

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**CEYHAN HAVZASI'NDAKİ YAĞIŞLARIN UZUN  
DÖNEM İSTATİSTİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Rojgül DEMİREL**

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

**İstanbul – 2022**



## TEZ TANITIM FORMU

**Yazar Adı Soyadı** : Rojgöl DEMİREL

**Tezin Dili** : Türkçe

**Tezin Adı** : Ceyhan Havzası'ndaki Yağışların Uzun Dönem İstatistik Analizi

**Enstitü** : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

**Anabilim Dalı** : İnşaat Mühendisliği

**Tezin Türü** : Yüksek Lisans

**Tezin Tarihi** : 21.01.2022

**Sayfa Sayısı** : 95

**Tez** : Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

**Danışmanları**

**Dizin Terimleri** : Ceyhan Havzası, Yağış, Trend analizi, Olasılık dağılım fonksiyonları, Uygunluk testleri.

**Türkçe Özet** : Bu tezde, Ceyhan Havzası'nda bulunan 17 adet istasyon için uzun süreli (9-61 yıl arası) istatistik analizi ve yağış trend analizi yapılmıştır.

**Dağıtım Listesi** : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne  
2. YÖK Ulusal Tez Merkezine

*İmzası*

*Rojgöl DEMİREL*

**T. C.  
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**CEYHAN HAVZASI'NDAKİ YAĞIŞLARIN UZUN  
DÖNEM İSTATİSTİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans

**Rojgül DEMİREL**

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

**İstanbul – 2022**

## **BEYAN**

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Rojgöl DEMİREL

.../.../2022



**İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Rojgül DEMİREL'in "Ceyhan Havzası'ndaki Yağışların Uzun Dönem İstatistik Analizi" adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

*İmza*

*Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA*  
(Danışman)

Üye

*İmza*

*Dr. Öğr. Üyesi Mustafa NURİ BALOV*

Üye

*İmza*

*Dr. Öğr. Üyesi Ferruh MAHNAMFAR*

**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

... / ... / 20..

*İmzası*

*Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ*  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Su yaşamımız için önemli bir kaynaktır ve bu kaynağın kısmını da yağışlardan elde ederiz. Yağış trend analizi ileride olacak tehlikelere karşı bize tahmini veriler sunar ve bize oluşabilecek tehlikelere karşı önlem almamız gerektiğini gösterir.

Bu çalışmada, Ceyhan Havzası'nın yıllık maksimum yağışları göz önüne alınarak trend analizi yapılmıştır. Ceyhan Havzası'na ait 17 istasyonun verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilerek kullanılmıştır. En kısa süreli veri 9 senelik ve en uzun süreli veri ise 61 seneliktir. Bu verilerin çeşitli dönüş aralıklarında (50, 100 ve 200) senelik yağış değerini tahmin etmek için en çok kullanılan 6 olasılık dağılım fonksiyonu (Normal dağılım, Log-Normal dağılım, Gumbel dağılımı, GEV dağılımı, Pearson Tip 3 dağılımı ve Log-Pearson Tip 3 dağılımı) uygulanmıştır. Bu dağılımların uygunluğunu kontrol etmek için ise L-Moment testi, Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı (PPCC) testi uygulanmıştır. Verilerin zaman içerisindeki artış ve azalışlarını bulmak için Mann-Kendall trend testi kullanılmıştır.

L-Moment testi sonucuna göre en uygun dağılım GEV dağılımıdır. K-S testi sonucuna göre ise en uygun dağılımlar Log-Normal, Log-Normal 3 ve GEV dağılımlarıdır. PPCC testinden elde edilen sonuçlar en uygun dağılımın Normal dağılım olduğunu göstermiştir. Mann-Kendall trend analizi sonucunda ise 0.05 anlamlılık düzeyinde hiçbir istasyonda trende rastlanmamıştır

**Anahtar Kelimeler:** Ceyhan Havzası, Yağış, Trend Analizi, Olasılık Dağılım Fonksiyonları, Uygunluk Testleri

## SUMMARY

Water is an important resource for our life and we get a part of this resource from precipitation. Precipitation trend analysis provides us predictive data against future hazards and it shows us that we need to take precautions against the dangers that may occur.

In this study, a trend analysis was carried out by considering the annual maximum precipitation of the Ceyhan Basin. Data from 17 stations belonging to the Ceyhan Basin were used (these data were obtained from the General Directorate of Meteorology). The duration of records changes from 9 years to 61 years. The 6 most commonly used probability distribution functions (Normal distribution, Log-Normal distribution, Gumbel distribution, GEV distribution, Pearson Type 3 distribution and Log-Pearson Type 3 distribution ) were applied to estimate the precipitation values of 50, 100 and 200 years in various return periods of these data. L-Moment test, Kolmogorov-Smirnov (K-S) test and Probability Plot Correlation Coefficient (PPCC) test were used to examine the goodness-of-fit of these distributions. Mann-Kendall trend analysis was used to detect the trend in the precipitation data over time.

According to the results of the study, the best distribution functions in term of goodness-of-fit are GEV based on the L-Moment test, Log-Normal, Log-Normal 3 and GEV distributions based on the K-S test and the Normal distribution based on the PPCC test. Based on the results of the Mann-Kendall trend test, the trends were found to be non-significant based on the 0.05 significance level.

**Keywords:** Ceyhan Basin, Precipitation, Trend Analysis, Probability Distribution Functions, Conformity Tests.



# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMALAR .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
EKLER LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
GİRİŞ .....	1

## BİRİNCİ BÖLÜM GENEL BİLGİLER

1.1. Tezin Amacı .....	4
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması ve Kapsamı.....	4
1.3. Önceki Çalışmalar .....	6

## İKİNCİ BÖLÜM MATERYAL VE METOTLAR

2.1. Yağış.....	10
2.1.1. Yağış Tipleri.....	10
2.1.1.1. Sıcaklık farkı (Konvektif) yağışlar .....	10
2.1.1.2. Yükseklik farkına dayanan (Orografik) yağışlar .....	11
2.1.1.3. Basınç farkına dayanan (Siklonik, Cephe) yağışlar.....	11
2.2. Yağışölçerler .....	12
2.2.1. Yazıcı Olan (Plüviyograf) Yağışölçerler.....	13
2.2.1.1. Devrilen kovalı yağışölçerler.....	13
2.2.1.2. Terazili yağışölçerler .....	14
2.2.1.3. Sifonlu yağışölçerler .....	16
2.2.2. Yazıcı Olmayan (Plüviyometre) Yağışölçerler .....	16
2.2.3. Hava Tahmin Radarları .....	16
2.2.4. Depolamalı Yağışölçerler.....	16

2.3. Alansal Yağış Hesaplama Yöntemleri .....	17
2.3.1. Aritmetik Ortalama Yöntemi.....	17
2.3.2. Üçgen Yöntemi.....	17
2.3.3. Thiessen (Çokgen) Yöntemi.....	18
2.3.4. İzohiyet (Eş-Yağış) Yöntemi.....	19
2.3.5. Ağırlıklı Çokgen (Şen) Yöntemi .....	19
2.3.6. Yüzde Ağırlık Poligon Yöntemi.....	20
2.3.7. Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) Enterpolasyon Yöntemi.....	21
2.4. Verilerin İstatistiksel Hesabı (Dağılım Parametrelerin Tahmini) .....	22
2.4.1. Rastgele Değişkenin İstatistiksel Momentleri.....	22
2.4.1.1. Merkez parametreleri .....	23
2.4.1.2. Yayılım parametreleri.....	23
2.4.1.3. Çarpıklık parametreleri.....	25
2.4.1.4. L-Moment hesapları .....	25
2.5. Yağış Eğilimlerinin (Trendinin) Belirlenmesi .....	27
2.5.1. Mann-Kendall Yöntemi.....	27
2.6. Yağışların Olasılık Dağılım Fonksiyonları .....	28
2.6.1. Analitik Çözümler .....	29
2.6.1.1. Normal dağılım.....	29
2.6.1.2. Log-Normal dağılımı .....	30
2.6.1.3. Gumbel dağılımı .....	32
2.6.1.4. Ekstrem Değer Dağılımı (GEV) .....	33
2.6.1.5. Pearson Tip-3 dağılımı .....	35
2.6.1.6. Log-Pearson Tip-3 dağılımı.....	35
2.6.2. Uygunluk Testleri.....	36
2.6.2.1. L-Moment testi .....	36
2.6.2.2. Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi.....	38
2.6.2.3. Olasılık çizgisi korelasyon katsayısı (PPCC) testi .....	39

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### CEYHAN HAVZASI'NDA YAĞIŞ TREND ANALİZİ

3.1. Gözlemlerin İstatistik Değerleri.....	40
3.1.1. İstatistik Momentler .....	40
3.1.2. L-Moment Hesabı .....	42
3.2. Olasılık Dağılım Fonksiyonları.....	43
3.3. Yağışlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıkları.....	44
3.4. Uygunluk Testleri.....	51

3.4.1. L-Moment Testi .....	51
3.4.2. Kolmogorov-Simirnov Testi .....	52
3.4.3. PPCC Testi .....	54
3.5. Trend Analizi .....	57
<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>66</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>67</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>72</b>



## KISALTMALAR

<b>DMİ</b>	:	Devlet Meteoroloji İşleri
<b>DSİ</b>	:	Devlet Su İşleri
<b>IDW</b>	:	Inverse Distance Weighted
<b>K-S</b>	:	Kolmogorov-Smirnov
<b>LN</b>	:	Log-Normal Dağılım
<b>LP3</b>	:	Log-Pearson Tip-3 Dağılım
<b>MGM</b>	:	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
<b>N</b>	:	Normal Dağılım
<b>P3</b>	:	Pearson Tip-3 Dağılım
<b>PPCC</b>	:	Probability Plot Correlation Coefficient

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Ceyhan Havzası Yağış Gözlem İstasyonlarına Ait Bilgiler.....	5
<b>Tablo 2.</b> İstasyonların İstatistiksel Parametreleri .....	41
<b>Tablo 3.</b> İstasyonların L-Moment Değerleri .....	42
<b>Tablo 4.</b> İstasyonların L-Moment Değerleri (Tablo 3'ün devamı) .....	42
<b>Tablo 5.</b> İki parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları.....	43
<b>Tablo 6.</b> Üç parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları.....	43
<b>Tablo 7.</b> Üç parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları (Tablo 6'nın devamı).....	44
<b>Tablo 8.</b> 17649 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	45
<b>Tablo 9.</b> 17908 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	45
<b>Tablo 10.</b> 17960 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	45
<b>Tablo 11.</b> 17979 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	46
<b>Tablo 12.</b> 18055 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	46
<b>Tablo 13.</b> 17255 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	46
<b>Tablo 14.</b> 17866 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	47
<b>Tablo 15.</b> 17868 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	47
<b>Tablo 16.</b> 17870 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	47
<b>Tablo 17.</b> 18156 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	48
<b>Tablo 18.</b> 18157 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	48
<b>Tablo 19.</b> 17355 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	48
<b>Tablo 20.</b> 17907 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	49
<b>Tablo 21.</b> 18064 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	49
<b>Tablo 22.</b> 18063 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	49
<b>Tablo 23.</b> 8275 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini .....	50
<b>Tablo 24.</b> 17871 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.....	50
<b>Tablo 25.</b> L-Moment Testi Sonucu Uygun Dağılımlar .....	51
<b>Tablo 26.</b> K-S Testi Sonucu.....	52
<b>Tablo 27.</b> K-S Testi Özeti.....	53
<b>Tablo 28.</b> PPCC Testi Sonucu .....	54
<b>Tablo 29.</b> PPCC Testi Sonucu (Tablo 28'in devamı) .....	55
<b>Tablo 30.</b> PPCC Testi Özeti.....	56
<b>Tablo 31.</b> Mann-Kendall Trend Analizi Sonuçları.....	57

## GRAFİKLER LİSTESİ

<b>Grafik 1</b> 17649 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	59
<b>Grafik 2</b> 17908 No'lu İstasyonun Trend Grafiği. ....	59
<b>Grafik 3</b> 17960 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	60
<b>Grafik 4</b> 17979 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	60
<b>Grafik 5</b> 18055 No'lu İstasyonun Trend Grafiği .....	60
<b>Grafik 6</b> 17255 No'lu İstasyonun Trend Grafiği .....	61
<b>Grafik 7</b> 17866 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	61
<b>Grafik 8</b> 17868 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	62
<b>Grafik 9</b> 17870 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	62
<b>Grafik 10</b> 18156 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	62
<b>Grafik 11</b> 18157 No'lu İstasyonun Trend Grafiği. ....	63
<b>Grafik 12</b> 17355 No'lu İstasyonun Trend Grafiği .....	63
<b>Grafik 13</b> 17907 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	64
<b>Grafik 14</b> 18064 No'lu İstasyonun Trend Grafiği. ....	64
<b>Grafik 15</b> 18063 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	64
<b>Grafik 16</b> 8275 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	65
<b>Grafik 17</b> 17871 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.....	65

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Ceyhan Havzası'nın Konumu .....	5
Şekil 2. Yağış Ölçüm İstasyonların Harita Üzerindeki Konumu.....	6
Şekil 3. Konvektif Yağışlar (Url.6).....	11
Şekil 4. Orografik Yağışlar (Url.7).....	11
Şekil 5. Cephe Yağışlar (Url.7).....	12
Şekil 6. Plüviyograf (Url.4) .....	14
Şekil 7. Devrilen Kovalı Yağışölçer (Okman, 1994).....	15
Şekil 8. Terazili Yağışölçerler (Balcı, 2020).....	15
Şekil 9. Plüviyometre (Balcı, 2020).....	16
Şekil 10. Üçgen Yöntemi (Şen, 2003).....	18
Şekil 11. Thiessen Yöntemi (Şen, 2003).....	19
Şekil 12. İzohiyet Yöntemi (Şen, 2003).....	19
Şekil 13. Şen Yöntemi .....	20
Şekil 14. IDW Yöntemi (Balcı, 2020).....	22
Şekil 15. Pozitif, Negatif ve Simetrik Çarpıklıkların Grafiği (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005). .....	25
Şekil 16. Normal dağılımın ihtimal yoğunluk fonksiyonu (Usul, 2013).....	29
Şekil 17. Normal dağılımın toplam yoğunluk fonksiyonu (Usul, 2013).....	30
Şekil 18. Normal dağılım grafik kâğıdı (Usul, 2013).....	30
Şekil 19. Log-Normal dağılım grafiği (Usul, 2013).....	31
Şekil 20. Log-Normal dağılım grafik kâğıdı (Usul, 2013).....	32
Şekil 21. Gumbel dağılım grafiği (Balcı, 2020).....	33
Şekil 22. Gumbel dağılım grafik kâğıdı (Balcı, 2020).....	33
Şekil 23. Pearson Tip-3 Dağılımı (Balcı, 2020).....	35
Şekil 24. Log Pearson Tip-3 dağılımı (Usul, 2017).....	36
Şekil 25. İki Parametrelili dağılımlarda L-Moment Diyagramı (Önöz ve Bayazıt, 2008).....	37
Şekil 26. Üç Parametrelili Dağılımlarda L-Moment Diyagramı (Önöz ve Bayazıt, 2008).....	38
Şekil 27. L-Moment Diyagramı.....	51
Şekil 28. L-Moment Testine Göre İstasyonların Uyumluluk Dağılım Haritası .....	52
Şekil 29. K-S Testi Dağılımı .....	54
Şekil 30. PPCC Testi Dağılımı.....	57

## EKLER LİSTESİ

- EK-A:** Ceyhan Havzası'na ait bilgiler (tamamı)
- EK-B:** P3 dağılımının frekans faktörü
- EK-C:** K-S testi için  $\Delta a$  değerleri
- EK-Ç:** Normal ve Gumbel dağılımları için K-S testinin  $\Delta a$  değerleri (Crutcher, 1975)
- EK-D:** Z tablosu (pozitif)
- EK-E:** PPCC testi için Normal dağılımın kritik a değerleri (Helsel Vhiesich, 1992)
- EK-F:** PPCC testi için Gumbel dağılım kritik a değerleri (Vogel, 1986)
- EK-G:** T-Student tablosu
- EK-Ğ:** Z tablosu (negatif)





## ÖNSÖZ

Lisans eğitiminde akademik olarak ilerlemeyi her zaman düşündüm ve bu alanın hidroloji olması konusunda çok emin ve ısrarcıydım. Hidroloji alanında ilerlemek için attığım ilk adım yüksek lisansa başlamak oldu.

Bu adımın her anında yanımda olan ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Dr. Yasin PAŞA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana yardımlarını esirgemeyen Zaid AL-QAZZAZ arkadaşşıma teşekkür ederim.

Ayrıca her konuda yanımda olan ve beni destekleyen babam Cüneyt DEMİREL, annem Hanım DEMİREL, kardeşlerim Bünyamin ve Yusuf'a yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

## GİRİŞ

Su, yaşamın temel bileşenlerinden biridir. Su, bir besin maddesi olmasının yanı sıra içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde çok etkin rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmasına; besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar birçok görev alır. Bu sebeple susuz hayat hayal edilemez. Su, aynı zamanda canlılar için bir hayat kaynağıdır (Baysal, 1989; Himes, 1991; Benjamin, Garman ve Funston, 1997; Akın, Güleç, Sağır, Gültekin ve Bektaş, 2005; Atabey, 2005).

Dünya üzerinde birçok kullanım alanı vardır. Sağlık, tarım, sanayi, temizlik, bilim, teknoloji, giyim, kozmetik bu alanlardan bazılarıdır. Nüfus artıkça suya ihtiyaç da artar, bu nedenle su ihtiyacının karşılanması çok önemlidir. Bu ihtiyaç yer üstü ve yer altı kaynaklardan karşılanır, bu kaynakları yağışlar besler. Ancak yağışlar sürekli farklılık gösterdikleri için yağışlar artınca su kaynaklarının verimi de artar ve bazen zarara sebep olacak kadar akış olur. Bu akışa taşkın denir. Taşkını önlemek için uygun yapılar inşa edilmelidir. Yağışlar azalınca su kaynaklarının verimi düşer ve bu kuraklığa sebep olabilir. Orta derece ve uzun süreli kuraklık, şiddetli ama kısa süreli kuraklıktan daha fazla zarara sebep olur. Kuraklığın tamamen önlenmesi mümkün değildir ama su kaynaklarının kuraklık dikkate alınarak işletilmesiyle etkisi azaltılabilir.

Ayrıca 21. yüzyılın en önemli sorunlarından biri iklim değişikliğidir. İklim değişikliği, iklim verilerinin ortalamalarında oluşan, uzun dönemli, büyük varyasyonlardır. İklim değişikliğinin sebepleri, nüfus artışı ve bununla birlikte enerji tüketimi, kirlilik, toprak kullanımı, sanayinin gelişmesi, doğanın tahrip edilmesi gibi etkenlerdir. İklim değişikliğinin en büyük sebebi ise küresel ısınmadır. Karbondioksit, metan, azot oksitler ve kloflorokarbondan oluşan sera gazlarının atmosfere yayılımı sonucu yeryüzünden yansıyan güneş ışınları, uzaya ulaşmadan bu gazlar tarafından tutulur ve yeryüzüne geri yansıtılır. Bu yansıma yeryüzünün aşırı ısınmasına sebep olur. Bununla beraber, yağışların ve akarsulardaki akışların da bu ısınmadan etkilendiği düşünülmektedir (Douglas, Vogel ve Kroll, 2000).

İklim değişikliği küresel ölçekte oluşmasına rağmen, etkileri genellikle bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir (Trajkovic ve Kolakovic, 2009). Küresel iklim değişikliği bazı yerlerde taşkın ve sel oluşumuna, bazı yerlerde ise kuraklığa sebep olur.

Meteorolojik değişkenlerin analizi, iklim değişikliğinin tespitinde önemlidir. Yağış, bitki örtüsü, su tüketimi, sıcaklık, nem gibi bazı iklimsel veriler arasında yağış ve su, tarım ve ekolojik yönetim için önemli bir değişken olması nedeniyle üzerinde en çok çalışılan parametrelerdir. Yağıştaki değişiklikler sel veya kuraklık gibi aşırı durumlara, biyolojik türlerde azalmaya ve tarımsal üretkenlikte verim kaybına sebep olabilmektedir. Atmosferik döngüde oluşan herhangi bir farklılığın iklimi ve buna bağlı olarak yağış etkilemesi kaçınılmazdır. Aynı şekilde yağıştaki farklılıklar da akımı etkiler. Bu nedenle, zaman içinde farklılık gösteren yağış eğilimleri su kaynaklarını planlayabilmek için oldukça önemlidir. Son zamanlarda iklim değişikliği eğilimlerini tespit edebilmek için dünyada birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların çoğu sıcaklık ve yağış ile ilgili yapılmıştır. Sıcaklık ve yağışın akım üzerinde yaptığı değişiklikler taşkın ve su planlaması için oldukça önemlidir. Buna bağlı olarak iklim değişikliği, yapılan eğilim (trend) analizlerinin önemini ve sayısını artırmıştır. Son zamanlarda trend analizleri ile alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Trend analizlerinde iklim değişikliğinin yanında şehirleşme ve sanayileşme faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Düzensiz şehirleşme, sanayileşmenin getirdiği kimyasallar akarsu havzalarını olumsuz anlamda etkilemekte ve trende sebep olmaktadır (Namlı, 2019).

Su kaynaklarının kullanılması ve su yapılarının planlanması gibi birçok konuda analizlerin sağlıklı şekilde yapılabilmesi için çoğu parametrenin (yağış, akış, sızma, buharlaşma ve terleme vs.) doğru ve uzun süreli ölçümünün yapılabilmesi çok önemlidir. Yağış verisi ise bu parametrelerin en önemlilerindedir. Geçmiş yıllara yönelik yağış verileri ile ilgili sağlıklı ve uzun süreli bilgi iyi bir analiz için büyük önem taşımaktadır. Geçmiş yıllara yönelik ölçümü bulunmayan istasyonların verileri aynı havza içerisinde bulunan ve hidrometeorolojik olarak benzeyen diğer istasyonların verileri ile tahmin edilebilmektedir. Elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından tahmin yönteminin doğru seçilmesi önemlidir (Saplıoğlu ve Çimen, 2010).

Su bilimciler, herhangi bir havzada verilen bir yağışın oluşturduğu akımı türetmekle ilgilenmektedirler. Bunun için tarihsel yağış, buharlaşma ve akım verileri

istatistiksel yöntemlerle değerlendirilerek gelecekle ilgili tahminler yapılmaktadır. Akım ölçümleri olmayan havzalarda, verilen bir yağışa karşı gelecek akış yüksekliğinin kestiriminin yapılması sürecinde yağış-akış bağlantılarından faydalanılmaktadır (Turhan, 2012).

Su kaynakları tasarımında yağış-akış ilişkisinin, doğadaki gerçek durumu tam olarak yansıtacak bir biçimde belirlenmelidir. Yağış-akış ilişkisinin geliştirilmesiyle ilgili çok sayıda araştırmada, herhangi bir havza için farklı durum kümeleri oluşturulmaktadır. Bununla birlikte, bu yöntemler bilinen yağış değerlerinde, akışın hesaplanmasında geçerli olan değişkenleri kullanma zorunluluğunu gerektirmektedir (Yaşar, 2004).



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 1.1 Tezin Amacı

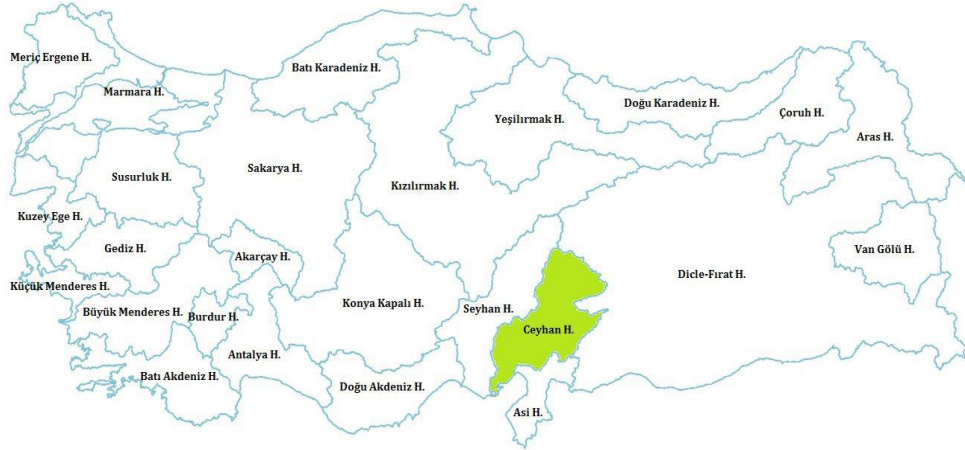
Bu tezde ülkemizdeki 26 havzadan biri olan Ceyhan havzasındaki 50 adet istasyon için 1960-2020 yıllarına ait günlük, aylık ve yıllık yağış verileri kullanılmıştır. Veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Bu veriler ayrıntılı olarak değerlendirilerek Ceyhan Havzasına ait yağış dağılımları, yağış büyüklükleri ve yağış şiddeti eğilimleri (trendleri) ve gelecek yıllarda olabilecek yağış dağılımları, büyüklükleri ve trendlerinin tahmin edilmesi hedeflenmiştir. Yaptığım araştırmalar sonucunda Ceyhan Havzasındaki yağışların uzun dönem istatistik analiziyle ilgili yeterli çalışma olmadığını gördüm ve bu konu hakkında çalışma yapmaya karar verdim.

### 1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması ve Kapsamı

Ceyhan Nehir havzası Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yer alır ve büyük bir kısmı Kahramanmaraş il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Havzanın batı ve kuzeybatısında Seyhan Nehir havzası, güneyinde Asi Nehir havzası ve doğu ve kuzeydoğusunda ise Fırat Nehir havzası bulunmaktadır. Ceyhan Nehir havzasının toplam alanı 20670 km<sup>2</sup> ve 2 yıllık ve yıllık akış miktarı ise 7.18 milyar m<sup>3</sup>'tür. Bu akış Türkiye toplam akışın yaklaşık %4'ünü oluşturur. (Tanrıverdi, Alp, Demirkıran ve Üçkardeş, 2010).

Ceyhan Havzası batıdan Seyhan, kuzey ve doğudan Fırat, güneyden Asi Havzalarıyla komşudur (Şekil 1). Toklu, Dibek ve Binboğa Dağları'nın sırt ve doruklarından geçen su bölümü çizgisi, havzayı Seyhan Havzası'ndan ayırır. Fırat Havzası'yla arasında kuzeyde Hezanlı, doğuda Keklice, Nurhak ve Bozdağları vardır. Ceyhan - Asi Havzaları arasındaki su bölümü çizgisi üzerinde ise Kösürük ve Kartal Dağları vardır. Havzanın bir bölümünü güneyden İskenderun Körfezi kuşatır. (Ceyhan HKEP 2010)

2016 verilerine göre Ceyhan Havzası sınırında toplam nüfus 2.015.377 kişidir.

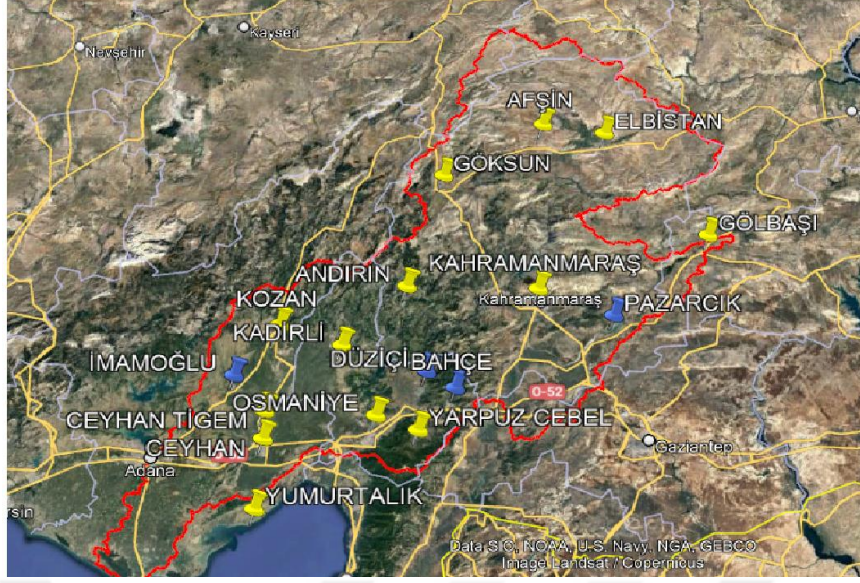


**Şekil 1.** Ceyhan Havzası'nın Konumu.

Çalışmada materyal olarak Ceyhan Havzasında bulunan 50 yağış gözlem istasyonu için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) 1960-2020 yılları arasında alınan veriler kullanılmıştır. Tablo 1'de sadece ölçüm sayısı 9 yıl ve üzeri olan istasyonlar var, EK-A'da daha detaylı tablo yer almaktadır. İstasyonların harita üzerindeki konumları Şekil 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Ceyhan Havzası Yağış Gözlem İstasyonlarına Ait Bilgiler

İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Gözlem Periyodu	Ölçüm Yılı Sayısı
17649	Ceyhan TİGEM	2010-2020	11
17908	Kozan	1960-2020	61
17960	Ceyhan	1961-2020	56
17979	Yumurtalık	1964-2020	58
18055	İmamoğlu	2012-2020	9
17255	Kahramanmaraş	1960-2020	61
17866	Göksun	1960-2020	61
17868	Afşin	1971-2020	48
17870	Elbistan	1960-2020	61
18156	Andırın	1985-1994 ve 2012-2020	18
18157	Pazarcık	2012-2020	9
17355	Osmaniye	1986-2020	35
17907	Kadirli	2009-2020	12
18064	Düziçi	2012-2020	9
18063	Bahçe	2012-2020	9
8275	Yarpuz Cebel	1964-1998	30
17871	Gölbaşı	1986-2020	32



**Şekil 2.** Yağış Ölçüm İstasyonlarının Harita Üzerindeki Konumu.

### 1.3. Önceki Çalışmalar

Türkeş (1996), çalışmasında senelik yağış verilerinin zamansal ve mekânsal analizini incelemek için Türkiye’deki 91 istasyonun 1930 ve 1993 yılları arasındaki yağış verilerine bağlı olarak yağış verilerinin alansal dağılımını bulmuştur. Bu çalışmanın sonunda senelik yağış verilerinin %13,8 ile %35,6 arasında olduğunu ve değişkenlik katsayısının en az olduğu yer Giresun, en fazla olduğu yer Adıyaman olduğu saptanmıştır.

Saf (2009), çalışmasında Batı Akdeniz havzasına ait 47 istasyon için 1940-2000 yılları arasında bulunan verileri L-Moment homojenlik testi uygulamış ve homojen alt bölgelere ayırarak bölgesel taşkın frekans analizi ve bu homojen alt bölgelerde bulunan istasyonların farklı yinleme aralığındaki hacimsiz taşkın değerlerini bulmayı amaçlamıştır.

Örgün (2015), bu çalışmasında Türkiye’deki 242 gözlem istasyonu için 1957-2010 tarihleri arasındaki belli sürelerde gözlemlenen en yüksek yağış şiddet verilerini inceleyerek her bir istasyon için Log-Normal, Gumbel ve Log-Pearson Tip 3 dağılımlarına uygunluğunu kontrol etmiş ve uygunluk testleri olan Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı (PPCC) testi ve Khi-kare testini uygulamış. En uygun dağılımın Log-Pearson Tip 3 ve ikinci uygun dağılımın ise Gumbel dağılımı olduğu görülmüştür.

Yıldırım (2015), bu çalışmasında Dicle ve Fırat havzasının alt havzalarından biri olan Orta Fırat Havzası'na bağlı 5 adet istasyon için akım verileri ay ve yıllara bölerek bu istasyonlara Mann-Kendall trend analizi, Şen trend analizi ve Sen's T Slope testi uygulamıştır. Bunun sonucunda Şen trend analizinin daha uygun olduğu görülmüştür.

Dabanlı (2017), çalışmasında iklim farklılıklarının Akarçay Havzası'nda yağış ve sıcaklığa etkisini incelemiştir. Bundan yola çıkarak Türkiye genelinde kuraklığın etkisini değerlendirmiştir. Yaptığı istatistiksel çalışmalar sonucunda 2011-2100 yılları arasında aylık toplam yağış ve ortalama sıcaklık tahminlerine ulaşmıştır.

Zeybekoğlu ve Karahan (2018), çalışmalarında Türkiye'de bulunan 207 yağış istasyonu için verilere Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho trend analizi yapılmış ve sonuçlara bağlı olarak yağış şiddetlerin trendlerini bulmuştur.

Balcı (2020), Antalya bölgesinde bulunan Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 14 adet istasyon için günlük, aylık ve yıllık veriler üzerinde çalışma yapmıştır. Yaptığı çalışmada hidrolojik alanda sık kullandığımız 6 olasılık dağılım fonksiyonlarını (Normal dağılım, Log-normal 2 ve 3 dağılımları, Gumbel dağılımı, Pearson Tip-3 dağılımı ve Log-Pearson Tip-3 dağılımı) uygulamıştır ve bu dağılımlara uygun olup olmadığını kontrol etmek için uygunluk testlerinden biri olan Kolmogorov-Smirnov testini kullanmıştır. Trend analizi için Şen yöntemini kullanmıştır.

Emek (2014), Doğu Anadolu Bölgesi'ne yağan aylık ve senelik toplam yağışların trend analizinin yapılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 46 tane yağış gözlem istasyonu için 1960 ile 2013 seneleri arasında değişen, verilere Run testi ve Pettitt testi yaparak benzerlik analizine bakılmıştır. Homojen olduğu bulunan istasyonlara Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho testleri yapılarak eğilim analizine bakılmıştır. Sen'in metodu uygulanarak trend eğimi bulunmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey kesimlerinde düşen trend bulunurken güney ve batı kesimlerinde ise azalan trend hakimdir.

Nemli 2017, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 10 meteoroloji istasyonundaki standart zamanlarda gözlenen senelik en yüksek yağış verilerinin eğilim analizi yapılmıştır. Önce tüm verilere Run (Swed Eisenhart) Homojenlik Testi uygulanmış ve homojen olduğu tespit edilen bütün meteoroloji istasyonuna ait veriler



trend analiz yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmada, trend analizi için parametrik yöntem olan Basit Regresyon Analizi ile parametrik olmayan Mann-Kendall testi ve Spearman'ın Rho testi kullanılmıştır. Trend tespit edilen istasyonlarda, eğilim başlangıç yılını istatistiksel olarak tespit etmek için parametrik olmayan Mann-Kendall Mertebe Korelasyon Testi kullanılmıştır. Trend analizi yönteminden önce gerçek trend varlığını belirlemek için gerçekte olmayan trendin oluşmasına sebep olan serisel korelasyonun yok edilmesi için Pre-Whitening yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem sadece Mann-Kendall Testi için uygulanmıştır. Çalışma sonunda, Doğu Karadeniz Bölgesindeki 10 adet meteoroloji istasyonu için standart sürelerdeki yağış şiddeti trend analizi göz önüne alındığında, genel olarak artan yönde bir eğilim tespit edilmiştir.

Namlı 2019, Fırat- Dicle ve Yeşilirmak havzalarında 1986-2011 yılları aralığında taşkın trend analizi yapmak ve bu yıllar arasında trendin başladığı noktayı belirlemek amacıyla yapılmıştır. 1986-2011 yıl aralığında kesintisiz maksimum akım verileri ile çalışma yapılmıştır. 1986-2011 yıl aralığında kesintisiz maksimum akım verileri ile çalışma yapılmıştır. Trend analizi ve değişim noktasını belirlemek için Ardışık Mann- Kendall yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle hangi yıl aralığında nasıl bir 3 trend olduğu (artan veya azalan) net bir şekilde görülebilmektedir.

Bonaccorso vd. (2005), İtalya'da bulunan Sicilya Bölgesi'ne ait 1920'den itibaren ve minimum 50 yıl ölçülen maksimum yağış serilerindeki doğrusal ve doğrusal olmayan trendlerin olup olmadığına bakmak için Mann-Kendall ve Student-t testlerini yaparak serilerde düşen trend olduğunu görmüşlerdir.

Gong vd. (2004), Kuzey Çin Bölgesi'nde bulunan 30 yağış istasyonuna ait 1956'dan 2000'e kadar olan yıllarda Mayıs-Eylül ayları arasında olan günlük yağışları tahlil ettikleri çalışmalarında; düşük yağışlı gün sayısının arttığı, orta şiddet ve üzerindeki yağışların ise azaldığı yönünde trende sahip olduğu görülmüştür.

İlker (2012), çalışmasında Akdeniz Bölgesi'nin alansal yağış dağılımlarını incelenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde dağılımların haritaları oluşturulmuştur. Bu yağışların dağılım haritaları, Inverse Distance Weighted (IDW), Kriging ve Spline enterpolasyon metotlarıyla bulunmuştur. Bu haritalarının uygunluğu, doğruluk tahminleri determinasyon katsayısına ( $R^2$ ) ve karekök ortalama hata değerlerine bağlı yapılmıştır. Bu analizlerin sonucunda genellikle IDW

enterpolasyon yönteminin uygun olduğu görülmüştür. Kriging yöntemi de birkaç istasyonda IDW yönteminden daha yüksek  $R^2$  değerleri vermiştir. Akdeniz Bölgesi'nde yağışın alansal dağılımı için en uygun yöntem IDW enterpolasyon yöntemidir.

Abdollahzadeh moradi (2012), çalışmasında İran'da bulunan Karun Üst Havzası'nın 14 akım istasyonunun debilerini kullanarak taşkın frekans analizi yapmıştır. İstasyon verilerinin her yıl için anlık pik değerlerine L-Moment, Kolmogorov-Simirnov ve PPCC testleri uygulayarak en uygun dağılımı bulmuştur. Trend analizi için de Mann-Kendall yöntemini kullanmıştır. Verilere uygulanan trend analiz yöntemi sonucunda hiçbir veride analiz bulunmamıştır.



## İKİNCİ BÖLÜM

### MATERYAL VE METOTLAR

#### 2.1 Yağış

Suyun yoğunlaşması sonucu atmosferde oluşan hava kütlelerinin soğumasıyla içindeki su buharının sıvı veya katı olarak yeryüzüne inmesine yağış denir. Sıvı hale yağmur, katı hale kar, dolu, çiy, kırağı denir.

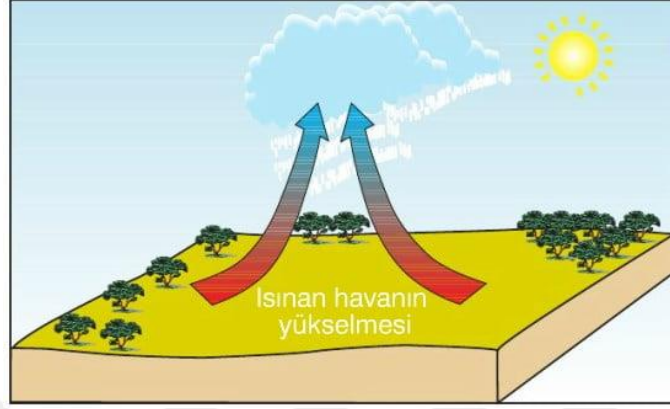
Yoğunlaşan su buharı ile buz kristallerinin ağırlığı çok küçük olduğu için az bir hızla yükselen atmosfer kütlelerinin içinde asılı kalır. Genellikle sıvı su damlacıkları 0.15 m/dak hızla yükselen atmosfer kütlelerinin içinde kalmasına karşılık bu damlacıklar ile eşdeğer bir ağırlıkta olan buz kristallerinin yüzeyi geniş olduğu için daha az bir hızla yükselen atmosfer kütlelerinin içinde asılı bulunur. Yağışların oluşması için yoğunlaşmış sıvı damlacıkları ile katı parçacıkları atmosferin alt katmanında asılı kalacak veya yeryüzüne düşecek bir büyüklüğe ulaşacak şekilde birleşmesi gerekir. Yoğunlaşan su buharının birleşmesi ile oluşan ve sıvı olarak yeryüzüne düşen kütleyle yağmur damlası ve katı olana da kar tanesi ya da kar lapası denir. Yağmur veya kar şeklindeki yağışların meydana gelmesi için yoğunlaşmış damlacıkların bulut halinde olması gerekir (Okman, 1994).

##### 2.1.1. Yağış Tipleri

###### 2.1.1.1. Sıcaklık farkı (Konvektif) yağışlar

Alt tabakaları üst katlara göre daha sıcak olan kararsız hava kütleleri yeterli miktarda nem sahipse boyuna güçlü hava yükselmesinden dolayı oluşan yağışlardır. Zemin sıcak ve üst kısımların soğuk veya serin olması bu yağışların oluşmasının en fazla sebebidir. Ülkemizin İç Anadolu bölgesinde yazın yağın sağanak yağışların da sebebi budur. Isınmadan dolayı yukarı çıkan hava, dikine olan Cb (cumulonimbus) bulutlarının oluşmasına sebep olur. Genellikle orajla beraber meydana gelen bu bulutlardan sağanak olarak yağış düşer. Bunun gibi yağışlar kısa süreli, güçlü ve kısa mesafelerde miktar değişikliği vardır. Kısa sürede çok fazla yağış oluşturduğu için ani bir yüzey akışına yani sel ve taşkına neden olur. Kış mevsimlerinde çok nadir ancak diğer mevsimlerde sık rastlanır. Çok etkili yağışlar oldukları için hasat zamanı için zararlı ama bitkilere çok fazla su bıraktığı için olumlu etkileri de vardır. İlkbahar ve

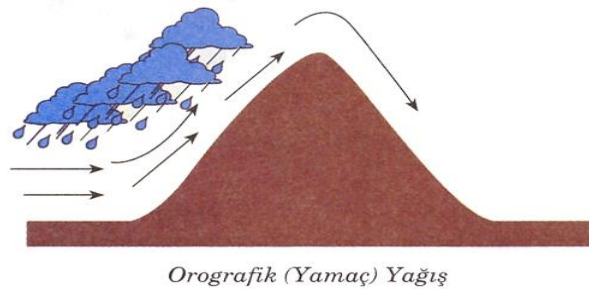
yaz başlarında kuzeyden gelen nemli ve kararsız hava kütlelerinin alt katmanları, sıcak İç Anadolu’da ısındığından dolayı öğleden sonraları güçlü konvektif yağışlar gerçekleşmekte ve halk arasında “Kırk İkinci Yağmurları” denmektedir (Gençer, Özcan, Uğurlu, Kesim, Kacar ve Aydın, 2005).



Şekil 3. Konvektif Yağışlar (Url.6).

#### 2.1.1.2 Yükseklik farkına dayanan (Orografik) yağışlar

Yamaç yağışları olarak da bilinirler. Genellikle, yüksek basınçtan alçak basınca doğru giden hava kütlesi dağ yamaçlarına doğru yükselirken dinamik olarak soğur ve bu kütlelerin sıcaklığı çığlenme noktasının altına düştükten sonra oluşan yağışlara orografik yağışlar denir. Dağlarda rüzgârın fazla olduğu yerlerde daha çok yağış olur. Karadeniz’deki dağlarının kuzey kesimlerinde ve Toros Dağ’larının güney kesimlerinde bu yağış türü görünmektedir. Bu yağışlar, az süreli sağanak ya da az şiddetli ve devamlı olurlar (İlker, 2012; Okman, 1994).



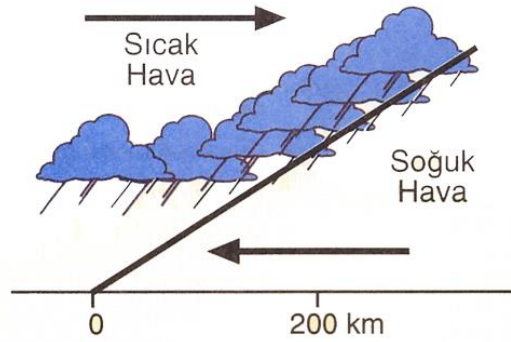
Şekil 4. Orografik Yağışlar (Url.7).

#### 2.1.1.3 Basınç farkına dayanan (Siklonik, Cephe) yağışlar

Bir yer genellikle hareket halinde olan hava kütleleri aynı mevsim içinde değişik karakterdeki hava kütleleri tarafından işgal edilir. Ara sıra da farklı karakterdeki hava

kütleleri birbiriyle karşılaşır. Bu karşılaşma yüzeylerine cephe denilir. Cephelelerde hafif olan sıcak hava kütlesi, ağır olan soğuk hava kütesinin üstüne çıkar.

Cepheler, bir yerin iklimi üzerinde çok önemli etkiler yapar. Cephelerin sık olduğu yerler yeryüzünün en çok yağış alan yerleridir. Cephe yağışları özellikle orta enlemlerde gezici alçak basınç alanlarının neden olduğu yağışlardır. Cephe arkasındaki sıcak hava soğuk hava kütesinin üzerinde yükselir, soğur, yağış oluşmasına sebep olur. Cephe boyunca soğuk havanın sıcak havayı iterek ilerlemesi durumunda soğuk cephe yağışları oluşurken sıcak havanın soğuk havayı iterek ilerlemesi durumunda ise sıcak cephe yağışları oluşur. Bu yağış özellikle 60° enlemlerinde batı ve kutup rüzgârlarının karşılaşma alanlarında yaygın olarak görülür. Ülkemizde ise kış aylarında Akdeniz kıyılan, sonbaharda ise Karadeniz kıyılarında cephe yağışları görülür (Küllahcı, 2019).



Frontal (Cephe) Yağış

Şekil 5. Cephe Yağışlar (Url.7).

## 2.2 Yağışölçerler

Hidrolojik hesapların mühendislik uygulamalarında güvenli olması, sağlam gözlem yapması ve sağlam ölçmesiyle olabilir. Yağış ölçme aletleri, o bölgenin iklimini çok iyi özümseyecek yerlere bırakılmalıdır. Genellikle, aletlerin yerleşiminde aşağıda verilen bilgiler dikkate alınarak konulmalıdır.

- Erişimi rahat, düzgün ya da eğimi düşük olan bölgeler seçilmeli.
- Aletin konduğu bölge yağış açısından enli, çukur olmayan ve çıkıntısız bir bölge olmalı.
- Alete yakın engelin dikey uzunluğu  $Y$  ise aletin engele mesafesi minimum  $3Y$  olmalı.

- Aletlerin hassaslığını etkileyen toz benzeri maddelere ve kimyasal kirliliklere mesafeli olan bölgelere konulmalıdır. Karayollarına, inşaat bölgelerine, kum ve topraklardan çıkan tozlara ve titreşim yaratan demir yollarına mesafeli alanlarda olmalı,
- Aletlerin çevresi canlıların girmeyeceği gibi olmalıdır.

Bir bölgenin yağış düzeniyle ilgili bilgi edinmek yalnızca önceki yıllarda yapılan yağış kayıtlarına bakmakla mümkündür. Bu yüzden farklı istasyonlarla ve belirli zamanlarla yağışlar kayıt altına alınmalı ve bu kayıtlar saklanmalıdır. Türkiye’de bu kayıtları almak ve saklamak Devlet Meteoroloji İşleri’ne (DMİ) aittir(Şen, 2002).

Yağışölçerler; yazıcı olan (plüviyograf) ve yazıcı olmayan (plüviyometre) yağışölçerler kullanılır ama uzun süreli yağışlar için depolamalı yağışölçerler ve hava tahmin radarları kullanılır.

### **2.2.1 Yazıcı Olan (Plüviyograf) Yağışölçerler**

Bu yağışölçerler sadece yağış miktarını değil yağış hızını da belirlemek için kullanılır (Şekil 6). En çok kullanılan plüviyograflar; devrilen kovalı, terazili ve sifonlu yağışölçerlerdir.

#### **2.2.1.1 Devrilen kovalı yağışölçerler**

Bu yağışölçerler Türkiye’de kullanılmamaktadır. Yağışı hesaplamak için devirme kovası düzeneği kullanan otomatik bir yağışölçerdir (Şekil 7). Yağışı tutmak için alt bölgesinde daracık bir boru bulunan toplayıcı hunisi bulunur. Su her yere küçük kovalar ile ince dengelenmiş tahterevallli cihazının üstüne düşmektedir. Kovalardan biri herhangi bir noktada doğrudan borunun altına konulur. Kovada yeterli su toplandığında karşı kepçeyi borunun altına kaldırırken ağırlığı dibe batmakta ve kendini boşaltmaktadır.

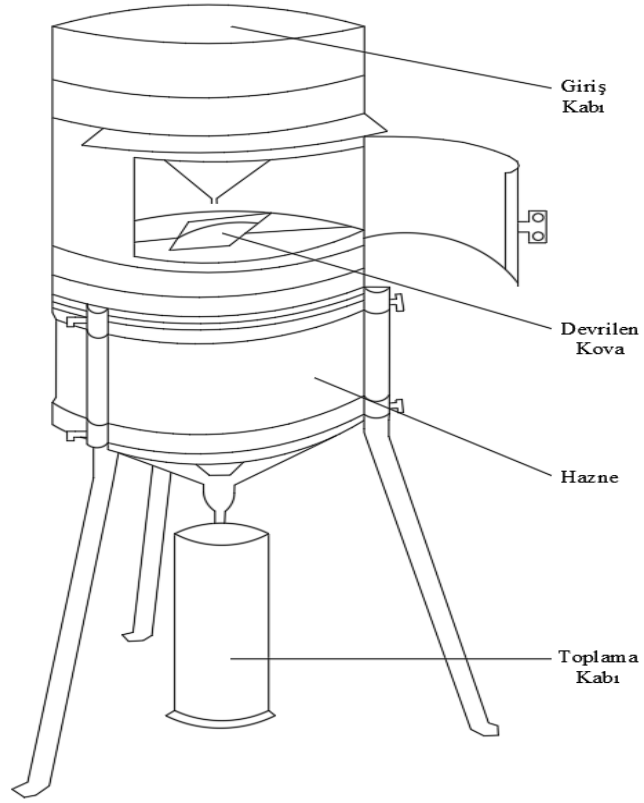


**Şekil 6.** Plüviyograf (Url.4).

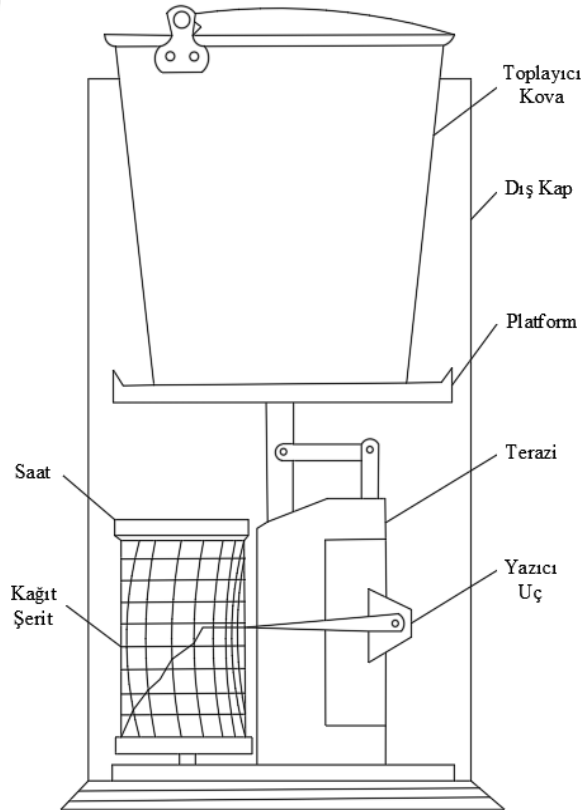
Yağış huniden kovalara akar ve bu süreç sürekli hale gelir. Kova tabana her değdiğinde elektronik bir anahtar tetiklenir ve anahtar sırayla baz istasyonuna kablosuz veya sabit hat sinyali yollar. Her sinyal, devirme kepçe mekanizmasında ayarlanan ve kalibre edilen belirli bir yağmur miktarını temsil etmektedir. Her sinyali sayarak ve toplayarak, hava durumu istasyonları herhangi bir dönemdeki yağış miktarını hesaplayabilmektedir.

#### **2.2.1.2 Terazili yağışölçerler**

Ülkemizde en yaygın yağışölçerlerdir (Şekil 8). Cihaz; yağışı toplayan bir kova, kovanın altında olan tartı ve yağış değişimini grafik üzerinde çizmek ve kaydetmek için kalemden oluşmaktadır. Grafikte olan enine eksen yağışın zamanla değişimini, boyuna eksense yağışın mm cinsinden yüksekliğini gösterir. Kovadaki yağış her gün kaydedildikten sonra boşaltılır ve diğer yağış için tekrar hazırlanılır. (Balcı, 2020).



Şekil 7. Devrilen Kovalı Yağışölçer (Okman, 1994).



Şekil 8. Terazili Yağışölçerler (Balcı, 2020).

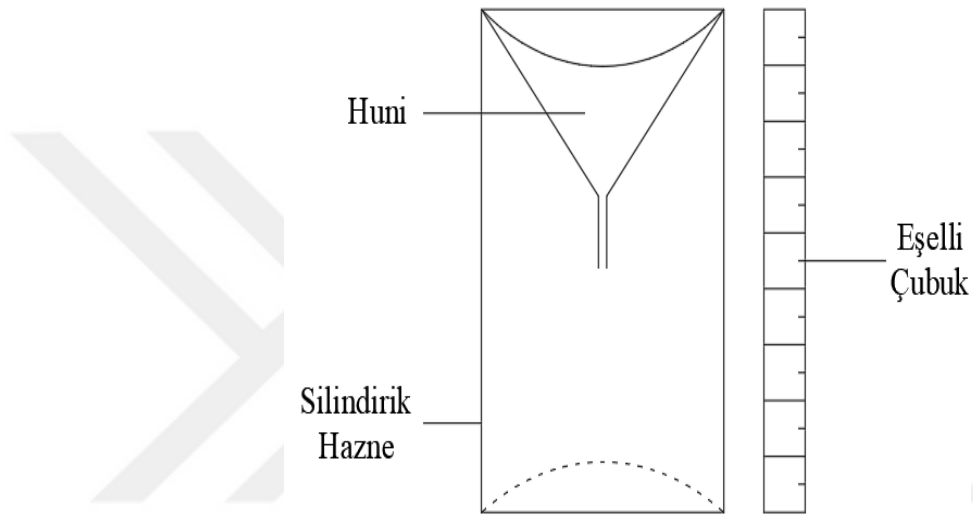


### 2.2.1.3 Sifonlu yağışölçerler

Kapta biriken su yükselip dolunca yazıcı bir işaret koyar ve yüzücü bir şamandıranın bir sifonu çalıştırmasıyla olur. Su bazen donabilir. Suyun donmaması için bazı kimyasal maddeler kullanılır.

### 2.2.2 Yazıcı Olmayan (Plüviometre) Yağışölçerler

Yeryüzüne düşen yağışı doğrudan ölçer. Toplama kabında biriken suyu ölçer, milimetre cinsinden ölçer (Şekil 9).



Şekil 9. Plüviometre (Balcı, 2020).

### 2.2.3 Hava Tahmin Radarları

Meteoroloji radarları olarak da bilinirler. Hareket halindeki yağışlar hakkında elektronik bilgiler verir. Bir radar anteninden belirli aralarla manyetik ışınlar yollar. Yollanan bu ışınlar 1 µm seviyesindedir. Saniyede bir sistem bundan neredeyse 1000 tane yollar. Gelen ışınlar içerisindeki sürelerden radar, daha önce gelen ışınların tekrar dönme miktarını hesaplar. Tekrar dönen dalgaların değerinden atmosferde olan yağış haliyle ilgili bilgi verebilir. (Şen, 2003).

### 2.2.4 Depolamalı Yağışölçerler

Ülkemizde yaygın kullanılan bu yağışölçerler genellikle mevsimlik ölçüm yaparlar. Bir mevsimde gelebilecek bütün yağışları taşıyabilecek büyüklükte tanktan ve suyun donmaması için bazı kimyasallarda oluşan bir sistemden oluşur.

### 2.3 Alansal Yağış Hesaplama Yöntemleri

Yağmurlar miktar ve alansal dağılım bakımından çok farklılık gösterir. Genellikle ölçüğün hünisine düşen yağmur miktarı, yanındaki aynı alana gelen miktardan farklıdır. Şüphesiz yağmurların bu farklılığını belirtecek şekilde ölçülmesi mümkün değildir. Bu nedenle bir alana düşen yağmurlar, hidrolojik yani su kaynaklarını besleme yönünden gösterdiği farklılığı belirtecek şekilde değişik yerlerde ölçülür. Yağmur ölçeklerinin bir arazi üzerindeki dağılışına ölçek ağı denir. Her bir ölçekte biriken yağmurun, belirli bir araziye düştüğü kabul edilir. Yağmurların ölçüleceği yerin seçiminde arazinin alanı, yağış fırtınasının tipi, yağışın şekli, topoğrafya, arazinin engebe durumu ve mevsim sayısı gibi etkenler göz önüne alınır (Okman, 1994).

#### 2.3.1 Aritmetik Ortalama Yöntemi

Bir havza içindeki istasyonlar için kullanılan yöntemdir. Her havza bağımsız olarak hesaplanır.

En kolay yöntem tüm ölçümlerin ortalamasını alarak bulmaktır. Çok fazla eğimi olan yerlerde, dağlık alanlarda ve yağışın çok şiddetli olduğu düzensiz yerlerde bu yöntem işe yaramayabilir. Bu metot yağışların düzenli dağılımında ve 500 km<sup>2</sup>'den küçük alanlarda kullanılmalıdır (Bayazıt, 2003).

Aritmetik yöntemi ile alan Denklem 2.1 ile hesaplanır;

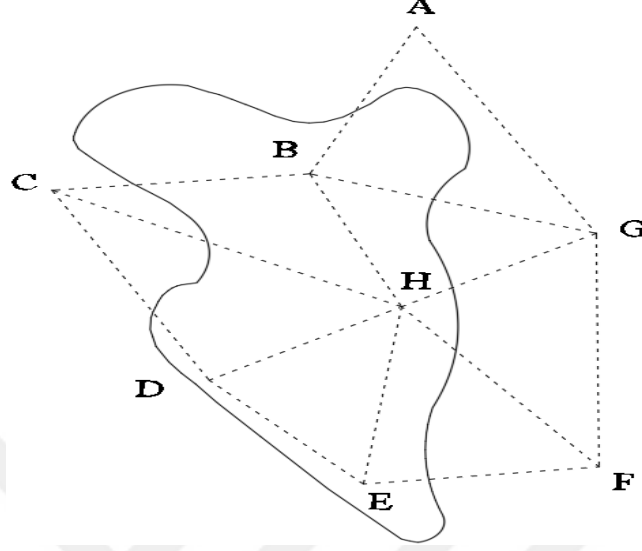
$$P_{ort} = \frac{\int P.dA}{A_{top}} \quad (2.1)$$

#### 2.3.2 Üçgen Yöntemi

Geometriye dayanan bir yöntemdir ve ortalama yağışı bulmak için mesafeleri az olan istasyonları olabildiğince eşkenar üçgen şeklinde bir araya getirilmelidir(Şekil 10). Üçgenlerin her bir kenarında farklı yağış değeri bulunur. Her alt bölgenin üstündeki yağışın, üçgenin kenarında olan yağışların aritmetik ortalaması gibi imgelemesiyle ağırlıklı ortalama alınması için üçgenlerin alanlarını (a) ve her üçgen alanlarına karşılık üçlü istasyon aritmetik ortalama yağışları, Pi0 elde edilir (i = 1, 2,...,m). Üçgen alt alanların sayısı m'dir. Bir yerde n adet yağış istasyonu bulunması halinde Şekil 10'da görüldüğü gibi, alt üçgen alanlar elde edilir (Şen, 2003).

Üçgen yöntemiyle alan Denklem 2.2 ile hesaplanır;

$$P_{\bar{0}} = \frac{\sum ai.P_{i0}}{\sum ai} \quad (2.2)$$

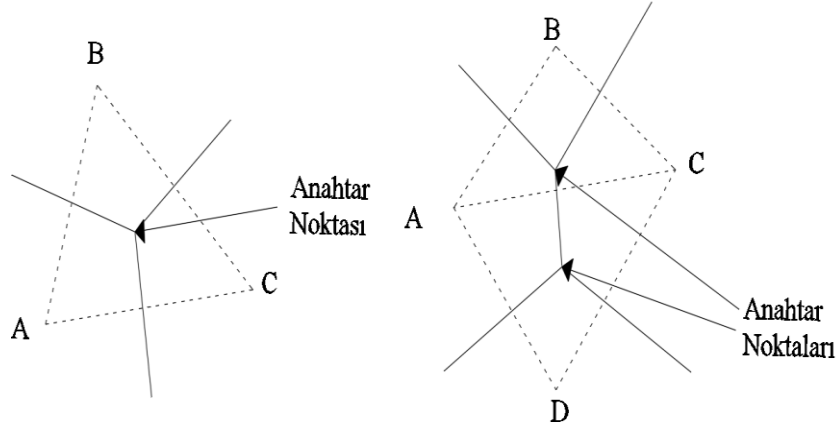


Şekil 10. Üçgen Yöntemi (Şen, 2003).

### 2.3.3 Thiessen (Çokgen) Yöntemi

Bu yöntemde, her bölge ölçüğün etrafında öyle bir bölünür ki her istasyon en az mesafede olduğu ölçüğün içinde kalır(Şekil 11). Birbirine yakın ölçekler birleştirilir ve anahtar noktalarından birleştirilerek orta dikme çizilir. Her ölçüğün etrafında bu dikmelerin oluşturduğu çokgenin (Thiessen çokgeni) o ölçekteki yağışları temsil ettiği söylenebilir.

Çokgen çizilirken dışarıda kalan ama meteorolojik olarak bu bölge ile homojen olduğu kabul edilen ölçekler de hesaba katılmalıdır (B noktası). Böylelikle ağırlıklı ortalama ile ortalama yağış bulunur. Bu yöntem 500-5000 km<sup>2</sup> alana sahip yerlerde kullanılır (İlker, 2012).



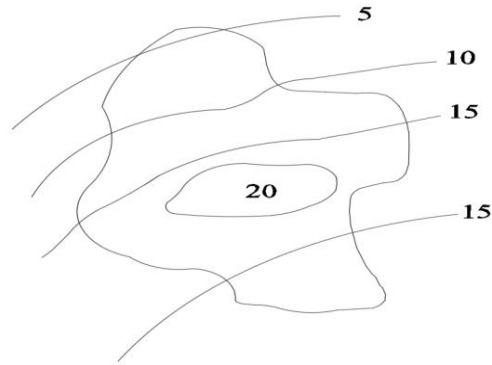
**Şekil 11.** Thiessen Yöntemi (Şen, 2003)

### 2.3.4 İzohiyet (Eş-Yağış) Yöntemi

Bir bölge üzerindeki yağış ortalamasının alınmasında en hassas yöntem izohiyet yöntemidir. Bu yöntemde istasyonların yerleri haritaya işaretlendikten sonra eş yağış yüksekliklerine sahip noktalar birbiriyle birleştirilebilir (Şekil 12). Bu çizgilere izohiyet (eş yağış eğrileri) adı verilir. Bir bölge üzerindeki ortalama yağış, birbirini takip eden iki izohiyet arasındaki ortalama yağış miktarını, izohiyetler arasındaki alanla çarpıp bunların toplamını bölge alanına bölerek bulunur (Yılmaz, 2010)

İzohiyet (Eş-Yağış) yöntemiyle alan Denklem 2.3 ile hesaplanır;

$$P_{\text{ort}} = \frac{\sum_i^n P_i \cdot A_i}{A} \text{ (Bayazıt, 2003)} \quad (2.3)$$



**Şekil 12.** İzohiyet Yöntemi (Şen, 2003)

### 2.3.5 Ağırlıklı Çokgen (Şen) Yöntemi

Bu yöntemde her bir istasyon için ağırlık katsayısı belirlenir. Ağırlık katsayısı için Thiessen çokgen yöntemi ile oluşturduğumuz çokgenlerin ana istasyonu ile ana istasyona yakın çevre istasyonlarının yağışlarını alır (Şekil 13). Denklem 2.4 ve Denklem 2.5'e göre ağırlık katsayısı hesaplanır. Bu yöntemde göre istasyon çevresinde

oluşan çokgen alanları dinamiktir ve istasyon yağışı ile istasyona yakın istasyonların yağışlarının miktarına bağlı olarak ters orantılı olarak büyüyüp küçülmektedir. Bu yöntemle yapılan hesaba göre ülkemizin alansal yağış ortalaması 548,6 mm'dir (Orman ve su işleri)

$$P_i = P_m / (P_m + P_ç) \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2.4)$$

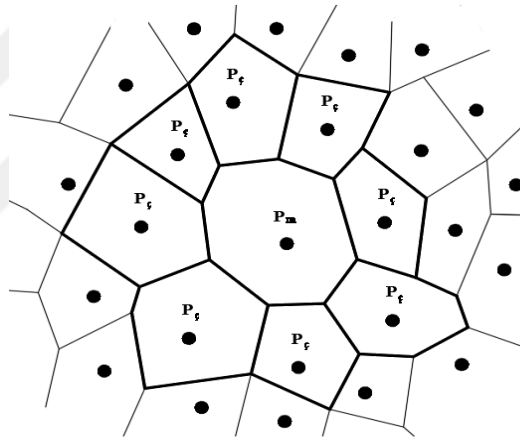
$$\bar{P}_i = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) / n \quad (2.5)$$

$$K = 1 - \bar{P}_i$$

Bu formülde:

$P_m$  = Merkez İstasyonun Yağış Miktarı

$P_ç$  = Çevre İstasyonun Yağış Miktarı



**Şekil 13.** Şen Yöntemi

### 2.3.6 Yüzde Ağırlık Poligon Yöntemi

Bu yöntem, komşu 3 farklı istasyon yerlerindeki yağış yüzdelerini göz önüne alarak havza arazisinin alt alanlara ayrılmasını esas alır. Alt bölgelerin kaydedilmiş benzer yağış miktarından ayrı ele alınan Thiessen poligon metoduna göre daha sağlam ve esnek olduğu görülmüştür. Yüzde Ağırlıklı Poligon yönteminin yapılması literatürdeki farklı yağış değerlerine uygulanmıştır. Bu yöntemde yağış verileri Thiessen metoduyla karşılaştırıldığında daha az alt bölgeleri etkilediğinin varsayıldığı görülmüştür (Şen, 1998).

Bu metotta, Thiessen metodundaki gibi birbirine yakın iki istasyon birleştirilip üçgen oluşurur. Mümkün olduğunca üçgenler eş üçgen şeklinde olmalıdır. Bu yüzden

Delaunay yöntemi uygulanmıştır. Böylelikle üçgenlerin kenar uzunlukları minimum değerde olmalıdır. Üçgenleri oluşturduktan sonra yüzde ağırlıklı yöntem olan poligonların içindeki çalışma bölgesini ayırmak gerekmektedir (Şen, 1998).

Şen noktası için 3 istasyon yağışları: A, B, C.

Her bir istasyonun yüzde yağış miktarı sırayla;  $a_1, a_2, a_3$ .

$$a_1 = \frac{P_A}{P_A+P_B+P_C} \quad (2.6)$$

$$a_2 = \frac{P_B}{P_A+P_B+P_C} \quad (2.7)$$

$$a_3 = \frac{P_C}{P_A+P_B+P_C} \quad (2.8)$$

Bu oranların toplamı 1'e eşittir.

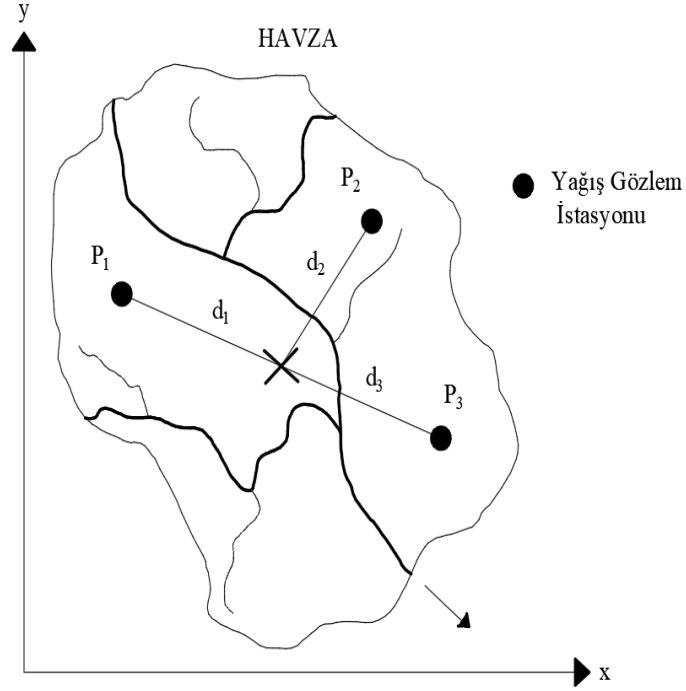
Yüzde yağış miktarı hesabından sonra A, B ve C istasyonlarından oluşan üçgenlerden A köşesine için kenarortay üzerinden BC kenarından A'ya doğru A noktasının yüzde yağış ağırlığı oranında ( $a_1$ ) gidilir ve BC'ye paralel bir doğru çizilir. Bu işlem B ve C köşeleri için de yapılır ve Şen Noktası oluşturulur. İstasyonların Şen noktaları birleştirilip çokgenler oluşturulur. Doğal olarak her istasyonun çevresinde çokgenler ( $A_i$ ) oluşturulur. Bu çokgenler temsil ettiği istasyonun yağışı ( $P_i$ ) ile çarpılarak ve toplam alana bölünerek alansal yağış ortalaması ( $P_{ort}$ ) elde edilmiştir (Denklem 2.9). (Balcı, 2020)

$$P_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.9)$$

### 2.3.7 Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) Enterpolasyon Yöntemi

Mesafenin tersine göre ağırlıklandırılır ve uzak noktalar yakın noktalardan daha az ağırlık değeri verilir(Şekil 14). Bu yöntem enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örneklem noktalarının ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapmaktadır. Bu yöntemde Denklem 2.10 kullanılır.

$$P_j = \frac{\sum \frac{P_i}{d_{i,j}^2}}{\sum \frac{1}{d_{i,j}^2}} \quad (2.10)$$



Şekil 14. IDW Yöntemi (Balcı, 2020).

#### 2.4. Verilerin İstatistiksel Hesabı (Dağılım Parametrelerin Tahmini)

Bir rastgele değişkenin istatistik momentleri, çeşitli gözlemlerde farklı değerler alabilirler.

Değişkenlerin aldığı reel değerler, toplumun tamamını gözlemlemenin imkânsızlığından ötürü tahmin edilememektedir. Bu yüzden, reele en yakın değere varmak için elimizde bulunan verilerle öngörü yapılabilir. Tahminlerin sonucunda varılan değerlere istatistik denir. Tahmin için en çok kullanılan metotlar istatistik momentler ve L-momentleridir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

##### 2.4.1. Rastgele Değişkenin İstatistiksel Momentleri

Rastgele değişkenin, ihtimal sıklık fonksiyonu ve x ekseninde kalan alan bir cisim gibi görülürse bu cismin çeşitli eksenleri çevresindeki momentlere 'istatistik momentleri' denir. (Bayazıt, 1996).

X rastgele değişkenin m. mertebeden istatistik momentleri;

$$\mu_x^{(m)} = E((X - \mu_x)^m) = \int_{-\infty}^{+\infty} (X - \mu_x)^m f(x) dx \quad (2.11)$$

olarak açıklanır.  $\mu_x$  rastgele değişkenin ortalaması,  $E(.)$  beklenen değeri göstermektedir. Değişkenler; merkez parametreleri, yayılım parametreleri ve çarpıklık parametreleri olarak üçe ayrılır (Bayazıt, 1996; Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

#### 2.4.1.1. Merkez parametreleri

Merkezi parametreler; ortalama ve medyandır.

##### Ortalama

Ortalama dağılımın merkezini ifade eder ve birinci dereceden istatistik momenttir. Aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx \quad (2.12)$$

N elemanlı x rastgele değişkeni için ortalama parametresi;

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2.13)$$

Denklemlerle bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

##### Medyan

Küçükten büyüğe dizilen serilerin ortanca değeridir. N tane sayının çift ve tek olarak hesaplanması şu şekildedir.

$$Med_x = x_{0.50} = \begin{cases} x_{\frac{(n+1)}{2}} & n \text{ tek ise} \\ \frac{1}{2} [x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}] & n \text{ çift ise} \end{cases} \quad (2.14)$$

Seride olan fazla yüksek ya da fazla düşük değerler aykırı değerlerdir.

Dağılım simetrik ise medyan ve ortalama eşittir. Ortalama medyandan büyükse dağılım sağa (pozitif) doğru çarpıktır. Ortalama medyandan küçükse dağılım sola (negatif) doğru çarpıktır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

#### 2.4.1.2. Yayılım parametreleri

Varyans ve standart sapma yayılım parametreleridir.



## Varyans

Olasılık dağılımı için istatistiksel yayılımın olası bütün değerlerinin beklenen değer ya da ortalamadan uzaklıklarının karelerinin ortalaması şeklinde bulunur. Varyans şöyle hesaplanır;

$$Var(x) = \sigma_x^2 = E((x - \mu_x)^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu_x)^2 f(x) dx \quad (2.15)$$

N elemanlı x rastgele değişkeni için varyans;

$$Var(x) = S_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.16)$$

denklemlerle bulunur.  $N < 30$  olursa paydada N yerine N-1 kullanılır (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

## Standart sapma

Varyansın kareköküdür. Standart sapma ölçülen boyutundadır ve şöyle hesaplanır;

$$S_x = \sqrt{Var(x)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.17)$$

Standart sapma büyükse değişkenin ortalama değer etrafındaki yayılım da büyüktür. Rastgele iki değişkenin ortalaması aynı değilse yayılım büyüklüğünü belirlemek için standart sapma değerlerini kıyaslamak yeterli gelmeyebilir. Buna göre hacimsiz olan değişim (varyasyon) katsayısı kullanılmalıdır. Böylece rastgele iki değişkenin yayılımlarını karşılaştırabiliriz. Varyasyon, standart sapmanın ortalamaya oranıyla bulunabilir.

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (2.18)$$

N elemanlı x rastgele değişkeni için;

$$C_{vx} = \frac{S_x}{\bar{x}} \quad (2.19)$$

denklemlerle hesaplanabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

### 2.4.1.3. Çarpıklık parametreleri

Çarpıklık, simetrik dağılıma sahip olmayan bir veri setinin normal dağılımdan hangi düzeyde ve ne yönde uzaklaştığını saptamaya yarayan ölçülerdir (Öncel Yurt ve Özarlan, 2020).

Çarpıklık katsayısı şöyle ifade edilir;

$$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \quad (2.20)$$

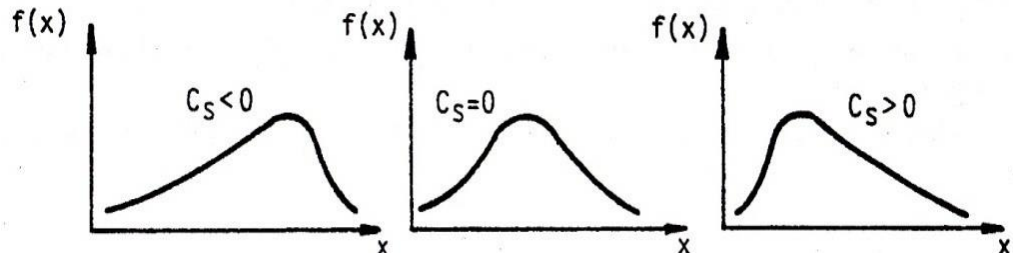
N elemanlı x rastgele değişkeni için çarpıklık;

$$C_{sx} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{s_x^3} \quad (2.21)$$

Çarpıklık katsayısı boyutsuz olur.

Denkleme göre dağılım hakkında bunlar söylenebilir;

- Çarpıklık katsayısı sıfır olursa dağılım simetriktir.
- Çarpıklık katsayısı pozitif ise dağılım sağa çarpıktır yani pozitif çarpıklık söz konusudur.
- Çarpıklık katsayısı negatif ise dağılım sola çarpıktır yani negatif çarpıklık söz konusudur (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).



Şekil 15. Pozitif, Negatif ve Simetrik Çarpıklıkların Grafiği (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

### 2.4.1.4. L-Moment hesapları

L-Momentler, olasılık ağırlıklı momentlerden sıralanmış verilerin bir fonksiyonu olarak türetilmiştir ve olasılık dağılımlarının parametrelerinin tahmininde bir yöntem olarak kullanılmaktadır. L-Moment oranlarından, olasılık dağılımlarının

parametrelerinin tahminini kolaylaştırmak için yararlanılmaktadır (Hosking ve Wallis, 1997; Hosking, 1990).

L-Momentler, dağılımın en önemli özelliklerini belirten ve belli istatistik momentlere benzeyen büyüklükler olarak tanımlanabilir. L-Momentler olasılık ağırlıklı momentler “PWM” (Probability Weighted Moments) türünden bulunabilir zira L-Momentleri PWM’lerin lineer fonksiyonlarıdır (Vogel, McMohon ve Chiew, 1993). PWM’ler şöyle bulunur;

$$\beta_r = E\{x[F_x(x)]^r\} \quad (2.22)$$

r= PWM mertebesi

$F_x(x)$ : x’in kümülatif dağılım fonksiyonudur. Genel denklem;

$$\beta_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N-r} \frac{\binom{N-j}{r} x_j}{\binom{N-1}{r}} \quad (2.23)$$

Buna bağlı olarak;

$$\beta_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j = \bar{x} \quad (2.24)$$

$$\beta_1 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)x_j}{N(N-1)} \quad (2.25)$$

$$\beta_2 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)(N-j-1)x_j}{N(N-1)(N-2)} \quad (2.26)$$

$$\beta_3 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)(N-j-1)(N-j-2)x_j}{N(N-1)(N-2)(N-3)} \quad (2.27)$$

L-Momentler, olasılık-ağırlıklı momentlerin lineer birleşimi;

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (2.28)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (2.29)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (2.30)$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (2.31)$$

L-Momentleri herhangi bir mertebeden hesaplamak için şu denklem kullanılır;

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad (2.32)$$

Yukarıda açıklanan  $C_{vx}$  (değişim katsayısı),  $C_{sx}$  (çarpıklık katsayısı) ve  $K_s$  (kurtosis katsayısı), L-Momentlerinin oranları türünde yazılabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}; \text{ L-değişim katsayısı} \quad (2.33)$$

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}; \text{ L-çarpıklık katsayısı} \quad (2.34)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_3}; \text{ L-kurtosis katsayısı} \quad (2.35)$$

## 2.5 Yağış Eğilimlerinin (Trendinin) Belirlenmesi

Eğilim analizi, bir zaman serisinin uzun dönemdeki hareketinin eğilimidir. Zaman içinde değişim gözlenen hidrolojik veya hidrometeorolojik verilere ait eğilimlerinin belirlenmesinde özel yöntemlerin kullanılmalıdır. Klasik parametrik testlerdeki normalite, doğrusallık ve bağımsızlık gibi temel varsayımlar genelde tipik yüzey suyu kalitesi verilerinde sağlanmamaktadır. Bu nedenle parametrik olmayan testlerin kullanılması parametrik testlere göre daha uygundur (Gümüş,2006).

Eğilim analizlerinde en çok Mann-Whitney, Spermann, Mann-Kendall, Lineer Regresyon ve Şen Yöntemi kullanılır. Bu çalışmada Mann-Kendall trend analizi yöntemi kullanılmıştır.

### 2.5.1 Mann-Kendall Yöntemi

Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bir testtir. Rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. En çok kullanılan trend analiz yöntemidir. Bu yöntemle bir zaman dizisinde trend var mı yok mu, sıfır hipotezi; “ H0: trend yok” ile bulunabilmektedir (Bayazıt, 1996).

Test  $i = 1, \dots, n-1$ 'e kadar sıralanmış olan bir  $x_i$  veri setine ve  $j = i + 1, \dots, n$ ' e kadar sıralanmış olan bir  $x_j$  veri setine uygulanır. Böylece her bir sıralanmış rakam  $x_i$  bir referans noktası olarak kullanılır ve diğer sıralanmış veri grubu  $x_j$  ile aşağıdaki Denklem 2.36'da verildiği gibi kıyaslanır (Özfidaner, 2007)

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & ; x_j > x_i \\ 0 & ; x_j = x_i \\ -1 & ; x_j < x_i \end{cases} \quad (2.36)$$

Mann-Kendall test istatistiği S, Denklem 2.37 ile hesaplanır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2.37)$$

n= yıl olarak veri uzunluğu

S değeri  $n \geq 8$  ise aşağıda verilen ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılım gösterir.

$$E[S]=0 \quad (2.38)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (2.39)$$

$t_i$  eşit olan gözlem sayısını ifade eder.

Varyansı belirlenen Mann-Kendall testinin önemli olup olmadığını standart normal değişken z'nin Denklem 2.40'teki eşitlikle hesaplanıp kritik z değeriyle karşılaştırması ile bulunur. Paydaki 1 sayıları, devamlı düzeltme elemanlarıdır.

$$z = \begin{cases} S > 0 \text{ ise } \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \\ S = 0 \text{ ise } 0 \\ S < 0 \text{ ise } \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \end{cases} \quad (2.40)$$

Sıfır hipotezi Mann-Kendall test istatistiği  $-z(\text{tablo})$ ,  $1-\alpha/2 \leq z \leq z(\text{tablo})$ ,  $1-\alpha/2$  ise kabul edilmektedir. Artı z değeri yağışlarda artışı gösterirken, eksi z değeri azalışa işaret etmektedir.

## 2.6 Yağışların Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Belli süreli sağanaklar gibi rastgele unsuru ağır basan hidrolojik olaylar ancak oluşum frekanslarıyla tanımlanabilmektedirler. Tanımlama yöntemi olarak da, grafik (frekans histogramları ve poligonları) ya da analitik yöntemler uygulanabilmektedir. Gözlenmiş frekansların analitik tanımlanmasında parametrik modeller çokça kullanılmaktadır (Kite, 1988). Bu tanımlamada, önce gözlenmiş frekansları temsil edebileceği umulan bir ya da daha çok sayıda kuramsal olasılık dağılımı öngörülmektedir. Daha sonra, eldeki örnek değerlerinden hareketle kuramsal modeldeki parametrelerin örnek tahmini yapılmaktadır. Hangi yöntem ve hangi teorik

model kullanılırsa kullanılsın, frekans analizinde temel amaç, gözlem süresinden daha büyük tekerrürlü olay değerlerini kestirmektir. Bu amacın doğru ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesinde uygulanan yöntemin, öngörülen teorik dağılım modelinin ve bu modeldeki parametrelerin güvenilirliğinin rolü büyüktür (Örgün, 2015)

En çok kullanılan olasılık dağılım fonksiyonlarından bazıları Normal, Log-Normal, Gumbel, GEV, Pearson Tip-3 ve Log- Pearson Tip-3 dağılımlarıdır.

## 2.6.1 Analitik Çözümler

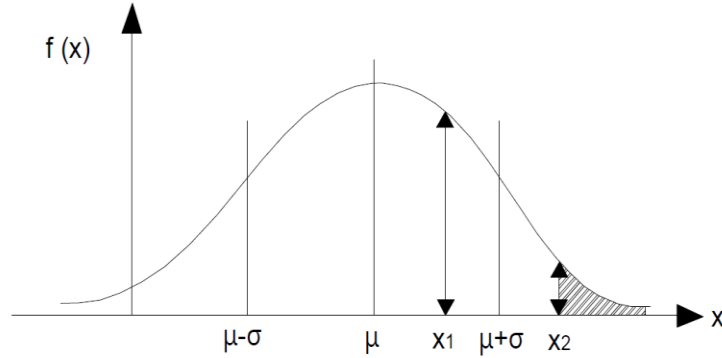
### 2.6.1.1 Normal dağılım

En çok kullanılan dağılım olup Gauss dağılımı olarak da bilinir. Bu dağılımın iki parametresi vardır ve bunlar; standart sapma ( $\sigma$ ) ve normal dağılımın ortalamasıdır ( $\mu$ ).  $\sigma$  ve  $\mu$  dağılımın parametreleridir. Bu parametreler uygulamada  $\bar{x}$  ve  $s$  şeklinde gösterilir. Bu nedenler normal dağılım  $N(\mu, \sigma)$  ya da  $N(\bar{x}, s)$  olarak görülmektedir (Usul, 2013).

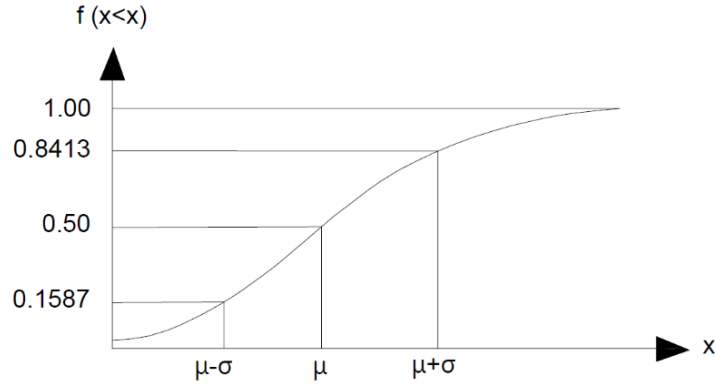
Yukarıdaki iki grafiğin denklemleri (2.41), (2.42);

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.41)$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (2.42)$$



Şekil 16. Normal dağılımın ihtimal yoğunluk fonksiyonu (Usul, 2013)

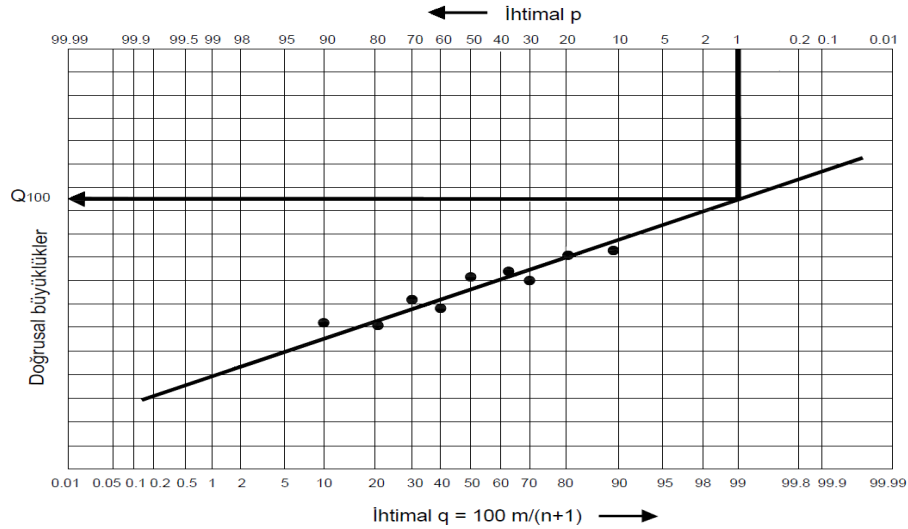


**Şekil 17.** Normal dağılımın toplam yoğunluk fonksiyonu (Usul, 2013)

Normal dağılım değişken olan  $x$ 'in standart hale getirilmesiyle oluşan yeni  $z$  ile tek parametrelili olabilir.  $z$ 'ye standart birim ya da normalize birim de denilebilir ve  $N(0,1)$  olarak ifade edilebilir (Balcı, 2020)

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \text{ veya } z = \frac{x-\bar{x}}{s} \quad (2.43)$$

Şekilde verilen normal dağılım özel grafik kâğıdındaki ordinatlar taşkın değerini gösterir. Grafik kâğıdında taşkın değerleri için noktalama konum işaretlendiğinde noktalar takriben bir doğru üstüne gelir. (Usul, 2013).



**Şekil 18.** Normal dağılım grafik kâğıdı (Usul, 2013)

### 2.6.1.2 Log-Normal dağılımı

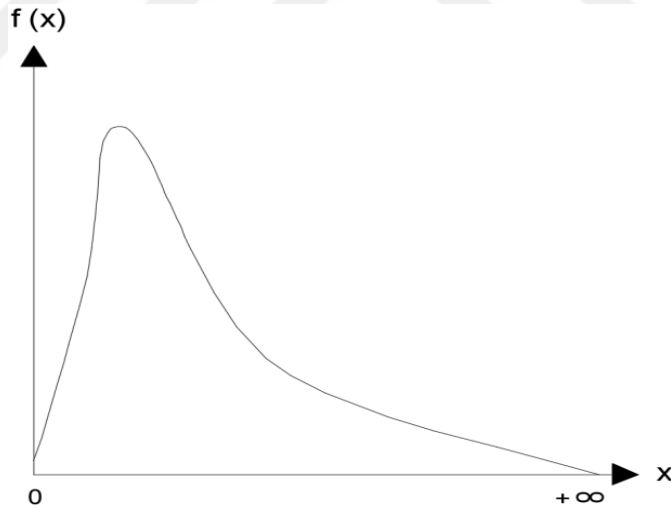
İstatistik bilim dallarında Log-Normal dağılım logaritması normal dağılım gösteren herhangi bir rassal değişken için tek kuyruklu olasılık dağılımdır.

Eğer Y normal dağılım gösteren bir rassal değişken ise  $X=\exp(Y)$  için olasılık dağılımı bir log-normal dağılımdır; aynı şekilde eğer X Log-Normal dağılım gösterirse o halde  $\log(X)$  normal dağılım gösterir. Logaritma fonksiyonu için bazın ne olduğu gerekli değildir: Herhangi iki pozitif sayı olan a,  $b \neq 1$  için eğer  $\log_a(X)$  normal dağılım gösterirse,  $\log_b(X)$  fonksiyonu da normaldir.

Log-Normal (LN) dağılım, sağ tarafı sonsuza giden bir çarpık dağılımdır. LN dağılımı da normal dağılım gibi sıklıkla kullanılır ve normal dağılımın standart sapması ve ortalaması gibi iki değişkeni vardır. x değişkeninin sıfır olmayan bir alt sınırı varsa ve bu alt sınır yeni bir değişken olarak kullanılıyorsa bu 3 parametrelili Log-Normal dağılımdır. Dağılımın fonksiyon denklemi, denklem (2.44) ve dağılımın grafiği (Şekil 19) aşağıda gösterilmiştir (Balcı, 2020)

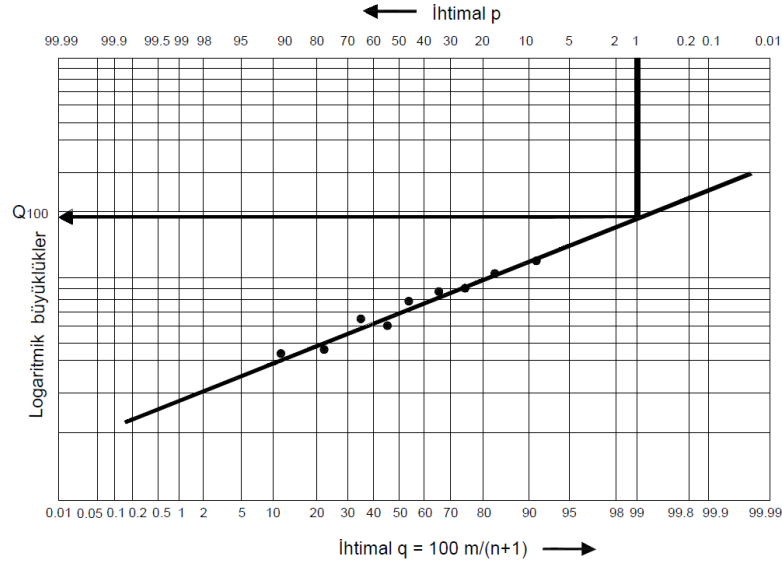
$$f(x) = \frac{1}{(x-a)\sigma y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln(x-a)-\mu y)^2}{2\sigma y^2}}, x>0 \quad (2.44)$$

Denklemda a gelişigüzel değişkenin artı en az değeri,  $\mu y$  ve  $\sigma y$  ise  $\ln(x-a)$  değişkeninin ortalaması ve standart sapmasıdır.



**Şekil 19.** Log-Normal dağılım grafiği (Usul, 2013)





Şekil 20. Log-Normal dağılım grafik kâğıdı (Usul, 2013)

### 2.6.1.3 Gumbel dağılımı

Hidrolojide kullanılan diğer olasılık dağılımı da Gumbel dağılımıdır. Dağılım, yıllık maksimum yağış ve akım gibi hidrolojik olayların olasılık analizlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntemle iyi sonuçlar elde etmek için, en az 10 yıllık periyodun maksimum değerleri lazımdır. Gumbel dağılımının katlanmış dağılım fonksiyonu Denklem 2.45;

$$F(x) = \exp(-e^{-y}) \quad (2.45)$$

Burada;  $y$  parametresi Denklem 2.46 ile ifade edilmektedir;

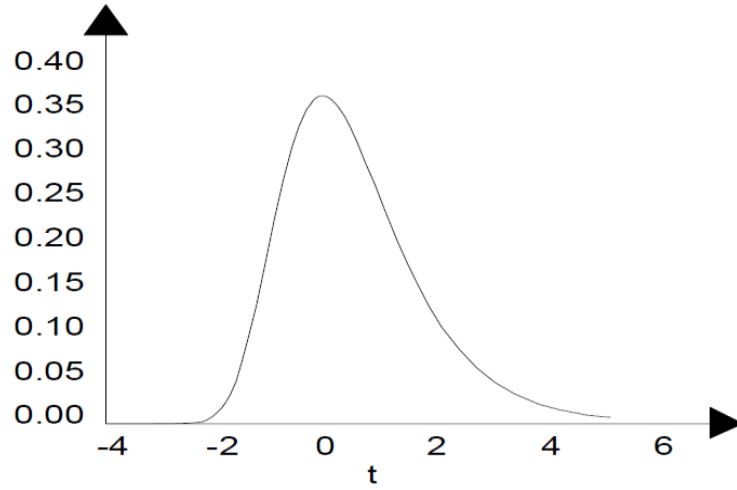
$$y = \alpha(x - \beta) \quad (2.46)$$

Burada;  $\alpha = 1.28/\sigma$  ve  $\beta = \mu - 0.45\sigma$ ,  $\mu$  = rastgele değişkenin ortalaması,  $\sigma$  = onun standart sapmasıdır. Rastgele değişkenler tahmin için beklenenlerden daha az olabileceğinden, örneklerin eksikliğinden dolayı, Denklem 2.47 eşitliğinde düzeltme uygulanmaktadır.

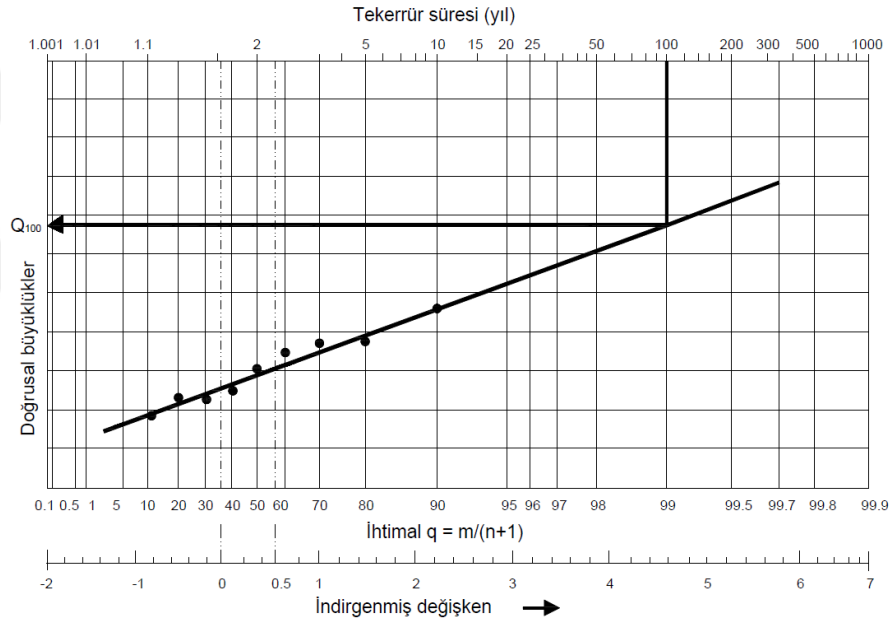
$$K = y - yn Sn \quad (2.47)$$

Bu bağıntıdaki,  $yn$  ve  $Sn$  bağımsız değişken örneklerinin sayısına bağlı sabitlerdir. Diğer bir taraftan  $x$  değerleri  $K$  faktörüne dayanılarak, Denklem 2.48 eşitliğindeki gibi hesaplanır.

$$x = \mu + K\sigma \quad (\text{Aydın ve Yaylak, 2016}) \quad (2.48)$$



Şekil 21. Gumbel dağılım grafiği (Balcı, 2020).



Şekil 22. Gumbel dağılım grafik kâğıdı (Balcı, 2020)

#### 2.6.1.4 Ekstrem Değer Dağılımı (GEV)

Literatürde GEV olarak bilinmektedir.

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[ 1 - \frac{k(x-u)}{a} \right]^{1/k} \right\} \quad (2.49)$$

a, k ve u dağılım parametresidir. a ölçek değişkeni, k biçim değişkeni ve u konum değişkenidir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Bu dağılımda k'nın 0 olması halinde bu dağılım EVI yani Gumbel dağılımı olacaktır. k mutlak değer 0,3'ten az ise bu dağılım Gumbel dağılımına çok benzemektedir. k sıfırın altındaysa bu dağılıma EVII, k sıfırın üstündeyse bu dağılıma EVIII denilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

GEV dağılımı momentleri ortalaması ve standart sapması gama ( $\Gamma$ ) fonksiyonu ile gösterilmektedir.

$$\mu_x = u + \left(\frac{a}{k}\right) [1 - \Gamma(1 + k)] \quad (2.50)$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{a}{k}\right)^2 \{ \Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2 \} \quad (2.51)$$

Çarpıklık

$$C_{sx} = \frac{-\Gamma(1+3k)+3\Gamma(1+k)\Gamma(1+2k)-2\Gamma^3(1+k)}{[\Gamma(1+2k)-\Gamma^2(1+k)]^{3/2}} \quad (2.52)$$

$1 \leq \delta \leq 0$  ise;

$$\Gamma(1 + \delta) = 1 + \sum_{i=1}^5 a_i \delta^i + \varepsilon \quad (2.53)$$

$$a_1 = -0.5748646$$

$$a_2 = 0.9512363$$

$$a_3 = -0.6998588$$

$$a_4 = 0.4245549$$

$$a_5 = -0.1010678$$

$$|\varepsilon| \leq 5,10^{-5}$$

L-Momentleri;

$$\lambda_1 = u + \frac{a}{k} \{1 - \Gamma(1 + k)\} \quad (2.54)$$

$$\lambda_2 = \frac{a}{k} (1 - 2^{-k}) \Gamma(1 + k) \quad (2.55)$$

Moment Oranları;

$$\tau_3 = \left\{ \frac{2(1-3^{-k})}{(1-2^{-k})} - 3 \right\} \quad (2.56)$$

$$\tau_4 = \frac{1-5(4^{-k})+10(3^{-k})-6(2^{-k})}{1-2^{-k}} \quad (2.57)$$

$$k = 7.8590c + 2.9554c^2 \quad (2.58)$$

k değerinin tahmini ortalaması sıfır, varyansı  $\text{var}(k) = 0.5633/N$

$$a = \frac{k\lambda_2}{\Gamma(1+k)(1-2^{-k})} \quad (2.59)$$

$$u = \lambda_1 + \frac{a}{k} [\Gamma(1+k) - 1] \quad (2.60)$$

$$c = \frac{2\lambda_2}{\lambda_3+3\lambda_2} - \frac{\ln(2)}{\ln(3)} = \frac{2\beta_1-\beta_0}{3\beta_2-\beta_0} - \frac{\ln(2)}{\ln(3)} \quad (2.61)$$

Bir p olasılığı için kuantil denklem 2.62 kullanılarak elde edilebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

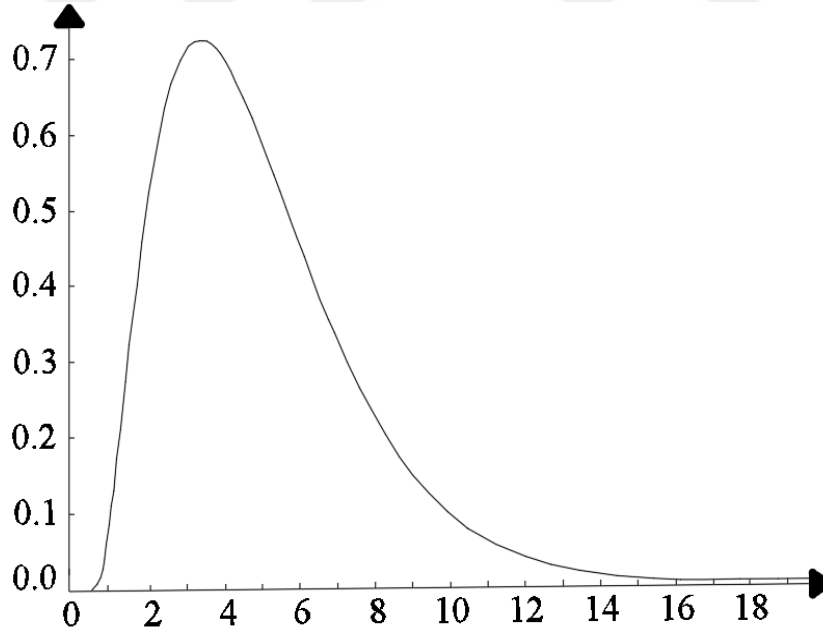
$$X_p = u + \frac{a}{k} \{1 - [-\ln(F)]^k\} \quad (2.62)$$

### 2.6.1.5 Pearson Tip-3 dağılımı

Bu dağılım 3 parametrelidir ve daima pozitif çarpıklığa sahiptir. Şekil 23 değişkeni  $+\infty$ 'a giderse çarpıklık simetrik olur ve bu dağılım normal dağılıma dönüşür. P3 dağılımı için olasılık dağılım fonksiyonu Denklem 2.63'te verilmiştir (Balcı, 2020).

$$f(x) = \frac{1}{a\Gamma(b)} \left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1} e^{-\frac{x-c}{a}} \quad (2.63)$$

Burada  $a>0$ ,  $b>0$  ve  $0<c<x$  sırasıyla ölçek, şekil ve konum parametreleridir.



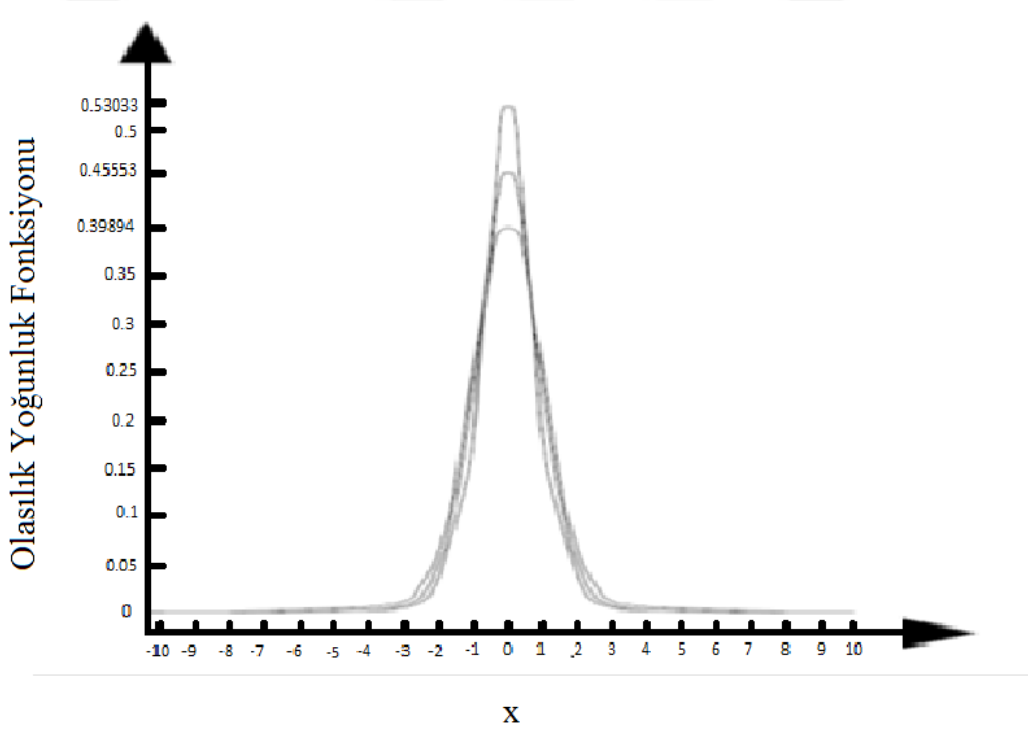
Şekil 23. Pearson Tip-3 Dağılımı (Balcı, 2020)

### 2.6.1.6 Log-Pearson Tip-3 dağılımı

Log Pearson Tip-3 sol tarafa doğru bir çarpıklığa sahiptir ve bu durumda genel hidrolojik dağılım1 tipine benzemektedir. Çarpıklık katsayısı uç durumlara duyarlı olması nedeniyle küçük toplumlarda uygulanması elverişli olmamaktadır. Log Pearson Tip-3 dağılımının kullanımı Log-Normal dağılımına benzerlik gösterir. Çünkü Log Pearson Tip-3 dağılımında log x değerlerinin 10 veya e tabanlı logaritması ile belirlenir (Usul, 2017).

$$f(x) = \frac{1}{ax\Gamma(b)} \left(\frac{\ln x - c}{a}\right)^{b-1} e^{-\frac{\ln x - c}{a}} \quad (2.64)$$

Burada  $a > 0$ ,  $b > 0$  ve  $0 < c < \ln x$  sırasıyla ölçek, şekil ve konum parametreleridir. LP3 dağılımı için olasılık yoğunluk fonksiyonu grafiği Şekil 24'te verilmiştir.



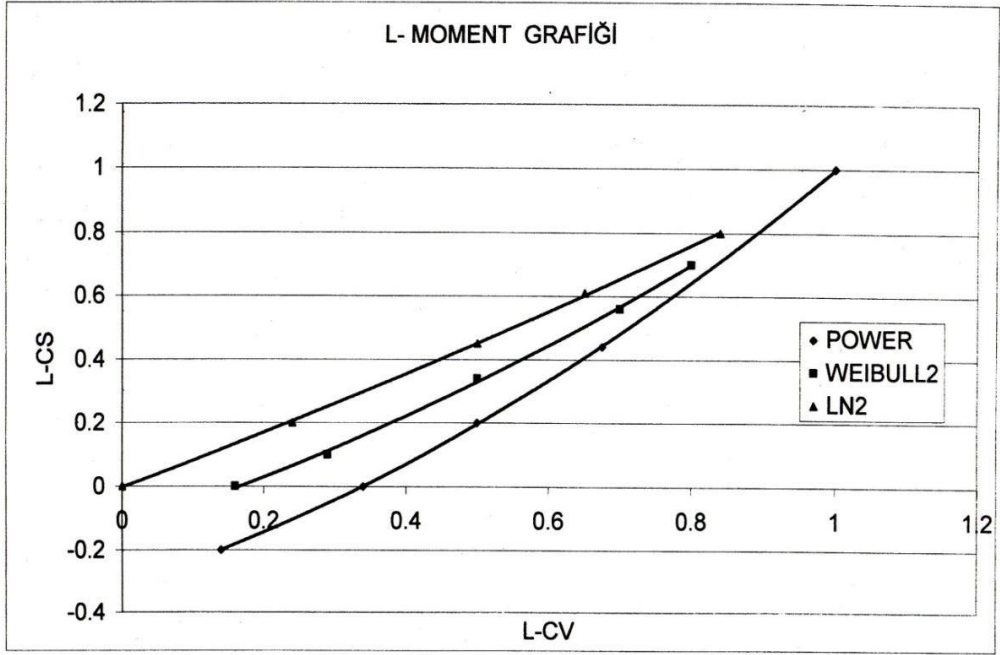
Şekil 24. Log Pearson Tip-3 dağılımı (Usul, 2017)

### 2.6.2 Uygunluk Testleri

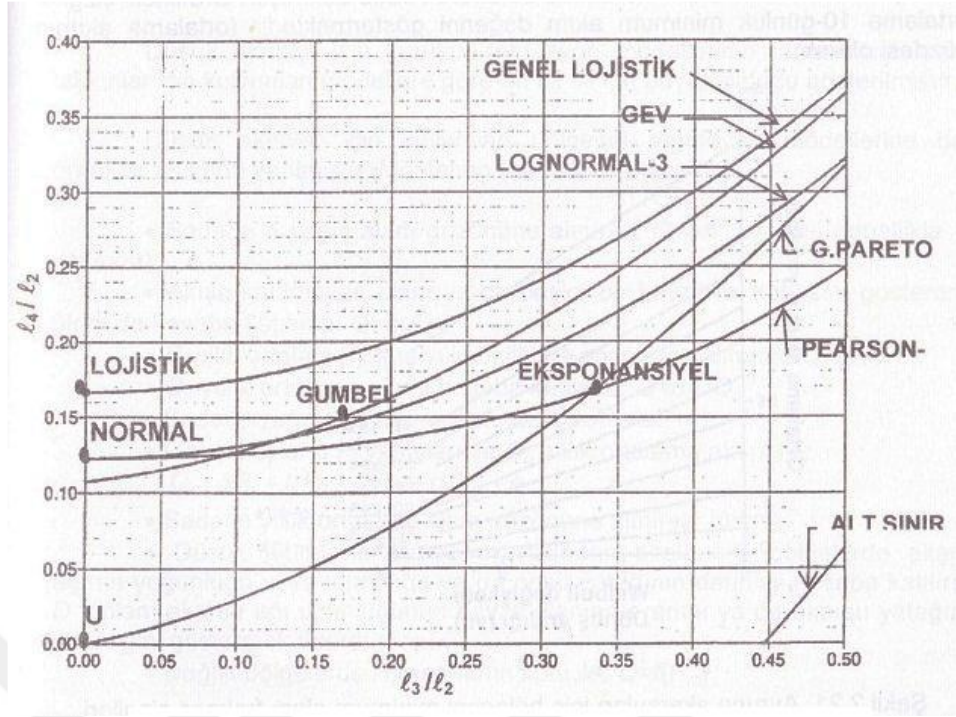
Dağılımların uygunluğunu kontrol etmek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi, Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı testi (PPCC) ve L-Moment testi uygulanmıştır.

### 2.6.2.1 L-Moment testi

Bu test çoğu olasılık dağılımı için kullanılmıştır. Şekil 25 ve Şekil 26'da  $\tau_3, \tau_4$  L-Momentler oranı görülmektedir. 7 günlük akım verileri için hesaplanan L- moment oranları iki parametrelili dağılımları bulmak için Şekil 25'de ve 3 parametrelili dağılımlara uygun olup olmadığını bulmak için ise Şekil 26 üzerine işaretlenir. İşaretlenen nokta hangi dağılım eğrisine en yakınsa o dağılım uygun kabul edilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).



Şekil 25. İki Parametrelili dağılımlarda L-Moment Diyagramı (Önöz ve Bayazıt, 2008)



**Şekil 26.** Üç Parametrelî Dağılımlarda L-Moment Diyagramı (Önöz ve Bayazıt, 2008)

### 2.6.2.2 Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi

Kolmogorov-Smirnov testinin test istatistiği:

$$\Delta = \max|F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (2.65)$$

olarak ifade edilmiştir. Bu ifadede  $F^*(x_i)$  gözlenen düzenlenmiş numuneden, 2.66 denkleminle hesaplanan eklenik frekans dağılımının ordinatlarıdır.

$$F^*(x_i) = \frac{i}{N} \quad (2.66)$$

$F(X_i)$  ise seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun aynı  $X_i$ 'lere karşı gelen ordinatlarıdır. Bununla birlikte,  $\Delta$  istatistiği teorik ve gözlenen eklenik dağılımların aralarındaki ayrımların en çoğudur. Rastgele parametrelerin dağılımından ayrı  $\Delta$  istatistiğinin dağılımı örnekteki  $N$  eleman sayısına bağlıdır.  $N$ 'nin çeşitli değerleri için aşılma olasılığı  $\alpha$  olan  $\Delta_\alpha$  değerleri çizelgeleştirilmiştir. Buna bağlı, hesaplanan  $\Delta$  istatistiği okunan  $\Delta_\alpha$  değerinden küçükse dağılımın uygunluğu  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde kabul edilir, aksi durumda reddedilir (Şen 2002).

Kolmogorov-Smirnov testinin üstünlüğü verileri sınıflara ayrılmasını gerektirmediğinden bilgilerin rastgele değişkenin dağılımından bağımsız kullanılmasına olanak vermesidir. Bu açıdan bakıldığında genellikle küçük örneklerle uygun olduğu düşünülmektedir. (Bayazıt ve Oğuz 1998).

### 2.6.2.3 Olasılık çizgisi korelasyon katsayısı (PPCC) testi

PPCC testinde, bir dağılımın teorik (hesaplanan) değerleri ( $x_h$ ) ile gözlenen değerleri ( $x_g$ ) arasındaki korelasyon katsayısı bulunur. Eğer hesaplanan değer tabloda verilen kritik değerlerden büyük veya eşitse değerlerin ilgili dağılıma uygun olduğuna, aksi takdirde uygun olmadığına karar verilir.  $x$  ve  $y$  arasındaki korelasyon katsayısı ( $r$ ) Denklem 2.67'deki gibi hesaplanır.

$$r = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]\}^{0.5}} = \frac{\sum[(x-\bar{x})(y-\bar{y})]}{NS_x S_y} = \frac{\sum xy - N\bar{x}\bar{y}}{NS_x S_y} \quad (2.67)$$

Denklemde  $r$ , korelasyon sayısının, eldeki  $N$  elemanlı örnekten hesaplanan istatistik değeri,  $x_i$ ;  $y_i$  ( $i=1,2,3,\dots,N$ ) örnekteki gözlem çiftleri,  $\bar{x}$  ve  $\bar{y}$  sırasıyla  $X$  ve  $Y$ 'nin ortalamaları,  $S_x$  ve  $S_y$ 'de  $x$  ve  $y$ 'nin standart sapmasıdır (Bayazıt, 1981).

Bu testte; küçükten büyüğe sıralanmış örnekteki her bir  $x_g$  elemanı için  $P_m$ , deneysel aşılama olasılığı,  $i$  sıra numarası olmak üzere Denklem 2.68'deki gibi hesaplanır (Yüksek, 2009).

$$F_{(x < x_i)} = 1 - p = P_m = \frac{i-0.40}{N+0.20} \quad (2.68)$$



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### CEYHAN HAVZASI'NDA YAĞIŞ ANALİZİ

Bu bölümde, ikinci bölümde anlatılan yöntemlerle elimizde bulunan veriler üzerinde analizler yapacağız. Tablo 1'deki verileri kullanacağız. Ölçüm sayısı 9 ve üzeri olan istasyonlar kullanılmıştır.

#### 3.1. Gözlemlerin İstatistik Değerleri

17 adet istasyonun İstatistik momentleri ve L-momentleri hesaplanmıştır.

##### 3.1.1. İstatistik Momentler

Tablo 2'de istasyonlar için istatistiksel parametreler verilmiştir. Cs yani çarpıklık katsayısı pozitif ise sağa doğru bir olasılık dağılımı vardır. Eğer Cs negatif ise sola doğru olasılık dağılımı vardır. 18156, 18157 ve 18064 numaralı istasyonlar hariç hepsinin Cs değeri pozitif ve sağa doğru bir dağılım vardır.

Sonuçlar Denklem 2.13, 2.14, 2.16, 2.17, 2.20 ve 2.21 kullanılarak bulunmuştur.

Çarpıklık katsayısı sıfırdan ne kadar uzaksa Normal dağılıma da o kadar uzak demektir. Burada; 18055 numaralı istasyon pozitif yönde en uzak olan istasyondur, 18156 numaralı istasyon ise negatif yönde en uzak istasyondur.

**Tablo 2.** İstasyonların İstatistiksel Parametreleri.

No	İstasyon No	En Yüksek Yağış (mm)	En Düşük Yağış (mm)	$\bar{x}$ (mm)	Medyan	MAD	Varyans	$\sigma$	Cv	Cs
1	17649	107.4	35.8	58.33	54.6	15.05	440.21	20.98	0.36	1.42
2	17908	152.5	31	68.58	63.8	19.14	661.43	25.72	0.37	1.39
3	17960	151.4	26.5	67.48	61.8	18.71	615.47	24.81	0.37	1.22
4	17979	210.8	37.5	77.18	68.2	23.88	1041.02	32.26	0.42	1.79
5	18055	158.9	37.7	66.3	57	23.98	1371.08	37.03	0.56	2.37
6	17255	98.2	28.1	49.83	45.7	11.06	220.18	14.84	0.3	1.3
7	17866	85.4	17.8	44.77	42.6	10.49	196.57	14.02	0.31	1.04
8	17868	92.2	14.2	36.52	35.1	9.47	193.88	13.92	0.38	1.85
9	17870	55.5	16.9	32.57	32	7.1	71.52	8.46	0.26	0.29
10	18156	177.2	17.5	113.13	113.55	34.52	1858.43	43.11	0.38	-0.36
11	18157	55.2	21.6	40.62	42	10.8	158.58	12.59	0.31	-0.21
12	17355	154.3	33.2	76.09	72.9	17.26	561.46	23.69	0.31	1.03
13	17907	96.8	30.6	65.5	60.3	20.15	534.6	23.12	0.35	0.007
14	18064	99.6	33.7	68	75	22.24	671.83	25.91	0.38	-0.22
15	18063	95.7	28.1	59.57	59.8	15.61	437.62	20.92	0.35	0.21
16	8275	162.8	47.4	79.26	76.85	19.69	751.66	27.42	0.35	1.44
17	17871	98	36.6	61.19	55.5	13.91	278.06	16.67	0.27	0.65

### 3.1.2. L-Moment Hesabı

Tablo 3 ve Tablo 4'te L-moment hesapları verilmiştir. İkinci bölümde L-Moment hesapları başlığı altındaki 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.33, 2.34 ve 2.35 denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

**Tablo 3.** İstasyonların L-Moment Değerleri.

No	İstasyon No	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	λ <sub>1</sub>	λ <sub>2</sub>	λ <sub>3</sub>	λ <sub>4</sub>
1	17649	58.33	$\frac{34.9}{2}$	25.81	20.83	58.33	11.51	3.7	2.88
2	17908	68.58	$\frac{41.0}{9}$	30.28	24.33	68.58	13.59	3.75	2.52
3	17960	67.48	40.4	29.65	23.74	67.48	13.31	3.01	2.54
4	17979	77.18	$\frac{46.9}{3}$	34.83	28.09	77.18	16.68	4.61	2.81
5	18055	66.3	$\frac{42.0}{2}$	32.59	27.46	66.3	17.74	9.7	9.48
6	17255	49.83	$\frac{28.8}{6}$	20.87	16.56	49.83	7.89	1.87	1.61
7	17866	44.77	$\frac{26.1}{8}$	18.97	15.06	44.77	7.6	1.51	1.36
8	17868	36.52	$\frac{21.7}{9}$	15.99	12.82	36.52	7.06	1.7	1.81
9	17870	32.57	$\frac{18.7}{1}$	13.33	10.41	32.57	4.85	0.26	0.31
10	18156	113.1	$\frac{69.0}{7}$	49.98	39.33	113.13	25.01	-1.38	2.71
11	18157	40.62	$\frac{24.0}{8}$	17.2	13.33	40.62	7.55	-0.69	-1.0
12	17355	76.09	$\frac{44.4}{9}$	32.11	25.41	76.09	12.88	1.81	2.76
13	17907	65.5	$\frac{39.5}{7}$	28.63	22.42	65.5	13.63	-0.13	-1.2
14	18064	68	$\frac{41.7}{7}$	30.25	23.61	68	15.53	-1.08	-2.2
15	18063	59.57	$\frac{36.0}{1}$	26.16	20.73	59.57	12.46	0.47	2.25
16	8275	79.26	$\frac{46.9}{1}$	34.25	27.34	79.26	14.55	3.34	2.89
17	17871	61.19	$\frac{35.2}{9}$	25.38	20	61.19	9.38	1.75	0.77

**Tablo 4.** İstasyonların L-Moment Değerleri (Tablo 3'ün devamı).

No	İstasyon No	LC <sub>v</sub> , τ <sub>2</sub>	L-Çarpıklık τ <sub>3</sub>	L-Kurtosis, τ <sub>4</sub>
1	17649	0.2	0.32	0.25

2	17908	0.2	0.28	0.18
3	17960	0.2	0.23	0.19
4	17979	0.22	0.28	0.17
5	18055	0.27	0.55	0.53
6	17255	0.16	0.24	0.2
7	17866	0.17	0.2	0.18
8	17868	0.19	0.24	0.26
9	17870	0.15	0.05	0.06
10	18156	0.22	-0.06	0.11
11	18157	0.19	-0.09	-0.13
12	17355	0.17	0.14	0.21
13	17907	0.21	-0.01	-0.09
14	18064	0.23	-0.07	-0.14
15	18063	0.21	0.04	0.18
16	8275	0.18	0.23	0.2
17	17871	0.15	0.19	0.08

### 3.2. Olasılık Dağılım Fonksiyonları

İki parametrelili dağılımlar Tablo 5'te verilmiştir. Üç parametrelili dağılımlar Tablo 6'da verilmiştir. 2.41, 2.42, 2.43, 2.44, 2.45, 2.46, 2.47 ve 2.48 denklemlerinden yararlanarak bulunmuştur.

**Tablo 5.** İki parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları.

No	İstasyon No	Normal Dağılım		LN2		Gumbel Dağılım	
		$\bar{x}$	Sx	$\bar{y}$	Sy	a	u
1	17649	58	21	4.01	0.33	16.37	48.55
2	17908	69	26	4.17	0.34	20.27	57.3
3	17960	67	25	4.15	0.35	19.49	55.75
4	17979	77	32	4.27	0.37	24.95	62.6
5	18055	66	37	4.1	0.43	28.84	49.35
6	17255	50	15	3.87	0.27	11.69	43.25
7	17866	45	14	3.76	0.3	10.91	38.7
8	17868	37	14	3.54	0.34	10.91	30.7
9	17870	33	8	3.45	0.27	6.24	29.4
10	18156	113	43	4.62	0.55	33.52	93.65
11	18157	41	13	3.66	0.34	10.13	35.15
12	17355	76	24	4.29	0.31	18.71	65.2
13	17907	65	23	4.12	0.38	17.93	54.65
14	18064	68	26	4.14	0.43	20.27	56.3
15	18063	60	21	4.03	0.38	16.37	50.55
16	8275	79	27	4.32	0.31	21.05	66.85
17	17871	61	17	4.08	0.26	13.25	53.35

**Tablo 6.** Üç parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları.

No	LN3	Ekstrem Değer
----	-----	---------------

	İstasyon No	$\bar{y}$	Sy	X0	k	a	u
1	17649	3.33	0.61	25.4	-0.22	13.02	47.62
2	17908	3.95	0.42	11.75	-0.16	14.03	47.86
3	17960	4.09	0.37	3.55	-0.08	15.34	48.27
4	17979	3.68	0.64	29.1	-0.16	14.03	47.86
5	18055	3.07	0.97	33.2	-0.51	8.31	47.48
6	17255	3.31	0.47	19.22	-0.10	15.02	48.16
7	17866	4.09	0.22	-16.37	-0.04	15.98	48.51
8	17868	3.47	0.36	2.13	-0.11	14.86	48.10
9	17870	3.74	0.2	-10.24	0.19	19.25	50.31
10	18156	5.22	0.23	302.24	0.39	21.34	52.19
11	18157	3.61	0.33	79.4	0.45	21.82	52.79
12	17355	4.35	0.29	-4.6	0.05	17.29	49.12
13	17907	5.09	0.14	-99	0.30	20.49	51.32
14	18064	4.15	0.4	136	0.41	21.51	52.39
15	18063	5.6	0.08	-211.12	0.22	19.61	50.58
16	8275	3.7	0.56	32	-0.09	15.18	48.21
17	17871	3.6	0.42	21.46	-0.03	16.14	48.58

**Tablo 7.** Üç parametrelili Olasılık Dağılım Fonksiyonları (Tablo 6'nın devamı).

No	İstasyon No	P3 (K(Csx))			LP3(K(Csy))		
		50	100	200	50	100	200
1	17649	2.71	3.28	3.84	2.42	2.84	3.24
2	17908	2.70	3.26	3.82	2.32	2.71	3.07
3	17960	2.63	3.16	3.68	2.12	2.42	2.70
4	17979	2.84	3.49	4.14	2.35	2.74	3.11
5	18055	3.01	3.78	4.56	2.76	3.36	3.95
6	17255	2.67	3.21	3.74	2.30	2.66	3.01
7	17866	2.56	3.05	3.52	2.07	2.35	2.60
8	17868	2.86	3.53	4.18	2.23	2.57	2.89
9	17870	2.21	2.54	2.85	1.92	2.15	2.35
10	18156	1.86	2.06	2.24	0.940	0.947	0.951
11	18157	1.94	2.17	2.38	1.75	1.92	2.06
12	17355	2.55	3.04	3.51	1.97	2.21	2.43
13	17907	2.06	2.33	2.58	1.83	2.02	2.19
14	18064	1.93	2.16	2.37	1.74	1.91	2.05
15	18063	2.16	2.48	2.77	1.74	1.91	2.05
16	8275	2.72	3.29	3.86	2.32	2.69	3.05
17	17871	2.38	2.79	3.18	2.18	2.50	2.80

### 3.3. Yağışlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıkları

Her gözlem istasyonu için Normal, GEV ve Pearson ailelerinin 50, 100 ve 200 senelik dönüş aralıklı yağış değerleri tablo şeklinde verilmiştir. Koyu olan sayılar en yüksek yağışlardır.

Tablo 8'e göre çeşitli dönüş aralıklarında en düşük yağış değeri Normal (L-Moment) dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağış da GEV dağılımı kullanılarak elde edilmiştir. En yüksek yağış değeri en düşük yağış değerinden neredeyse %50 daha fazladır.

**Tablo 8.** 17649 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	81.37	81.65	81.89
Normal D. (L-momentler) (mm)	71.9	72.18	72.42
LN (mm)	109.38	119.96	129.85
LN3 (mm)	105.59	111.92	117.34
Gumbel (L-momentleri) (mm)	112.42	123.85	135.24
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>128.1</b>	<b>151.3</b>	<b>178.2</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	115.16	127.14	138.89
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	119.63	136.84	155.52

Tablo 9, Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12 için 50, 100 ve 200 yıllık dönüş aralıklı yağışlar incelendiğinde; hepsinde de en düşük değer Normal (L-Moment) dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağış değeri Log-Pearson Tip III dağılımı kullanılarak elde edilmiştir.

**Tablo 9.** 17908 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	96.36	96.64	96.88
Normal D. (L-momentler) (mm)	84.24	84.52	84.76
LN (mm)	129.08	141.97	154.04
LN3 (mm)	119.8	126.77	132.75
Gumbel (L-momentleri) (mm)	136.39	150.54	164.65
GEV (L-momentleri) (mm)	123.88	143.23	164.78
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	138.02	152.43	166.83
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	<b>142.4</b>	<b>162.6</b>	<b>183.8</b>

**Tablo 10.** 17960 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	94.35	94.63	94.87
Normal D. (L-momentler) (mm)	82.86	83.14	83.38
LN (mm)	130.45	143.88	156.49
LN3 (mm)	109.2	115.53	120.96

Gumbel (L-momentleri) (mm)	131.8	145.41	158.96
GEV (L-momentleri) (mm)	118.52	133.51	149.43
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	132.73	145.88	158.78
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	<b>133.2</b>	<b>148</b>	<b>163.2</b>

**Tablo 11.** 17979 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	111.5	111.78	112.02
Normal D. (L-momentler) (mm)	95.92	96.2	96.44
LN (mm)	153.27	170	185.79
LN3 (mm)	149.07	158.77	167.07
Gumbel (L-momentleri) (mm)	159.95	177.37	194.73
GEV (L-momentleri) (mm)	123.88	143.23	164.78
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	168.8	189.77	210.74
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	<b>170.6</b>	<b>197.1</b>	<b>226</b>

**Tablo 12.** 18055 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	105.39	105.67	105.91
Normal D. (L-momentler) (mm)	86.1	86.38	86.62
LN (mm)	146.32	165.04	182.98
LN3 (mm)	156.47	168.54	178.88
Gumbel (L-momentleri) (mm)	161.88	182.02	202.08
GEV (L-momentleri) (mm)	150.38	201.37	273.85
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	177.76	206.27	235.16
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	<b>197.7</b>	<b>255.9</b>	<b>329.8</b>

Tablo 13, Tablo 14, Tablo 15 ve Tablo 16 için 50, 100 ve 200 yıllık dönüş aralıklı yağışlar incelendiğinde; 4 istasyon için de en düşük yağış Normal (L-Moment) dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağış ise GEV dağılımı kullanılarak bulunmuştur. En düşük yağış ve en yüksek yağış arasında 2 kattan daha fazla fark vardır.

**Tablo 13.** 17255 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	66.73	67.01	67.25
Normal D. (L-momentler) (mm)	59.78	60.06	60.3
LN (mm)	83.61	90.18	96.22

LN3 (mm)	81.13	85.38	89.03
Gumbel (L-momentleri) (mm)	88.86	97.03	105.16
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>119.8</b>	<b>135.9</b>	<b>153</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	89.45	97.47	105.33
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	89.21	98.32	108.06

**Tablo 14.** 17866 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	60.85	61.13	61.37
Normal D. (L-momentler) (mm)	54.42	54.7	54.94
LN (mm)	79.68	86.66	93.13
LN3 (mm)	72.91	76.72	80
Gumbel (L-momentleri) (mm)	81.27	88.89	96.48
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>116</b>	<b>129.2</b>	<b>142.8</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	80.66	87.53	94.12
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	79.92	86.92	93.69

**Tablo 15.** 17868 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	52.5	52.78	53.02
Normal D. (L-momentler) (mm)	45.64	45.92	46.16
LN (mm)	69.44	76.37	82.86
LN3 (mm)	62.69	66.26	69.32
Gumbel (L-momentleri) (mm)	73.27	80.89	88.48
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>120.5</b>	<b>137.1</b>	<b>154.9</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	76.33	85.66	94.71
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	73.57	82.58	92.07

**Tablo 16.** 17870 No’lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	43.09	43.37	43.61
Normal D. (L-momentler) (mm)	39.48	39.76	40
LN (mm)	54.94	59.25	63.22
LN3 (mm)	50.58	53.01	55.09
Gumbel (L-momentleri) (mm)	53.75	58.1	62.44
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>103.4</b>	<b>109.4</b>	<b>114.6</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	51.7	54.06	56.68
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	52.9	56.29	59.41



Tablo 17 ve Tablo 18 için 50, 100 ve 200 yıllık dönüş aralıklı yağışları incelersek; Tablo 17 için en düşük yağış GEV dağılımı kullanılarak ve Tablo 18 için ise en düşük yağış Normal (L-Moment) dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağış ise her ikisi için de LN3 dağılımı kullanılarak elde edilmiştir.

**Tablo 17.** 18156 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	158.3	158.58	158.82
Normal D. (L-momentler) (mm)	140.2	140.48	140.72
LN (mm)	315.13	367.6	419.47
LN3 (mm)	<b>583.3</b>	<b>595.7</b>	<b>606.3</b>
Gumbel (L-momentleri) (mm)	224.44	247.85	271.17
GEV (L-momentleri) (mm)	94.96	97.81	99.97
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	193.31	201.94	209.7
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	170.2	170.86	171.14

**Tablo 18.** 18157 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	55.27	55.55	55.79
Normal D. (L-momentler) (mm)	50.22	50.5	50.74
LN (mm)	77.51	85.25	92.5
LN3 (mm)	<b>145.7</b>	<b>149.4</b>	<b>152.6</b>
Gumbel (L-momentleri) (mm)	74.68	81.75	88.8
GEV (L-momentleri) (mm)	92.9	95.16	96.81
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	65.04	67.94	70.58
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	69.76	73.91	77.51

Tablo 19 ve Tablo 20 incelendiğinde; her iki istasyon için de en düşük yağış Normal (L-Moment) dağılımı ile bulunmuştur. Ancak en yüksek yağış Tablo 19'da Gumbel, Tablo 20'de ise LN dağılımı ile elde edilmiştir. En düşük yağış en yüksek yağıştan neredeyse 1.5 kat daha düşüktür.

**Tablo 19.** 17355 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	101.84	102.12	102.36
Normal D. (L-momentler) (mm)	91.04	91.32	91.56
LN (mm)	138.19	150.72	162.36

LN3 (mm)	125.51	132.21	137.96
Gumbel (L-momentleri) (mm)	<b>138.2</b>	<b>151.3</b>	<b>164.3</b>
GEV (L-momentleri) (mm)	110.88	120.8	130.38
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	136.5	148.11	159.24
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	134.38	144.76	154.98

**Tablo 20.** 17907 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	90.68	90.96	91.2
Normal D. (L-momentler) (mm)	81.2	81.48	81.72
LN (mm)	<b>134.7</b>	<b>149.8</b>	<b>164.1</b>
LN3 (mm)	112.52	118.98	124.51
Gumbel (L-momentleri) (mm)	124.61	137.13	149.6
GEV (L-momentleri) (mm)	98.43	102.44	105.67
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	113.13	119.37	125.15
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	123.38	132.63	141.49

Tablo 21 ve Tablo 22 için 50, 100 ve 200 yıllık dönüş aralıklı yağışlar incelendiğinde; en düşük yağış her iki istasyon için de Normal (L-Moment) dağılım kullanılarak bulunmuştur. En yüksek yağış ise Tablo 21 için LN3 ve Tablo 22 için ise LN dağılımıyla hesaplanmıştır.

**Tablo 21.** 18064 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	95.97	96.25	96.49
Normal D. (L-momentler) (mm)	85.6	85.88	86.12
LN (mm)	152.29	171.78	190.45
LN3 (mm)	<b>263.7</b>	<b>271.7</b>	<b>278.6</b>
Gumbel (L-momentleri) (mm)	135.39	149.55	163.65
GEV (L-momentleri) (mm)	94.26	96.9	98.87
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	118.01	123.97	129.41
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	132.71	142.78	151.64

**Tablo 22.** 18063 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	82.55	82.83	83.07
Normal D. (L-momentler) (mm)	74.08	74.36	74.6
LN (mm)	<b>123.1</b>	<b>136.9</b>	<b>150</b>
LN3 (mm)	104.95	111.04	116.26
Gumbel (L-momentleri) (mm)	114.42	125.85	137.24

GEV (L-momentleri) (mm)	101.94	107.32	111.91
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	104.76	111.45	117.52
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	108.98	116.26	122.61

Tablo 23 ve Tablo 24 için verilen değerleri incelersek; en düşük yağış her iki istasyon için Normal (L-Moment) dağılım kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağışa bakılacak olursak Tablo 23 için Log-Pearson III dağılım ve Tablo 24 için ise GEV dağılımı kullanılarak elde edilmiştir.

**Tablo 23.** 8275 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	108.74	109.02	109.26
Normal D. (L-momentler) (mm)	95.88	96.16	96.4
LN (mm)	142.39	155.31	167.3
LN3 (mm)	138.47	146.51	153.4
Gumbel (L-momentleri) (mm)	148.99	163.68	178.33
GEV (L-momentleri) (mm)	119.17	134.72	151.2
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	153.84	169.47	185.1
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	<b>154.4</b>	<b>173.1</b>	<b>193.5</b>

**Tablo 24.** 17871 No'lu İstasyon İçin Çeşitli Periyotlar İçin Tahmini.

Dağılım	50	100	200
Normal D. (momentler) (mm)	79.93	80.21	80.45
Normal D. (L-momentler) (mm)	72.64	72.92	73.16
LN (mm)	101.05	108.68	115.68
LN3 (mm)	97.6	102.52	106.73
Gumbel (L-momentleri) (mm)	105.05	114.3	123.52
GEV (L-momentleri) (mm)	<b>115.4</b>	<b>128.2</b>	<b>141.2</b>
Pearson Tip III (momentleri) (mm)	100.87	107.71	114.21
Log-Pearson Tip III (momentleri) (mm)	104.25	113.3	122.49

Gev dağılımı 6 istasyon için, LP3 dağılımı 5 istasyon için, LN3 dağılımı 3 istasyon için, LN dağılımı 2 istasyon için ve Gumbel dağılımı 1 istasyon için hesaplanmıştır.

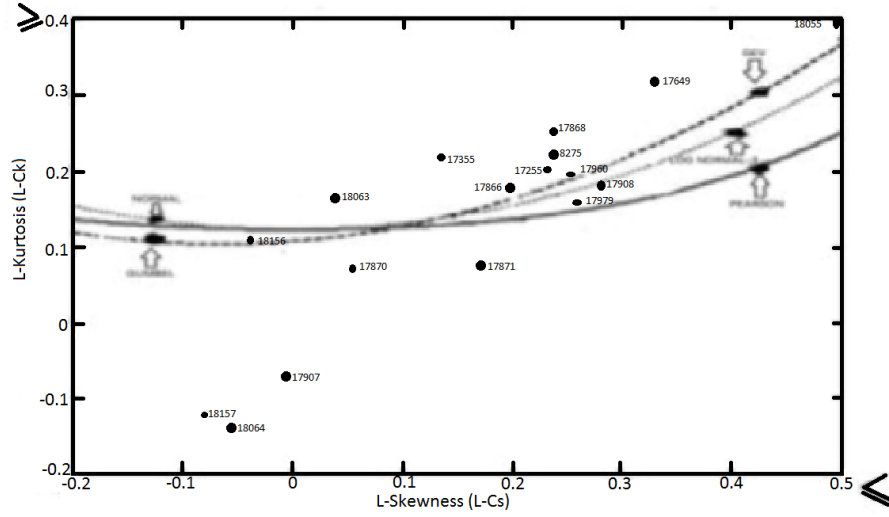
### 3.4. Uygunluk Testleri

Dağılımların uygun olup olmadığını görmek için verilere bazı uygunluk testlerini uyguladık. Bu testler; L-Moment testi, Kolmogorov-Smirnov testi ve PPCC testidir.

#### 3.4.1. L-Moment Testi

İstasyonların L-Moment değerleri Tablo 3 ve Tablo 4’te hesaplanmıştır.

L-Moment oranları Şekil 27’de işaretlenmiştir ve hesaplanan sonuçlar Tablo 25’te gösterilmiştir.



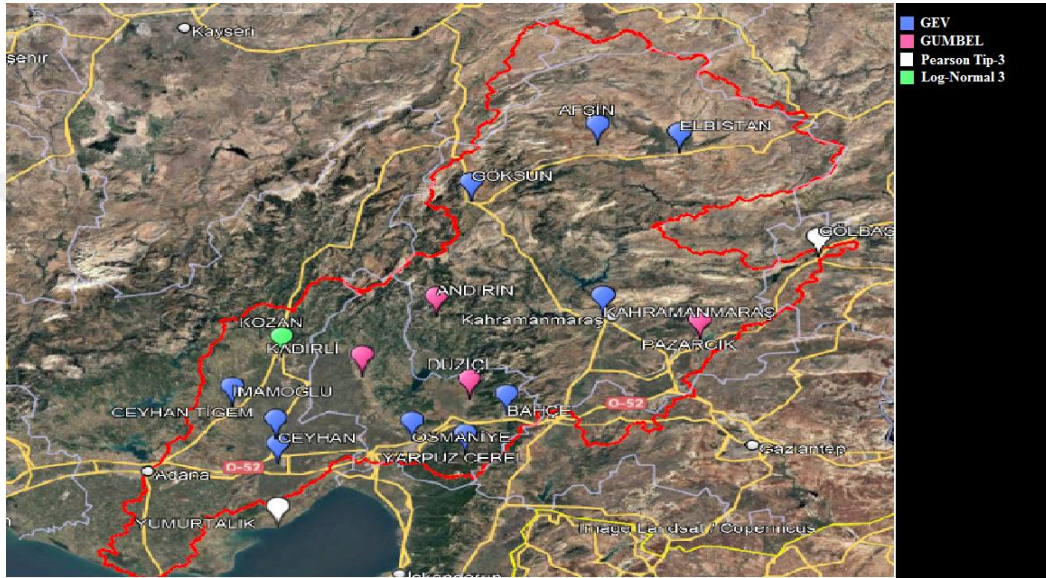
Şekil 27. L-Moment Diyagramı.

Testin sonucuna göre üç parametrelili dağılımlar bu havzanın istasyonlarından ölçülen yağışlar için daha uygundur. GEV dağılımının 10 istasyona, GUMBEL dağılımının 4 istasyona, P3 dağılımının 2 istasyona ve LN3 dağılımının 1 istasyona uygun olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 25)

Tablo 25. L-Moment Testi Sonucu Uygun Dağılımlar.

İstasyon No	DAĞILIM
17649	GEV
17908	LN3
17960	GEV
17979	P3
18055	GEV
17255	GEV
17866	GEV
17868	GEV

17870	GEV
18156	GUMBEL
18157	GUMBEL
17355	GEV
17907	GUMBEL
18064	GUMBEL
18063	GEV
8275	GEV
17871	P3



Şekil 28. L-Moment Testine Göre İstasyonların Uyumluluk Dağılım Haritası.

Şekil 28'e göre havzanın memba ve mansabı GEV dağılımına uyum sağlamaktadır. Orta kısımlarına ise Gumbel dağılımının uyumlu olduğu görülmektedir.

### 3.4.2. Kolmogorov-Simirnov Testi

Testte  $\Delta$  ve kritik  $\Delta$  hesaplanmıştır. Sonucu Tablo 26'da verilmiştir ve Tablo 27'de özetlenmiştir. Eklerde bulunan EK-C ve EK-Ç tablolarından yararlanılarak kritik  $\Delta$  bulunmuştur.

Tablo 26. K-S Testi Sonucu.

N o	İstasyon No		NORMA L	LN	LN3	GUMBEL	EKSTRE M
1	17649	$\Delta$ Bulunan	0.23	0.16	0.12	0.16	0.12
		$\Delta$ Kritik	0.4	0.4	0.4	0.4	0.410
2	17908	$\Delta$ Bulunan	0.16	0.09	0.06	0.09	0.04
		$\Delta$ Kritik	0.11	0.17	0.17	0.11	0.174

3	17960	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.14 0.12	0.08 0.18	0.07 0.18	0.08 0.12	0.06 0.182
4	17979	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.13 0.12	0.1 0.17	0.06 0.17	0.09 0.12	0.07 0.180
5	18055	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.33 0.17	0.26 0.44	0.2 0.44	0.27 0.183	0.23 0.453
6	17255	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.15 0.11	0.09 0.17	0.08 0.17	0.08 0.11	0.08 0.174
7	17866	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.13 0.11	0.07 0.17	0.07 0.17	0.06 0.11	0.06 0.174
8	17868	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.15 0.13	0.08 0.19	0.08 0.19	0.1 0.13	0.07 0.194
9	17870	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.07 0.11	0.11 0.17	0.08 0.17	0.13 0.11	0.07 0.174
10	18156	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.08 0.17	0.17 0.31	0.09 0.31	0.12 0.18	0.08 0.321
11	18157	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.175 0.173	0.18 0.44	0.18 0.44	0.2 0.183	0.15 0.453
12	17355	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.153 0.15	0.1 0.23	0.11 0.23	0.09 0.15	0.1 0.230
13	17907	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.2 0.17	0.21 0.38	0.21 0.38	0.23 0.18	0.18 0.393
14	18064	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.16 0.173	0.22 0.44	0.18 0.44	0.23 0.183	0.13 0.453
15	18063	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.15 0.173	0.2 0.44	0.15 0.44	0.2 0.183	0.15 0.453
16	8275	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.17 0.161	0.1 0.24	0.12 0.24	0.1 0.164	0.1 0.248
17	17871	$\Delta$ Bulunan $\Delta$ Kritik	0.19 0.16	0.14 0.236	0.12 0.236	0.13 0.16	0.12 0.240

Tablo 27’de + olanlar  $\Delta < \Delta$  kritiktir. LN, LN3 ve GEV dağılımları bütün istasyonlara, GUMBEL dağılımı 10 tanesine ve Normal dağılımı 5 tanesine uygundur.

**Tablo 27.** K-S Testi Özeti.

No	İstasyon No	Normal	LN	LN3	Gumbel	Ekstrem
1	17649	+	+	+	+	+
2	17908		+	+	+	+
3	17960		+	+	+	+
4	17979		+	+	+	+
5	18055		+	+		+
6	17255		+	+	+	+
7	17866		+	+	+	+
8	17868		+	+	+	+
9	17870	+	+	+		+
10	18156	+	+	+		+
11	18157		+	+		+
12	17355		+	+	+	+





4	17979	Bulunan Korelasyon	0.9206	0.9551	0.9946
		0.05 = $\alpha$	0.9794	0.9794	0.9794
5	18055	Bulunan Korelasyon	0.8226	0.9999	0.9936
		0.05 = $\alpha$	0.9120	0.9120	0.9120
6	17255	Bulunan Korelasyon	0.9476	0.9632	0.9950
		0.05 = $\alpha$	0.9802	0.9802	0.9802
7	17866	Bulunan Korelasyon	0.9618	0.9603	0.9994
		0.05 = $\alpha$	0.9802	0.9802	0.9802
8	17868	Bulunan Korelasyon	0.9191	0.9582	0.9969
		0.05 = $\alpha$	0.9760	0.9760	0.9760
9	17870	Bulunan Korelasyon	0.9910	0.9632	0.9997
		0.05 = $\alpha$	0.9802	0.9802	0.9802
10	18156	Bulunan Korelasyon	0.9870	0.9894	0.9999
		0.05 = $\alpha$	0.9490	0.9490	0.9490
11	18157	Bulunan Korelasyon	0.9678	1.0000	0.9999
		0.05 = $\alpha$	0.9120	0.9120	0.9120
12	17355	Bulunan Korelasyon	0.9643	0.9793	0.9992
		0.05 = $\alpha$	0.9690	0.9690	0.9690
13	17907	Bulunan Korelasyon	0.9649	0.9927	1.0000
		0.05 = $\alpha$	0.9280	0.9280	0.9280
14	18064	Bulunan Korelasyon	0.9657	1.0000	1.0000
		0.05 = $\alpha$	0.9120	0.9120	0.9120
15	18063	Bulunan Korelasyon	0.9892	0.9999	1.0000
		0.05 = $\alpha$	0.9120	0.9120	0.9120
16	8275	Bulunan Korelasyon	0.9321	0.9792	0.9975
		0.05 = $\alpha$	0.9640	0.9640	0.9640
17	17871	Bulunan Korelasyon	0.9609	0.9822	0.9984
		0.05 = $\alpha$	0.9660	0.9660	0.9660

**Tablo 29.** PPCC Testi Sonucu (Tablo 28'in devamı)

No	İstasyon No		EKSTREM	PEARSON	LOG-PEARSON
1	17649	Bulunan Korelasyon	0.9306	0.9312	0.9998
		0.05 = $\alpha$	0.9100	0.9142	0.9142
2	17908	Bulunan Korelasyon	0.9375	0.9377	0.9488
		0.05 = $\alpha$	0.9690	0.9622	0.9622
3	17960	Bulunan Korelasyon	0.9555	0.9559	0.9521
		0.05 = $\alpha$	0.9670	0.9478	0.9478
4	17979	Bulunan Korelasyon	0.9213	0.9219	0.9473
		0.05 = $\alpha$	0.9673	0.9421	0.9421
5	18055	Bulunan Korelasyon	0.8244	0.8264	0.9999
		0.05 = $\alpha$	0.9084	0.9074	0.9074
6	17255	Bulunan Korelasyon	0.9479	0.9482	0.9565
		0.05 = $\alpha$	0.9690	0.9675	0.9675



7	17866	Bulunan Korelasyon	0.9621	0.9623	0.9528
		0.05 = $\alpha$	0.9690	0.9700	0.9700
8	17868	Bulunan Korelasyon	0.9202	0.9213	0.9498
		0.05 = $\alpha$	0.9650	0.9530	0.9530
9	17870	Bulunan Korelasyon	0.9908	0.9906	0.9557
		0.05 = $\alpha$	0.9690	0.9735	0.9735
10	18156	Bulunan Korelasyon	0.9869	0.9868	0.9875
		0.05 = $\alpha$	0.9330	0.9564	0.9564
11	18157	Bulunan Korelasyon	0.9665	0.9650	1.0000
		0.05 = $\alpha$	0.9084	0.9179	0.9179
12	17355	Bulunan Korelasyon	0.9651	0.9659	0.9758
		0.05 = $\alpha$	0.9560	0.9700	0.9700
13	17907	Bulunan Korelasyon	0.9636	0.9623	0.9912
		0.05 = $\alpha$	0.9140	0.9600	0.9600
14	18064	Bulunan Korelasyon	0.9641	0.9624	0.9999
		0.05 = $\alpha$	0.9084	0.9578	0.9578
15	18063	Bulunan Korelasyon	0.9894	0.9896	0.9999
		0.05 = $\alpha$	0.9084	0.9179	0.9179
16	8275	Bulunan Korelasyon	0.9325	0.9330	0.9757
		0.05 = $\alpha$	0.9526	0.9612	0.9612
17	17871	Bulunan Korelasyon	0.9604	0.9599	0.9792
		0.05 = $\alpha$	0.9540	0.9570	0.9570

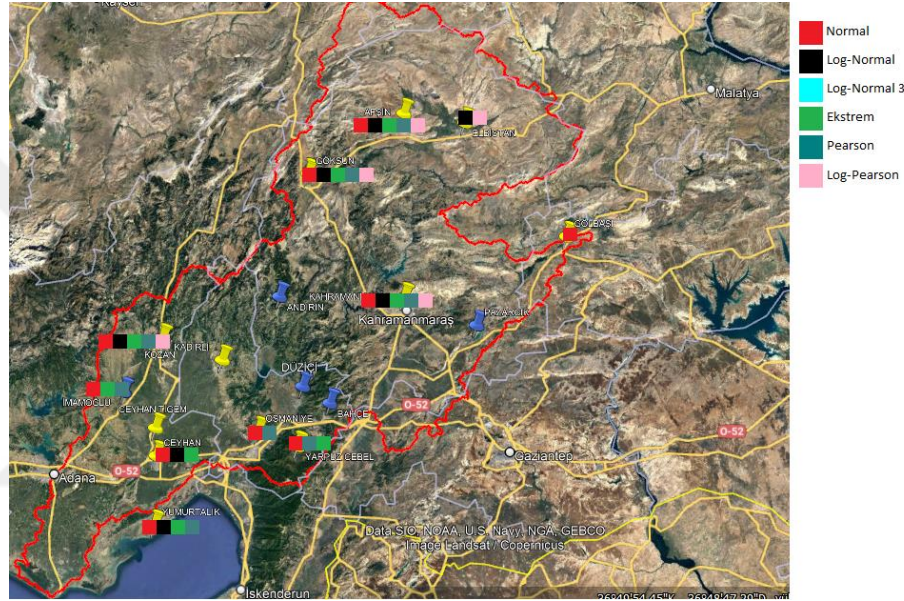
Tablo 30'da + ile gösterilen yerler kritik r'nin r'den büyük olduğu anlamına gelir. Tabloya göre Normal dağılıma uygun 10 istasyon, LN dağılımına uygun 7 istasyon, Ekstrem değerlere ve Pearson dağılımına uygun 8 istasyon ve Log-Pearson dağılımına uygun 5 istasyon bulunmaktadır. LN3'e ise uygun istasyon bulunmamaktadır. Testin sonucuna göre en uygun dağılım Normal dağılımdır.

**Tablo 30.** PPCC Testi Özeti

No	İstasyon No	Normal	LN	LN3	Ekstrem	P3	LP3
1	17649						
2	17908	+	+		+	+	+
3	17960	+	+		+		
4	17979	+	+		+	+	
5	18055	+			+	+	
6	17255	+	+		+	+	+
7	17866	+	+		+	+	+
8	17868	+	+		+	+	+
9	17870		+				+
10	18156						
11	18157						
12	17355	+				+	

13	17907						
14	18064						
15	18063						
16	8275	+			+	+	
17	17871	+					

İstasyonlar üzerinde PPCC testi dağılımı Şekil 30’da gösterilmiştir. Dağılım haritası incelendiğinde; en uygun dağılımın Normal dağılım olduğu görülmüş, memba kısımlarda Log-Normal ve GEV dağılımları uygunken orta kısımlar ise neredeyse bütün dağılımlara uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 30. PPCC Testi Dağılımı

### 3.5. Trend Analizi

Sonuçlar Tablo 31’de gösterilmiştir ve bütün istasyonların boyutsuz grafiği (Grafik1-Grafik17) çizilmiştir.

Tablo 31’e bakıldığında,  $\alpha=0.05$  kabul aralığında 17 istasyonun hiçbirinde trend saptanamamıştır.

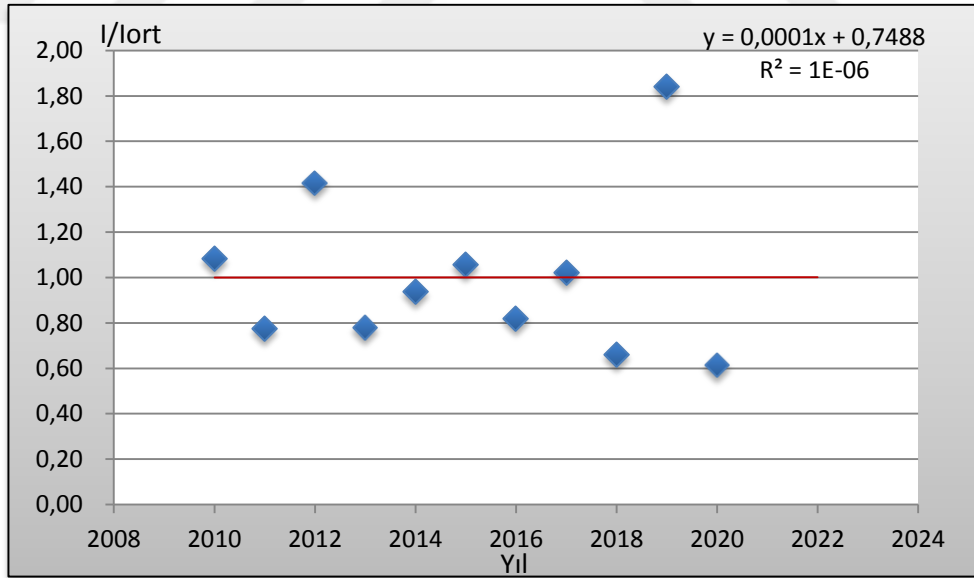
Tablo 31. Mann-Kendall Trend Analizi Sonuçları

No	İstasyon No	N	S	$\tau$	$\sigma_s$	Z	$Z_{\alpha/2}$	VAR	YOK
1	17649	11	-3	-0.055	13.984	-0.143	+,-1,96		+
2	17908	61	-45	-0.025	163.829	-0.281	+,-1,96		+
3	17960	56	78	0.051	144.484	0.533	+,-1,96		+
4	17979	57	202	0.127	148.288	1.355	+,-1,96		+

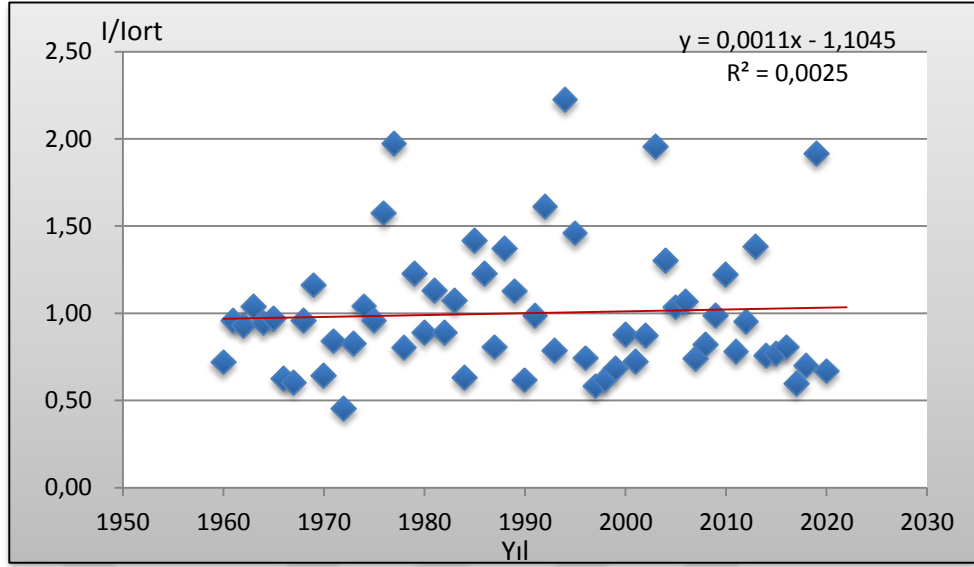
5	18055	9	2	0.056	10.583	0.283	+,-1,96		+
6	17255	61	291	0.159	163.829	1.770	+,-1,96		+
7	17866	61	-165	-0.090	163.829	-1.013	+,-1,96		+
8	17868	49	82	0.070	118.794	0.682	+,-1,96		+
9	17870	61	-49	-0.027	163.829	-0.305	+,-1,96		+
10	18156	18	9	0.059	27.964	0.286	+,-1,96		+
11	18157	9	8	0.222	10.583	0.850	+,-1,96		+
12	17355	35	97	0.163	72.725	1.320	+,-1,96		+
13	17907	12	-6	-0.091	15.790	-0.443	+,-1,96		+
14	18064	9	-4	-0.111	10.583	-0.283	+,-1,96		+
15	18063	9	-2	-0.056	10.583	-0.094	+,-1,96		+
16	8275	30	-109	-0.251	58.166	-1.891	+,-1,96		+
17	17871	32	92	0.185	63.861	1.425	+,-1,96		+

Sonuçları kontrol etmek için yağışlar, yağışların ortalamaları ile boyutsuz grafikleri ve doğrusal gidiş çizgileri çizilmiştir ve bu grafiklerde trend çizgisi denklemi sunulmuştur.

Grafik 1 ve Grafik 2 için Tablo 31’de verilen z değerleri -0.143 ve -0.281’dir. Bu değerler -1.96’dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ama yıllık ortalama yağışlarda çok az da olsa artma vardır.



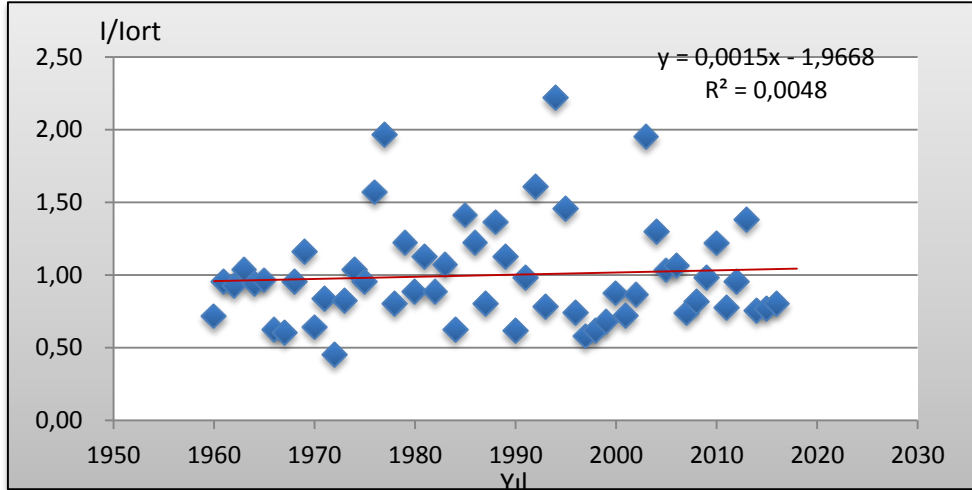
**Grafik 1** 17649 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.



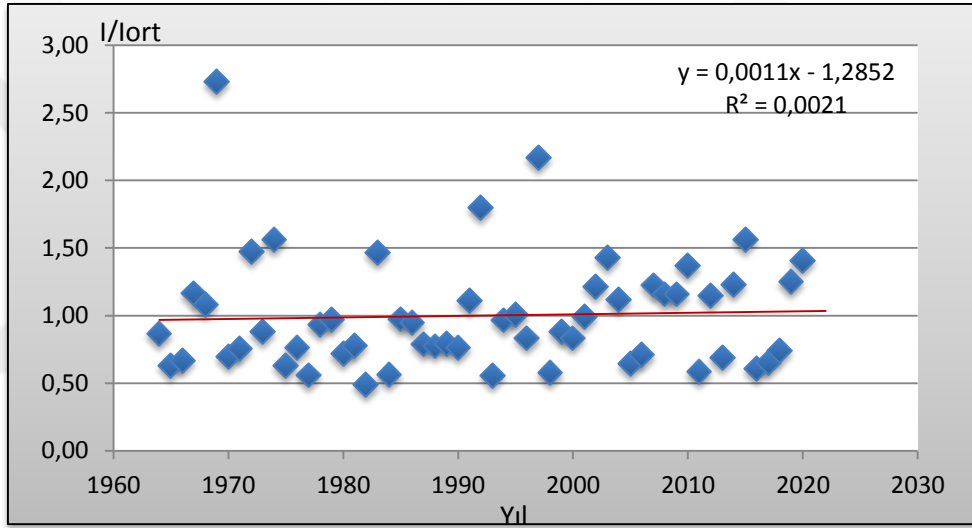
**Grafik 2** 17908 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

Grafik 3 ve Grafik 4 için Tablo 31'de verilen z değerleri 0.533 ve 1.355'tir. 0.05 aşıma olasılığına karşılık gelen +1.96'dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda artış vardır.

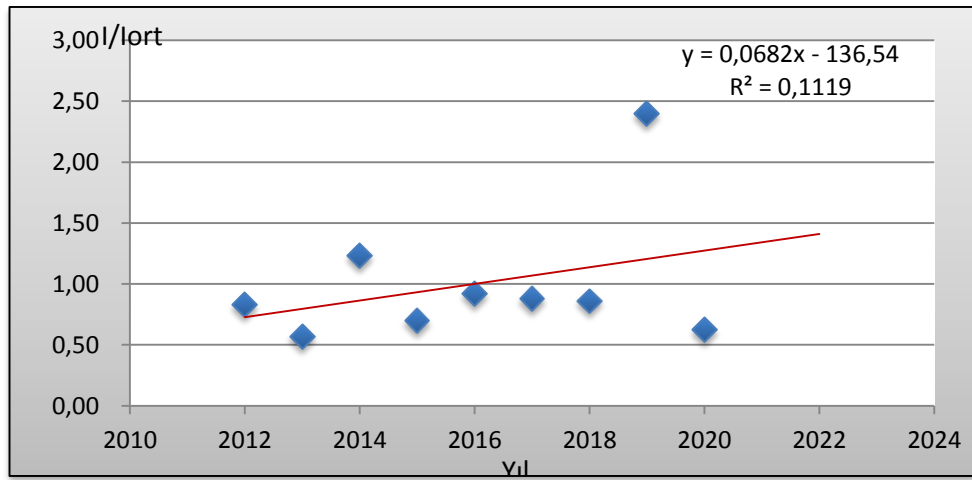
Grafik 5 için Tablo 31'de verilen z değeri 0.283'tür ve Grafik 6 için z değeri 1.77'dir. 0.05 aşıma olasılığına karşılık gelen +1.96'dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ama yıllık ortalama yağışlarda artış vardır.



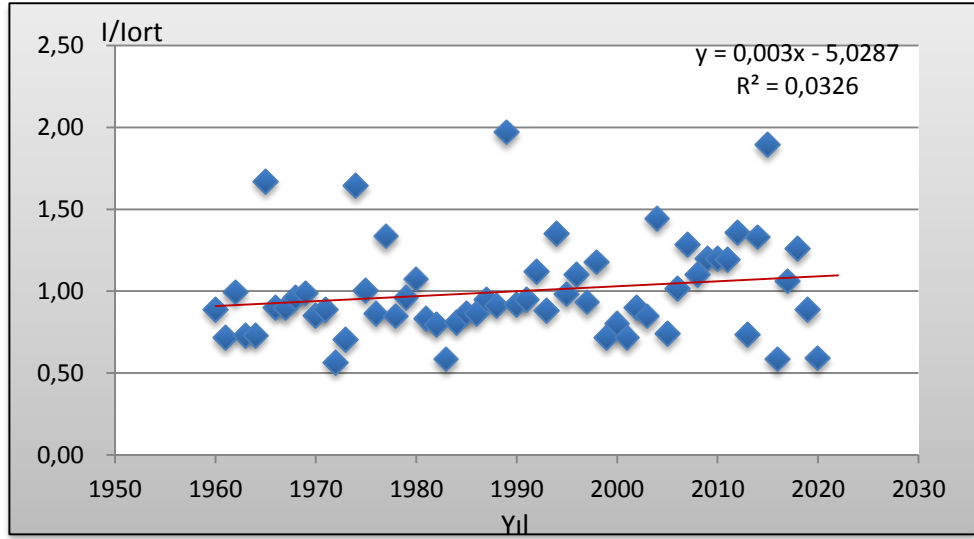
**Grafik 3** 17960 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.



**Grafik 4** 17979 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.



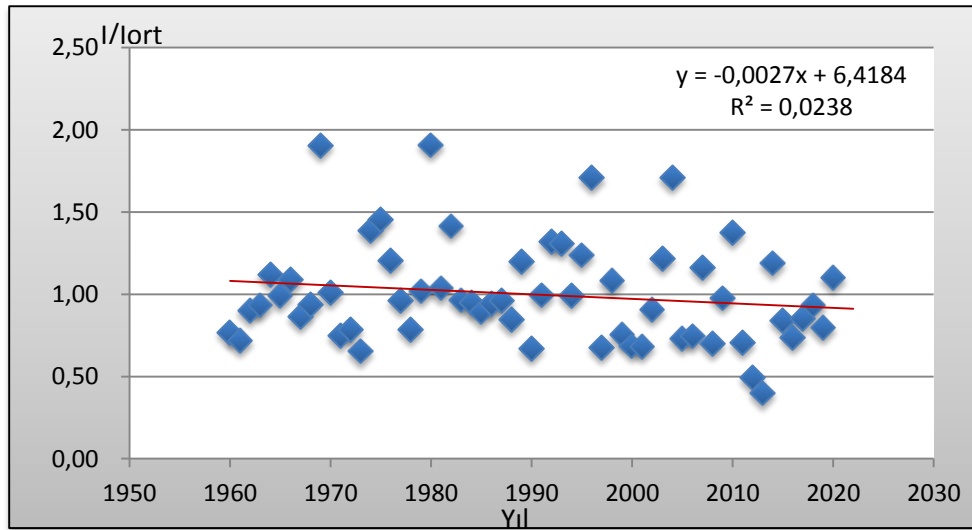
**Grafik 5** 18055 No'lu İstasyonun Trend Grafiği



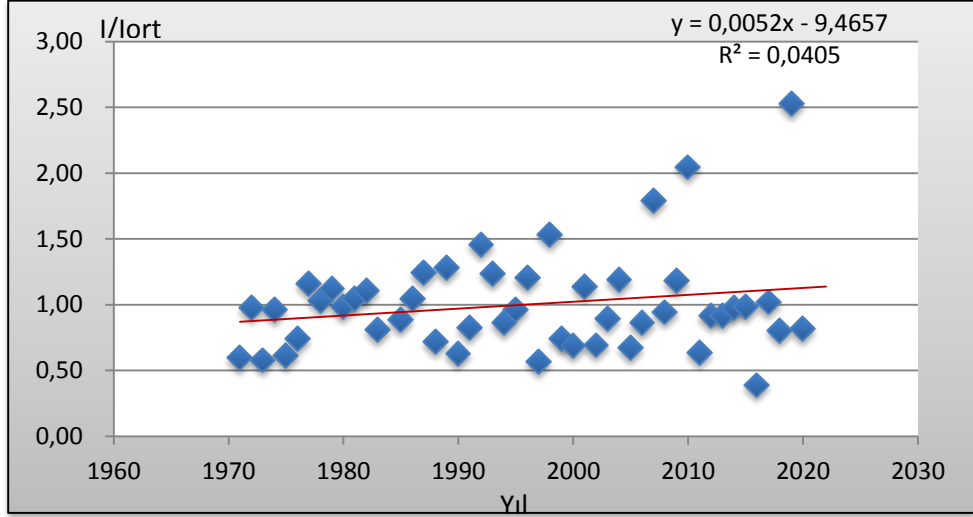
**Grafik 6** 17255 No'lu İstasyonun Trend Grafiği

Grafik 7 için Tablo 31'de verilen z değeri -1.013'tür ve -1.96'dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda azalma görülmektedir. Grafik 8 için Tablo 31'de verilen z değeri 0.682'dir ve +1.96'dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda artış görülmektedir.

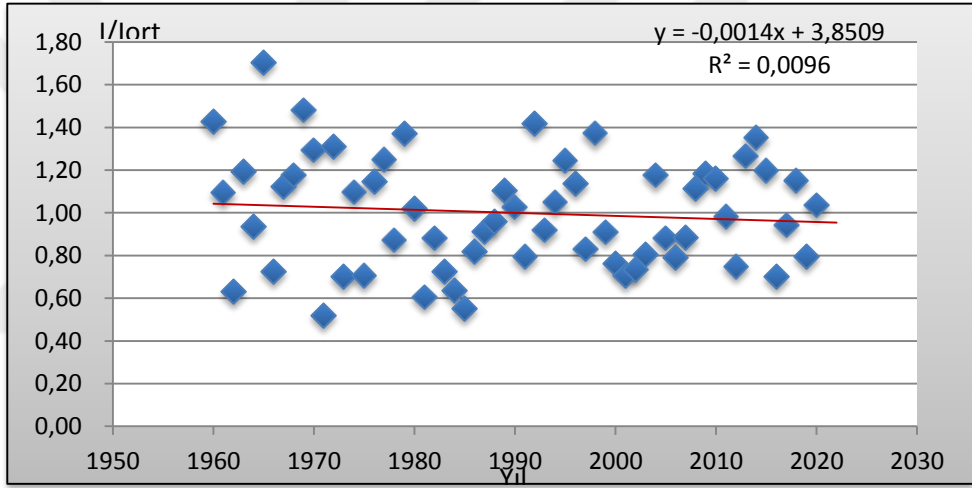
Grafik 9 için Tablo 31'de verilen z değeri -0.305'tir ve -1.96'dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ama yıllık ortalama yağışlarda azalma görülmektedir. Grafik 10 için Tablo 31'de verilen z değeri 0.286'dır ve +1.96'dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda çok az da olsa bir artış mevcuttur.



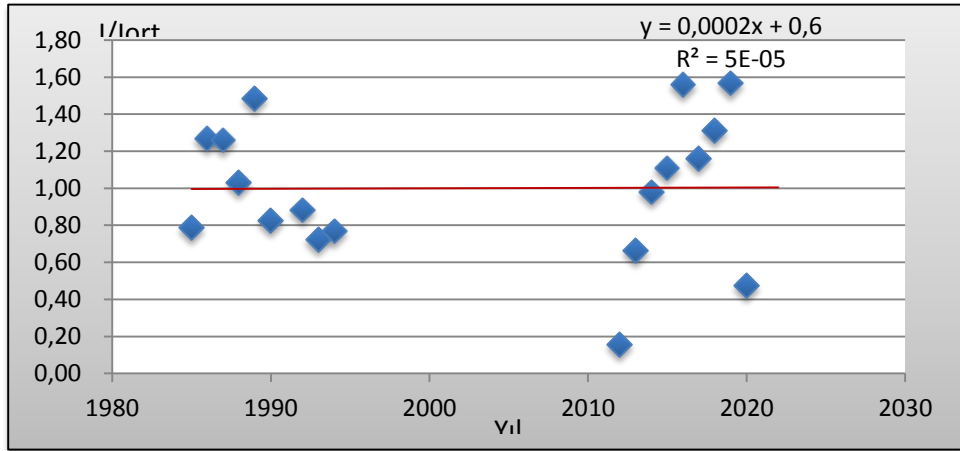
**Grafik 7** 17866 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.



**Grafik 8** 17868 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

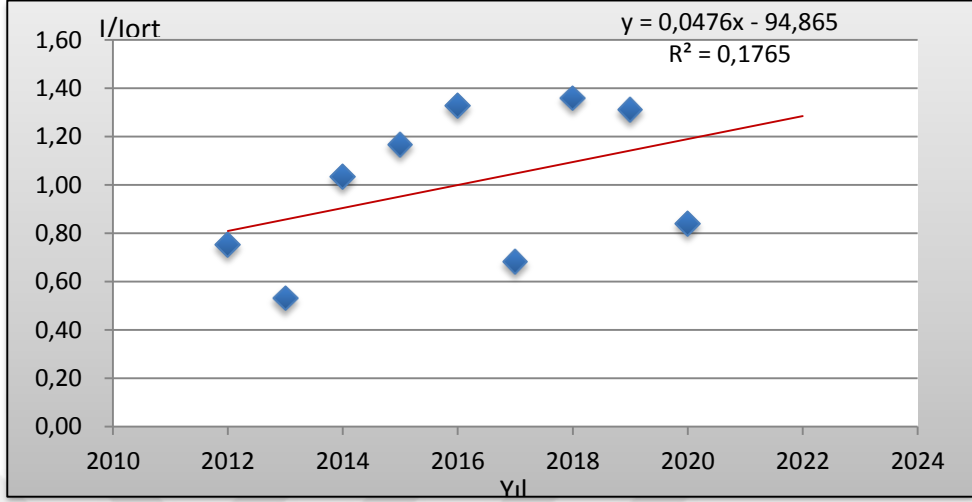


**Grafik 9** 17870 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

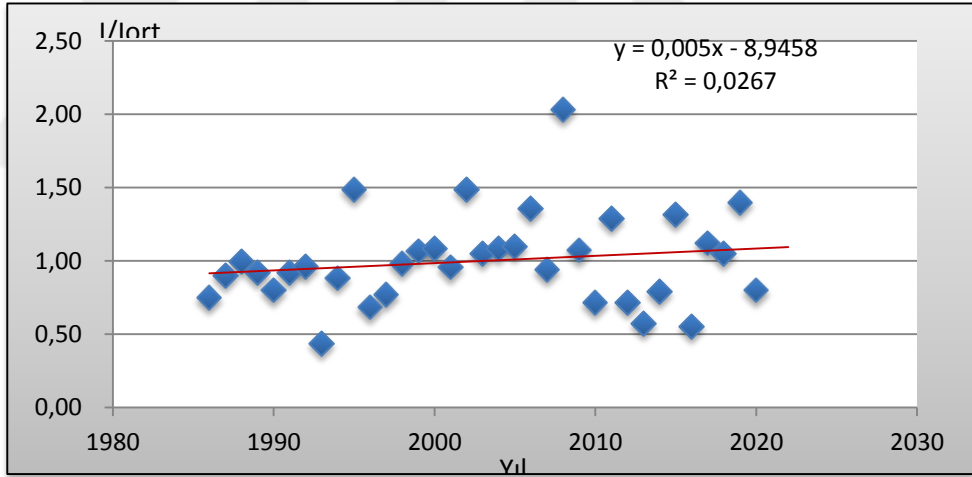


**Grafik 10** 18156 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

Grafik 11 ve Grafik 12 için Tablo 31’de verilen z değerleri 0.850 ve 1.32’dir. 0.05 aşılma olasılığına karşılık gelen +1.96’dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda artış görülmektedir.



**Grafik 11** 18157 No’lu İstasyonun Trend Grafiği.

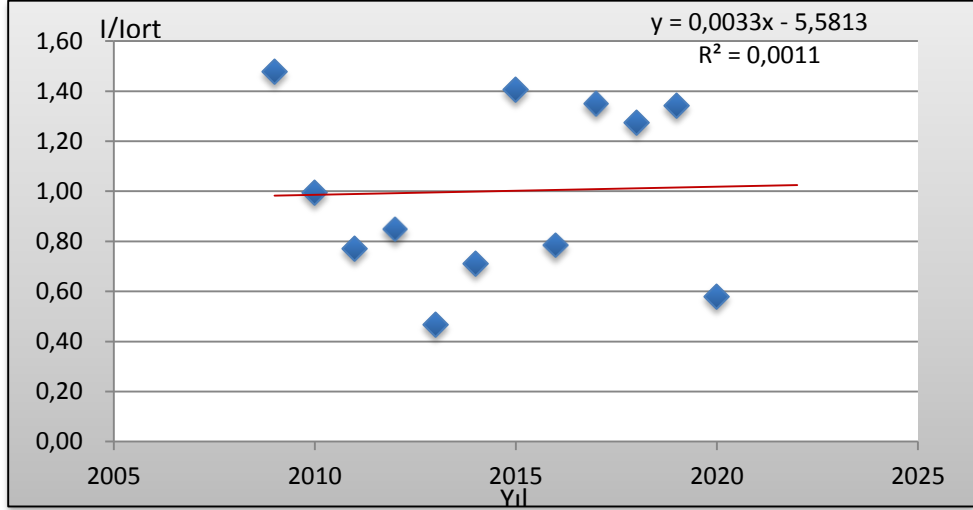


**Grafik 12** 17355 No’lu İstasyonun Trend Grafiği

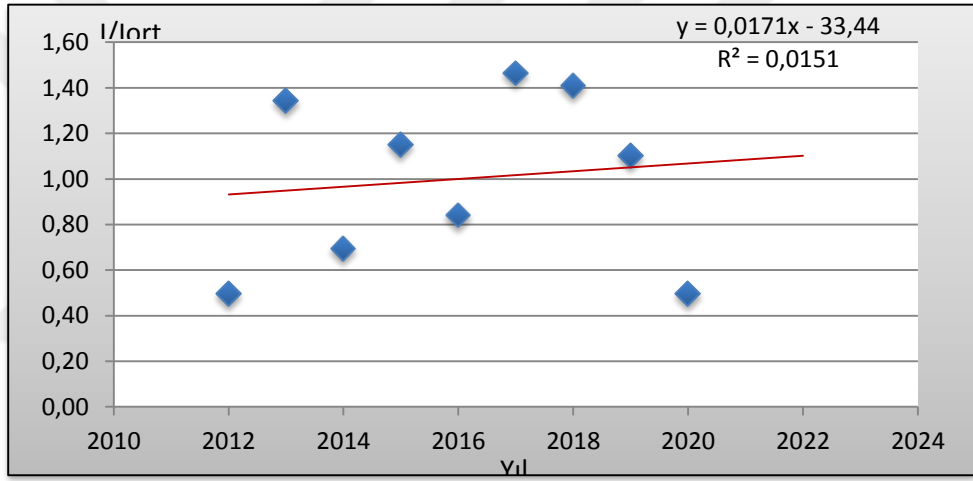
Grafik 13 ve Grafik 14 için Tablo 31’de verilen z değerleri -0.443 ve -0.283’tür. 0.05 aşılma olasılığına karşılık gelen -1.96’dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ama yıllık ortalama yağışlarda artış vardır.

Grafik 15 için Tablo 31’de verilen z değeri -0.094’tür ve -1.96’dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda artış vardır.

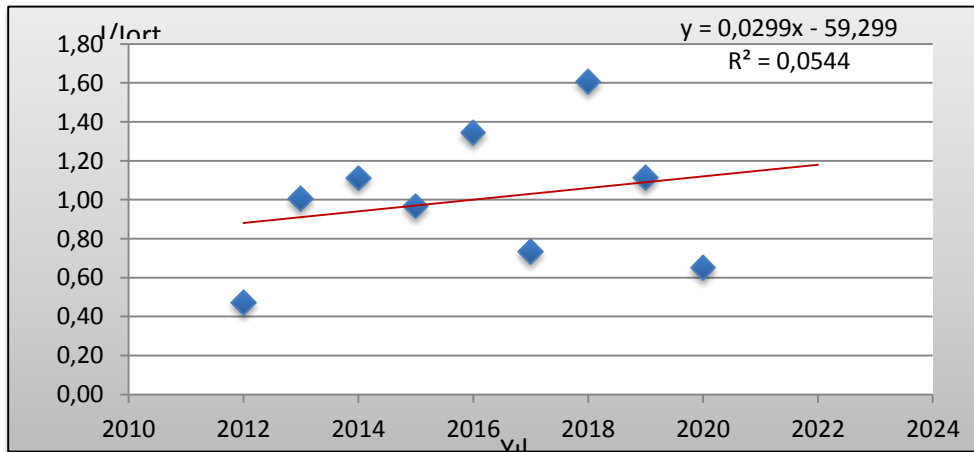




**Grafik 13** 17907 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

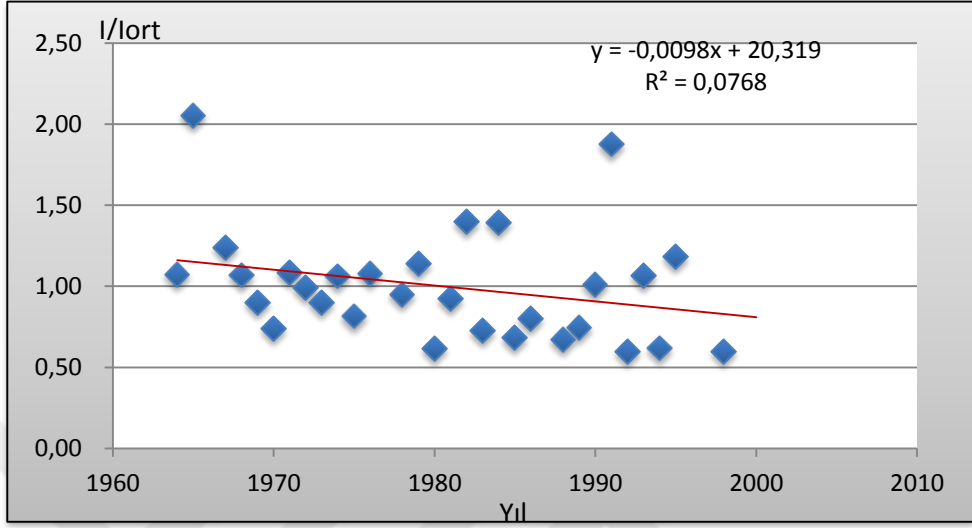


**Grafik 14** 18064 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

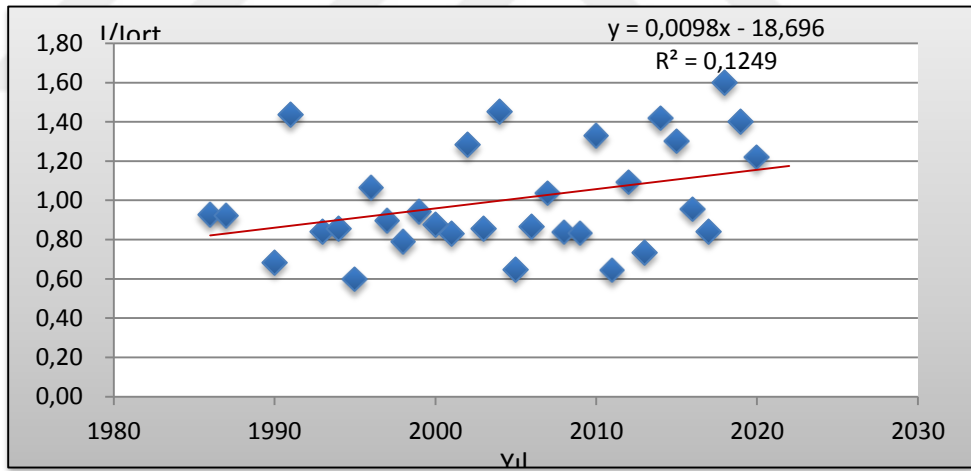


**Grafik 15** 18063 No'lu İstasyonun Trend Grafiği.

Grafik 16 için Tablo 31’de verilen z değeri -1.891’dir ve -1.96’dan büyüktür. Bu yüzden trend yoktur ama yıllık ortalama yağışlarda düşüş olduğu görülmektedir. Grafik 17 için Tablo 31’de verilen z değeri 1.425’tir ve +1.96’dan küçüktür. Bu yüzden trend yoktur ancak yıllık ortalama yağışlarda artış görülmektedir.



**Grafik 16** 8275 No’lu İstasyonun Trend Grafiği.



**Grafik 17** 17871 No’lu İstasyonun Trend Grafiği.

Yukarıda verilen grafıklere bakıldığında hiçbirinde trend yoktur ancak istasyonların 10 tanesinde ilerleyen yıllarda yağış artışı varken 3 tanesinde azalma görülmektedir. Geriye kalan 4 istasyon da ise neredeyse yok denilecek kadar az bir artış vardır.

## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tezde, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) alınan Ceyhan Havzası'nda bulunan 17 adet yağış gözlem istasyonunun bilgileri kullanılmıştır. Bu istasyonların yağış kayıt süreleri 9-61 yıl arasındadır. Bu istasyonlara en uygun dağılımı bulmak için çeşitli testler yapılmıştır. Analizler için sonuçlar aşağıda verilmiştir.

### Çeşitli dönüş aralıklarında tahmin edilen yağışlar

Yapılan yağış tahminleri sonucuna göre; istasyonlarda en düşük yağışların %94'ü Normal (L-Moment), %6'sı ise GEV dağılımı kullanılarak hesaplanmıştır. En yüksek yağış dağılımı ise %35 GEV, %29 LP3, %18 LN3, %12 LN ve %0.06 Gumbel dağılımı kullanılarak elde edilmiştir. Yani en iyi sonucu GEV dağılımı vermiştir.

### Dağılımlar için en önemli uygunluk testler

L-Moment testi, K-S testi ve PPCC testi olmak üzere 3 test uygulanmıştır.

L-Moment testinin sonucuna göre üç parametrelili dağılımlar daha uygundur. GEV dağılımı 10 istasyona uygun %59, GUMBEL dağılımı 4 istasyona uygun %23, P3 dağılımı 2 istasyona uygun %12 ve LN3 dağılımı 1 istasyona uygun %0.06 oranıyla uygun görülmüştür. Bu test için en uygun dağılım GEV'dir.

. Kolmogorov-Smirnov testinin sonucuna göre LN, LN3 ve GEV dağılımları 17 istasyonun %100'üne, GUMBEL dağılımı 10 tane istasyon ile %53'üne ve Normal dağılım 5 tane istasyon ile %29'una uygundur.

PPCC testi sonucuna göre en uygun dağılım Normal dağılımdır. 17 istasyondan 10 tanesi (%59'u) Normal dağılıma uygun, 7 tanesi (%41'i) LN dağılımına, 8 tanesi (%47'si) Ekstrem değerlere ve Pearson dağılımına uygun 8 ve 5 tanesi (%29'u) Log-Pearson dağılımına uygun olmaktadır. LN3'e ise uygun istasyon bulunmamaktadır.

### Trend analizi

Mann-Kendall trend analizi uygulanmıştır. Bu test için  $\alpha=0.05$  anlamlılık düzeyinde kabul edilerek 17 istasyonun hiçbirinde trende rastlanmamıştır.

## KAYNAKÇA

- Abdollahzadeh moradi, Y. (2012). Karun Üst Havzası'nda Taşkın Analizi. Karun, Iran. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Akın, G., Güleç, E., Sağır, M., Gültekin, T. ve Bektaş Y. (2005). "Yaşlanma ve yaşlanmayı geciktiren çevresel etmenler". III. Ulusal Yaşlılık Kongresi 16-19 Kasım. 127-137, İzmir.
- Al-Qazzaz, Z. A. A. (2021). Ceyhan Havzası'nın Taşkın Frekans Analizi. İstanbul Gelişim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 150s, İstanbul.
- Atabey, E. (2005). Tıbbi Jeoloji. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları 88.
- Aydın, M.C. ve Yaylak, M.M. (2016). Bitlis Çayı Taşkın Hidrolojisi. Bitlis Eren Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 5(1), 49-58.
- Balcı, İ.B. (2020). Antalya Bölgesindeki Yağışların Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 92s, Isparta.
- Bayazıt, M. (1981). Hidrolojide istatistik yöntemler. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 233, İstanbul.
- Bayazıt, M. (1996). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 245s.
- Bayazıt, M. (2003). Hidroloji Yayınevi, Kurtiş. Birsen, 975-511-364-9, 219s. İstanbul.
- Bayazıt, M. (2004). Bölgesel Hidrolojik Analiz. İstanbul. "IV. Ulusal Hidroloji Kongresi Hidrolojide Yeni Yöntemler Semineri." İTÜ İnşaat Fakültesi.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. (1994). İstatistik. Birsen yayınevi, 211, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. (1998). Probability and statistics for engineers. Birsen yayınevi, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Önöz, B. (2008). Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. Nobel Yayını Dağıtım, Ankara.
- Bayazıt, M. ve Yeğen Oğuz, E.B. (2005). Mühendisler İçin İstatistik. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Baysal, A. (1989). Genel Beslenme Bilgisi. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi. Ankara.
- Benjamin, C.L., Garman, G.R. ve Funston, J.H. (1997). Human Biology. New York. WCB/Mc Graw-Hill Companies.

- Bonaccorso, B., Cancelliere, A. ve Rossi, G. (2005). Detecting Trends of Extreme Rainfall Series in Sicily. *Advances in Geosciences*, 2, 7-11.
- Bölük, O. (2020). Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Zeka Teknikleri Kullanılarak Tahmini. İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 122s, Hatay.
- Ceyhan Havzası Koruma Eylem Planı TÜBİTAK-MAM (2010)
- Ceyhan Havzası Kuraklık Yönetim Planı (2019). Cilt I: Havzanın Genel Tanıtımı ve Kuraklık Analizi, Ankara.
- Dabanlı, İ. (2017). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 228s, İstanbul.
- Douglas, E.M., Vogel, R.M. ve Kroll, C.N. (2000). Trends in Floods and Low Flows in the United States: Impact of Spatial Correlation, *Journal of Hydrology* 240.
- Emek, M.F. (2014). Doğu Anadolu Bölgesi Yıllık ve Aylık Toplam Yağışların Trend Analizi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111s, Erzurum.
- Erkuş, A. (2007). Kuzey Ege Havzalarında Bölgesel Analiz Yöntemiyle Tahminlenen Zirve Taşkınların İrdelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s, İzmir.
- Gençer, M., Özcan, H., Uğurlu, A., Kesim, A., Kacar, M. ve Aydın, B. (2005). Hidrometeoroloji, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/genel/kutuphane.aspx>.
- Gong, D. Y., Shi, P. J. ve Wang, J. A. (2004). Daily Precipitation Changes in the Semi-Arid Region Over Northern China. *Journal of Arid Environments*, 59(4), 771-784.
- Greis, N. P., and Wood, E. F. (1983). Correction to regional flood frequency estimation and network design, *Water Resour. Res.*, 19(2), 589-590.
- Gümüş, V. (2006). Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Şanlıurfa.
- Gürer, İ. (1980). Kar ve Ölçümü, DSİ Teknik Bülteni, sayı: 49, sayfa: 34-41, Ankara.
- Himes, J.H. (1991). *Anthropometrics Assessment of Nutritional Status*. New York: A John Wiley and Sons. Inc. Publication.
- Hosking, J. R. M. ve Wallis, J. R. (1997). *Regional Frequency Analysis An Approach Based on L-Moments*. Cambridge University Press, London, UK, 244 pp.

- Hosking, J.R.M. (1990). L-Moments: Analysis and Estimation of Distributions Using Linear Combinations of Order Statistics. **Journal of the Royal Statistical Society, Series B**, 52: 105-124.
- İlker, A. (2012). Akdeniz Bölgesinde Yağışın Alansal Dağılımı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Isparta.
- Kite, G.W. (1988). Frequency and Risk Analysis in Hydrology. Water Resources Publications, Littleton, CO.
- Küllahcı, K. (2019). Modern Yöntemlerle korelasyon, mesafe, yükseklik matrisi tabanlı yağış tahmin modelleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 171s, İstanbul.
- Namkhai, O. (2019). Meteorolojik Mekânsal Verilerin İstatistiksel Yöntemler İle Analizi: Çatalan Baraj Gölü Havzası Örneği. Hacettepe Üniversitesi, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Ankara
- Namlı, Y. (2019). Fırat-Dicle ve Yeşilırmak Havzalarında Taşkın Trend Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 159s, İstanbul.
- Nemli, M.Ö. (2017). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yıllık Maksimum Yağışların Trend Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 93s, Trabzon.
- Okman, C. (1994). Hidroloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1388, 359s, Ankara.
- Örgün, E. (2015). Türkiye için Yağış Şiddeti-Süre-Tekerrür İlişkilerinin Analizi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Trabzon.
- Özfidaner, M. (2007). Türkiye Yağış Verilerinin Trend Analizi ve Nehir Akımları Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, Adana.
- Saf, B. (2009). Batı Akdeniz Havzalarının L-Momentlere Dayalı Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2), 153-165.
- Saplıoğlu, K. ve Çimen, M. (2010). Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Günlük Yağış Miktarının Tahmini. SDÜ Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 1(1), 14-21.
- Şen, Z. (1998). Average Areal Precipitation by Percentage Weighted Polygon Method. Journal of Hydrologic Engineering, 3(1), 69-72.
- Şen, Z. (2002). Su Bilimi Temel Konuları. Su Vakfı Yayınları, Alpar, 975-97034-6-7, 227s. İstanbul.

- Şen, Z. (2003). Su Bilimi ve Yöntemleri. Su Vakfı Yayınları, Özener Matbaacılık, 354s, İstanbul.
- Şen, Z. (2012). Innovative Trend Analysis Methodology. J. Hydrol. Eng., 17(9), 1042-1046.
- Şen, Z. (2013). Trend İdentification Simulation and Application. J. Hydrol. Eng. doi: 10.1061/(ASCE) HE 1943-5584.0000811.
- Tanrıverdi, Ç., Alp, A., Demirkıran, A. R. ve Üçkardeş, F. (2010). Assessment of surface water quality of the Ceyhan River basin, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 167: 175-184.
- Trajkovic, S. ve Kolakovic, S. (2009). "Wind-Adjusted Turc Equation for Estimating Reference Evapotranspiration at Humid European Locations".
- Turhan, E. (2012). Seyhan Havzasının Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Modellenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 128s, Adana.
- Türkeş, M. (1996). Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 16(9), 1057-1076.
- Usul, N. (2013). Mühendislik Hidrolojisi. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık, 408s, Ankara.
- Vogel, R.W. (1991). Probability Plot Correlation Coefficient Test For The Normal, Log- Normal and Gumdell Distributional Hypotheses. *Water Resour. Res. Cilt 27(12)*, Sf. 3149-3158.
- Vogel, R. W., McMahon, T.A. ve Chiew, F.H.S. (1993). Flood Flow Frequency Model Selection in Australia, *J. Hydrol. Cilt 146*. Sf. 421-449.
- Vogel, R. W. ve McMartin, D.E. (1991). Probability plot goodness-of-fit and skewness estimation procedure for the pearson type 3 distribution, *Water resour. Res. Cilt 27(12)*, Sf. 3149-3158.
- Yaşar, M. (2004). Günlük Akışlardaki Boşlukların Yapay Sinir Ağları kullanılarak tamamlanması. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112s, Denizli.
- Yıldırım, A. (2015). Trend Analizi Yöntemleri: Orta Fırat Havzası Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 62s, İstanbul.
- Yılmaz, K. (2010). Yer Gözlem İstasyonlarında Ölçülen Yağış Değerlerinin ve Uydulardan Elde Edilen Yağış Tahminlerinin Karşılaştırılması Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 124s, Ankara.

Yurt Öncel, S. ve Özarlan, H. (2021). Çarpık Dağılımlar İçin Çarpıklık Düzeltmesi Yöntemine Dayalı  $\bar{X}$  ve R Kontrol Grafikleri. Academic Platform Journal of Engineering and Science 9-1, 199-2131, Ankara.

Yüksek, Ö. (2009). Hidrolojide İstatistiksel Yöntemler, Basılmamış Ders Notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Trabzon.

Zeybekoğlu, U. ve Karahan, H. (2018). Standart Süreli Yağış Şiddetlerinin Eğilim Analizi Yöntemleriyle İncelenmesi. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 24(6), 974-1004.

Url.1:[https://tr.wikipedia.org/wiki/Log-normal\\_da%C4%9F%C4%B1%C4%B1m](https://tr.wikipedia.org/wiki/Log-normal_da%C4%9F%C4%B1%C4%B1m)

Url.2:<https://www.bilgiustam.com/yagmur-olcer-nedir-kac-turu-bulunur/>

Url.3:<https://tr.erch2014.com/obrazovanie/89106-normalnyy-zakon-raspredeleniya-ili%20raspredelenie-gaussa.html>

Url.4 <https://slideplayer.biz.tr/slide/2814787/>

Url.5:[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/3487/mod\\_resource/content/0/met\\_eoroloji\\_8\\_ASA.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/3487/mod_resource/content/0/met_eoroloji_8_ASA.pdf)

Url.6:<https://www.eokultv.com/konveksiyonel-yukselim-yagislar/13227/konveksiyonel-yagislarin-olusumu>

Url.7: <https://cografyahocasi.com/9-sinif/yagis-tipleri.html>



## **EKLER**

### **EK A- CEYHAN HAVZASI'NA AİT BİLGİLER (TAMAMI)**



İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Gözlem Periyodu	Ölçüm Yılı Sayısı	Rakım (m)	Enlem (K)	Boylam (D)
17649	Ceyhan TİGEM	2010-2020	11	29	37° 06' 53"	35° 47' 26"
17908	Kozan	1960-2020	61	125	37° 26' 01"	35° 49' 08"
17960	Ceyhan	1961-2020	56	30	37° 00' 55"	35° 47' 44"
17979	Yumurtalık	1964-2020	58	17	36° 46' 08"	35° 47' 25"
18055	İmamoğlu	2012-2020	9	90	37° 14' 33"	35° 38' 40"
18859	Sarıçam Yağızlar Göleti	2016-2020	5	201	37° 11' 59"	35° 33' 12"
18860	Sarıçam-Hacı Sabancı OSB	2016-2020	5	49	36° 58' 05"	35° 34' 59"
17255	Kahramanmaraş	1960-2020	61	571	37° 34' 34"	36° 54' 54"
17256	Kahramanmaraş Havaalanı	2017-2020	4	528	37° 32' 25"	36° 58' 07"
17866	Göksun	1960-2020	61	1344	38° 01' 27"	36° 28' 56"
17868	Afşin	1971-2020	48	1232	38° 14' 26"	36° 55' 09"
17870	Elbistan	1960-2020	61	1141	38° 12' 14"	37° 11' 54"
7420	Andırın	1985-1994	9	1116	37° 35' 00"	36° 21' 01"
18156	Andırın 2	2012-2020	9	1110	37° 35' 27"	36° 21' 51"
7430	Pazarcık	1985-1991	6	788	37° 29' 00"	37° 18' 00"
18157	Pazarcık 2	2012-2020	9	779	37° 28' 25"	37° 14' 19"
18279	Çağlayancerit	2014-2020	7	987	37° 44' 50"	37° 22' 20"
18280	Ekinözü	2014-2020	7	1243	38° 02' 58"	37° 11' 14"
18282	Türkoğlu	2014-2020	7	526	37° 23' 01"	36° 50' 34"
18645	Andırın-Kaleboynu Köyü	2015-2020	6	1404	37° 41' 08"	36° 25' 50"
18646	Elbistan-Akarca Mevki	2015-2020	6	1547	38° 26' 42"	37° 17' 31"
18647	Elbistan-Kangal Köyü	2015-2020	6	1523	38° 13' 04"	37° 30' 13"
18649	Ekinözü-Alışar Köyü	2015-2020	6	1645	37° 55' 54"	37° 03' 20"
18658	Türkoğlu-Çakıroğlu Köyü	2015-2020	6	1139	37° 18' 32"	36° 39' 21"
18866	Dulkadiroğlu-Elmalar Orman Sahası	2016-2019	4	906	37° 32' 31"	37° 06' 59"
18867	Onikişubat-Tekir Beldesi	2016-2020	5	1091	37° 53' 18"	36° 37' 02"
18868	Afşin-Türkçayırı Köyü	2016-2020	5	1461	38° 20' 07"	36° 45' 07"
18983	Göksun-Ahmetçik Köyü	2017-2020	4	1467	38° 01' 33"	36° 39' 27"
18984	Göksun-Kavşut Köyü	2017-2020	4	1526	38° 12' 02"	36° 34' 01"
İstasyon Numarası	İstasyon Adı	Gözlem Periyodu	Ölçüm Yılı Sayısı	Rakım (m)	Enlem (K)	Boylam (D)
18985	Afşin-Örenli Köyü	2017-2020	4	1879	38° 32' 03"	37° 03' 05"

18986	Göksun- Yoğunluk Köyü	2017-2020	4	1754	37° 56' 12"	36° 22' 02"
18988	Pazarcık- Çınarlı	2019-2020	2	693	37° 27' 43"	37° 04' 47"
19177	Dulkadiroğlu- Çamlıbel Köyü	2017-2020	4	636	37° 48' 00"	36° 47' 23"
19178	Göksun- Karaömer Köyü	2017-2020	4	1390	38° 07' 44"	36° 40' 47"
19179	Andırın- Yeşilova Köyü	2017-2020	4	184	37° 26' 37"	36° 18' 54"
6391	Cardak	1988-1994	4	1316	38° 06' 04"	36° 49' 02"
17355	Osmaniye	1986-2020	35	96	37° 06' 08"	36° 15' 14"
7767	Kadirli	1999-2005	7	118	37° 23' 00"	36° 06' 00"
17907	Kadirli 2	2009-2020	12	77	37° 21' 27"	36° 05' 27"
18064	Düziçi	2012-2020	9	356	37° 15' 43"	36° 27' 15"
7945	Düziçi- Haruniye	1988-1995	5	392	37° 16' 00"	36° 28' 00"
7946	Bahçe	1999-2005	7	954	37° 13' 00"	36° 35' 00"
18063	Bahçe 2	2012-2020	9	605	37° 12' 08"	36° 34' 40"
8275	Yarpuz Cebel	1964-1998	30	983	37° 03' 00"	36° 26' 00"
18289	Hasanbeyli	2014-2020	7	898	37° 08' 00"	36° 34' 00"
18290	Toprakkale	2014-2020	7	98	37° 04' 28"	36° 08' 47"
18872	Kadirli- Karatepe Köyü	2016-2020	5	204	37° 18' 42"	36° 14' 56"
19184	Sumbas	2017-2020	4	172	37° 27' 57"	36° 01' 26"
17871	Gölbaşı	1986-2020	32	900	37° 47' 12"	37° 39' 12"
19080	Gölbaşı- Orman Sahası	2016-2020	5	923	37° 34' 48"	37° 28' 53"

## EK B- P3 DAĞILIMININ FREKANS FAKTÖRÜ

C <sub>s</sub>	T dönüme aralığı (yıl)													
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	20	25	40	50	100	200	1000
	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	-0.635	-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	1.261	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	1.301	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	4.955
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
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	-0.050	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	0.842	1.282	1.645	1.751	1.960	2.054	2.326	2.576	3.090

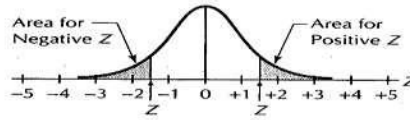
## EK C: K-S TESTİ İÇİN Δα DEĞERLERİ

N	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.57
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
>50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

**EK-Ç: NORMAL ve GUMBEL DAĞILIMLARI İÇİN K-S TESTİNİN  $\Delta$  DEĞERLERİ (Crutcher, 1975)**

DAĞILIMI	n	a				
		0.2	0.15	0.1	0.05	0.01
NORMAL	25	0.142	0.147	0.158	0.173	0.2
	30	0.131	0.136	0.144	0.161	0.187
	>30	$\frac{0.736}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.768}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.805}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.886}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.031}{\sqrt{n}}$
GUMBEL	25	0.152	0.157	0.17	0.183	0.209
	30	0.134	0.14	0.149	0.164	0.15
	>30	$\frac{0.738}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.769}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.816}{\sqrt{n}}$	$\frac{0.888}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.041}{\sqrt{n}}$

**EK-D: Z TABLOSU (POZİTİF)**



		Z (hundredths)									
		.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Z (tenths)	TAIL AREA										
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641	
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247	
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859	
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483	
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121	
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776	
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451	
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2207	.2177	.2148	
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867	
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611	
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379	
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170	
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1057	.1038	.1020	.1003	.9885	
1.3	.9968	.9951	.9934	.9918	.9901	.9885	.9869	.9853	.9838	.9823	
1.4	.9808	.9793	.9778	.9764	.9749	.9735	.9721	.9708	.9694	.9681	
1.5	.9668	.9655	.9643	.9630	.9618	.9606	.9594	.9582	.9571	.9559	
1.6	.9548	.9537	.9526	.9516	.9505	.9495	.9485	.9475	.9465	.9455	
1.7	.9446	.9436	.9427	.9418	.9409	.9401	.9392	.9384	.9375	.9367	
1.8	.9359	.9351	.9344	.9336	.9329	.9322	.9314	.9307	.9301	.9294	
1.9	.9287	.9281	.9274	.9268	.9262	.9256	.9250	.9244	.9239	.9233	
2.0	.9228	.9222	.9217	.9212	.9207	.9202	.9197	.9192	.9188	.9183	
2.1	.9179	.9174	.9170	.9166	.9162	.9158	.9154	.9150	.9146	.9143	
2.2	.9139	.9136	.9132	.9129	.9125	.9122	.9119	.9116	.9113	.9110	
2.3	.9107	.9104	.9102	.9099	.9096	.9094	.9091	.9089	.9087	.9084	
2.4	.9082	.9080	.9078	.9075	.9073	.9071	.9069	.9068	.9066	.9064	
2.5	.9062	.9060	.9059	.9057	.9055	.9054	.9052	.9051	.9049	.9048	
2.6	.9047	.9045	.9044	.9043	.9041	.9040	.9039	.9038	.9037	.9036	
2.7	.9035	.9034	.9033	.9032	.9031	.9030	.9029	.9028	.9027	.9026	
2.8	.9026	.9025	.9024	.9023	.9023	.9022	.9021	.9021	.9020	.9019	
2.9	.9019	.9018	.9017	.9017	.9016	.9016	.9015	.9015	.9014	.9014	
3.0	.9014	.9013	.9013	.9012	.9012	.9011	.9011	.9011	.9010	.9010	
3.1	.9010	.9009	.9009	.9009	.9008	.9008	.9008	.9008	.9007	.9007	
3.2	.9007	.9007	.9006	.9006	.9006	.9006	.9006	.9006	.9005	.9005	
3.3	.9005	.9005	.9005	.9004	.9004	.9004	.9004	.9004	.9004	.9004	
3.4	.9003	.9003	.9003	.9003	.9003	.9003	.9003	.9003	.9003	.9002	
3.50 to 3.61: Area = .0002.											
3.62 to 3.89: Area = .0001.											
Z (tenths)	TAIL AREA	Z (hundredths)									
		.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
3.9	.000048	.000046	.000044	.000043	.000041	.000039	.000038	.000036	.000035	.000033	
4.0	.000032	.000030	.000029	.000028	.000027	.000026	.000025	.000024	.000023	.000022	
4.1	.000021	.000020	.000019	.000018	.000017	.000017	.000016	.000015	.000015	.000014	
4.2	.000013	.000013	.000012	.000012	.000011	.000011	.000010	.000010	.000009	.000009	
4.3	.000009	.000008	.000008	.000008	.000007	.000007	.000007	.000006	.000006	.000006	
4.4	.000005	.000005	.000005	.000005	.000005	.000004	.000004	.000004	.000004	.000004	
4.5	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000002	.000002	.000002	
4.6	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000001	.000001	
4.7	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	
4.8	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	
4.9	ZERO										

**EK-E: PPCC TESTİ İÇİN NORMAL DAĞILIMIN KRİTİK  $\alpha$  DEĞERLERİ (HELSEL VHIESICH, 1992)**

n	$\alpha$					
	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.250
3	0.867	0.869	0.872	0.879	0.891	0.924
4	0.813	0.824	0.846	0.868	0.894	0.931
5	0.807	0.826	0.856	0.880	0.903	0.934
6	0.820	0.838	0.866	0.888	0.910	0.939
7	0.828	0.850	0.877	0.898	0.918	0.944
8	0.840	0.861	0.887	0.906	0.924	0.948
9	0.854	0.871	0.894	0.912	0.930	0.952
10	0.862	0.879	0.901	0.918	0.934	0.954
11	0.870	0.886	0.907	0.923	0.938	0.957
12	0.876	0.892	0.912	0.928	0.942	0.960
13	0.885	0.899	0.918	0.932	0.945	0.962
14	0.890	0.905	0.923	0.935	0.948	0.964
15	0.896	0.910	0.927	0.939	0.951	0.965
16	0.899	0.913	0.929	0.941	0.953	0.967
17	0.905	0.917	0.932	0.944	0.954	0.968
18	0.908	0.920	0.935	0.946	0.957	0.970
19	0.914	0.924	0.938	0.949	0.958	0.971
20	0.916	0.926	0.940	0.951	0.960	0.972
21	0.918	0.930	0.943	0.952	0.961	0.973
22	0.923	0.933	0.945	0.954	0.963	0.974
23	0.925	0.935	0.947	0.956	0.964	0.975
24	0.927	0.937	0.949	0.957	0.965	0.976
25	0.929	0.939	0.951	0.959	0.966	0.976
26	0.932	0.941	0.952	0.960	0.967	0.977
27	0.934	0.943	0.953	0.961	0.968	0.978
28	0.936	0.944	0.955	0.962	0.969	0.978
29	0.939	0.946	0.956	0.963	0.970	0.979
30	0.939	0.947	0.957	0.964	0.971	0.979
31	0.942	0.950	0.958	0.965	0.972	0.980
32	0.943	0.950	0.959	0.966	0.972	0.980
33	0.944	0.951	0.961	0.967	0.973	0.981
34	0.946	0.953	0.962	0.968	0.974	0.981
35	0.947	0.954	0.962	0.969	0.974	0.982
36	0.948	0.955	0.963	0.969	0.975	0.982
37	0.950	0.956	0.964	0.970	0.976	0.983
38	0.951	0.957	0.965	0.971	0.976	0.983
39	0.951	0.958	0.966	0.971	0.976	0.983
40	0.953	0.959	0.966	0.972	0.977	0.984
41	0.953	0.960	0.967	0.973	0.977	0.984
42	0.954	0.961	0.968	0.973	0.977	0.984
43	0.956	0.961	0.968	0.974	0.978	0.984
44	0.957	0.962	0.969	0.974	0.978	0.985
45	0.957	0.963	0.969	0.974	0.979	0.985
46	0.958	0.963	0.970	0.975	0.979	0.985
47	0.959	0.965	0.971	0.976	0.980	0.986
48	0.959	0.965	0.971	0.976	0.980	0.986
49	0.961	0.966	0.972	0.976	0.980	0.986
50	0.961	0.966	0.972	0.977	0.981	0.986
55	0.965	0.969	0.974	0.979	0.982	0.987
60	0.967	0.971	0.976	0.980	0.984	0.988
65	0.969	0.973	0.978	0.981	0.985	0.989
70	0.971	0.975	0.979	0.983	0.986	0.990
75	0.973	0.976	0.981	0.984	0.987	0.990
80	0.975	0.978	0.982	0.985	0.987	0.991
85	0.976	0.979	0.983	0.985	0.988	0.991
90	0.977	0.980	0.984	0.986	0.988	0.992
95	0.979	0.981	0.984	0.987	0.989	0.992
100	0.979	0.982	0.985	0.987	0.989	0.992

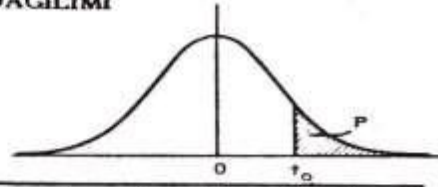


**EK-F: PPCC TESTİ İÇİN GUMBEL DAĞILIM KRİTİK a DEĞERLERİ (VOGEL, 1986)**

n	$\alpha$				
	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50
10	0.8630	0.9084	0.9260	0.9504	0.9680
20	0.9060	0.9390	0.9517	0.9667	0.9783
30	0.9191	0.9526	0.9622	0.9746	0.9831
40	0.9286	0.9594	0.9689	0.9786	0.9862
50	0.9389	0.9646	0.9729	0.9818	0.9879
60	0.9467	0.9685	0.9760	0.9839	0.9894
70	0.9506	0.9720	0.9787	0.9856	0.9906
80	0.9525	0.9747	0.9804	0.9869	0.9914
90	0.9554	0.9764	0.9819	0.9881	0.9920
100	0.9596	0.9779	0.9831	0.9888	0.9926

**EK-G: T-STUDENT TABLOSU**

t DAĞILIMI



n	P										
		0.45	0.40	0.35	0.30	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.158	0.325	0.510	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	
2	0.142	0.289	0.445	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	
3	0.137	0.277	0.424	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	
4	0.134	0.271	0.414	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	
5	0.132	0.267	0.408	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	
6	0.131	0.265	0.404	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	
7	0.130	0.263	0.402	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	
8	0.130	0.262	0.399	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	
9	0.129	0.261	0.398	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	
10	0.129	0.260	0.397	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	
11	0.129	0.260	0.396	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	
12	0.128	0.259	0.395	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	
13	0.128	0.259	0.394	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	
14	0.128	0.258	0.393	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	
15	0.128	0.258	0.393	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	
16	0.128	0.258	0.392	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	
17	0.128	0.257	0.392	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	
18	0.127	0.257	0.392	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	
19	0.127	0.257	0.391	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	
20	0.127	0.257	0.391	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	
21	0.127	0.257	0.391	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	
22	0.127	0.256	0.390	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	
23	0.127	0.256	0.390	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	
24	0.127	0.256	0.390	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	
25	0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	
26	0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	
27	0.127	0.256	0.389	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	
28	0.127	0.256	0.389	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	
29	0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	
30	0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	
40	0.126	0.255	0.388	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	
60	0.126	0.254	0.387	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	
120	0.126	0.254	0.386	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	
$\infty$	0.126	0.253	0.385	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	
n	P	0.45	0.40	0.35	0.30	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005

n: serbestlik derecesi

## EK-Ğ: Z TABLOSU (NEGATİF)

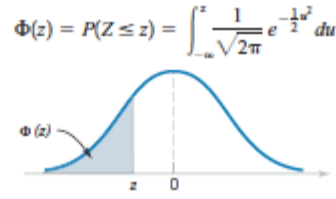


Table II Cumulative Standard Normal Distribution

z	-0.09	-0.08	-0.07	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.00
-3.9	0.000033	0.000034	0.000036	0.000037	0.000039	0.000041	0.000042	0.000044	0.000046	0.000048
-3.8	0.000050	0.000052	0.000054	0.000057	0.000059	0.000062	0.000064	0.000067	0.000069	0.000072
-3.7	0.000075	0.000078	0.000082	0.000085	0.000088	0.000092	0.000096	0.000100	0.000104	0.000108
-3.6	0.000112	0.000117	0.000121	0.000126	0.000131	0.000136	0.000142	0.000147	0.000153	0.000159
-3.5	0.000165	0.000172	0.000179	0.000185	0.000193	0.000200	0.000208	0.000216	0.000224	0.000233
-3.4	0.000242	0.000251	0.000260	0.000270	0.000280	0.000291	0.000302	0.000313	0.000325	0.000337
-3.3	0.000350	0.000362	0.000376	0.000390	0.000404	0.000419	0.000434	0.000450	0.000467	0.000483
-3.2	0.000501	0.000519	0.000538	0.000557	0.000577	0.000598	0.000619	0.000641	0.000664	0.000687
-3.1	0.000711	0.000736	0.000762	0.000789	0.000816	0.000845	0.000874	0.000904	0.000935	0.000968
-3.0	0.001001	0.001035	0.001070	0.001107	0.001144	0.001183	0.001223	0.001264	0.001306	0.001350
-2.9	0.001395	0.001441	0.001489	0.001538	0.001589	0.001641	0.001695	0.001750	0.001807	0.001866
-2.8	0.001926	0.001988	0.002052	0.002118	0.002186	0.002256	0.002327	0.002401	0.002477	0.002555
-2.7	0.002635	0.002718	0.002803	0.002890	0.002980	0.003072	0.003167	0.003264	0.003364	0.003467
-2.6	0.003573	0.003681	0.003793	0.003907	0.004025	0.004145	0.004269	0.004396	0.004527	0.004661
-2.5	0.004799	0.004940	0.005085	0.005234	0.005386	0.005543	0.005703	0.005868	0.006037	0.006210
-2.4	0.006387	0.006569	0.006756	0.006947	0.007143	0.007344	0.007549	0.007760	0.007976	0.008198
-2.3	0.008424	0.008656	0.008894	0.009137	0.009387	0.009642	0.009903	0.010170	0.010444	0.010724
-2.2	0.011011	0.011304	0.011604	0.011911	0.012224	0.012545	0.012874	0.013209	0.013553	0.013903
-2.1	0.014262	0.014629	0.015003	0.015386	0.015778	0.016177	0.016586	0.017003	0.017429	0.017864
-2.0	0.018309	0.018763	0.019226	0.019699	0.020182	0.020675	0.021178	0.021692	0.022216	0.022750
-1.9	0.023295	0.023852	0.024419	0.024998	0.025588	0.026190	0.026803	0.027429	0.028067	0.028717
-1.8	0.029379	0.030054	0.030742	0.031443	0.032157	0.032884	0.033625	0.034379	0.035148	0.035930
-1.7	0.036727	0.037538	0.038364	0.039204	0.040059	0.040929	0.041815	0.042716	0.043633	0.044565
-1.6	0.045514	0.046479	0.047460	0.048457	0.049471	0.050503	0.051551	0.052616	0.053699	0.054799
-1.5	0.055917	0.057053	0.058208	0.059380	0.060571	0.061780	0.063008	0.064256	0.065522	0.066807
-1.4	0.068112	0.069437	0.070781	0.072145	0.073529	0.074934	0.076359	0.077804	0.079270	0.080757
-1.3	0.082264	0.083793	0.085343	0.086915	0.088508	0.090123	0.091759	0.093418	0.095098	0.096801
-1.2	0.098525	0.100273	0.102042	0.103835	0.105650	0.107488	0.109349	0.111233	0.113140	0.115070
-1.1	0.117023	0.119000	0.121001	0.123024	0.125072	0.127143	0.129238	0.131357	0.133500	0.135666
-1.0	0.137857	0.140071	0.142310	0.144572	0.146859	0.149170	0.151505	0.153864	0.156248	0.158655
-0.9	0.161087	0.163543	0.166023	0.168528	0.171056	0.173609	0.176185	0.178786	0.181411	0.184060
-0.8	0.186733	0.189430	0.192150	0.194894	0.197662	0.200454	0.203269	0.206108	0.208970	0.211855
-0.7	0.214764	0.217695	0.220650	0.223627	0.226627	0.229650	0.232695	0.235762	0.238852	0.241964
-0.6	0.245097	0.248252	0.251429	0.254627	0.257846	0.261086	0.264347	0.267629	0.270931	0.274253
-0.5	0.277595	0.280957	0.284339	0.287740	0.291160	0.294599	0.298056	0.301532	0.305026	0.308538
-0.4	0.312067	0.315614	0.319178	0.322758	0.326355	0.329969	0.333598	0.337243	0.340903	0.344578
-0.3	0.348268	0.351973	0.355691	0.359424	0.363169	0.366928	0.370700	0.374484	0.378281	0.382089
-0.2	0.385908	0.389739	0.393580	0.397432	0.401294	0.405165	0.409046	0.412936	0.416834	0.420740
-0.1	0.424655	0.428576	0.432505	0.436441	0.440382	0.444330	0.448283	0.452242	0.456205	0.460172
0.0	0.464144	0.468119	0.472097	0.476078	0.480061	0.484047	0.488033	0.492022	0.496011	0.500000



