



**PROJE TAŞKIN DEBİSİ HESAPLAMA
YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ: UZUNDERE
GÖLETİ ÖRNEĞİ**

Ferit ÖZER

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU**

2022

Her hakkı saklıdır.



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PROJE TAŞKIN DEBİSİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ:
UZUNDERE GÖLETİ ÖRNEĞİ**

Ferit ÖZER

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Erzurum

2022

Her hakkı saklıdır

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Erzurum Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki tüm bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

11 / 02 / 2022

Ferit ÖZER

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROJE TAŞKIN DEBİSİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİNİN ANALİZİ: UZUNDERE GÖLETİ ÖRNEĞİ

Ferit ÖZER

Erzurum Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

Çalışmada Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü Erzurum tarafından 2013 yılında planlanıp 2015 yılında da ihalesi yapılan Erzurum Uzundere Göleti Projesi taşkın debilerinin hesaplanması amaçlanmıştır. Bu amaç için 7 adet akım gözlem istasyonundan alınan yıllık anlık maksimum akımlara Weibull, İki parametrelili Lognormal, İki parametrelili Gamma, Lojistik, Normal, Gumbel, Genelleştirilmiş Ekstremler Değeri, Log-Lojistik, Pearson tip-III, Üç parametrelili Lognormal, Üç Parametrelili Gamma olmak üzere 11 adet olasılık dağılım fonksiyonu uygulanmıştır. Akaike Bilgi Kriteri, Kolmogorov-Smirnov, Cramér-von-Mises, Bayesian Bilgi Kriteri ve Anderson Darling testleri kullanılarak en uygun modeller seçilmiştir. Proje taşkın debileri Bölgesel Taşkın Frekans Analizi yöntemiyle hesaplanmıştır. Taşkın frekans analizlerinde kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları detaylı analiz edilmiş, çeşitlilik sağlanmış ve bu sayede daha doğru taşkın debilerinin bulunması hedeflenmiştir. Hesaplamalarda bulunan Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} tekerrürlü taşkın debileri projenin planlama aşamasında hesaplanan debiler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Uzundere Göleti gibi tasarım debisi hesabının önemli olduğu projelerde veri yılı sayısı, verilere uygulanan olasılık dağılım fonksiyonu sayısı ve sonrasında ki uygunluk test ve kriterleri sayısı artırılarak daha detaylı ve doğru sonuçlara ulaşacağı görülmüştür. Sonuçların su yapılarının boyutlandırmasına doğrudan etkisi olduğundan daha ekonomik veya daha güvenilir tasarımlar elde edilmesinin bu şekilde mümkün olacağı yorumlanmıştır.

2022, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Taşkın Frekans Analizi, Olasılık Dağılım Modelleri, Taşkın Debisi, Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} Debileri, Uzundere Göleti

ABSTRACT

MS. Thesis

ANALYSIS OF PROJECT FLOOD FLOW CALCULATION METHODS: EXAMPLE OF UZUNDERE POND

Ferit ÖZER

Erzurum Technical University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih TOSUNOGLU

In this study, it is aimed to calculate the flood flow quantiles of Erzurum Uzundere Pond Project, which was planned by the 8 th Regional Directorate of the General Directorate of State Hydraulic Works, Erzurum in 2013 and the tender was made in 2015. For this purpose, the eleven widely used probability distributions, namely Weibull, Two-parameter Lognormal, Two-parameter Gamma, Logistic, Normal, Gumbel, Generalized Extreme Value, Log-Logistics, Pearson type-III, Three-parameter Lognormal, Three-Parameter Gamma, were fitted to annual instantaneous maximum flow observations from 7 gauge stations located in the region. The most suitable models were selected using Akaike Information Criteria, Bayesian Information Criteria, Kolmogorov-Smirnov, Cramér-von-Mises, and Anderson Darling tests. Project flood discharges were calculated using the Regional Flood Frequency Analysis method. Unlike previous studies, a large number of probability distribution models were considered to obtain more precise flood quantile values. The computed flood quantiles under various return periods were compared with the flow values calculated during the planning phase of the project. As a result, it has been seen that more accurate results can be achieved by increasing the number of probability distribution functions, data years and the number of goodness of fit tests/criteria in projects such as Uzundere Pond where the computation of design flow is crucial. Since the results have a direct effect on the dimensioning of the water structures, it has been observed that it will be possible to obtain more economical or more reliable designs in this way.

2022, 78 pages

Keywords: Flood Frequency Analysis, Probability Distribution Models, Flood Flow, Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} Flows, Uzundere Ponds

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐması Erzurum Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yapılmıştır. Çalışma boyunca Őahsıma her türlü desteği veren yardımcı olup yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU 'na,

Bana yardımlarımı esirgemeyerek her türlü desteği veren tezi oluŐturmamda çok katkısı bulunan Dr. Öğr. Üyesi Burak Kaan ÇIRPICI 'ya, mesai arkadaşım İnŐ. Yük. Müh. Melih Ermancık 'a ve ArŐ. Gör. Muhammet YILMAZ 'a,

Daima destek olup çalıŐmamın devam etmesi için azmettiren eŐim Fatma BİLGİN ÖZER 'e, oğlum Mehmet Han ÖZER 'e, ömrüm boyunca doğruluk ve dürüstlükten ayrılmadan devam etmemi nasihat edip yanımda olan annem, babam ve kardeŐlerime sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Ferit ÖZER
Őubat 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	2
1.2. Taşkın.....	2
1.2.1. Taşkın önleme yapıları.....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Çalışma Alanı Tanıtımı ve Özeti	14
3.2. Çalışma Alanına Ait Hidrolojik Veriler.....	16
3.3. Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Analizler.....	18
3.3.1. Homojenlik testleri.....	20
3.3.2. İçsel bağımlılık analizleri.....	24
3.3.3. Trend testleri (Mann-Kendall testi).....	25
3.3.4. Olasılık dağılım modelleri.....	26
3.3.5. Uygunluk bilgisi kriterleri.....	35
3.3.6. Olasılık dağılımları ile ilgili testler	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	39
4.1. Homojenlik Testleri	40
4.2. Oto Korelasyon ve Mann-Kendall Testi ile Trend Testleri	41
4.3. Olasılık Dağılımlarının Akım Gözlem İstasyonları Verilerine Uygulanması.....	48
4.4. Farklı Tekerrür Aralıkları için Taşkın Debilerinin Hesabı	51
4.4.1. 23-026 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı.....	51
4.4.2. 23-32 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı.....	52
4.4.3. 23-16 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı.....	54

4.4.4. 2325 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı	56
4.4.5. 2328 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı	58
4.4.6. 2329 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı	60
4.4.7. 2330 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı	61
4.5. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) Hesapları	62
4.6. Tekerrürlü Taşkın Debi Sonuçları.....	67
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR	71
EKLER.....	75
EK-1 Uzundere Göleti Proje Karakteristikleri	75



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AD	Anderson-Darling
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
BIC	Bayesian Bilgi Kriteri
BTFA	Bölgesel Taşkın Frekans Analizi
CDF	Kümülatif Dağılım Fonksiyonu
CvM	Cramer-Von Mises
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
GAM	İki parametrelili Gamma Dağılımı
GAMMA3	Gamma 3 dağılımı
GEV	Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı
GUM	Gumbell Dağılımı
KS	Kolmogorov-Smirnov
LN2	Log-Normal Dağılım
LN3	Üç Parametrelili Log-Normal Dağılım
LLOGİS	Logaritmik Lojistik
LOGİS	Lojistik Dağılım
NORM	Normal Dağılım
P3	Pearson Tip 3 Dağılımı
P-P	Olasılık Dağılım Fonksiyonu Grafiği
PDF	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
Q-Q	Eklenik Dağılım Fonksiyonu Grafiği
WBL	Weibull Dağılımı
YAMA	Yıllık Anlık Maksimum Akım

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Taşkın durumu temsili örneği (Anonim 2021a)	3
Şekil 1.2. Taşkın durumu temsili örneği (Anonim 2021b)	4
Şekil 1.3. Taşkın yatağı temsili örneği (Anonim 2021c).....	4
Şekil 1.4. Türkiye’de 1975-2015 yılları arasında yaşanan taşkınlar ve can kayıpları (Anonim 2021a).	5
Şekil 1.5. Beton Tersip Bendi (Anonim 2021d)	6
Şekil 1.6. Kargir Tersip Bendi (Anonim 2021e)	6
Şekil 1.7. Taş Tahkimat Taşkın Koruma Yapısı (Anonim 2021f).....	7
Şekil 1.8. Beton Kanal Taşkın Koruma Yapısı (Anonim 2021g).....	8
Şekil 1.9. Silindirle Sıkıştırılmış Beton Baraj Erzurum Oltu Sivridere Barajı (Anonim 2021h).	9
Şekil 1.10. Geçirimsiz Malzeme(Kil) + Kaya Dolgu Baraj Erzurum Tortum Pehlivanlı Barajı (Anonim 2021i).	9
Şekil 3.1. Akım Gözlem İstasyonları ve Gölet Konumu	15
Şekil 4.1. Çalışma Aşamaları	39
Şekil 4.2. 23-026 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu	41
Şekil 4.3. 23-32 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu.	41
Şekil 4.4. 23-16 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu.	42
Şekil 4.5. 2325 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu ..	42
Şekil 4.6. 2328 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu ..	43
Şekil 4.7. 2329 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu ..	43
Şekil 4.8. 2330 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu ..	44
Şekil 4.9. 23-026 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği.....	45
Şekil 4.10. 23-32 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği.....	45
Şekil 4.11. 23-16 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği.....	46
Şekil 4.12. 2325 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği	46
Şekil 4.13. 2328 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği	47
Şekil 4.14. 2329 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği	47
Şekil 4.15. 2330 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği	48

Şekil 4.16. 23-026 numaralı AGİ'nin LLOGİS dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	52
Şekil 4.17. 23-32 numaralı AGİ'nin GAM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	53
Şekil 4.18. 23-32 numaralı AGİ'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	54
Şekil 4.19. 23-16 numaralı AGİ'nin GEV dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	55
Şekil 4.20. 23-16 numaralı AGİ'nin GUM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	56
Şekil 4.21. 2325 numaralı AGİ'nin GAMMA3 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	57
Şekil 4.22. 2325 numaralı AGİ'nin GAM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	58
Şekil 4.23. 2328 numaralı AGİ'nin GAMMA3 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	59
Şekil 4.24. 2328 numaralı AGİ'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	60
Şekil 4.25. 2329 numaralı AGİ'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	61
Şekil 4.26. 2330 numaralı AGİ'nin LLOGİS dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.....	62
Şekil 4.27. Alan-Q ₂ Grafiği (En uygun dağılımlara göre).....	64
Şekil 4.28. Alan-Q ₂ Grafiği (2. Alternatif dağılımlara göre).....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Akım gözlem istasyonu verileri (m^3/s).....	16
Çizelge 3.2. Çalışmada Kullanılan Olasılık Dağılım Fonksiyonları.....	34
Çizelge 4.1. Akım Gözlem İstasyonu YAMA Değerleri İçin Homojenlik Testi Bulguları	40
Çizelge 4.2. YAMA değerleri için Mann-Kendall Yöntemi'nin sonuçları (%95 güven seviyesinde).....	44
Çizelge 4.3. 23-026 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	49
Çizelge 4.4. 23-32 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	49
Çizelge 4.5. 23-16 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	49
Çizelge 4.6. 2325 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	49
Çizelge 4.7. 2328 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	50
Çizelge 4.8. 2329 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	50
Çizelge 4.9. 2330 numaralı AGİ'nin YAMA verilerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.	50
Çizelge 4.10. 23-026 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LLOGİS dağılımına göre m^3/s)	51
Çizelge 4.11. 23-32 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAM dağılımına göre m^3/s)	53
Çizelge 4.12. 23-32 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m^3/s)	53
Çizelge 4.13. 23-16 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GEV dağılımına göre m^3/s).....	55
Çizelge 4.14. 23-16 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GUM dağılımına göre m^3/s)	55
Çizelge 4.15. 2325 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAMMA3 dağılımına göre m^3/s) 57	
Çizelge 4.16. 2325 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAM dağılımına göre m^3/s).....	57
Çizelge 4.17. 2328 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAMMA3 dağılımına göre m^3/s).59	
Çizelge 4.18. 2328 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m^3/s).....	59
Çizelge 4.19. 2329 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m^3/s).....	60

Çizelge 4.20. 2330 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LLOGİS dağılımına göre m ³ /s)....	61
Çizelge 4.21. Uzundere Göleti BTFA Debileri (En uygun dağılımlara göre m ³ /s).....	63
Çizelge 4.22. Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (En uygun dağılımlara göre m ³ /s).	65
Çizelge 4.23. Uzundere Göleti BTFA Debileri (2. Alternatif dağılımlara göre m ³ /s)....	65
Çizelge 4.24. Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (2. Alternatif dağılımlara göre m ³ /s).	67
Çizelge 4.25. Uzundere Göleti Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Karşılaştırılması	68



1. GİRİŞ

1. GİRİŞ

Bir akarsuyun belirli sebeplerle yatağından taşarak, etrafındaki arazilerde, yerleşim yerlerinde, altyapı tesislerinde ve canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmak suretiyle, etki alanında normal sosyo-ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratabilecek şekilde bir akış büyüklüğü meydana getirmesi olayına taşkın denir. Taşkınlar, meydana geldiği yörenin iklimsel koşullarına, jeolojik ve topografik özelliklerine göre gelişen bir doğal afettir. Dünyadaki pek çok bölgede yaşanan akarsu taşkınlarının başlıca nedenleri aşırı bölgesel yağışlar ve kar erimeleridir (Dernek 2012).

Taşkın afetinin önlenmesini, çevreye ve sosyo-ekonomik yapıya olan olumsuz etkisini azaltmaya yönelik yapısal projeli faaliyetler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve ilgili taşra teşkilatları tarafından yürütülmektedir. Yapılan faaliyetler kapsamında taşkın afetini engellemek amacıyla barajlar, göletler ve taşkın koruma yapıları tesis etmekte, dere yataklarında düzenleme ve iyileştirme faaliyetleri uygulamaktadır.

Taşkın afetinin önlenmesi yanında insanoğlunun her geçen zaman artan nüfusu ve buna bağlı olarak artan ihtiyaçları doğrultusunda da en önemli yaşam kaynağı olan suya erişimi gittikçe zorlaşmaktadır. Bu anlamda da baraj ve gölet gibi su depolama yapıları büyük önem arz etmektedir. Barajlar, göletler bu ihtiyaçları karşılama anlamında en önemli yapılardır. Bu yapılar yapılırken tabii ki mühendislik anlamında güvenlik, ekonomik ve estetik hususlarında optimum doğruluğu sağlamalıdır. Bu tür su yapılarının projelendirilmesinde akarsu taşkın özellikleri ön plana çıkmaktadır.

Projelendirilmenin temelini oluşturan taşkın debi değerleri, Devlet Su İşleri (DSİ) ve/veya Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) ölçüm istasyonlarından temin edilmektedir. Bunun yanında farklı frekans analiz yöntemleri kullanılarak yapılan hesaplamalardan da taşkın debileri bulunabilmektedir. Birçok frekans analiz yöntemi mevcuttur. Bunlardan bazıları şunlardır: Noktasal Taşkın Frekans Analizi, Bölgesel Taşkın Frekans Analizi ve DSİ Sentetik Yöntemler. Bu yöntemlerden herhangi birisi veya birkaçı ile belirlenen taşkın debileri (Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , Q_{100} gibi) birbirleriyle karşılaştırılır. Değişik istatistiksel yöntemler ile sonuçlar değerlendirilerek tasarım ve projelendirme yapılmaktadır (Anonim 2014).

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu tez kapsamında, DSİ Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü Erzurum tarafından 2013 yılında planlaması 2015 yılında da ihalesi yapılan Erzurum Uzundere Göleti İnşaatı Projesi üzerine çalışılmıştır. Proje yeri, Erzurum ilinin Uzundere ilçesi yakınlarında Uzun Deresi üzerindedir. Gölet projesi ile Uzundere ilçesine ait arazilerinin bir kısmının sulanması amaçlanmaktadır. Gölet eksen yeri, Uzundere ilçesi yakınında olduğundan, adını bu ilçeden almaktadır. Erzurum-Uzundere Göleti ve sulaması için proje sahasındaki ihtiyaçlar ve imkanlar göz önünde tutularak, Uzun deresi su potansiyelinin seçilen rezervuarda depolanması ile Uzundere ilçesine ait brüt 141 hektar, arazinin basınçlı borulu sulama sistemi ile sulanması için planlanmaktadır. Proje taşkın debileri hesaplamalarında Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) kullanılacaktır. Bu hesaplamalardan çıkan sonuçlara göre sırasıyla Q₂, Q₅, Q₁₀, Q₂₅, Q₅₀, Q₁₀₀ debileri hesaplanarak sonuçlar karşılaştırılacaktır.

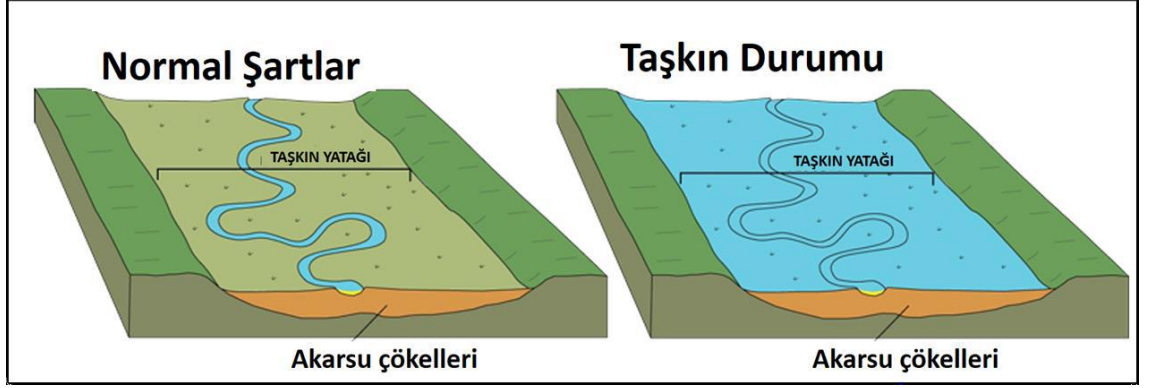
Taşkın frekans analizlerinde kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları detaylı analiz edilip çeşitlilik sağlanarak ve bu sayede hesaplanan debilerin aksine optimum düzeyde taşkın debisinin bulunması hedeflenmektedir. Taşkın debileri hesabı sonrasında projede mühendisliğin temel ilkelerinden olan ekonomi anlamında biraz daha tasarruf yapılabilir miydi gibi sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile beraber DSİ Genel Müdürlüğü bünyesinde yapımı tamamlanmış veya devam eden su yapılarında planlama aşamasında kullanılan proje taşkın debisi hesaplama yöntemleri detaylı analiz edilerek, söz konusu hesaplamalar biraz daha çeşitlendirilip daha doğru sonuca ulaşılması amaçlanmaktadır.

1.2. Taşkın

Taşkın, bir dere, çay veya akarsuyun değişik sebeplerle “dere yatağından” taşarak, etrafında bulunan arazi, ev, yerleşim merkezi, yapı, yol, sanat yapıları, altyapı tesisleri ve insanlar dâhil yaşayan tüm canlılara zarar vererek, meydana geldiği alanda her türlü faaliyeti kesintiye uğratabilecek büyüklükte bir akış büyüklüğünün meydana gelmesi olayıdır (Dernek 2012). Akarsularda su seviyesi ve debi sabit değil, değişkendir. Debinin ve su seviyesinin yüksek olduğu zamanlarda akım akarsu yatağından taşabilmektedir (Şekil

1. GİRİŞ

1.1). Akarsuyun bu şekilde taşmasıyla can kayıpları yaşanıp, çeşitli zararlar oluşturabilmektedir (Bayazıt ve Önöz 2008).



Şekil 1.1. Taşkın durumu temsili örneği (Anonim 2021a)

Taşkınlar her yıl büyük sayıda can kayıplarına ve ekonomik zararlara neden olmaktadır. Özellikle son yıllarda küresel ısınma ve arazilerin de bilinçsiz kullanılmasıyla taşkınların sayısında önemli miktarda artışlar meydana gelmiştir. Türkiye’de depremde sonra en büyük can kayıplarına ve maddi zararlara sebep olan doğal afet taşkınlardır (Çetin ve Tezer 2013). Şekil 1.4.’te ise ülkemizde 1975-2015 yılları arasında yaşanan taşkınlar ve can kayıpları görülmektedir (Anonim 2021a).

1. GİRİŞ

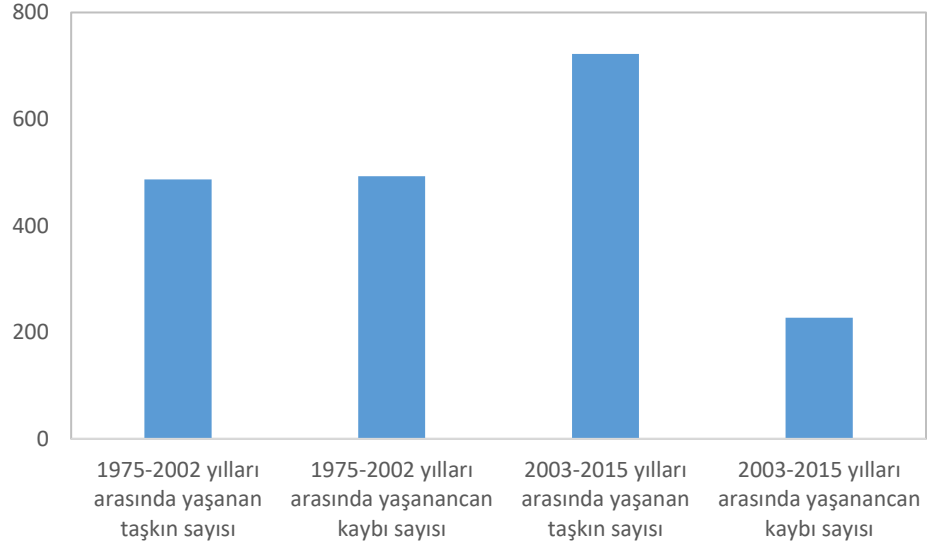


Şekil 1.2. Taşkın durumu temsili örneği (Anonim 2021b)



Şekil 1.3. Taşkın yatağı temsili örneği (Anonim 2021c)

1. GİRİŞ



Şekil 1.4. Türkiye’de 1975-2015 yılları arasında yaşanan taşkınlar ve can kayıpları (Anonim 2021a).

Taşkınlar maksimum debi, maksimum su seviyesi ve taşkın hacmiyle saptanabilir. Maksimum su seviyesi akarsu boyunca yapılacak seddelerin planlanmasında ve taşkın yayılım alanlarının belirlenmesinde gereklidir. Maksimum debi ise köprülerin, menfezlerin, taşkın kanallarının, dolu savakların projelendirilmesinde ve benzeri mühendislik yapılarında dikkate alınmaktadır. Taşkın hacmiyse taşkınların kontrolü için yapılacak depolama yapılarının hesaplamalarında önemli rol oynamaktadır (Bayazıt ve Önöz 2008).

1.2.1. Taşkın önleme yapıları

Tersip bentleri

Rusubat ve sediment gibi dere malzemesi getirme olasılığı yüksek akarsu yataklarında bir taşkın anında bu malzemelerin yerleşim yerlerine çevreye vs. vereceği zararı en aza indirmek, aynı şekilde yatakta eğimini azaltmak için yapılan yapılardır. Yapım malzemesine göre çeşitlere ayrılırlar bunlar; beton, kargir gibi. Bütünü tek malzeme olması yerine temel beton duvar harçlı kargir olarak da boyutlandırılmaktadırlar (Şekil 1.5. – Şekil 1.6.).



Şekil 1.5. Beton Tersip Bendi (Anonim 2021d)



Şekil 1.6. Kargir Tersip Bendi (Anonim 2021e)

1. GİRİŞ

Taşkın koruma kanalları

Eğimi yüksek arazilerde akarsuların çevreye zararını en aza indirmek için taşkın koruma yapıları yapılır. Sağ ve sol sahillerine yapılan bu taş kaplama imalatının adı literatürde taş tahkimat olarak geçmektedir. Aynı şekilde yerleşim yerlerine yakın veya yerleşim yeri içinden geçen derelerin her iki tarafına ise zararı tamamen yok etmek için betondan veya harçlı kargirden duvarlar yapılır. Bu yapılara genel olarak taşkın koruma kanalları denmektedir (Dernek 2012) (Şekil 1.7.- Şekil 1.8.).



Şekil 1.7. Taş Tahkimat Taşkın Koruma Yapısı (Anonim 2021f)

Gölet ve barajlar

Gölet ve baraj yapıları su depolama, enerji üretme, kullanma ve sulama suyu sağlama amacıyla beraber aslında birer taşkın önleme yapılarıdır. Boyutlandırılıp imal edildikleri proje sahası çok önemli olmakla birlikte proje safhasında taşkın öteleme hesapları da yapılarak boyutlandırılırlar. Ayrıca herhangi bir taşkın anında maksimum su seviyeleri dolusavak çıkış kotları olup bu kottan deşarj yapıp taşkın zararlarını minimize ederler. Baraj türlerini genel anlamda beton ve dolgu barajlar olarak ikiye ayırabiliriz. Bunlarında kendi içlerinde tipleri bulunmaktadır. Ayrıca gölet ile baraj arasındaki fark için şunu söyleyebiliriz: Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun (ICOLD) tanımına göre; Suyu depolamak için vadilerin kapatılması suretiyle yapılan ve

1. GİRİŞ

akarsu seviyesinden yüksekliği 15 m üzerinde olan yapılar Baraj, 15 m altında olan yapılar Gölet (küçük baraj) olarak adlandırılır. Yani büyüklük farkı dışında iki yapı arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 1.8. Beton Kanal Taşkın Koruma Yapısı (Anonim 2021g)

Uygulamada kullanılan genel baraj tipleri aşağıda sıralandığı gibidir:

- Beton Barajlar
 - Ağırlık Barajları
 - Kemer Barajlar
 - Payandalı Barajlar
 - Silindirle Sıkıştırılmış Beton Barajlar (Şekil 1.9.)
- Dolgu Barajlar
 - Kaya Dolgu Barajlar
 - Geçirimsiz Malzeme + Toprak veya Kaya Dolgu Barajlar (Şekil 1.10.)

1. GİRİŞ



Şekil 1.9. Silindirle Sıkıştırılmış Beton Baraj Erzurum Oltu Sivridere Barajı (Anonim 2021h).



Şekil 1.10. Geçirimsiz Malzeme(Kil) + Kaya Dolgu Baraj Erzurum Tortum Pehlivanlı Barajı (Anonim 2021i).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Uzun yıllardır DSİ Genel Müdürlüğü taşkın debilerinin hesaplanması ve bu veriler kullanılarak gölet, baraj ve taşkın koruma ve sulama yapılarının tasarlanmasında birçok önemli projeyi gerçekleştirmiştir. DSİ projelendirme aşamasından kendinin geliştirdiği taşkın debisi hesap yöntemlerini de kullanmaktadır. DSİ ve taşra birimlerinde yoğun bir şekilde çalışılan ve hesaplanan “proje taşkın debisi” ile ilgili akademik çalışmalar mevcuttur. Aşağıda, ulaşabildiğimiz literatür çalışmaları sunulmuştur.

Ülkemizde bu konuda yapılan ilk çalışmalar Prof. Dr. Tefaruk Haktanır tarafından yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalarda Türkiye akarsularına ait taşkın piklerinin frekans analizleri yapılmış ve yapılan çalışmalara ait sonuçlar kullanılarak “paket program” hazırlanmıştır. Bu çalışmalardan ilki 1982 yılında yapılan “Taşkın frekans analizi için paket program Haktanır (1982)” çalışmasıdır. 1990 yılında yapılan “Türkiye akarsularının taşkın pikleri frekans analizi” çalışmasında ise Türkiye’de ki birçok nehre ait veriler kullanılarak taşkın frekans analizleri yapılmıştır (Haktanır vd 1990). Sonraki yıllarda uygulamada kullanılabilecek bir paket program hazırlanarak, “Güncel modelleri de içeren taşkın frekans analizi için paket program” (Haktanır ve Çapar 1994) isimli çalışma sunulmuştur. Çalışmada Doğu Karadeniz Havzasının tümüne taşkın frekans analizi uygulanmıştır. Havza için uygun dağılım modeli belirlendikten sonra tekerrürlü taşkın debileri (5, 10, 25, 50, 100 ve 500) hesaplanmıştır.

Sönmez vd (2012) yaptıkları çalışma ile İstanbul’ da belirledikleri 8 derenin taşkın debilerini bulmuşlardır. Bu derelere taşkın debisi hesaplama yöntemlerinden Mockus, Kirpich, S.C.S ve Snyder yöntemleri uygulanmıştır. Çıkan sonuçlar kıyaslanarak söz konusu 8 adet derenin taşkın debisi hesaplarında en ideal yöntemi belirleme çalışması yapılmıştır.

Oğuz vd (2015) yaptıkları çalışmada Samsun-Kürtün çayı taşkın debilerini hesaplamışlardır. Taşkın debilerini hesaplarken Sentetik yöntemler olan DSİ sentetik ve Mockus Yöntemi ile frekans analizlerinden Noktasal ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizlerini kullanmışlardır. Söz konusu yöntemler ve frekans analizlerinin sonuçları karşılaştırılarak taşkın hesapları yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Keskiner ve Çetin (2016) yaptıkları çalışmada belirledikleri yağış serilerine plüviyograf katsayılarını da kullanarak frekans analizi uygulamışlardır. Bu yağış serileri 24 saat süreli Osmaniye ve Bahçe meteoroloji gözlem istasyonlarından elde ettikleri maksimum yağış miktarlarıdır. Kolmogorov-Smirnov testini ile uygun olasılık dağılım modelini belirlenmiştir. Çalışması yapılan havzalar ana havza ve iki alt havza olarak ayrılmıştır. Havzaların küçük drenaj sahalarında Mockus ile Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi, büyük drenaj sahalarında ise Sentetik Birim Hidrograf Yöntemi ile taşkın debileri tekerrürlü olarak hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kıyaslanmanın sonucunda verilere istinaden belirlenen taşkın debilerinin benzer parametreler ve havzalar kullanılarak sentetik metodlarla bulunması ve bu metodlardaki sapmaların akım gözlem istasyonu olup gözlenen havza için düzeltme katsayısı ile sapmanın giderilmesi ve söz konusu katsayının ölçümü olmayan diğer havzalara uygulanması makul bulunmuştur.

Lakshmi and Vaidyanathan (2016) yaptıkları çalışmada üç parametrelili gamma dağılımı hakkında detaylı bilgi vererek uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Makaleleri üç boyutlu uzayda kapsamlı bir arama yaparak parametreleri tahmin etmek için maksimum olasılık, aralıkların maksimum çarpımı ve en küçük kareler ilkesine dayanan yeni bir yaklaşım önermektedir. Çalışma kapsamında, önerilen metod dağılım geliştirilen bir program aracılığıyla simüle edilmiş ve gerçek hayat veri kümeleri üzerinde üç parametrelili gamma dağılımı uygulanmıştır.

Sönmez vd (2017) yaptıkları çalışmada Mudurnu Çayı örneğini kullanmışlardır. Bu örnekle üzerinde akım gözlem istasyonu mevcut olmayan derelerde farklı dönüş aralıklı taşkın debilerinin ve farklı yağış akış modellerinin hesaplanmasına çalışmışlardır. İlgili çalışma da literatürde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden farklı dönüş aralıklı taşkın debisi hesaplama yöntemleri ile farklı yağış akış modelleri hesaplama yöntemleri kullanılmıştır ve birbirleri arasında karşılaştırma yapılarak en ideal hesaplama yönteminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışılan alan Sakarya ili Akyazı ilçesi üzerinde çalışılan veri olarak ise bu ilçeye ait yağış verileri kullanılmıştır. Akım ölçümü olmayan nehirlerde farklı yağış akış modellerinin 24 saat süreli yağış tekerrürlerini elde etmek için Log-Pearson dağılımı uygulanmıştır. Dağılım sonucunda bulunan 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıl tekerrürlü taşkın debisi Mockus ve DSİ sentetik yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kumanlıoğlu ve Ersoy (2018) yılında Gediz nehrinin yan kolu olup üzerinde ölçüm için herhangi bir akım gözlem istasyonu bulunmayan Kızıldere deresinin 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl dönüş aralıklı taşkın debilerini hesaplamışlardır. Mockus Yöntemi hesaplama için kullanılmış olan yöntemdir. Üçpınar ve Muradiye meteoroloji gözlem istasyonlarının yağış verilerinden havzayı temsil ettiklerinden ötürü faydalanılmıştır. İstatistiksel testler uygulanarak yağış verilerine uygulanacak en uygun dağılım modeli olarak Log-pearson modeli belirlenmiştir. Mockus yöntemi ve Soil Conservation Service yardımıyla 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 yıl dönüş aralıklı yıllık yağış yükseklerinin maksimum değerleri bulunmuştur. Çalışma neticesinde söz konusu dereye ait belirli dönüş aralıklı taşkın debileri, birim hidrografın havzanın Mockus yönteminden bulunması ile elde edilmiş ve sonuçlar gösterilmiştir.

Dikici ve Aksel (2019) Doğu Akdeniz Havzası üzerinde yaptıkları çalışmada, taşkın pik debilerini MIKE programı (hidrolojik model için kullanılan bir program) ve DSİ sentetik, Snyder, Mockus, Rasyonel yöntemleri ile taşkın frekans analizi yapmışlardır. Sonuç olarak geniş bir havzada çok sayıda gözlem istasyonu yardımıyla havza büyüklüğüne göre en uygun taşkın debisi tahmin yöntemlerini tespit etmişlerdir.

Doğan vd (2019) yaptıkları çalışmada Bartın (Kocairmak) nehir yatağının taşkın kapasitesi belirlenmesi üzerine araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada Bartın Nehri'nin 38 yıllık akım verilerine dayanarak gelmesi muhtemel taşkın debileri Normal, Gumbel, Log Normal ve Pearson olasılık dağılım fonksiyonları kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan taşkın debilerine istinaden nehir yatağına ait su seviyelerini gösterir en kesitler çizilmiştir. 9 adet çizilen bu en kesitlerin gelebilecek taşkınları taşıma kapasiteleri incelenmiş ve sonuç olarak Bartın Nehir yatağının istatistiksel yöntemlerle hesaplanan gelmesi muhtemel debileri taşıyamayacağı tespit edilmiştir.

Koyunoğlu (2020) yılında yapmış olduğu tez çalışmasında Batı ve Doğu Karadeniz havzalarında bulunan akarsuların ölçülen maksimum ve ortalama akımları için en ideal olasılık dağılım modelini belirlemeye çalışmıştır. Söz konusu havzalarda bulunan 18 adet akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama ve yıllık maksimum verilerine 10 farklı olasılık dağılım fonksiyonu uydurulmuştur. Veri setlerine olasılık dağılım modellerini uydurduktan sonra en doğru dağılım modelini tespit etmek için Kolmogorov-Smirnov,

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Anderson-Darling, Cramer-Von Mises (CvM) testleri ile Bayesian Bilgi Kriteri, Bayesian Bilgi Kriteri testlerini kullanmıştır. Dağılım modellerinden en uygunu bulunup kullanıldıktan sonra sırasıyla 10,20,50,100 ve 200 yıllık tekerrürlü debiler hesaplanmıştır. Ayrıca bu akım değerlerinin üst ve alt limitleri % 95 güven aralığında hesap edilmiştir. Çıkan sonuçların, çalışması yapılan havzalarda yapılması olası su yapılarının tasarımında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmüş ve ileriye dönük planlanma aşamalarına yardımcı olacağı vurgulanmıştır.

Demir ve Keskin (2022) Samsun-Mert Irmağı üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada taşkın tekerrür debileri birim hidrograf yöntemleri kullanılarak bulunmuş ve taşkın salınımları haritalandırılmıştır. DSİ Sentetik, Synder ve Mockus yöntemleri (yağış-akış modellemesine dayalı yöntemler) taşkın tekerrür hidrograflarının belirlenmesinde uygulanmıştır. Yöntemler uygulanırken Mert Irmağı havzasını temsilen, havzayı kapsayan Mazlumoğlu, Samsun ve Çakıralan meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılmıştır. En uygun dağılım istatistikleri, maksimum yağış verilerinden elde edilmiştir. Log-Normal, Pearson, Normal dağılım, Gumbel ve Log-Pearson istatistiksel dağılımları uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov uygunluk testi ile en uygun dağılım belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, su yükseklikleri ve taşkın yayılım alanları farklı tekerrürlerde incelenerek, ırmak üzerinde yer alan köprüler ve yapılaşmanın olduğu bölgeler için önerilerde bulunulmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı Tanıtımı ve Özeti

Çalışma kapsamında elde edilen tasarım debilerinin kıyaslamasının yapılmasında Erzurum Uzundere Göleti planlama raporu (Anonim 2014) kullanılmıştır. Aşağıda sunulan veriler ve bilgiler ilgili rapordan alınmıştır.

Projenin Tanıtımı

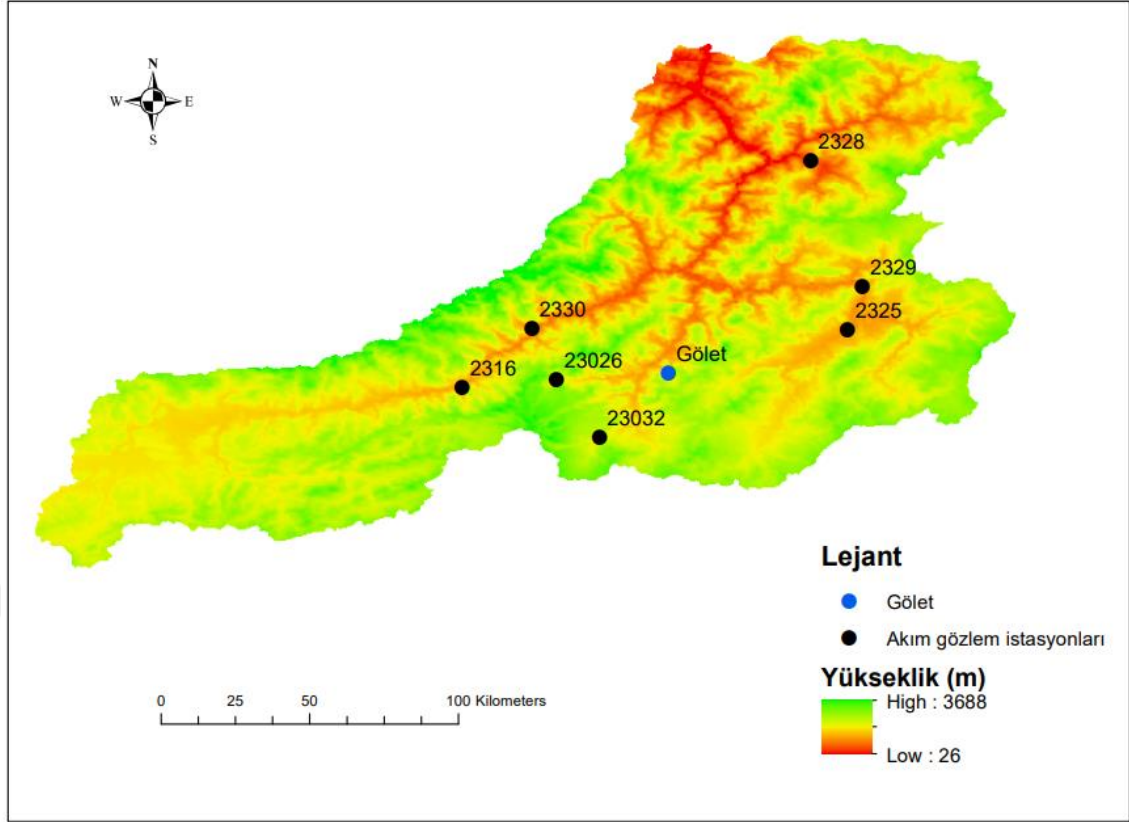
Bölge Müdürlüğü	: DSİ 8. Bölge Müdürlüğü
Şube Müdürlüğü	: Etüt Planlama ve Tahsisler Şube Müdürlüğü
İli	: Erzurum
İlçesi	: Uzundere
Program Yılı	: 2013

Projenin Amacı

Erzurum-Uzundere Göleti ve sulaması için proje sahasındaki ihtiyaçlar ve imkanlar göz önünde tutularak, Uzun deresi su potansiyelinin seçilen rezervuarda depolanması ile Uzundere ilçesine ait brüt 141 hektar, arazinin basınçlı borulu sulama sistemi ile sulanması için planlanmaktadır. İnşa edilecek olan göletin aktif hacmi 0,259 hm³, gölet yüksekliği 40,00 m olarak belirlenmiştir. Bu durumda 141 ha (brüt), 127 ha (net) saha sulanabilecektir.

Projenin Yeri

Proje yeri, Erzurum ilinin Uzundere ilçesi yakınlarında Uzun Deresi üzerindedir. Gölet projesi ile Uzundere ilçesine ait arazilerinin bir kısmının sulanması amaçlanmaktadır. Gölet eksen yeri, Uzundere ilçesi yakınında olduğundan, adını bu ilçeden almaktadır.



Şekil 3.1. Akım Gözlem İstasyonları ve Gölet Konumu

Topoğrafya

Proje alanı güneyde; Boğa tepe, Kışla tepe kuzeyde; Nalçabaşı dağı, Karakaya sırtları doğuda; Tav dağı, batıda; Andinik tepe güneydoğuda; Kızıltepe sırtları, Yıkıksilin sırtları ve güneybatıda; Vihik kapımahallesi ile çevrilidir. Proje alanı topoğrafyası genellikle normal eğimli ve düzdür.

Genel eğim güneydoğudan Tortum çayına kadar kuzeybatı istikametinde olmakla birlikte, daha sonra Tortum çayı yatağı yönünde kuzeydoğuya doğru devam etmektedir. Etüt alanının içinden Uzundere deresi geçmektedir.

İklim

Proje alanı Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alması nedeniyle Doğu Anadolu Karasal ikliminin karakteristik özelliklerini göstermektedir. Bu iklim tipi, kış mevsimi oldukça soğuk ve uzun, yazın serin geçmektedir. Doğal bitki örtüsü, yüksek rakım etkisi ile çayırlardan ve bunların çevresindeki yüksek kesimlerde ormanlardan oluşur.

3.2. Çalışma Alanına Ait Hidrolojik Veriler

Çalışma kapsamında Çizelge 3.1'de verilen akım gözlem istasyonları kullanılmış olup ilgili veriler DSİ Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir. Toplamda 7 adet akım gözlem istasyonu kullanılmıştır. Tüm bu istasyonlar Çoruh havzası içinde bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Bu veri setlerindeki değerler akım gözlem istasyonunda ölçülen yıllık anlık maksimum debi değerleridir. Yıllık ölçümde anlık maksimum debinin kullanılma sebebi söz konusu mahalde inşa edilecek su yapısı için güvenli tarafta kalınması zaruretidir.

Çizelge 3.1. Akım gözlem istasyonu verileri (m³/s)

İrmak	BÜYÜK ÇAY	TEPE D.	ÇORUH SUYU	OLTU S.	ARDANUÇ D.	OLTU S.	ÇAMLIKAYA D.
Adı	Uzunkavak	Yellitepe	Mescitli	Aş. Kumlu	Ferhathı	Coşkunlar	Çamlıkaya D.
No-kur	23-026 DSİ	23-32 DSİ	23-16 EİE	2325 EİE	2328 EİE	2329 EİE	2330 EİE
A	110,1 km ²	153,5 km ²	481.2 km ²	1.762,0 km ²	546,8 km ²	3.538,8 km ²	113,6 km ²
Kot	1.850 m	1.740 m	1.805 m	1.150 m	370 m	1.004 m	995 m
Yıl							
1966			28,00				
1967			25,00				
1968			63,00				
1969			32,00				
1970			23,00				
1971			20,00				
1972			21,00				
1973			21,00				
1974			21,00	94,50			
1975			27,00	130,00			
1976			27,00	146,00			

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Çizelge 3.1. Akım gözlem istasyonu verileri (m³/s) (devam)

İrmak	BÜYÜK ÇAY	TEPE D.	ÇORUH SUYU	OLTU S.	ARDANUÇ D.	OLTU S.	ÇAMLIKAYA D.
Adı	Uzunkavak	Yellitepe	Mescitli	Aş. Kumlu	Ferhatlı	Coşkunlar	Çamlıkaya D.
No-kur	23-026 DSİ	23-32 DSİ	23-16 EİE	2325 EİE	2328 EİE	2329 EİE	2330 EİE
A	110,1 km²	153,5 km²	481,2 km²	1.762,0 km²	546,8 km²	3.538,8 km²	113,6 km²
Kot	1.850 m	1.740 m	1.805 m	1.150 m	370 m	1.004 m	995 m
Yıl							
1977			29,00	157,00			
1978			31,00	140,00			
1979			25,00	134,00			
1980	22,00		68,00	148,00			
1981	14,00		22,00	27,70			
1982	10,00		36,00	31,20		104,00	
1983	10,00		13,00	37,30		70,60	
1984	16,00		41,00	162,00		303,00	
1985	13,00		32,00	69,10		174,00	
1986	10,00		29,00	45,10		149,00	
1987	16,00	11,50	56,00	196,00		250,00	16,50
1988	16,00	4,60	56,00	60,50	44,00	140,00	30,90
1989	13,50	17,50	27,00	61,60	49,20	123,00	8,45
1990	21,00	30,00	46,40	89,20	53,00	227,00	11,30
1991	15,30	53,50	28,70	113,00	31,80	197,00	54,40
1992	18,60	16,10	44,50	87,70	40,50	152,00	15,40
1993	20,30	21,30	44,00	117,00	59,50	255,00	17,80
1994	9,72	9,88	19,70	39,60	30,50	72,20	16,50
1995	16,30	16,40	23,00	50,10	33,80	96,00	21,90
1996	28,80	16,60	29,00	60,50	29,80	141,00	17,60
1997	15,50	23,40	33,75	126,00	73,80	139,00	9,85
1998	20,70	31,00	25,09	64,00	37,50	200,00	14,20
1999	17,20	7,48	33,60	26,00	32,00	76,70	10,60
2000	6,90	6,76	24,50	20,10	59,40	131,00	7,00
2001	11,70	15,50	29,00	36,90	26,00	80,80	8,80
2002	8,20	17,40	20,30	44,30	34,70	115,00	11,40
2003	17,00	12,90	24,70	24,70	23,70	92,00	27,00
2004	15,40	17,80	24,70	125,00	53,00	285,00	24,30
2005	12,50	23,40	43,00	141,00	52,90	380,00	17,50
2006	13,20	17,00	41,10	66,20	25,10	254,00	15,90
2007	45,90	40,00		106,00	74,50	333,00	17,70
2008	16,10	21,30		31,30	49,50	101,00	7,80
2009	34,90	12,40		70,50	22,30	185,00	15,40
2010	24,50	6,29		62,00	29,10	246,00	20,30
2011	16,70	22,90		61,60		179,00	11,20
2012	14,30	7,03				161,00	
2013	12,40	6,21				96,70	
2014	18,80	7,04				133,00	
2015	11,90	12,30				156,00	

3.3. Çalışmada Kullanılan İstatistiksel Analizler

Herhangi bir seride rastgele seçilen bir değişkenin aldığı değerlerin hepsine (geçmiş veya gelecekteki) o değişkenin toplumu denmektedir. Yıllık anlık maksimum debiler gibi değişken karakterli verilerin tümünü elde edip yorum yapmak her zaman mümkün olmamaktadır. Ancak tahmin edilip belli özelliklerini gösteren sayılar kullanılır. Herhangi bir veri setinin belirli özelliklerini gösteren değişkenlere parametre adı verilir. Bundan hareketle seri özelliklerini bulmak ve dağılımların özelliklerini belirlemek için istatistiksel formüller kullanılır. Çalışmalarda kullanılan bazı istatistiksel kavramlar aşağıda sırayla açıklanmıştır (Yılmaz 2019).

- **Aritmetik ortalama**

Verilerin toplamının toplam değişken sayısına bölünmesi ile bulunur. Rastgele alınan bir verilerin aldığı değerler bu merkez değer civarında kümelenir. Değerin;

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

formülü vardır. Burada n eldeki veri adedini belirtir.

- **Ortanca değer (medyan)**

Medyan bir anakütle ya da örnekleri verilen veri serisinin küçükten büyüğe doğru sıraladığımızda, seriyi ortadan ikiye ayıran değere denir. İlgili veriyi hesaplayabilmek için seriler sıralanır. Sıralama küçükten büyüğe ya da büyükten küçüğe yapılır. Örneklemeye yapılırsa;

1, 3, 4, 5, 7, 8, 13 dizisinin medyanı 4. sıradaki eleman olan 5'tir. 2, 4, 6, 8 dizisinin medyan pozisyonu 2,5'tir. Bu durumda 2. ve 3. elemanların aritmetik ortalaması yani $(4+6)/2=5$ medyan değeridir.

- **Çarpıklık parametresi**

C_s çarpıklık katsayısı ile değişken dağılımın ortalamasının etrafındaki simetrisinin ölçüsü bulunur.

$$C_s = \frac{\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (3.2)$$

Buradaki μ_x^3 ortalama etrafındaki moment σ_x^3 ise standart sapma olarak ifade edilmektedir. C_s katsayısı boyutsuzdur ve 0'a göre aldığı değer dağılımın simetriklik özelliği hakkında bilgi verir. Değer 0 ise dağılım simetrik, 0'dan büyük ise dağılım sağa ve 0'dan küçük ise dağılım sola çarpıktır. Boyutsuz C_s katsayısının istatistiksel değeri ise;

$$C_s = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\sigma_x^3} \quad (3.3)$$

ile bulunur.

- **Varyans**

Varyans, bir veri setinin nasıl dağıldığının ölçüsüdür. Bir değişken, bir olasılık dağılımı veya örneklem için istatistiksel yayılımın, mümkün bütün değerlerin beklenen değer veya ortalamadan uzaklıklarının karelerinin ortalaması şeklinde bulunan bir ölçüdür. Varyans bir veri setinde değerlerin yaygınlığının ölçü ve derecesini tanımlar birimi ise değişken biriminin karesi olarak ifade edilir. Standart sapma ise varyansın kareköküdür. Yorumlama açısından standart sapma daha kullanışlı bir istatistiksel ölçüdür.

Aritmetik değer vermediği ortalama etrafındaki dağılım hakkında bilgiyi varyans verir ve bu dağılımı hesaplamak için kullanılan bir istatistik parametresidir.

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.4)$$

Burada, \bar{x} zaman serisinin ortalama değeri, x_i : 1.....n' e kadar zaman serisinin değerleridir.

- **Standart sapma**

Varyansın kareköküne standart sapma denilir ve daha kullanışlı bir istatistiksel elemandır. Bir serideki sayıların, serinin aritmetik ortalamasından farklarının karelerinin toplamının dizinin eleman sayısının bir eksiğine bölümünün karekökü alınarak standart sapma hesaplanır. Standart sapma ile verilerin ne kadarının ortalamaya yakın olduğunu buluruz. Eğer standart sapma küçükse veriler ortalamaya yakın yerlerde dağılmışlardır. Bunun tersi olarak standart sapma büyükse veriler ortalamadan uzak yerlerde dağılmışlardır. Bütün değerler aynı olursa standart sapma sıfır olur.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.5)$$

x_i : Veri dizinin x. elemanı

\bar{x} : Veri dizisindeki sayıların aritmetik ortalaması

N : Veri dizisinin eleman sayısı

σ : Standart sapma

3.3.1. Homojenlik testleri

Çoğu uzun dönem iklimsel kayıt serisi birçok iklimsel olmayan insan kaynaklı müdahaleden etkilenmekte ve bu sebeple kayıtlar iklimsel değişiklikleri yansıtmada özelliklerini kaybetmektedirler. Bir iklimsel zaman serisinin homojen olabilmesi için çevresindeki lokal faktörlerin değişmeden kalabilmesi gerekmektedir. Görsel inceleme ya da istatistiksel incelemeler ile bazı sistematik değişiklikler tespit edilebilir ki bu durum

zaman serisinin homojen olmadığı anlamına gelmektedir. Örnek olarak bir zaman serisinde görülen ortalama da ani değişiklik (sıçrama gibi) çoğunlukla istasyonun yerinin değiştirildiği anlamına gelebilir. Bir başka homojenlik bozucu unsurda istasyonun çevresindeki şehirleşmenin zaman içerisinde gösterdiği tedrici gelişmedir. Eğer bir iklimsel zaman serisi homojen ise kayıtlardan gözlenen bütün değişik davranışlar (değişkenler) doğaldır ve esasta iklimsel sebeplere dayalıdır (Tosunoğlu 2014).

Eldeki istasyonun tarihçesi hakkında yeterli bilgi varsa, o istasyon için rapor edilmiş bir yer değişikliği ya da gözlem tekniği değişikliğinin olup olmadığını incelemek suretiyle kayıtların homojenliği hakkında “doğrudan” bir değerlendirme yapmak mümkündür. Eğer böyle bir durum varsa oluşan sistematik değişiklikleri düzeltmek yoluna gidilebilir. Yeterli istasyon tarihçesinin yokluğunda “dolaylı” homojenlik kontrolü yapmak yoluna gidilir. Esasen en etkili yolun doğrudan ve dolaylı kontrollerin bir arada yapılması olduğu söylenebilir. Dolaylı homojenlik testleri başlıca iki gruba ayrılır: Mutlak testler ve Göreceli testler. Mutlak testler tek bir istasyona ait kayıtların incelenmesine dayanırken göreceli testler homojen olduğu kabul edilen komşu istasyonlara ait verilerin de kullanılması esasına dayanır. Çalışmada seçilen 7 adet akım gözlem istasyonu yıllık anlık maksimum debi değerlerinin homojenliklerinin tespitinde literatürde yaygın kullanılan testlerden Pettitt Testi, Buishand Testi ve Standart Normal Homojenlik Testi (SNHT) kullanılacaktır. Kahya (2006) çalışmasında belirttiği üzere H_0 (sıfır hipotezi) ve alternatif olarak H_1 ‘e göre değerlendirme yapılacaktır. Kullanılacak 3 testte de YAMA değerlerinin aynı dağılıma sahip olduğu H_0 hipotezinde alternatif olarak kayma olduğu kabul edilirse de H_1 göz önüne alınacaktır. Bu testler aynı zamanda lokasyon özellikli testler olarak da bilinirler. Çünkü ortalamada meydana gelen kaymanın gerçekleştiği yılı işaret ederler. Bu testlere ait matematiksel detaylar aşağıda verilmiştir.

Standart normal homojenlik testi (SNHT)

$Y_i = 1, \dots, n$ formülüne göre eldeki n yıllık zaman serisini verilerini göstermektedir. Söz konusu serinin ilk yılı “ k ” olmakla birlikte bunun ortalaması ile son “ $n-k$ ” yılının ortalamasının karşılaştırılması için “ $T(k)$ ” istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$T(k) = k\bar{z}_1^2 + (n - k)\bar{z}_2^2 \quad (k = 1, \dots, \dots, n) \quad (3.6)$$

(3.6) görülen z_1 ve z_2 aşağıdaki formüllerle belirlenir.

$$z_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})/s \quad z_2 = \frac{1}{n - k} \cdot \sum_{i=k+1}^n (Y_i - \bar{Y})/s \quad (3.7)$$

serinin standart sapmasını “s” notasyonu, serinin ortalamasını ise “ \bar{Y} ” göstermektedir. İncelenen zaman serilerinde eğer K yılında başlayan bir kırılma varsa ki bu kırılma ilt ortalamasının kırılmasından bahsedilmekte olup K yılı yakınlarında maksimum olan T(k)istatistiği bulunur. t_0 değeri kesin test istatistiğidir. Bu istatistiklerden maksimum olanı tercih edilir Nihai test istatistiği olan T(k) değerlerinin maksimum olanı seçilir. Tüm Y_i değerlerinin aynı bir dağılımdan geldiği şeklindeki sıfır hipotezi t_0 değerinin belirli bir limit değerinin üstüne çıkması durumunda kabul edilmez ve zaman serisinin homojen olmadığı sonucuna ulaşılır. Limit değer örnek büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. SNHT kayıtların başlangıç ya da bitiş tarihlerine yakın yıllarda oluşan kırılmalara karşı hassastır (Kahya vd 2006).

Pettitt testi

Pettitt (1979) tarafından ilerletilen parametrik olmayan bir test türüdür. Pettitt testi bir zaman serisindeki değişim noktasını tespit edebilmektedir. Y_i her bir yıl için gözlenen değerler olup;

Y_i (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) değerleri r_1, r_2, \dots, r_n olarak sıralanır. X_k test istatistiği olarak nitelendirilir ve denklem (3.8)’ den bulunur:

$$\chi_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(n + 1) \quad (k = 1, \dots, \dots, n) \quad (3.8)$$

Test istatistiği olan X_k mutlak olarak en büyük değerini; zaman serisinde “E” yılında bir değişim meydana gelmişse alır. X_k mutlak olarak maksimum değeri grafikten de bulunabilir.

$$x_E = maks_{1 \leq k \leq n} |x_k| \quad (3.9)$$

Buishand testi

Kullanılacak testlerden olan Buishand testinde test istatistiği Q olup denklem (3.10)’dan hesaplanabilir.

$$s_0^* = 0 \quad s_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad (k = 1, \dots, \dots, n) \quad (3.10)$$

Zaman serisinin kısmi toplamı formülde S_k^* ile gösterilmektedir. Testi yapılan zaman serisinin ortalamasında eğer anlamlı bir değişiklik yoksa Y_i ve \bar{Y} arasındaki fark sıfır etrafında değişim göstererek kümelenecektir. Söz konusu bu değişim R katsayısının hesap edilmesine bağlı olup katsayı hesabı denklem (3.11) ile yapılır.

$$R = (\max S_k^* - \min S_k^*)/s \quad 0 \leq k \leq n \quad (3.11)$$

R katsayısı bulunduktan sonra Buishand homojenlik testi test istatistiği değeri (Q) R/n işlemiyle bulunur ve kritik tablo değeriyle kıyaslanır. Hesabı yapılan test istatistiği değeri eğer tablo değerinden büyük ise testi yapılan zaman serisinin homojen olmadığı sonucuna varılır. Buishand testide Pettit testinde olduğu gibi çalışılan zaman serisi verilerinin orta yıllarında oluşmuş kırılmalara karşı daha duyarlıdır. Bu üç testin dışında the Von Neuman, Bayesian, Tukey, Link-Wallace, Dunnet, Barlett ve Harley hidro-meteorolojik zaman serilerinin homojenlik analizlerinde kullanılmaktadırlar (Deepesh and Madan 2012).

3.3.2. İçsel bağımlılık analizleri

İçsel bağımlılık ya da bir diğer adıyla oto korelasyon hidrolojik verilen analizinde karşılaşılan en büyük sorunlardan birisidir. Akım gözlem istasyonları için yorumlamak gerekirse bulunan değerlerin ardışıklık durumunu ortaya çıkarıp birbirlerini etkilemesi olarak nitelendirilebilir.

Bir akım gözlem istasyonu (AGİ) serisinde içsel bağımlılık varsa incelenen seride artan ya da azalan bir eğilim bulunmadığı halde hesaplamalar neticesinde bir eğilim varlığından söz edilebilir. Bir başka ifadeyle, verilerdeki içsel bağımlılık yapılacak trend analizi sonuçlarını doğrudan etkileyebilir. Bu sebeple verilere oto korelasyon analizlerinin yapılması oldukça önemlidir.

Oto korelasyon analizi herhangi bir serinin içsel bağımlılığını belirlemek için kullanılır. Zaman aralıklı oto korelasyon katsayısı k ile gösterilir, Bayazit (1996)'ın verdiği formül ile hesaplanabilir. Oto korelasyon katsayısı, bir zaman serisinde ardışık değerler arasındaki bağımlılığın ölçüsüdür.

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} [(x_i - \bar{x})(X_{i+k} - \bar{x})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.12)$$

n : veri uzunluğu

x_i : seri değerleri

\bar{x} : serinin ortalaması

k : öteleme sayısı 1 olarak alınabilir.

Belirli bir anlamlılık düzeyinde, daha önceden hesaplanan 1 aralıklı oto korelasyon sayısının anlamlılığı aşağıdaki gibi sıralanır: (Douglas et al. 2000)

$$|r_1| > \frac{z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}} \quad (3.13)$$

n : veri sayısı

$Z_{\alpha/2}$ = normal dağılımın kritik değeri (seçilen α anlamlılık düzeyine karşılık gelen)

3.13'de de ifade edildiği gibi ise seride içsel bağımlılık vardır ve etkisi giderilmelidir. Oto korelasyon tespitinde $\alpha=0,05$ alınmaktadır. Veri setlerindeki oto korelasyonu gidermek için farklı araştırmacılar birçok yaklaşım önermişlerdir. Bunlardan en yaygın olanı Von Storch and Navarra (1995) tarafından önerilendir. Bu yaklaşımda, zaman serisine ön arındırma (pre-whitening) uygulaması yapılmaktadır.

3.3.3. Trend testleri (Mann-Kendall testi)

Mann-Kendall (MK) test, Kendall (1975) ve Mann (1945) tarafından geliştirilen, zaman serilerinden bağımsız olan değişkenlerin hidro-meteorolojik analizinde trendi bulmak için kullanılan parametrik olmayan bir test türüdür. Zamanla sıralanmış ardışık verilerin dağılımının benzerlik göstermemesi ve trendin olmaması H_1 hipotezine göre açıklanır. Serinin değerleri benzer ve bağımsız dağılmış olma durumları ise H_0 hipotezidir. Zaman serilerine Mann-Kendall testinin uygulanması aşağıda anlatıldığı gibidir.

İlk olarak $i = 1, 2, \dots, n-1$ 'e kadar x_i ve $j = i+1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış x_j veri setleri oluşturulur. Signum fonksiyonu x_j serisi ve x_i serisi yardımıyla denklem (3.14)'de gösterildiği gibi hesaplanır. Mann Kendall test istatistiği (S) denklem (3.15)'de kullanılarak hesaplanır. (3.15)'e göre tespit edilen pozitif ve negatif değerlerin toplamı Test istatistiği (S) değeri:

$$\text{sgn}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1; & \text{Eğer } x_j > x_i \\ 0; & \text{Eğer } x_j = x_i \\ -1; & \text{Eğer } x_j < x_i \end{cases} \quad (3.14)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (x_j - x_i) \quad (3.15)$$

Zaman serisindeki veri adedi 10'dan fazla olup verilerin normal dağıldığına varsayım yapılarak denklem (3.16)'da ki gibi varyans hesaplanır.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^k t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3.16)$$

Denklemden;

k: Serinin bağlı gruplarının sayısı

t_i : İncelenen alt kümelerdeki sayısal değeri eşit olan eleman sayısı

n: Serinin veri uzunluğudur.

Mann-Kendall test istatistiğinin z değeri denklem (3.17)'a göre hesaplanır.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & ; \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & ; \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (3.17)$$

Mutlak z değeri Denklem (3.16)'da hesaplanmıştır. Hesaplanan z değeri α anlam seviyesinde belirlenen z değerinden küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir ve zaman serisinde anlamlı bir trend olmadığı söylenir. Aksi durumda ise zaman serisinde anlamlı bir trend vardır ve H_0 hipotezi reddedildiği belirtilir. Ayrıca test istatistik değeri olan (S) negatif ise azalan trend pozitif ise artan trendin olduğu belirlenmiştir (Yu et al. 1993).

3.3.4. Olasılık dağılım modelleri

Olasılık dağılım modelleri; seçilen akım gözlem veri setinde belirli tekerrür sürelerinde meydana gelebilecek bir olayın tamamının tahmin edilebilmesinde ya da seçilen bir değişkene ait belirli büyüklükteki olayın gelecekte meydana gelme olasılığının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Buradan hareketle dağılım modelleri gözlem süresinden daha uzun yıllara karşılık gelen tekerrür aralıklarına göre tahminlerde

bulunmak için kullanışlıdır (Bayazıt 1999). Çeşitli olasılık dağılımları denenerek uygulanacak modeller belirlenir. Bunun sonrasında zaman serisi verilene uygulanan dağılım ve yapılan tahminlerin doğru olup olmadığı araştırılarak bulunmalıdır (Anlı 2006).

Normal dağılım (NORM)

Hidrolojide veya diğer birçok alanda üzerinde çalışması yapılan verilerin normal dağılıma uyum sağladığı bilinerek çalışma yapılmaktadır. Bahsedilen bu bilinirlik merkez limit teoremi ile açıklanmaktadır. İlgili teoreme göre (X) rastgele bir değişken olup belirli n adet bağımsız değişkenin toplamı şeklinde oluşuyorsa (bağımsız değişken sayısı olan) n arttıkça X' e bağlı esas değişkenlerin dağılımı ne olursa olsun normal dağılıma git gide yaklaşır. Yapılan uygulamada n değeri 10 kabul edilebilerek X normal seçilen rastgele değişkenin olasılık dağılım fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad (-\infty \leq x \leq \infty) \quad (3.18)$$

Yer parametresi (dağılımın ortalaması) μ_x , ölçek parametresi (standart sapması) σ_x ' dir. ($\sigma > 0$) Normal dağılımın çarpıklık katsayısı sıfır, sivrilik parametresi (kurtosis) değeri 3 olup simetriktir. μ_x ve σ_x dağılımın hem iki momenti hem de parametreleridir.

Eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f.) normal dağılımda çözümsel olarak bulunamaz. Sayısal integrasyon yöntemiyle bu çizelge haline dönüştürülmüştür. Çizelgenin de tek tip olarak oluşturulabilmesi için rastgele seçilen değişken, z (standart değişken) haline getirilmiştir.

$$z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (3.19)$$

Ortalaması 0 olup boyutsuz olan standart değişkenin standart sapması 1'dir (Maidment 1992). Denklem (3.18)'de değişkenin normal dağılmış şekilde alacağı

değerler gösterilmiştir. Normal dağılımın sadece pozitif değerler alıyor olması (mühendislikte veya herhangi kullanılan başka bir alanda) istatistiksel anlamda doğru olmadığı düşünülse de normal dağılmış bir değişkenin ortalamadan uzak bir değer alma ihtimali düşüktür ve büyük bir problem oluşturmaz (Beyazıt ve Oğuz 1998).

Lognormal dağılım (LN2)

LN2, özellikleri biliniyor basit ve kullanışlı olan normal dağılımın uymadığı serilerin uygun bir dönüşümle normal dağılıma benzetilmesinde çok kullanılır. Bu dağılım logaritmik dönüşüm yapılarak hesaplanır.

Logaritmik dönüşümün X rastgele değişkenine uygulanması:

$$Y = \ln X \quad (3.20)$$

X değişkeninin dağılımı Denklem (3.20)'de gösterilen logaritmik dönüşüm uygulandığında lognormal olur ancak buradaki şart Y değişkeninin dağılımının normal olması gerekmektedir. Buradan hareketle X' in olasılık yoğunluk fonksiyonu denklem (3.21)'de verilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_y^2}(\log x - \mu_y)^2\right] \quad (3.21)$$

Ölçek parametresi σ_y ($\sigma_y > 0$) ve şekil parametresi μ_y ($\mu_y > 0$). Bu dağılımda pozitif çarpıklık olduğu ve rastgele değişkenlerin yalnızca pozitif değerler almasından dolayı lognormal dağılım uygulamada karşılaşılan birden fazla değişkene oldukça iyi uymaktadır (Bayazıt 1981; Bayazıt vd 1994).

Pearson tip III dağılımı (P3)

P3 dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} (x - x_0)^{\alpha-1} e^{-(x-x_0)/\beta} \quad x \geq x_0 \quad (3.22)$$

Maksimum olabilirlik metodu P3 dağılımının parametre tahmini için kullanılabilir. Aşağıdaki eşitlikler kullanılarak parametrelere ulaşılır.

$$\frac{1}{\beta^2} \sum_{i=1}^N (x_i - x_0) - \frac{N\alpha}{\beta} = 0 \quad (3.23)$$

$$-N \frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} + \sum_{i=1}^N \ln(x_i - x_0) - N \ln \beta = 0 \quad (3.24)$$

$$\frac{N}{\beta} - (\alpha - 1) \sum_{i=1}^N \frac{1}{(x_i - x_0)} = 0 \quad (3.25)$$

İki parametrelili gamma dağılımı (GAM)

İki parametrelili Gamma pozitif çarpık bir dağılım olmakla birlikte değişkenleri sadece pozitif değer almaktadır. Hem bu çarpıklığından hem de değişkenleri yalnızca pozitif değer aldığından ötürü lognormal dağılıma benzerlik gösteren bir dağılım türüdür.

$$f(x) = \frac{x^{k-1}}{a^k \Gamma(k)} \exp\left[-\frac{x}{a}\right] \quad (3.26)$$

a ölçek parametresi ($a > 0$), k şekil parametresidir. ($k > 0$)

Cs'nin çeşitli değerleri için belirlenen eşik noktalarının aşılma ihtimallerine karşılık değerleri gösteren tablo Pearson Tip III dağılım tablosudur. İki parametrelili gamma dağılımını kullanmak için bu tablodan faydalanılır. Söz konusu frekans faktörü (3.20) ile hesaplanabilir (Bayazıt 1981; Bayazıt vd 1994).

$$K_T = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (3.27)$$

Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı (GEV)

Gumbel dağılımının birinci ikinci ve üçüncü durumlarını kapsayan genelleştirilmiş matematiksel bir ifade şekline GEV dağılımı denilmektedir (Maidment 1993a; Maidment 1993b).

Dağılımın (GEV) olasılık dağılım fonksiyonu denklem (3.28) gibidir.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp[-(1 + kz)^{-1/k}] (1 + kz)^{-1-1/k} \quad (3.28)$$

$$z = \frac{x - \xi}{\alpha} \quad (3.29)$$

α ölçek parametresi ($\alpha > 0$), k dağılımın şeklini belirleyen parametre, ξ ise yer parametresidir. GEV dağılımında $k=0$ değerini alırsa dağılım Gumbel dağılımına dönüşür. GEV dağılımının da $|k| < 0,3$ olma durumunda dağılımın genel şeklinin Gumbel dağılımına benzer. Dağılım $K > 0$ olduğunda $\xi + \alpha / k$ ile gösterilem üst sınıra sahiptir ve Weibull (ekstrem Değer Tip 3) dağılımına benzerlik gösterir (Abdollahzadeh moradı 2012).

Weibull dağılımı (WBL)

Hidrolojide düşük akımların analizinde weibull dağılımı tercih edilmektedir. Bu dağılım 1951 yılında Waloddi Weibull tarafından makinelerin yaşam sürelerini tahmin etmek amacıyla üzerine çalışılmış bir dağılımdır.

Weibull dağılımı genel yapısı itibari ile oldukça elastiktir. Bu özelliğinden ötürü parametrele seçimleri doğru yapılırsa diğer dağılımlara çok kolay benzerlik gösterir. Çoğunlukla düşük akımların analizlerinde kullanılmakla birlikte bu akımlara ait dağılım

fonksiyonları tam manasıyla bilinmediği için uygulamada, kullanıma uygun fonksiyonel bir dağılım olarak öne çıkar. Örnek dizisinden tahmin edilerek dağılımın parametreleri seçilir (Kite 1977).

$$f(x) = \frac{k}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k \right] \quad (3.30)$$

α ölçek parametresi ($\alpha > 0$), k ise şekil parametresi ($k > 0$) ve olarak belirtilir.

Gumbel dağılımı (GUM)

Gumbel dağılımı da ekstrem değerli dağılımlardan biridir. Bu dağılımın kullanıldığı alanlar genellikle taşkın debileri, en yüksek rüzgar hızları tespiti ve deprem şiddetlerinin ölçümüdür (Maidment 1993a; Maidment 1993b). Gumbel dağılımının olasılık fonksiyonu denklemi (3.31)'de gösterilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp \left[-\frac{(x - \mu)}{\sigma} - \exp \left(-\frac{(x - \mu)}{\sigma} \right) \right] \quad (3.31)$$

σ standart sapma (ölçek parametresi) ($\sigma > 0$), ve μ ortalama (yer parametresi) olarak belirtilmiştir.

Lojistik dağılım (LOGİS)

LOGİS dağılım modelinin olasılık fonksiyonu denklem (3.32)'de gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \left[1 + \exp \left(\frac{x - \xi}{\alpha} \right) \right]^{-2} \quad (3.32)$$

Lojistik dağılım fonksiyonunun α ölçek parametresi ($\alpha > 0$) ve ξ yer parametresi olarak belirtilmiştir.

Log-Lojistik dağılım (LLOGİS)

Yapısı iki parametrelili olup Log-lojistik dağılımının Weibull dağılımına alternatif bir yapıda vardır. Log-Lojistik dağılım modelinin olasılık fonksiyonu denklem (3.33)'de gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{k}{x} \left(\frac{x}{a}\right)^k \left[1 + \left(\frac{x}{a}\right)^k\right]^{-2} \quad (3.33)$$

Fonksiyonda; a ölçek parametresi ($\alpha > 0$), k ise şekil parametresi olarak belirtilmiştir.

Gamma3 dağılımı (GAMMA3)

Gamma3 dağılımı üç parametrelili gamma olarak adlandırılmaktadır. Fonksiyon denklemi aşağıda verilen dağılımda α şekil parametresini, β ölçek parametresini ve μ yer parametresini ifade etmektedir. Bu dağılım hidroloji ve finans alanındaki uygulamalarda hayati önem taşıyan bir dağılımdır. Johnson et al. (1994) ve Van Lakshmi and Vaidyanathan (2016) bu dağılımla ilgili detay bilgileri içeren çalışmalar yapmışlardır.

$$f(x, a, \beta, \mu) = p(X < x) = \frac{1}{\Gamma_a} \gamma \left(a, \left(\frac{x-\mu}{\beta} \right) \right) \quad (3.34)$$

Üç parametrelili lognormal dağılım (LN3)

LN3 dağılımın, LN2 (İki parametrelili lognormal dağılım)'den farkı alt sınırını tanımlayan üçüncü bir parametresinin olmasıdır. Üç parametrelili lognormal dağılım modelinin olasılık yoğunluk fonksiyonu denklem (3.35)'de gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{(x-t)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_y^2} (\log x - t) - \mu_y \right]^2 \quad (3.35)$$

3. MATERYAL ve YÖNTEM

LN3 dağılım fonksiyonunda μ_y şekil parametresi ($\mu_y > 0$), t eşik parametresi, σ_y ise ölçek parametresidir.

Çalışmadan kullanılan 11 adet olasılık dağılım modellerinin fonksiyonları özetlenerek Çizelge 3.2’de verilmektedir (Tosunoğlu 2014).



Çizelge 3.2. Çalışmada Kullanılan Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Dağılım tipi	Olasılık yoğunluk fonksiyonu	Dağılım parametreleri
Weibull (WBL)	$f(x) = \frac{k}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right]$	k = şekil parametresi (k>0) α = ölçek parametresi (α>0)
İki parametrelili lognormal (LN2)	$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_y^2}(\log x - \mu_y)^2\right]$	μ _y = şekil parametresi (μ _y >0) σ _y = ölçek parametresi (σ _y >0) t = eşik parametresi
Üç parametrelili lognormal (LN3)	$f(x) = \frac{1}{(x-t)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_y^2}(\log(x-t) - \mu_y)^2\right]$	
Gamma (GAM)	$f(x) = \frac{x^{k-1}}{\alpha^k\Gamma(k)} \exp\left[-\frac{x}{\alpha}\right]$	k = şekil parametresi (k>0) α = ölçek parametresi (α>0) t = eşik parametresi Γ = gamma fonksiyonu
Pearson tip-III (P3)	$f(x) = \frac{(x-t)^{k-1}}{\alpha^k\Gamma(k)} \exp\left[-\frac{(x-t)}{\alpha}\right]$	
Normal (NORM)	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$	μ = ortalama (yer parametresi) σ = standart sapma (ölçek parametresi) (σ>0)
Gumbel (GUM)	$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left[-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right] \exp\left[-\exp\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right)\right]$	μ = ortalama (yer parametresi) σ = standart sapma (ölçek parametresi) (σ>0)
Logistik (LOGIS)	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right) \left[1 + \exp\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right]^{-2}$	ξ = yer parametresi α = ölçek parametresi (α>0)
Log-logistik (LLOGIS)	$f(x) = \frac{k}{x} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^k \left[1 + \left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right]^{-2}$	k = şekil parametresi α = ölçek parametresi
Genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV)	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-(1+kz)^{-1/k}\right] (1+kz)^{-1-1/k}$	ξ = yer parametresi α = ölçek parametresi (α>0) k = şekil parametresi $\left(z = \frac{x-\xi}{\alpha}\right)$
Üç Parametrelili Gamma (GAMMA3)	$f(x; \alpha, \beta, \mu) = P(X < x) = \frac{1}{\Gamma\alpha} \gamma\left(\alpha, \frac{(x-\mu)}{\beta}\right)$	α = Şekil parametresi β = Ölçek parametresi μ = Yer parametresi Γ = Gamma fonksiyonu

3.3.5. Uygunluk bilgisi kriterleri

Akaike bilgi kriteri (AIC)

Olasılık dağılım modelleri arasında ideal ve uygun olanı tespit etmek için Akaike Bilgi Kriteri kullanılmaktadır (Akaike 1974). Akaike Bilgi Kriteri çalışılan modeller için hesaplanan değerlerin karşılaştırılması sonucu en küçük değeri olanın en uygun dağılım modeli olduğunu belirtir (Box and Jenkins 1970).

$$AIC = -2 \log(L) + 2k \quad (3.36)$$

k: Parametre sayısı olarak ifade edilirken.

L: Olabilirliktir.

Akaike Bilgi Kriteri'nin bazı özellikleri:

1. Herhangi bir bölgede yuvalanmış veya yuvalanmamış modellerde olsun ya da gecikmeli modellerde olsun rahatlıkla uygulanabilir.
2. AIC bilgi kriteri yalnızca seçili örnek büyüklüğü içinde değil aynı zamanda bu büyüklük dışındaki gelecek tahminler için de geçerli bir kriterdir.

Bayesian bilgi kriteri (BIC)

Schwarz bayes ve Akaike tamamıyla aynı olmamakla birlikte yaklaşım olarak birbirlerine yakın kendi içlerinde tutarlı kabul edilen iki model seçim kriteri oluşturmuşlardır. SIC (Schwarz Information Criteria) kriteri Schwarz tarafından Koopman-Darmois türünde seçme modellere uygulanan kriterini oluşturmuşken buna karşılık Akaike, doğrusal regresyonda seçilmiş model problemlerinde kullanılan BIC (Bayesian Bilgi Kriteri) model seçim kriterini oluşturmuştur (McQuarrie and Tsai 1998).

$$BIC = -2 \log(L) + k \log(n) \quad (3.37)$$

k: Parametre sayısı

n: Örnek büyüklüğü

L: Olabilirlik

Basesian bilgi kriterinin Akaike Bilgi Kriteri'nden farkı eşitliğinin sağ tarafında bulunup örnek büyüklüğüne bağlı olan ikinci kısımdır. Lakin BIC ve AIC arasındaki şekilsel benzerlik, sonraki zamanlarda bayes yapısı içinde değişiklik olduğunu ortaya çıkarmıştır (Raftery 1995 and Weasserman 2000).

Aynı AIC kriterinde olduğu gibi BIC kriterinde de dağılım modelleri uygulandıktan sonra karşılaştırılması yapılan sonuçlardan en küçük olanı BIC kriterine göre en uygun model olarak seçilmesi doğru bulunmuştur (Burnham and Anderson 1998).

3.3.6. Olasılık dağılımları ile ilgili testler

Bu testler eldeki veri seti örneğine kullanılan dağılım modellerinin uygunluğu ile birbirlerine göre kıyası yapılarak üstün olanı belirlemek için yapılır. Gözlenmiş örnek seri ile bu serinin uygulandığı değişik olasılık dağılım modellerine ait belirlenen olasılık yoğunluk fonksiyonlarının oluşturduğu toplumun birbiriyle uyum derecelerinin araştırılması klasik uygunluk testleriyle yapılır. Özetlemek gerekirse parametreleri hesaplanan olasılık dağılım fonksiyonlarının gözlenmiş örnek seriyi temsil edip etmediği bu testlerle belirlenir. Bu amaçla çalışmada bazı testler kullanılmıştır. Bu testler aşağıda sıralanmaktadır.

Kolmogorov-Smirnov

Kolmogorov-Smirnov testinde, test istatistiği:

$$\Delta = \max|F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (3.38)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadede $F^*(x_i)$ gözlenen düzenlenmiş örnekten, (3.39) denkleminin hesaplanan, eklenik frekans dağılımının ordinatlarıdır.

$$F^*(x_i) = \frac{i}{N} \quad (3.39)$$

$F(X_i)$ ise seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun aynı X_i 'lere karşı gelen ordinatlarıdır. Buna göre, Δ istatistiği teorik ve gözlenen eklenik dağılımların arasındaki farkların en büyüğüdür. Rastgele değişkenin dağılımından bağımsız Δ istatistiğinin dağılımı örnekteki N eleman sayısına bağlıdır. N 'nin çeşitli değerleri için aşılma olasılığı α olan Δ_α değerleri çizelgeleştirilmiştir. Buna göre, hesaplanan Δ istatistiği okunan Δ_α değerinden küçükse dağılımın uygunluğu α anlamlılık düzeyinde kabul, aksi durumda reddedilir (Şen 2002).

Kolmogorov-Smirnov testinin üstünlüğü verileri sınıflara ayrılmasını gerektirmediğinden bilgilerin rastgele değişkenin dağılımından bağımsız kullanılmasına olanak vermesidir. Buradan hareketle özellikle küçük örnekler için uygun ve kullanılabilir olduğu düşünülmektedir (Bayazıt ve Oğuz 1998).

Cramêr-Von Mises

Gözlenmiş seri elemanları büyükten küçüğe doğru sıralanır. Aşılma değeri olan P_i değeri hesaplanır. Seçilen ihtimal dağılım fonksiyonunda bu x_i değerine karşılık gelen $F(x=x_i)$ ihtimalleri bulunarak denklem (3.40)'de yerine koyulur.

$$CvM = \frac{1}{12n} \sum_{i=1}^n [F(x = x_i) - P_i]^2 \quad (3.40)$$

Bulunan Cramer-Von Mises değeri tablo değeriyle karşılaştırılır. CvM değeri ne kadar küçük çıkarsa dağılım o kadar iyi anlamına gelir olarak yorumlanır.

Anderson-Darling

Anderson-Darling testi Kolmogorov-Smirnov testinin zıttına test edilen dağılımın kritik değerini kullanır ve her dağılım için kritik değer hesaplanması gereklidir. Anderson-Darling testi dağılımın uç kısımlarında daha duyarlı haldedir (Adamson 1979).

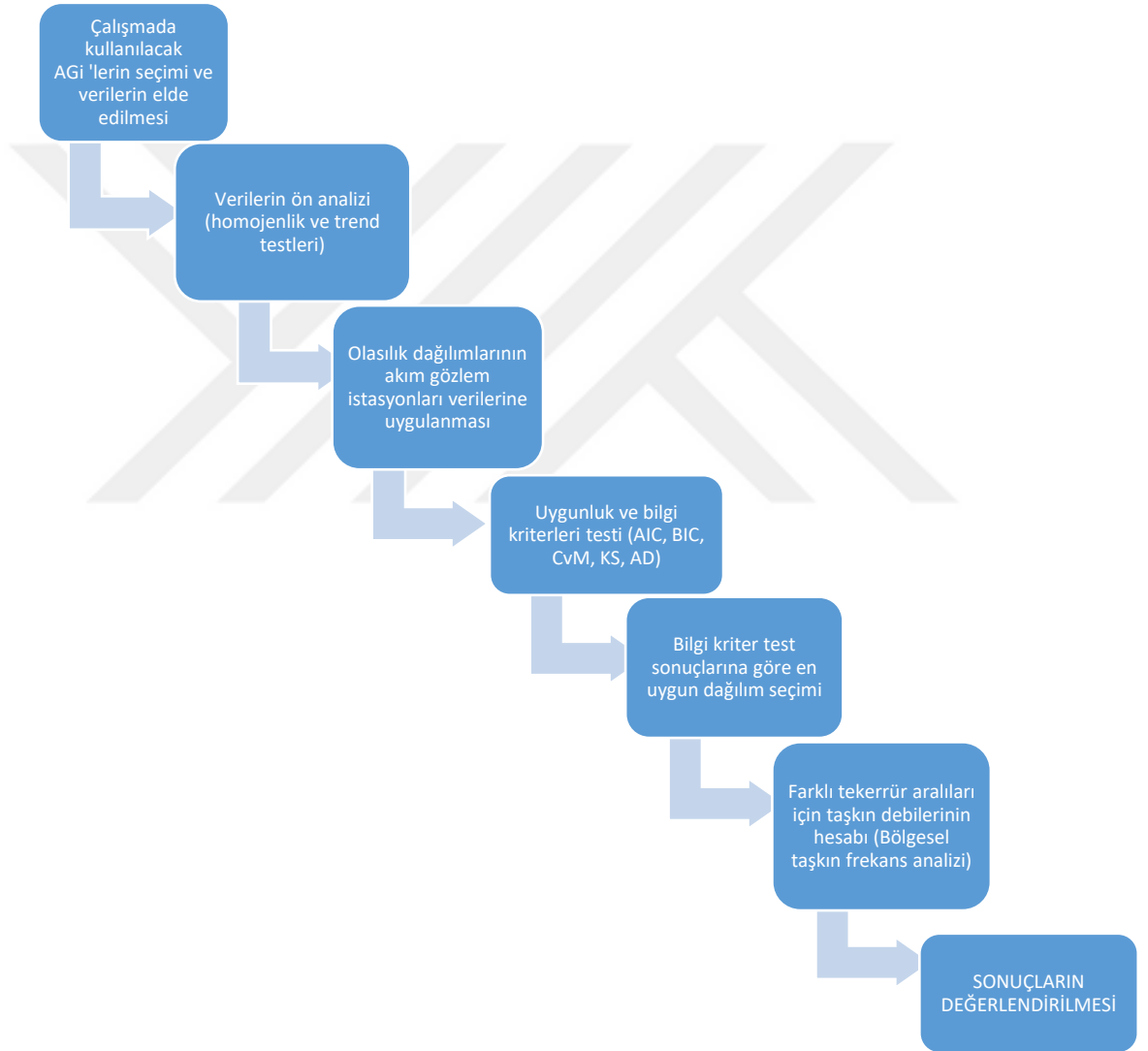
Denklem (3.41)'de Anderson-Darling istatistiği tanımlanmıştır.

$$A^2 = -N - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{N} \{ \ln[F(Y_i)] + \ln[F(Y_{(N+1-i)})] \} \quad (3.41)$$

Burada; F dağılımın eklenik dağılım fonksiyonu. Y_i ise sıralanmış verilerdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, Uzundere Göleti için belirlenen yedi adet Akım gözlem istasyonu yıllık anlık maksimum debileri (YAMA) kullanılarak yöntem kısmında belirtilen istatistik analizler ve olasılık dağılım modelleri uygulanmıştır. Bu analizlere göre çıkan sonuçlar değerlendirilecektir. Yapılan çalışmanın sıralaması aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma Aşamaları

4.1. Homojenlik Testleri

Çizelge 4.1. Akım Gözlem İstasyonu YAMA Değerleri İçin Homojenlik Testi Bulguları

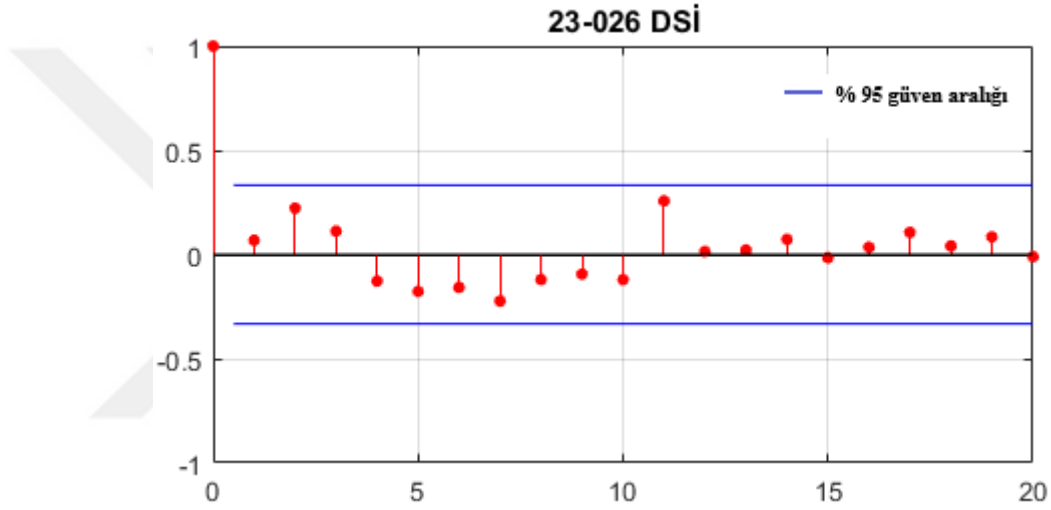
İstasyon	Test Adı	Test		Ho: Kabul / Red	Sonuç Sınıfı
		İstatistiği (p Value değeri)	Değişim Yılı		
23-026 DSİ	Pettit	0,7758	2006	Kabul	Homojen
	Buishand	0,2927	2006	Kabul	
	SNHT	0,2554	2006	Kabul	
23-32 DSİ	Pettit	0,2914	2008	Kabul	Homojen
	Buishand	0,3526	2008	Kabul	
	SNHT	0,4795	2008	Kabul	
23-16 EİE	Pettit	0,747	1988	Kabul	Homojen
	Buishand	0,5067	2004	Kabul	
	SNHT	0,7669	1970	Kabul	
2325 EİE	Pettit	0,08872	1980	Kabul	Homojen
	Buishand	0,2512	1993	Kabul	
	SNHT	0,0164	1980	Red	
2328 EİE	Pettit	0,9747	2000	Kabul	Homojen
	Buishand	0,9885	2008	Kabul	
	SNHT	0,7247	2008	Kabul	
2329 EİE	Pettit	0,3113	2003	Kabul	Homojen
	Buishand	0,183	2003	Kabul	
	SNHT	0,3592	2003	Kabul	
2330 EİE	Pettit	0,6546	1996	Kabul	Homojen
	Buishand	0,8035	1996	Kabul	
	SNHT	0,5337	1991	Kabul	

Çizelge 4.1. 'den görüldüğü üzere her bir test için hesaplanan p value değerleri anlamlılık düzeyi olan 0,05 'den büyüktür. Buradan hareketle H_0 hipotezi kabul edilerek verilerin homojen olduğuna karar verilmiştir. Sadece 2325 numaralı istasyonun verileri için SNHT test sonucuna göre verilerin % 95 güven seviyesinde homojen olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu istasyon için ayrıca ilgili kitapçık ve DSİ birimlerindeki veriler

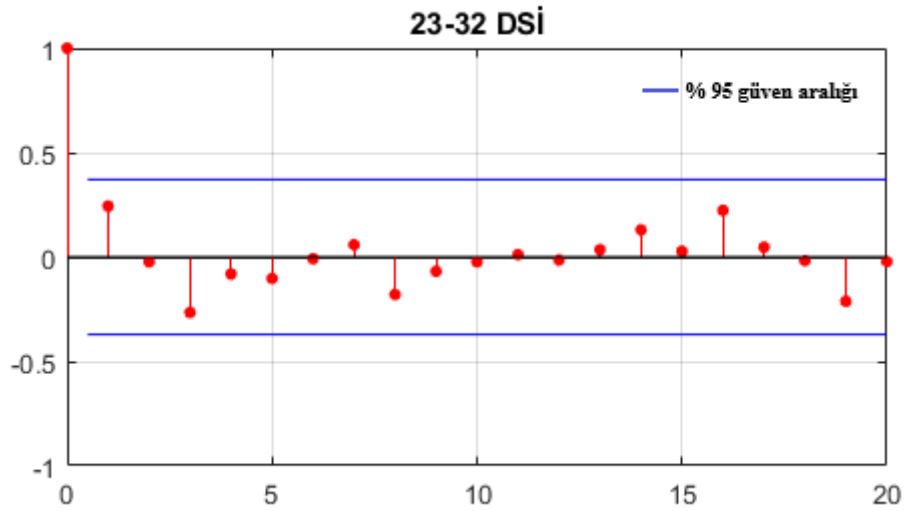
kontrol edilerek anlık olan bu değişimin insan kaynaklı olmadığı sonucuna varılarak çalışmaya devam edilmiştir.

4.2. Oto Korelasyon ve Mann-Kendall Testi ile Trend Testleri

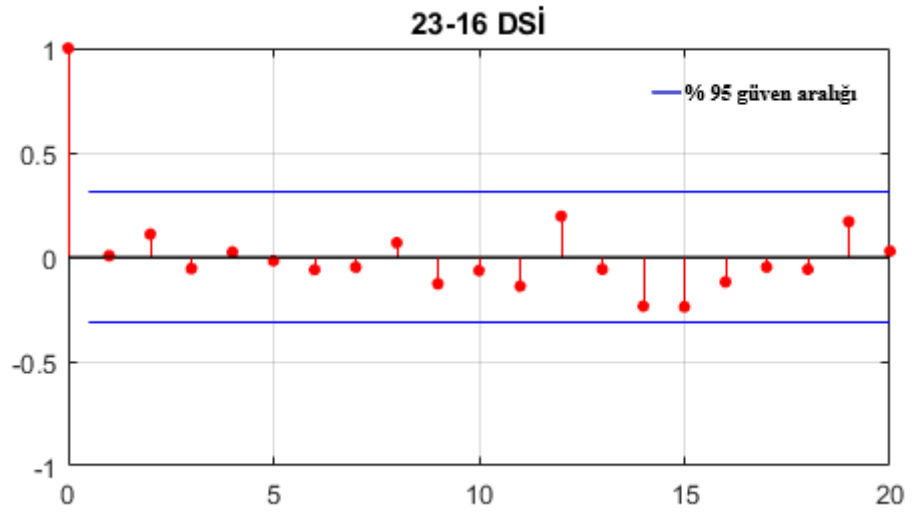
YAMA verilerinin içsel bağımlılık analizleri $\alpha=0,05$ anlam seviyesinde gerçekleşmiştir ve sonuçlar Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8’de sunulmuştur. Şekillerde görüleceği üzere verilerde içsel bağımlılık bulunmamaktadır.



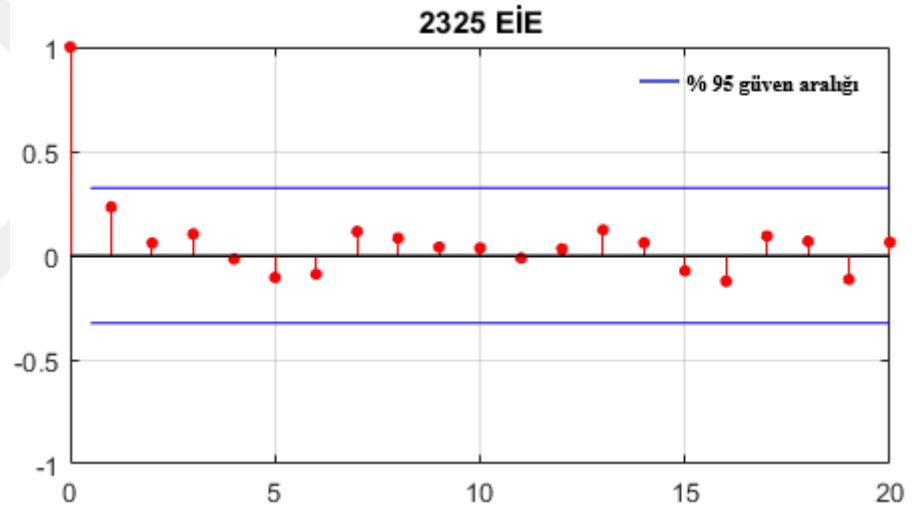
Şekil 4.2. 23-026 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



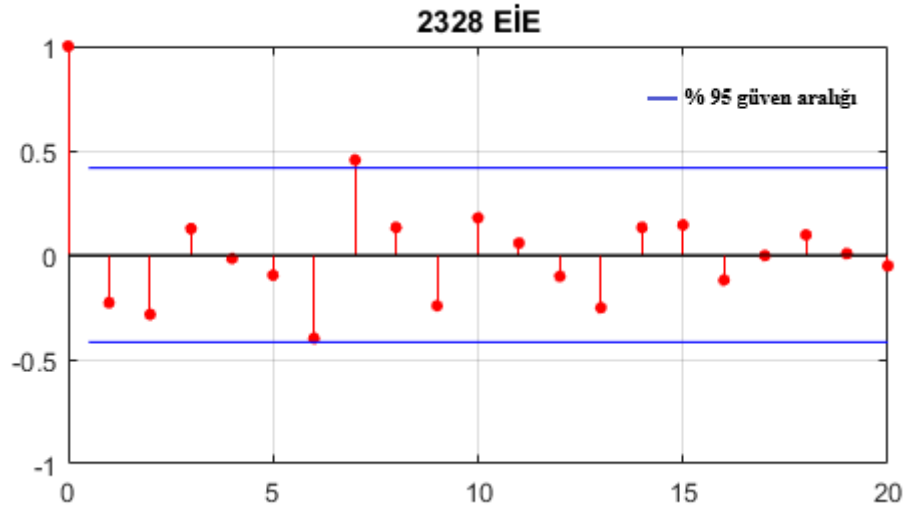
Şekil 4.3. 23-32 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



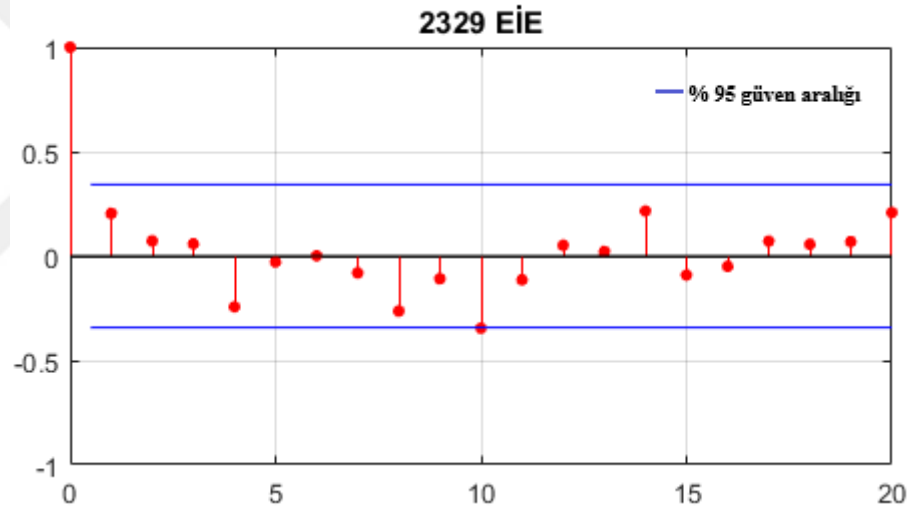
Şekil 4.4. 23-16 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



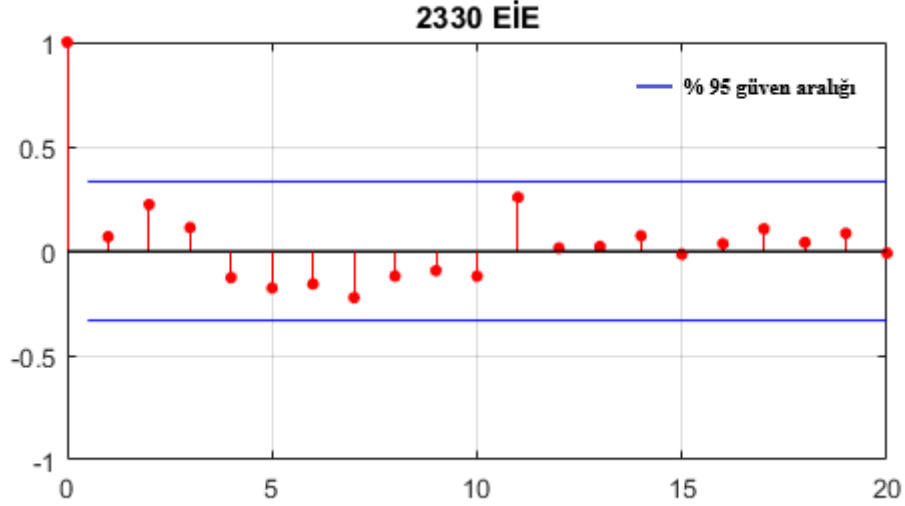
Şekil 4.5. 2325 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



Şekil 4.6. 2328 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



Şekil 4.7. 2329 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu



Şekil 4.8. 2330 Numaralı İstasyonun YAMA Değerleri Oto Korelasyon Fonksiyonu

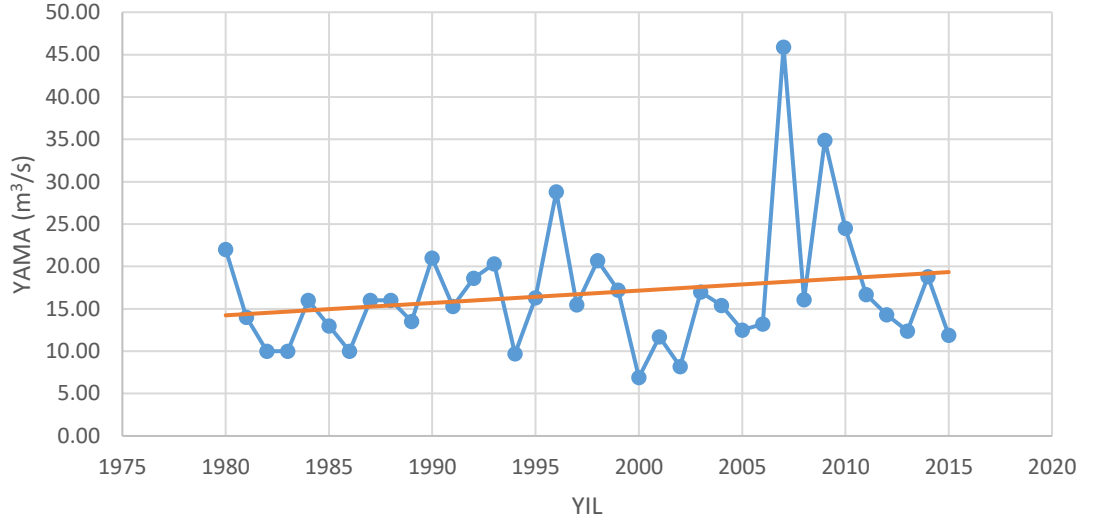
Mann Kendall Trend Testine göre sonuçlar Çizelge 4.2 de verilmiştir. Sonuçlara göre H_0 hipotezi kabul edilmiş ve hiçbir istasyonda trend gözlemlenmemiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere tüm istasyonlarda hesaplanan Z mutlak değeri %95 güven seviyesi için kritik değer olan 1,96'dan küçüktür.

Çizelge 4.2. YAMA değerleri için Mann-Kendall Yöntemi'nin sonuçları (%95 güven seviyesinde).

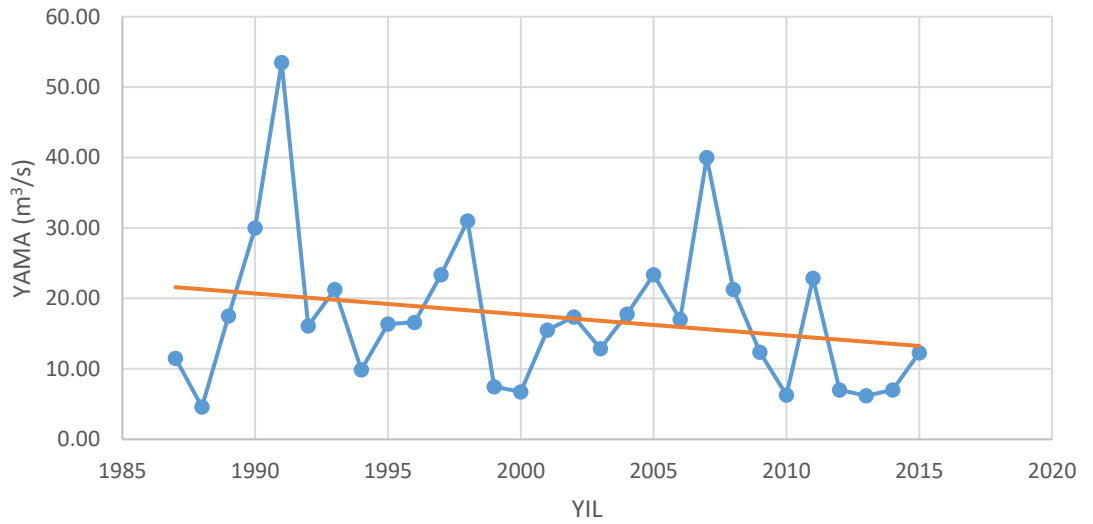
İstasyon	Veri Aralığı	Hesaplanan Z Değeri	Trend Sonucu
23-026 DSİ	1980-2015	0.722	YOK
23-32 DSİ	1987-2015	-0.995	YOK
23-16 EİE	1966-2006	0.742	YOK
2325 EİE	1974-2011	-1.911	YOK
2328 EİE	1988-2010	-1.136	YOK
2329 EİE	1982-2015	0.237	YOK
2330 EİE	1987-2011	-0.584	YOK

7 adet istasyonumuzda Mann-Kendall Yöntemine göre trend bulunmadığı tespit edilmiş olup aşağıda verilen şekillerde yıllara göre akım grafiklerinden artış ya da azalış eğilimleri gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

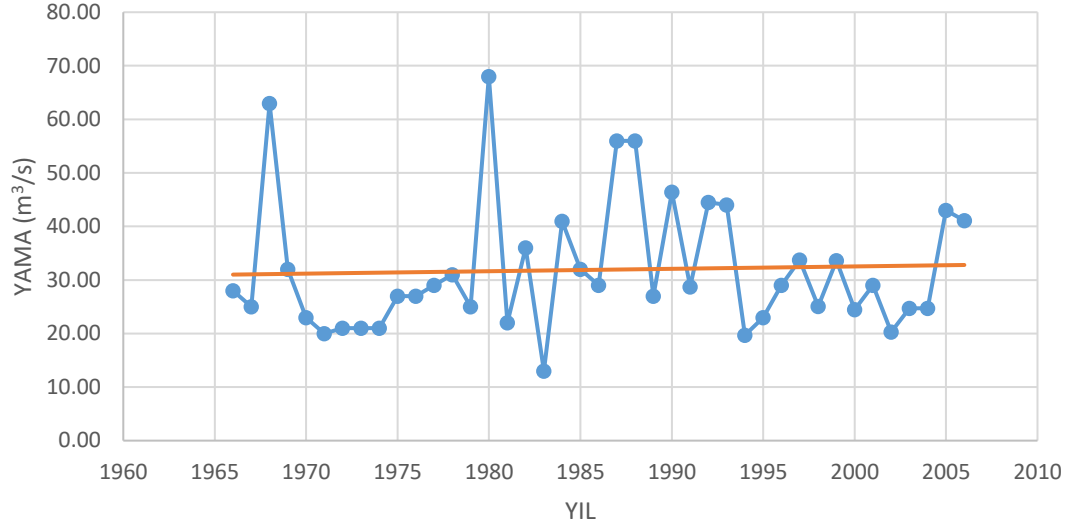


Şekil 4.9. 23-026 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği

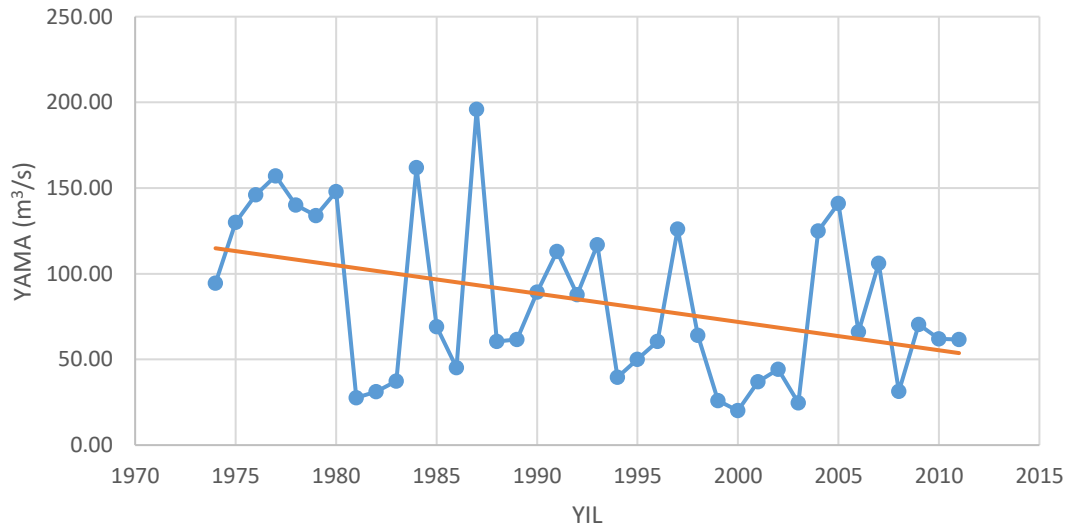


Şekil 4.10. 23-32 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

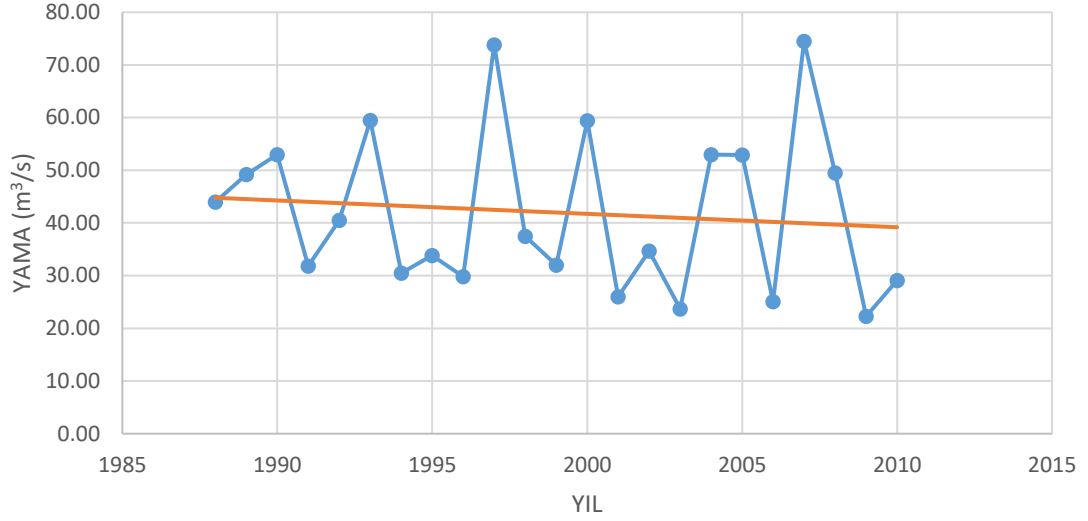


Şekil 4.11. 23-16 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği

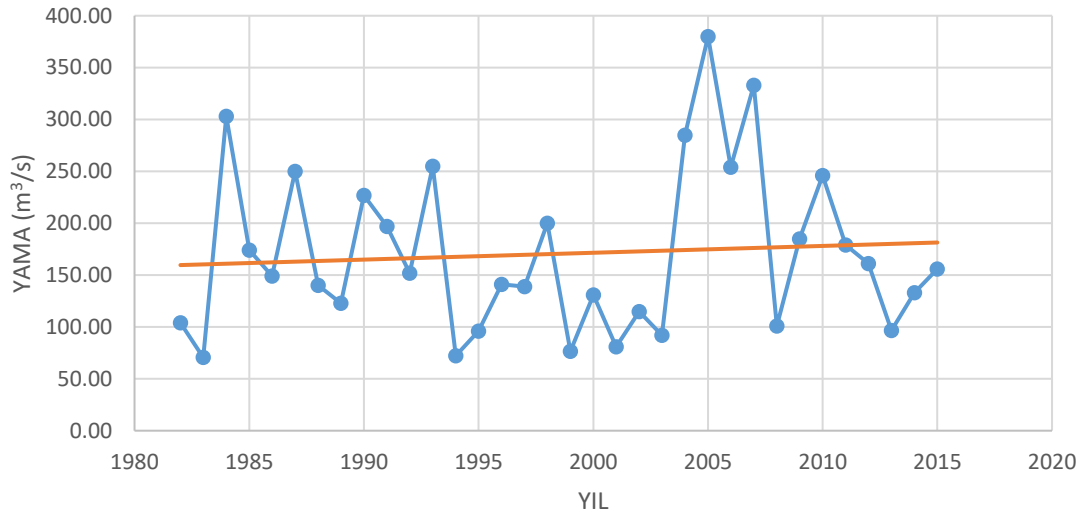


Şekil 4.12. 2325 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği

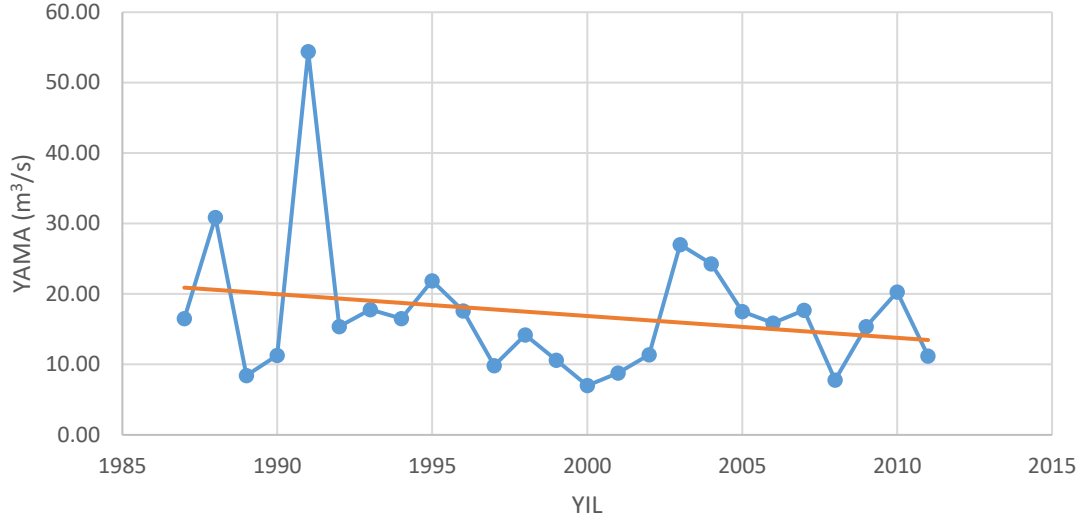
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.13. 2328 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği



Şekil 4.14. 2329 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği



Şekil 4.15. 2330 Numaralı İstasyon Yıllara Göre YAMA Grafiği

4.3. Olasılık Dağılımlarının Akım Gözlem İstasyonları Verilerine Uygulanması

Çalışmanın bu kısmında literatürde yaygın olarak kullanılan birkaç olasılık dağılımı ile sınırlı kalınmamış hidrolojide kullanılmakta olan on bir olasılık dağılımı akım serilerine uygulanmıştır. Bu dağılım modellerine bölüm 3.3.4’ de bahsedilmiştir. Bunları şu şekilde yine sıralayabiliriz;

- İki parametrelili Gamma (GAM),
- Weibull (WBL),
- Normal (NORM),
- Pearson tip-III (P3),
- Lojistik (LOGIS),
- Üç Parametrelili Gamma (GAMMA3),
- Log-Lojistik (LLOGIS),
- Genelleştirilmiş Ekstremleri Değer (GEV),
- İki parametrelili Lognormal (LN2),
- Üç parametrelili Lognormal (LN3),
- Gumbel (GUM)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Verilere üstte sıralanan olasılık dağılım fonksiyonları uyguladıktan sonra en uygun modelin seçimi için beş adet kriter göz önüne alınacaktır. Bu kriterlerde 3.3.5 ve 3.3.6’de bahsedildiği üzere Bayesian Bilgi Kriteri, Cramér-von-Mises, Kolmogorov-Simirnov, Anderson Darling ve Akaike Bilgi Kriterleridir. Her bir AGİ’ nin YAMA değerleri için söz konusu kriterlere ait test değerleri ‘R Studio’ program yardımıyla ile hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4.3. - Çizelge 4.9. arasında gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. 23-026 numaralı AGİ’nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,173	0,117	0,146	0,091	0,112	0,085	0,099	0,119	0,200	0,384	0,116
CvM	0,265	0,069	0,117	0,054	0,057	0,035	0,064	0,084	0,306	1,440	0,085
AD	1,601	0,423	0,719	0,314	0,389	0,239	0,373	0,806	1,822	7,019	0,507
AIC	245,678	233,384	236,912	233,925	233,549	231,797	234,474	241,670	250,189	277,082	235,672
BIC	248,845	236,551	240,079	238,675	236,716	234,964	239,225	244,837	253,356	278,666	240,423

Çizelge 4.4. 23-32 numaralı AGİ’nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,123	0,122	0,106	0,124	0,117	0,124	0,133	0,113	0,176	0,265	0,134
CvM	0,069	0,066	0,051	0,067	0,052	0,063	0,077	0,059	0,153	0,501	0,078
AD	0,494	0,400	0,368	0,417	0,398	0,411	0,446	0,600	1,026	2,739	0,422
AIC	214,971	211,463	212,567	214,220	213,586	212,668	213,368	220,106	223,588	225,778	211,681
BIC	217,706	214,198	215,301	218,322	216,321	215,403	217,470	222,840	226,323	227,145	215,783

Çizelge 4.5. 23-16 numaralı AGİ’nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,181	0,146	0,168	0,117	0,141	0,119	0,127	0,152	0,204	0,436	0,141
CvM	0,293	0,122	0,184	0,065	0,110	0,083	0,083	0,186	0,341	1,741	0,116
AD	1,671	0,715	1,040	0,434	0,693	0,611	0,530	1,421	1,916	8,448	0,700
AIC	323,138	312,484	315,317	312,858	312,135	312,650	313,508	322,679	325,376	314,641	367,943
BIC	326,566	315,911	318,744	317,998	315,562	316,077	318,649	326,107	328,803	369,656	319,781

Çizelge 4.6. 2325 numaralı AGİ’nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,124	0,118	0,110	0,119	0,120	0,111	0,118	0,146	0,169	0,228	0,111
CvM	0,107	0,098	0,098	0,114	0,123	0,096	0,098	0,160	0,177	0,550	0,084
AD	0,621	0,642	0,603	0,719	0,757	0,663	0,639	1,003	1,002	3,233	0,536
AIC	397,763	398,666	397,594	402,021	400,086	401,707	400,647	406,873	403,988	414,996	397,322
BIC	401,039	401,941	400,869	406,934	403,361	404,982	405,560	410,148	407,263	416,634	402,234

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.7. 2328 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,148	0,126	0,137	0,146	0,136	0,138	0,144	0,142	0,164	0,412	0,136
CvM	0,083	0,068	0,076	0,064	0,075	0,071	0,053	0,091	0,102	0,912	0,049
AD	0,544	0,396	0,447	0,376	0,440	0,425	0,330	0,607	0,647	4,543	0,329
AIC	193,082	190,215	190,869	192,189	190,489	192,160	191,235	195,117	193,990	219,914	189,137
BIC	195,353	192,486	193,140	195,599	192,760	194,431	194,641	197,388	196,261	221,049	192,544

Çizelge 4.8. 2329 numaralı AGİ'nin YAMA değerlerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,109	0,081	0,083	0,088	0,096	0,089	0,086	0,112	0,137	0,339	0,085
CvM	0,077	0,028	0,046	0,309	0,043	0,032	0,029	0,084	0,136	0,945	0,052
AD	0,491	0,225	0,310	0,245	0,323	0,259	0,230	0,680	0,813	4,910	0,347
AIC	392,746	388,797	389,836	391,353	390,007	391,015	390,244	397,261	396,810	419,446	392,282
BIC	395,799	391,849	392,889	395,932	393,060	394,068	394,823	400,314	399,862	420,972	396,861

Çizelge 4.9. 2330 numaralı AGİ'nin YAMA verilerine ait olasılık dağılımları ve test sonuçları.

	wbl	ln2	gam	gev	gum	llogis	ln3	logis	norm	p3	gamma3
KS	0,192	0,132	0,168	0,146	0,137	0,120	0,149	0,149	0,235	0,335	0,153
CvM	0,148	0,052	0,079	0,064	0,056	0,050	0,066	0,072	0,230	0,734	0,086
AD	0,994	0,321	0,524	0,319	0,396	0,288	0,329	0,671	1,449	3,738	0,482
AIC	180,859	172,498	175,677	173,319	174,224	172,291	172,909	181,112	188,103	194,211	172,309
BIC	183,296	174,936	178,115	176,976	176,661	174,729	176,566	183,549	190,541	195,429	175,805

Çizelgeler halinde yukarıda gösterilen, AGİ'lerin yıllık anlık maksimum debi değerlerine uygulanan olasılık dağılım modeli ve kriterlere göre en uygun dağılımlar bölüm 3.3.5 ve 3.3.6'dan hareketle en küçük test değerine sahip olan değerler olarak kabul edilmiş olup söz konusu değerler kalınlaştırılarak gösterilmiştir.

Genel anlamda sonuçlara bakıldığında yapılan testler sonucunda 4 istasyonda dağılımlar iki olasılık dağılımı modeli üzerine alternatif oluşturmuşken 3 istasyonda ise aynı dağılım modeli üzerinde yoğunlaşma olduğu görülmektedir.

Uygun dağılımlar belirlendikten sonra ilgili olasılık dağılımlarının grafiksel değerlendirilmesi de yapılmıştır. Grafikler çizilirken seçilen dağılım modellerinin parametreleri kullanılmıştır. Bu amaçla çizilen grafikler; kümülatif olasılık dağılım fonksiyonları CDF (empirical and theoretical CDFs), teorik ve ampirik olasılık yoğunluk

fonksiyonları PDF (empirical and theoretical density), kuantil-kuantil (Q-Q plot) ve olasılık-olasılık (P-P plot) grafikleri olup Şekil 4.16. ve Şekil 4.26. arasında gösterilmiştir.

4.4. Farklı Tekerrür Aralıkları için Taşkın Debilerinin Hesabı

Taşkın frekansı analizinin amacı taşkın miktarını ve belirli tekerrür aralıkları için belirsizliğin tahmin edilmesidir. Farklı tekerrür aralıklarına (T) karşılık gelen taşkın debileri uygun olasılık dağılım modeli seçildikten sonra bulunabilir. Belirli bir tekerrür aralığı için taşkın debi değeri, aşağıdaki denklemlerle basitçe elde edilebilir (Yılmaz vd 2021).

$$F = F(Q_t) = 1 - 1/T \quad (4.1)$$

Dağılım fonksiyonunun ($F(Q_T)$) tersi alınarak

$$T = 1/(1 - F_Q) \quad (4.2)$$

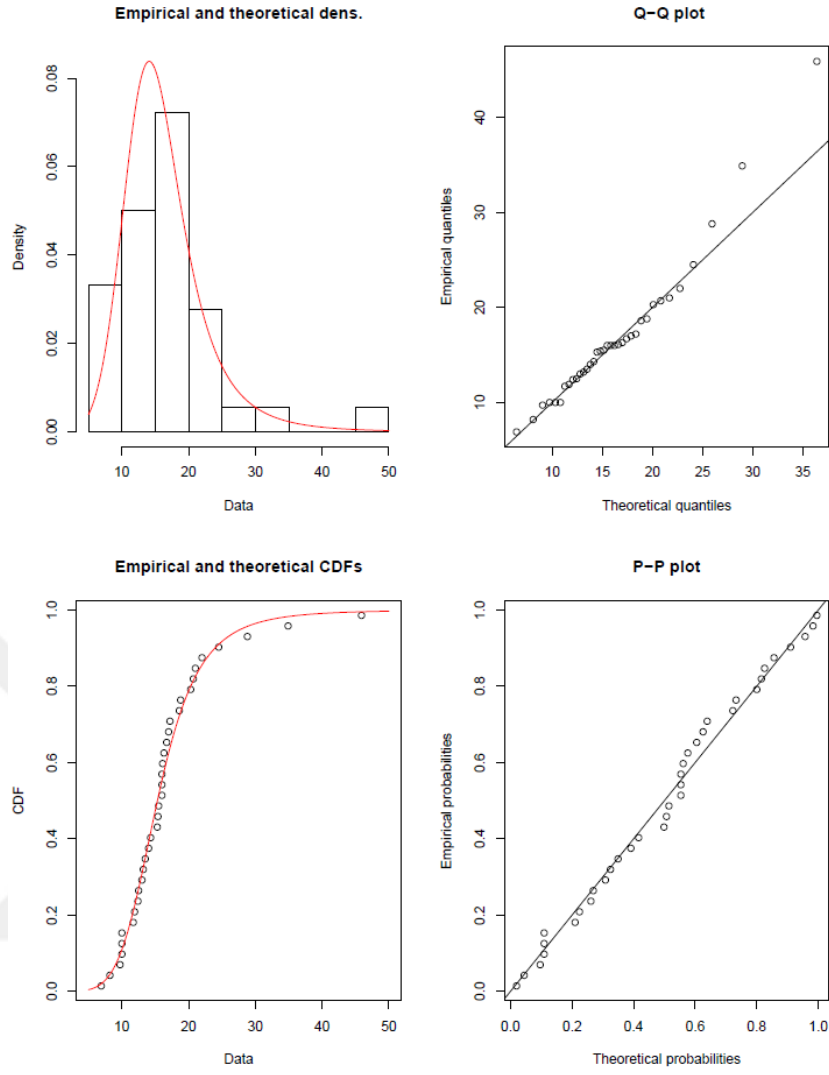
Burada F_Q belirlenen olasılık dağılımına göre elde edilen CDF' yi temsil eder. CDF kümülatif dağılım fonksiyonundan debi tespiti yapılır.

4.4.1. 23-026 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

En uygun dağılım modeli LLOGİS olmakla birlikte hesaplanan taşkın debileri şu ve grafikleri şekildedir;

Çizelge 4.10. 23-026 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LLOGİS dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
15,33	20,33	23,98	29,28	33,85	39,06



Şekil 4.16. 23-026 numaralı AGİ'nin LLOGİS dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

4.4.2. 23-32 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

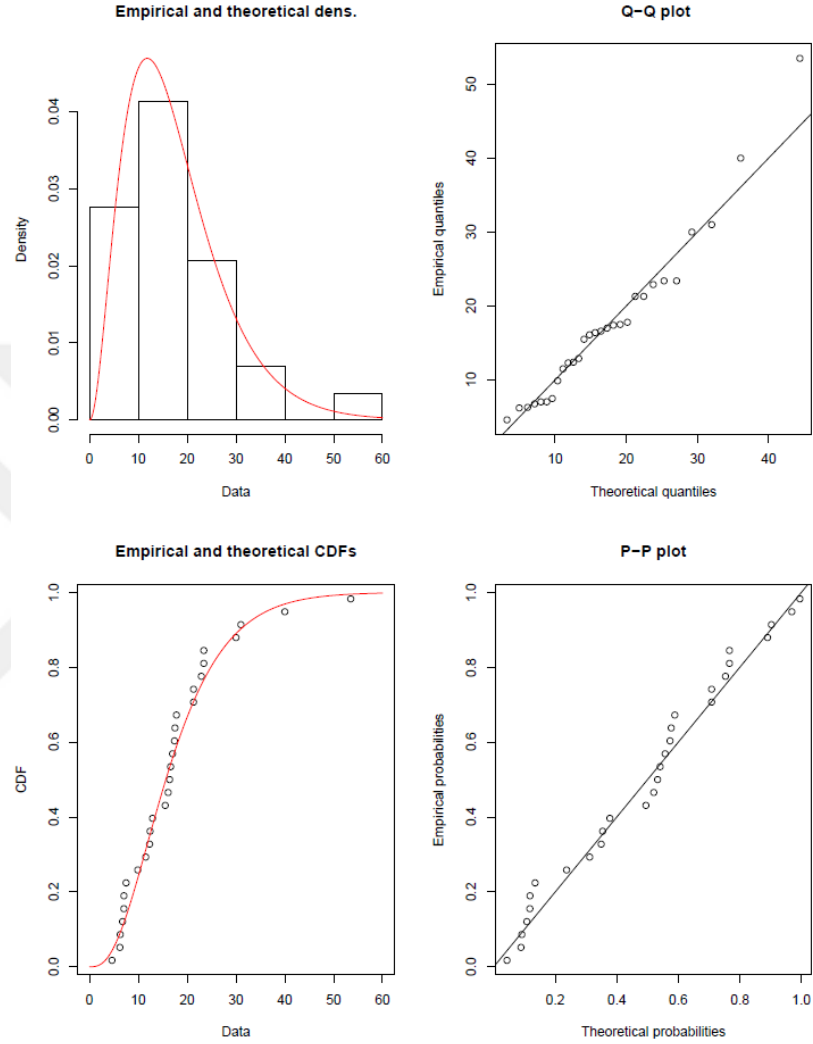
Bu istasyonda uygun dağılım modeli kriterlere göre iki adet çıkmaktadır. Bu iki dağılıma göre de taşkın debileri şu şekilde hesaplanmıştır.

GAM dağılıma göre debiler ve grafikler;

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.11. 23-32 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAM dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
15,63	24,83	30,79	38,07	43,30	48,37

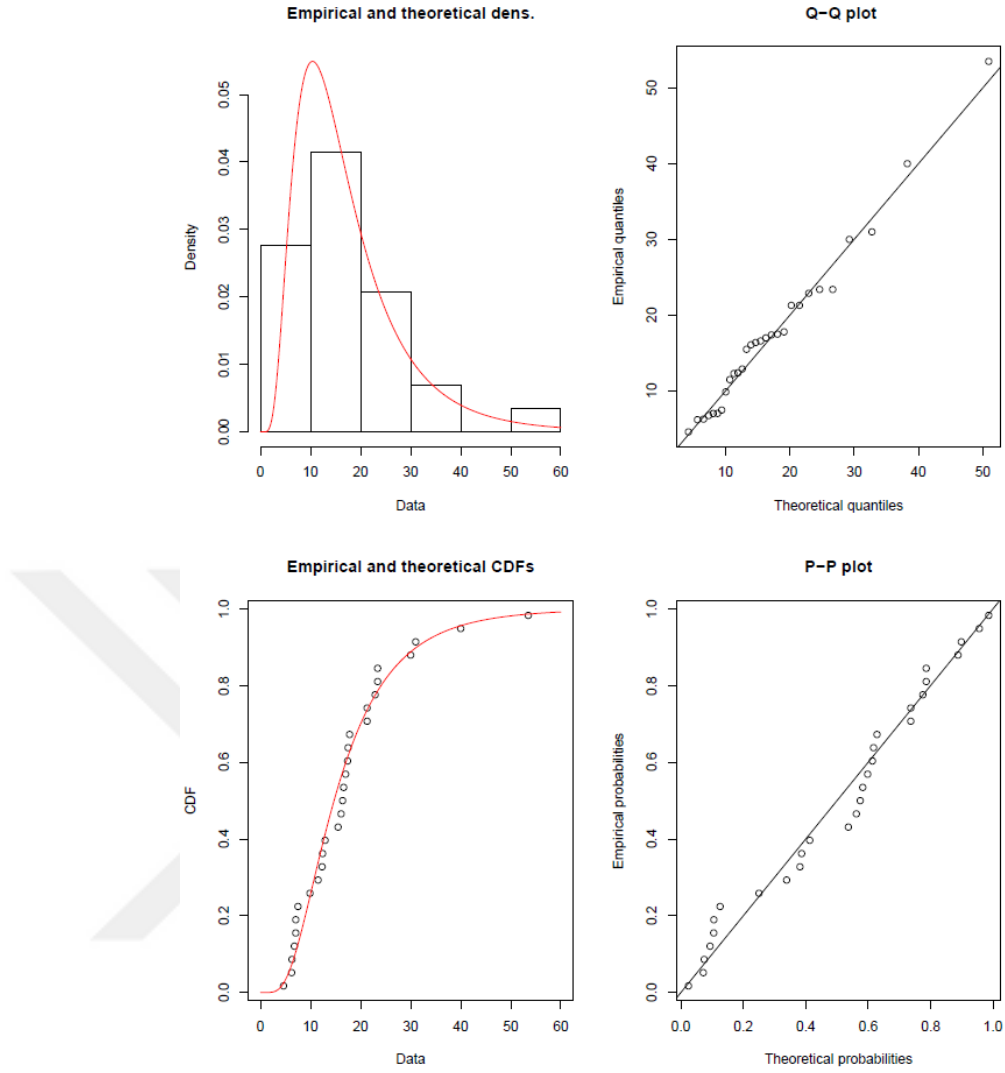


Şekil 4.17. 23-32 numaralı AGİ'nin GAM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

23-32 Numaralı istasyon LN2 dağılımına göre taşkın debileri ve grafikleri şu şekildedir;

Çizelge 4.12. 23-32 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
14,69	24,09	31,20	41,12	49,14	57,68



Şekil 4.18. 23-32 numaralı AĞI'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

4.4.3. 23-16 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

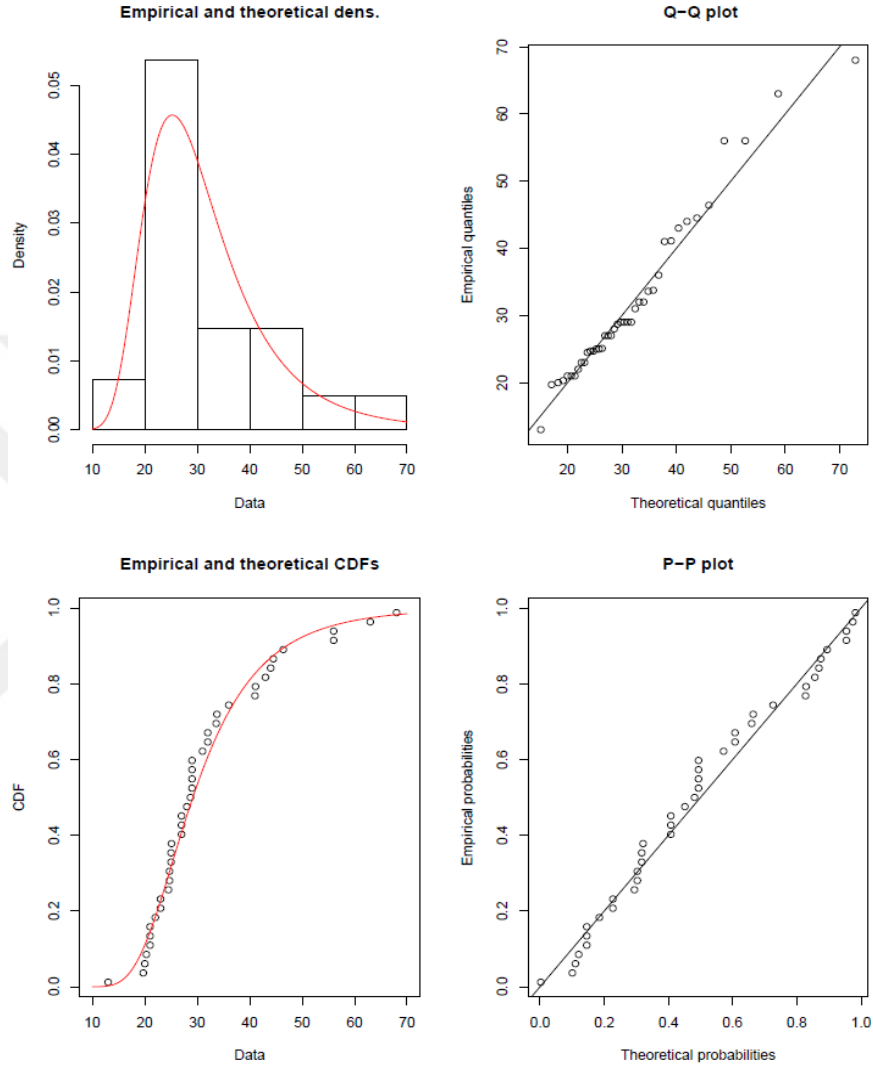
Bu istasyonda uygun dağılım modeli kriterlere göre iki adet çıkmaktadır. Bu iki dağılıma göre de taşkın debileri şu şekilde hesaplanmıştır.

GEV dağılıma göre debiler ve grafikler;

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.13. 23-16 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GEV dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
29,16	39,42	47,02	57,62	66,29	75,64

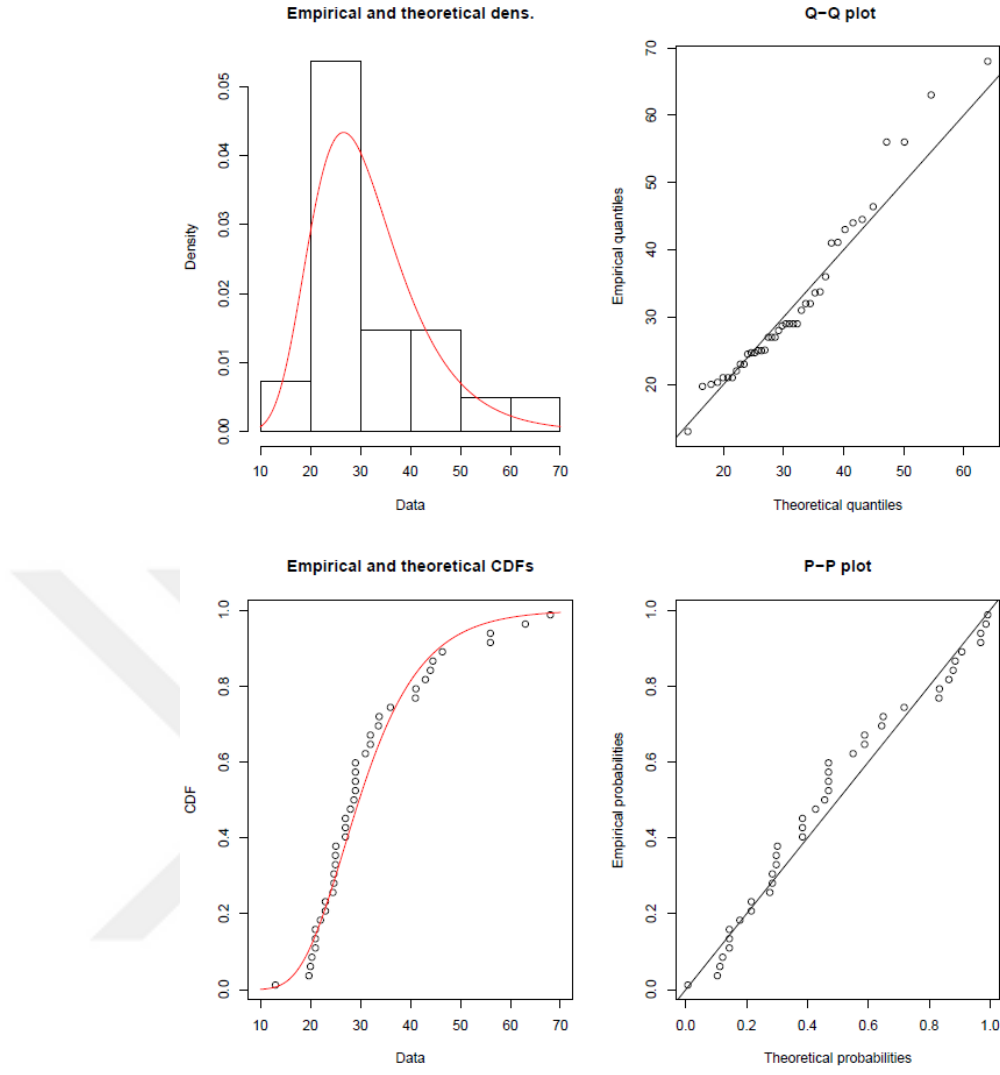


Şekil 4.19. 23-16 numaralı AGİ'nin GEV dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri

23-16 Numaralı istasyon GUM dağılımına göre taşkın debileri ve grafikleri şu şekildedir;

Çizelge 4.14. 23-16 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GUM dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
29,75	39,37	45,74	53,79	59,76	65,68



Şekil 4.20. 23-16 numaralı AGİ'nin GUM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

4.4.4. 2325 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

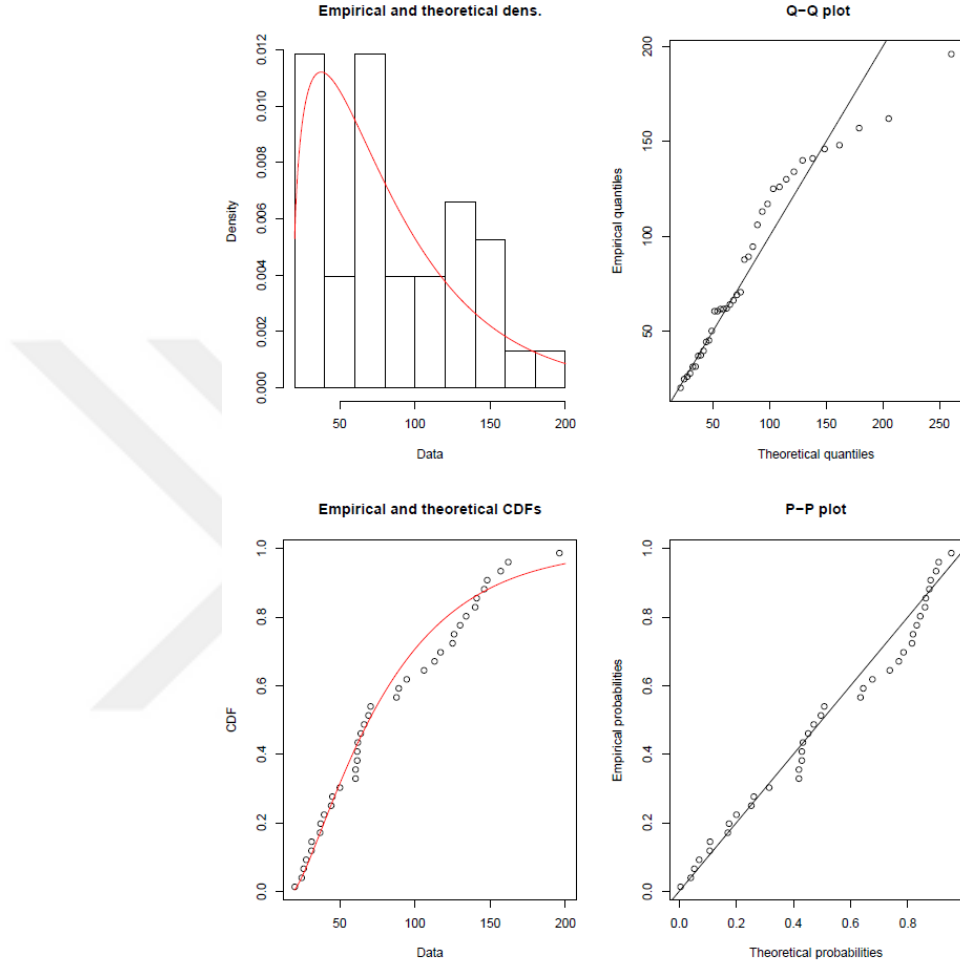
Bu istasyonda uygun dağılım modeli kriterlere göre iki adet çıkmaktadır. Bu iki dağılıma göre de taşkın debileri şu şekilde hesaplanmıştır.

GAMMA3 dağılıma göre debiler ve grafikler;

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.15. 2325 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAMMA3 dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
69,52	120,71	157,26	204,27	239,21	273,79

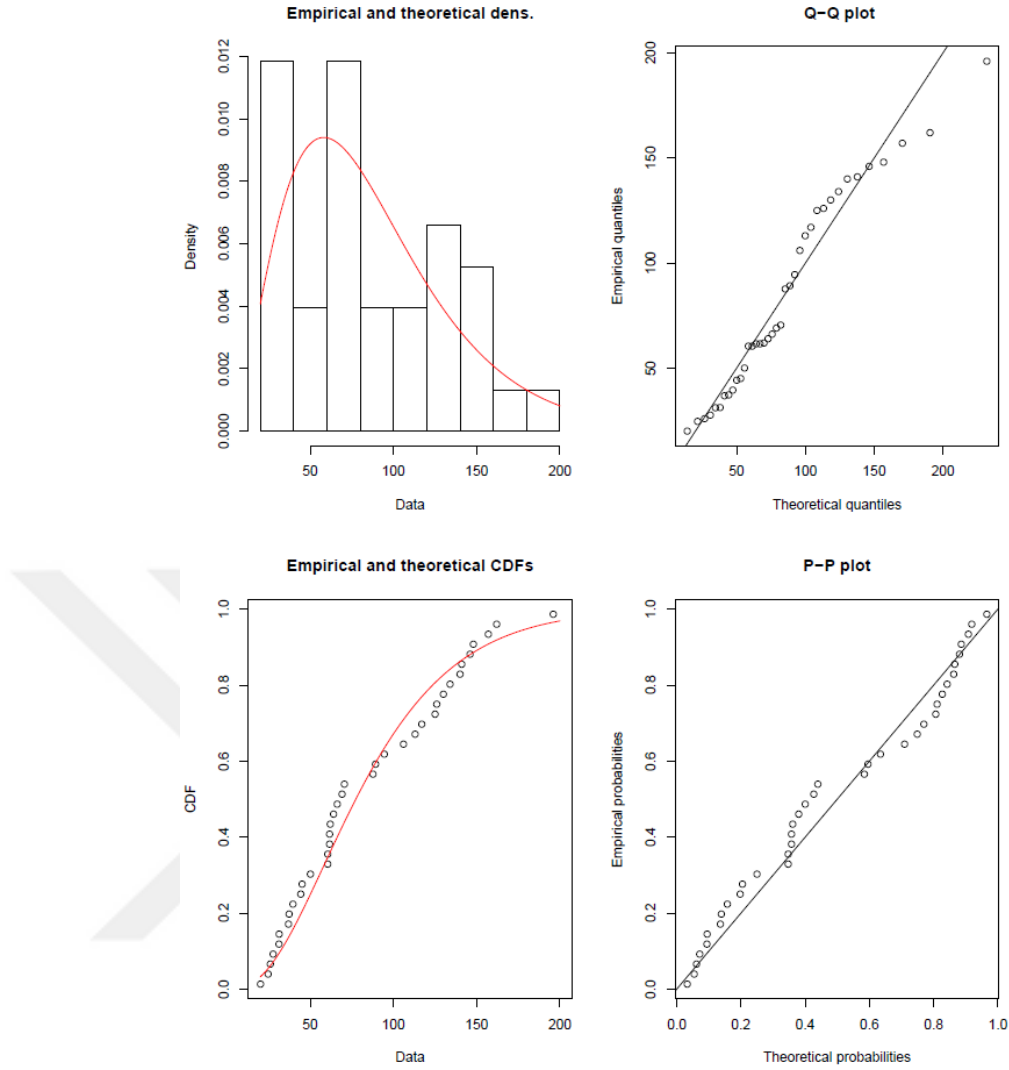


Şekil 4.21. 2325 numaralı AGİ'nin GAMMA3 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

2325 numaralı istasyon GAM dağılımına göre taşkın debileri ve grafikleri şu şekildedir;

Çizelge 4.16. 2325 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAM dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
77,37	123,48	153,41	190,02	216,33	241,81



Şekil 4.22. 2325 numaralı AGİ'nin GAM dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

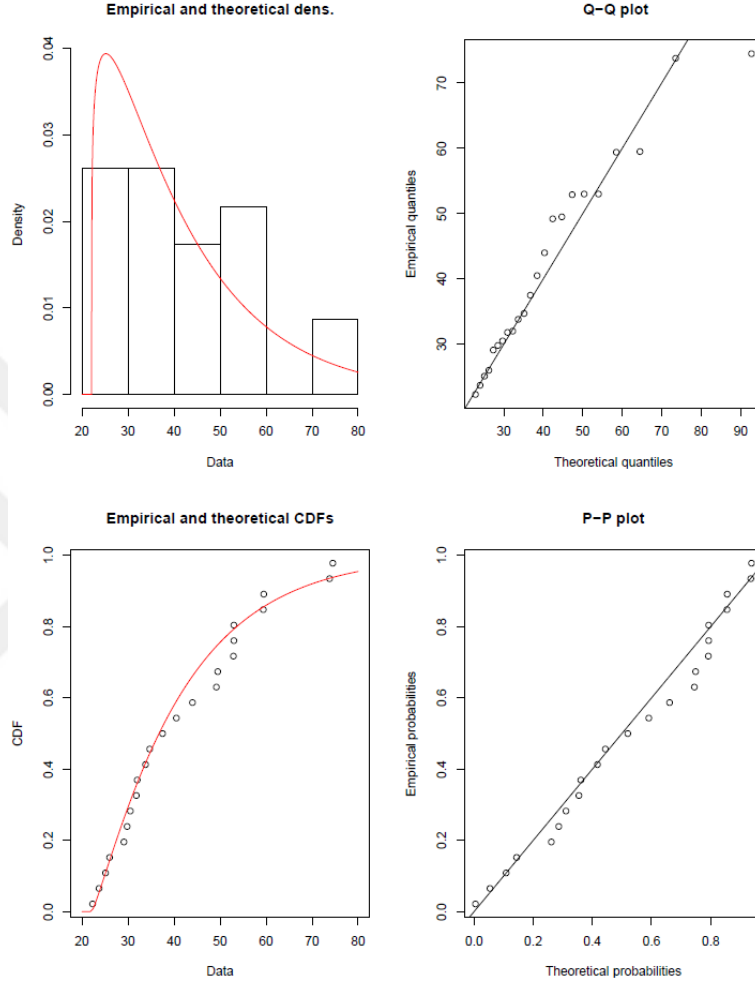
4.4.5. 2328 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

Bu istasyonda uygun dağılım modeli kriterlere göre iki adet çıkmaktadır. Bu iki dağılıma göre de taşkın debileri şu şekilde hesaplanmıştır.

GAMMA3 dağılıma göre debiler ve grafikler;

Çizelge 4.17. 2328 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (GAMMA3 dağılımına göre m³/s)

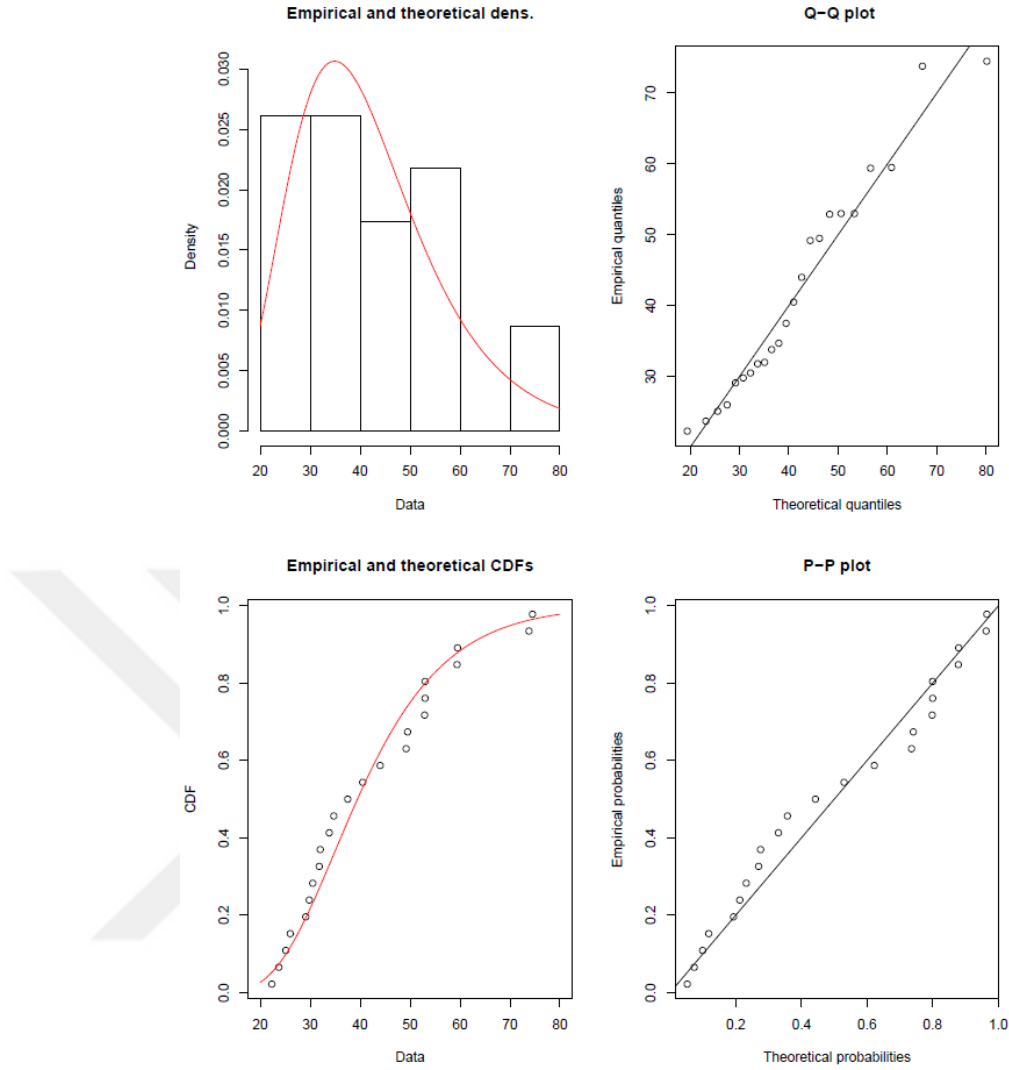
Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
36,73	53,61	66,00	82,15	94,27	106,31

**Şekil 4.23.** 2328 numaralı AGİ'nin GAMMA3 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

2328 numaralı istasyon LN2 dağılımına göre taşkın debileri ve grafikleri şu şekildedir;

Çizelge 4.18. 2328 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
39,45	53,01	61,86	72,93	81,11	89,26



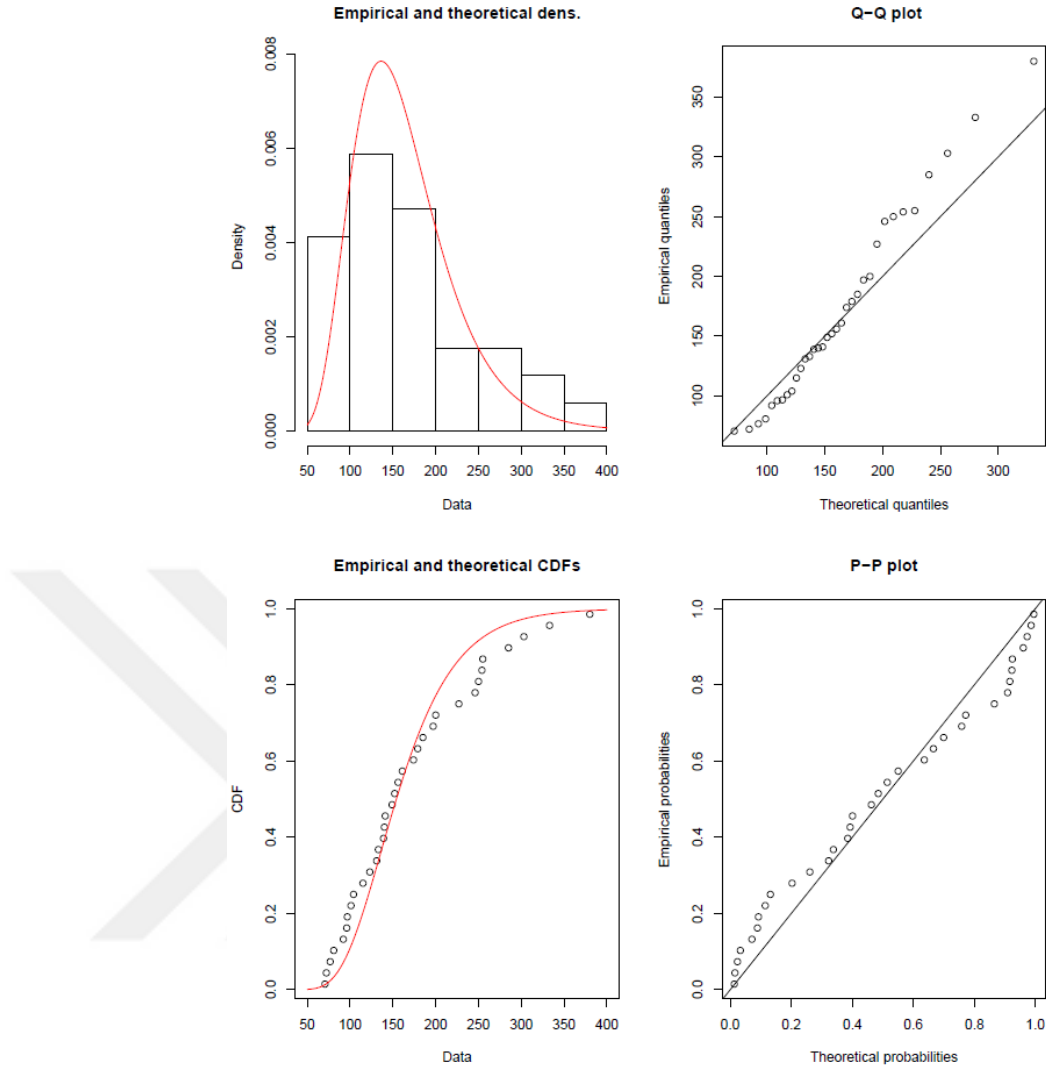
Şekil 4.24. 2328 numaralı AGİ'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri

4.4.6. 2329 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

En uygun dağılım modeli LN2 olmakla birlikte hesaplanan taşkın debileri şu ve grafikleri şekildedir;

Çizelge 4.19. 2329 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LN2 dağılımına göre m³/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
154,01	224,92	274,16	338,60	388,07	438,72



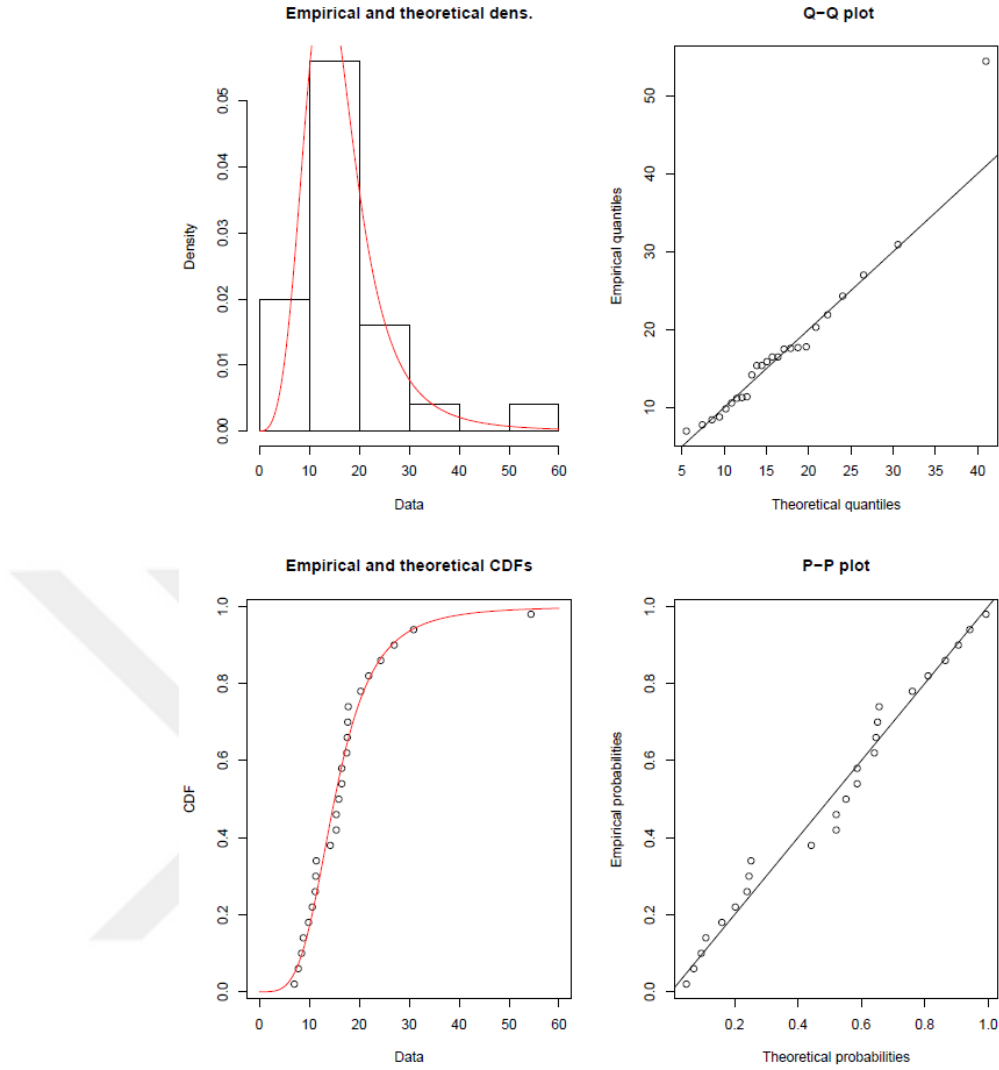
Şekil 4.25. 2329 numaralı AGİ'nin LN2 dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri

4.4.7. 2330 numaralı istasyon taşkın debisi hesabı

En uygun dağılım modeli LLOGİS olmakla birlikte hesaplanan taşkın debileri şu ve grafikleri şekildedir;

Çizelge 4.20. 2330 Numaralı AGİ Taşkın Debileri (LLOGİS dağılımına göre m^3/s)

Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
15,07	21,53	26,51	34,12	40,98	49,10



Şekil 4.26. 2330 numaralı AGİ'nin LLOGİS dağılımına ait CDF, PDF, P-P ve Q-Q grafikleri.

4.5. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) Hesapları

Bölgesel taşkın frekans analizine giren AGİ'lerin yılda anlık maksimum debilerinin ekstrem dağılımları hesaplanmış uygun dağılım tipine göre taşkın debileri hesaplanmıştır.

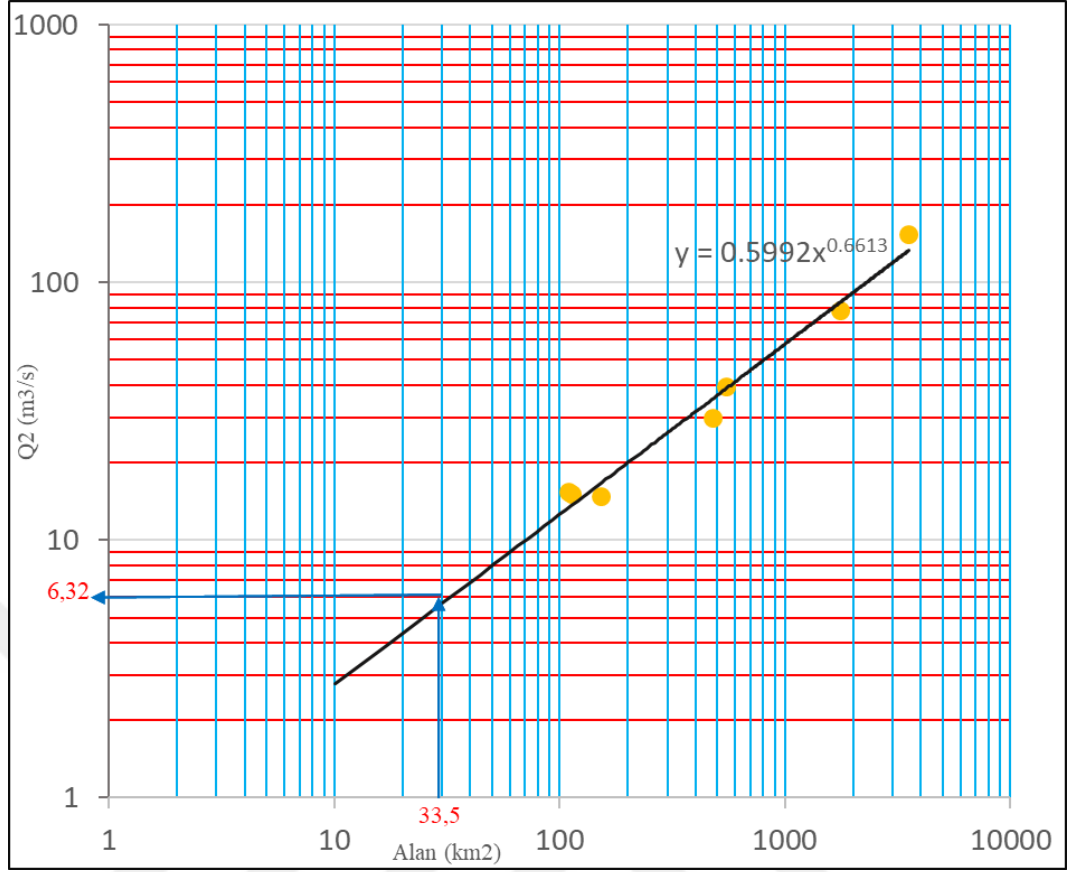
Birinci kısımda sonuçlar, kriterlerden nicelik olarak en çoğunu sağlayanlara göre bir diğer deyişle en iyi olasılık dağılım modeli sonucuna göre hesaplanmıştır. İkinci kısımda ise bu beş kriterden sayıca az olanın uyduğu olasılık dağılım modelinin (2.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Alternatif olarak) verilere uygulanması sonucu bulunan debilere göre hesaplamalar yapılmıştır.

Çizelge 4.21. Uzundere Göleti BTFA Debileri (En uygun dağılımlara göre m³/s)

Sıra No	İstasyon No	N (YIL)	A (km ²)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1	23-026 DSİ	36	110,1	15,33	20,33	23,98	29,28	33,85	39,06
2	23-32 DSİ	29	153,5	15,63	24,83	30,79	38,07	43,30	48,37
3	23-16 EİE	41	481,2	29,16	39,42	47,02	57,62	66,29	75,64
4	2325 EİE	38	1762	69,52	120,71	157,26	204,27	239,21	273,79
5	2328 EİE	23	546,8	36,73	53,61	66,00	82,15	94,27	106,31
6	2329 EİE	34	3538,8	154,01	224,92	274,16	338,60	388,07	438,72
7	2330 EİE	25	113,6	15,07	21,53	26,51	34,12	40,98	49,10



Şekil 4.27. Alan- Q_2 Grafiği (En uygun dağılımlara göre)

Analize giren AGİ'lerin yağış alanlarına karşı Q_2 değerleri logaritmik kağıtta noktalanarak Alan- Q_2 grafiği çizilmiştir. Bu noktaları en doğru şekilde temsil eden zarf eğrisi çizilerek eğrinin formülü bulunmuş Uzundere Göleti yağış ve drenaj alanı olan 33,5 km²'ye karşılık gelen Q_2 debisi 6,32 m³/s olarak tespit edilmiştir. Bunun bu Q_2 debisi Q_T/Q_2 oranları ile çarpılarak yinelemeli taşkın debileri hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.22. Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (En uygun dağılımlara göre m³/s).

Sıra No	İstasyon No	N (YIL)	A (km ²)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1	23-026 DSİ	36	110,1	1,00	1,33	1,56	1,91	2,21	2,55
2	23-32 DSİ	29	153,5	1,00	1,59	1,97	2,44	2,77	3,10
3	23-16 EİE	41	481,2	1,00	1,35	1,61	1,98	2,27	2,59
4	2325 EİE	38	1762	1,00	1,74	2,26	2,94	3,44	3,94
5	2328 EİE	23	546,8	1,00	1,46	1,80	2,24	2,57	2,89
6	2329 EİE	34	3.538,8	1,00	1,46	1,78	2,20	2,52	2,85
7	2330 EİE	25	113,6	1,00	1,43	1,76	2,26	2,72	3,26
ORTALAMA				1,00	1,48	1,82	2,28	2,64	3,03
Uzundere Göleti (33.5 Km²)				6.32	9.35	11,50	14,41	16,68	19,15

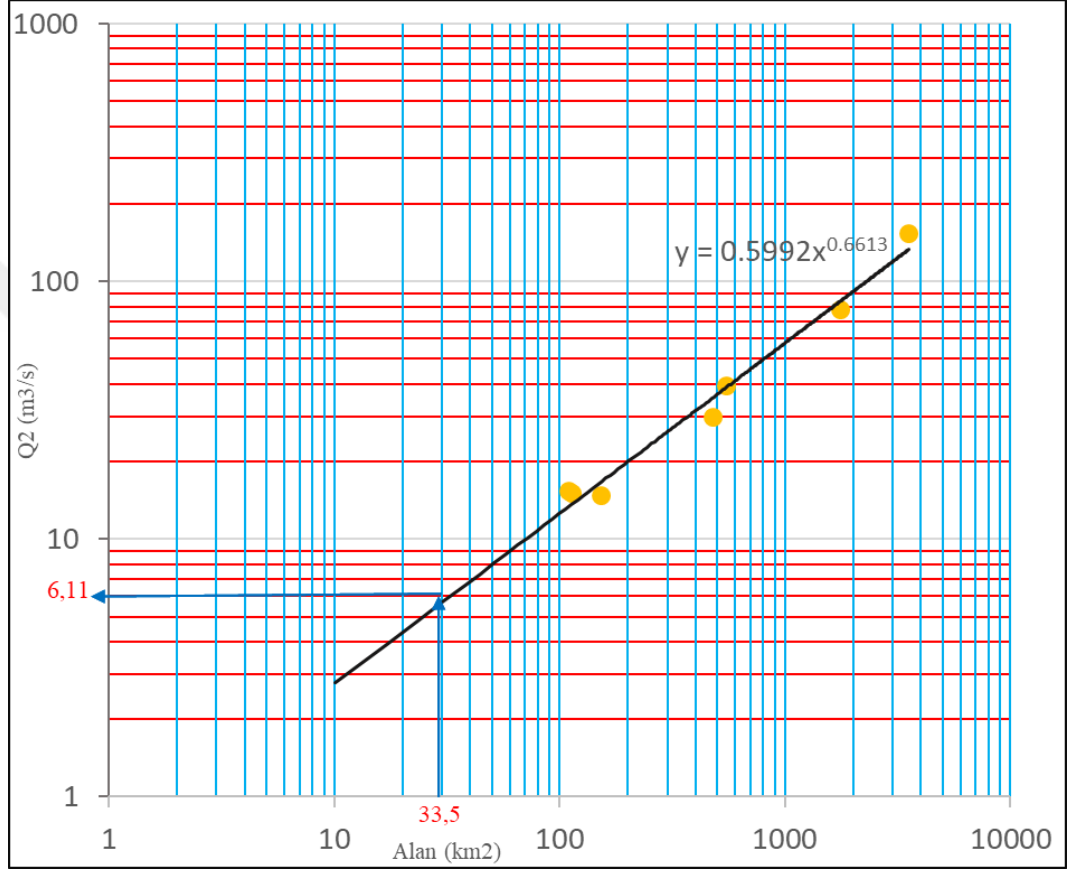
Yukarda bahsedildiği üzere ikinci alternatif olan bu kısımda beş kriterden sayıca az olanın uyduğu dağılım modellerinin sonucu bulunan debilere göre hesap yapılacaktır.

Çizelge 4.23. Uzundere Göleti BTFA Debileri (2. Alternatif dağılımlara göre m³/s)

Sıra No	İstasyon No	N (YIL)	A (km ²)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1	23-026 DSİ	36	110,1	15,33	20,33	23,98	29,27	33,85	39,06
2	23-32 DSİ	29	153,5	14,69	24,09	31,20	41,12	49,14	57,68
3	23-16 EİE	41	481,2	29,75	39,37	45,74	53,79	59,76	65,68
4	2325 EİE	38	1762	77,37	123,48	153,41	190,02	216,33	241,81
5	2328 EİE	23	546,8	39,45	53,01	61,86	72,93	81,11	89,26
6	2329 EİE	34	3.538,8	154,01	224,92	274,16	338,60	388,07	438,72
7	2330 EİE	25	113,6	15,07	21,53	26,51	34,12	40,98	49,10

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Analize giren AGİ'lerin yağış alanlarına karşı Q_2 değerleri logaritmik kağıtta noktalanarak Alan- Q_2 grafiği çizilmiştir. Bu noktaları en doğru şekilde temsil eden zarf eğrisi çizilerek eğrinin formülü bulunmuş Uzundere Göleti yağış ve drenaj alanı olan $33,5 \text{ km}^2$ 'ye karşılık gelen Q_2 debisi $6,11 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak tespit edilmiştir. Bununun bu Q_2 debisi Q_T/Q_2 oranları ile çarpılarak yinelemeli taşkın debileri hesaplanmıştır.



Şekil 4.28. Alan- Q_2 Grafiği (2. Alternatif dağılımlara göre)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.24. Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (2. Alternatif dağılımlara göre m³/s).

Sıra No	İstasyon No	N (YIL)	A (km ²)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1	23-026 DSİ	36	110,1	1,00	1,33	1,56	1,91	2,21	2,55
2	23-32 DSİ	29	153,5	1,00	1,64	2,12	2,80	3,35	3,93
3	23-16 EİE	41	481,2	1,00	1,32	1,54	1,81	2,01	2,21
4	2325 EİE	38	1762	1,00	1,60	1,98	2,46	2,80	3,13
5	2328 EİE	23	546,8	1,00	1,34	1,57	1,85	2,06	2,26
6	2329 EİE	34	3.538,8	1,00	1,46	1,78	2,20	2,52	2,85
7	2330 EİE	25	113,6	1,00	1,43	1,76	2,26	2,72	3,26
	ORTALAMA			1,00	1,45	1,76	2,18	2,52	2,88
	Uzundere Göleti (33.5 Km²)			6,11	8,86	10,75	13,32	15,40	17,60

4.6. Tekerrürlü Taşkın Debi Sonuçları

Uzundere Göleti'ne ait planlama aşaması boyutlandırmaya esas tekerrürlü taşkın debileri Anonim (2014) tarafından Çizelge 4.25'de ki gibi verilmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda olasılık dağılım fonksiyonları kullanılarak en uygun dağılımlara ve 2. Alternatif dağılımlara istinaden elde edilen tekerrürlü taşkın debileride yine Çizelge 4.25'te birlikte verilmektedir. Çizelge incelendiğinde görüleceği gibi; Uzundere Göleti tasarıma esas taşkın debisi hesabında kullanılan debilerin çalışmamız sonucunda hesaplanan debilerden yüksek olduğu görülmektedir. Debiler 2, 5, 10, 25, 50, 100 yıl değerleri için her birinde daha düşük yorumlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.25. Uzundere Göleti Tekerrürlü Taşkın Debilerinin Karşılaştırılması

T(YIL)	Q _t (m ³ /s)*	Q _t (m ³ /s)**	Q _t (m ³ /s)***
2	6,50	6,32	6,11
5	9,80	9,35	8,86
10	12,10	11,50	10,75
25	15,00	14,41	13,32
50	17,30	16,68	15,40
100	19,70	19,15	17,60

*Uzundere Göleti Tekerrürlü Taşkın Debileri (Anonim 2014)

**Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (En uygun dağılımlara göre).

***Uzundere Göleti BTFA Çalışması Tekerrürlü Taşkın Debileri (2. Alternatif dağılımlara göre).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Erzurum DSİ 8. Bölge Müdürlüğü bünyesinde planlaması ve tasarımı yapıp inşaat aşamasında olan Erzurum Uzundere Göleti tasarım debilerinin üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bölgesel taşkın frekans analizi yöntemi kullanılarak söz konusu göletin tasarıma esas debilerinin yeniden hesaplanması amaçlanmıştır. Uzundere Göletinin planlama raporu ve ön çalışmaları 2013 yılında yapılmıştır. Raporla kullanılan akım gözlem istasyonlarının verileri 2013 yılına kadar kullanılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında yedi adet AGİ'nin ölçümü olan verileri 2015 yılı da dahil olmak üzere hesaplamaya katılmıştır.

Çalışmada verilerin homojenlik kontrolleri üç farklı teste (pettitt, buishand ve SNHT) göre değerlendirilmiştir. Test sonuçlarına istinaden verilerin homojen olduğu belirlendikten sonra ilgili verilerin birbirlerini etkileyip etkilememesi durumu olan içsel bağımlılıklarına yani oto korelasyonlarına bakılmıştır. İçsel bağımlılıkları bulunmayan verilere trend testlerinden Mann Kendall trend testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre akım verilerinde istatistiksel açıdan anlamlı trend bulunmadığı görülmüştür.

Uzundere Göleti planlama raporunda kullanılan olasılık dağılım modeli ve uygunluk kriterleri sayılarının aksine, yapılan bu çalışmada boyutlandırmaya esas tekerrürlü taşkın debilerinin hesaplanmasında verilere uygulanan olasılık dağılım modeli ile dağılım sonuçlarına uygulanan test ve bilgi kriterleri sayıları arttırılmıştır. Weibull, İki parametrelili Lognormal, İki Parametrelili Gamma, Lojistik, Normal, Gumbel, Genelleştirilmiş Ekstremler Değeri, Log-Lojistik, Pearson tip-III, Üç parametrelili Lognormal, Üç Parametrelili Gamma olmak üzere 11 adet olasılık dağılım fonksiyonu uygulanmıştır. Bu dağılım fonksiyonları akabinde Akaike Bilgi Kriteri, Kolmogorov-Smirnov, Cramér-von-Mises, Bayesian Bilgi Kriteri ve Anderson Darling test ve kriterleri kullanılarak yıllık maksimum akımlarına en uygun modeller seçilmiştir. Kullanılan dağılımlar arasından İki Parametrelili Gamma, Log-Lojistik, Lognormal ve Genelleştirilmiş Ekstremler Değeri dağılımları daha iyi sonuçlar vermiştir. Olasılık dağılım fonksiyonu sayısı ve çıkan sonuçlara uygulanan uygunluk kriterleri sayısı artırılarak istatistiksel olarak daha doğru tasarım debisi hesaplanması amaçlanmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan hesaplamalar neticesinde Uzundere Göleti gibi tasarım debisi bulunacak olan projelerde veri yılı sayısı, verilere uygulanan olasılık dağılım fonksiyonu adedi ve sonrasında ki uygunluk test ve kriterleri sayıları arttırılarak daha detaylı ve doğru sonuca ulaşılacağı görülmüştür. Ayrıca bununla birlikte çıkan sonuçların tasarımda boyutlandırmaya doğrudan etkisi olduğundan daha ekonomik veya daha güvenilir tasarımların elde edilmesi bu şekilde mümkün olacaktır.



KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh moradı, Y. 2012. Karun (İran) üst havzasında taşkın analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 125, İstanbul.
- Adamson, P. T. 1979. Probability Distributions of Best Fit to South African Flood Data. Water SA, 5(2), 70-76.
- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19(6), 716–723.
- Anlı, A. S. 2006. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 99-106.
- Anonim, 2014. Erzurum Uzundere Göleti ön raporu. Hidromark Mühendislik Müşavirlik A.Ş., 334, Ankara.
- Anonim, 2021a. Web Sitesi: <http://www.taskinyonetimi.ormansu.gov.tr>, Erişim Tarihi: 23.11.2021.
- Anonim, 2021b. İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi. 11 Ağustos Bozkurt Taşkın Felaketi Değerlendirme Raporu, 15, Ankara.
- Anonim, 2021c. Web Sitesi: <http://www.kastamonuguncel.com/selden-onceki-ve-sonraki-bozkurt/35499>, Erişim Tarihi: 23.11.2021.
- Anonim, 2021d. Web Sitesi: [http:// Yandex Görsel'de](http://YandexGorsel.de) beton tersip bendi 8. Bölge dsi 744 görsel bulundu, Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Anonim, 2021e. Web Sitesi: http://www.twitter.com/dsi_8_blg_md-Kargir Tersip Bendi 8.bölge dsi, Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Anonim, 2021f. Web Sitesi: http://www.twitter.com/dsi_8_blg_md-Taş Tahkimat 8. bölge dsi, Erişimi Tarihi: 30.12.2021.
- Anonim, 2021g. Web Sitesi: https://www.twitter.com/dsi_8_blg_md-Beton Kanal Taşkın Koruma 8. bölge dsi, Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Anonim, 2021h. Web Sitesi: [http:// Google Görsel' de](http://GoogleGorsel.de) Sivridere Barajı 8. Bölge dsi 17 görsel bulundu, Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Anonim, 2021i. Web Sitesi: [Google Görsel' de](http://GoogleGorsel.de) Pehlivanlı Barajı 8. Bölge dsi 39 görsel bulundu, Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Bayazıt, M. 1999. Hidroloji (9. Basım). İstanbul Teknik Üniversitesi yayınları, 1605(242), İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. 1994. İstatistik. Birsen yayınevi, 211, İstanbul.

- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. 1998. Probability and statistics for engineers. Birsen yayınevi, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Önöz, B. 2008. Taşkın ve kuraklık hidrolojisi. Nobel yayın dağıtım, 418, Ankara.
- Bayazıt, M. 1996. İnşaat mühendisliğinde olasılık yöntemleri. İTÜ İnşaat Fakültesi matbaası, 245, İstanbul.
- Bayazıt, M. 1981. Hidrolojide istatistik yöntemler. İstanbul Teknik Üniversitesi matbaası, 233, İstanbul.
- Box, G. E. P. ve Jenkins, G. M. 1970. Time series analysis: forecasting and control. Holden-Day, 269, San Francisco.
- Burham, K. P. ve Anderson, D. R. 1998. Model selection and inference: a practical information theoretic approach. Springer-Verlag, 515, New York.
- Çetin, N. İ. ve Tezer, A. 2013. ABD, Avrupa Birliği ve Türkiye’de Sel Risk Yönetiminin Karşılaştırılması, 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 29-30 Nisan, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü, UTŞ-3, 21, İstanbul.
- Dağlı, Ö. Ö. 2004. Türkiye akarsularında bölgesel trend analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 55, İstanbul.
- Deepesh, M. ve Madan, Kumar, J. 2012. Hydrologic time series analysis; theory and practice. Springer Berlin and Capital Publishing Company, 301, New Delhi, India
- Demir, V. ve Keskin, A. Ü. 2022. Yeterince akım ölçümü olmayan nehirlerde taşkın debisinin hesaplanması ve taşkın modellenmesi (Samsun, Mert Irmağı örneği). Geomatik, 7(2), 149-162.
- Dernek, E. 2012. Taşkın yapıları tasarımı ve kayı deresi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrolik Ana bilim Dalı, 164, Tekirdağ.
- Dikici, M. ve Aksel, M. 2019. Havza büyüklüğüne göre en uygun taşkın debisi hesap yönteminin bulunması - doğu akdeniz havzası örneği. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 1(3), 120-131.
- Doğan, E., Keskin, T. E., Sönmez, O., Spor, P., Umarusman, H. B., Badfar, M. 2019. Bartın (Kocairmak) Nehir Yatağının Taşkın Kapasitenin Belirlenmesi, 3 rd International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management, 25-27 October, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, APP-2, 91, Van.
- Douglas, E. M., Vogel, R. M., Kroll, C. N. 2000. Trends in floods and low flows in the united states: Impact of spatial correlation. Journal of Hydrology, 1(2), 90–105.
- Haktanır, T. 1982. Taşkın frekans analizi için paket program. DSİ Teknik Bülteni, 53, 48-57.

- Haktanır, T., Çapar, Ö. F. 1994. Güncel modelleri de içeren taşkın frekans analizi için paket program. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15.Yıl Sempozyumu Özel Sayısı, 1, 37-42.
- Haktanır, T., Özcan, Z., Çapar, Ö. F. 1990. Türkiye Akarsularının Taşkın Pikleri Frekans Analizi, Su Mühendisliği Problemleri Semineri IV, 11 Kasım, DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Daire Başkanlığı, Seminer Tebliğleri, 34, Antalya.
- Johnson, N. L., Samuel, Kotz., Balakrishnan, N. 1994. Continuous univariate distributions. Wiley, 789, New York.
- Kahya, E., Cıgızoğlu, K., Dorum, A., Karabök, Ç. M., Kömüşcü, Ü. A., Cengiz, M.T., Martı, İ. A. ve Tarhan, M. 2006. El Nino ve La Nina olaylarının etkileri ile Türkiye'deki yağış zaman serilerinin karakteristik özelliklerindeki ve dağılımlarındaki değişkenlerin analizi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Proje No: YDABAG 102Y146.
- Kendall, M. G. 1975. Rank correlation methods. Charles Griffin, 135, London.
- Keskiner, A. D., Çetin, M. 2016. Taşkın Hesaplarında Kullanılan Sentetik Yöntemlerin Küçük Ölçekli Sulama Göletleri Alt Havzalarına Uyarlanması: Yaylalık Göleti Örneği, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım, Çukurova Üniversitesi, Tebliğler Kitabı, 312, Rize.
- Kite, G. W. 1977. Frequency and risk analyses in hydrology. Water Resources Publications Fort Collins, 224, Colorado.
- Koyunoğlu, H. Ç. 2020. Doğu ve Batı Karadeniz havzaları akarsularının ortalama ve maksimum akımları için en uygun olasılık dağılım modelinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 84, Erzurum.
- Kumanlıoğlu, A. A., Ersoy, S. B. 2018. Akım gözlemi olmayan havzalarda taşkın akımlarının belirlenmesi: Kızıldere havzası. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 20(60), 890-904.
- Lakshmi, R. V., Vaidyanathan, V. S. 2016. Three-parameter gamma distribution: Estimation using likelihood, spacings and least squares approach. Journal of Statistics and Management Systems, 19(1), 37-53.
- Maidment, D. R. 1992. Handbook of hydrology. McGraw-Hill, Inc., 143, New York.
- Maidment, D. R. 1993a. Handbook of hydrology, in: Chapter 17. Statistical Analysis of Hydrologic Data, 1-53. New York
- Maidment, D. R. 1993b. Handbook of hydrology, in: Chapter 18. Frequency Analysis of Extreme Events, 1-65, New York
- Mann, H. 1945. Nonparametric tests against trend. Econometrica, 13(3), 245-259.

- McQuarrie, A. D. ve Tsai, C. L. 1998. Regression and time series model selection, world scientific. publishing company, 480, Singapore.
- Oğuz, E., Türkoğlu, N., Ulupınar, Y., Batur, E. 2015. Samsun – Kürtün Çayı Taşkın Hesabı, Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (ATMOS 2015), 28-30 Nisan, Aydın Üniversitesi, 109, İstanbul.
- Pettitt, A. N. 1979. A non-parametric approach to the change-point problem. Applied Statistics, 28(2), 126–135.
- Sönmez, O., Hırca, T., Demir, F. 2017. Akım Ölçümü Olmayan Nehirlerde Farklı Yağış Akış Modelleri ile Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı: Mudurnu Çayı Örneği, 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, ISITES2017, 29-30 September, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Academic Platform, 1100, Bakü.
- Sönmez, O., Öztürk, M., Doğan, E. 2012. İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(2), 130-135.
- Topuksak, Ş. 2021. Menfezlerin projelendirilmesinde taşkın debisi saptama yöntemlerinin irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 90, Karabük.
- Tosunoğlu, F. 2014. Türkiye’deki meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların atmosferik salınımlarla olan ilişkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 198, Erzurum.
- Von Storch, H., Navarra, A. 1995. Analysis of climate variability. Springer, 334, New York
- Yıldırım, A. M. 2019. Batı karadeniz havzası’ndaki hidrolik yapıların tasarımı için taşkın frekans analizi ile taşkın durumunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 81, Bartın.
- Yılmaz, M. 2019. Türkiye akarsu havzalarındaki yıllık anlık maksimum akımların trend analizi. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, 91, Erzurum.
- Yılmaz, M., Tosunoğlu, F., Demirel, M. C. 2021. Taşkın frekansı analizinde klasik yöntemler ve alternatif bir parametre tahmin yönteminin karşılaştırılması. Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2), 1243-1254.
- Yu, Y., Zou, S., Whittemore, D. 1993. Non parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. Journal of Hydrology, 150(1), 61-80.

EKLER

EK-1 Uzundere Göleti Proje Karakteristikleri

- **Hidrolojik Veriler**

Drenaj alanı	: 33,50 km ²
Yıllık gelen su	: 2.906 hm ³
Buharlaşma ve sızma miktarı	: 28.000 m ³

- **Gövde**

Tipi	: Silindirle Sıkıştırılmış Beton Dolgu
Amacı	: Sulama
Talveg kotu	: 1.432,00 m
Kret kotu	: 1.472,00 m
Yükseklik(talvegden)	: 40,00 m
Yükseklik(temelden)	: 43,00 m
Kret uzunluğu	: 49,85 m
Kret genişliği	: 7 m
Gövde şevleri	: 1:0,1, 1:0,8 (mamba ve mansap)
Gövde dolgu hacmi	: 32.110 m ³

- **Batardo**

Tipi	: Silindirle Sıkıştırılmış Beton Dolgu
Talveg kotu	: 1.433,00 m
Kret kotu	: 1.440,00 m
Kret uzunluğu	: 22,00 m
Kret genişliği	: 4 m
Gövde şevleri	: Dikey, 1:0,5 (mamba ve mansap)
Gövde dolgu hacmi	: 1.100 m ³

- **Tersip Bendi**

Tipi	: Ocak Taşı
Talveg kotu	: 1.497,00 m
Kret kotu	: 1.511,00 m
Yükseklik	: 14,00 m
Kret uzunluğu	: 43,50 m
Kret genişliği	: 2 m
Gövde şevleri	: Dikey, Dikey (mamba ve mansap)
Gövde dolgu hacmi	: 1.500 m ³

- **Göl (Rezervuar)**

Minimum su seviyesi	: 1.457,85 m
Normal su seviyesi	: 1.469,00 m
Maksimum su seviyesi	: 1.470,52 m
Ölü hacim	: 167.000 m ³
Aktif hacim	: 259.000 m ³
Normal göl hacmi	: 426.000 m ³
Maksimum göl hacmi	: 472.000 m ³
Minimum göl alanı	: 16.160 m ²
Normal göl alanı	: 31.114 m ²
Maksimum göl alanı	: 33.522 m ²

- **Dolusavak**

Tipi	: Karşıdan alıŖılı, serbest
Yeri	: Gövde üzerinde
Debisi (Q10000)	: 70,7 m ³ /s
Dizayn Debisi (Q10000-ötelenmiş)	: 69,5 m ³ /s
Dolusavak kret kotu	: 1.469,00 m
Yaklaşım kanalı taban kotu	: 1.468,00 m
Boşaltım kanalı tipi	: Sabit genişlikli
Boşaltım kanalı genişliği	: 15 m

Enerji kırıcı tipi : Sıçratma Ucu

- **Derivasyon**

Tipi : Kondüvi
Yeri : Sağ sahil
Çapı : 2 m
Uzunluğu : 54,50 m
Kondüvi giriş kotu : 1.430,42 m
Kondüvi çıkış kotu : 1.428,52 m

- **Dipsavak-Su alma yapısı**

Tipi : Gövde içi gömülü çelik boru
Yeri : Sağ sahil
Çapı : 0,80 m
Uzunluğu : 52,00 m
Su alma giriş kotu : 1.458,00 m
Vana çıkış kotu : 1.439,85 m

- **Sulama Sistemi**

Toplam sulama sahası : 141 ha (brüt), 127 ha (net)
Ana Boru Hattı Uzunluğu : 5.785 m
Sulama şebekesi tipi : PE Boru
Sulama metodu : Borulu (salma)
Sulama Modülü : 0,831 s/ha
Ana Boru Hattı Başlangıç Debisi : 0,199 m³/s
Ana Boru Hattı Başlangıç Çapı : Ø 450 mm PE Boru

- **Uzundere Göleti Karakteristikleri**

Aktif hacim	=	0,259 hm ³
Ölü hacim	=	0,167 hm ³
Toplam hacim =vaktif hacim+völü hacim	=	0,426 hm ³
Talveg Kotu	=	1.432,00 m
Minimum Su seviyesi	=	1.457,85 m
Normal Su seviyesi	=	1.469,00 m
Talvegden NSS'ye Yükseklik	=	37,00 m
Buharlaşma miktarı	=	446.89 mm/yıl/m ²
Buharlaşma kaybı	=	0,013 hm ³
Sızma kaybı=Vbuh *1,10	=	0,015 hm ³
Buharlaşma + Sızma kaybı	=	0,028 hm ³
Sulamaya verilecek su miktarı	=	0,732 hm ³
Yıllık Sulama Diversiyonu	=	5.789,44 m ³ /ha/yıl
Sulanacak Net Alan	=	127 ha
Sulanacak Brüt Alan	=	141 ha
Yıllık Ortalama Akım	=	2.906 hm ³
Yüzde Regülasyon	=	25 %