

**AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DEĞİRMENDERE HAVZASININ TAŞKIN DEBİLERİNİN ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Melis KALINBACAK

**HAZİRAN 2019
TRABZON**

**AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

DEĞİRMENDERE HAVZASININ TAŞKIN DEBİLERİNİN ANALİZİ

İnş. Müh. Melis KALINBACAK

**Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ İnşaat Yüksek Mühendisi ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezidir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.05.2019
Tezin Savunma Tarihi : 14.06.2019**

Tez Danışmanı : Prof .Dr. Basri ERTAŞ

Trabzon 2019

Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Melis KALINBACAK tarafından hazırlanan

DEĞİRMENDERE HAVZASININ TAŞKIN DEBİLERİNİN ANALİZİ

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 30 / 05 / 2019 gün ve 07 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

Üye : Prof. Dr. Ümit UZMAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Havva KARA ÖZDOĞAN

Prof. Dr. Ragıp ERDÖL
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca yardımlarıyla bana yol gösteren danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Basri ERTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca “ Değirmendere Havzasının Taşkın Debileri Analizi ” adlı yüksek lisans tezime ilgili yapılan çalışmada veri teminindeki yardımlarından dolayı DSİ 22. Bölge Müdürlüğü'ne, teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma ve hesaplama çalışmalarım sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitim hayatım süresince maddi ve manevi yönden beni her zaman destekleyen babama, hep yanımda olan kardeşlerime teşekkür ederim.

Özellikle çalışmanın her aşamasında beni destekleyen, sevgi ve anlayışla beni araştırmaya teşvik eden, bugünlere gelmemi sağlayan anneme çok teşekkür ederim.

Melis KALINBACAK

Trabzon 2019

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Değirmendere Havzası Taşkın Debilerinin Analizi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Basri ERTAŞ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 14 / 06 / 2019

Melis KALINBACAK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.3. Kaynak Araştırılması	3
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	7
2.1. Çalışma Alanının Yeri ve Özellikleri	7
2.2. Çalışmada Kullanılan İstasyon ve Verileri	9
2.3. Homojenlik Analizi	13
2.4. Korelasyon ve Regresyon Analizi	14
2.5. Debi Süreklilik Çizgisi	16
2.6. Frekans Analizi	17
2.6.1. Kesikli Değişkenlerin Frekans Analizi	18
2.6.2. Sürekli Değişkenlerin Frekans Analizi	18
2.7. Dönüş Aralığı-Risk İlişkisi	19
2.8. Verilerin İstatistik Analizi (Dağılım Parametrelerinin Tahmini)	20
2.8.1. İstatistik Momentler	20
2.9. Olasılık Dağılım Fonksiyonları	25
2.9.1. Normal Dağılım	26
2.9.2. Log-Normal Dağılım (LN)	30

2.9.2.1. Log-Normal II ve Log-Normal III Dağılımı (LN II ve LN III)	32
2.9.3. Gamma Dağılımı	35
2.9.4. Pearson Tip III Dağılımı (P III-Gamma Tip III Dağılımı)	36
2.9.5. Log-Pearson Tip III Dağılımı (LP III)	39
2.9.6. Gumbel Dağılımı (Tip I Ekstrem Değer Dağılımı)	40
2.9.7. Weibull Dağılımı	42
2.10. İstatistik Hipotezlerin Kontrolü	44
2.10.1. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi	44
2.11. Baraj Hazne (Rezarvuar) Kapasitesi	45
2.11.1. Rippl Yöntemi	46
3. BULGULAR VE İRDELEMELER	48
3.1. Giriş	48
3.2. Çalışmada Kullanılan Verilerin İncelenmesi	49
3.3. Homojenlik Analizinin İncelenmesi	50
3.4. Korelasyon ve Regresyon Analizinin İncelenmesi	53
3.5. Debi Süreklilik Çizgisinin İncelenmesi	58
3.6. Frekans ve Toplam (Eklenik) Frekans Dağılımının İncelenmesi	61
3.7. Verilerin İstatistik Analizinin İncelenmesi	65
3.8. Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımlarının İncelenmesi	67
3.8.1. Normal Dağılımın İncelenmesi	67
3.8.2. Log-Normal II Dağılımının İncelenmesi	69
3.8.3. Log-Normal III Dağılımının İncelenmesi	70
3.8.4. Pearson Tip III Dağılımının İncelenmesi (P III -Gamma Tip III Dağılımı)	72
3.8.5. Log-Pearson Tip III Dağılımının İncelenmesi (LP III)	73
3.8.6. Gumbel Dağılımının İncelenmesi (Tip I Ekstrem Değer Dağılımı)	75
3.8.7. Weibull Dağılımının İncelenmesi (Fisher Tippett Tip III Dağılımı)	77
3.9. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testinin İncelenmesi	82
3.10. Baraj Hazne (Rezarvuar) Kapasitesinin İncelenmesi	86
3.10.1. Rippl Yönteminin İncelenmesi	86
4. TARTIŞMA	90
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
6. KAYNAKLAR	94
ÖZGEÇMİŞ	97

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

DEĞİRMENDERE HAVZASININ TAŞKIN DEBİLERİNİN ANALİZİ

Melis KALINBACAĞ

Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

2019 , 97 (Tez Sayfa)

Bu çalışmada; Devlet Su İşleri (DSİ) 22. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen, E22A006 Değirmendere Kanlıpelit akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait 1951-1989 yılları arasındaki maksimum akım verileri kullanılarak taşkın debilerinin analizi yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak, kullanılacak olan hidrolojik veriler rastgele değişken olduğundan verilerin homojenlik analizi SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanılarak yapılmıştır. Rastgele değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır. Maksimum akım verileri kullanılarak, debi süreklilik çizgisinin grafiği elde edilmiştir. Taşkın frekans analizi yapmak için frekans, toplam (eklenik) frekans histogramları elde edilmiştir. İstatistik momentler yöntemi kullanılarak dağılım parametreleri hesaplanmıştır. Normal (Gauss), Log-Normal (II-III), Gumbel (ekstrem değerler) , Pearson Tip III (Gamma Tip III) , Log-Pearson Tip III ve Weibull olasılık dağılımları kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 tekerrür yıllarına göre taşkın tekerrür debilerinin analizi yapılmıştır. İhtimal dağılım fonksiyonlarından uygun olanı belirlemek için EasyFit programı kullanılarak Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi yapılmıştır. Rippl yöntemi ile baraj rezervuar kapasitesi hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda değerler tablo ve grafik halinde sunulmuş ve ortaya çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Homojenlik Analizi, Korelasyon ve Regresyon Analizi, Frekans Analizi, Taşkın Tekerrür Debi Analizi, Kolmogorov-Smirnov Testi

Master's Thesis

SUMMARY

ANALYSIS OF FLOOD FLOWRATE OF DEĞİRMENDERE BASIN

Melis KALINBACAK

Avrasya University Institute of Science

Department of Civil Engineering

Advisor : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

2019 , 97 (Thesis Page)

In this study; The flood flowrates were analyzed by using the maximum flow data of the years between 1951-1989 which belongs to E22A006 Değirmendere Kanlıpelit flow observation station (AGI) obtained from the 22nd Regional Directorate of State Hydraulic Works (DSI). In this study, first, since the hydrologic data to be used were random variables, homogeneity analysis of the data were made using the program SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Correlation and regression analyzes were performed to determine the relationship between random variables. A graphic of the flowrate continuity line was obtained by using the maximum flow data. Frequency, total (cumulative) frequency histograms were obtained to perform flood frequency analysis. Frequency, total (cumulative) frequency histograms were obtained to perform flood frequency analysis. The distribution parameters were calculated by using the Statistical moments method. By using the Normal (Gauss), Log-Normal (II-III), Gumbel (extreme values), Pearson Type III (Gamma Type III), Log-Pearson Type III and Weibull Probability Distributions , the analysis of flood repetition flowrates were made according to the 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 repetition years. The Kolmogorov-Smirnov (K-S) Test was performed using the EasyFit program to determine the appropriate probability distribution functions. Dam reservoir capacity was calculated by Rippl method. In the studies, the values are presented in tables and graphics and the results are interpreted.

Keywords: Homogeneity Analysis, Correlation and Regression Analysis, Frequency Analysis, Flood Repetition Flowrate Analysis, Kolmogorov-Smirnov Test

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Değirmendere havzasına ait akım gözlem istasyonları (DSİ, 2018).	7
Şekil 2.2. Değirmendere havzasının konumu (Uçar, 2010).	8
Şekil 2.3. İstatistik momentlerin tanımında kullanılan büyüklükler (Kaynar, 2005).	21
Şekil 2.4. Normal dağılım o.y.f. grafiği	26
Şekil 2.5. Rippl grafiği gösterimi	46
Şekil 3.1. Korelasyon grafiği	54
Şekil 3.2. Debi süreklilik çizgisi	60
Şekil 3.3. Frekans dağılımı grafiği	63
Şekil 3.4. Toplam (eklenik) frekans dağılımı grafiği	64
Şekil 3.5. Çarpıklık grafiği	66
Şekil 3.6. E22A006 değirmendere kanlıpelit akım gözlem istasyonuna ait normal dağılım o.y.f.' u grafiği	67
Şekil 3.7. Gumbel dağılım uygunluk grafiği	76
Şekil 3.8. Weibull dağılım uygunluk grafiği	79
Şekil 3.9. Dağılımların tekerrürlere göre taşkın debileri	81
Şekil 3.10. Rippl grafiği	89

TABLOLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. E22A006 nolu akım istasyona ait aylık ortalama akım değerleri (m^3/sn)	10
Tablo 2.2. Yıllara göre anlık maksimum akımlar ve anlık maksimum değer aldığı tarihler	11
Tablo 2.3. Yıllara göre anlık minimum akımlar ve anlık minimum değer aldığı tarihler	12
Tablo 2.4. Korelasyon katsayıları ve ilişki durumu tablosu	14
Tablo 2.5. Standart normal dağılım tablosu (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).	28
Tablo 2.6. Standart normal dağılımda aşılma olasılıkları tablosu (Okkan, 2019).	29
Tablo 2.7. Pearson tip III dağılımının frekans faktörü	37
Tablo 2.8. K sıklık faktörü tablosu (Bayazıt,2013).	41
Tablo 2.9. Kolmogorov-Smirnov α anlamlılık yüzdeleri	45
Tablo 3.1. Verilerin yıllara ve aylara göre ortalamaları (μ_x), varyansları (σ_x^2), standart sapmaları (σ_x)	49
Tablo 3.2. Tanımlayıcı istatistikler (descriptives tablosu)	51
Tablo 3.3. Varyansın homojenliği (homogeneity of variance)	52
Tablo 3.4. ANOVA tablosu	53
Tablo 3.5. Korelasyon analizi özet çıktısı tablosu	54
Tablo 3.6. Regresyon istatistikleri sonuçları tablosu	55
Tablo 3.7. Regresyon analizi sonuç tablosu	58
Tablo 3.8. Varyans analizi sonuç tablosu	56
Tablo 3.9. Debi süreklilik çizgisi için hesap tablosu	59
Tablo 3.10. Frekans ve toplam (eklenik) frekans hesapları tablosu	61
Tablo 3.11. Verilerin istatistik analizi	65
Tablo 3.12. Normal dağılımında taşkın tekerrür debi hesap tablosu	68
Tablo 3.13. Tekerrür periyoduna (T) göre z ve hesap verileri	69
Tablo 3.14. Log-normal II dağılımında k ve Q_T hesap tablosu	69
Tablo 3.15. c parametresinde kullanılacak ifadelerin hesap tablosu	70
Tablo 3.16. Log-normal III dağılımında c, d, f ve a parametrelerinin hesabı	71

Tablo 3.17. Log-normal III dağılımında k ve Q_T hesap tablosu	72
Tablo 3.18. Pearson tip III dağılımında kullanılan hesap verileri	72
Tablo 3.19. Pearson tip III dağılımında k ve Q_T hesap tablosu	73
Tablo 3.20. Log-pearson III dağılımı parametrelerin hesapları	73
Tablo 3.21. Log-pearson III dağılımında k ve Q_T hesap tablosu	74
Tablo 3.22. Gumbel dağılımı taşkın debilerinin ihtimal yüzdeleri hesabı	75
Tablo 3.23. Gumbel dağılımı taşkın tekerrür debilerinin hesap tablosu	77
Tablo 3.24. Weibull dağılımı grafik yöntemi ile parametre (α , β) hesabı	78
Tablo 3.25. Weibull dağılımı taşkın tekerrür debi hesap tablosu	80
Tablo 3.26. Olasılık dağılımlarının taşkın tekerrür debi tablosu	80
Tablo 3.27. Kolmogorov-Smirnov testi analitik hesap	82
Tablo 3.28. Kolmogorov-Smirnov testi analizi (EasyFit)	83
Tablo 3.29. K-S testinin anlamlılık yüzdelerine göre uygunluğu (EasyFit)	84
Tablo 3.30. Rippl grafik yöntemi ile hazne kapasitesi tablosu	87

SEMBOLLER DİZİNİ

- $\overline{\log x}$: Log-pearson tip III dağılımı ortalama
- \bar{X} : Aritmetik ortalama
- Δ : Gözlenen ve teorik eklenik dağılımların arasındaki farkların en büyüğü
- μ : Ortalama değer
- μ_y : Y değişkeninin ortalaması
- a : Log-normal II ve III dağılımlarına ait parametre
- A : Normal dağılım eğrisinin altındaki alan
- b_0 : Regresyon katsayısı
- b_1 : Regresyon katsayısı
- c : Log-normal II ve III dağılımlarına ait parametre
- C_{sx} : Çarpıklık Katsayısı
- C_{vx} : Değişim (Varyasyon) Katsayısı
- d : Log-normal II ve III dağılımlarına ait parametre
- df : Serbestlik derecesi
- e : Hata terimi
- f : Log-normal II ve III dağılımlarına ait parametre
- $f(x)$: Olasılık yoğunluk fonksiyonu
- $f(x_i)$: Frekans
- $F(x_i)$: Toplam (eklenik) frekans dağılımı
- $F(x_i)$: Tahmin formülü

$F(z)$: z 'nin pozitif değerleri için küçük kalması olasılığı

$F_1(z)$: z 'nin verilen bir pozitif değeri aşması olasılığı

G : Log-pearson tip III dağılımı arpıklık katsayısı

H_0 : Sıfır hipotezi

H_1 : Karşıt hipotez

K : Sıklık faktörü katsayısı

k : Frekans faktörü

K_x : Sivrilik katsayısı (Kurtosis katsayısı)

N : Eleman (rnek) sayısı

n_i : Olayların sayısı

p : Anlamlılık değeri

p : Aşılma olasılığı

q : Aşılmama olasılığı

Q_T : T yıllık taşkın tekerrür debisi

r : Korelasyon katsayısı

S_N : Sıklık faktörü indirgenmiş parametre

T : Dönüş aralığı

$\text{Var}(x)$: Varyans

x : Rastgele değişken

X : Regresyon denklemi bağımsız değişken

x_i : i . sıra için rastgele değer

X_i : X 'e verilen herhangi bir değer

y : Rastgele değişken

Y : Regresyon denklemi bağımlı değişken

Y_N : Sıklık faktörü indirgenmiş parametre

Y_{oi} : Y ' nin alabileceği değerlerin ortalaması

y_T : İndirgenmiş değişken

y_T : İndirgenmiş değişken

z : Standart normal dağılım olasılıkları

$z_{s.d.t.}$: z standart dağılım tablosu

α : Log-normal II ve III dağılımlarına ait parametre

α : Ölçek parametresi

β : Şekil parametresi

$\Gamma(\alpha)$: Gamma fonksiyonu

μ_x : Merkezsel moment

$\mu_x^{(1)}$: Birinci mertebe merkezsel moment

$\mu_x^{(2)}$: İkinci mertebe merkezsel moment

$\mu_x^{(3)}$: Üçüncü mertebe merkezsel moment

$\mu_x^{(4)}$: Dördüncü mertebe merkezsel moment

$\sigma_{\log x}$: Log-pearson tip III dağılımı standart sapma

σ_x : Standart sapma

σ_Y : Y değişkeninin standart sapması

Not : Bu çizelgede verilmeyen bazı semboller çalışmada ilgili oldukları yerlerde açıklanmışlardır.

1. GENEL BİLGİLER

Taşkın, akarsu yatağındaki debinin çeşitli nedenlerle hızla artarak yatak kapasitesini aşması durumunda oluşan doğal afetlerden biridir.

Akarsularda kısa süreli şiddetli yüksek yağışlar, uzun süreli düşük şiddetli yağışlar, kar erimesi, barajların yıkılması gibi olaylar sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Taşkınlar birçok bölge ve ülkede meydana gelerek insanların ekonomik ve sosyal hayatlarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Taşkınlar sonucunda oluşan zararları önlemek amacıyla yapılan çalışmalara taşkın yönetimi denir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Taşkın kontrolü yapılarında su miktarı kontrolüyle yapılan çalışmalarda hidroloji bilgisi büyük önem teşkil etmektedir.

Taşkınlar incelenirken pik debi, pik su seviyesi ve taşkın hacmi gibi kavramlar dikkate alınmaktadır. Pik; bir kanalda taşkın sırasında oluşan su seviyesinin ulaştığı en yüksek kottur (Haktanır, 1990).

Seddelerin planlanmasında ve suyun yayılacağı bölgenin belirlenmesinde maksimum olan su seviyesine (pik su seviyesi) ihtiyaç duyulur. Maksimum olan debi taşkın kanallarında, menfezlerde, dolu savakların projelendirilmesinde kullanılır. Taşkın hacmi taşkın kontrolü için depolama yapılarının hesabında kullanılır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Bir yıl içerisinde oluşan taşkın piklerinin en büyük değerlerine yıllık taşkın piki denir. Yıllık taşkın piki hidrolojide önemli olan rassal değişkendir. Nedeni ise maksimum olan debi değeri, en büyük taşkın zararını meydana getirmektedir (Haktanır, 1990).

Belirsizliğin etkili olduğu problemlerden biri olarak barajların projelendirilmesinde kullanılacak olan 100 yıllık taşkın incelenirse çeşitli sorular akla gelir. Bunlar; 100 yıllık taşkın nasıl anlaşılır? Bu meydana gelen taşkın her 100 yılda bir defa gözlenen taşkın mıdır?

Yapılacak olan barajın ömrü 50 yıl kabul edilirse bu zaman içerisinde taşkın görölme olasılığı ne olur? 30 yıl gözlenen taşkın kayıtları varsa 100 yıllık taşkın debi hesabı nasıl yapılır? (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Rassal özelliğe sahip olan benzeri olaylar araştırılmak istenirse olasılıkları tayin etmek gerekebilir, böylelikle olaylara probabilistik (olasılıkçı) yaklaşımış olur. Bu durum olasılık teorisi ve istatistik metotlar kullanarak yapılabilir (Bayazıt, 1995).

İstatistik yöntemler hidrolojide; taşkın debilerinin frekans analizinde, korelasyon ve regresyon analizlerinde, olasılık dağılımlarında, parametreler için kullanılan hipotez kontrollerinde kullanılmaktadır (Bayazıt, 2013).

1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi

Herhangi bir havzada oluşan taşkınların yağış, havza ve iklim özelliklerine bağlı olarak rastgele özellik taşımaları nedeniyle önceden tahmin edilmeleri zordur. Taşkın debilerinin hesaplanması ve taşkın debi analizleri konusundaki çalışmalarda olası taşkınların daha önceden belirlenmesi mühendislik açısından önemlidir.

Yapılmış olan bir çok çalışmada son yıllarda akarsu akımları ve yağışlarda önemli değişimler olduğu gözlenmiştir. Bu durumda zamana ve miktara bağlı olarak ihtiyaçları karşılayabilmek için su kaynaklarının yönetimi büyük önem arz etmektedir (Bayazıt vd., 2002).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada Değirmendere Havzasında ana kol üzerinde yer alan E22A006 Kanlıpelit akım gözlem istasyonundan alınan 1951-1989 yılları arasındaki taşkın debileri kullanılarak taşkın debi analizi yapılmasına olanak sağlayan bir çalışma yapmak amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında;

- İstatistik programı (SPSS) kullanılarak homojenlik analizi yapılacak ve bunun sonucunda verilerin homojenliğini yorumlanacaktır.
- Akım gözlem istasyonundan alınan akım değerleri kullanılarak korelasyon ve regresyon analizleri yapılacaktır.
- Debi süreklilik çizgisi grafiği oluşturularak %50 'ye gelen debi değeri bulunacaktır.
- Maksimum akımlar kullanılarak frekans dağılım grafiği ve toplam (eklenik) frekans grafiği oluşturulacaktır.
- Akım gözlem istasyonundan alınan maksimum akımlara uygun istatistik moment parametrelerinin hesabı (aritmetik ortalama, varyans, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı, sivrilik katsayısı) yapılacaktır.
- Olasılık dağılım fonksiyonları (o.d.f.) incelenerek taşkın tekerrür debileri 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllarına göre hesaplanacaktır.
- Uygun olan olasılık dağılımını belirlemek için uyumluluk testlerinden Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi yapılacaktır.
- Rippl yöntemiyle (toplam eğri analizi) baraj hazne (rezarvuvar) kapasitesi hesabı yapılacaktır.

1.3. Kaynak Araştırılması

Markovic (1965), Kuzey Amerika da bulunan 1614 yağış istasyonundan ve 446 akım istasyonundan alınan yıllık yağış ve akım verilerini kullanarak analizler yapmıştır. Bu çalışmada yıllık verilerin normal dağılıma uygun olduğunu, aylık yağış ve akım verilerinin normal dağılıma uygun olmadığını gözlemlemiştir. Çalışmanın sonucunda; aylık yağış verilerinin Log-Normal (LN) dağılımına akım verilerinin ise Gamma dağılımına en iyi şekilde uygunluk gösterdiğini tespit etmiştir.

Haktanır (1982), geliştirdiği frekans analizi programıyla çok sayıda olasılık dağılım modeli, parametre hesabı ve Ki-Kare model uygunluk testi yapılabilir. Bu programı kullanarak Seyhan ve Ceyhan havzalarında en uzun kayda sahip 6 adet akım gözlem istasyonundan alınan taşkın pik serilerine 7 dağılım uygulamıştır. Bu araştırmanın sonucunda; Log-Gamma modeli ve Log-Normal dağılımın uygun olduğunu gözlemlemiştir.

Haktanır (1990), çok tekerrür periyotlu taşkın hesabı yapmıştır. Araştırmasında lkemizde bulunan 30 istasyona ait pik akım serilerini kullanmıştır. Gumbel, Log-Gumbel, Log-Pearson tip III (LP III), Smemax dönüşümü, II parametrelili Log-Normal ve Log-Boughton dağılımlarından en uygununu belirlemek amacıyla uygunluk testlerini kullanmıştır. Bu yapılan analizler sonucunda; Log-Pearson tip III dağılımının uygun olduğunu gözlemlemiştir.

Haktanır ve Horlacher (1993), Almanya'nın Rhine havzasında 11 adet akarsudaki ve İskoçya da ki 2 adet akarsuya ait en az 30 yıllık taşkın pik değerleri kullanılarak taşkın frekans analizi yapmışlardır. 9 farklı olasılık dağılımını kullanmışlardır ve dağılımların parametrelerini bulabilmek için maksimum olabilirlik, olasılık ağırlıklı momentler yöntemlerini kullanmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda; Genelleştirilmiş ekstrem değerler ve Log-Normal III dağılımların 100 yıllık taşkın tekerrür periyodunu tahmin etmekte daha uygun olduğu görölmüştür.

Önöz (1994), Susurluk akım ölçüm istasyonundan alınan yıllık maksimum akım değerleri kullanılarak Gumbel dağılımını, Ekstrem dağılım, Normal dağılım, Log-Normal dağılım, Eksponansiyel dağılımlarının parametrelerini hesaplamak için momentler yöntemi ve olasılık ağırlıklı momentler yöntemini kullanmıştır. Bu araştırmanın sonucunda; Olasılık ağırlıklı momentler yönteminin daha avantajlı olduğunu gözlemlemiştir.

Karım ve Chowdhury (1995), Bangladeş'te bulunan 16-24 arasında değişen 31 adet yıllık taşkın serilerini kullanmışlardır. Bu alışmada Log-Normal, Gumbel, Log-Pearson tip III ve Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımlarını uygulamışlardır. Uygunluk analizlerini yaparken hesaplanan debiyle ölçülen debi arasındaki sapmaları özetlemişlerdir, ortalama sapmanın karekökü ve korelasyon katsayısını hesaplamışlardır ve L moment diyagramlarını kullanmışlardır.

Bu araştırmanın sonucunda; Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımının istatistiksel karakteristikleri en iyi şekilde ifade eden dağılım olduğunu gözlemlemişlerdir.

Parida ve ark. (1998), Hindistan'da Mahi-Sabarmati Havzasında 12 adet akım gözlem istasyonundan alınan taşkın verisine göre L momentler olasılık dağılımı ve gösterge taşkın yöntemi kullanmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda; havzanın hidrolojik olarak homojen olduğu ve genelleştirilmiş normal dağılımın uygun olduğunu gözlemlemişlerdir. İstasyon bulunmayan bölgeler içinse bölgesel taşkın frekans eğrisi oluşturmuşlardır.

Şorman ve Okur (2000), Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki 16 istasyon kullanılarak noktasal ve bölgesel frekans analizi yapmışlardır. Olasılık dağılım parametrelerini hesaplarken L momentler yönteminden yararlanmışlardır. Analizleri iki aşamada yapmışlardır. Birinci aşamada 1990 yılına kadar olan verileri kullanılmıştır ve Genelleştirilmiş pareto dağılımının en uygun olduğunu gözlemlemişlerdir. İkinci aşamada ise 1998 yılına kadar olan verileri de dahil etmişlerdir ve Genelleştirilmiş ekstrem değer, Genelleştirilmiş normal ve Genelleştirilmiş lojistik dağılımları uygulanmıştır.

Topaloğlu (2002), Seyhan Havzasındaki 13 akım gözlem istasyonundan alınan yıllık anlık maksimum akımlar, yıllık maksimum seriler kullanılarak uygun olasılık dağılım modelini belirlemek için Gumbel, Log-Logistic, Pearson tip III, Log-Pearson tip III ve Log-Normal III dağılımları uygulanmıştır. Ki-Kare testi sonucunda; Seyhan Havzası akım ve yağış serileri için en uygun dağılımın Gumbel modeli olduğu bulunmuştur. Kolmogorov-Smirnov testi sonucunda; akımlar için Log-Normal III, yağışlar için Log-Pearson tip III olasılık modeli uygun görülmüştür.

Jaiswal ve ark. (2003), Hindistan'da Beas havzasında 20 yıllık taşkın serisine sahip 8 akım gözlem istasyonundan alınan veriler kullanılarak Gumbel, Ekstrem değer tip I, Genelleştirilmiş ekstrem değer, Lojistik, Genelleştirilmiş lojistik, Genelleştirilmiş pareto, Normal ve Log-Normal dağılımları uygulanmıştır. L momentlerine dayalı uygunluk testi sonucunda; GEV dağılımının incelenen havzanın taşkınlarının tahmininde en uygun dağılım olduğu görülmüştür.

Anlı (2006), Giresun Aksu Havzasında bulunan 2213 numaralı istasyona ait aylık ve yıllık maksimum akımlar kullanılarak Normal, Log-Normal, Üç Parametrelili Log-Normal, Ekstrem değer tip I, Gamma, Pearson tip III, Log-Pearson tip III, Weibull, Üç Parametrelili Weibull ve Log- Logistic dağılımları uygulanmıştır. Bu dağılımların uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda aylık maksimum akım tahminlerinde; birinci, altıncı, yedinci ve sekizinci aylar için Log-Pearson tip III, üçüncü ve beşinci aylar için üç parametrelili Log-Normal, dördüncü ve dokuzuncu aylar için Pearson tip III, onuncu ve on ikinci aylar için Üç Parametrelili Weibull ve ikinci ve on birinci aylar için Log- Logistic dağılımlarının uygun olduğu görülmüştür. Yıllık maksimum akımlarda ise; Üç Parametrelili Weibull dağılımının uygun olduğu görülmüştür.

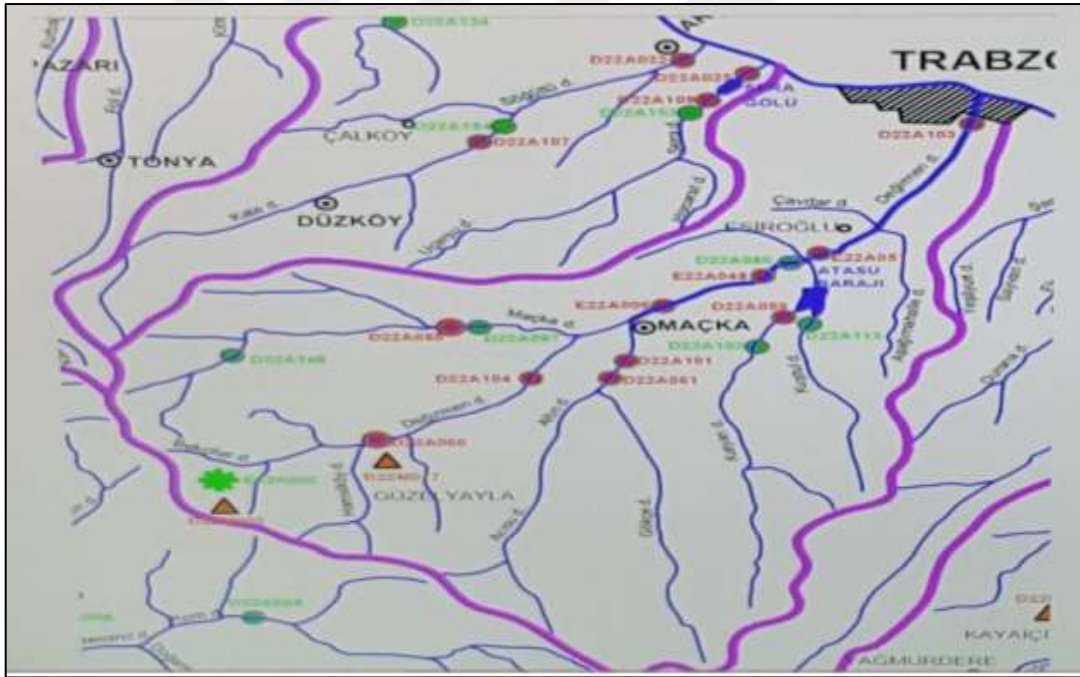
Büyükkaracığan ve Kahya (2009), Konya havzasında bulunan 12 istasyona ait yıllık pik akım serileri kullanılarak taşkın frekans analizi çalışması yapılmıştır. II ve III parametrelili Log-Normal, Gumbel, Pearson tip III, Log-Pearson tip III, Log-Boughton, Log-Logistic, Ekstrem değerler dağılımı uygulanarak en uygun olasılık dağılım modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Dağılım parametreleri, momentler, olasılık ağırlıklı momentler ve L momentler yöntemiyle tahmin edilmiştir. Bu dağılımların uygunluğu Ki-Kare ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda; Log-Pearson tip III' ün uygun model olduğu görülmüştür.

Devi ve Choudhury (2013), Hindistan'ın meteorolojik dört alt bölümü için inceleme yapmışlardır. Bu çalışmada ekstrem yağmurların frekans analizini L momentlere dayalı olarak yapmışlardır. Bölgesel dağılımın belirlenmesinde ise beş adet dağılımı incelemişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda; Genelleştirilmiş Log-Normal dağılımının (LN III) bölgesel dağılım olarak seçmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanının Yeri ve Özellikleri

Çalışma alanımız; Trabzon-Erzurum yolunun 25. km'sinde Kanlıpelit mevkiinde yer almaktadır. 708 km² yağış alanına sahiptir ve yaklaşık kot 257 m'dir. Pafta G43-A3 şeklindedir. Doğu Karadeniz dağlarının kuzeyinde 39°37' D - 40° 50' K arasında yer almaktadır. DSİ' den alınan Değirmendere havzası üzerinde yer alan akım gözlem istasyonları Şekil 2.1.' de gösterilmiştir.

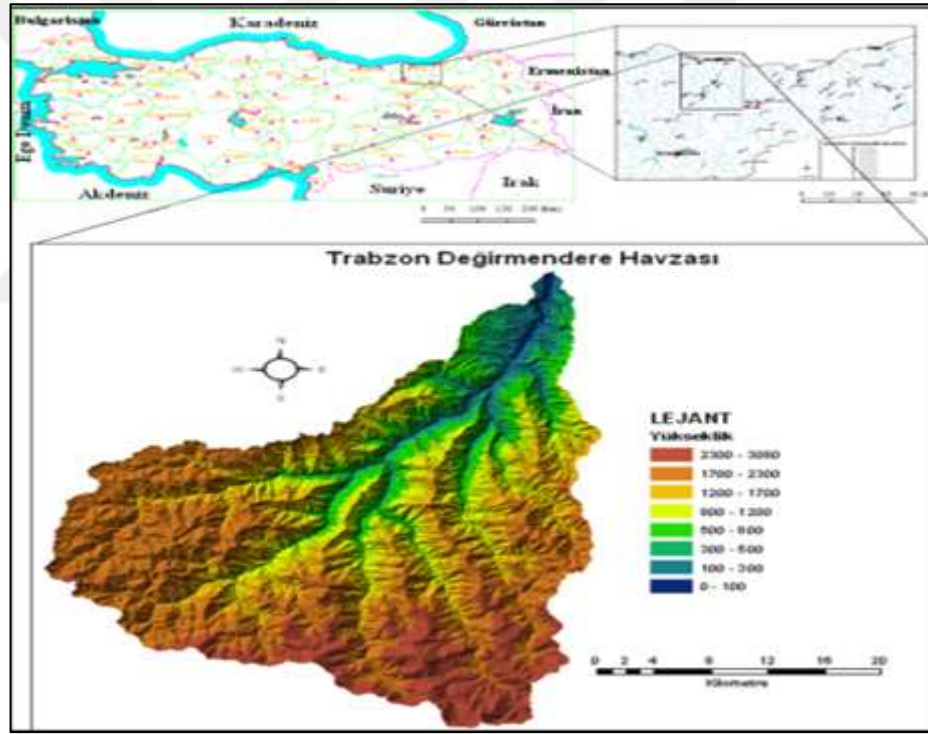


Şekil 2.1. Değirmendere havzasına ait akım gözlem istasyonları (DSİ, 2018).

Değirmendere havzası güneyden toplamış olduğu kolları ile kuzeye doğru daralarak Trabzon şehrinin içerisinden Karadeniz'e ulaşır. Değirmendere havzasının güney sınırında Zigana dağları, doğudan Yanbolu, Yomra ve İkisü dere havzaları, batıdan Kalanım ve Sera dere havzaları ile komşudur (Kılıçaslan, 1994).

Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon'da bulunan Değirmendere havzası en büyük nehir havzasıdır. Yaklaşık olarak 1061 km² yağış alanı bulunmaktadır. Vadi güneyden kuzeye takriben 30 km uzunluğunda, 15 km genişliğindedir. 438 km² genişliğinde bir alana sahiptir (Yomralıoğlu, Akça, 1999).

Trabzon Değirmendere havzasına ait topografya haritası Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Değirmendere havzasının konumu (Uçar, 2010).

2.2. Çalışmada Kullanılan İstasyon ve Verileri

Bu tez çalışmasında; Doğu Karadeniz Havzası üzerinde yer alan, Devlet Su İşleri (DSİ) 22. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen, DSİ ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından işletilen E22A006 Değirmendere Kanlıpelit akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait veriler kullanılmıştır. Bu veriler;1951-1989 yılları arasında yapılan 39 yıl boyunca gözlenmiş aylık ortalama akımlar ve yılda anlık maksimum,minimum akımlar şeklinde temin edilmiştir.

Taşkın debisi analizi çalışmalarında ilk adım olan istasyonun veya istasyonların belirlenmesinde bazı kriterlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu kriterler;

- Çalışmada kullanılacak olan istasyonun mümkün olduğunca doğal koşullarda bulunması gerekmektedir.
- İstasyon veya istasyonların çok fazla eksik veri barındırmaması gerekmektedir.(Bu çalışmada eksik veri bulunmamaktadır.)
- İstasyonun verileri güvenilir olmalıdır.
- En önemli ölçüt ise kullanılacak olan istasyonun yeterli kayıt uzunluğuna sahip olması gerekmektedir. En az 30 yıl uzunlukta olması önerilmektedir.

Bu çalışmada değerlendirilmek üzere kullanılan AGİ'nun verilerinin bulunduğu yıllar ve aylık ortalama akımlar Tablo 2.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2.' de AGİ'nundan alınan yıllara göre anlık maksimum akımlar ve akımın maksimum değer aldığı tarihler gösterilmiştir.

Tablo 2.3.' de AGİ'nundan alınan yıllara göre anlık minimum akımlar ve akımın minimum değer aldığı tarihler gösterilmiştir.

Tablo 2.1. E22A006 nolu akım istasyonuna ait aylık ortalama akım değerleri (m³/sn)

YIL	EKI	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL
1951	11,2	5,68	3,83	3,85	4,39	17,7	23,4	39,6	30	8,5	4,99	8,69
1952	21,3	17,7	7,09	6,09	6,77	14,5	28,9	40,4	19,2	8,18	5,59	2,67
1953	2,18	2,39	2,34	1,9	3,03	4,57	34,3	41,8	18	9,1	4,35	11,4
1954	5,67	5,97	6,01	4,92	6,55	17,6	31,6	49,3	35	8,31	3,3	3,15
1955	2,24	1,86	1,79	1,71	2,27	6,43	17,6	18,1	5,99	2,61	2,34	2,12
1956	2,48	2,06	2,66	2,24	5,08	4,95	30,6	37,4	35,4	7,93	3,14	6
1957	3,94	5,14	7,04	3,16	7,4	15,3	31,5	32,3	18,6	6,03	3,97	3,12
1958	1,86	3,81	3,93	3,15	4,08	15,3	37,6	28,5	22,2	6,39	2,57	4,1
1959	3,32	3,72	4,87	2,69	2,44	16,8	44	45,7	19,7	6,35	3,76	8,09
1960	14,3	7,43	5,41	4,51	9,46	13,5	44,4	40,6	16,7	4,99	2,61	2,45
1961	3,24	2,53	2,8	2,22	3,05	5,25	26,4	19,1	14,2	5,93	2,61	4,56
1962	3,89	6,16	8,04	4,06	4,35	9,01	18,9	31,3	10,4	4,63	2,85	2,04
1963	3,1	4,43	3,68	4,73	5,54	8,54	27,1	32,4	29,9	10,8	7,64	4,95
1964	6,09	5,75	5,11	3,35	4,49	12,1	24,2	35,7	20,6	6,64	3,11	3,73
1965	2,57	2,37	4,26	3,35	2,83	16,1	32,8	29,9	23,7	7,77	3,63	2,54
1966	8,45	7,05	4,39	4,51	4,59	9,98	24,1	32,5	14,6	6,34	3,28	4,14
1967	2,29	1,74	1,85	2,01	2,69	6,3	23,5	44,6	20,5	14,7	10,9	5,09
1968	6,27	5,35	9,72	4,46	6,11	10,3	42,5	37,3	16,9	7,23	4,77	5,1
1969	9,3	7,14	2,84	2,46	2,61	8,27	26,7	24,9	8,77	5,61	3,9	2,3
1970	4,37	4,79	3,62	2,64	4,4	12,9	23,7	25,4	11,6	3,65	5,18	5,22
1971	11,2	11,2	7,31	4,77	2,92	11,2	22,2	35,9	25,5	6,69	3,66	3,93
1972	6,63	5,28	6,1	3,16	3,45	7,16	38,9	32	28,1	7,6	5,21	5,23
1973	6,48	5,52	2,66	2,62	5,45	8,08	25,1	30,2	22,8	6,19	4,52	3,91
1974	3,65	7,61	6,19	3,42	4,32	14,1	17,3	37,8	13	3,67	3,76	6,79
1975	1,96	2,08	3,36	3,04	3,34	13,2	32,6	29,2	11,9	4,92	3,64	2,49
1976	5,54	2,71	2,61	3,69	3,32	9,06	28,9	35,9	18	7,65	8,1	8,11
1977	7,43	4,3	3,09	2,34	4,63	9,29	20,4	24	18	7,08	4,72	3,34
1978	7,09	7,26	4,77	4,29	8,02	9,83	26,5	31,5	21,2	7,24	4,6	2,42
1979	2,38	4,45	6,11	6,41	8,38	14,7	25,1	29,6	13,7	8,18	3,24	2,71
1980	2,83	7,38	4	3,58	3,23	12,2	34,4	37,3	9,56	3,52	2,73	2,31
1981	2,8	4,99	4,88	2,86	2,73	9,3	23,7	46,8	26	8,91	3,74	2,61
1982	2,64	4,53	4,03	2,85	3,07	6,94	43,3	32,6	15,9	8,85	3,07	3,1
1983	3,87	3,33	2,89	2,67	3,93	15,1	21,5	34,8	17,5	4,23	3,45	3,44
1984	6,09	10,6	5,51	2,86	2,84	10,8	25	30,3	17,4	7,9	8,78	4,75
1985	3,62	3,86	2,06	2,37	3,42	6,63	21,8	25,3	21,9	6,88	2,76	2,29
1986	7,18	4,71	5,3	3,51	5,67	8,7	20,6	29,6	24,4	6,91	3,14	2,04
1987	4,18	5,64	4,45	7,02	8,93	7,27	23,5	38,9	23,8	8,22	8,08	3,24
1988	4,98	9,36	6,52	5,02	5,68	10,4	31,7	41,5	38,2	10,3	5,78	4,11
1989	9,97	16,8	9,64	4,07	5,33	19,2	48,3	23,1	16,1	4,63	3,13	3,57

Tablo 2.2. Yıllara göre anlık maksimum akımlar ve anlık maksimum değer aldığı tarihler

İst. Adı	DEĞİRMENDERE KANLIPELİT	
No/Kurum	E22A006	EIE
Alan – Kot	708,00 km ²	257 m
YIL	YAMA1	Tarih
1989	87,00	08.04.1989
1988	135,00	01.06.1988
1987	92,60	12.04.1987
1986	47,70	16.05.1986
1985	177,00	07.06.1985
1984	59,20	15.05.1984
1983	54,60	16.05.1983
1982	71,20	05.04.1982
1981	58,50	15.05.1981
1980	90,80	10.04.1980
1979	99,20	03.04.1979
1978	103,00	09.04.1978
1977	50,60	04.04.1977
1976	75,50	28.04.1976
1975	68,90	19.04.1975
1974	126,00	02.05.1974
1973	70,10	17.06.1973
1972	78,30	05.05.1972
1971	78,30	04.06.1971
1970	58,50	29.03.1970
1969	162,00	13.05.1969
1968	112,00	18.04.1968
1967	81,00	03.05.1967
1966	51,80	25.05.1966
1965	85,30	24.04.1965
1964	89,60	06.04.1964
1963	93,80	02.06.1963
1962	89,60	05.05.1962
1961	77,20	25.04.1961
1960	90,90	25.04.1960
1959	224,00	20.05.1959
1958	108,00	19.04.1958
1957	85,20	18.04.1957
1956	88,60	01.06.1956
1955	45,00	02.04.1955
1954	109,00	07.05.1954
1953	88,10	09.09.1953
1952	103,00	09.05.1952
1951	86,30	20.05.1951

1 YAMA: Yıllık Anlık Maksimum Akım değerleri (m³/sn)

Tablo 2.3. Yıllara göre anlık minimum akımlar ve anlık minimum değer aldığı tarihler

İst. Adı	DEĞİRMENDERE KANLIPELİT	
No/Kurum	E22A006	EIE
Alan –Kot	708,00 km ²	257 m
YIL	YAMA2	Tarih
1989	1,46	09.10.1988
1988	2,00	17.10.1987
1987	1,91	01.10.1986
1986	1,37	19.09.1986
1985	1,55	02.09.1985
1984	2,06	31.01.1984
1983	1,55	21.09.1983
1982	1,00	18.08.1982
1981	1,66	24.10.1980
1980	1,77	01.10.1979
1979	1,43	21.10.1978
1978	1,66	15.09.1978
1977	1,66	23.01.1977
1976	1,91	17.12.1975
1975	1,51	21.10.1974
1974	1,84	13.08.1974
1973	2,05	17.01.1973
1972	2,38	06.10.1971
1971	2,10	12.12.1970
1970	1,10	01.10.1969
1969	1,70	05.09.1969
1968	2,35	06.10.1967
1967	1,28	02.01.1967
1966	2,21	01.10.1965
1965	1,74	14.09.1965
1964	2,15	27.09.1964
1963	1,47	01.10.1962
1962	1,44	26.09.1962
1961	1,56	19.08.1961
1960	1,70	08.09.1960
1959	1,58	13.02.1959
1958	1,51	05.10.1957
1957	2,01	09.10.1956
1956	1,70	28.10.1955
1955	1,50	03.02.1955
1954	1,50	11.08.1954
1953	1,80	02.01.1953
1952	2,15	11.09.1952
1951	2,15	01.10.1950

2 YAMA: Yıllık Anlık Minimum Akım değerleri (m³/sn)

2.3. Homojenlik Analizi

Hidroloji de elde edilen veriler rastgele özellik gösterirler. Bu nedenle hidrolojik olayların deterministik özellikleri ve bu rastgele değişkenlerin aralarındaki etkileşim tam olarak elde edilemez (Bayazıt, 1995).

Hidrolojik çalışmalarda verilere ön istatistiksel analizler yapılmalıdır. Varyansları, ortalamaları, homojenlikleri, ard arda gözlenen verilerin bağımsızlığı ve tutarlılığı incelenmelidir. AGİ'nun konumunun değiştirilmiş olması, AGİ'nun çevresinde fiziki tesis kurulması veya kaldırılması, havzada oluşan iklimsel etkenler (doğal afetler), insan kaynaklı meydana gelen değişimler gibi faktörlerin sebebiyle verilerin homojenlikleri bozulmaktadır. Homojenlikleri bozulan veriler homojen hale getirilmeden kullanılamaz (Çetin, 1996).

Homojenlik analizi yapabilmek için SPSS (Statistical Packag for the Social Sciences) programı kullanılmaktadır ve tanımlayıcı olan istatistikler hesaplanmaktadır. Levene İstatistiği kullanılarak bağımsız iki örneğin varyanslarının homojenliği kontrol edilmektedir.

Levene istatistiğinden elde edilen anlamlılık değeri (p) göz önüne alınmaktadır. Buna göre; $p > 0,05$ ise varyansların homojen dağıldığı kabul edilmektedir. $p < 0,05$ 'de ise varyansların homojen dağılmadığı kabul edilmektedir.

Varyans analizi için hipotezler;

H_0 : %95 güvenle, grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. ($p > 0,05$)

H_1 :%95 güvenle, grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır. ($p < 0,05$)

ANOVA tablosunda anlamlılık (significance) değeri 0,05 ten küçükse karşılaştırılan grupların ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğuna karar verilir. Anlamlılık değeri 0,05 ten büyük olursa anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Anlamlı bir fark olduğu görülürse varyans analizinde karşılaştırılan grupların hangileri arasında fark olduğu belirlenemez.

Bu nedenle anlamlı fark bulunduğu zaman bu farkın hangi gruplar arasındaki farktan kaynaklandığını bulmak gerekir ve post-hoc test denen karşılaştırmalar yapılır. Anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olursa post-hoc (gruplar arasında karşılaştırma) testi yapılmasına gerek yoktur.

2.4. Korelasyon ve Regresyon Analizi

x ve y gibi iki rastgele değişkenin aynı gözlemlerde aldıkları değerler arasında bir ilişki varsa bu iki değişken arasında bir korelasyon bulunduğu söylenmektedir. İki değişkenin (x_i, y_i) değerleri arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı ile ölçülmektedir. Korelasyon katsayısı "r" ile gösterilmektedir. Korelasyon katsayısı değişkenlerin yönünü ve ilişki düzeyini vermektedir.

$$r = \frac{N \times \sum xy - (\sum x) \sum y}{\sqrt{N \times \sum x^2 - (\sum x)^2} \times \sqrt{N \times \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (2.1)$$

şeklinde ifade edilir.

Korelasyon katsayısının değeri -1 ile 1 arasında değişmektedir. $r = 0$ olduğunda; değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığı, $r = +1$ ise pozitif tam doğrusal ilişki olduğu, $r = -1$ ise negatif tam doğrusal ilişki olduğu söylenmektedir. Değişkenler arasındaki ilişki yönü pozitifse artı (+) negatifse eksi (-) işaretini alır. Bu durum Tablo 2.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Korelasyon katsayıları ve ilişki durumu tablosu

Korelasyon Katsayısı (r)	İlişki Durumu
$-1 \leq r < -0,9$	Kuvvetli düzeyde, negatif yönlü ilişki
$-0,9 \leq r < -0,5$	Orta düzeyde, negatif yönlü ilişki
$-0,5 \leq r < 0$	Düşük(Zayıf) düzeyde, negatif yönlü ilişki
0	İlişki yok
$0 < r \leq 0,5$	Düşük(Zayıf) düzeyde, pozitif yönlü ilişki
$0,5 < r \leq 0,9$	Orta düzeyde, pozitif yönlü ilişki
$0,9 < r \leq 1$	Kuvvetli düzeyde, pozitif yönlü ilişki

Regresyon denklemi ; iki rassal değişkenin birbiri ile olan korelasyon bağıntısı sonucunda elde edilen matematiksel denklem olarak tanımlanmaktadır. Tanımlanan regresyon denklemi doğrusalsa veya doğrusal değilse bu duruma göre korelasyon , regresyon analizleri lineer ya da nonlinear olarak değişmektedir (Bayazıt, 1995).

Literatürde bağımlı değişken Y, bağımsız değişken ise X olarak ele alınmaktadır. Bağımlı değişken açıklanan, etkilenen olarak bağımsız değişken ise açıklayıcı, etkileyici olarak geçmektedir. Bağımlı değişkenler, bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaya çalışılmaktadır.

X'e verilen X_i değerine göre Y'nin alabileceği değerlerin ortalamasına Y_{oi} denilirse; Y_{oi} değerlerinin oluşturduğu doğru Y'nin X' e göre regresyon doğrusudur. (Bayazıt, 1995)

Bağımlı değişken (Y) ve bağımsız değişken (X) arasındaki fonksiyonel ilişki,

$$Y=f(X) \quad (2.2)$$

şeklinde gösterilir. Burada, Y, X'in bir fonksiyonudur. X'de meydana gelen değişmeler Y'deki değişmeleri etkilemektedir.

Y'nin X' e göre regresyon doğrusunun denklemi;

$$Y=b_0+b_1X \quad (2.3)$$

$$Y= b_0+b_1X +e \quad (2.4)$$

şeklinde gösterilebilir.

Burada b_0 ve b_1 ; regresyon katsayılarıdır. (2.3) denklemi kesin veya matematiksel ilişki (deterministic) olarak ifade edilmektedir. (2.4) denklemi ise olasılıklı veya istatistiksel olarak (probabilistic, stochastic) ifade edilmektedir. (2.4.) denkleminde yer alan 'e' terimi regresyon denklemine göre bulunacak olan tahmini Y ile gerçek Y değeri arasındaki farkı gösterir ve hata terimi olarak adlandırılmaktadır.

İki grubun ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını anlamak için t testi veya varyans analizi (F testi) yapılmaktadır.

N gözlem sayısı olmak üzere t testi $N < 30$ örneklem için incelenmektedir. F testi ise ikiden fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını incelemektedir.

Regresyon analizi için yapılan varyans analizindeki amaç regresyon denkleminin bir bütün olarak anlamlı olması veya anlamlı olmamasını incelemektir. Burada H_0 hipotezi regresyon denkleminin istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığını, H_1 hipotezi ise anlamlı olduğunu belirtmektedir. H_0 hipotezine göre sabit terim haricindeki tüm değişken katsayılarının birlikte 0'a eş olduğunu belirtirken, H_1 hipotezi sabit terim haricindeki değişken katsayılarının birlikte 0'a eşit olmadığını ifade etmektedir (Köseoğlu ve Yamak, 2017).

2.5. Debi Süreklilik Çizgisi

Bir istasyonun günlük, haftalık, aylık veya yıllık zaman dilimlerinde akımların miktarı, frekansı arasındaki bağıntıyı debi süreklilik çizgisi belirtmektedir (Cıgızoğlu, 1997).

Debi süreklilik çizgisi oluşturulurken debi gidiş çizgisinden yararlanılarak debinin belirli bir değere eşit veya ondan büyük olduğu (aşıldığı) zaman yüzdesi bulunup düşey olan eksene debiler, yatay olan eksene zaman yüzdeleri yazılırsa debi süreklilik çizgisi bulunmaktadır (Bayazıt, 2013).

Akarsuda belirli bir zaman yüzdesinde var olan debinin bilinmesinin gerekli olduğu durumlarda debi süreklilik çizgisi kullanılmaktadır. Mesela; hidroelektrik tesisinde güvenilir güç hesaplanırken yılın % 50' sinde mevcut olan debi göz önüne alınabilmektedir (Bayazıt, 1995).

Aşılma yüzdesi; %50'ye denk gelen debi yılın bir gününde görülen aşılma olasılığı % 50 olan debi değildir. Yılın % 50' sinde aşılması beklenen debidir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.6. Frekans Analizi

Frekans analizi iki başlık altında incelenmektedir. Bunlardan ilki kesikli değişkenlerin frekans analizidir. İkincisi ise sürekli değişkenlerin frekans analizidir.

Rassal değişken belli sınırlar arasında sonsuz değer alabiliyorsa sürekli değişken olarak tanımlanmaktadır. Sürekli değişkenler tamsayı ve ondalıklı sayı değerleri ile gösterilmektedir (Köseoğlu ve Yamak, 2017).

Hidroloji problemlerinde genel olarak yağış ve akımın büyüklüklerine karşı gelen tekerrür (yineleme) aralıkları arasında bir bağlantı aranmaktadır. Bu durumlarda frekans histogramları tercih edilmektedir (Usul, 2017).

Frekans analizinin doğru bir şekilde uygulanması için uzun ve homojen veriler gereklidir. Eldeki rassal değişkene ait veriler riskin belirlenmesinde yetersiz kalır. Frekans analizi kullanılarak hidrolojik değişken ve bu değişkenin oluşma ihtimali arasında grafik oluşturulur. Oluşturulan grafik, verilerden bulunan değişkenin istatistiksel toplumunun en uygun tahmini olarak kabul edilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Frekans analizi kullanılırken, hidrolojik verilerin bağımsız seri olması lazımdır. Bu bağımsız seriye; veri serisi, frekans serisi, istatistik örnekleme denilir. Serideki değerler belirli sınıf aralıkları ile gruplara ayrılır. Aralıklara karşı gelen o aralıktaki veri adedi olacak biçimde grafik haline getirilir. Böylelikle frekans histogramı oluşturulur (Usul, 2017).

2.6.1. Kesikli Değişkenlerin Frekans Analizi

Rassal değişken belli sınırlar arasında belli değerleri alabiliyorsa kesikli değişken olarak tanımlanmaktadır. Kesikli değişkenler tamsayı değerleri ile gösterilmektedir (Köseoğlu ve Yamak, 2017).

Rassal bir değişkenin N elemanlı örnekleme x_i olayı n_i defa tekrarlanıyorsa bu olayın frekansı denilir. (2.5) denkleminde verilmiştir (Bayazıt, 1995).

$$f(x_i) = \frac{n_i}{N} \quad (2.5)$$

Toplam (eklenik) frekans dağılımı ise (2.6) denkleminde verilmiştir.

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N} \quad (2.6)$$

2.6.2. Sürekli Değişkenlerin Frekans Analizi

Bir örnekten rastgele değişkenin x_m 'e eşit ya da daha küçük olması frekansını hesaplamak için akla gelen ilk ifade:

$$F(x_m) = \frac{m}{N} \quad (2.7)$$

şeklindedir. Bu ifade kullanıldığında rassal değişkenin örnekteki maksimum değer x_N ' e eşit veya daha az olmasının frekansı 1 kabul edilir. Rassal değişkenler toplumunda x_N ' den daha büyük elemanlarda olabileceği gibi x ' in x_N değerini hiçbir zaman geçmeyeceğini gösteren bu denklemi kullanmak doğru olmaz (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Frekans dağılım eğrisini oluşturabilmek için örnekleme bütünü gözlenen değerlerin oluşma ihtimallerinin bulunması gerekmektedir. Bu olasılıklar ampirik olarak (2.8) denkleminde verilmiştir.

$$f(x_i) = \frac{n_i}{(N+1)} \quad (2.8)$$

şeklinde ifade edilir.

Frekans grafiği; x_i değerleri için bulunan f_i değerleri apsis eksenini üzerinde düşey çizgilerle gösterilir (Bayazıt, 2013).

Toplam (eklenik) frekans dağılımını ise (2.9) denkleminde verilmiştir.

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{(N+1)} \quad (2.9)$$

şeklinde ifade edilir.

Sınıf aralıkları oluşturulduktan sonra tüm bu aralıklar arasında kalan olaylar, aralığın orta değerinde toplandığı düşünülür (Bayazıt, 1995).

2.7. Dönüş Aralığı-Risk İlişkisi

Debinin herhangi bir yılda aşılma olasılığı p olarak tanımlanır.

$$p = 1/T \quad (2.10)$$

T tekerrür periyodu veya taşkın debisinin dönüş aralığı olarak tanımlanmaktadır.

Bir taşkın debisinin iki kez aşılması aralığında aşması tahmin edilen ortalama zaman sürecine dönüş aralığı denir. Hidrolojik çalışmalarda dönüş aralığı T yıl olan taşkın debiye T yıllık taşkın debi denilir (Bayazıt, 2013).

Debinin herhangi bir yılda aşılmama olasılığı ise q şeklinde tanımlanır.

$$q = 1 - p \quad (2.11)$$

Belirli büyüklükte olan taşkın herhangi bir yılda oluşma olasılığı p , oluşmama olasılığına q veya $(1-p)$ denilir. Oluşma ve oluşmama olasılıklarının toplamı 1'e eşittir (Usul, 2017).

Buna göre aşağıdaki (2.12) denklemini elde edilir.

$$p + q = 1 \quad (2.12)$$

(2.11) denkleminde gerekli düzenlemeler yapılırsa aşağıdaki gibi yazılabilir.

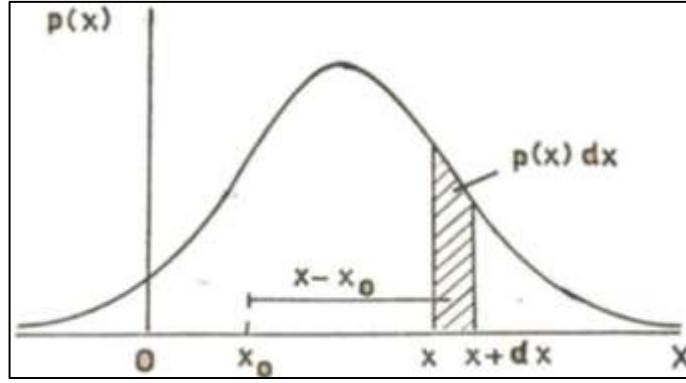
$$q = 1 - \left(\frac{1}{T}\right) \quad (2.13)$$

2.8. Verilerin İstatistik Analizi (Dağılım Parametrelerinin Tahmini)

Parametreler olasılık dağılımlarının; dağılımın merkezini yani rassal değişkenin alabileceği bütün değerlerin etrafında toplandığı değeri, merkez etrafındaki yayılımın büyüklüğünü, dağılımın çarpıklığını ve dağılımın sivriligi gibi özelliklerini göstermektedir. Parametreler farklı yöntemlerle hesaplanabilirler. En çok kullanılan parametreler istatistik momentlerdir (Bayazıt, 1995).

2.8.1. İstatistik Momentler

Bir dağılımın rassal değişken değerlerine göre oluşturulan olasılık yoğunluk fonksiyonu (o.y.f.) ile yatay (x) eksenini arasında kalan kısım bir kütle olduğu varsayılırsa, kütlelerin farklı eksenler çevresindeki momentlere istatistik momentler denir (Bayazıt,1996).



Şekil 2.3. İstatistik momentlerin tanımında kullanılan büyüklükler (Kaynar, 2005).

Şekil 2.3.'deki taralı alan bir kütle olarak düşünülüp $x = x_0$ noktası etrafındaki r inci mertebeden istatistik momentini:

$$v_r = \int_{-\infty}^{\infty} p(x)(x - x_0)^r dx \quad (2.14)$$

olarak bulunur. Kesikli bir değişken için benzer şekilde;

$$v_r = \sum_{i=1}^N p(x_i)(x - x_0)^r dx \quad (2.15)$$

x noktası aşağıda tanımlanacak olan μ ortalama değeri olarak seçilirse merkezsel momentler aşağıdaki gibi elde edilir;

$$\mu_r = \int_{-\infty}^{\infty} p(x)(x - \mu)^r dx \quad (2.16)$$

Birinci mertebe merkezsel moment;

$$\mu_x^{(1)} = \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (2.17)$$

(2.17) denklemini kullanarak maksimum akım verilerinin 1. mertebe merkezsel momentini aritmetik ortalamayı verir.

Aritmetik Ortalama; x rastgele değişkeninin toplumundan alınmış N elemanlı bir örnek $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N)$ bulunsun. Aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (2.18)$$

Rastgele değişkenin dağılımının merkez değerini gösterir fakat bu merkez çevresindeki yayılmanın büyüklüğü hakkında bilgi vermez.

İkinci mertebeye merkezselsel moment;

$$\mu_x^{(2)} = \text{Var}(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (2.19)$$

(2.19) denklemini kullanarak maksimum akım verilerinin 2. mertebeye merkezselsel momentini varyansı verir.

Varyans; x rastgele değişkeninin dağılımının ortalama değer etrafındaki (merkez değer etrafındaki) yayılmasının büyüklüğünü ifade eder. En çok kullanılan parametre olup 2. mertebeden merkezselsel moment olarak tanımlanır.

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (2.20)$$

Tahmin değerine en yakın olan değeri elde edebilmek için buradaki N ifadesinden 1 çıkartırız ve formüllerde $(N-1)$ ifadesini kullanarak tarafsız (yansız) sonuçları elde etmiş oluruz. Böylece 2. mertebeden merkezselsel momentini olan varyansı (tarafsız) olarak hesaplamış oluruz. Tarafsız varyans aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \quad (2.21)$$

Standart Sapma; varyansın karekökü olarak tanımlanır. N elemanlı x rastgele değişkenlerinin ortalama etrafındaki dağılımını ifade etmektedir. Standart sapma aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$\sigma_x = \sqrt{\text{Var}(x)} = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right)^{1/2} \quad (2.22)$$

Değişim (Varyasyon) Katsayısı; ortalamaları farklı olan iki değişkenin hangisinde yayılmanın daha büyük olduğunu anlamak için standart sapmalarını karşılaştırmak yeterli olmadığı için standart sapmanın ortalamaya oranıdır. Bu durumda boyutsuz bir katsayı olan değişim (varyasyon) katsayısı;

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \quad (2.23)$$

şeklinde ifade edilmektedir.

Üçüncü mertebe merkezsel moment,

$$\mu_x^{(3)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3 \quad (2.24)$$

Üçüncü mertebeden merkezsel moment çarpıklık katsayısının ölçüsüdür. Çarpıklık katsayısı bu momente bağlı olarak tanımlanan parametredir.

Çarpıklık Katsayısı; dağılımın ortalama etrafındaki simetrisinin ölçüsüdür. Bir rastgele değişkenin olasılık dağılımının merkez etrafında simetrik olması halinde çarpıklığın ölçüsü olan 3. mertebeden merkezsel momentler sıfır olur. Eğer çarpıklık katsayısı pozitifse dağılım sağa doğru negatifse sola doğru olur. Çarpıklık katsayısı boyutsuz bir parametredir.

Çarpıklık katsayısı;

$$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \quad (2.25)$$

veya (2.25) denkleminin açılmış hali olarak;

$$C_{sx} = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)} \frac{1}{\sigma_x^3} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3 \quad (2.26)$$

denkleminle hesaplanabilir. Buna bağlı olarak çarpıklık grafiği elde edilir.

Dördüncü merteye merkezsel moment,

$$\mu_x^{(4)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^4 \quad (2.27)$$

Dördüncü mertebeden merkezsel moment sivrilik katsayısının ölçüsüdür. Sivrilik katsayısı bu momente bağlı olarak tanımlanan parametredir.

Sivrilik Katsayısı (Kurtosis Katsayısı); olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepesinin düz veya sivri oluşunu belirlemek için 4. mertebeden merkezsel moment olarak tanımlanır. Sivrilik katsayısı;

$$K_X = \frac{\mu_x^{(4)}}{\sigma_x^4} \quad (2.28)$$

veya (2.28) denkleminin açılmış hali olarak;

$$K_x = \frac{N^3}{(N-1)(N-2)(N-3)} \frac{1}{\sigma_x^4} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^4 \quad (2.29)$$

denkleminle hesaplanabilir. Olasılık yoğunluk fonksiyonunun sivriliği Kurtosis katsayısının değeriyle artmasıyla artar. İstatistiksel olarak aşağıdaki tanımlar bilinmelidir. İlerleyen bölümlerde kullanılacaktır.

Sıralı gözlenen değerlerde frekansı maksimum olan yahut en fazla görülen gözlem değerine mod veya tepe değeri denir (Köseoğlu ve Yamak, 2017).

Gözlenen değerler küçükten büyüğe, büyüktür küçüğe dizildiğinde seriyi iki eş kısma ayıran değer medyan veya ortanca olarak tanımlanır (Köseoğlu ve Yamak, 2017).

2.9. Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Hidrolojide diziler çoğunlukla kısa süreli dizilerdir. Kısa süreli dizilerden en çok bilgiye ulaşabilmek, bu toplumun özelliklerini en iyi biçimde kullanmak amacıyla birtakım istatistik fonksiyonlar kullanılır. Hidrolojide en sık tercih edilen o.d.f. ; Normal (Gauss), LN, Gumbel (ekstrem değerler) ve LP III (Gamma) dağılımlarıdır. Bu dağılımlar ile analizler analitik ve grafik metodlarla bulunabilir (Usul, 2017).

O.y.f. ; $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$ koşuluna uyan ve aldığı değerler her zaman pozitif olan rastgele bir $f(x)$ fonksiyonu olarak görülebilir. Eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f.) ; $F(-\infty)=0$ 'dan $F(+\infty)=1$ 'e kadar devamlı artan rastgele bir $F(x)$ fonksiyonu olarak belirlenebilir (Bayazıt, 2013).

Mühendisler çalışmalarında karşılaştıkları rassal değişkenler için o.y.f. veya e.d.f.'larından birini tercih ederek kullanabilirler. Bu fonksiyonların dağılımlarının analitik denklemlerinin belli olması ve hepsinin değerleri tablo haline getirildiğinden uygulanması pratik olmaktadır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Olasılık yoğunluk fonksiyonu sadece sürekli rastgele değişkenler için tanımlanmış olup doğrudan olasılık değerini vermezler. Olasılık yoğunluk fonksiyonları belirli bir değer aralığı için olasılık değerini verir. Olasılık kütle fonksiyonu ise kesikli rastgele değişkenler için tanımlanmış olup bir rastgele değişkenin belirli sınırlar arasındaki belirli değerleri alabilir.

Hidrolojide kullanılan rassal değişkenlerin pek çoğu sürekli rastgele değişken olarak düşünülebilir. Ancak ölçüm cihazlarının sınırlı presizyonda (hassasiyet) olduğu için bu rassal değişkenlerin alabildikleri değerler sonlu sayıda kabul edilir. Bu nedenle mühendislik hidrolojisinde bu rassal değişkenler kesikli rastgele değişken olarak ele alınmaktadır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Tüm o.d.f.'lerinin belli sayıda parametresi bulunmaktadır. Parametrelerin değerleri mevcuttaki toplumdan çeşitli yollarla belirlenebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Bu çalışmada taşkın tekerrür debi analizi için kullanılacak olan o.d.f.'lerinin uygunluğu belirlenecektir.

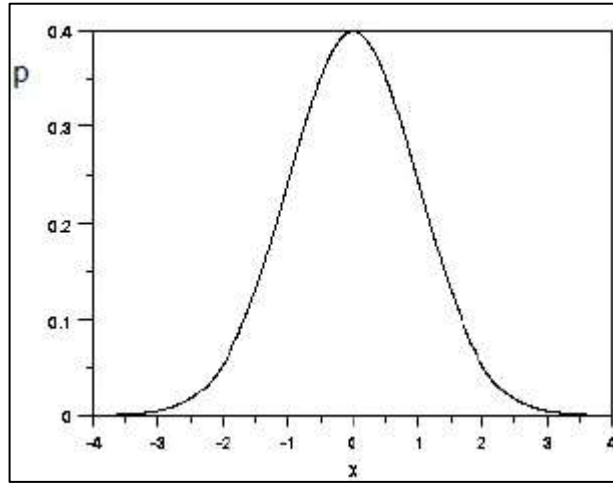
2.9.1. Normal Dağılım

Normal dağılım veya Gauss dağılım olarak adlandırılan bu dağılım en çok kullanılan istatistik dağılımlarından biridir. x rastgele değişkeninin o.y.f.;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (2.30)$$

şeklinde tanımlanır. (2.30) denkleminde x rastgele değişkeni; $x \in R$, μ ; ortalama değer ve σ standart sapmadır. Şekil 2.4.' de normal dağılımın o.y.f.'u grafiği verilmiştir.

Kullanılan hidrolojik veriler normal dağılıma tamamıyla uygunluk sağlamazlar. Çünkü normal dağılımda rassal değişken $-\infty$ ile $+\infty$ arasında bulunmaktadır. Fakat hidroloji çalışmalarında uygulama alanları çok fazladır. İşlenmemiş durumda olan ve normal dağılıma uymayan birden fazla değişken dönüşümlerle normal dağılıma uygun duruma getirilir (Usul, 2017).



Şekil 2.4. Normal dağılım o.y.f. grafiği

Normal dağılımın karakteristik özellikleri; Simetriktir ve ortalama, mod, medyan değerleri çakışiktır. Çarpıklık katsayısı ise sifıra eşittir. Sivrilik katsayısı ise 3'e eşittir.

Dağılım simetrik ise ortalama ve medyan değerleri birbirine eşittir. Dağılım sağa (pozitif) doğru çarpık olursa ortalama medyandan büyüktür. Dağılım sola (negatif) çarpık olursa ortalama medyandan küçüktür (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Standart Normal Olasılık Dağılımında ise $\mu = 0$ ve $\sigma = 1$ olarak seçilir;

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2}\right] \quad (2.31)$$

şeklinde tanımlanır.

Normal dağılımın $F(x)$ e.d.f.' u analitik olarak hesaplanamaz, fakat sayısal integrasyonla tablolastırılmıştır. Yalnızca bir tablo oluşturmak amacıyla herhangi bir değişken (2.32) denklemi kullanılarak standart değişkene dönüştürülür (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

$$z = (X - \mu_x) / \sigma_x \quad (2.32)$$

z 'nin dağılımının e.d.f. Tablo 2.5'de verilmiştir.

Standart ve normalize birim olarak adlandırılan z ; $\mu_x=0$ ve $\sigma_x=1$ olan normal dağılıma sahiptir (Usul, 2017).

Tablo z 'nin pozitif değerlerine göre oluşturulmuştur bunun nedeni normal dağılımın simetrik olmasıdır.

z 'nin verilen herhangi bir pozitif değeri aşması ihtimali; $F_1(z)=A$

z 'nin bu değerden küçük olma ihtimali; $F(z)=1-F_1(z)$

z negatif bir değer ise $f(z)$ başlangıç noktasına nazaran simetrik olması sebebiyle $F(z)=F_1(|z|)$ denklemiyle bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

Burada A ; normal dağılım eğrisinin altındaki alanı vermektedir ve $A = \int_z^{\infty} f(z)dz$ şeklinde ifade edilir.

Tablo 2.5. Standart normal dağılım tablosu (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2297	0.2266	0.2236	0.2207	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1563	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1094	0.1075	0.1057	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0126	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0076	0.0073	0.0071	0.0070	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0042	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
3.5	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
3.6	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.7	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3.9	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Tablo 2.5. z standart dağılım tablosu ($z_{s.d.t.}$) $1-z_{s.d.t.}$ olarak düzenlenerek Tablo 2.6. Standart normal dağılımda aşılmama olasılıkları tablosu elde edilir.

Tablo 2.6. Standart normal dağılımda aşılmama olasılıkları tablosu (Okkan, 2019).

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990

Akarsu en kesitlerinin taşıyabileceği en büyük debi değerlerinden büyük akımlara taşkın debisi denir (Onüçyıldız, 1999).

Taşkın tekerrür debi analizinde aşağıdaki denklemden yararlanılır,

$$Q_T = \mu_x + z \cdot \sigma_x \quad (2.33)$$

Burada geçen Q_T , T yıllık taşkın tekerrür debisi (m^3/sn) olarak tanımlanır.

Taşkın tekerrür debi analizinde; aşılmama olasılığı T tekerrür periyotlarına göre 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yılları için (2.13) denklemden hesaplanır ve Tablo 2.6.' dan z değeri okunur. (2.33) denklemi kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllarına göre taşkın tekerrür debi hesabı yapılır.

2.9.2. Log-Normal Dağılım (LN)

Normal dağılmamış yani çarpık dağılmış değişkenlerin elverişli transformasyonu ile normal dağılıma dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle en fazla tercih edilen dönüşüm logaritmik dönüşümdür (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

X rassal değişkeninin logaritması Y değişkeni ile tanımlanıyorsa ve Y değişkeni normal dağılmış ise X rassal değişkeninin dağılımı logaritmiktir.

$$Y = \ln(X) \quad (2.34)$$

X normal değişkeninin o.y.f.'u aşağıdaki gibidir;

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_Y\sqrt{2\pi}} \exp[-(\ln x - \mu_Y)^2 / 2\sigma_Y^2] \quad x > 0 \quad (2.35)$$

Bu dağılımda (2.35) denkleminde Y değişkeninin momentleri μ_Y ve σ_Y ' dir. μ_Y ; Y değişkeninin ortalamasıdır. σ_Y ; Y değişkeninin standart sapmasıdır.

Y değişkeninin momentleri X 'in momentlerine (2.38) ve (2.39)' da verilen denklemlere bağlıdır.

$$\mu_Y = \ln \left[\mu_X / \left(\frac{\sigma_X^2}{\mu_X^2} + 1 \right)^{0.5} \right] \quad (2.36)$$

$$\sigma_Y = \left[\ln \left(\frac{\sigma_X^2}{\mu_X^2} + 1 \right) \right]^{0.5} \quad (2.37)$$

$$\mu_X = \exp \left(\mu_Y + \frac{\sigma_Y^2}{2} \right) \quad (2.38)$$

$$\sigma_X = \mu_X (e^{\sigma_Y^2} - 1)^{0.5} \quad (2.39)$$

Bu dağılımda X yalnızca pozitif değerler alabilmektedir. Çünkü pozitif değerlerin logaritması alınabilmektedir. Pozitif çarpık dağılım olduğundan çarpıklık katsayısı σ_Y ile artmaktadır.

$$C_{sX} = (e^{\sigma_Y^2} - 1)^{3/2} + 3(e^{\sigma_Y^2} - 1)^2 \quad (2.40)$$

Yıllık taşkın pikleri genel olarak sağa çarpıktır, değişkenlerin logaritması alındığında frekans diyagramı daha dar ve simetrik duruma gelmektedir. Bundan dolayı yıllık taşkın piklerinde LN dağılımını tercih edilmektedir (Bayazıt, 1991).

2.9.2.1. Log-Normal II ve Log-Normal III Dağılımı (LN II ve LN III)

Log-Normal dağılımında $X > 0$ olduğu için bu dağılım uygulamada görülen bir çok değişkene uyum sağlar (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

$$y = \ln(x - x_0) \quad (2.41)$$

Bu dağılımda hesaplamalarda y değişkeni için normal dağılım tablosu kullanılır. (2.41) denklemin de x_0 'ın yerine sıfır konulursa LN II dağılımı bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

$$z = (y - \mu_y) / \sigma \quad (2.42)$$

LN III dağılıma uyan x serisinin o.y.f.'u aşağıdaki gibi;

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot a(x-c)} \exp\left(-\frac{\left(\frac{\ln(x-c)}{b}\right)^2}{2a^2}\right) \quad (2.43)$$

ifade edilir.

Taşkın tekerrür debi hesabı için genelleştirilmiş olarak (2.44) denklemini kullanılır.

$$Q_T = \mu_x + k \sqrt{\left(\frac{\sum x^2}{N} - \frac{\bar{X}^2}{N}\right) \times \left(\frac{N}{N-1}\right)} = \mu_x + k \cdot \sigma_x \quad (2.44)$$

(2.44) denkleminde yer alan k ; frekans faktörüdür.

LN III dağılımı ekstrem değerlerin tekerrür analizlerinde sıklıkla uygulanmaktadır. Özellikle taşkın tekerrür analizlerinde kullanılmaktadır (Bulu, 1986).

Chow' a (1951) göre hidrolojik frekans analizleri için genel denklem olarak;

$$\frac{x}{\mu_x} = 1 + C_{vx} \cdot k \quad (2.45)$$

tanımlanır. (2.45) denklemindeki k frekans faktörü, analizlerde tekerrür periyodu dikkate alınarak her dağılım için farklı olmaktadır. Chow' a (1965) göre LN dağılımının k frekans faktörü ;

$$k = \frac{e^{(\sigma_n \times t - \sigma_n^2)} - 1}{(e^{\sigma_n^2} - 1)^{1/2}} \quad (2.46)$$

olarak ifade edilir. (2.46) denkleminde t (diğer bir deyişle z) tekerrür aralığındaki standart normal değişkendir. σ_N ise transforme olmuş değişkenin standart sapmasıdır (Bulu, 1986).

Bu dağılım fonksiyonu için aşığıdaki gibi ifade edilmiştir;

$$C_{vx} = (e^{\sigma_n^2} - 1)^{1/2} \quad (2.47)$$

(2.47) denklemi (2.46) denkleminde yerine konulup düzenlenirse "k" frekans faktörü;

$$k = \frac{e^{\left\{ \left[(\ln(1+C_{vx}^2))^{1/2} \right] \cdot t - \ln(1+C_{vx}^2)/2 \right\}} - 1}{C_{vx}} \quad (2.48)$$

olarak ifade edilir.

LN II dağılımı için kullanılan parametrelerin formülleri aşığıdaki gibidir;

$$k = \frac{e^{(\sqrt{a} \times z - \frac{a}{2})} - 1}{f}, \quad f = C_{vx} \quad (2.49)$$

$$a = \ln(f^2 + 1) \quad (2.50)$$

LN II dağılımında (2.44) ve (2.49) denklemleri kullanılmaktadır. "k" frekans faktörü; (2.49) denkleminde a ve f parametreleri hesaplanarak bulunur. (2.49) denklemdeki z Tablo 2.6.'dan okunur.

(2.13) denkleminde ($q=1-(1/T)$) tekerrür periyodu 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllarına göre aşılıma olasılığı bulunarak her T değerleri için standart normal dağılım tablosundan z değeri Tablo 2.6.'dan okunur ve (2.49) formülünde yerine konulur.

LN III dağılımında (2.49) ve (2.50) ifadelerine ek olarak f, d ve c parametreleri bulunmaktadır.

LN III dağılımı için parametrelerin formülleri aşağıdaki gibi;

$$f = \frac{1-d^{2/3}}{d^{1/3}} \quad (2.51)$$

$$d = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 4}}{2} \quad (2.52)$$

$$c = \frac{\left(\frac{\sum X^3}{N}\right) + 2 \cdot (\bar{X})^3 - 3 \cdot \bar{X} \cdot \left(\frac{\sum X^2}{N}\right)}{\left(\left(\frac{\sum X^2}{N}\right) - (\bar{X})^2\right)^{1/5}} \quad (2.53)$$

ifade edilir.

LN III dağılımında da aynı şekilde (2.44) ve (2.49) denklemleri kullanılarak bulunmaktadır. “k” frekans faktörü (2.49) denkleminde a ve f parametreleri hesaplanarak bulunur. “z” (standart normal dağılım tablosundan) değeri belirlediğimiz aynı değerlerdir.

Fakat “k” frekans faktörü denkleminde a ve f parametreleri ve diğer parametre denklemleri LN II den farklı olarak f parametresi d ve c parametreleri hesabına dayanmaktadır. “c” parametresi (2.53), “d” parametresi (2.52), “f” parametresi (2.51) denklemleri kullanılarak hesaplanır. Bulunan tüm parametrelerle (a, f, d ve z) “k” frekans faktörü hesaplanmaktadır.

2.9.3. Gamma Dağılımı

Gamma dağılımının o.y.f.'nin da $x > 0$ olmak şartıyla aşağıdaki gibi;

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x} \quad (2.54)$$

ifade edilir.

Gamma fonksiyonu; $\Gamma(\alpha)$ şeklinde gösterilir ve tablolatırılmıştır. Dağılımın momentleri;

$$\text{Var}(X) = \alpha, C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (2.55)$$

α şekil parametresinin değeri arttıkça gamma dağılımı normal dağılıma benzemektedir. Gamma dağılımının tek parametresi olduğundan bu dağılımı gözlenen frekans dağılımlarına uygunlaştırılması güçtür. Bundan dolayı II ve III parametrelili gamma dağılımları tanımlanmaktadır. II parametrelili gamma dağılımını elde edebilmek amacıyla x yerine x/β yazılır. Aşağıdaki gibi II parametrelili gamma dağılımı fonksiyonu bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}, x \geq 0 \quad (2.56)$$

β ölçek parametresi ve $\beta > 0$ 'dır. II parametrelili gamma dağılımının parametreleri aşağıda verilmiştir.

$$\mu_x = \alpha\beta \quad (2.57)$$

$$\text{Var}(X) = \alpha \cdot \beta^2 \quad (2.58)$$

$$C_{sx} = 2/\sqrt{\alpha} \quad (2.59)$$

Dağılımın çarpıklık katsayısını gözlenmiş olan verilere uydurabilmek için III parametrelili gamma dağılımı kullanılır. x yerine $(x-x_0)/\beta$ konulursa aşağıdaki III parametrelili gamma dağılımı fonksiyonu bulunur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} (x - x_0)^{\alpha-1} e^{-(x-x_0)/\beta} \quad (2.60)$$

Bu dağılımın parametreleri (2.61), (2.62) ve (2.63)' de verilmiştir.

$$\mu_x = x_0 + \alpha\beta \quad (2.61)$$

$$\text{Var}(x) = \alpha\beta^2 \quad (2.62)$$

$$C_{sx} = 2/\alpha \quad (2.63)$$

Gamma dağılımı; herhangi bir değişkenin yalnızca pozitif değerler olduğundan çarpık dağılıma sahiptir (Bayazıt, 1995).

2.9.4. Pearson Tip III Dağılımı (P III-Gamma Tip III Dağılımı)

P III dağılımının o.y.f.'u aşağıdaki gibi;

$$f_x(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[\beta(x-\xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad x \geq 0 \quad (2.64)$$

tanımlanır.

$\beta > 0$ ve $\xi = 0$ için P III dağılımı Gamma dağılımına dönüşmektedir. Sabit ortalama ve varyans için dağılımın şeklini belirleyen α parametresinin sonsuza gitmesiyle ve çarpıklık katsayısının (C_{sx}) sıfıra gitmesiyle P III dağılımı normal dağılıma yaklaşır. $\alpha < 1$ ve $C_{sx} > 2$ için P III dağılımının o.y.f.'u sonsuza gitmektedir. $\alpha = 1$ ve $C_{sx} = 2$ için P III dağılımı, iki parametrelili eksponansiyel dağılıma eşit olur (Maidment, 1993).

P III dağılımında kesin bir şekilde olasılık kütle fonksiyonu tanımlanamaz. Tablolardan veya kabullerden faydalanılır. Tabloların çoğunda k frekans faktörü olarak geçmektedir. C_{sx} 'in çeşitli değerleri için farklı aşılma olasılıklarına karşı gelen "k" frekans faktörü Tablo 2.7.'den okunur. Her bir taşkın tekerrür periyoduna 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllarına göre (2.65) denklemi kullanılarak taşkın tekerrür debi hesabı yapılır.

$$Q_T = \mu_x + k \cdot \sigma_x \quad (2.65)$$

Tablo 2.7. Pearson tip III dağılımının frekans faktörü

Tekerrür Aralığı (yıl)												
	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200	500
İhtimal (%)												
C_s	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0,5	0,2
-3,0	-4,051	-2,003	-1,180	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,667
-2,9	-4,013	-2,007	-1,195	-0,440	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690	0,690
-2,8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714	0,714
-2,7	-3,932	-2,012	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741	0,742
-2,6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769	0,769
-2,5	-3,845	-2,012	-1,250	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,801
-2,4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833	0,834
-2,3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869	0,871
-2,2	-3,705	-2,006	-1,284	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,909
-2,1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949	0,952
-2,0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-1,9	-3,553	-1,989	-1,310	-0,627	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044	1,051
-1,8	-3,499	-1,981	-1,318	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,107
-1,7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155	1,170
-1,6	-3,388	-1,962	-1,329	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,235
-1,5	-3,330	-1,951	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282	1,308
-1,4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,384
-1,3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424	1,465
-1,2	-3,149	-1,910	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,553
-1,1	-3,087	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581	1,644
-1,0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,654	1,720
-0,9	-2,957	-1,858	-1,339	-0,769	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,838
-0,8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	1,941
-0,7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,046
-0,6	-2,755	-1,797	-1,328	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,152
-0,5	-2,686	-1,774	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,261
-0,4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,373
-0,3	-2,544	-1,726	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,484
-0,2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,598
-0,1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,712
0,0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	2,826
0,1	-2,252	-1,616	-1,270	-0,846	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	2,940

Tablo 2.7.'nin devamı

0,2	-2,178	-1,586	-1,258	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,054
0,3	-2,104	-1,555	-1,245	-0,853	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,168
0,4	-2,029	-1,524	-1,231	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,283
0,5	-1,955	-1,491	-1,216	-0,856	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,396
0,6	-1,880	-1,458	-1,200	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,509
0,7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	3,622
0,8	-1,733	-1,388	-1,166	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312	3,733
0,9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	3,845
1,0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	3,956
1,1	-1,518	-1,280	-1,107	-0,848	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575	4,063
1,2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,173
1,3	-1,383	-1,206	-1,064	-0,838	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745	4,279
1,4	-1,318	-1,163	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	4,385
1,5	-1,256	-1,131	-1,018	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,745	3,330	3,910	4,490
1,6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	4,592
1,7	-1,140	-1,056	-0,970	-0,808	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069	4,694
1,8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	4,795
1,9	-1,037	-0,984	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223	4,893
2,0	-0,990	-0,949	-0,895	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	4,991
2,1	-0,946	-0,914	-0,869	-0,765	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372	5,088
2,2	-0,905	-0,882	-0,844	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454	5,203
2,3	-0,867	-0,850	-0,819	-0,739	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515	5,277
2,4	-0,832	-0,819	-0,795	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584	5,368
2,5	-0,799	-0,790	-0,771	-0,711	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	5,459
2,6	-0,769	-0,762	-0,747	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718	5,547
2,7	-0,740	-0,736	-0,724	-0,681	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,092	3,932	4,783	5,634
2,8	-0,714	-0,711	-0,702	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847	5,721
2,9	-0,690	-0,688	-0,681	-0,651	-0,390	0,400	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909	5,805
3,0	-0,667	-0,665	-0,660	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	5,889

2.9.5. Log-Pearson Tip III Dağılımı (LP III)

LP III dağılımı sol tarafından sınırlanan çarpık bir dağılımdır bu durumda genel hidrolojik dağılım tipine benzemektedir. Çarpıklık katsayısı ekstrem durumlara duyarlı olması nedeniyle küçük toplumlarda uygulanması elverişli olmamaktadır. LP III dağılımının kullanımı LN dağılımına yakınlık gösterir. Çünkü LP III dağılımında log x değerlerinin 10 veya e tabanlı logaritması ile belirlenir (Usul, 2017).

Bu dağılımın parametreleri aşağıdaki gibi verilmiştir;

$$\text{Ortalama; } \overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad (2.66)$$

Burada $\overline{\log x}$ ifadesi yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının ortalama değeri olarak tanımlanmaktadır.

$$\text{Standart Sapma; } \sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (2.67)$$

$$\text{Çarpıklık katsayısı; } G = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\log x})^3} \quad (2.68)$$

Herhangi bir ihtimal seviyesinde, x değeri belli bir T tekerrür süresi için aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$\log x = \overline{\log x} + k \sigma_{\log x} \quad (2.69)$$

Bu denklemden k değeri; çarpıklık katsayısı ve tekerrür süresinin bir fonksiyonudur. LP III dağılımı için k değerleri Tablo 2.7.'den bulunur.

2.9.6. Gumbel Dağılımı (Tip I Ekstrem Değer Dağılımı)

Hidroloji çalışmalarında taşkın debilerinin ihtimal dağılımının belirlenmesi çok önemlidir. İstatistiğin ekstrem değerler kuramında eleman sayısının sonsuza yaklaşmasıyla, toplumdaki maksimum değerlerin dağılımı Gumbel dağılımına yaklaşacaktır (Bayazıt, 2013).

Gumbel dağılımının e.d.f.'u aşağıdaki gibi,

$$F(x) = \exp[-\exp(-y)] \quad (2.70)$$

$$y = \alpha(x - \beta) \quad (2.71)$$

ifade edilir.

Gözlenen değer sayısı $N \geq 30$ için;

$$\alpha = \frac{1}{0.778\sigma_x} = \frac{1.28255}{\sigma_x}, \quad \beta = \mu_x - 0.45\sigma_x \quad (2.72)$$

parametreleri kullanılır.

Dağılımın ölçek parametresi α ve şekil parametresi β olarak tanımlanmaktadır. Bu parametreler ortalamaya (μ_x) ve standart sapmaya (σ_x)'ya bağlıdır.

Dağılımın uygunluğunu denetlemek için veriler noktalar halinde işaretlenir ve doğru çevresinde oldukça az bir yayılma ile dağılırsa Gumbel dağılımının uygunluğu söz konusu olur. Grafik yöntem ile elde edilecek ihtimal yüzdelerindeki debi, analitik hesap debisinden büyük olması parametrelerin hesabında örneklemin küçüklüğünün etkisindedir. Bu durum gerekli düzeltmenin yapılmamasından kaynaklanmaktadır. Düzeltme yapılırsa tekerrür periyoduna göre bulunan y şu şekilde düzeltilir (Bayazıt, Avcı ve Şen, 1978) ;

K sıklık faktörü katsayısı;

$$K = \frac{y_T - Y_N}{S_N} \quad (2.73)$$

şeklinde bulunur. Y_N ve S_N değerleri Tablo 2.8.'den okunur. y_T indirgenmiş değişken olarak geçmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$y_T = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right) \quad (2.74)$$

Tablo 2.8. K sıklık faktörü tablosu (Bayazıt,2013).

N	Y_N	S_N	N	Y_N	S_N
10	0,504	0,95	70	0,555	1,185
15	0,513	1,021	80	0,557	1,194
20	0,524	1,063	90	0,559	1,201
25	0,531	1,092	100	0,56	1,206
30	0,536	1,112	150	0,564	1,225
35	0,54	1,128	200	0,567	1,236
40	0,544	1,141	500	0,572	1,259
45	0,546	1,152	1000	0,575	1,269
50	0,549	1,161	>1000	0,577	1,283
60	0,552	1,175			

Bulunan “K” sıklık faktörü ve önceden belirlenen ortalama ve standart sapma kullanılarak taşkın tekerrür debi hesabı aşağıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır.

$$Q_T = \mu_x + K \cdot \sigma_x \quad (2.75)$$

Q_T ; T yıllık taşkın tekerrür debisi (m^3/sn)

2.9.7. Weibull Dağılımı

En küçük akım değerleri için kullanılan iki parametrelili bu dağılımın o.y.f.'u;

$$f(x) = \alpha\beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^\beta} \quad x > 0 \quad (2.76)$$

Weibull dağılımı en düşük akımlarda veya yapı elamanlarının ömürlerini hesaplamakta tercih edilmektedir.

Dağılımın şekil α parametresinin değerine göre belirlenir. $\alpha=1$ olması halinde bu dağılım eksponansiyel dağılıma dönüşür, α arttıkça normal dağılıma benzemektedir. (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2013)

En küçük değerler için kullanılan bu dağılımın e.d.f.'u;

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad x > 0 \quad (2.77)$$

(2.77) denklemi türetilirse (2.78) denklemi elde edilir.

$$\ln[-\ln(1 - F(x))] = \alpha \ln x - \alpha \ln \beta \quad (2.78)$$

Buradan α ve β sırasıyla şekil ve ölçek parametreleri olup grafik yöntemi (en küçük kareler yöntemi) ile bulunmaktadır.

Grafik yönteminde öncelikle $F(x)$ 'in elde edilebilmesi için gözlem verileri gerekmektedir. Örnekte N adet x_i küçükten büyüğe doğru sıralanır. x_i değerlerine karşı gelecek $F(x_i)$ tahmini yapılır. Burada $F(x_i)$ 'lerin bulunmasında literatürde yapılan araştırmalara göre genellikle en çok kullanılan tahmin formülü;

$$F(x_i) = \frac{i-0,3}{N+0,4} \quad (2.79)$$

Bulunan $F(x_i)$ ile (2.78) denklemine göre nokta çiftleri $(\ln(x_i), \ln[-\ln(1 - F(x_i))])$ grafik haline getirilir. Yaklaşık olarak doğrusal bir grafik oluşursa Weibull dağılım grafiği olduğu kabul edilmektedir. Weibull dağılım grafiğinin doğrusal denklemi $Y=AX+B$ şeklindedir.

(2.78) denklemine bağlı olarak;

$$A=\alpha \quad (2.80)$$

$$\ln x = X \quad (2.81)$$

$$-\alpha \ln \beta = B \quad (2.82)$$

(2.80), (2.81) ve (2.82) ifadeleri dağılım grafiğinin doğrusal denklemi ile örtüştürülerek sırasıyla α ve β parametreleri elde edilir.

Taşkın tekerrür debi hesabı yapabilmek için;

$$x = \beta \cdot [-\ln(1 - F(x))]^{1/\alpha} \quad (2.83)$$

Burada $F(x)$, x taşkın tekerrür debi değerini verecek olan olasılıktır. Aşılmama olasılığını ifade etmektedir.

Taşkın tekerrür yıllarına T 'ye (2,5,10,25,50,100,200,500) göre bulunan $F(x)$ değerleri kullanılarak, α ve β parametre değerleri (2.83) denkleminde yerlerine konularak taşkın tekerrür debileri hesaplanmaktadır.

2.10. İstatistik Hipotezlerin Kontrolü

Rassal bir değişkenin örnekleminin tamamının gözlenememesi nedeniyle parametrelerinin değerleri net bir biçimde belirlenemez (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2013).

İstatistik hipotezinin kontrolünde değişken olan herhangi bir parametrenin doğruluğunu elimizdeki örnekten bulunan parametreleri (ortalama, standart sapma vb. gibi herhangi bir parametre) karşılaştırarak kontrol ederiz. Yapılacak olan kıyasta birbirine fazla uzak olmaması veya eşit olması halinde kabul edilir. Ters halinde red edilir. Hipotezin kontrol edilerek kabul veya reddi belirlenebilmesi için rastgele değişken örneklemin dağılımının bilinmesi gerekir. Bilinen bu dağılımın istatistiğinin değişim bölgeleri iki şekildedir. Bunlar kabul bölgesi ve red bölgesidir. Eldeki örnekten hesaplanan istatistik değeri aşılma olasılığı α ya da $1-\alpha$ 'ya göre olan değer (anlamlılık yüzdeleri) kabul bölgesinin sınırı içinde kalıyorsa hipotez kabul edilir, red bölge içinde kalıyorsa kabul edilmez.

2.10.1. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi

Gözlenmiş olan akım verilerinden elde edilen eklenik frekans dağılımının teorik olan bir dağılıma uygunluğunun kontrolünde kullanılan istatistik testtir.

$$\Delta = \max_i |F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (2.86)$$

Bu denklemde $F^*(x_i)=i/N$ ($i=1,2,\dots,N$) ile hesaplanan eklenik frekans dağılımının ordinatıdır.

$F(x_i)$; belirlenen teorik e.d.f.'unun aynı x_i 'lere karşı gelen y değerleridir. E.d.f.'u ile teorik e.d.f.'u arasındaki farkların maksimumuna Δ istatistiği denilmektedir (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2013).

N eleman sayısına bağlı olarak aşılma olasılığı α olan Δ_α değerleri Tablo 2.9.' de verilmiştir.

Tablo 2.9. Kolmogorov-Smirnov α anlamlılık yüzdeleri.

1-α	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	1-α	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
N=1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	N=21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929	22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829	23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734	24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669	25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617	26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576	27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
8	0,358	0,410	0,454	0,507	0,542	28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513	29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,489	30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468	31	0,187	0,214	0,238	0,266	0,285
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449	32	0,184	0,211	0,234	0,262	0,281
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432	33	0,182	0,208	0,231	0,258	0,277
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418	34	0,179	0,205	0,227	0,254	0,273
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404	35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392	36	0,174	0,199	0,221	0,247	0,265
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381	37	0,172	0,196	0,218	0,244	0,262
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371	38	0,170	0,194	0,215	0,241	0,258
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361	39	0,168	0,191	0,213	0,238	0,255
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352	40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252

K-S testinin avantajı verileri sınıflara bölmeden verilerin tamamının değerlendirilmesine olanak sağlamaktır. Bu açıdan küçük örneklerde uygundur (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2013).

2.11. Baraj Hazne (Rezarvuvar) Kapasitesi

Barajlar; enerji üretimi, taşkın kontrolü, sulama, endüstri suyu temini, nehirdeki akımın düzenlenmesi gibi pek çok amaçlarla yapılır.

Akarsudan belli bir gereksinime tekabül eden hazne hacminin bulunmasında; gelen akımın miktarına ve değişimine, ihtiyaç olan suyun miktarına ve bunun giderilmesi güvenilirlik derecesi dikkate alınarak yapılır (Halden ve Özkul, 2004).

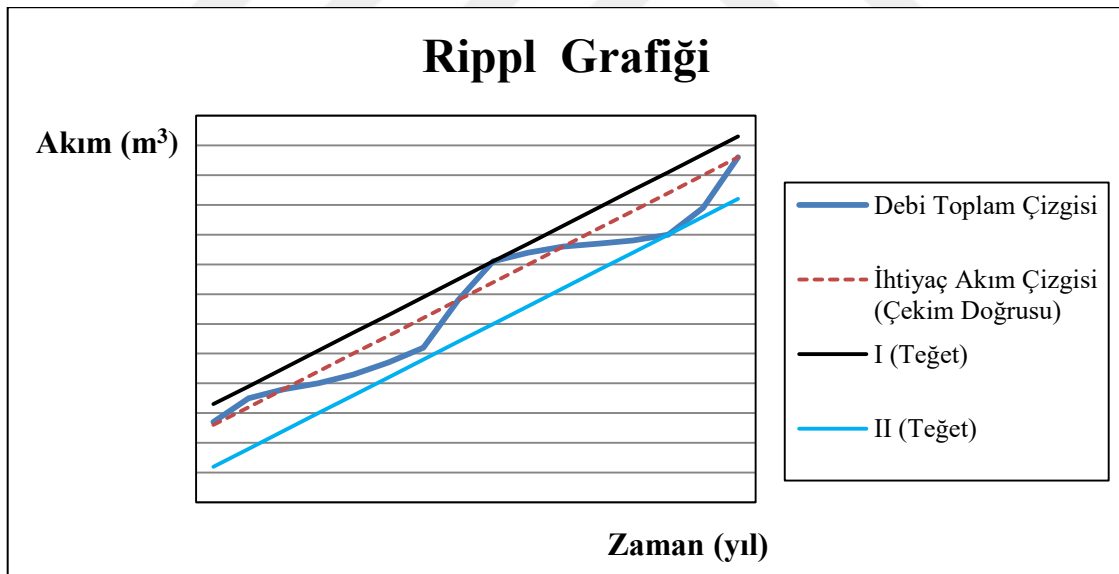
Hazne kapasitesini hesaplamak amacıyla ilk olarak kritik zaman belirlenmelidir. Bu nedenle de uzun zamanlı gözlemlerin olması gerekmektedir (Usul, 2017).

Taşkın debilerinin yetersizliğinde kaynaklanan taşmalar, temel problemleri, yer sarsıntıları barajların yıkılmasında çok büyük önem taşır. Barajların dolu savak seviyesindeki debi değerinin taşkın debisi olarak tercih edilmesiyle, taşkın dönüştürme aralığı barajın güvenliği bakımından göz önüne alınan risk ile ilişkilidir (Yenigün, 2000).

2.11.1. Rippl Yöntemi

Baraj rezervuar kapasitesinin belirlenebilmesi için; Rippl yöntemi (toplam akımların birikim metodu) kullanılır.

Rippl yöntemi hazne kapasitesini hesaplamada en fazla tercih edilen yöntemlerden biridir. Bu yöntemin uygulanmasında iki kabul söz konusudur. İlki yıllık girdi verilerinin kendini yinelenmesi, ikincisi gereksinimin durağan olarak kabul edilmesidir (Uşul, 2017).



Şekil 2.5. Rippl grafiği gösterimi

I ve II teğetleri, ihtiyaç çizgisinin paralel şekilde kaydırılmasıyla debi toplam çizgisinin maksimum ve minimum noktalarındaki teğetleridir (Ertaş, 1978).

Eklenik eğri üstünde iki nokta arasındaki doğrunun eğimi, iki noktanın yılları arasındaki ortalama akımı belirtmektedir. Çünkü iki nokta arasındaki eklenik hacmin yılların sayısına oranı ile bulunur. Rippl yönteminde, ilk olarak akım değerleri irdelenir, akım değerinin ihtiyaç değerinden küçük olduğu kritik zamanlar incelenir. Eğer gözlenen akım verileri mevcut değilse, akım verileri sentetik yöntemlerle bulunmalıdır (Usul, 2017).

Rippl metodunun en önemli özelliği, esas alınan akış dizisinin uzunluğu arttıkça, hesaplanan hazne hacminin artmasıdır (Ertaş, 1978).

Bu metod tam ya da kısmi düzenleme olarak iki şekilde yapılabilir. Gelen akımları sürekli olarak sağlamak amacıyla hazne kapasitesi hesaplanırken; belirlenen düzenleme oranı ile çekilecek (ihtiyaç) akım çizgisi eğimine uygun teğetler çizilir. Toplam debi çizgisinin üstündeki bir teğet haznenin dolu olduğunu gösterirken toplam debi çizgisinin altındaki bir teğet haznenin boşalmış olduğunu gösterir. Bu noktaların teğetleri arasındaki düşey uzaklıkların en büyük olanı gerekli hazne kapasitesini vermektedir (Halden ve Özkul, 2004).

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

3.1. Giriş

Bu çalışmada, ilk olarak hidrolojik verilerin kontrolü için SPSS programı kullanılarak homojenlik analizi yapılmıştır.

İstatistik momentleri kullanılarak birinci mertebeden, ikinci mertebeden, üçüncü mertebeden ve dördüncü mertebeden merkezel momentler hesaplanmıştır. Aritmetik ortalama, varyans, standart sapma, varyasyon katsayısı, çarpıklık katsayısı ve sivrilik katsayısı hesaplanmıştır.

Akım gözlem istasyonundan alınan maksimum akım verilerine göre debi süreklilik çizgisi çizilmiştir ve belirli bir zaman yüzdesindeki akım değeri grafikten okunmuştur. Frekans dağılımı ve toplam (eklenik) frekans dağılımları grafikleri oluşturulmuştur.

Bu çalışmaların yanı sıra taşkın tekerrür analizinde Normal (Gauss), Log-Normal II ve Log-Normal III, Gumbel (ekstrem değerler) , Pearson Tip III (Gamma Tip III) , Log-Pearson Tip III ve Weibull olasılık dağılımlarına göre 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 tekerrür periyotlarınca hesaplanmıştır ve sonuçları tablo halinde belirtilmiştir.

Bu çalışmada olasılık dağılımlarının hangilerinin uygun olduğunu bulmak için mühendislik alanında yaygın olarak kullanılan EasyFit 5.6 Professional paket programı kullanılmıştır. Kullanılmakta olan bu programın sonuçları daha kesin ve daha güvenilir olduğu için tercih edilmiştir. Uyum iyiliği (goodness of fit) testlerinden Kolmogorov-Smirnov testi yapılarak uygun olan olasılık dağılım tipleri sıralanarak tablo halinde gösterilmiştir. Rippl yöntemi (toplam akımların birikim metodu) kullanılarak Rippl grafiği oluşturulmuştur ve baraj hazne kapasitesi hesaplanmıştır.

3.2. Çalışmada Kullanılan Verilerin İncelenmesi

Aylık ortalama akımların yanında; yıllara ve aylara göre ortalamaları, varyansları ve standart sapmaları da hesaplanmıştır. Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Verilerin yıllara ve aylara göre ortalamaları (μ_x), varyansları (σ_x^2) ve standart sapmaları (σ_x)

YIL	EKI	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	μ_x	σ_x^2	σ_x
1951	11,2	5,68	3,83	3,85	4,39	17,7	23,4	39,6	30	8,5	4,99	8,69	13,49	138,70	11,78
1952	21,3	17,7	7,09	6,09	6,77	14,5	28,9	40,4	19,2	8,18	5,59	2,67	14,87	127,25	11,28
1953	2,18	2,39	2,34	1,9	3,03	4,57	34,3	41,8	18	9,1	4,35	11,4	11,28	182,02	13,49
1954	5,67	5,97	6,01	4,92	6,55	17,6	31,6	49,3	35	8,31	3,3	3,15	14,78	236,61	15,3
1955	2,24	1,86	1,79	1,71	2,27	6,43	17,6	18,1	5,99	2,61	2,34	2,12	5,42	36,22	6,02
1956	2,48	2,06	2,66	2,24	5,08	4,95	30,6	37,4	35,4	7,93	3,14	6	11,66	194,35	13,94
1957	3,94	5,14	7,04	3,16	7,4	15,3	31,5	32,3	18,6	6,03	3,97	3,12	11,46	114,38	10,69
1958	1,86	3,81	3,93	3,15	4,08	15,3	37,6	28,5	22,2	6,39	2,57	4,1	11,12	144,75	12,03
1959	3,32	3,72	4,87	2,69	2,44	16,8	44	45,7	19,7	6,35	3,76	8,09	13,45	245,87	15,68
1960	14,3	7,43	5,41	4,51	9,46	13,5	44,4	40,6	16,7	4,99	2,61	2,45	13,86	201,01	14,18
1961	3,24	2,53	2,8	2,22	3,05	5,25	26,4	19,1	14,2	5,93	2,61	4,56	7,66	62,64	7,91
1962	3,89	6,16	8,04	4,06	4,35	9,01	18,9	31,3	10,4	4,63	2,85	2,04	8,80	71,21	8,44
1963	3,1	4,43	3,68	4,73	5,54	8,54	27,1	32,4	29,9	10,8	7,64	4,95	11,90	122,45	11,07
1964	6,09	5,75	5,11	3,35	4,49	12,1	24,2	35,7	20,6	6,64	3,11	3,73	10,91	109,00	10,44
1965	2,57	2,37	4,26	3,35	2,83	16,1	32,8	29,9	23,7	7,77	3,63	2,54	10,99	133,85	11,57
1966	8,45	7,05	4,39	4,51	4,59	9,98	24,1	32,5	14,6	6,34	3,28	4,14	10,33	83,62	9,14
1967	2,29	1,74	1,85	2,01	2,69	6,3	23,5	44,6	20,5	14,7	10,9	5,09	11,35	167,27	12,93
1968	6,27	5,35	9,72	4,46	6,11	10,3	42,5	37,3	16,9	7,23	4,77	5,1	13,00	171,06	13,08
1969	9,3	7,14	2,84	2,46	2,61	8,27	26,7	24,9	8,77	5,61	3,9	2,3	8,73	70,30	8,38
1970	4,37	4,79	3,62	2,64	4,4	12,9	23,7	25,4	11,6	3,65	5,18	5,22	8,96	63,11	7,94
1971	11,2	11,2	7,31	4,77	2,92	11,2	22,2	35,9	25,5	6,69	3,66	3,93	12,21	107,14	10,35
1972	6,63	5,28	6,1	3,16	3,45	7,16	38,9	32	28,1	7,6	5,21	5,23	12,40	161,42	12,71
1973	6,48	5,52	2,66	2,62	5,45	8,08	25,1	30,2	22,8	6,19	4,52	3,91	10,29	95,06	9,75
1974	3,65	7,61	6,19	3,42	4,32	14,1	17,3	37,8	13	3,67	3,76	6,79	10,13	97,92	9,90
1975	1,96	2,08	3,36	3,04	3,34	13,2	32,6	29,2	11,9	4,92	3,64	2,49	9,31	115,86	10,76
1976	5,54	2,71	2,61	3,69	3,32	9,06	28,9	35,9	18	7,65	8,1	8,11	11,13	118,39	10,88

Tablo 3.1.'in devamı

1977	7,43	4,3	3,09	2,34	4,63	9,29	20,4	24	18	7,08	4,72	3,34	9,05	55,73	7,46
1978	7,09	7,26	4,77	4,29	8,02	9,83	26,5	31,5	21,2	7,24	4,6	2,42	11,23	92,36	9,61
1979	2,38	4,45	6,11	6,41	8,38	14,7	25,1	29,6	13,7	8,18	3,24	2,71	10,41	78,87	8,88
1980	2,83	7,38	4	3,58	3,23	12,2	34,4	37,3	9,56	3,52	2,73	2,31	10,25	152,75	12,36
1981	2,8	4,99	4,88	2,86	2,73	9,3	23,7	46,8	26	8,91	3,74	2,61	11,61	188,12	13,72
1982	2,64	4,53	4,03	2,85	3,07	6,94	43,3	32,6	15,9	8,85	3,07	3,1	10,91	179,07	13,38
1983	3,87	3,33	2,89	2,67	3,93	15,1	21,5	34,8	17,5	4,23	3,45	3,44	9,73	106,46	10,32
1984	6,09	10,6	5,51	2,86	2,84	10,8	25	30,3	17,4	7,9	8,78	4,75	11,07	77,30	8,79
1985	3,62	3,86	2,06	2,37	3,42	6,63	21,8	25,3	21,9	6,88	2,76	2,29	8,57	78,77	8,88
1986	7,18	4,71	5,3	3,51	5,67	8,7	20,6	29,6	24,4	6,91	3,14	2,04	10,15	85,83	9,26
1987	4,18	5,64	4,45	7,02	8,93	7,27	23,5	38,9	23,8	8,22	8,08	3,24	11,94	119,70	10,94
1988	4,98	9,36	6,52	5,02	5,68	10,4	31,7	41,5	38,2	10,3	5,78	4,11	14,46	195,76	13,99
1989	9,97	16,8	9,64	4,07	5,33	19,2	48,3	23,1	16,1	4,63	3,13	3,57	13,65	165,54	12,87
μ_x	5,60	5,76	4,69	3,55	4,64	10,99	28,84	33,67	19,87	6,96	4,37	4,15			
σ_x^2	15,49	12,49	4,03	1,55	3,63	15,38	63,97	53,91	54,73	5,12	3,75	4,39			
σ_x	3,94	3,53	2,01	1,25	1,90	3,92	8,00	7,34	7,40	2,26	1,94	2,10			

Bir veri grubunda standart sapmanın küçük olması, değerlerin birbirine yakın olduğunu ve periyodik olduğunu göstermektedir. Standart sapma büyük ise veri grubundaki değerler birbirinden uzaktır ve periyodik olmadığını göstermektedir.

3.3. Homojenlik Analizinin İncelenmesi

SPSS program kullanılarak 1951-1989 yılları arasında yapılan “Tek Yönlü Varyans” (One-Way ANOVA) analizi yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler (descriptive) hesaplanmıştır. Homojenlik analizi için “Homogeneity of variance test” yapılmıştır. Bu testin sonucunda Tablo 3.2. elde edilmiştir.

Tablo 3.2. Tanımlayıcı istatistikler (descriptives tablosu)

Tanımlayıcı İstatistikler (Descriptives)								
	N	Ortalamalar (Mean)	Standart Sapmalar (St. Deviation)	Standart Hatalar (St. Error)	% 95 Ortalama Güven Aralığı (95% Confidence Interval for Mean)		Minimum	Maximum
					Alt Sınır (Lower Bound)	Üst Sınır (Upper Bound)		
1951	12	13,486	11,777	3,4	6,003	20,969	3,83	39,6
1952	12	14,866	11,281	3,256	7,698	22,033	2,67	40,4
1953	12	11,28	13,491	3,895	2,708	19,852	1,9	41,8
1954	12	14,782	15,382	4,44	5,008	24,555	3,15	49,3
1955	12	5,422	6,018	1,737	1,598	9,245	1,71	18,1
1956	12	11,662	13,941	4,024	2,804	20,519	2,06	37,4
1957	12	11,458	10,695	3,087	4,663	18,254	3,12	32,3
1958	12	11,124	12,031	3,473	3,48	18,768	1,86	37,6
1959	12	13,453	15,68	4,527	3,491	23,416	2,44	45,7
1960	12	13,453	15,68	4,527	3,491	23,416	2,44	45,7
1961	12	7,658	7,915	2,285	2,629	12,686	2,22	26,4
1962	12	8,803	8,438	2,436	3,441	14,164	2,04	31,3
1963	12	11,901	11,066	3,194	4,87	18,932	3,1	32,4
1964	12	10,906	10,44	3,014	4,273	17,539	3,11	35,7
1965	12	10,985	11,569	3,34	3,634	18,336	2,37	32,8
1966	12	10,328	9,144	2,64	4,518	16,138	3,28	32,5
1967	12	11,348	12,933	3,733	3,13	19,565	1,74	44,6
1968	12	13,001	13,079	3,776	4,691	21,311	4,46	42,5
1969	12	8,733	8,385	2,42	3,406	14,061	2,3	26,7
1970	12	8,956	7,944	2,293	3,908	14,003	2,64	25,4
1971	12	12,207	10,351	2,988	5,63	18,783	2,92	35,9
1972	12	12,402	12,705	3,668	4,329	20,474	3,16	38,9
1973	12	10,294	9,75	2,815	4,099	16,489	2,62	30,2
1974	12	10,134	9,896	2,857	3,847	16,422	3,42	37,8
1975	12	9,311	10,764	3,107	2,472	16,15	1,96	32,6
1976	12	11,133	10,881	3,141	4,219	18,046	2,61	35,9
1977	12	9,052	7,465	2,155	4,309	13,795	2,34	24
1978	12	11,227	9,611	2,774	5,12	17,333	2,42	31,5
1979	12	10,413	8,881	2,564	4,771	16,056	2,38	29,6

Tablo 3.2.'nin devamı

1980	12	10,253	12,359	3,568	2,401	18,106	2,31	37,3
1981	12	11,61	13,716	3,959	2,896	20,325	2,61	46,8
1982	12	10,907	13,382	3,863	2,404	19,409	2,64	43,3
1983	12	9,726	10,318	2,979	3,17	16,282	2,67	34,8
1984	12	11,069	8,792	2,538	5,483	16,655	2,84	30,3
1985	12	8,574	8,875	2,562	2,935	14,213	2,06	25,3
1986	12	10,147	9,265	2,674	4,26	16,033	2,04	29,6
1987	12	11,936	10,941	3,158	4,985	18,887	3,24	38,9
1988	12	14,463	13,991	4,039	5,573	23,352	4,11	41,5
1989	12	13,653	12,866	3,714	5,479	21,828	3,13	48,3
Total	468	11,08	11,021	0,509	10,079	12,081	1,71	49,3

Homojenlik testi sonucunda; varyansların homojenliği tablosu elde edilmiştir. Tablo 3.3' de gösterilmiştir. Bu tablo da öncelikle Anlamlılık değeri (p) incelenmelidir.

Tablo 3.3. Varyansın homojenliği (homogeneity of variance)

Varyansın Homojenliği (Homogeneity of Variance)			
Levene İstatistiği (Levene Statistic)	df1	df2	Anlamlılık (Significance)
1,005	38	429	0,466

Serbestlik derecesi (df) bir istatistiksel hesaplamada kullanılan değerlerin değişim olasılıklarıdır.

Tablo 3.3. incelenirse; anlamlılık değeri $p=0,466 > 0,05$ olduğu için varyanslar homojen dağılmıştır.

Varyans analizi olan ANOVA tablosu, Tablo 3.4.'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. ANOVA tablosu

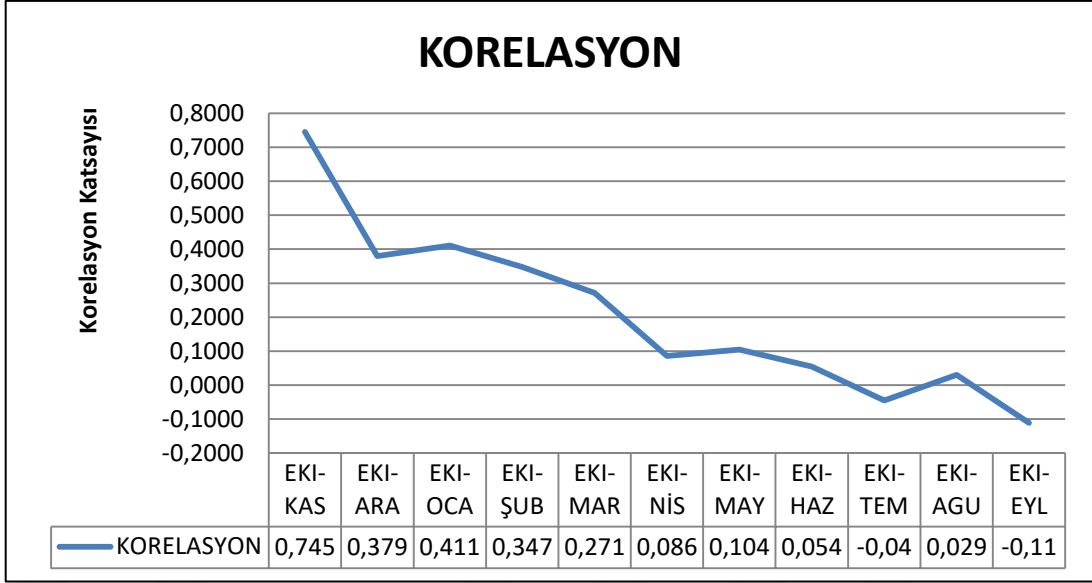
ANOVA					
	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Serbestlik Derecesi df	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F	Anlamlılık Değeri (Significance)
İlişkisiz Gruplar (Between Groups)	1807,25	38	47,559	0,37	1
İlişkili Gruplar (Within Groups)	54918,3	429	128,015		
Toplam (Total)	56725,5	467			

Tablo 3.4. incelenirse; Anlamlılık değeri $1 > 0.05$ olduğundan gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durumda H_0 hipotezi uygundur. % 95 güvenle, grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını görülmüştür.

Bu durumda post-hoc (gruplar arasında karşılaştırma) testi yapılmasına gerek yoktur.

3.4. Korelasyon ve Regresyon Analizinin İncelenmesi

Korelasyon Analizinde; iki değişken ele alınarak yapılmıştır. Ekim- Kasım, Ekim-Aralık,... , Ekim-Eylül şeklinde korelasyon katsayıları hesaplanmıştır ve bu verilere göre korelasyon grafiği oluşturulmuştur. Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Tablo 3. 4.'de ise sayısal olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Korelasyon grafiği

Korelasyon grafiğinde; , x ekseninde korelasyon dereceleri, y ekseninde korelasyon katsayılarının değerleri yer almaktadır. Buna göre yorumlanırsa negatif yönlü korelasyon vardır. Değişkenlerden biri artarken diğeri azalmaktadır.

Tablo 3.5. Korelasyon analizi özet çıktısı tablosu

Bulunan Korelasyon Değerleri
0,7453
0,3793
0,4111
0,3477
0,2712
0,0861
0,1041
0,0548
-0,0449
0,0298
-0,1109

Aylık ortalama akımların birbirleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile yapılmıştır. Ekim-Kasım ayları arasındaki 1. derece korelasyonun katsayısı $r = 0,7453 \approx 0,75$ 'dir. Bu değer değişkenler arasında orta düzeyde, pozitif yönlü ilişki olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde Ekim-Kasım ayları arasındaki 2. derece korelasyonun katsayısı $r = 0,3793 \approx 0,38$ 'dir. Bu değer ise değişkenler arasında düşük (zayıf) düzeyde, pozitif yönlü ilişki olduğunu göstermektedir. Ekim-Temmuz ayları arasındaki 9. derece korelasyonun katsayısı $r = -0,0449 \approx -0,05$ 'dir. Bu değer ise değişkenler arasında düşük (zayıf) düzeyde, negatif yönlü ilişki olduğunu göstermektedir. Ekim-Eylül ayları arasındaki 11. derece korelasyonun katsayısı $r = -0,1109 \approx -0,11$ 'dir. Bu değer ise değişkenler arasında kuvvetli düzeyde, negatif yönlü ilişki olduğunu göstermektedir.

Regresyon Analizinde; bağımlı değişken (y) Ekim ayının aylık ortalama akım değerlerini, bağımsız değişken (x) ise Ekim hariç diğer ayların aylık ortalama akım değerleri olarak seçilir. Kısaca "Çoklu Regresyon Analizi" uygulanır. Tablo 3. 6.'da Regresyon istatistikleri sonuçları tablo halinde verilmektedir. Anlamlı bir test yapabilmek için "Ayarlı R Kare" değeri dikkate alınmaktadır.

Tablo 3.6. Regresyon istatistikleri sonuçları tablosu

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,7934
R^2	0,6294
Ayarlı R^2	0,4784
Standart Hata	2,8426
Gözlem	39

Tablo 3. 6. incelenirse; Çoklu R değeri bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkinin (korelasyonunu) derecesini göstermektedir. Çoklu R değerinin 0,7934 olması bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin derecesinin orta düzeyde pozitif bir ilişki olduğunu belirtmektedir. R^2 değeri Çoklu R değerinin karesi olup bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde ne oranda açıklanabildiğini ifade etmektedir. Bulunan R^2 değeri 0,6294 olduğundan verilerin % 62,94'ü açıklanabilmektedir.

R^2 değerinin 1 veya 1'e yakın olması regresyon denkleminin mükemmel olduğunu 0'a yakın olması ise regresyon denkleminin kötü olduğunu göstermektedir. Bu durumda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında orta kuvvette bir ilişki olduğu görülmektedir.

Bağımsız değişken değeri arttıkça R^2 değeri evrendeki gerçek değere göre daha yüksek değer vermektedir. Ayarlı R^2 ise gerçek evren değerinin daha iyi tahminini sağlamaktadır.

Ayarlı (Düzeltilmiş) R^2 değeri için aşağıdaki denklem kullanılmaktadır.

$$\text{Ayarlı } R^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{N-1}{N-p-1} \quad (3.1)$$

Bu denklemde N; örneklem büyüklüğü ve p; bağımsız değişken sayısıdır.

$$\text{Ayarlı } R^2 = 1 - (1 - 0,6294) \frac{39-1}{39-11-1} = 0,4784 \text{ bulunur.}$$

Regresyon analizinde gerçek ve tahmini Y değerleri arasındaki farklar, standart hataları meydana getirmektedir. Standart hata 2,8426 bulunmuştur.

Tablo 3.7.'de Regresyon analizinin sonuç tablosu verilmektedir. Kesişim (sabit) ve değişken katsayıları tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Regresyon analizi sonuç tablosu

	Katsayılar	Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95
Kesişim	-0,2596	2,8444	-0,0913	0,9279	-6,096	5,5765
X değişkeni 1	1,0144	0,1866	5,4349	0	0,6314	1,3973
X değişkeni 2	-0,5510	0,3606	-1,5279	0,1382	-1,291	0,1889
X değişkeni 3	-0,1811	0,6646	-0,2725	0,7873	-1,545	1,1826
X değişkeni 4	0,5581	0,362	1,5419	0,1347	-0,185	1,3008
X değişkeni 5	0,0108	0,1487	0,0728	0,9425	-0,294	0,3159
X değişkeni 6	-0,0207	0,0677	-0,3061	0,7618	-0,16	0,1181
X değişkeni 7	0,0307	0,0846	0,3622	0,72	-0,143	0,2043
X değişkeni 8	-0,0200	0,0881	-0,2271	0,822	-0,201	0,1607
X değişkeni 9	0,1104	0,3847	0,287	0,7763	-0,679	0,8998
X değişkeni 10	-0,2239	0,3626	-0,6175	0,5421	-0,968	0,5202
X değişkeni 11	0,1720	0,2737	0,6284	0,535	-0,39	0,7336

Kesişim katsayısı -0,2596 olarak bulunmuştur. Bağımsız değişkenlere ait standart hatalar hesaplanmıştır. t-stat bağımsız değişkenin t istatistik değeridir. t-stat; katsayıların standart hataya bölümü şeklinde elde edilmektedir. P değerleri olasılık değerlerini göstermektedir. Düşük %95 ve Yüksek %95'lik güven aralık değerlerini vermektedir.

Regresyon analizi sonucunda regresyon denklemi elde edilmiştir. Bu denklem aşağıda verilmiştir.

$$Y = -0,2596 + 1,0144 X_1 - 0,5510 X_2 - 0,1811 X_3 + 0,5581 X_4 + 0,0108 X_5 - 0,0207 X_6 + 0,0307 X_7 - 0,020 X_8 + 0,1104 X_9 - 0,2239 X_{10} + 0,1720 X_{11} \quad (3.2)$$

Hesaplanan çoklu regresyon denklemi (3.2) incelenirse;

Y bağımlı değişkendir ve Ekim ayının tüm yıllara (39 yıllık) göre aylık ortalama akım değerini göstermektedir. $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{11}$ değerleri ise bağımsız değişkenlerdir ve sırasıyla Kasım, Aralık, Ocak, \dots , Eylül aylarının tüm yıllara göre aylık ortalama akım değerlerini göstermektedir.

Tablo 3.1.'de μ_x tüm yıllara göre aylık ortalama akım değerleri; $X_1 = 5.76$, $X_2 = 4.69$, $X_3 = 3.55$, $X_4 = 4.64$, $X_5 = 10.99$, $X_6 = 28.84$, $X_7 = 33.67$, $X_8 = 19.87$, $X_9 = 6.96$, $X_{10} = 4.37$, $X_{11} = 4.15 \text{ m}^3/\text{sn}$ bulunmaktadır. Bu değerler (3.1) denkleminde yerine konulursa Y bağımlı değişkeni (Ekim ayının tüm yıllara göre aylık ortalama akım değeri) bulunmuş olur. Bu regresyon denklemiyle eksik olan veriler tahmin edilebilmektedir.

Çoklu regresyon denkleminin anlamlılık analizi için varyans analizi (F testi) yapılmaktadır. Tablo 3. 8. Varyans analiz sonuç tablosu olarak verilmiştir.

Tablo 3.8. Varyans analizi sonuç tablosu

ANOVA (varyans)					
	df Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler Toplamı	F	Anlamlılık F
Regresyon (açıklanan)	11	370,5413	33,6856	4,1688	0,0012
Fark (açıklanamayan)	27	218,1702	8,0804		
Toplam	38	588,7116			

Tablo 3. 8. incelenirse; $N=39$ 'dur. k ; sabit terim dahil değişken katsayıları sayısıdır ve $k=12$ 'dir. Regresyon serbestlik derecesi; $k-1=11$ 'dir. Fark (hata terimi) serbestlik derecesi; $N-k = 39-12=27$ 'dir. Toplam serbestlik derecesi; $N-1 = 39-1=38$ olarak bulunmuştur.

Anlamlılık F değerinin 0,0012 olduğu görülmektedir. Bu sonuç 0,05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezinin rededildiği, H_1 hipotezinin kabul edildiği ve regresyon denkleminin anlamlı olduğu belirlenmiştir.

3.5. Debi Süreklilik Çizgisinin İncelenmesi

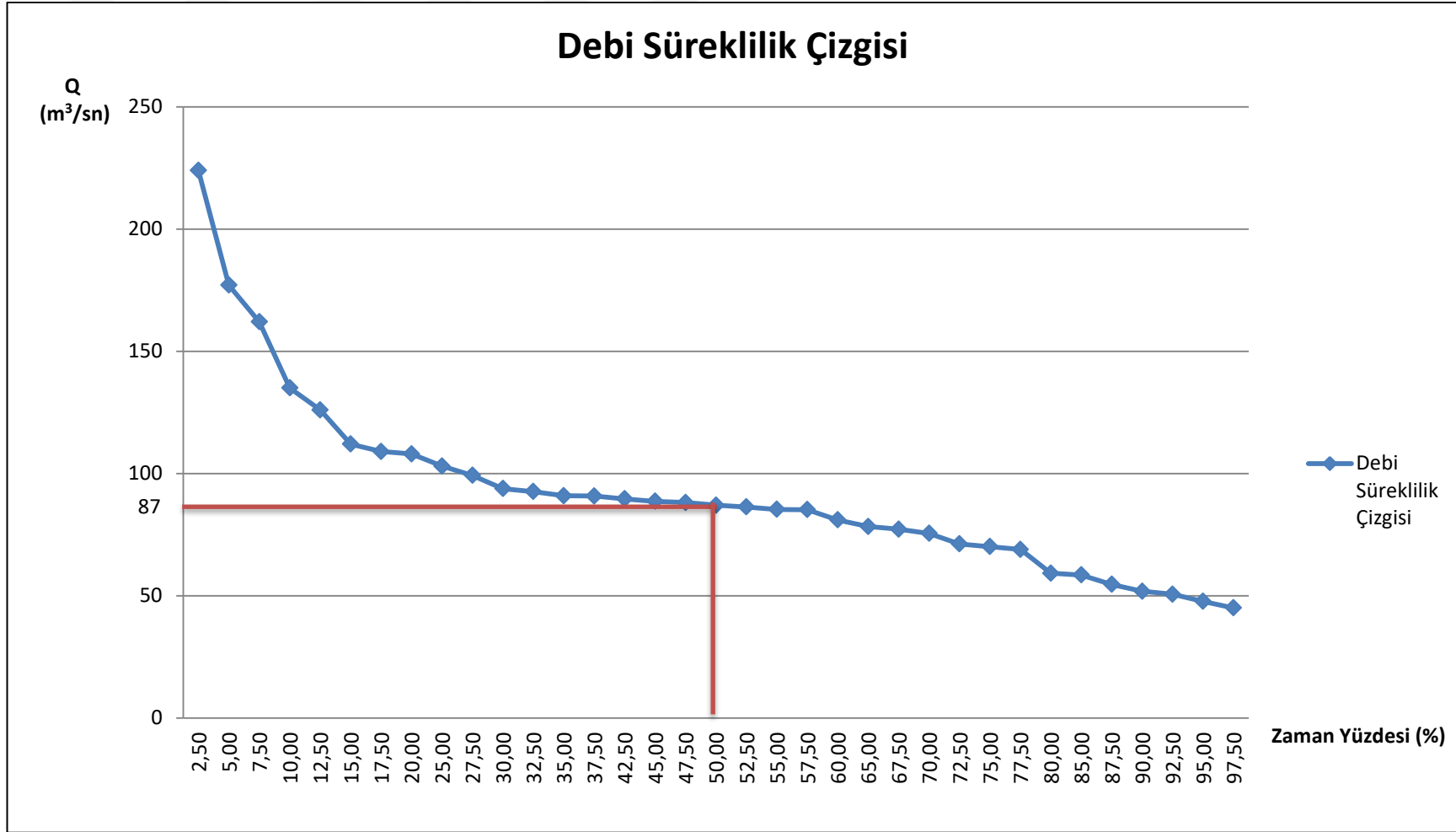
Bu çalışmada maksimum akım verileri kullanılmıştır. Gözlenen yıllık maksimum debi sayısı 39 adettir. Maksimum debi değerleri büyükten küçüğe dizilerek tekerrür sayıları bulunmuştur ve buna göre zaman yüzdesi hesaplanmıştır. Tablo 3.9.' da gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Debi süreklilik çizgisi için hesap tablosu

Sıralı Debi Q (m ³ /sn) (N=39)	Tekerrür Sayısı (Ay)	Debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu		
		$Q \geq Q_t$ (m ³ /sn)	Ayların Sayısı N _i	Zaman Yüzdesi (%) (N _i / N+1)x100
224	1	224	1	2,50
177	1	177	2	5,00
162	1	162	3	7,50
135	1	135	4	10,00
126	1	126	5	12,50
112	1	112	6	15,00
109	1	109	7	17,50
108	1	108	8	20,00
103	2	103	10	25,00
99,2	1	99,2	11	27,50
93,8	1	93,8	12	30,00
92,6	1	92,6	13	32,50
90,9	1	90,9	14	35,00
90,8	1	90,8	15	37,50
89,6	2	89,6	17	42,50
88,6	1	88,6	18	45,00
88,1	1	88,1	19	47,50
87	1	87	20	50,00
86,3	1	86,3	21	52,50
85,3	1	85,3	22	55,00
85,2	1	85,2	23	57,50
81	1	81	24	60,00
78,3	2	78,3	26	65,00
77,2	1	77,2	27	67,50
75,5	1	75,5	28	70,00
71,2	1	71,2	29	72,50
70,1	1	70,1	30	75,00
68,9	1	68,9	31	77,50
59,2	1	59,2	32	80,00
58,5	2	58,5	34	85,00
54,6	1	54,6	35	87,50
51,8	1	51,8	36	90,00
50,6	1	50,6	37	92,50
47,7	1	47,7	38	95,00
45	1	45	39	97,50

Debi süreklilik çizgisini oluşturmak için x eksenine zaman yüzdeleri y eksenine debiler yazılmıştır. Şekil 3.2. grafiği elde edilmiştir.

Boyutlandırmada % 50'ye karşılık gelen değer kullanılmaktadır. % 50'ye karşılık gelen debi 87 m³/sn olduğu görülmektedir.



Şekil 3.2. Debi süreklilik çizgisi

3.6. Frekans ve Toplam (Eklenik) Frekans Dağılımın İncelenmesi

Tablo 3.10.' da Frekans ve Toplam (eklenik) frekans hesapları tablo halinde gösterilmiştir. Şekil 3.3.'te frekans dağılım grafiği elde edilmiştir. Şekil 3.4.' te Toplam (eklenik) frekans dağılım grafiği elde edilmiştir.

Tablo 3.10. Frekans ve toplam (eklenik) frekans hesapları tablosu

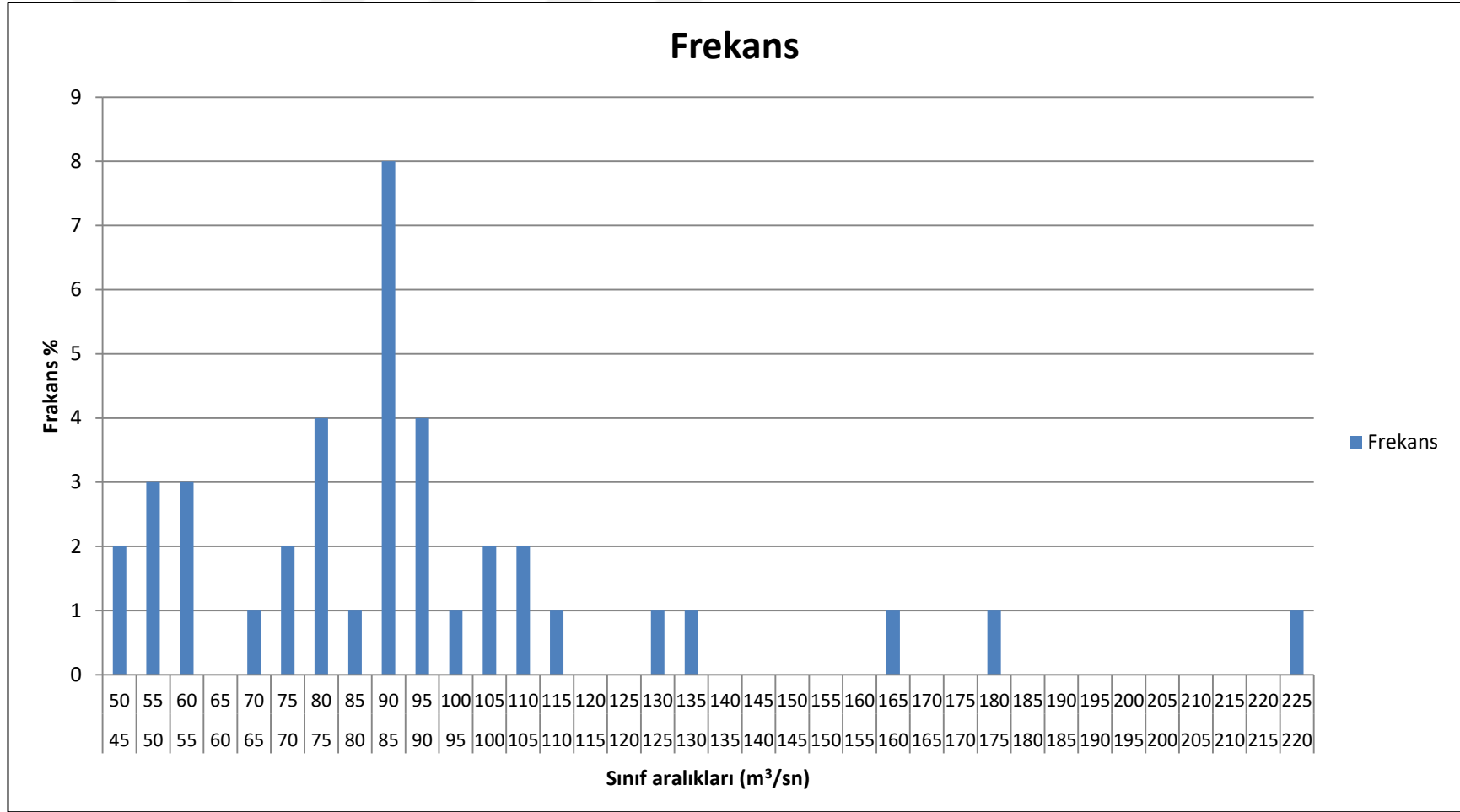
Maksimum Akımlar (m ³ /sn)	Sınıflar	Sınıf Aralığı		Frekans n _i	Frekans % (n _i /N+1)x100	Toplam Frekans % Σ (n _i /N+1)x100
		Alt Limit	Üst Limit			
45	1	45	50	2	5,00	5,00
47,7	2	50	55	3	7,50	12,50
50,6	3	55	60	3	7,50	20,00
51,8	4	60	65	0	0,00	20,00
54,6	5	65	70	1	2,50	22,50
58,5	6	70	75	2	5,00	27,50
58,5	7	75	80	4	10,00	37,50
59,2	8	80	85	1	2,50	40,00
68,9	9	85	90	8	20,00	60,00
70,1	10	90	95	4	10,00	70,00
71,2	11	95	100	1	2,50	72,50
75,5	12	100	105	2	5,00	77,50
77,2	13	105	110	2	5,00	82,50
78,3	14	110	115	1	2,50	85,00
78,3	15	115	120	0	0,00	85,00
81	16	120	125	0	0,00	85,00
85,2	17	125	130	1	2,50	87,50
85,3	18	130	135	1	2,50	90,00
86,3	19	135	140	0	0,00	90,00
87	20	140	145	0	0,00	90,00
88,1	21	145	150	0	0,00	90,00
88,6	22	150	155	0	0,00	90,00
89,6	23	155	160	0	0,00	90,00
89,6	24	160	165	1	2,50	92,50
90,8	25	165	170	0	0,00	92,50
90,9	26	170	175	0	0,00	92,50
92,6	27	175	180	1	2,50	95,00
93,8	28	180	185	0	0,00	95,00
99,2	29	185	190	0	0,00	95,00

Tablo 3.10.'nun devamı

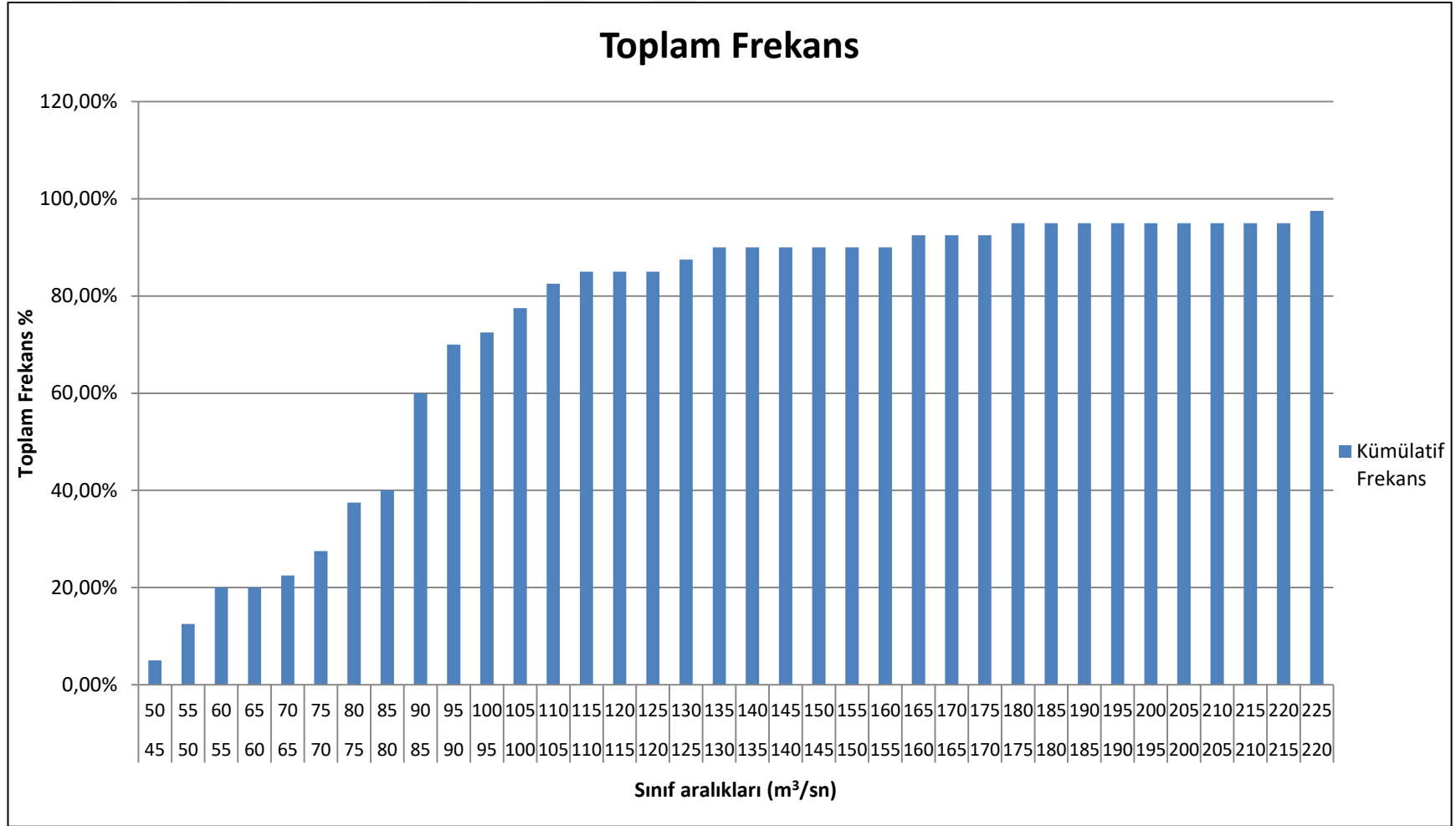
103	30	190	195	0	0,00	95,00
103	31	195	200	0	0,00	95,00
108	32	200	205	0	0,00	95,00
109	33	205	210	0	0,00	95,00
112	34	210	215	0	0,00	95,00
126	35	215	220	0	0,00	95,00
135	36	220	225	1	2,50	97,50
162						
177						
224						

Taşkın Frekans analizinin yapılırken örnekteki her gözlem değerinde meydana gelen oluşma olasılıklarına göre debi değerleri bulunur. Frekanslar toplanarak toplam (eklenik) frekans elde edilir ve oluşma olasılıklarına göre debi değerleri bulunur. Buna göre değerler Şekil 3.3. ve Şekil 3.4. gösterilmiştir.

% 50'ye denk gelen debiyi bulmak için; % 40 ile %60 arasında oluşan olayların ortasındaki değere bakılır. %40 ile %60 arasında 9 değer bulunmaktadır. Bu değerler; (81), (85.2), (85.3), (86.3), (87), (88.1), (89.6), (89.6)' dır. Buna göre % 50'ye denk gelen debi $87 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir.



Şekil 3.3. Frekans dağılımı grafiği



Şekil 3.4. Toplam (eklenik) frekans dağılımı grafiği

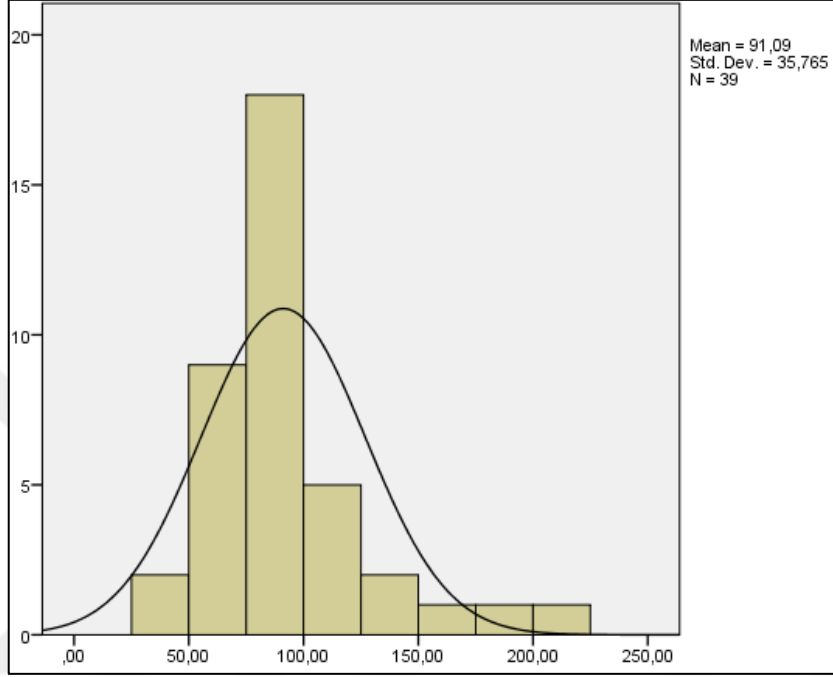
3.7. Verilerin İstatistik Analizinin İncelenmesi

Taşkın deblerinin analizinde maksimum akım verileri kullanılarak dağılım parametreleri istatistik momentler hesaplanmıştır. Tüm bulunan değerler Tablo 3.11.'de hesapta kullanılan denklemleriyle verilmiştir. Bu denklemler ayrıntılı olarak 2.8.1.'de açıklanmıştır.

Tablo 3.11. Verilerin istatistik analizi

Birinci mertbe merkezsel moment (ortalama)	$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$	91,0872 (m ³ /sn)
İkinci mertbe merkezsel moment	$\mu_x^{(2)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$	1246,3493 (m ³ /sn)
Üçüncü mertbe merkezsel moment	$\mu_x^{(3)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3$	76731,461 (m ³ /sn)
Dördüncü mertbe merkezsel moment	$\mu_x^{(4)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^4$	10677298,62 (m ³ /sn)
Tarafsız varyans Var(x)	$Var(x) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$	1279,148 (m ³ /sn)
Standart sapma σ_x	$\sigma_x = \sqrt{Var(x)} = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right)^{1/2}$	35,7652 (m ³ /sn)
Değişim (varyasyon) katsayısı C_{vx}	$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3$	0,3926
Çarpıklık Katsayısı C_{sx}	$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)} \frac{1}{\sigma_x^3} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3$	1,8144
Sivrilik (Kurtosis) Katsayısı K_x	$K_x = \frac{\mu_x^{(4)}}{\sigma_x^4} = \frac{N^3}{(N-1)(N-2)(N-3)} \frac{1}{\sigma_x^4} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4$	7,6476

Maksimum akım verilerinin çarpıklık katsayısı $C_{sx}=1,8144$ pozitif olduğu için sağa doğru çarpık olacaktır. SPSS programı kullanılarak Şekil 3.5.'te çarpıklık grafiği elde edilmiştir.



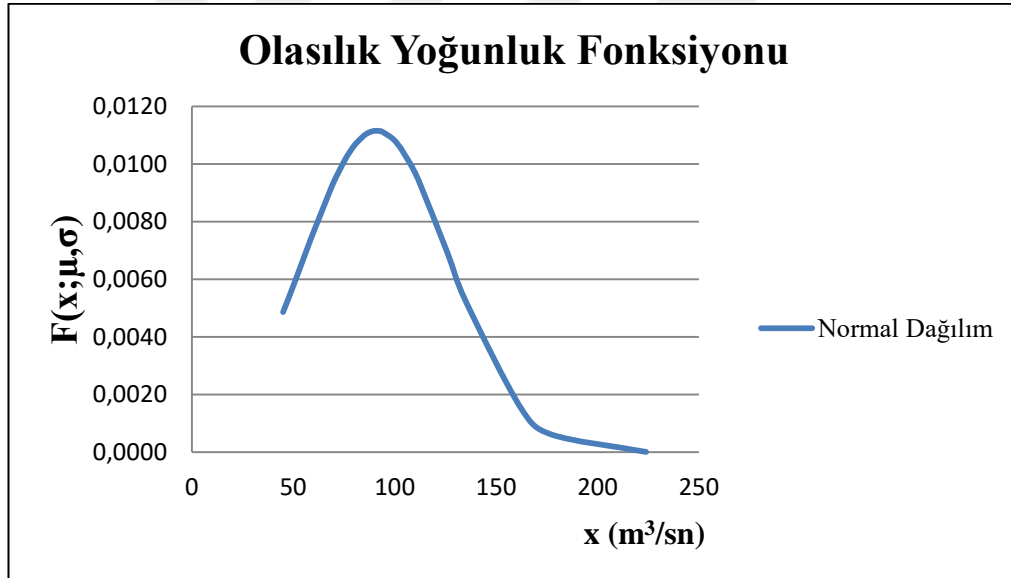
Şekil 3.5. Çarpıklık grafiği

3.8. Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımlarının İncelenmesi

Taşkın tekerrür debilerinin analizinde genellikle Normal, Log-Normal II, Log-Normal III, Pearson tip III, Log-Pearson tip III, Gumbel ve Weibull dağılımları kullanılmaktadır.

3.8.1. Normal Dağılımın İncelenmesi

x ekseninde maksimum debi değerleri, y eksenine normal o.y.f.'dan (2.30 denklemi) hesaplanan değerler yazılarak normal dağılımın grafiği çizilir. Şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.6. E22A006 değirmendere kanlıpelit akım gözlem istasyonuna ait normal dağılım o.y.f.'u grafiği

Şekil 3.6. incelenirse; incelenen maksimum akımlara göre normal dağılıma uygun bir o.y.f. grafiği elde edilememiştir. İstatistik parametre değerleri $\mu=91,0872 > \text{Med}_x = 87$ olması simetrik olmayıp sağa (pozitif) çarpıklık oluşturmuştur. Hidrolojik verilerin normal dağılıma uymadığı görülmektedir.

Taşkın tekerrür debilerinin hesabında T (2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 yıllık) tekerrür periyotlarına göre Tablo 2.6. (Standart Normal Dağılımda Aşılmama Olasılıkları Tablosu) kullanılarak z değerleri hesaplanmıştır ve taşkın tekerrür sürelerine göre taşkın debilerinin hesabı (Q_T) yapılmıştır. Hesap tablosu Tablo 3.12.'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Normal dağılımında taşkın tekerrür debi hesap tablosu

T	$q = (1-1/T)$	z	$Q_T = \mu_x + z \cdot \sigma_x$ (m^3/sn)
2	0,500	0,0000	91,09
5	0,800	0,8416	121,19
10	0,900	1,2816	136,92
25	0,960	1,7507	153,7
50	0,980	2,0537	164,54
100	0,990	2,3263	174,29
200	0,995	2,5758	183,21
500	0,998	2,8782	194,03

3.8.2. Log-Normal II Dağılımın İncelenmesi

Normal dağılımında kullanılan z tablosunda (Tablo 2.6.) enterpolasyon yapılarak bulunan z değerleri ve LN II hesabında kullanılacak hesap verileri Tablo 3.13.'de verilmiştir.

Tablo 3.13. Tekerrür periyoduna (T) göre z ve hesap verileri

T	$q = (1-1/T)$	z	Hesap verileri	
2	0,500	0,0000	Ortalama $\mu_x = \bar{X}$	91,0872
5	0,800	0,8416		(m^3/sn)
10	0,900	1,2816	Varyasyon katsayısı C_{vx}	0,3926
25	0,960	1,7507		
50	0,980	2,0537	Standart Sapma $\sigma_x = \sqrt{Var(x)}$	35,7652
100	0,990	2,3263		
200	0,995	2,5758	a (parametre) $a = \ln(C_{vx}^2 + 1)$	0,1434
500	0,998	2,8782		

Hesaplanan bu değerler kullanılarak T tekerrür yıllarına göre k frekans faktörü bulunur ve taşkın tekerrür debilerinin (Q_T) hesabı yapılır. Tablo 3.14.'de verilmiştir.

Tablo 3.14. Log-normal II dağılımında k ve Q_T hesap tablosu

T	$k = \frac{e^{(\sqrt{a}xz - \frac{a}{2})} - 1}{f}$ ($f = C_{vx}$)	$Q_T = \mu_x + k \cdot \sigma_x$ (m^3/sn)
2	-0,1762	84,79
5	0,7135	116,61
10	1,3046	137,75
25	2,0540	164,55
50	2,6127	184,53
100	3,1737	204,60
200	3,7384	224,79
500	4,4945	251,83

3.8.3. Log-normal III Dağılımın İncelenmesi

LN III Dağılımında taşkın tekerrür debilerinin hesabının yapılması için sırasıyla kullanılacak olan c, d, f ve a parametrelerinin bulunması gereklidir. c parametresini hesaplayabilmek için taşkın debilerinin karelerinin ve küplerinin toplamının hesaplanması gerekmektedir. N veri sayısına (N=39) bölünerek istenen ifadeye ulaşılır. Tablo 3.15.' de hesaplanmıştır.

Tablo 3.15. c parametresinde kullanılacak ifadelerin hesap tablosu

X (Max. Debiler) (m ³ /sn)	X ² (m ³ /sn)	X ³ (m ³ /sn)
45	2025	91125
47,7	2275,3	108531,3
50,6	2560,4	129554,2
51,8	2683,2	138991,8
54,6	2981,2	162771,3
58,5	3422,3	200201,6
58,5	3422,3	200201,6
59,2	3504,6	207474,7
68,9	4747,2	327082,8
70,1	4914	344472,1
71,2	5069,4	360944,1
75,5	5700,3	430368,9
77,2	5959,8	460099,6
78,3	6130,9	480048,7
78,3	6130,9	480048,7
81	6561	531441
85,2	7259	618470,2
85,3	7276,1	620650,5
86,3	7447,7	642735,6
87	7569	658503
88,1	7761,6	683797,8
88,6	7850	695506,5
89,6	8028,2	719323,1
89,6	8028,2	719323,1
90,8	8244,6	748613,3
90,9	8262,8	751089,4
92,6	8574,8	794022,8

Tablo 3.15.'in devamı

93,8	8798,4	825293,7
99,2	9840,6	976191,5
103	10609	1092727
103	10609	1092727
108	11664	1259712
109	11881	1295029
112	12544	1404928
126	15876	2000376
135	18225	2460375
162	26244	4251528
177	31329	5545233
224	50176	11239424
$\Sigma X = 3552,40$	$\Sigma X^2 = 372185,72$	$\Sigma X^3 = 45748937,13$
$(\Sigma X / N) = 91,0872$	$(\Sigma X^2 / N) = 9543,2235$	$(\Sigma X^3 / N) = 1173049,6699$

Tablo 3.15.'de bulunan değerler kullanılarak c parametresi hesaplanır. Sonrasında sırasıyla d, f ve a parametreleri hesaplanır. Tablo 3.16.'da parametrelerin hesapları verilmiştir.

Tablo 3.16. Log-normal III dağılımında c, d, f ve a parametrelerinin hesabı

$c = \frac{\left(\frac{\Sigma X^3}{N}\right) + 2 \cdot (\bar{X})^3 - 3 \cdot \bar{X} \cdot \left(\frac{\Sigma X^2}{N}\right)}{\left(\left(\frac{\Sigma X^2}{N}\right) - (\bar{X})^2\right)^{1/5}}$	1,7439
$d = \frac{-c + \sqrt{c^2 + 4}}{2}$	0,4548
$f = \frac{1 - d^{2/3}}{d^{1/3}}$	0,5313
$a = \ln(f^2 + 1)$	0,2486

Hesaplanan parametreler kullanılarak T tekerrür yıllarına göre k frekans faktörü bulunur ve taşkın tekerrür debilerinin (Q_T) hesabı yapılır. Tablo 3.17.'de verilmiştir.

Tablo 3.17. Log-Normal III dağılımında k ve Q_T hesap tablosu

T	$k = \frac{e^{(\sqrt{a} \times z - \frac{a}{2})} - 1}{f}$	$Q_T = \mu_x + k \cdot \sigma_x$ (m^3/sn)
2	-0,2200	83,22
5	0,6467	114,22
10	1,2671	136,40
25	2,0978	166,11
50	2,7462	189,31
100	3,4201	213,41
200	4,1199	238,43
500	5,0884	273,07

3.8.4. Pearson Tip III Dağılımın İncelenmesi (P III -Gamma Tip III Dağılımı)

P III dağılımında taşkın tekerrür debi hesabı yapabilmek için ortalama, standart sapma ve çarpıklık katsayısı hesaplanır. Tablo 3.18.'de verilmiştir.

Tablo 3.18. Pearson tip III dağılımında kullanılan hesap verileri

Ortalama $\mu_x = \bar{X}$	91,0872 (m^3/sn)
Standart sapma σ_x	35,7652 (m^3/sn)
Çarpıklık katsayısı C_{sx}	1,8144

“k” frekans faktörünü hesaplamak için; çarpıklık katsayısı ve tekerrür periyotları kullanılarak Tablo 2.7. Pearson tip III dağılımının frekans faktörü tablosundan “k” frekans faktörü enterpolasyon yapılarak bulunur. Taşkın tekerrür debilerinin (Q_T) hesabı yapılır. Tablo 3.19.'da verilmiştir.

Tablo 3.19. Pearson tip III dağılımında k ve Q_T hesap tablosu

T	k	Q _T = μ _x + k·σ _x (m ³ /sn)
2	0,2837	80,94
5	0,6407	114,00
10	1,3168	138,18
25	2,1950	169,59
50	2,8528	193,12
100	3,5068	216,51
200	4,1580	239,80
500	4,8091	263,09

3.8.5. Log-Pearson Tip III Dağılımın İncelenmesi (LP III)

LP III dağılımında kullanılacak olan parametrelerin hesapları Tablo 3.20.'de verilmiştir.

Tablo 3.20. Log-pearson III dağılımı parametrelerin hesapları

Ortalama	$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$	1,9324 (m ³ /sn)
Standart sapma	$\sigma_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \overline{\log x})^2}{n - 1}}$	0,1511 (m ³ /sn)
Çarpıklık katsayısı	$G = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n - 1)(n - 2)(\sigma_{\log x})^3}$	0,4840

P III dağılımında olduğu gibi “k” frekans faktörü; çarpıklık katsayısı ve tekerrür periyotları kullanılarak Tablo 2.7.’den bulunur.

(2.69) denkleminde “ $\log x = \overline{\log x} + k \sigma_{\log x}$ ” sonucunda; x değeri belli bir T yılı için bulunur. Bu ifade taşkın tekerrür debilerinin (Q_T) hesabını vermektedir. Tablo 3.21.’de hesaplanmıştır.

Tablo 3.21. Log-pearson III dağılımında k ve QT hesap tablosu

T	k	$\log x = \overline{\log x} + k \sigma_{\log x}$	$Q_T = 10^{\log x}$ (m^3/sn)
2	-0,0803	1,9202	83,22
5	0,8093	2,0546	113,4
10	1,322	2,1321	135,55
25	1,9052	2,2202	166,03
50	2,303	2,2803	190,68
100	2,6747	2,3364	216,99
200	3,0263	2,3896	245,23
500	3,3779	2,4427	277,14

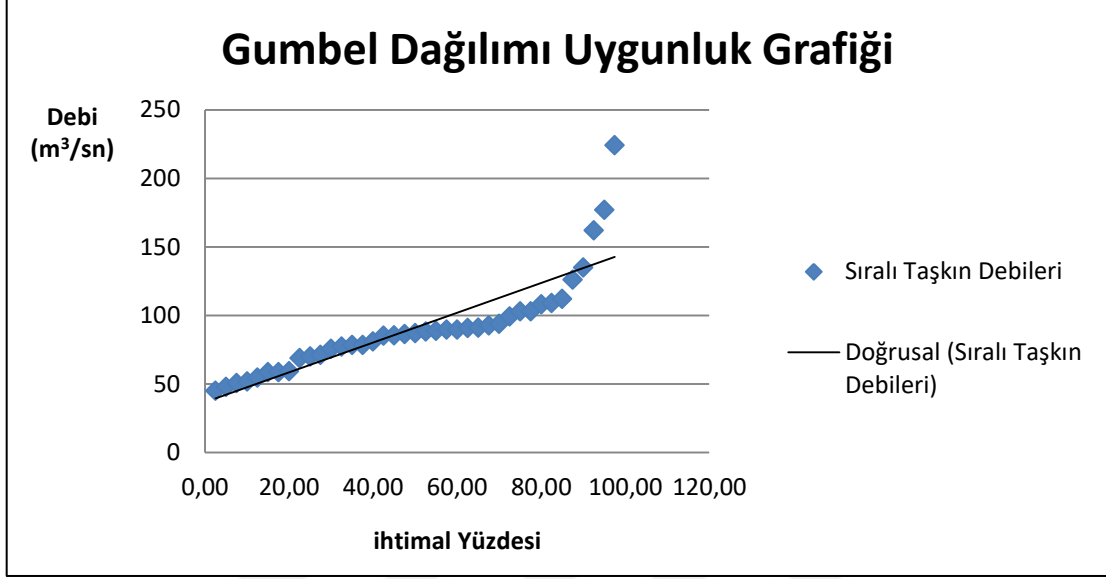
3.8.6. Gumbel Dağılımın İncelenmesi (Tip I Ekstrem Değer Dağılımı)

Gumbel dağılımının uygunluğunu tespit etmek için debi değerleri ve ihtimal yüzdeleri Tablo 3.22.'de hesaplanmıştır.

Tablo 3.22. Gumbel dağılımı taşkın debilerinin ihtimal yüzdeleri hesabı

Sıra	Sıralı Max. Debi (m ³ /sn)	Mertebe (m)	İhtimal Yüzdesi (%) $P = m / (N+1)$
1	45	1	2,5
2	47,7	2	5
3	50,6	3	7,5
4	51,8	4	10
5	54,6	5	12,5
6	58,5	6	15
7	58,5	7	17,5
8	59,2	8	20
9	68,9	9	22,5
10	70,1	10	25
11	71,2	11	27,5
12	75,5	12	30
13	77,2	13	32,5
14	78,3	14	35
15	78,3	15	37,5
16	81	16	40
17	85,2	17	42,5
18	85,3	18	45
19	86,3	19	47,5
20	87	20	50
21	88,1	21	52,5
22	88,6	22	55
23	89,6	23	57,5
24	89,6	24	60
25	90,8	25	62,5
26	90,9	26	65
27	92,6	27	67,5
28	93,8	28	70
29	99,2	29	72,5
30	103	30	75
31	103	31	77,5
32	108	32	80
33	109	33	82,5
34	112	34	85
35	126	35	87,5
36	135	36	90
37	162	37	92,5
38	177	38	95
39	224	39	97,5

Tablo 3.22.'de bulunan değerler grafik haline getirilmiştir. Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Gumbel dağılım uygunluk grafiği

(2.72) denkleminde “ $\alpha = \frac{1}{0.778\sigma_x} = \frac{1.28255}{\sigma_x}$, $\beta = \mu_x - 0.45\sigma_x$ ” parametreleri hesaplanır. α ve β parametrelerini hesaplamak için önceden hesaplanan standart sapma ($\sigma_x = 35,7652$) ve ortalama ($\mu_x = 91,0872$) değerleri yerine konular. $\alpha = 0,036$ ve $\beta = 74,993$ bulunur.

$F(x) = \exp[-\exp(-y)]$ denkleminde y çekilirse;

$y = -\ln[-\ln(F(x))]$ buradan $F(x) = 0,5$ için $y = 0,3665$ bulunur.

$y = \alpha (x - \beta)$ formülünde y , α , β değerleri yerine konularsa $x_{0,5} = 85,1736$ m³/sn olarak bulunur. Grafikte ihtimal yüzdesi 50 için debi değeri 87 m³/sn okunur.

Hesaplanan debi değeri grafikteki değerden küçük çıkması, parametrelerin hesabında örneklemin küçük olmasından kaynaklıdır. Bu durum göz önüne alınırsa tekerrür periyoduna göre bulunan y değeri “K” sıklık faktörü ile düzeltilir.

“K” sıklık faktörünü bulmak için N=39’a göre Y_N ve S_N değerleri Tablo 2.8.’den bulunur.

“K” sıklık faktörüne göre taşkın tekerrür debilerinin (Q_T) hesabı yapılır. Tablo 3.23.’de hesaplanmıştır.

Tablo 3.23. Gumbel dağılımı taşkın tekerrür debilerinin hesap tablosu

T	(1-(1/T))	Y_N	S_N	$Y_T = -\ln(-\ln(1-(1/T)))$	$K = (Y_T - Y_N) / S_N$	$Q_T = \mu_x + K \cdot \sigma_x$ (m^3/sn)
2	0,500	0,5430	1,1388	0,3665	-0,155	85,54
5	0,800	0,5430	1,1388	1,4999	0,8403	121,14
10	0,900	0,5430	1,1388	2,2504	1,4993	144,71
25	0,960	0,5430	1,1388	3,1985	2,3319	174,49
50	0,980	0,5430	1,1388	3,9019	2,9495	196,58
100	0,990	0,5430	1,1388	4,6001	3,5627	218,51
200	0,995	0,5430	1,1388	5,2958	4,1735	240,35
500	0,998	0,5430	1,1388	6,2136	4,9795	269,18

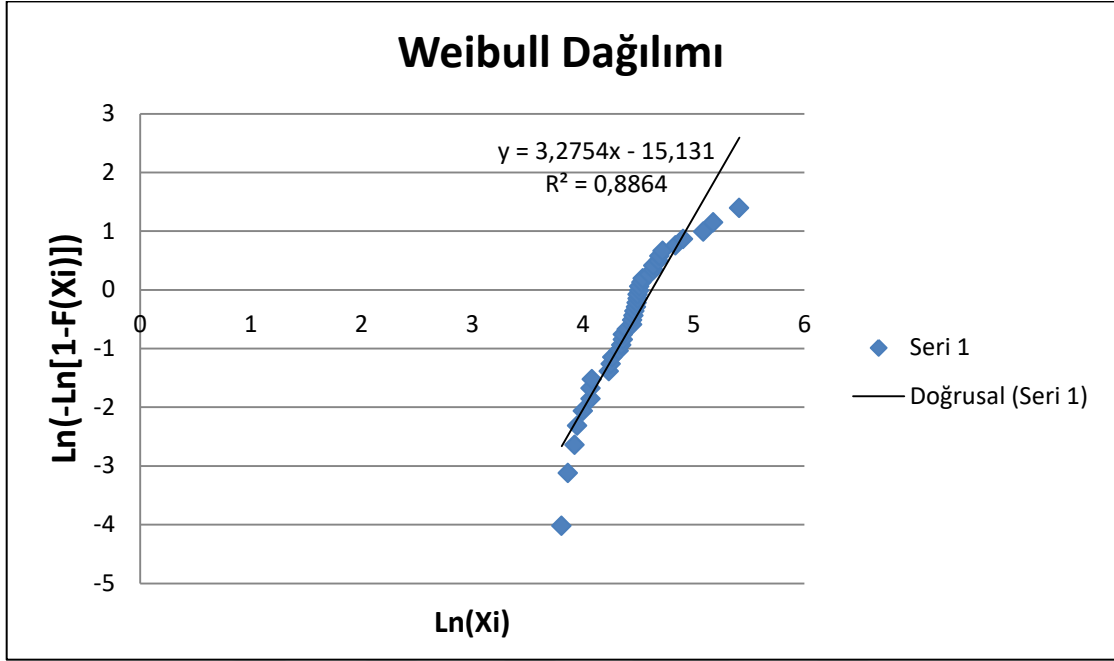
3.8.7. Weibull Dağılımın İncelenmesi (Fisher Tippett Tip III Dağılım)

Weibull dağılımında taşkın tekerrür debilerinin hesabını yapabilmek için α ve β parametreleri grafik (en küçük kareler) yöntemi kullanılır. Grafiğin (x, y) eksenlerindeki değerleri belirlemek için nokta çiftleri ($\ln(x_i)$, $\ln[-\ln(1 - F(x_i))]$) ifadeleri bulunmalıdır. Tablo 3.24.’de hesapları gösterilmiştir.

Tablo 3.24. Weibull dağılımı grafik yöntemi ile parametre (α , β) hesabı

X (Debi) (m ³ /sn)	i (Sıra Sayısı)	$F(x_i)=(i-0,3)/(N+0,4)$	$1 - F(x_i)$	$\ln(-\ln[1-F(x_i)])$	$\ln(x_i)$
45	1	0,0178	0,9822	-4,0215	3,8067
47,7	2	0,0431	0,9569	-3,1212	3,8649
50,6	3	0,0685	0,9315	-2,6452	3,924
51,8	4	0,0939	0,9061	-2,3165	3,9474
54,6	5	0,1193	0,8807	-2,0634	4
58,5	6	0,1447	0,8553	-1,8562	4,069
58,5	7	0,1701	0,8299	-1,6799	4,069
59,2	8	0,1954	0,8046	-1,5258	4,0809
68,9	9	0,2208	0,7792	-1,3883	4,2327
70,1	10	0,2462	0,7538	-1,2637	4,2499
71,2	11	0,2716	0,7284	-1,1493	4,2655
75,5	12	0,297	0,703	-1,0432	4,3241
77,2	13	0,3223	0,6777	-0,9439	4,3464
78,3	14	0,3477	0,6523	-0,8503	4,3605
78,3	15	0,3731	0,6269	-0,7615	4,3605
81	16	0,3985	0,6015	-0,6767	4,3944
85,2	17	0,4239	0,5761	-0,5953	4,445
85,3	18	0,4492	0,5508	-0,5168	4,4462
86,3	19	0,4746	0,5254	-0,4406	4,4578
87	20	0,5	0,5	-0,3665	4,4659
88,1	21	0,5254	0,4746	-0,294	4,4785
88,6	22	0,5508	0,4492	-0,2229	4,4841
89,6	23	0,5761	0,4239	-0,1527	4,4954
89,6	24	0,6015	0,3985	-0,0833	4,4954
90,8	25	0,6269	0,3731	-0,0142	4,5087
90,9	26	0,6523	0,3477	0,0548	4,5098
92,6	27	0,6777	0,3223	0,1241	4,5283
93,8	28	0,703	0,297	0,1941	4,5412
99,2	29	0,7284	0,2716	0,2651	4,5971
103	30	0,7538	0,2462	0,3376	4,6347
103	31	0,7792	0,2208	0,4124	4,6347
108	32	0,8046	0,1954	0,4901	4,6821
109	33	0,8299	0,1701	0,5719	4,6913
112	34	0,8553	0,1447	0,6592	4,7185
126	35	0,8807	0,1193	0,7543	4,8363
135	36	0,9061	0,0939	0,861	4,9053
162	37	0,9315	0,0685	0,986	5,0876
177	38	0,9569	0,0431	1,1452	5,1761
224	39	0,9822	0,0178	1,3939	5,4116

Tablo 3.24.'de bulunan değerlerin grafiği oluşturulursa Şekil 3.8. elde edilir.



Şekil 3.8. Weibull dağılım uygunluk grafiği

Weibull dağılım grafiğinin doğrusal denklemi $Y=AX+B$ Şeklinde olup;

$Y=3,2754X-15,13$ denklemi elde edilir. Burada $A= \alpha$ ve $-\alpha \ln \beta = B$ 'dir.

Buna gore; $\alpha = 3,2754$ ve $\beta = 101,4523$ hesaplanır.

(2.83) denklemi " $x = \beta \cdot [-\ln(1 - F(x))]^{1/\alpha}$," kullanılarak α ve β parametreleri yerine konulursa taşkın tekerrur debilerinin hesabı yapılır.

Tablo 3.25. Weibull dağılımı taşkın tekerrür debi hesap tablosu

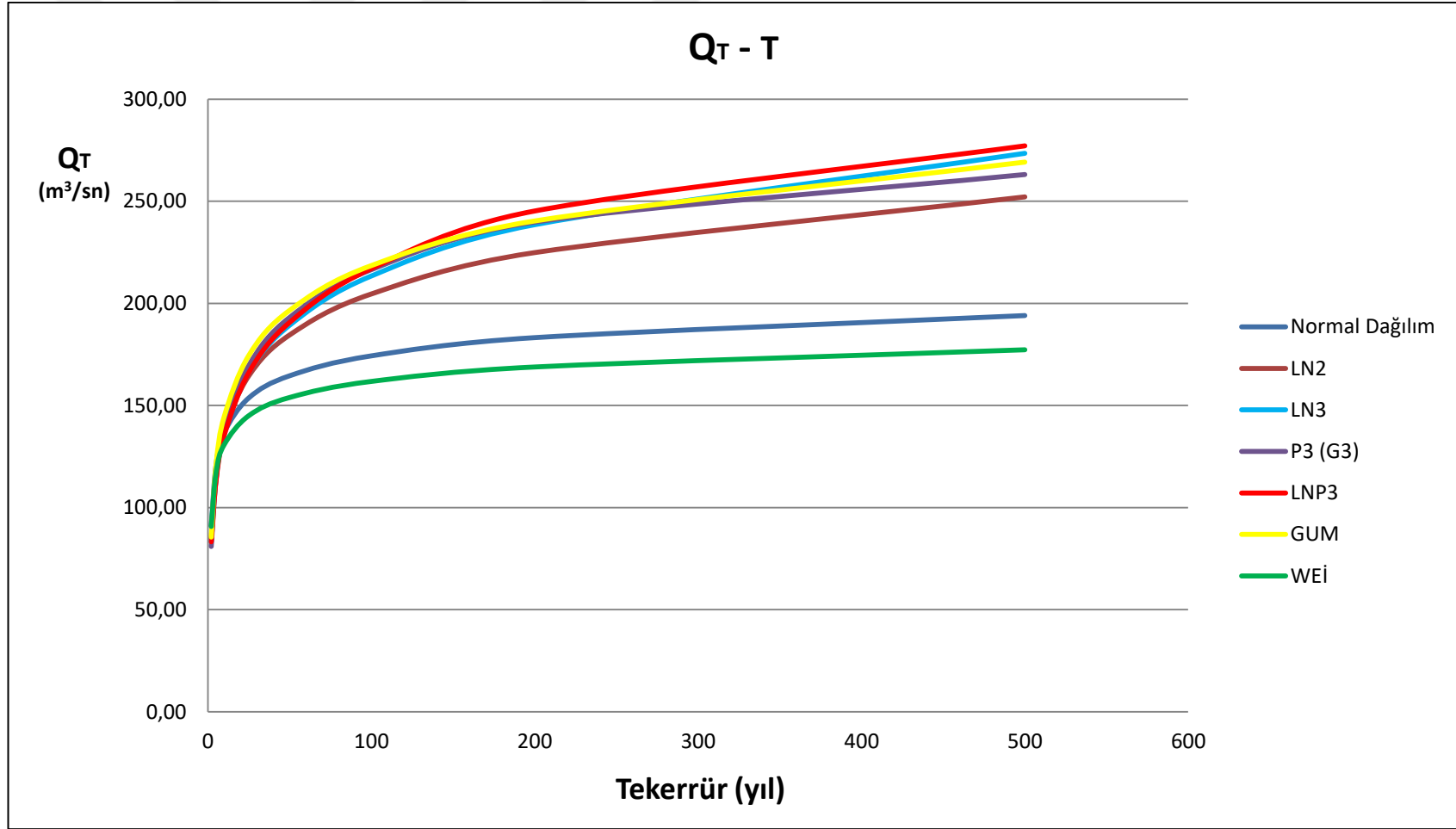
T	F(x)=1-1/T	$x = \beta \cdot [-\ln(1-F(x))]^{1/\alpha}$ (m ³ /sn)
2	0,5	90,7120
5	0,8	117,3170
10	0,9	130,8726
25	0,96	144,9663
50	0,98	153,8600
100	0,99	161,7167
200	0,995	168,7896
500	0,998	177,2132

Tablo 3.26.'da olasılık dağılımlarına göre taşkın tekerrür debilerinin hesapları tek bir tablo üzerinde verilmektedir.

Tablo 3.26. Olasılık dağılımlarının taşkın tekerrür debi tablosu

Dağılım	T (yıl)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Q _T (m ³ /sn)								
Normal Dağılım	91,09	121,19	136,92	153,70	164,54	174,29	183,21	194,03
Log-Normal II	84,79	116,61	137,74	164,52	184,53	204,59	224,86	252,14
Log-Normal III	83,22	114,22	136,40	166,09	189,30	213,40	238,52	273,47
Pearson Tip III	80,94	114,00	138,18	169,59	193,12	216,51	239,80	263,09
Log-Pearson Tip III	83,22	113,40	135,55	166,03	190,68	216,99	245,23	277,14
Gumbel	85,54	121,14	144,71	174,49	196,58	218,51	240,35	269,18
Weibull	90,71	117,32	130,87	144,97	153,86	161,72	168,79	177,21

Tablo 3.26.'da verilen taşkın tekerrür debileri ve tekerrür periyotları grafik olarak Şekil 3.9.'da gösterilmiştir. Şekil 3.9. incelenirse; grafikteki olasılık dağılımlarından Normal ve Weibull dağılımlarının tekerrür yıllarına göre aldığı taşkın debi değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Log-Normal II , Log-Normal III, Pearson tip III, Log-Pearson tip III, Gumbel olasılık dağılımlarının tekerrür yıllarına göre aldığı taşkın debi değerlerinin de birbirine yakın değerler aldığı görülmektedir. 50,100,200 ve 500 tekerrür yıllarına göre LN II, LN III, P III, LP III ve Gumbel dağılımlarının aldığı taşkın debi değerleri, Normal ve Weibull dağılımlarının taşkın debi değerlerine göre daha büyük değerler aldığı görülmektedir.



Şekil 3.9. Dağılımların tekerrürlere göre taşkın debileri

3.9. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testinin İncelenmesi

Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi EasyFit programı kullanılarak yapılmıştır. Normal dağılım için K-S testinin analitik olarak hesaplanması Tablo 3.27.'de verilmiştir.

Tablo 3.27. Kolmogorov-Smirnov testi analitik hesap

X_i	i	$F^*(X_i)=i/N$	$F(X_i)$	Fark $\Delta = F(X_i) - F^*(X_i) $
45,0	1	0,0256	0,0988	0,0731
47,7	2	0,0513	0,1125	0,0613
50,6	3	0,0769	0,1288	0,0519
51,8	4	0,1026	0,1360	0,0334
54,6	5	0,1282	0,1538	0,0256
58,5	6	0,1538	0,1811	0,0273
58,5	7	0,1795	0,1811	0,0016
59,2	8	0,2051	0,1863	0,0188
68,9	9	0,2308	0,2675	0,0367
70,1	10	0,2564	0,2787	0,0223
71,2	11	0,2821	0,2891	0,0070
75,5	12	0,3077	0,3315	0,0238
77,2	13	0,3333	0,3489	0,0156
78,3	14	0,3590	0,3603	0,0014
78,3	15	0,3846	0,3603	0,0243
81,0	16	0,4103	0,3890	0,0213
85,2	17	0,4359	0,4346	0,0013
85,3	18	0,4615	0,4357	0,0258
86,3	19	0,4872	0,4468	0,0404
87,0	20	0,5128	0,4545	0,0583
88,1	21	0,5385	0,4667	0,0717
88,6	22	0,5641	0,4723	0,0918
89,6	23	0,5897	0,4834	0,1063
89,6	24	0,6154	0,4834	0,1320
90,8	25	0,6410	0,4968	0,1442
90,9	26	0,6667	0,4979	0,1688
92,6	27	0,6923	0,5169	0,1754
93,8	28	0,7179	0,5302	0,1877
99,2	29	0,7436	0,5897	0,1539
103,0	30	0,7692	0,6305	0,1388

Tablo 3.27.'nin devamı

103,0	31	0,7949	0,6305	0,1644
108,0	32	0,8205	0,6819	0,1387
109,0	33	0,8462	0,6918	0,1544
112,0	34	0,8718	0,7206	0,1512
126,0	35	0,8974	0,8355	0,0619
135,0	36	0,9231	0,8902	0,0328
162,0	37	0,9487	0,9763	0,0276
177,0	38	0,9744	0,9919	0,0175
224,0	39	1,0000	0,9999	0,0001

Tablo 3.27.'de Δ_{\max} değerlerinden en büyük olan 0,1877 seçilir ve normal dağılım için anlamlılık yüzdelere göre kabul veya red olması incelenir. K-S testinde dağılımların uygunluğu α anlamlılık yüzdeleri değerlerine göre karar verilir. Tablo 2.9.'da verilen anlamlılık yüzdeleri N=39 değeri için bakıldığında $0.80 = 0,1675$; $0,90 = 0,1915$; $0,95 = 0,2127$; $0,98 = 0,2379$; $0,99 = 0,2552$ olarak belirlenir.

Dağılım uygunluğu ise Δ_{\max} değerinin anlamlılık yüzdeleri değerinden küçükse kabul edilir büyükse red edilir. Tablo 3.27.'de hesaplanan $\Delta_{\max} = 0,1877 > \alpha_{0,80} = 0,1675$ olduğundan red edilir.

Dağılımların anlamlılık yüzdelere göre red veya kabulü incelenerek uygun dağılım tipi belirlenir. Tablo 3.28.'de bütün dağılımların K-S testinin analiz çıktıları verilmiştir.

Tablo 3.28. Kolmogorov-Smirnov testi analizi (EasyFit)

Uyum İyiliği - Özeti (Goodness of Fit - Summary)			
#	Dağılım (Distribution)	Kolmogorov-Smirnov	
		Δ_{\max} (Statistic)	Sıra (Rank)
4	Log-Normal II	0,11262	1
5	Log-Normal III	0,11339	2
1	Pearson III	0,11478	3
3	Log-Pearson III	0,11688	4
2	Gumbel	0,1171	5
7	Weibull	0,13273	6
6	Normal	0,18772	7

Tablo 3.28. incelenirse; olasılık dağılımları uygunluklarına göre (Δ_{max}) sıralanır. Dağılımların Δ_{max} değerinin en küçük olanı K-S testine göre uygunluğunu gösterir. Buna göre; Tablo 3.28.'den Log-Normal II dağılımının en uygun dağılım olduğu belirlenir.

Tüm yapılan dağılımlara uygulanan K-S testinin anlamlılık yüzdelerine göre uygunluğu Tablo 3.29.'da verilmiştir. Bu tabloda örnek büyüklüğü, Δ_{max} , olasılık değeri, sıra, anlamlılık yüzdeleri, kritik değer, red durumu verilmiştir.

Tablo 3.29. K-S testinin anlamlılık yüzdelerine göre uygunluğu (EasyFit)

Kolmogorov-Smirnov					
Log-Normal II [#4]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,11262				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,66413				
Sıra (Rank)	1				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No
Log-Normal III [#5]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,11339				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,65607				
Sıra (Rank)	2				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No
Pearson III (Gamma III) [#1]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,11478				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,64126				
Sıra (Rank)	3				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No
Log-Pearson III [#3]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,11688				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,61916				
Sıra (Rank)	4				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No

Tablo 3.29.'un devamı

Gumbel [#2]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,1171				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,61679				
Sıra (Rank)	5				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No
Weibull [#7]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,13273				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,45888				
Sıra (Rank)	6				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	No	No	No	No	No
Normal [#6]					
Örnek Büyüklüğü (Sample Size)	39				
Δ_{max} (Statistic)	0,18772				
Olasılık Değeri (P-Value)	0,11218				
Sıra (Rank)	7				
Anlamlılık yüzdeleri (α)	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Kritik Değer (Critical Value)	0,1675	0,1915	0,2127	0,2379	0,2552
Red ? (Reject)	Yes	No	No	No	No

Tablo 3.29. incelenirse; normal dağılım için K-S testinde $\Delta_{max} = 0,18772$ bulunmuştur. Tablo 2.18.'de 0.80 anlamlılık yüzdesi değeri 0,1675'dir. $0,18772 > 0,1675$ olduğundan red edilir. $\Delta_{max} = 0,18772$ olup diğer anlamlılık yüzdelerinden (0,90 = 0,1915; 0,95 = 0,2127 ; 0,98 = 0,2379; 0,99 = 0,2552) küçük olduğu için kabul edilir.

Analitik olarak normal dağılımın K-S testinde aynı değeri göstermektedir.

Diğer olasılık dağılımları için Tablo 3.29. incelenirse; Δ_{max} değerleri anlamlılık yüzde değerlerinden küçük olduğundan kabul edilir.

3.10. Baraj Hazne (Rezarvuvar) Kapasitesinin İncelenmesi

Hazne hacminin tayinine ait problemi ilk defa inceleyen Rippl olmuştur. Bu yazar, gözlenmiş akış serilerinin debi toplam çizgisinden istifade ederek gerekli biriktirme hacmini, gözlem süresi boyunca haznenin, bir defa tam dolu ve bir defa da tam boş olacak şekilde hesaplamıştır. (Ertaş, 1978)

Bu çalışmada Rippl yönteminde tam düzenleme dikkate alınarak hazne kapasitesi hesaplanmıştır. Düzenleme oranının 1 (tam düzenleme) olması durumunda gözlenen akım süresince haznede savaklanma (barajda su fazlasının yapının üzerinden boşalması) yoluyla su kaybı olmadığı kabulüne dayanmaktadır.

3.10.1. Rippl Yönteminin İncelenmesi

Grafik çözümde; tüm debiler m^3/sn yerine yıllık akım $10^6 m^3$ olarak ifade edilmektedir.

$X=13,5 m^3/sn$ için; $13,5 m^3/sn \times 365 \times 86400 = 425736000 m^3$ elde edilir. Tüm debi değerleri için aynı birim çevirme uygulanmaktadır. Yıllık maksimum akımlar eklenik olarak hesaplanır. Hesaplanan bu değerlere göre toplam akım çizgisi oluşturulmaktadır.

Düzenli olarak çekilmek istenen akımın (çekim doğrusu) hesabında, 1951-1989 yılları arasındaki yıllık akımların ortalaması alınmaktadır. Gelen akımda tüm akımların ortalaması; $Q_{g(ort)} = 349,744 \times 10^6 m^3$ bulunur. Hesaplanan ortalama değer düzenleme oranı (düzenleme oranı 1 kabul edilmiştir) ile çarpılarak 1 yıl için çekilmek istenen yıllık akım bulunur ve " $Q_{g(ort)} \times \text{Düzenleme oranı} = Q_{çekilen}$ " şeklinde hesaplanır. Buradan $Q_{çekilen} = 349,744 \times 10^6 m^3$ bulunur. Çekilmek istenen akım değerleri yıl sayısı ile çarpılarak yıllara göre ihtiyaç doğrusu (çekim doğrusu) elde edilir ve " $Q_{çekilen} \times t_i$ " şeklinde hesaplanır. Anlatılan bu işlemler Tablo 3.30.'da verilmektedir.

Tablo 3.30. Rippl grafik yöntemi ile hazne kapasitesi hesap tablosu

t (Yıllar)	X (m ³ /sn)	Q _g (10 ⁶ m ³) Gelen Akım	Eklenik Akım (Q _{eklenik})	Çekim doğrusu (ihtiyaç doğrusu) Q _{çekilen} x ti (Q _{çekilen})	Q _{eklenik} - Q _{çekilen}	T1	T2
1	13,49	425,421	425,421	349,742	75,678	680,474	135,953
2	14,87	468,940	894,361	699,485	194,876	1030,216	485,695
3	11,28	355,726	1250,087	1049,227	200,860	1379,959	835,437
4	14,78	466,102	1716,189	1398,969	317,220	1729,701	1185,179
5	5,42	170,925	1887,114	1748,712	138,403	2079,443	1534,922
6	11,66	367,710	2254,824	2098,454	156,370	2429,186	1884,664
7	11,46	361,403	2616,227	2448,196	168,030	2778,928	2234,406
8	11,12	350,680	2966,907	2797,939	168,968	3128,670	2584,149
9	13,45	424,159	3391,066	3147,681	243,385	3478,413	2933,891
10	13,86	437,089	3828,155	3497,423	330,732	3828,155	3283,633
11	7,66	241,566	4069,721	3847,166	222,555	4177,897	3633,376
12	8,80	277,517	4347,238	4196,908	150,330	4527,640	3983,118
13	11,90	375,278	4722,516	4546,650	175,866	4877,382	4332,860
14	10,91	344,058	5066,574	4896,393	170,181	5227,124	4682,603
15	10,99	346,581	5413,154	5246,135	167,020	5576,867	5032,345
16	10,33	325,767	5738,921	5595,877	143,044	5926,609	5382,087
17	11,35	357,934	6096,855	5945,620	151,235	6276,351	5731,830
18	13,00	409,968	6506,823	6295,362	211,461	6626,094	6081,572
19	8,73	275,309	6782,132	6645,104	137,028	6975,836	6431,314
20	8,96	282,563	7064,695	6994,847	69,848	7325,578	6781,057
21	12,21	385,055	7449,749	7344,589	105,160	7675,321	7130,799
22	12,40	391,046	7840,796	7694,331	146,465	8025,063	7480,541
23	10,29	324,505	8165,301	8044,074	121,228	8374,805	7830,284
24	10,13	319,460	8484,761	8393,816	90,945	8724,548	8180,026
25	9,31	293,600	8778,361	8743,558	34,803	9074,290	8529,768
26	11,13	350,996	9129,357	9093,300	36,056	9424,032	8879,511
27	9,05	285,401	9414,757	9443,043	-28,285	9773,775	9229,253
28	11,23	354,149	9768,907	9792,785	-23,878	10123,517	9578,995
29	10,41	328,290	10097,196	10142,527	-45,331	10473,259	9928,738
30	10,25	323,244	10420,440	10492,270	-71,829	10823,002	10278,480
31	11,61	366,133	10786,573	10842,012	-55,439	11172,744	10628,222
32	10,91	344,058	11130,631	11191,754	-61,123	11522,486	10977,965
33	9,73	306,845	11437,476	11541,497	-104,020	11872,229	11327,707
34	11,07	349,104	11786,580	11891,239	-104,659	12221,971	11677,449
35	8,57	270,264	12056,844	12240,981	-184,138	12571,713	12027,192
36	10,15	320,090	12376,934	12590,724	-213,790	12921,456	12376,934
37	11,94	376,540	12753,474	12940,466	-186,992	13271,198	12726,676
38	14,46	456,011	13209,484	13290,208	-80,724	13620,940	13076,419
39	13,65	430,466	13639,951	13639,951	0,000	13970,682	13426,161

Çekim doğrusunun altındaki ve üstündeki en uzak noktayı bulmak için; Eklenik akım değerlerinden Çekim doğrusunun değerleri çıkartılır. Pozitif olan en büyük değer çekim doğrusunun üzerindeki en uzak olan noktayı verir. Bu değer; $330,902 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'dür. Negatif olan en küçük değer ise çekim doğrusunun altındaki en uzak olan noktayı verir. Bu değer; $-213,838 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'dür.

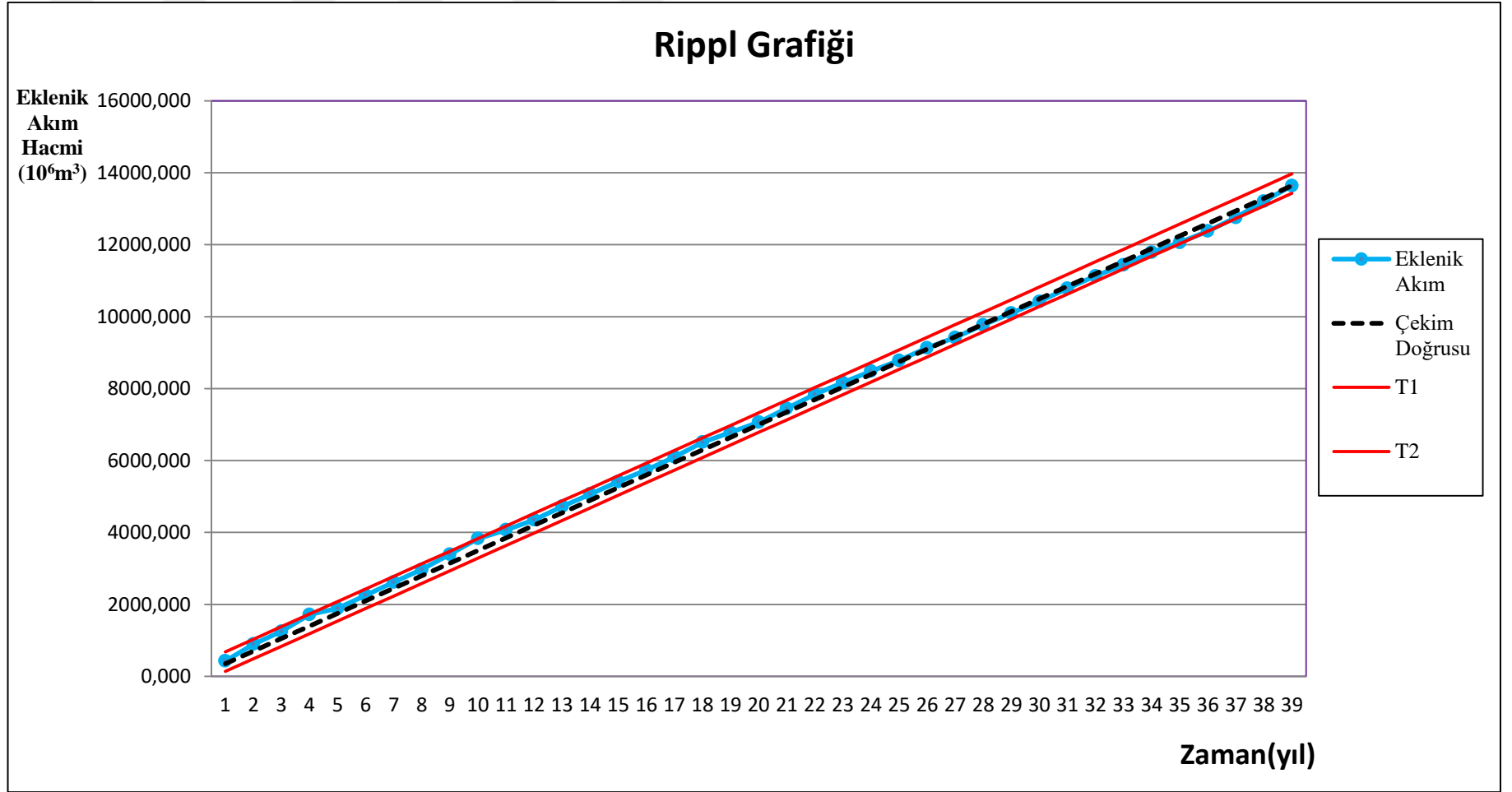
Belirlenen bu noktalara göre T1 (çekim doğrusunun üzerindeki) ve T2 (çekim doğrusunun altındaki) teğetleri çizilir.

Grafikte maksimum uzaklık arasındaki teğetler hazne hacmi olup; T1 teğeti üzerindeki noktadan T2 teğeti üzerindeki nokta çıkartılarak bulunabilir.

$$|T1-T2|=|330,902-213,838|=544,741 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad (3.2)$$

şeklinde bulunur.

Rippl grafiği ise Şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Rippl grafiği

4. TARTIŞMA

Hidrolojik verilerin rastgele değişken özellik taşıması ve doğadaki iklimsel değişiklikler sebebi ile verilerin homojenlikleri incelenmiştir. Literatüre göre yapılan araştırmalarda Anılan, Yüksek ve Öztürk' e (2013) göre Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 33 akım gözlem istasyonları bölge bazında birbirleri ile uyumlu çıkmış olduğu görülmüştür.

E22A006 Kanlıpelit akım gözlem istasyonundan alınan verilerin homojenlik analizine göre varyansların homojen dağıldığı belirlenmiştir. % 95 güvenle anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Anılan, Yüksek ve Öztürk (2013) çalışmaları ile uygunluk sağladığı görülmüştür.

Haktanır'a (1982) göre Seyhan ve Ceyhan havzalarında bulunan 6 akım gözlem istasyonunun taşkın pik serileri kullanılarak 7 dağılımı uygulamış ve Chi² ve Kolmogorov-Smirnov uygunluk testleri yaparak en uygun dağılımların Log-Gama ve Log-Normal dağılımları olduğunu belirlemiştir.

Yapılan çalışmada; taşkın tekerrür debileri analizi yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov uyumluluk testine göre Log-Normal II dağılımının uygun olduğu belirlenmiştir. Haktanır (1982) ile aynı dağılımların uygun olduğu görülmektedir.

Seçkin (2009); Türkiye'deki 26 havzada 455 istasyona ait yıllık maksimum akım değerlerine bölgesel taşkın frekans analizi uygulamıştır. 7 havzanın (Büyük Menderes, Antalya, Yeşilırmak, Kızılırmak, Seyhan, Ceyhan ve Fırat) tek bölge olarak ele alındığında heterojen olduğunu tespit etmiştir.

Cığızoğlu (1997) yaptığı çalışmada; normal dağılım için analitik olarak elde edilen eğriler tarihi eğrilere tam olarak uymamıştır. Buna neden olarak seçilen istasyonlardaki akımların Normal dağılıma uymaması olarak göstermiştir.

Bu çalışmada aynı şekilde akımlar Normal dağılıma uygun değildir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Değirmendere Havzası ana kol üzerinde bulunan E22A006 akım gözlem istasyonuna ait 39 yıllık maksimum akım verileri kullanılarak taşkın debilerinin analizi yapmak amaçlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak çalışmada kullanılacak olan hidrolojik verilerin homojenlik analizi incelenmiştir. Korelasyon ve regresyon analizleri ile akımlar arasındaki bağlantılar incelenmeye çalışılmıştır. Debi süreklilik çizgisi çizilmiştir ve Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Taşkın frekans analizinde her gözlenen debi değerinin oluşma olasılıkları incelenmiştir. Taşkın debileri esas olarak dağılım parametrelerinin de istatistik momentleri hesaplanmıştır. 7 farklı olasılık dağılım fonksiyonu (Normal, Log-normal II , Log-normal III, Pearson tip III (Gamma Tip III) , Log-Pearson tip III, Gumbel (Tip I Ekstrem Değer), Weibull) incelenmiştir. Taşkın tekerrür debilerinin analizi yapılmıştır. Buna göre uygun olan olasılık dağılımını belirlemek için uyumluluk testi yapılmıştır. Tablo 3.28.'de uyum sırasına göre verilmiştir ve en uygun olan dağılım tipi belirlenmiştir. Baraj hazne (rezarvuvar) hacmi hesabı için Rippl yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve bazı öneriler aşağıda özetlenmektedir.

Çalışmada kullanılan tüm verilerin aylara ve yıllara göre hesaplanan standart sapmaları küçük olduğundan değerler birbirine yakındır. Bu durumda periyodiklik olduğu görülmüştür. Kullanılan hidrolojik verilerin homojenlik analizinde SPSS programı kullanılarak anlamlılık değeri 0,466 bulunmuştur. Bu değer 0,05'den büyük olduğu için homojen dağıldığı kabul edilmiştir.

Aylık ortalama akım verileri kullanılarak; Ekim- Kasım, Ekim-Aralık,... , Ekim-Eylül ayları arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Değişkenler arasında negatif yönlü korelasyon olduğu görülmüştür. Şekil 3.1.'de korelasyon grafiği ve Tablo 3.4.'de korelasyon analiz değerleri verilmiştir.

Regresyon analizinde bağımlı değişken olarak Ekim ayı ve diğer aylar bağımsız değişken olarak seçilmiştir. Birden fazla bağımsız değişken sebebiyle çoklu regresyon analizi yapılmıştır.

Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki (korelasyonu) Çoklu R = 0,7934 değeri ile orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Çoklu regresyon analizinde; yıllara göre aylık akımların % 95 güvenilirlikle regresyon denkleminin sabit katsayısı ve değişken katsayıları bulunmuştur. Regresyon analizindeki amaç eksik veriler olması halinde ayların yıllara göre ortalama debi değerlerinin tahmininin yapılabilmesidir. Bu çalışmada eksik veri olmamasına rağmen bağımsız değişken olarak seçilen Ekim ayının yıllara göre aylık ortalama debi tahmini yapılmıştır ve net bir şekilde regresyon denkleminde bulunmuştur. Varyans analizi (F testi) ile regresyon denkleminin anlamlı olduğu görülmüştür.

Yıllık maksimum akımların debi süreklilik çizgisi grafiğinden okunan %50' lik zaman yüzdesine karşı gelen debi değeri $87 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak bulunur. Yıllık anlık maksimum akım verileri kullanılarak dağılım parametreleri istatistik momentleri (aritmetik ortalama, varyans, standart sapma, çarpıklık katsayısı, sivrilik katsayısı) bulunup olasılık dağılımlarında kullanılmıştır.

Yıllık maksimum akımlara göre normal dağılıma ait olasılık yoğunluk fonksiyon grafiği incelendiğinde $\mu=91,0872 > \text{Med}_x = 87$ olması nedeniyle oluşan grafik simetrik değildir. Şekil 3.6.'da gösterilmiştir ve sağa (pozitif) çarpıklık gözlenmektedir. Normal dağılım özelliklerine uygun olmadığı görülmektedir.

Taşkın tekerrür debilerinin analiz sonuçlarına göre; Normal ve Weibull olasılık dağılımlarının taşkın debi değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Log-Normal II , Log-Normal III, Pearson tip III , Log-Pearson tip III, Gumbel dağılımlarının taşkın debi değerleri de birbirine yakın sonuç vermiştir. Tablo 3.26.'da ve Şekil 3.9.'da gösterilmiştir. 50,100,200 ve 500 tekerrür yıllarına göre LN II, LN III, P III, LP III ve Gumbel dağılımlarının aldığı taşkın debi değerleri, Normal ve Weibull dağılımlarının taşkın debi değerlerine göre daha büyük değerler aldığı tespit edilmiştir.

Uyumluluk testi olarak Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi kullanılmıştır. Yapılan uyumluluk testi sonucunda anlamlılık yüzdelere göre kabul olan ve en uygun olan dağılım Log-normal II dağılımıdır.

Baraj kapasitesi hesabında Rippl yöntemi kullanılarak hazne hacmi $544,741 \times 10^6 \text{ m}^3$ bulunur.

Öneriler;

- Hidrolojik verilerin rastgele özellik göstermeleri sebebiyle birden fazla AGİ'una ait verilerin kullanılması homojenlik analizi çalışmalarında daha iyi sonuçların alınmasını sağlayabilir.
- Tek bir AGİ'u kullanılarak yapılan bu çalışmayı geliştirebilmek için; birden fazla AGİ'u kullanılarak taşkın tekerrür debilerinin hesabı aynı analizlerle yapılabilir.
- Yapılan çalışmada 39 yıllık veriler kullanılmıştır. Olasılık dağılım tiplerinde örneklem boyutunun oluşturacağı dezavantajı engellemek için en az 50 yıllık veriler kullanılabilir.



6. KAYNAKLAR

Anılan, T., Yüksek, Ö., Öztürk, H., B., 2013. Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Verileri İçin Homojenlik Analizi, Mattek Matbaacılık Basın Yayın, Ankara

Anlı, A., S., 2006. Giresun aksu Havzası Maksimum Akımların Frekans Analizi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 99-106.

Bayazıt, M. ve Önöz, B., 2008. Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi, Nobel Yayın Dağıtım, 1005-06-001827, 1344, 260 s., Ankara.

Bayazıt, M. ve Yeğen Oğuz, E., B., 2013. Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, 17341, Y. 0029, 197 s., İstanbul.

Bayazıt, M., 1991. Hidroloji, İTÜ Matbaası, İstanbul.

Bayazıt, M., 1995. Hidroloji, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, 1565, 242 s, İstanbul.

Bayazıt, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Bayazıt, M., 2013. Hidroloji, Birsen Yayınevi, 17341, Y. 0029, 219 s., İstanbul.

Bayazıt, M., Avcı, İ. ve Şen, Z., 1978. Hidroloji Uygulamaları, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul.

Bayazıt, M., Cıgızoğlu, K., Önöz, B., 2002. Türkiye Akarsularında Trend Analizi, Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421 / 4-5-6.

Bulu, A., 1986. İki Parametrelili Logaritmik dağılım, DSİ Teknik Bülten, 60, 3-7.

Büyükkaracığan, N. ve Kahya, E., 2009. Konya Havzaları Akarsuları Yıllık Pik Akım Serilerinin Taşkın Frekans Analizi, Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik-Online Dergi, 8(3), 246-261.

Chow, V. T., 1951. A General Formula for Hydrologic Frequency Analysis, Trans. Am. Geophys. Union, Vol. 32, S. 231-237.

Chow, V. T., 1965. On the Determination of Frequency Factor in Log-Probability Plotting Trans. Am. Geophys. Union, Vol. 36, S. 486-491.

Çetin, M., 1996. Hidrolik Veri Analizlerinde Bazı Ön İstatiksel Analiz Teknikleri ve Uygulamaları, DSİ Teknik Bülteni, 86, 53-63.

Devi, A. ve Choudhury, P., 2013. Extreme rain fall frequency analysis for meteorological sub-division 4 of India using l-moments, International Journal of Environmental, Ecological, Geological and Marine Engineering, 7(12), 664-669.

DSİ, 22. Bölge Müdürlüğü, 2018. Değirmendere Havzası Akım Gözlem İstasyonları Paftası, Trabzon.

Ertaş, B., 1978. Sarfıyat Salınımlarının Biriktirme Kapasitesine Tesiri ve Bunların Kirlenme İle İlgisinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Haktanır, T. ve Horlacher, H., B., 1993. Evaluation of Various Distributions for Flood Frequency Analysis, Hydrological Sciences Journal, 38(1), 15-32.

Haktanır, T., 1982. Taşkın Frekans Analizi için Paket Program, DSİ Teknik Bülteni, 53, 48-57.

Haktanır, T., 1990. A Few Distributions Compiled Together For Flood Frequency Analysis, Doğa dergisi, 14: 146-165.

Halden, E., Özkul, S., 2004. Kritik Dönem Yöntemleri ile Hazne Hacminin Belirlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (1), 99-113.

Jaiswall, R., K., Goel, N., K., Singh, P. ve Thomas , T., 2003. L-Moment Based Flood Frequency Modelling, Journal of the Institution of Engineers (India), 84, 6-10.

Karım, A. ve Chowdhury, J., U., 1995. Hydrology Sciences, 40,55.

Kaynar, L., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesi Yıllık Maksimum Akımlarının İstatistik Metodlarla Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kılıçaslan, A., 1994. Trabzon-Değirmendere Havzasının Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.

Köseoğlu, M. ve Yamak, R., 2017. Uygulamalı İstatistik, Celepler Matbaacılık Yayın ve Dağıtım, 341s, Trabzon.

Maidment, D., R., 1993 Handbook of Hydrology, Chapter 18 Frequency Analysis Of Extreme Events, Editor in Chief, pp. 18.1-18.65

Markovic, R., D., 1965. C.S.U. Hydrology Papers, Fort Collins, Colorado.

Okkan, U., Lisans Dersleri İstatistik, Olasılık Dağılım Fonksiyonları II, <http://www.drmutokkan.com/lisans-dersleri/istatistik/> 27 Şubat 2019.

Onüçyıldız, M., 1999. Türkiye Akarsularında Taşkın Debilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Önöz, B., 1994. Yeni Bir Parametre Tahmin Yöntemi Olasılık Ağırlıklı Momentler Yöntemi, DSİ Teknik Bülteni, 81, 49-54.

Parida, B., P., Kachroo, R., K. ve Shrestha, D., B., 1998. Regional Flood frequency analysis of Mahi-Sabarmati basin (subzone 3-a) using index flood procedure with L-moments, Water Resources Management, 12, 1-12.

Şorman, Ü. ve Okur, A., 2000. L-Momentler Tekniği Kullanılarak Noktasal ve Bölgesel Frekans Analizinin Uygulanması, İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Dergi, 11(3), 2199-2216.

Topaloğlu, F., 2002. Determining Suitable Probability Distribution Models for Flow and Precipitation Series of the Seyhan River Basin, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26(4), 187-194.

Uçar, İ., 2010. Trabzon Değirmendere Havzası'nda Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bir Hidrolik Model Yardımıyla Taşkın Analizi Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Uşul, N., 2017. Mühendislik Hidrolojisi, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş., 15723, 418s, Ankara.

Yenigün, K. ve Yıldız, İ., 2000, Baraj Güvenliğinde Risk Analizi Uygulamaları, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, İstatistik Araştırma Sempozyumu, Ankara.

Yomralıoğlu, T., Akça, M., D., 1999. Çevresel Bilgi Sistemleri İçin Model-Altık Tasarımı : Trabzon Değirmendere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu, 13-15 Ekim, KTÜ, Trabzon, 297-306

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Amasya’da doğdu. İlköğretime Amasya İpekyolu Kolejinde başladı. 2007 yılında Amasya Özel Kutlubey Koleji Anadolu Lisesine girdi. Lise eğitimini okul birinciliği tamamladı. 2011 yılında Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimini Şubat 2016’da tamamladı. 2017 yılında Trabzon’da Avrasya Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Melis Kalınbacak B2 (Upper-Intermediate) seviyesinde İngilizce bilmektedir.