \right) = 66.710 \text{ saniye} = 18,53 \text{ saat}$$

(9.3)

– Hidrograf yükselme süresi;

$$T_p = 744 \left(\frac{A}{Q_p} \right) \quad T_p = 744 \left(\frac{49,53}{2,71} \right) = 13.598 \text{ saniye} = 3,75 \text{ saat} \quad (9.4.1)$$

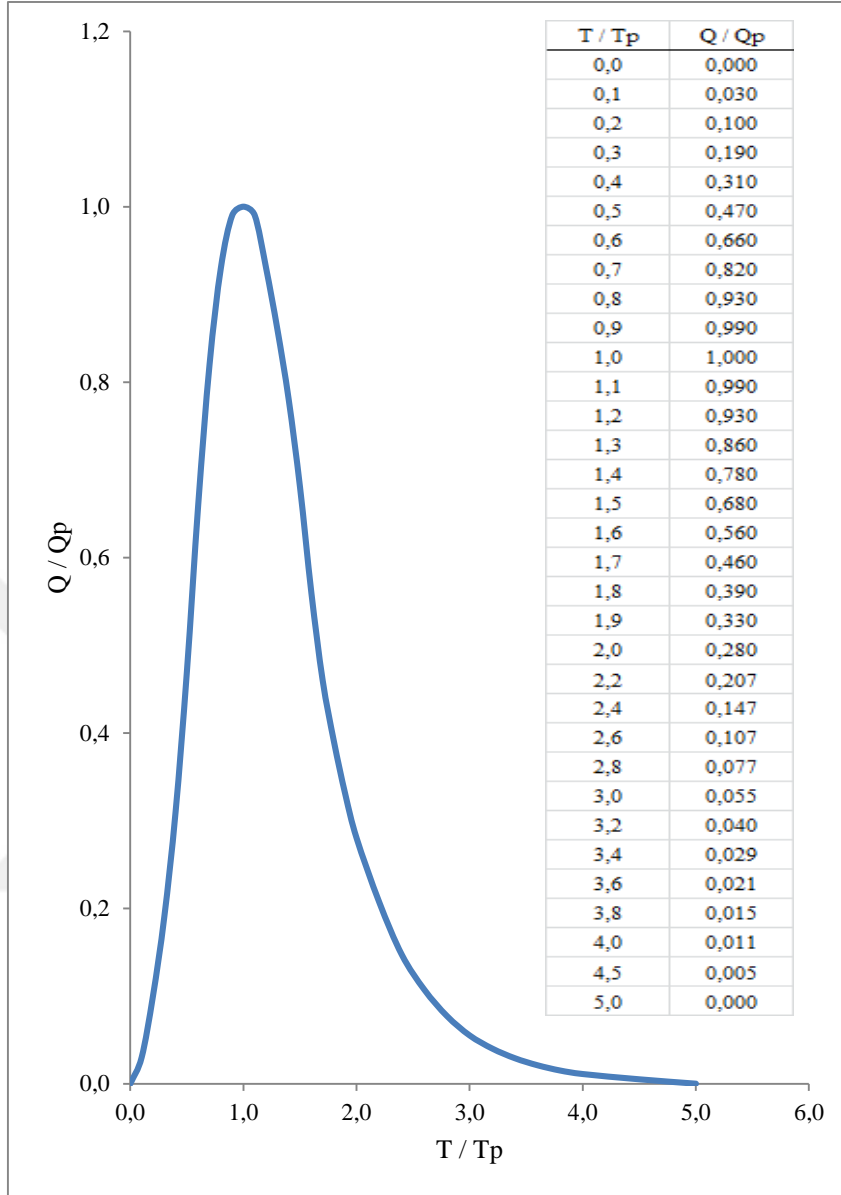
Veya

$$T_p = \frac{T}{5} \quad T_p = \frac{18,53}{5} = 3,75 \text{ saat} \quad (9.4.2)$$

Elde edilen bu hidrografın yükselme süresi ($T_p = 3,75$ saat) iki saatten fazladır. Bunun anlamı söz konusu Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzası için 1 mm'lik yüzey akışın oluşturduğu iki saat süreli bir boyutsuz birim hidrografın çizilebileceğidir.

3.3.7.6. Boyutsuz birim hidrografın çizimi

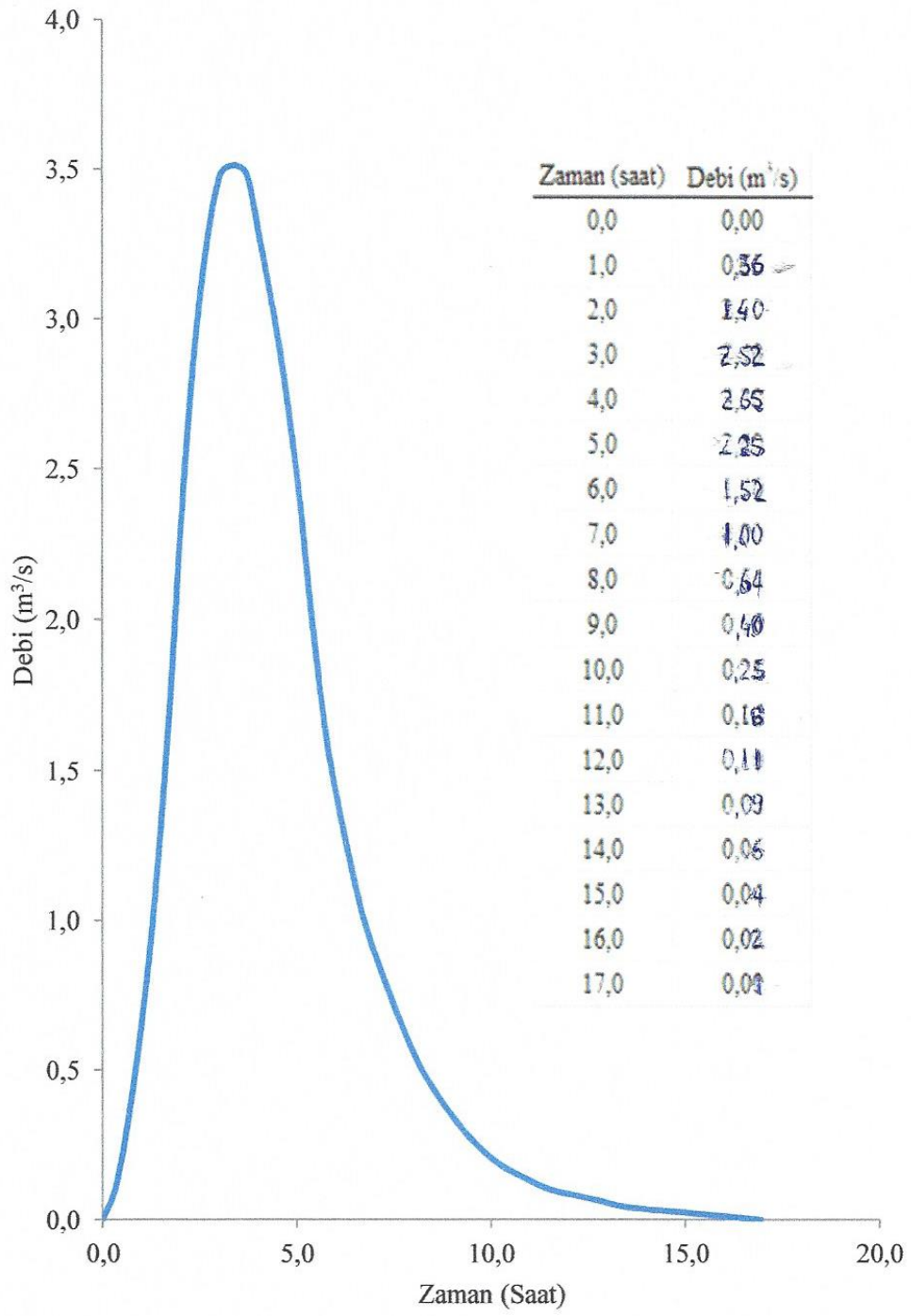
Boyutsuz birim hidrografın çizimi için ilk olarak daha önce hesapladığımız $Q_p (= 2,71)$ ve $T_p (= 3,75)$ değerleri ile Şekil 3.12'de verilen sentetik boyutsuz birim hidrografa ait bilinen koordinat değerleri çarpılarak, söz konusu havza için yeni koordinat değerleri Çizelge 3.30'da elde edilmiştir. Daha sonra milimetrik bir kâğıt üzerinde Şekil 3.13'de görüldüğü üzere çizim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çizilen bu hidrograf iki saat süreli yağış fazlasının meydana getirdiği 1 mm yükseklikte ki yüzey akışa aittir. Bilahare bu hidrograf üzerinde her bir 30 dakikaya ($= 0,25$ saate) karşılık olan debiler bulunarak, Çizelge 3.31'de verilen daha kısa aralıklı koordinat değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3.12. SCS boyutsuz birim hidrograf ve koordinat değerleri

Çizelge 3.31. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait boyutsuz birim hidrograf koordinat değerleri

| $\frac{T}{T_p}$ | $\left(\frac{T}{T_p}\right) * T_p$ | $\frac{Q}{Q_p}$ | $\left(\frac{Q}{Q_p}\right) * Q_p$ |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| 0,0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,1 | 0,375 | 0,030 | 0,081 |
| 0,2 | 0,750 | 0,100 | 0,271 |
| 0,3 | 1,125 | 0,190 | 0,515 |
| 0,4 | 1,500 | 0,310 | 0,840 |
| 0,5 | 1,875 | 0,470 | 1,274 |
| 0,6 | 2,250 | 0,660 | 1,789 |
| 0,7 | 2,625 | 0,820 | 2,222 |
| 0,8 | 3,000 | 0,930 | 2,520 |
| 0,9 | 3,375 | 0,990 | 2,683 |
| 1,0 | 3,750 | 1,000 | 2,710 |
| 1,1 | 4,125 | 0,990 | 2,683 |
| 1,2 | 4,500 | 0,930 | 2,520 |
| 1,3 | 4,875 | 0,860 | 2,331 |
| 1,4 | 5,250 | 0,780 | 2,114 |
| 1,5 | 5,625 | 0,680 | 1,843 |
| 1,6 | 6,000 | 0,560 | 1,518 |
| 1,7 | 6,375 | 0,460 | 1,247 |
| 1,8 | 6,750 | 0,390 | 1,057 |
| 1,9 | 7,125 | 0,330 | 0,894 |
| 2,0 | 7,500 | 0,280 | 0,759 |
| 2,2 | 8,250 | 0,207 | 0,561 |
| 2,4 | 9,000 | 0,147 | 0,398 |
| 2,6 | 9,750 | 0,107 | 0,290 |
| 2,8 | 10,500 | 0,077 | 0,209 |
| 3,0 | 11,250 | 0,055 | 0,149 |
| 3,2 | 12,000 | 0,040 | 0,108 |
| 3,4 | 12,750 | 0,029 | 0,079 |
| 3,6 | 13,500 | 0,021 | 0,057 |
| 3,8 | 14,250 | 0,015 | 0,041 |
| 4,0 | 15,000 | 0,011 | 0,030 |
| 4,5 | 16,875 | 0,005 | 0,014 |
| 5,0 | 18,750 | 0,000 | 0,000 |



Şekil 3.13. Havzaya ait sentetik boyutsuz birim hidrograf ve koordinat değerleri

Çizelge 3.32. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait boyutsuz birim hidrograf koordinat değerleri

| Zaman (saat) | Debi (m ³ /s) | Zaman (saat) | Debi (m ³ /s) |
|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| 0,00 | 0,00 | 8,25 | 0,62 |
| 0,25 | 0,06 | 8,50 | 0,60 |
| 0,50 | 0,12 | 8,75 | 0,50 |
| 0,75 | 0,24 | 9,00 | 0,40 |
| 1,00 | 0,36 | 9,25 | 0,37 |
| 1,25 | 0,60 | 9,50 | 0,34 |
| 1,50 | 0,90 | 9,75 | 0,30 |
| 1,75 | 1,20 | 10,00 | 0,25 |
| 2,00 | 1,40 | 10,25 | 0,23 |
| 2,25 | 1,85 | 10,50 | 0,21 |
| 2,50 | 2,30 | 10,75 | 0,19 |
| 2,75 | 2,41 | 11,00 | 0,18 |
| 3,00 | 2,52 | 11,25 | 0,16 |
| 3,25 | 2,65 | 11,50 | 0,14 |
| 3,50 | 2,71 | 11,75 | 0,12 |
| 3,75 | 2,68 | 12,00 | 0,11 |
| 4,00 | 2,65 | 12,25 | 0,11 |
| 4,25 | 2,58 | 12,50 | 0,10 |
| 4,50 | 2,50 | 12,75 | 0,09 |
| 4,75 | 2,38 | 13,00 | 0,09 |
| 5,00 | 2,25 | 13,25 | 0,08 |
| 5,25 | 2,00 | 13,50 | 0,07 |
| 5,50 | 1,80 | 13,75 | 0,06 |
| 5,75 | 1,65 | 14,00 | 0,06 |
| 6,00 | 1,52 | 14,25 | 0,05 |
| 6,25 | 1,35 | 14,50 | 0,05 |
| 6,50 | 1,20 | 14,75 | 0,04 |
| 6,75 | 1,10 | 15,00 | 0,04 |
| 7,00 | 1,00 | 15,25 | 0,03 |
| 7,25 | 0,90 | 15,50 | 0,03 |
| 7,50 | 0,80 | 15,75 | 0,02 |
| 7,75 | 0,70 | 16,00 | 0,02 |
| 8,00 | 0,64 | 16,50 | 0,01 |
| | | 17,00 | 0,01 |
| | | 18,00 | 0,00 |

3.3.7.7. Havzaya ait ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi

Bu havza için yağış fazlası süresi, hidrografın yükselme süresinden (T_p) büyük olacağından havzanın taşkın pik debisi yükselme süresinden daha büyük bir yağış süresine ait olacaktır. Bu nedenle ikişer saatlik dönemler için hidrograflar bulunup ikişer saatlik kaydırma ile süperpoze edilerek toplam hidrograflar elde edilmiştir. Buradan istenilen tekerrür yılına ait taşkın pik debisi bulunmuştur. Bunun içinde büyük su yapılarının taşkın hesabında, son yıllarda yaşanan taşkınlarda dikkate alınarak 100 ve 500 yıl tekerrürlü yağış şiddetlerinin kullanılması yeterli olmaktadır. Söz konusu havzaya ait elde edilen boyutsuz birim hidrograf koordinat değerlerinden yararlanarak tam rakamlı taban sürelerine karşılık gelen debi değerleri enterpolasyonla bulunmuştur. Sonra Çizelge 3.32 ve 3.33’de görüldüğü üzere 2, 4, 6 ve 8 saatlik yağışlara ait artan akış değerleri birim debilerle çarpılmıştır. Bulunan rakamlar toplanarak Q_{100} ve Q_{500} değerleri bulunmuştur.

Çizelge 3.33’den görüleceği üzere 500 yıl tekerrürlü 6 saat süreli yağış şiddetine göre taşkın hidrografı belirlenmiş ve pik debisi $Q_{500} = 112,48 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.33. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait 100 yıl tekerrürlü ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi

| Süre (saat) | Birim debi (m ³ /s) | 2 saatlik yağış | | 4 saatlik yağış | | | 6 saatlik yağış | | | 8 saatlik yağış | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|-------|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|---------------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|---------------------------------------|
| | | Artan akış (mm) | Q ₂ (m ³ /s) | Artan akış (mm) | | Q ₄ (m ³ /s) | Artan akış (mm) | | | Q ₆ (m ³ /s) | Artan akış (mm) | | | | Q ₈ (m ³ /s) |
| | | 23,4 | | 23,4 | 9,3 | | 21,3 | 11,4 | 6,3 | | 21,0 | 11,7 | 6,2 | 5,7 | |
| 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | | | | 0,00 | | | | | 0,00 |
| 0,5 | 0,12 | 2,81 | 2,81 | 2,81 | | 2,81 | | | | 2,56 | | | | | 2,52 |
| 1,0 | 0,36 | 8,42 | 8,42 | 8,42 | | 8,42 | | | | 7,67 | | | | | 7,56 |
| 1,5 | 0,90 | 21,06 | 21,06 | 21,06 | | 21,06 | | | | 19,17 | | | | | 18,90 |
| 2,0 | 1,40 | 32,76 | 32,76 | 32,76 | 0,00 | 32,76 | 29,82 | 0,00 | | 29,82 | 29,40 | 0,00 | | | 29,40 |
| 2,5 | 2,30 | 53,82 | 53,82 | 53,82 | 1,12 | 54,94 | 48,99 | 1,37 | | 50,36 | 48,30 | 1,40 | | | 49,70 |
| 3,0 | 2,52 | 58,97 | 58,97 | 58,97 | 3,35 | 62,32 | 53,68 | 4,10 | | 57,78 | 52,92 | 4,21 | | | 57,13 |
| 3,5 | 2,71 | 63,41 | 63,41 | 63,41 | 8,37 | 71,78 | 57,72 | 10,26 | | 67,98 | 56,91 | 10,53 | | | 67,44 |
| 4,0 | 2,65 | 62,01 | 62,01 | 62,01 | 13,02 | 75,03 | 56,45 | 15,96 | 0,00 | 72,41 | 55,65 | 16,38 | 0,00 | | 72,03 |
| 4,5 | 2,50 | 58,50 | 58,50 | 58,50 | 21,39 | 79,89 | 53,25 | 26,22 | 0,76 | 80,23 | 52,50 | 26,91 | 0,74 | | 80,15 |
| 5,0 | 2,25 | 52,65 | 52,65 | 52,65 | 23,44 | 76,09 | 47,93 | 28,73 | 2,27 | 78,93 | 47,25 | 29,48 | 2,23 | | 78,96 |
| 5,5 | 1,80 | 42,12 | 42,12 | 42,12 | 25,20 | 67,32 | 38,34 | 30,89 | 5,67 | 74,90 | 37,80 | 31,71 | 5,58 | | 75,09 |
| 6,0 | 1,52 | 35,57 | 35,57 | 35,57 | 24,65 | 60,22 | 32,38 | 30,21 | 8,82 | 71,41 | 31,92 | 31,01 | 8,68 | 0,00 | 71,61 |
| 6,5 | 1,20 | 28,08 | 28,08 | 28,08 | 23,25 | 51,33 | 25,56 | 28,50 | 14,49 | 68,55 | 25,20 | 29,25 | 14,26 | 0,68 | 69,39 |
| 7,0 | 1,00 | 23,40 | 23,40 | 23,40 | 20,93 | 44,33 | 21,30 | 25,65 | 15,88 | 62,83 | 21,00 | 26,33 | 15,62 | 2,05 | 65,00 |
| 7,5 | 0,80 | 18,72 | 18,72 | 18,72 | 16,74 | 35,46 | 17,04 | 20,52 | 17,07 | 54,63 | 16,80 | 21,06 | 16,80 | 5,13 | 59,79 |
| 8,0 | 0,64 | 14,98 | 14,98 | 14,98 | 14,14 | 29,12 | 13,63 | 17,32 | 16,70 | 47,65 | 13,44 | 17,78 | 16,43 | 7,98 | 55,63 |
| 8,5 | 0,60 | 14,04 | 14,04 | 14,04 | 11,16 | 25,20 | 12,78 | 13,68 | 15,75 | 42,21 | 12,60 | 14,04 | 15,50 | 13,11 | 55,25 |
| 9,0 | 0,40 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,30 | 18,66 | 8,52 | 11,40 | 14,18 | 34,10 | 8,40 | 11,70 | 13,95 | 14,36 | 48,41 |
| 9,5 | 0,34 | 7,96 | 7,96 | 7,96 | 7,44 | 15,40 | 7,24 | 9,12 | 11,34 | 27,70 | 7,14 | 9,36 | 11,16 | 15,45 | 43,11 |
| 10,0 | 0,25 | 5,85 | 5,85 | 5,85 | 5,95 | 11,80 | 5,33 | 7,30 | 9,58 | 22,21 | 5,25 | 7,49 | 9,42 | 15,11 | 37,27 |
| 10,5 | 0,21 | 4,91 | 4,91 | 4,91 | 5,58 | 10,49 | 4,47 | 6,84 | 7,56 | 18,87 | 4,41 | 7,02 | 7,44 | 14,25 | 33,12 |
| 11,0 | 0,18 | 4,21 | 4,21 | 4,21 | 3,72 | 7,93 | 3,83 | 4,56 | 6,30 | 14,69 | 3,78 | 4,68 | 6,20 | 12,83 | 27,49 |
| 11,5 | 0,14 | 3,28 | 3,28 | 3,28 | 3,16 | 6,44 | 2,98 | 3,88 | 5,04 | 11,90 | 2,94 | 3,98 | 4,96 | 10,26 | 22,14 |
| 12,0 | 0,11 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,33 | 4,90 | 2,34 | 2,85 | 4,03 | 9,22 | 2,31 | 2,93 | 3,97 | 8,66 | 17,88 |

Çizelge 3.34. Tekirdağ-Süleymanpaşa Kayı deresi havzasına ait 500 yıl tekerrürlü ikişer saatlik hidrografların süperpoze edilmesi

| Süre (saat) | Birim debi (m ³ /s) | 2 saatlik yağış | | 4 saatlik yağış | | | 6 saatlik yağış | | | 8 saatlik yağış | | | | | |
|----------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|-------|---------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|---------------|---------------------------------------|
| | | Artan akış (mm) | | Artan akış (mm) | | Artan akış (mm) | | | Artan akış (mm) | | | | | | |
| | | 33,5 | Q ₂ (m ³ /s) | 33,5 | 12,2 | Q ₄ (m ³ /s) | 30,7 | 15,1 | 8,3 | Q ₆ (m ³ /s) | 30,4 | 15,4 | 8,1 | 7,4 | Q ₈ (m ³ /s) |
| 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | |
| 0,5 | 0,12 | 4,02 | 4,02 | 4,02 | | 4,02 | 3,68 | | | 3,68 | 3,65 | | | 3,65 | |
| 1,0 | 0,36 | 12,06 | 12,06 | 12,06 | | 12,06 | 11,05 | | | 11,05 | 10,94 | | | 10,94 | |
| 1,5 | 0,90 | 30,15 | 30,15 | 30,15 | | 30,15 | 27,63 | | | 27,63 | 27,36 | | | 27,36 | |
| 2,0 | 1,40 | 46,90 | 46,90 | 46,90 | 0,00 | 46,90 | 42,98 | 0,00 | | 42,98 | 42,56 | 0,00 | | 42,56 | |
| 2,5 | 2,30 | 77,05 | 77,05 | 77,05 | 1,46 | 78,51 | 70,61 | 1,81 | | 72,42 | 69,92 | 1,85 | | 71,77 | |
| 3,0 | 2,52 | 84,42 | 84,42 | 84,42 | 4,39 | 88,81 | 77,36 | 5,44 | | 82,80 | 76,61 | 5,54 | | 82,15 | |
| 3,5 | 2,71 | 90,79 | 90,79 | 90,79 | 10,98 | 101,77 | 83,20 | 13,59 | | 96,79 | 82,38 | 13,86 | | 96,24 | |
| 4,0 | 2,65 | 88,78 | 88,78 | 88,78 | 17,08 | 105,86 | 81,36 | 21,14 | 0,00 | 102,50 | 80,56 | 21,56 | 0,00 | 102,12 | |
| 4,5 | 2,50 | 83,75 | 83,75 | 83,75 | 28,06 | 111,81 | 76,75 | 34,73 | 1,00 | 112,48 | 76,00 | 35,42 | 0,97 | 112,39 | |
| 5,0 | 2,25 | 75,38 | 75,38 | 75,38 | 30,75 | 106,13 | 69,08 | 38,05 | 2,99 | 110,12 | 68,40 | 38,81 | 2,92 | 110,13 | |
| 5,5 | 1,80 | 60,30 | 60,30 | 60,30 | 33,06 | 93,36 | 55,26 | 40,92 | 7,47 | 103,65 | 54,72 | 41,73 | 7,29 | 103,74 | |
| 6,0 | 1,52 | 50,92 | 50,92 | 50,92 | 32,33 | 83,25 | 46,66 | 40,02 | 11,62 | 98,30 | 46,21 | 40,81 | 11,34 | 0,00 | 98,36 |
| 6,5 | 1,20 | 40,20 | 40,20 | 40,20 | 30,50 | 70,70 | 36,84 | 37,75 | 19,09 | 93,68 | 36,48 | 38,50 | 18,63 | 0,89 | 94,50 |
| 7,0 | 1,00 | 33,50 | 33,50 | 33,50 | 27,45 | 60,95 | 30,70 | 33,98 | 20,92 | 85,60 | 30,40 | 34,65 | 20,41 | 2,66 | 88,12 |
| 7,5 | 0,80 | 26,80 | 26,80 | 26,80 | 21,96 | 48,76 | 24,56 | 27,18 | 22,49 | 74,23 | 24,32 | 27,72 | 21,95 | 6,66 | 80,65 |
| 8,0 | 0,64 | 21,44 | 21,44 | 21,44 | 18,54 | 39,98 | 19,65 | 22,95 | 22,00 | 64,60 | 19,47 | 23,41 | 21,47 | 10,36 | 74,71 |
| 8,5 | 0,60 | 20,10 | 20,10 | 20,10 | 14,64 | 34,74 | 18,42 | 18,12 | 20,75 | 57,29 | 18,24 | 18,48 | 20,25 | 17,02 | 73,99 |
| 9,0 | 0,40 | 13,40 | 13,40 | 13,40 | 12,20 | 25,60 | 12,28 | 15,10 | 18,68 | 46,06 | 12,16 | 15,40 | 18,23 | 18,65 | 64,44 |
| 9,5 | 0,34 | 11,39 | 11,39 | 11,39 | 9,76 | 21,15 | 10,44 | 12,08 | 14,94 | 37,46 | 10,34 | 12,32 | 14,58 | 20,05 | 57,29 |
| 10,0 | 0,25 | 8,38 | 8,38 | 8,38 | 7,81 | 16,19 | 7,68 | 9,66 | 12,62 | 29,96 | 7,60 | 9,86 | 12,31 | 19,61 | 49,38 |
| 10,5 | 0,21 | 7,04 | 7,04 | 7,04 | 7,32 | 14,36 | 6,45 | 9,06 | 9,96 | 25,47 | 6,38 | 9,24 | 9,72 | 18,50 | 43,84 |
| 11,0 | 0,18 | 6,03 | 6,03 | 6,03 | 4,88 | 10,91 | 5,53 | 6,04 | 8,30 | 19,87 | 5,47 | 6,16 | 8,10 | 16,65 | 36,38 |
| 11,5 | 0,14 | 4,69 | 4,69 | 4,69 | 4,15 | 8,84 | 4,30 | 5,13 | 6,64 | 16,07 | 4,26 | 5,24 | 6,48 | 13,32 | 29,30 |
| 12,0 | 0,11 | 3,69 | 3,69 | 3,69 | 3,05 | 6,74 | 3,38 | 3,78 | 5,31 | 12,57 | 3,34 | 3,85 | 5,18 | 11,25 | 23,62 |

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Tekirdağ ili Süleymanpaşa ilçesinde yer alan Kayı Deresi, 49,53 km² alanı ile ilçe merkezinde önemli bir akarsu havzasıdır. Havza, Marmara büyük akarsu havzası içerisinde yer almaktadır. Kayı Deresi, ilçe merkezinde yoğun bir yerleşim yeri olan Değirmenaltı Mahallesi üzerinden geçerek denize ulaşmaktadır. Yaz aylarında debisi çok fazla azalan dere, önemli bir taşkın potansiyeline sahip bulunmaktadır. Bu nedenle derenin morfolojik karakteristikleri ile havza su verimi ve muhtelif tekerrürlü sağanak yağışların dere yatağında oluşturacağı taşkın debilerinin bilinmesi; yaşanacak mal ve can kayıplarının önlenmesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

Yağış-akış ilişkilerinin belirlenmesinde önemli unsurlardan olan havza morfolojik karakteristikleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri dâhilinde QGIS bilgisayar yazılım programı kullanılarak hesaplanmıştır. Buradan, havza ortalama eğimi % 10,2 ve yüksekliği 45,4 m, ana akarsu kolu uzunluğu 15,1 km ve eğimi % 1,0 bulunmuştur. Yönevi kuzeydoğu-güneybatı olan havzada özgül debi 0,000003 m³/s (0,26 m³/gün) ve uzun yıllar ortalama yağış miktarı için yüzey akış katsayısı % 17,4 olmuştur.

Havza yıllık su verimi 101,1 mm yüzey akış miktarı için 5.007.483 m³/yıl hesaplanmıştır. Yüzey akış eğri numarası 82 olarak belirlenen havzada muhtelif tekerrürlü sağanak yağışların dere yatağında oluşturduğu maksimum taşkın debileri, 100 yıl tekerrürlü 6 saatlik yağış fazlası için 80,23 m³/s, yine 500 yıl tekerrürlü 6 saatlik yağış fazlası için 112,48 m³/s olmuştur.

4.2. Öneriler

Su kaynaklarının yönetimi, akarsu yağış alanları dikkate alınarak bütüncül bir havza planlaması ile ele alınmalıdır. Zira, idari ve siyasi sınırlardan bağımsız olarak tamamen coğrafi şartlar gereğince sınırları çizilmiş akarsu havzalarında su kaynaklarının daha rantabil kullanılması sağlanmış olacaktır.

Akarsu havzalarının yönetiminde gerekli temel verilerin temininde uydu görüntülerinin kullanılması ve her bir havzanın kendine mahsus olan morfolojik karakteristiklerinin belirlenmesi, yapılacak planlamaların daha doğru olması açısından önemli olmaktadır.

Yerleşim yeri içerisinde geçmekte olan Kayı Deresinin, mansapta can ve mal kayıplarına, sebep olacak bir taşkın riskinin en aza indirilmesi/önlenmesi için havza amenajmanı önemli olmaktadır. Bu anlamda havza içerisinde bir yerüstü su depolama yapısı/gölet inşasına gidilmelidir.

Kuru tarım olarak yaygın ekimi yapılan buğday-ayçiçeği ikili münavebesinde, toprak ve su kayıplarının en aza indirilmesi için tesviye eğrilerine paralel sürüm ve ekimin yapılması gerekmektedir.

Havzanın yüksek alanlarında ağaçlandırmaya, mevcut meralarda ıslah çalışmalarına önem verilmesi ile erozyon zararlarının önlenmesi amaçlanmalıdır. Bu konuda havza içerisinde yer alan yerleşim yerlerindeki çiftçi ve sakinlere yönelik eğitim ve demonstrasyon faaliyetleri yürütülmelidir.

Havza içerisinde yer alan Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi öğrencilerine, bütüncül havza planlaması ve yönetimi konusunda bilgilendirme toplantıları ve konferanslar yapılmalıdır.

Yine havza içerisindeki yerleşim yerinde yer alan Devlet Su İşleri (DSİ) Şube Müdürlüğü'nün, Kayı Deresinin zaman zaman gerektiren yatak temizleme çalışmalarında aktif rolünü sürdürmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, C., Efeoğlu, A. ve Yeşil, N. (2006), *Avrupa Birliği Su ereve Direktifi ve Türkiye 'de Uygulanabilirliği*, TMMOB Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2006, ss. 195-204.
- Albayrak, İ. (2012). *Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul-Ömerli Havzası rneğinde uygulanabilirliği* (Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.
- Bach, H., Clausen, T.J., Dang, T.T., Emerton, L., Facon, T., Hofer, T., Lazaruz, K., Muziol, C., Noble, A., Schill, P., Sisouvanh, A., Wensley, C. and Whiting, L. (2011). *From local watershed management to integrated river basin management at national and transboundary levels*, Mekong River Commission, Lao PDR.
- Bahadır, M. (2011). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile Acıgöl havzasının sürdürülebilir kullanımı ve yönetimi*, Doktora tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Benson, D., Fritsch, O., Cook, C. and Schmid, M. (2014). Evaluating participation in WFD river basin management in England and Wales: Processes, communities, outputs and outcomes, *Land Use Policy*, no. 38, pp. 213-222.
- Boyraz, D. ve Sarı, H. (2012). Tekirdağ Değirmenaltı-Muratlı Kavşağı evre Yolunu Oluşturan Katenadaki Toprakların Fiziksel ve Zemin zelliklerinin Değerlendirilmesi. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 9(3), pp. 68-78.
- Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Chubarenko, B. (2008). Watershed management in the Russian Federation and transboundary issues by example of Kalinigrad Oblast (Russia), Sustainable Use and Development of Watersheds, Gonen, I.E., Vadineanu, A., Wolflin, J.P., Russo ,R.C. (Eds.) *NATO Science for Peace and Security Series-C: Enviromental Security*, pp. 133-149.
- Danacıoğlu, ř. (2017). *Bakıray havzasında ekolojik risk karakterizasyonuna dayalı havza yönetimi* (Doktora Tezi), Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- Dawei, H. and Jingsheng, C. (2001). Issues, perspectives and need for integrated watershed management in China, *Environmental Conservation*, Vol. 28, no. 4, pp. 368-377.
- DMİ, (2021). *Devlet Meteoroloji İşleri Blteni*, Tekirdağ.
- Erol, A.G. ve Karadeniz, C. (2018). Morfometrik parametrelerin havza hidrolojisi bakımından değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Forestry*, 19 (4), 447-454. DOI: 10.18182/tjf.476776.
- Fernández, A. (2016). *River Basins and Water Management in Spain. Tagus and Ebro River Basin Districts: an account of their current situation and main problems*, Universidad

Autónoma de Madrid Spain, Policy Department C: Citizens' Rights and Constitutional Affairs European Parliament.

Hızal, A., Serengil, Y. ve Özcan, M. (2008). *Ekosistem Tabanlı Havza Planlama Metodolojisi ve Havza Çalışmalarında Yapılan Yanlış Uygulamalar*, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008)., Ankara.

İstanbuluoğlu, A., (2015). *Hidroloji-Uygulamalı Havza Hidrolojisi*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, 17, 6, Tekirdağ.

Karadağ, A.A. ve Barış, M.E. (2012). Kovada Gölü Alt Havza yönetim planının geliştirilmesi, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, c. 88, s. 1, ss. 118-136.

Kırtorun, E. ve Karaer, F. (2018). Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, cilt.1, sa.2, ss.151-159.

Kurum, A. (2022).

Liefferink, D., Wiering, M. and Uitenboogaart, Y. (2012). The EU Water Framework Directive: a multi-dimensional analysis of implementation and domestic impact, *Land Use Policy*, No. 28, pp. 712-722.

Moray, S. ve İstanbuluoğlu A. (2022). Tekirdağ Koşullarında Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum bicolor-Sorghum sudanense*) Su-Verim İlişkileri. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 19(1), pp. 166-176.

Öztürk, S. (2011). *Devrekani Çayı Alt Havzası örnekleminde havza yönetim planının geliştirilmesi* (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011.

Reis, A. ve Dindaroglu, T. (2018). Havza ölçeğinde bazı ekohidrolojik karakteristikler ile arazi kullanım ilişkilerinin araştırılması (Bertiz Çayı Yağış Havzası Örneği). *Turkish Journal of Forest Science* , 2 (1) , 68-82 . DOI: 10.32328/turkjforsci.413309.

Snellen, W.B. and Scherel, A. (2005). IWRM: For Sustainable Use of Water 50 Years of International Experience with the Concept of Integrated, *Water Resources Management*, Background Document to the FAO/Netherlands Conference on Water for Food and Ecosystems, The Hague.

Tülücü, K. (1996). *Uygulamalı Hidroloji*. Çukurova Üninersitesi Ziraat Fakültesi yayınları, 138/43, Adana.

Tüzün, G. (2010). *Havza planlama ve yönetiminde yöntem arayışı: Meriç-Ergene Havzası örneği* (Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yavuz, F. (2011). *Katılımcı havza planlaması ve yönetimi: Beyşehir Gölü havzası 'nda kritik başarı faktörlerinin değerlendirilmesi* (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.