



**DOĞU VE BATI KARADENİZ HAVZALARI
AKARSULARININ ORTALAMA VE MAKSİMUM
AKIMLARI İÇİN EN UYGUN OLASILIK DAĞILIM
MODELİNİN BELİRLENMESİ**

Halit Çağrı KOYUNOĞLU

Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği

Danışman: Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

2020

Her hakkı saklıdır.



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DOĞU VE BATI KARADENİZ HAVZALARI AKARSULARININ ORTALAMA
VE MAKSİMUM AKIMLARI İÇİN EN UYGUN OLASILIK DAĞILIM
MODELİNİN BELİRLENMESİ**

Halit Çağrı KOYUNOĞLU

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Erzurum

2020

Her hakkı saklıdır

T.C.
ERZURUM TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ ONAY FORMU

DOĞU VE BATI KARADENİZ HAVZALARI AKARSULARININ
ORTALAMA VE MAKSİMUM AKIMLARI İÇİN EN UYGUN
OLASILIK DAĞILIM MODELİNİN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU danışmanlığında, Halit Çağrı KOYUNOĞLU tarafından hazırlanan bu çalışma 06 / 02 / 2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **Oy birliği ile (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan :Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU *İmza* :

Üye :Dr.Öğr. Üyesi Serkan ŞENOCAK *İmza* :

Üye : Dr.Öğr. Üyesi Süleyman Nazif ORHAN *İmza* :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Arzu GÖRMEZ
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması tarafından nolu proje ile desteklenmiştir.

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.

06 / 02 / 2020

Halit Çağrı KOYUNOĞLU

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞU VE BATI KARADENİZ HAVZASI AKARSULARININ ORTALAMA VE MAKSİMUM AKIMLARI İÇİN EN UYGUN OLASILIK DAĞILIM MODELİNİN BELİRLENMESİ

Halit Çağrı KOYUNOĞLU

Erzurum Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

Bu çalışmada Doğu ve Batı Karadeniz akarsularına ait yıllık maksimum ve yıllık ortalama akımlarına en uygun olasılık dağılım modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için literatürde yaygın olarak kullanılan on adet dağılım fonksiyonları Doğu ve Batı Karadeniz havzalarında bulunan 18 adet akım gözlem istasyonuna ait akım (yıllık maksimum ve yıllık ortalama) serilerine uygulanmıştır. Alternatif dağılımlar arasından en uygun dağılım modellerini belirlemek için Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Bayesian Bilgi Kriteri (BIC), Kolmogorov-Smirnov (KS), Cramer-Von Mises (CvM), Anderson-Darling (AD) uygunluk testleri kullanılmıştır. Uygulanan testlerin sonucunda Doğu ve Batı Karadeniz havzaları yıllık maksimum akımlar için en uygun dağılımların 2202 ve 1334 nolu akım gözlem istasyonlarına Log-Lojistik, 2218, 2232 ve 1332 için Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, 2233'e Gumbel, 2238'e Weibull, 2245 ve 1338'e Üç Parametrelili Lognormal, 2247 ve 1339'a Lognormal, 2247 ve 1307'ye Pearson Tip 3 ve 1314'e Gamma olduğu, yıllık ortalama akımlar için ise en uygun dağılım tiplerinin 2202, 2232 ve 1339 nolu akım gözlem istasyonlarına Lognormal, 2215, 2218, 2238, 2247, 1302,1319 ve 1334'e Lojistik Dağılım, 2233 ve 1340'a Gamma Dağılımı, 2245'e Üç Parametrelili Lognormal Dağılım, 1307,1332 ve 1338'e Weibull dağılımı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, elde edilen en uygun dağılım modelleri kullanılarak 10,20,50,100 ve 200 yıllık dönüş aralıklarına karşılık gelen akım değerleri ve %95 güven aralığında alt ve üst limitleri hesaplanmıştır. Farklı tekerrür süreleri için hesaplanan bu akım değerleri söz konusu havzalardaki su yapılarının tasarım, planlanması ve yönetimi için oldukça önemlidir.

2020, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler: akım; olasılık dağılım modelleri; ortalama akım; maksimum akım uygunluk testleri

ABSTRACT

MS. Thesis

DETERMINATION OF THE MOST SUITABLE PROBABILITY DISTRUBITON MODEL FOR MEAN AND MAXIMUM FLOWS OF EASTERN AND WESTERN BLACK SEA RIVER BASINS

Halit Çağrı KOYUNOĞLU

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih TOSUNOĞLU

This study explains the current approaches used to define the optimal probability distribution model of the annual maximum and annual average flows of the Eastern and Western Black Sea streams. For this purpose, ten distribution functions commonly used in the literature were applied to the flow (annual maximum and annual average) series of 18 flow monitoring stations located in the East and West Black Sea basins. Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), Kolmogorov-Smirnov (KS), Cramer-Von Mises (CvM), Anderson-Darling (AD) compliance tests were used to determine the most appropriate distribution models among alternative distributions. As a result of conducted tests, the most appropriate distribution types were determined for flow monitoring stations in East and West Black Sea basins as follows. For annual maximum flow, Log-Logistics for stations 2202 and 1334; Generalized Extreme Value for stations 2218, 2232 and 1332; Gumbel for station 2233; Weibull for station 2238; Three-parameter Lognormal for stations 2245 and 1338; Lognormal for stations 2247 and 1339; and Pearson Type-3 for stations 2247 and 1307; and Gamma for station 1314 were determined. As for the average annual flows, Lognormal for stations 2202, 2232 and 1339; Logistics for stations; 2215, 2218, 2238, 2247, 1302,1319 and 1334; Gamma for stations 2233 and 1340; Three-parameter Lognormal for station 2245; and Weibull for stations 1307,1332 and 1338 were determined. Then, using the most appropriate distribution models obtained, the flow values corresponding to the 10, 20, 50, 100 and 200 year return intervals as well as the lower and upper limits in the 95% confidence interval were calculated. These flow values, calculated for different repetition times, are very important for the design, planning and management of water structures in the basins in question.

2020, 84 page

Keywords: Streamflow, Probability distributon models, Mean streamflow, goodnees of fit tests

TEŞEKKÜR

Tez çalışmama vakit ayırarak desteğini her daim hissettiren, alanındaki bilgileri ışığında bana yol gösteren, bu süreçte gelişmemi sağlayan, bilgi ve tecrübeleri ile yüksek lisans eğitimim boyunca yolumu aydınlatan her daim örnek aldığım danışman hocam, Sayın Doç.Dr. Fatih TOSUNOĞLU'na;

Hayatımın en önemli aşamaları olarak gördüğüm, lisans ve yüksek lisans basamağında benden hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen, akademik kimliği ve prensipli duruşuna sonsuz saygı duyduğum kıymetli hocalarım; Doç.Dr. Ahmet Dumlu, Dr.Öğr.Üyesi Serkan ŞENOCAK ve Dr.Öğr.Üyesi Süleyman Nazif Orhan'a;

Tez çalışmam süresince, her türlü yardım ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen, deneyimleriyle bana yol gösteren Öğr. Gör. Büşra FAYETÖRBAY, Musa DEMİR, Ahmet ERİŞMİŞ, Arş.Gör. Muhammet YILMAZ ve Arş.Gör. Ahmet Numan ÖZAKIN'a;

Vicdanın akıldan daha kıymetli bir erdem olduğunu hiç unutmamam gerektiğini beynime kazıyan, çalışmalarımnda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen varlıklarıyla var olduğum canım annem, babam ve ablama;

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Halit Çağrı KOYUNOĞLU
Şubat / 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Türkiye'nin Su Kaynakları.....	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	10
3.1 Çalışma Alanı.....	10
3.1.1 Batı Karadeniz havza özellikleri.....	10
3.1.2 Doğu Karadeniz havza özellikleri.....	10
3.2 Veriler.....	11
3.3 Verilerin İstatistik Analizi.....	14
3.3.1 Temel istatistik parametreler.....	14
3.4 Eksik Yağış ve Akım Verilerinin Tahmin Edilmesi.....	17
3.4.1 Tek ve çok değişkenli regresyon yöntemi.....	17
3.5 Trend Testleri.....	18
3.5.1 Mann Kendall testi.....	19
3.6 Olasılık Dağılım Modelleri.....	20
3.6.1 Normal dağılım.....	20
3.6.2 Lognormal dağılım (LN2).....	21
3.6.3 Üç parametrelili Lognormal dağılım(LN3).....	22
3.6.4 Pearson tip III dağılımı (P3).....	22
3.6.5 Gamma dağılımı (GAMMA).....	24
3.6.6 Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı(GEV).....	24
3.6.7 Weibull dağılımı (WBL).....	25
3.6.8 Gumbel dağılımı (GUM).....	25
3.6.9 Lojistik dağılım (LOGİS).....	26

3.6.10 Log-Lojistik dağılım (LLOGİS)	26
3.7 Uygunluk Bilgisi Kriterleri	28
3.7.1 Akaika Bilgi Kriteri (AIC)	28
3.7.2 Bayesian Bilgi Kriteri (BIC)	28
3.8 Olasılık Dağılımları İle İlgili Testler.....	29
3.8.1 Kolmogorov-Smirnov	30
3.8.2 Cramêr-Von Mises	30
3.8.3 Anderson-Darling.....	31
3.9 Maksimum Olabilirlik Metodu	31
3.10 Bootstrap Yöntemi	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1 Eksik Verilerin Tek ve Çok Değişkenli Regresyon Yöntemi ile Hesaplanması	34
4.3. Mann Kendall Trend Analizi	38
4.4 Olasılık Dağılım Analizi	53
4.5 Çeşitli Dönüş Periyotları İçin Yapılan Akım Tahminleri ve Güven Aralıkları	69
4.6. Tartışma.....	71
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	78
EK-1 Yıllık ortalama akımlara ait otokolerasyon fonksiyonları.....	78
EK-2 Yıllık maksimum akımlara ait otokolerasyon fonksiyonları	81
ÖZGEÇMİŞ.....	84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
LN2	Log-Normal Dağılım
LN3	Üç Parametrelili Log-Normal Dağılım
LOGİS	Lojistik Dağılım
LLOGİS	Logaritmik Lojistik
GEV	Genelleştirilmiş Ekstrem Değer Dağılımı
WBL	Weibull Dağılımı
GUM	Gumbell Dağılımı
GAM	Gamma Dağılımı
P3	Pearson Tip 3 Dağılımı
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
PDF	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
CDF	Kümülatif Dağılım Fonksiyonu
OYF	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
EDF	Eklenik Dağılım Fonksiyonu
KS	Kolmogorov-Smirnov
CvM	Cramer-Von Mises
AD	Anderson-Darling
AIC	Akaika Bilgi Kriteri
BIC	Bayesian Bilgi Kriteri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye'nin su havzaları	5
Şekil 3.1 Akım Gözlem İstasyonlarının Konumları.....	12
Şekil 3.2 Doğu Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonları Konumları.....	13
Şekil 3.3 Batı Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonları Konumları.....	13
Şekil 4.1 Akış şeması	34
Şekil 4.2 2232 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	40
Şekil 4.3 2202 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	40
Şekil 4.4 2202 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	41
Şekil 4.5 2215 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	41
Şekil 4.6 2218 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	41
Şekil 4.7 2218 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	42
Şekil 4.8 2232 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	42
Şekil 4.9 2233 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	43
Şekil 4.10 2233 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	43
Şekil 4.11 2238 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	43
Şekil 4.12 2238 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	44
Şekil 4.13 2245 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	44
Şekil 4.14 2245 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	45
Şekil 4.15 2247 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	45
Şekil 4.16 2247 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	45
Şekil 4.17 1302 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	46
Şekil 4.18 1302 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	46
Şekil 4.19 1307 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	47
Şekil 4.20 1307 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	47
Şekil 4.21 1314 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	47
Şekil 4.22 1314 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	48
Şekil 4.23 1319 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	48
Şekil 4.24 1327 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	49
Şekil 4.25 1327 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	49
Şekil 4.26 1332 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	49
Şekil 4.27 1332 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	50

Şekil 4.28 1334 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	50
Şekil 4.30 1338 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	51
Şekil 4.31 1338 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	51
Şekil 4.32 1339 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	52
Şekil 4.33 1339 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği	52
Şekil 4.34 1340 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği	53
Şekil 4.35 Yıllık Ortalama Akım Çalışılan İstasyonlar	54
Şekil 4.36 Yıllık Maksimum Akım Çalışılan İstasyonlar	54
Şekil 4.37 AGİ'lere Ait Yıllık Ortalama Akımların En Uygun Olasılık Dağılımları.....	60
Şekil 4.38 AGİ'lere Ait Yıllık Maksimum Akımların En Uygun Olasılık Dağılımları.....	61
Şekil 4.39 2202 nolu AGİ'nin LN2 ve LLOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri	63
Şekil 4.40 2215 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	63
Şekil 4.41 2218 nolu AGİ'nin LOGİS ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	63
Şekil 4.42 2232 nolu AGİ'nin LN2 ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	64
Şekil 4.43 2233 nolu AGİ'nin GAM ve GUM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	64
Şekil 4.44 2238 nolu AGİ'nin LOGIS ve WBL parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	64
Şekil 4.45 2245 nolu AGİ'nin LN3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P- P grafikleri	65
Şekil 4.46 2247 nolu AGİ'nin LOGIS, LN2 ve P3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	65
Şekil 4.47 1302 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	66
Şekil 4.48 1307 nolu AGİ'nin WBL ve P3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q- Q ve P-P grafikleri	66
Şekil 4.49 1314 nolu AGİ'nin GAM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	66

Şekil 4.50 1319 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	67
Şekil 4.51 1332 nolu AGİ'nin WBL ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	67
Şekil 4.52 1334 nolu AGİ'nin LOGİS ve LLOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	67
Şekil 4.53 1338 nolu AGİ'nin WBL ve LN3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	68
Şekil 4.54 1339 nolu AGİ'nin LN2 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri	68
Şekil 4.55 1340 nolu AGİ'nin GAM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Su kaynakları potansiyeli (Anonim 2019)	4
Çizelge 1.2 Türkiye akarsu havzalarının bazı özellikleri (Anonim 2019).	6
Çizelge 3.1. Havza özellikleri (Anonim 2019)	11
Çizelge 3.2 Analizde kullanılan veri gözlem aralıkları.....	12
Çizelge 3.3 Çalışmada kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları	27
Çizelge 4.1 Eksik veri içeren istasyonlara ait bilgiler.....	35
Çizelge 4.2 Yıllık ortalama akımların kolerasyon değerleri	35
Çizelge 4.3 Yıllık maksimum akımlar için çarpıklık ve kolerasyon değerleri	35
Çizelge 4.4 Akım gözlem istasyonlara ait yıllık ortalama değerlerin istatistiksel parametreler	37
Çizelge 4.5 Akım gözlem istasyonlara ait yıllık maksimum değerlerin istatistiksel parametreler	38
Çizelge 4.8 2202 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	55
Çizelge 4.9 2202 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	55
Çizelge 4.10 2215 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	55
Çizelge 4.11 2218 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	55
Çizelge 4.12 2218 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	55
Çizelge 4.13 2232 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56
Çizelge 4.14 2232 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56
Çizelge 4.15 2233 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56
Çizelge 4.16 2233 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56

Çizelge 4.17 2238 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56
Çizelge 4.18 2238 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	56
Çizelge 4.19 2245 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.20 2245 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.21 2247 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.22 2247 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.23 1302 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.24 1307 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	57
Çizelge 4.25 1307 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.26 1314 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.27 1319 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.28 1332 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.29 1332 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.30 1334 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	58
Çizelge 4.31 1334 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59
Çizelge 4.32 1338 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59
Çizelge 4.33 1338 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59

Çizelge 4.34 1339 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59
Çizelge 4.35 1339 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59
Çizelge 4.36 1340 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları.....	59
Çizelge 4.37 AGİ'lere Ait Yıllık Ortalama Akımların En Uygun_Olasılık Dağılımları ve Parametreleri	61
Çizelge 4.38 AGİ'lere Ait Yıllık Maksimum Akımların En Uygun_Olasılık Dağılımları ve Parametreleri	62
Çizelge 4.40 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Yapılan Tahminlerden Elde Edilen Yıllık Ortalama Akım Değerleri ve Güven Aralığı (m ³ /s).....	69
Çizelge 4.41 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Yapılan Tahminlerden Elde Edilen Yıllık Maksimum Akım Değerleri ve Güven Aralığı (m ³ /s).....	70

1. GİRİŞ

Tatlı su kaynakları hemen hemen her türlü insan faaliyetinden kaynaklanan ihtiyaçlar ve canlı hayatının devamı için sürekli olarak gerek duyulan doğadaki en önemli maddedir. İnsanlık tarihinden bu yana kurulan medeniyetler suyun bu öneminden dolayı genellikle su kaynaklarının yanlarına yerleşmeyi tercih etmişlerdir. Günümüzde yanlış kullanılan kaynaklar ve dünya nüfusunda ki hızlı artış ile azalan hali hazırdaki su kaynakları, suya olan talebi karşılayamamaktadır.

Nüfus artışı, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan ihtiyaçlar ve gelişen sanayi etkisine ek olarak günümüzde daha da belirgin olarak hissedilen iklim değişikliğinin de etkisi altındadır (Tabari et al. 2012). İnsani etkiler de Küresel iklim sistemi doğal değiştirme bileşenlerine eklenmiş ve bu etkilerinde göz ardı edilemez olduğu görülmüştür (Yıldız ve Malkoç 2000). Küresel ısınmayı tetikleyen sıcaklıklarda ki artış nedenleri; sanayileşme evreleri, fosil yakıt kullanımı, arazi kullanım değişikliği, çevre kirliliği, insan etkisiyle ormanların azalması, atmosferdeki sera gazları artışı olarak belirtilmektedir. Bu artışın bir sonucu olarak dünyanın ışınlam dengesi bozulması gösterilmektedir (Tabari et al. 2012). Atmosferdeki sera gazları birikimi kuvvetlenen sera etkisi oluşmasına zemin hazırlamıştır. 19. Yüzyılın sonlarında başlayan bu etki kaynaklı küresel ısınma 1980'li yıllardan sonra belirginliğini daha da arttırmış, belirginliği üzerinden çok geçmeden en yüksek değerine 1990'lı yıllarda ulaşmıştır (Yıldız ve Malkoç, 2000). Yapılan çalışmalara göre küresel ısınmada son yüzyıl içerisinde yaklaşık 0,6 °C'lik bir artış gözlenmiştir (Tabari et al. 2012). Bu artış, küresel iklimde önemli değişikliklere sebep olmuştur (Yeh et al. 2015). Bu değişiklikler yeraltı suyu, yağmur, nehir akışı, zemin nemi, yüzeysel akış gibi hidrometeorolojik değişkenlerde kayda değer değişimler göstermiştir (Goyal 2004). Su kaynaklarımız açısından olumsuz nitelikteki bu değişimler su potansiyelimizin etkili, planlı ve doğru kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Çünkü su kaynakları bir ülkenin ekonomik, kültürel ve sosyal gelişiminin önemli birleşenidir. Su kaynakları planlamasıyla hidroelektrik üretimde, su temininde ve sulamada; kaynağın yeterliliğini, kullanımda sürdürülebilirliğini ve yatırım geri dönüş analizini yapmak mümkündür.

Su kontrol projelerinin planlanması, tasarımı ve işletilmesi, sulama suyu kullanımı, sulak alanların imar ve yönetimi ile ekosistem ve tarımsal sistem yönetimi için

1. GİRİŞ

taşkın akımlarının ve kuraklık olaylarının büyüklüğü ile sıklığı hakkında doğru tahminler gereklidir. Seller, taşkınlar ve su kuraklıkları (düşük akıntılar), nehir akışlarının destek sistemleri geliştirmekte olan ülkelerde birçok nehir havzasında sık görülen sorunlardır. Bu nedenle, taşkın ve kuraklık sıklığı önemlidir. Tarihsel akım verileri, bir nehir sisteminde uzun bir süre boyunca gözlemlenir ve taşkınların veya su kuraklıklarının aşırı olaylarının oluşum sıklığı ilişkisi frekans analizi yardımıyla değerlendirilir. Bununla birlikte, taşkın frekans analizinde tarihsel verilerin ve mevcut tahmin tekniklerinin kullanımı, hidro-meteorolojik durağanlık ve hidrolojik olayların stokastik doğası ile hidrolojik modellemede gerekçelendirme ve indirgeme yeterliliği konusundaki endişeleri ortaya çıkarmıştır. Bu gibi endişeler ve hidrolojik modellemede kesin sonuçlara olan ihtiyacı artırmıştır (Langat et al. 2019).

Doğada hidrolojik olaylar yüksek derecede stokastiktir. Bu nedenle, kaydedilen tarihi ekstremal deşarj verileri istatistiksel olasılıkla belirlenir. Olasılık dağılımının istatistiksel olarak tespiti ile yapılan ekstremal dağılım analizi, deterministik ve fiziksel temelli geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha etkilidir. Araştırmacılar arasında son zamanlarda gözlemlenen bir dizi veriye en uygun olasılık modelini bulmak ve seçmek için olasılıklı yaklaşımların kullanılması son zamanlarda geçerlilik kazanmıştır (Langat et al. 2019). Bunun için tarihi veriler olasılık dağılımları ile test edilir. Uygulanan dağılımların veriye en uygunu ve tahminlerin doğruluk derecesi belirlenir (Anlı 2006).

Weibull, Gamma (Pearson tip 3), Genelleştirilmiş Aşırı Değer (GEV), Lognormal, Lojistik, Log-Lojistik, Gumbel ve Normal dağılım hidrolojik frekans analizinde kullanılmaktadır. En uygun olasılık dağılımının seçimi ve parametre tahmin prosedürü aktif ve zorlu bir araştırma alanıdır.

Bu sebeple çalışmada amacımız yıllık ortalama ve maksimum akımların en uygun olasılık dağılım modelini seçimindeki uygulamaları ve modelleri gözden geçirmektir. Dolayısıyla hidrolojik modelleme konusunda gelecekteki tartışmalar için bir temel teşkil etmesini sağlamaktır.

1.1 Türkiye'nin Su Kaynakları

Dünyamız 1,4 milyar km³'lük su rezervine sahiptir. Bu suların %2,5'lük kısmı göl ve nehirlerde tatlı su olarak, %97,5'lik kısmı ise denizlerde ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmaktadır. Tuzlu su kaynaklarından oran olarak çok az miktarda bulunan tatlı su kaynaklarının %90'ının yeraltında ve kutuplarda bulunması nedeniyle insanoğlunun kullanabileceği elverişli tatlı su miktarının azlığı olduğu sayısal verilerle doğrulanmaktadır. Türkiye'de yıl bazında yaklaşık ortalama yağış 643 mm olup, bu ortalama yıllık 501 milyar m³ lük suya denktir. 274 milyar m³'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden olan buharlaşmalar aracılığı ile atmosfere geri kazandırılan, 69 milyar m³'lük miktarı yeraltı suyunu beslemekte, 158 milyar m³'lük kısmı ise akış halinde ana akarsular ve kolları vasıtasıyla kapalı havzalardaki göllere ve denizlere aktarılmaktadır. Yeraltı suyunu beslemekte olan 69 milyar m³'lük suyun 28 milyar m³'ü yerüstü suyuna kaynaklar aracılığı ile tekrar katılmaktadır. Bu kaynaklara ek olarak komşu ülkelerden ülkemiz sınırlarına gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Bu kazanımlar ve katılmalarla ülkemizin potansiyel brüt yerüstü suyu 193 milyar m³ olmaktadır. Yeraltı suyunu beslemekte olan 41 milyar m³'lük su da hesaba katıldığında, ülkemizin toplam su potansiyeli yenilenebilir olarak adlandırılan brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Ancak günümüz ekonomik ve teknik şartları çerçevesinde, tüketilebilecek komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³, yerüstü suyu potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³ olmak üzere, yılda ortalama toplam 98 milyar m³'tür (Anonim 2019).

Ülkemizin tüketilebilir olarak nitelendirilen yerüstü su potansiyeli yılda ortalama toplam 14 milyar m³'tür. Yeraltı suyu potansiyeli ile birlikte 112 milyar m³ olup, 44 milyar m³'ü aktif olarak kullanılmaktadır. (Anonim 2019).

1. GİRİŞ

Çizelge 1.1 Su kaynakları potansiyeli (Anonim 2019)

Yıllık Ortalama Yağış: 643mm/yıl			
Türkiye'nin Yüzölçümü: 783,577 km ²			
Yıllık Yağış Miktarı: 501 milyar m ³			
Buharlaşıma: 274 milyar m ³			
Yer Altına Sızma: 41 milyar m ³			
Yeraltı Su Potansiyeli, milyar m³		Yüzey Su Potansiyeli, milyar m³	
Yıllık Çekilebilir Su Miktarı	14	Yıllık Yüzey Akışı	186
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112	Kullanılabilir Yüzey Suyu	98
		Yıllık Akışın Toplam Yağışa Oranı	0,37

Su rezervine göre yıllık kişi başına düşen su miktarı 1,000 m³'ten daha az olduğunda su fakirliği, 2,000 m³'ten daha az ise su azlığı yaşayan ülke olarak değerlendirilirken, 8,000-10,000 m³'ten fazla ise su zenginliği yaşayan ülke olarak sınıflandırılır. Ülkemiz su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen miktara bakıldığında yaklaşık 1,519 m³ ile su azlığı yaşayan ülke sınıfındadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) ülke nüfusumuzun 2030 yılı için 100 milyon olacağını öngörmüştür. Nüfus artışı göz önüne alınarak kişi başına düşen su miktarının o tarihte yaklaşık 1,120 m³/yıl olacağı tahmin edilmiştir. Su tüketim alışkanlıklarında gözlenen değişiklik, büyüme hızı vb. faktörlerin etkisiyle su kaynakları kullanımı üzerine olabilecek talep yoğunluğu tahmin edilebilir. Bütün bu çıkarımlar mevcut su kaynaklarının zarar verilmeden iletilmesi durumunda söz konusu olabilecektir. Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve talepleri karşılayacak miktarda su bırakabilmesi için su politikasını iyi yönetmeli, kaynakları iyi korumalı ve kaynakları akılcı kullanılması konusunda önemli adımlar atılması gerektiği ifade edilmektedir. (Anonim 2019).



Şekil 1.1 Türkiye'nin su havzaları

1. GİRİŞ

Çizelge 1.2 Türkiye akarsu havzalarının bazı özellikleri (Anonim 2019).

Nehir Havzası Adı	Havza Alanı	Yağış Alanı		Yıllık Ortalama Akış		Ortalama Yıllık Verim
	(km ²)	(km ²)	%	(km ³)	%	(l/s/km ²)
1 Meriç-Ergene Havzası	16.871	14,560	1.9	1.33	0.7	2.9
2 Marmara Havzası	23.063	24,100	3.1	8.33	4.5	11.0
3 Susurluk Havzası	24.306	22,399	2.9	5.43	2.9	7.2
4 Kuzey Ege Havzası	9.840	10,003	1.3	2.09	1.1	7.4
5 Gediz Havzası	17.124	18,000	2.3	1.95	1.1	3.6
6 Küçük Menderes Havzası	6.976	6.907	0.9	1.19	0.6	5.3
7 Büyük Menderes Havzası	25.957	24,976	3.2	3.03	1.6	3.9
8 Batı Karadeniz Havzası	21.030	20,953	2.7	8.93	4.8	12.4
9 Antalya Havzası	20.206	19,577	2.5	11.06	5.9	24.2
10 Burdur Gölü Havzası	6.289	6,374	0.8	0.50	0.3	1.8
11 Akarçay Havzası	7.989	7,605	1.0	0.49	0.3	1.9
12 Sakarya Havzası	63.299	58,160	7.5	6.40	3.4	3.6
13 Batı Karadeniz Havzası	28.875	29,598	3.8	9.93	5.3	10.6
14 Yeşilirmak Havzası	39.567	36,114	4.6	5.80	3.1	.5.1
15 Kızılırmak Havzası	82.174	78,180	10.0	6.48	3.5	2.6
16 Konya Kapalı Havzası	50.073	53,850	6.9	4.52	2.4	2.5
17 Doğu Karadeniz Havzası	21.822	22,048	2.8	11.07	6.0	15.6
18 Seyhan Havzası	21.498	20,450	2.6	8.01	4.3	12.3
19 Ası Havzası	7.892	7,796	1.0	1.17	0.6	3.4
20 Ceyhan Havzası	21.498	21,982	2.8	7.18	3.9	10.7
21 Fırat-Dicle Havzası	177.051	184,918	23.7	52.94	28.5	8.3
22 Doğu Karadeniz Havzası	22.867	24,077	3.1	14.90	8.0	19.5
23 Çoruh Havzası	20.263	19,872	2.6	6.30	3.4	10.1
24 Aras Havzası	28.534	27,077	3.5	4.63	2.5	5.3
25 Van Gölü Havzası	17.880	19,405	2.5	2.39	1.3	5.0
Toplam	782.944	779.452	100	186.05	100	

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akarsu havzalarında hidrolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında; değerlendirmeler yapmak ve yeni yöntemler geliştirmek bu alanda yapılan çalışmaların temel amacı olmuştur. Akım verilerine en uygun olasılık dağılım modeli belirleme konusunda yapılan yurtiçi ve yurtdışı çalışmalardan bazıları aşağıda yer almaktadır.

Önöz ve Bayazit (1995), 19 farklı bölgede yer alan akarsu havzalarından 1819 adet yıllık anlık maksimum akış değerlerini farklı dağılımlar kullanarak değerlendirmiş ve tüm sonuçların GEV dağılımının sonuçlarının en tutarlı olduğuna ulaşmıştır.

Bayazit, Shaban ve Önöz (1997) Türkiye’de uzun zaman serilerine sahip yıllık anlık maksimum akış değerlerinin uyguladığı farklı olasılık dağılımlarından GEV dağılımının en iyi sonucu verdiği yönünde değerlendirmiştir.

Aşık, Akkuzu ve Karataş (2004), Gediz Havzasındaki toplam akımlar üzerinde uygun olasılık dağılım modelini belirlemeye yönelik çalışmış olup en uygun modelin Log Pearson Tip III olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ülke ve Baran (2005) , Orta Akdeniz Havzası’nda Köprüçay Beşkonak akım gözlemlerinin belli yıllar arasındaki olasılık dağılımlarından Gamma-2 veya Normal dağılımın kullanılmasının uygun olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kaynar (2005) Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yıllık maksimum akımların L-momentlerinden yararlanmıştır. Uyumlu istasyonların bölge için uygun olasılık dağılımı Ekstrem Değer dağılımı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Anlı (2006) Giresun Aksu Havzasına ait maksimum 39 yıl süreli aylık ve yıllık maksimum akım setlerini üzerinde bazı olasılık dağılımları kullanmıştır. Aylık sonuçlarda belli aylar için farklı sonuçlar gözlene de yıllık maksimum dizilerde Üç Parametrelili Weibull dağılımının en uygun sonucu verdiğine ulaşılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Özdemir (2008) yaptığı çalışmada Havran Çayı ve ayrıca Havran Çayı'na katılan Küçükçay, Bent ve Kışla yan derelerinin 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekrarlama sıklıklarının hesaplanmasında istatistiksel yöntemlerden Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarını kullanılmıştır.

Büyükkaracığan ve Kahya (2009) 12 istasyona ait yıllık pik akım serilerine farklı olasılık dağılımları uygulayarak en uygun olasılık dağılım modelinin Log Pearson -3 olduğu sonucuna varılmıştır.

Yerdelen vd. (2010) çalışmalarında, Çoruh havzasındaki 29 akarsu akım gözlem istasyonunda kaydedilen aylık akarsu akımlarının analizini L-moment tabanlı frekans dağılımlarını (yani, Pearson tipi III (PE3), genelleştirilmiş lojistik (GLO), genelleştirilmiş Pareto (GPA), genelleştirilmiş normal (GNO) ve genelleştirilmiş aşırı değer (GEV), 5 parametrelili Wakeby (WAK) dağılımı) quan-karo tahminlerine uygun bir dağılım bulmak amacıyla kullanmışlardır. GNO, GPA ve WAK dağılımlarının Çoruh havzasında güçlü bir dağılım olabileceğini belirlemişlerdir.

Seçkin vd. (2011) Türkiye'nin farklı bölgelerinde 15 yıl ve üzeri veriye sahip 543 yıllık anlık maksimum akış verilerine farklı olasılık dağılımlarının uygunluklarının değerlendirme sonucu GEV dağılımının 543 istasyondan 498'inde en tutarlı olduğu gözlenmiştir.

Can ve Tosunoğlu (2013) Çoruh havzasındaki nehirlerin t-yıl sel güven aralıklarını tahmin etmek için en uygun olasılık dağılımını belirlemek amacıyla, hidrolojik frekans analizinde yaygın olarak kullanılan 10 farklı dağılımdan faydanmıştır. İstasyonlara ait dağılımların parametreleri maksimum olasılık yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. En uygun dağılımları Akaike'nin bilgi kriteri, modifiye Akaike'nin bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri, Kolmogorov-Smirnov ve Ki-kare uyum iyilik testleri uygulanmıştır. Çalışılan istasyonların testlerin değerlendirmelerine göre İki Parametrelili Lognormal, Gumbel ve Genelleştirilmiş Pareto'nun en uygun dağılımlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra, uygun dağılımlar t-yılı sel güven aralıklarının (10, 20, 50, 100 ve 200 yıl) tahmininde kullanılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Altınışik (2015) Doğu Karadeniz Havzasına ait 12 akım gözlem istasyonu seçerek aylık, yıllık ortalama akım ve taşkın akımları grafiklerle yorumlamıştır. Her bir istasyona uygun olan dağılımı bulmak için, Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, Ekstrem Değer Tip I, Lognormal, Genelleştirilmiş Lojistik ve Log Pearson Tip III dağılımlarına Olasılık Çizgileri Kolerasyon ve Ki-kare testleri uygulanmıştır. 9 adet istasyona Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımı, 14 adet istasyona Log Pearson Tip III dağılımı, 9 adet istasyona Lognormal dağılımın ve 1 adet istasyona Ekstrem Değer Tip I dağılımının uygun olduğunu tespit etmiştir.

Vogel ve Wilson (1964), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 1455 nehir havzasında yıllık ortalama ve minimum akımlar için Lognormal ve Pearson Tip 3'ün en uygun olasılık dağılımları olduğunu tespit etmişlerdir.

Agwata (2005), Yukarı Tana Havzası'ndaki olasılık dağılımlarını değerlendirmek için L-moment istatistik yaklaşımı kullanmış ve en uygun modelin Pearson Tip III olmadığını tespit etmiştir.

Habida ve Ellouze (2008) çalışmalarında Tunus genelindeki farklı bölgeler için bölgesel taşkın frekans dağılımlarının tanımlanmasında L momentler yöntemi kullanarak yıllık maksimum akım verisini incelenmiştir. Kuzey Tunus'a Genelleştirilmiş Normal dağılımının en uygun olasılık dağılımı olduğu, Genelleştirilmiş Normal ve Genelleştirilmiş Aşırı Değer dağılımlarının ise merkezi / güney Tunus'a en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Langat Kumar ve Koech (2019) çalışmalarında Tana Nehri'nin maksimum, minimum ve ortalama akımlarına uyan en uygun olasılık dağılım fonksiyonlarını tanımlamak için kullanılan güncel yaklaşımları açıklamaktadır. Maksimum akımlar için gamma (Pearson tip 3) ve Lognormal dağılım modellerinin, Weibull, GEV ve Gumbel fonksiyonlarının yıllık minimum akımları için, Lognormal ve GEV dağılımının ise Tana Nehri'nin yıllık ortalama akımlarına en uygun olasılık dağılımı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde çalışma havzalarına ait genel bilgiler aktarılmıştır. Ardından analiz edilen istasyonlara ait verilerin istatistiksel bilgileri açıklanmıştır. Son olarak yapılan test ve tahmin yöntemleri anlatılarak bu bölüm bitirilmiştir.

3.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı Karadeniz iklimi etkisi altındaki Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz Havzası'nı kapsamaktadır. Karadeniz sahili boyunca etkili olan bu iklim tipinde bütün mevsimler yağışlıdır ve tüm yıl boyunca özellikle kıyı kesimleri nemin etkisi altındadır (Güçlü 2018).

3.1.1 Batı Karadeniz havza özellikleri

Batı Karadeniz Havzası su potansiyelini küçük akarsularla Karadeniz'e döken yağış alanları topluluğundan oluşmaktadır. Doğu ilerlemeli Çangal Dağı, Zindan Dağı, Küre Dağları, Ilgaz Dağları, Benli Dağ, Bolu Dağları, Kara Dağ, Işık Dağı, Elmacık Dağı su bölüm çizgisiyle, diğer kesimlerde Sakarya ve Kızılırmak Havzaları, kuzeyde Karadeniz ile çevrelenmiştir. Zonguldak, Bartın, Karabük illeri idari sınırları havzanın büyük bölümünü kaplamaktadır. Kalan bölümler ise Bolu, Çankırı, Kastamonu ve Sinop illerinin sınırları içerisinde yer almaktadır (Havza Koruma Eylem Planları 2014). Havzaya ait bazı özellikler Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

3.1.2 Doğu Karadeniz havza özellikleri

Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzey doğu kıyısında, 40015' ile 41034' kuzey enlemleri ve 36043' ile 41035' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havza, kuzeyde Karadeniz suları güneyde doğu Karadeniz dağları ile çevrilidir. Doğu Karadeniz Havzası; doğuda Gürcistan sınırından batıda Samsun'un doğusundaki Terme Çay'ına kadar ilerleyen, Karadeniz Bölgesi'nin engebeli, en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümdür. Havza toplam alanı 24077 km²'dir. Yıllık ortalama 14,90 km³ yüzeysel su potansiyeli ile ülke potansiyelinin % 8'ine tekabül etmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Yer tabakasının geçirimsiz veya yarı geçirimli olması ve eğimin yüksekliği sebebiyle yağın yağmurun önemli bir kısmı yüzeysel akışa geçmektedir.

Havzanın akarsu şebekesi; iklim ve bitki örtüsü, topoğrafyası, zemin jeolojisi gibi unsurların etkisinde gelişmiştir. Her mevsim aldığı fazla yağış, gür bitki örtüsü ile kaplı dağlık saha, geçirimsiz yüzey akarsu ağının kurulumu için en uygun ortamı hazırlamaktadır. Bütün bu faktörler bölgede oldukça sık bir akarsu ağı oluşmuştur (Fakıoğlu ve Kağnıcıoğlu 2009). Havzaya ait bazı özellikler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

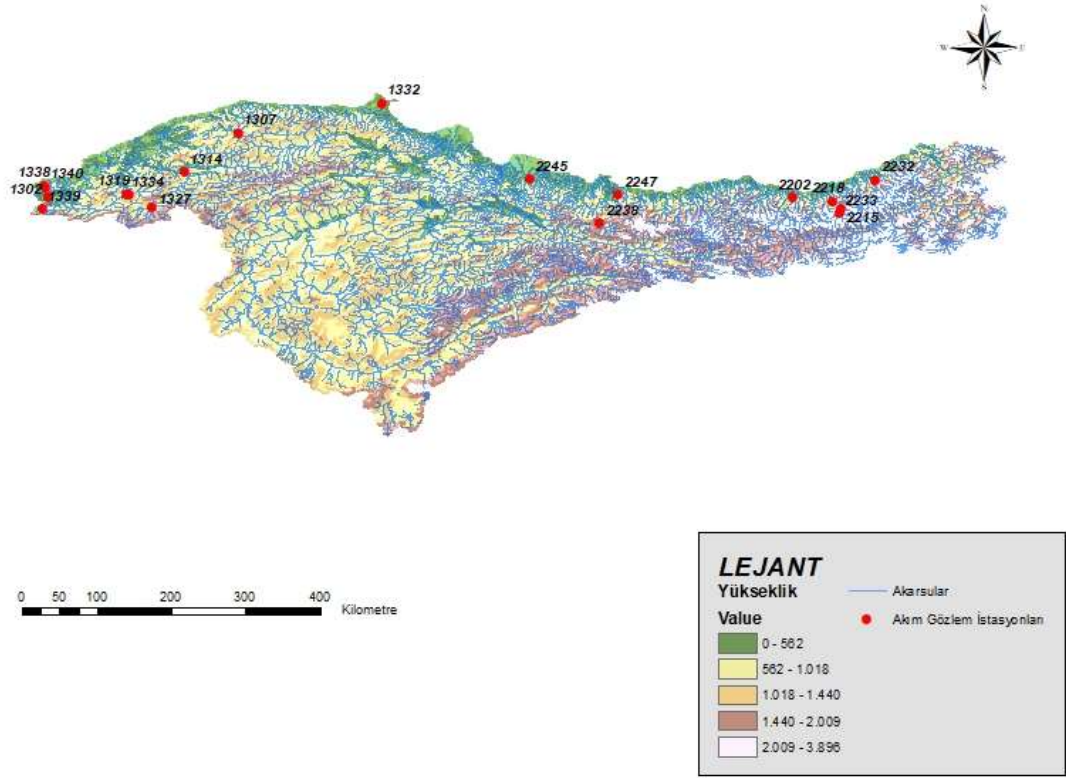
Çizelge 3.1. Havza özellikleri (Anonim 2019)

Havza No	Havza Adı	Havza Alanı (x1000 km ²)	Ortalama Havza Yüksekliği (m)	Yıllık Ortalama Akış (km ³)	Ortalama Yıllık Verim (l/s/km ²)
1	Batı Karadeniz	21.030	325.67	9.93	10.6
2	Doğu Karadeniz	21.822	443.24	11.07	15.6

3.2 Veriler

Bu çalışmada EİE tarafından işletilen 18 akım gözlem istasyonuna ait gözlem süresi içerisinde yıllık maksimum ve ortalama akım verileri kullanılmıştır. Bu veriler 25-60 yıl aralığındadır (1953-2015). Çalışmada yararlanılan istasyonların konumları Şekil 3.1 verilmiştir. Çizelge 3.2 de çalışmada kullanılan gözlem istasyonlarının; gözlem süresi, gözlem aralığı ve buldukları havza ile ilgili bilgiler verilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

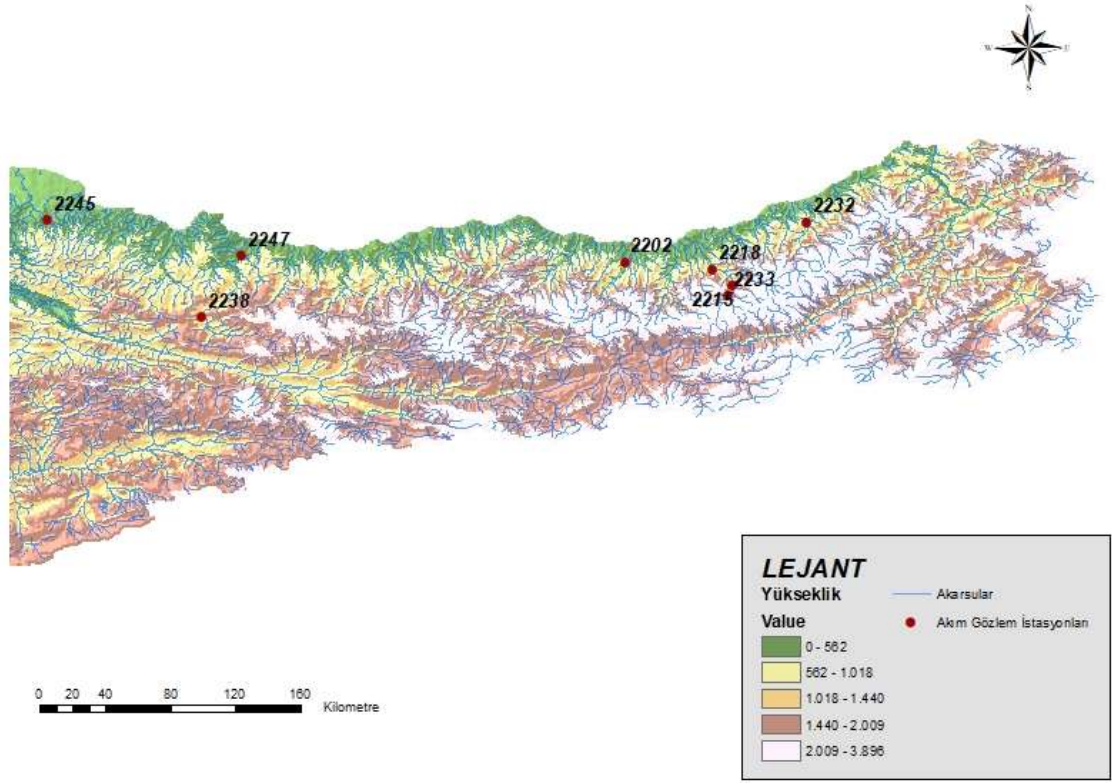


Şekil 3.1 Akım Gözlem İstasyonlarının Konumları

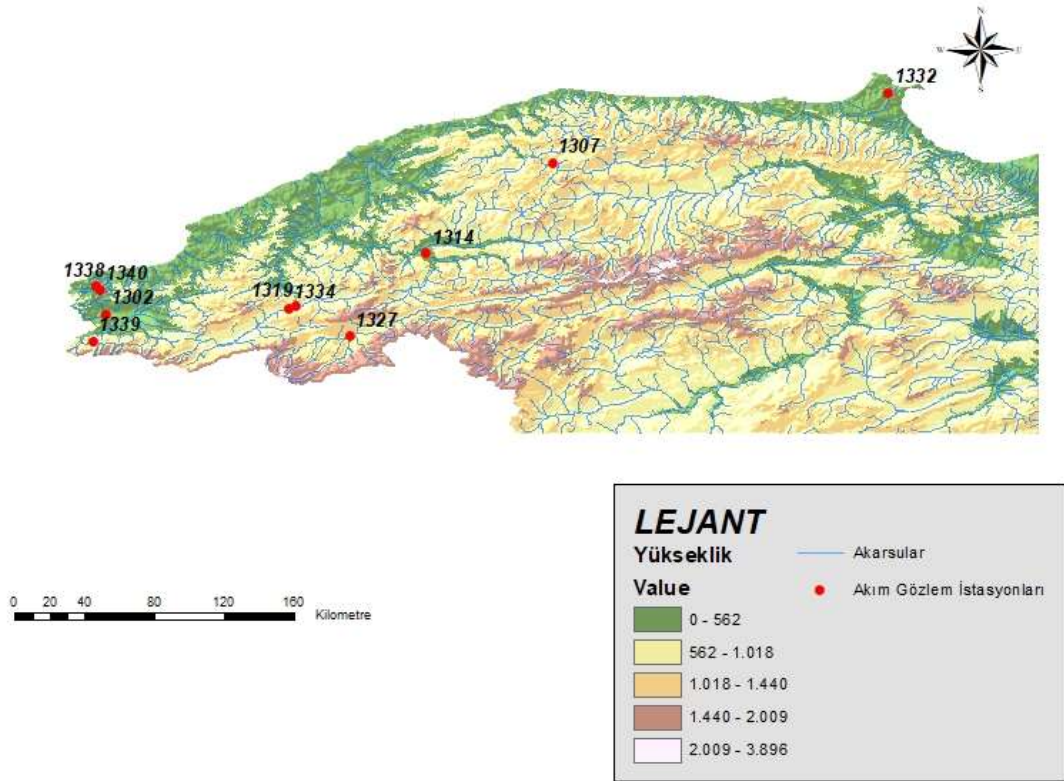
Çizelge 3.2 Analizde kullanılan veri gözlem aralıkları

Havza Adı	İstasyon No	İstasyon Adı	Veri Sayısı	Gözlem Aralığı
Batı Karadeniz	1302	Büyük Melen-Yakabaşı	59	1953-2011
	1307	Devrekani Çayı-Azdavay	45	1963-2007
	1314	Soğanlı Çayı-Karabük	49	1963-2011
	1319	Mengen Çayı-Gökçesu	45	1965-2009
	1327	Ulus-Afatlar	45	1967-2011
	1332	Karasu-Hacılar Köprüsü	43	1969-2011
	1334	Bolu Çayı-Beşdeğirmenler	41	1967-2007
	1338	Lahana Deresi-Ortaköy	31	1981-2011
	1339	Aksu Deresi-Çiftkese	29	1981-2009
	1340	Büyük Melen-Beyler	31	1981-2011
Doğu Karadeniz	2202	Kara Dere-Değirmencik Köyü	49	1967-2015
	2215	Çamlık Dere-Dereköy	47	1965-2011
	2218	İyi Dere-Şimşirli	55	1955-2009
	2232	Fırtına Deresi-Topluca	48	1964-2011
	2233	Tozköy Deresi-Tozköy	52	1964-2015
	2238	Melet Çayı-Arıcalar	51	1965-2015
	2245	Terme Çayı-Gökçeli Köprüsü	47	1969-2015
	2247	Melet Çayı-Gocalı Köprüsü	48	1967-2014

3. MATERYAL ve YÖNTEM



Şekil 3.2 Doğu Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonları Konumları



Şekil 3.3 Batı Karadeniz Havzası Akım Gözlem İstasyonları Konumları

3.3 Verilerin İstatistik Analizi

3.3.1 Temel istatistik parametreler

Bir rastgele değişkenin geçmiş ve gelecekteki aldığı değerlerin hepsi o değişkenin toplumu olarak ifade edilir. Örneğin akış değişkeninin toplumu dünyanın var oluşundan yok oluşuna kadar meydana gelecek ve gelmiş olan akış miktarının tümüdür. Örnekten de yola çıkılarak meydana gelen akış miktarlarının veya diğer rastgele karakterdeki değişkenlerin alacağı değerlerin tümünü elde etmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu durumda veri dizisinin bazı özelliklerini yansıtan sayılar kullanılabilir. Veri setinin dağılım fonksiyonunun belirli özelliklerini yansıtan bu sayılar parametre olarak adlandırılır.

Parametreler dağılımın aşağıdaki özelliklerini yansıtarak sorulan bu sorulara cevap verecek istatistik parametreler hesaplanır. Bu istatistik parametreler devam eden başlıklarda anlatılmıştır.

- Veri dizisi kümelenmesi hangi değer etrafındadır?
- Hesaplanmış olan merkezin çevresindeki sapmaların büyüklüğü nedir?
- Veriler ortalama etrafında simetrik olarak mı dağılmıştır yoksa çarpık olarak mı dağılmıştır yani dağılımın çarpıklığı nasıldır?
- Dağılımın sivriliği hakkında bilgi yani veriler ortalama etrafında geniş bir bölgeye mi yayılmıştır yoksa sık bir şekilde mi dağılmıştır?

1. Aritmetik ortalama değer

Verilerin toplamının toplam veri sayısına bölünmesi ile elde edilir. Rastgele değişkenin alacağı değerler bu merkez değer etrafında kümelenir. Bu değer;

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

şeklinde tanımlanır. Burada n eldeki veri sayısını gösterir.

2. Ortanca değer (medyan)

Verilen dizi serisinde verilerin yarısının altında diğer yarısını da üstünde bulunduran veri değerine ortanca değer (medyan) denir. Bu değeri bulmak için veriler büyükten küçüğe veya küçükten büyüğe doğru olacak şekilde sıralanır. Sıralamaya göre çift sayıda veri olması halinde ortadaki iki değer aritmetik ortalamasına, tek sayılı veriler olması halinde ise ortadaki değere ortanca değer adı verilir. Ortanca değer kullanılması nonparametrik istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılır. Ortanca değer kendisinden küçük ve büyük değerlere aynı ağırlığı verdiği için uç değerlerin tesirlerinden tamamen uzaktır. Örneğin çok büyük değer ortanca değere hiçbir etki edemezken, ortalama değer gibi merkez ölçütlerini etkiler.

3. Varyans

Aritmetik ortalama değer, verilerin merkezsel değerini gösterir ancak bu değer etrafındaki yayılım hakkında bilgi vermez. Varyans, bu yayılımı hesaplamak için kullanılır.

$$\text{Var}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.2)$$

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

Hesaplanan varyans parametresinin büyüklüğü, veri setindeki değerlerin ortalama etrafındaki yayılımlarının fazla olduğunu göstermektedir. Standart sapma (σ_x), rastgele değişken ile aynı boyutta olduğundan ve varyansın kareköküne eşit olduğundan, $\text{Var}(x)$ yerine σ_x 'nin kullanılması tercih edilir. Ortalamaları farklı değer almış iki rastgele değişkenin merkez değeri etrafında yayılımın büyüklük kıyaslaması için boyutsuz bir değer olan değişim (varyasyon) katsayısı kullanılır. Denklem 3.3'de μ_x : serinin ortalama değeridir.

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (3.3)$$

4. Çarpıklık parametresi

Rastgele değişken dağılımının ortalama etrafındaki simetrisinin ölçüsü C_s çarpıklık katsayısı ile belirlenir.

$$C_s = \frac{\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (3.4)$$

Boyutsuz bu katsayının 0 olması dağılımın simetrik, $C_s > 0$ ise sağa, $C_s < 0$ ise sola çarpıktır. C_s katsayısının istatistik değeri

$$C_s = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\sigma_x^3} \quad (3.5)$$

eşitliği ile hesaplanır.

5. Sivrilik parametresi

Rastgele değişkenin dağılımının sivriliğini gösteren kurtosis katsayısıdır. Dağılım grafiğinin sivri olması kurtosis katsayısının değerinin arttığı ve veri değerlerinin çoğunluğunun aritmetik ortalama etrafında dar bir aralığa düştüğü anlamına gelir. Dağılım grafiğinin basık olduğu hallerde ise verilerin ortalama etrafında geniş bir bölgeye yayıldığını gösterir.

Kurtosis katsayısı,

$$K_S = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sigma_x^4} \quad (3.6)$$

şeklinde hesaplanır (Bayazıt ve Yeğenoğuz 2013).

3.4 Eksik Yağış ve Akım Verilerinin Tahmin Edilmesi

Bir yağış veya akım ölçüm istasyonunda değişik nedenlerle yapılan kayıtlar sırasında bazıları tutulmamış ve bu sebepten bir akım dizisinde eksik verilere rastlanabilir. Meteoroloji ve hidroloji çalışmalarında gözlem kayıtları ne kadar uzun süreli ve eksiksiz olursa, güvenilir kayıtlar elde edilmesi o kadar mümkün olur. Çalışmaların daha güvenilir parametrelerle gerçekleştirilmesi için kayıt eksikliklerinin olduğu gibi bırakılması yerine civar istasyonların ölçümlerinden faydalanarak hesaplanmaları gereklidir. Eksik akım verilerinin tahmin edilmesinde Uzaklık Kareleri Ters Yöntemi, Oran Yöntemi, Aritmetik Ortalama Yöntemi, Regresyon Yöntemleri kullanılmaktadır (Tosunoğlu 2014).

3.4.1 Tek ve çok değişkenli regresyon yöntemi

Hidrolojide karşılaşılan aynı gözlem sırasında iki ya da daha fazla sayıda rastgele değişkenin aldıkları değerler arasındaki bağıntıları tespit etmek pratik açıdan önemli bir sorun olabilir. Gözlem değerlerine ait değişkenler arasında anlamlı bir bağıntının var olduğu saptanabilir. Bu bağıntının şekli belirlenirse değişkenlerden birinin herhangi bir gözlem anındaki değerini diğerlerinin kullanıma hazır değerlerine göre tahmin etmeyi mümkün kılmıştır (Bayazıt 1981). Bu amaç doğrultusunda kullanılan literatürde yaygın yöntemlerden biri Regresyon analizidir. Regresyon analizi yardımı ile rastgele değişkenin bir veya birden fazla rastgele değişken arasındaki istatistik ilişkinin bulunması hedeflenmektedir. Söz konusu rastgele değişkenin varyansının mümkün boyutta geniş bir kısmını açıklayacak şekilde belirlenecek bu ilişki (regresyon denklemi) ile söz konusu değişkenin eksik olarak nitelendiren olayda alacağı değer, aldıkları değerler bilinen rastgele değişkenlere bağlı kalınarak tahmin edilecektir.

Y bağımlı değişkeni ile $X_j(j=1, 2, \dots, k)$ bağımsız değişkenleri arasındaki doğrusal ilişki denklem (3.7) ile ifade edilir.

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + e \quad (3.7)$$

Bu denklemde (b_j ($J=0, 1, 2, \dots, k$)) regresyon katsayılarını ifade ederken e olarak gösterilen denklemin kalıntı (hata) terimidir. Denklemde regresyon katsayılarının sayısı (parametre sayısı) $p=k+1$ 'dir. Gözlemlerin sayısı n ise serbestlik derecesi $s.d=n-p$ olup, tek ve çok değişkenli regresyon analizinde değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu kabul edilmektedir.

Tutarlı regresyon modelinde tahmin edilen değerler ile bilinmeyen gerçek değerler arasındaki farkları temsil eden hata terimlerinin bağımsız, normal dağılmış ve varyansının sabit olması gerekmektedir (Bayazıt 2006). Alternatif tek ve çok değişkenli regresyon modelleri arasından en uyumlu regresyon modelinin belirlenmesinde kriterlerden en önemli iki tanesi regresyon modelinin açıkladığı varyans oranını temsil eden R^2 determinasyon ve RMSE (root mean square error-hata kareleri kare kökü) katsayılarıdır.

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SS_y} \quad SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad \text{ve} \quad SS_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.8)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

burada \hat{y}_i regresyon modeliyle tahmin edilen değerleri ifade etmektedir. Bu kriterlerden R^2 si en büyük (0 ile 1 arasında) ve RMSE'si en küçük olan modelin en uygun olduğu kabul edilmektedir.

3.5 Trend Testleri

Trend, bir zaman serisinin değerlerinde uzun dönemdeki ana eğilim olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz Havzasında yer alan bazı akım gözlem istasyonlarına ait yıllık maksimum ve ortalama akım değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı trendlerini belirlemek için Mann Kendall trend testi kullanılmıştır.

3.5.1 Mann Kendall testi

Mann Kendall (MK) test, Mann (1945) ve Kendall (1975) tarafından ilerletilen hidrometeorolojik değişkenlerin analizinde zaman serisinin dağılımından bağımsız olan, monotonik bir trend bulmak için kullanılan, nonparametrik bir testtir. H_0 hipotezinde serinin verileri bağımsız dağılmış benzer değişkenlerdir. H_1 hipotezine göre de zamana göre sıralanmış ardışık verilerin dağılımı benzer değildir ve zaman serisinde trend mevcuttur. Mann Kendall Testinin zaman serisine uygulanışı aşağıda tanımlandığı gibidir.

Öncelikle $i = 1, 2, \dots, n-1$ 'e kadar x_i ve $j = i+1, \dots, n$ 'e kadar sıralanmış x_j serileri oluşturulur. Kaynak olarak kullanılan x_i serisi ile diğer sıralanmış x_j serisi yardımıyla denklem (3.9)' da signum fonksiyonu bulunur. Bulunan fonksiyon denklem (3.10)' de kullanılarak Mann Kendall test istatistiği (S) hesaplanır. Test istatistiği (S) değeri denklem (3.10) sonucu elde edilen negatif ve pozitif değerlerin toplamıdır.

$$\text{sgn}(x_i - x_j) = \begin{cases} 1; & \text{Eğer } x_j > x_i \\ 0; & \text{Eğer } x_j = x_i \\ -1; & \text{Eğer } x_j < x_i \end{cases} \quad (3.9)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \cdot \sum_{j=i+1}^n (x_j - x_i) \quad (3.10)$$

Zaman serisine ait veri uzunluğu $n > 10$ olursa verilerin normal dağıldığı varsayımına dayanarak, denklem (3.11)'de ki gibi varyans hesabı yapılır.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^k t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3.11)$$

Burada;

n: Serinin veri uzunluğu,

k: Serinin bağlı gruplarının sayısı,

t_i : İncelenen alt kümelerdeki sayısal değeri eşit olan eleman sayısıdır.

Denklem (3.12) ' da Mann Kendall test istatistiğinin değerine göre z değeri hesaplanır. Elde edilen z değeri belirli bir anlam seviyesinde normal dağılım tablosundan okunan z değeri ile kıyaslanır.

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & ; \text{Eğer } S > 0 \\ 0 & ; \text{Eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & ; \text{Eğer } S < 0 \end{cases} \quad (3.12)$$

Denklem (3.12) ile hesaplanan mutlak z değeri, α anlam seviyesinde belirlenen z değerinden büyük ise zaman serisinde anlamlı bir trend vardır ve H_0 hipotezi reddedilir. Eğer z değerinden küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir yani zaman serisinde anlamlı bir trend yoktur. Eğer Mann Kendall test istatistik değeri (S) pozitif ise artan trendin, negatif ise azalan bir trendin olduğu belirlenir (Yu et al. 1993).

3.6 Olasılık Dağılım Modelleri

Bir rastgele değişkene ait belirli büyüklükteki olayın gelecekte meydana gelme olasılığının belirlenmesinde veya belirli bir yinleme süresinde ortaya çıkabilecek bir olayın büyüklüğünün bulunmasında, çeşitli olasılık dağılım modelleri kullanılmaktadır. Bu açıklama, özellikle gözlem süresinden daha büyük yinelenme süreleri için tahminlerde bulunmada oldukça kullanışlıdır (Bayazıt 1999). Model belirlenirken veriler çeşitli olasılık dağılımları ile denenir. Bu dağılımların arkasından veriye en iyi dağılımın ve yapılan tahminlerin doğruluğunun saptanması gerekir (Anlı 2006). Çalışma verilerine uygulanan dağılımlar Çizelge (3.3)' de verilip alt başlıklarda açıklamaları yapılmıştır

3.6.1 Normal dağılım

Hidrolojik verilerin ve diğer birçok disipline ait bulguların normal dağılıma uyum sağladığı bilinmektedir. Bu uygunluk merkez limit teoremi ile açıklanabilir. Merkez limit teoremine göre bir rastgele değişken (X), n adet bağımsız değişkenin toplamı şeklinde meydana geliyorsa bağımsız değişken sayısı (n) arttıkça X' e bağlı esas değişkenlerin

dağılımı ne olursa olsun normal dağılıma git gide yaklaşır. Uygulamada n değeri 10 olarak kabul edilebilir. X normal rastgele değişkenin olasılık dağılım fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right] \quad (-\infty \leq x \leq \infty) \quad (3.13)$$

Dağılımın ortalaması (yer parametresi) μ_x , standart sapması (ölçek parametresi) σ_x 'dir. ($\sigma > 0$) Normal dağılım simetrik olup çarpıklık katsayısı sıfır ve sivrilik parametresi (kurtosis) değeri 3'dür. Dağılımın iki momenti olan μ_x ve σ_x aynı zamanda parametrelerdir.

Normal dağılımın eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f.) analitik olarak elde edilemez. Bunun için sayısal integrasyon yoluyla tablo haline getirilmiştir. Tek tip tablo hazırlanabilmesi için rastgele değişken dönüşümle standart değişken (z) haline getirilmiştir.

$$z = \frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \quad (3.14)$$

Standart değişken boyutsuz özellikte olup ortalaması 0, standart sapması 1'e eşittir (Maidment 1992). Normal dağılmış bir değişkenin alabileceği değerler ($-\infty \leq x \leq \infty$) aralığında değiştiği denklem (3.13)' de gösterilmiştir. Mühendislikte kullanılan birçok değişkenin sadece pozitif değerler alabilmesinin normal dağılım uygulanmasını güçleştireceği ihtimali akla gelse de normal dağılmış bir değişkenin ortalamadan çok uzak değer alıyor olma olasılığı çok küçük olduğundan bu uygulamada ciddi bir sorun oluşturmamaktadır (Beyazıt ve Oğuz 1998).

3.6.2 Lognormal dağılım (LN2)

Normal dağılımın özelliklerinin kullanılabilirliği, iyi bilinirliği ve normal dağılmış olmayan değişkenlerin basit ve uygun bir dönüşümle normal dağılıma benzetilmesi çalışmalarda büyük kolaylık sağlar. Bu çevrim için en çok kullanılan logaritmik dönüşümdür.

X rastgele değişkenine logaritmik dönüşüm uygulanışı:

$$Y = \ln X \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)' de gösterilen logaritmik dönüşüm uygulandığında Y değişkeninin dağılımı normal ise X değişkeninin dağılımı yapılan dönüşümle lognormal olur. Bu durumda X in olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_y^2} (\log x - \mu_y)^2 \right] \quad (3.16)$$

Denklemden μ_y şekil parametresi ($\mu_y > 0$), σ_y ölçek parametresidir ($\sigma_y > 0$). Lognormal dağılımda rastgele değişken sadece pozitif değerler alabildiği ve dağılımın pozitif çarpıklığı olduğu için bu dağılım modeli pratikte karşılaşılan birden fazla değişkene iyi uyar (Bayazit 1981; Bayazit vd 1994).

3.6.3 Üç parametrelili Lognormal dağılım(LN3)

İki parametrelili lognormal dağılımın bu dağılımdan farkı alt sınırını tanımlayan üçüncü bir parametreye sahip olmasıdır. Bu durumda üç parametrelili lognormal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem (3.17)' de gösterildiği şekildedir.

$$f(x) = \frac{1}{(x-t)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2\sigma_y^2} (\log x - t) - \mu_y \right]^2 \quad (3.17)$$

Denklemden μ_y şekil parametresi ($\mu_y > 0$), σ_y ölçek parametresi ($\sigma_y > 0$) ve t ise eşik parametresidir.

3.6.4 Pearson tip III dağılımı (P3)

Dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} (x - x_0)^{\alpha-1} e^{-(x-x_0)/\beta} \quad x \geq x_0 \quad (3.18)$$

Üç parametrelili gamma dağılımının $f(x)$ için dağılım fonksiyonu analitik olarak elde edilemez (Bayazit ve Önöz, 2008).

Parametre tahmini için momentler ya da maksimum olabilirlik yöntemleri kullanılabilir:

1. Momentler yöntemi: C_{sx} , \bar{x} ve s_x ile dağılımın x_0 , α ve β parametreleri arasındaki ilişkiler:

$$x = x_0 + \alpha\beta \quad (3.19)$$

$$s_x^2 = \alpha\beta^2 \quad (3.20)$$

$$C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (3.21)$$

Maksimum olabilirlik yöntemi: parametreler aşağıdaki denklemler çözülerek elde edilir:

$$\frac{1}{\beta^2} \sum_{i=1}^N (x_i - x_0) - \frac{N\alpha}{\beta} = 0 \quad (3.22)$$

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

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

$(\Gamma'(\alpha)/\Gamma(\alpha))$ digamma (psi) fonksiyonudur. x_i ($i=1, 2, \dots, N$) N elemanlı örnekteki gözlenmiş verilerdir. Kite (1977) bu denklem takımının çözümü için çeşitli yaklaşımlar önermiştir. Burada için analitik bir ifade elde edilemediği için aşağıdaki formül kullanılır (Bayazit ve Önöz 2008). Denklem (3.22-24) kullanılarak Maksimum Olabilirlik Yöntemi için düzenlenmiş hali Çizelge (3.3)'de gösterildiği şekildedir.

$$x_p = \mu_x + \sigma_x K_p(C_{sx}) \quad (3.25)$$

3.6.5 Gamma dağılımı (GAMMA)

Gamma dağılımının da Lognormal dağılıma benzer şekilde sadece değişkenin pozitif değerleri için tanımlanmış pozitif çarpık bir dağılımdır.

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

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

Gamma dağılımını kullanabilmek için C_s 'nin çeşitli değerleri için çeşitli aşılma olasılıklarına karşılık gelen frekans faktörü değerlerini gösteren Pearson Tip III dağılım tablosundan yararlanılır. Frekans faktörü şu şekilde tanımlanır (Bayazit, 1981; Bayazit vd 1994).

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

3.6.6 Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı(GEV)

GEV dağılımı Gumbel dağılımının birinci ikinci ve üçüncü hallerini kapsayan genelleştirilmiş bir matematiksel ifade şeklindedir (Maidment, 1993a; Maidment, 1993b).

GEV dağılımının olasılık dağılım fonksiyonu aşağıda görüldüğü gibidir.

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

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

Denklemden verilen olasılık dağılım fonksiyonunda ξ yer parametresi, α ölçek parametresi ($\alpha > 0$) ve k de dağılımın şeklini belirleyen parametredir. $k=0$ değerini alınca GEV dağılımı Gumbel dağılımına dönüşür. $|k| < 0.3$ olduğunda ise GEV dağılımının genel şekli Gumbel dağılımına benzerlik gösterir.

$K > 0$ olduğunda dağılım $\xi + \alpha / k$ ile ifade edilebilen üst sınıra sahiptir ve Ekstrem Değer Tip 3 (weibull) dağılımına uygunluk gösterir (Abdollahzadeh moradı 2012).

3.6.7 Weibull dağılımı (WBL)

Weibull dağılımı, Waloddi Weibull tarafından 1951 yılında makinelerin yaşam sürelerini tahmin etmek amacıyla ortaya konmuş bir dağılımdır. Günümüzde veri analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrolojide ise düşük akımların analizinde tercih edilmektedir.

Düşük akımlara ait gerçek dağılım fonksiyonları bilinmediği için uygulamada elverişli “fonksiyonel” bir dağılım öngörülerek bu dağılımın parametreleri örnek dizisinden tahmin edilir. Düşük akımların analizinde de çoğunlukla kullanılan dağılımlardan biri Weibull dağılımıdır (Kite 1977). Zira Weibull dağılımı yapısı itibariyle elastiktir hatta parametreleri doğru değerleri alırsa birçok dağılımı taklit edebilir.

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

Burada k şekil parametresi ($k > 0$) ve a ölçek parametresi ($a > 0$) olarak tanımlanır.

3.6.8 Gumbel dağılımı (GUM)

Ekstrem değer dağılımlardan olan Gumbel dağılımının kullanım alanlarına bakılırsa çoğunlukla deprem şiddetleri, taşkın debileri ve en yüksek rüzgar hızlarıdır (Maidment, 1993a; Maidment, 1993b). Gumbel dağılımına ait olasılık fonksiyonu denklem (3.31)' da gösterilmiştir.

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

Dağılım parametreleri μ ortalama (yer parametresi), σ standart sapma (ölçek parametresi) ($\sigma > 0$) olarak ifade edilmiştir.

3.6.9 Lojistik dağılım (LOGİS)

Lojistik dağılıma ait olasılık fonksiyonu denklem (3.32)' de gösterilmiştir.

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

Fonksiyonda ξ yer parametresi, α ölçek parametresi ($\alpha > 0$) olarak ifade edilmiştir.

3.6.10 Log-Lojistik dağılım (LLOGİS)

Log-lojistik dağılım, iki parametrelili bir yapıya sahip olmakla birlikte Weibull dağılımına alternatif bir yapıya sahiptir. Log-Lojistik dağılıma ait olasılık fonksiyonu denklem (3.33)' de gösterilmiştir.

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

Fonksiyonda k şekil parametresi, α ölçek parametresi ($\alpha > 0$) olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 3.3 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)	$f(x) = \frac{1}{\sigma} \exp\left[-\frac{(x-\mu)}{\sigma} - \exp\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right)\right]$	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 $\left(z = \frac{x-\xi}{\alpha}\right)$

3.7 Uygunluk Bilgisi Kriterleri

3.7.1 Akaika Bilgi Kriteri (AIC)

Akaike Bilgi Kriteri dağılım modelleri arasından en uygun olanını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Akaike 1974). Çalışılan modeller için hesaplanan AIC değerleri arasında küçük sonuca sahip olanın en iyi model olduğunu söyler (Box ve Jenkins 1970).

$$AIC = -2 \log(L) + 2k \quad (3.34)$$

Denklem (3.34)' de ;

L: Olabilirlik

k: Parametre sayısı olarak ifade edilir.

AIC'nin bazı özellikleri:

1. AIC sadece seçili örnek büyüklüğü içinde değil aynı zamanda bu büyüklük dışındaki gelecek tahmini için de geçerlidir.
2. Yuvalanmış, yuvalanmamış ve gecikmeli modellerde kolaylıkla uygulanabilir.

3.7.2 Bayesian Bilgi Kriteri (BIC)

Akaike ve Schwarz bayes bakış açısıyla birbirine yakın olmakla birlikte tutarlı da kabul edilen iki model seçim kriteri tasarlamışlardır. Schwarz, Koopman-Darmois türünde seçme modellere uygulanan SIC (Schwarz Information Criteria) kriterini türetirken buna karşın Akaike doğrusal regresyonda seçilmiş model problemlerinde kullanılan BIC (Bayesian Information Criterion) model seçim kriterini türetmiştir (McQuarrie and Tsai 1998).

$$\text{BIC} = -2 \log(L) + k \log(n) \quad (3.35)$$

Denklem (3.35)' de

L: Olabilirlik

k: Parametre sayısı

n: Örnek büyüklüğü

Basesian bilgi kriterinde eşitliğin sağ tarafın bulunan, örnek büyüklüğüne bağlı olan ikinci kısım Akaika Bilgi Kriteri'nden farklılık gösterir. Fakat AIC ve BIC arasındaki yüzeysel benzerlik, daha sonraları bayes yapısı içinde değişiklik olduğu ortaya çıkmıştır (Raftery 1995 and Weasserman 2000).

Doğru modelin olduğu varsayımıyla, elde edilen değerler karşılaştırılarak en küçük BIC değerine sahip modelin en iyi model olduğu yönünde yorumlanması tavsiye edilmiştir (Burnham and Anderson 1998).

3.8 Olasılık Dağılımları İle İlgili Testler

Kullanılan dağılım modelleri içinden eldeki örneğe uygunluğunu ve birbirlerine olan üstünlüklerini belirlemek amacıyla testler 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. Özetlenecek olursa parametreleri hesaplanan olasılık dağılım fonksiyonlarının gözlenmiş örnek seriyi temsil edip etmediği bu testlerle belirlenir. Bu testlerle gözlenmiş örnek serinin hesapla bulunan topluma aitliği, verilerde sistematik bir hata olup olmadığı veya eldeki verilerin homojen olup olmadığı araştırılabilir. Çalışmada kullanılan testler alt başlıklarda açıklanmıştır.

3.8.1 Kolmogorov-Smirnov

Kolmogorov-Smirnov testinde, test istatistiği:

$$\Delta = \max|F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (3.36)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Bu ifadede $F^*(x_i)$ gözlenen düzenlenmiş örnekten, (3.37) denkleminde hesaplanan, eklenik frekans dağılımının ordinatlarıdır.

$$F^*(x_i) = \frac{i}{N} \quad (3.37)$$

$F(x_i)$ 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).

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

3.8.2 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 (3.38)'de yerine koyulur.

$$CvM = \frac{1}{12n} \sum_{i=1}^n [F(x = x_i) - P_i]^2 \quad (3.38)$$

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

3.8.3 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).

Anderson-Darling istatistiği Denklem (3.39)'de tanımlanmıştır.

$$A^2 = -N - \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{N} \{ \ln[F(Y_i)] + \ln[F(Y_{(N+1-i)})] \} \quad (3.39)$$

Burada; Belirtilen Y_i sıralanmış verileri, F ise dağılımın eklenik dağılım fonksiyonudur.

3.9 Maksimum Olabilirlik Metodu

Veriye olasılık dağılımlarını uydurmak açısından Maksimum Olabilirlik Metodu kullanılması teorik olarak uygun bulunan, verimli ve objektif tahminler ortaya koyan bir yöntemdir. Yapılan çalışmalarda maksimum olabilirlik metodunun kullanılması hidrolojide dağılım açısından mevcut kayıtlar ile uyumlu olduğunu göstermiştir. Gözlem dizilerinden belirli bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna ait zamana bağımlı parametrelerinin tahmininde Maksimum Olabilirlik Metodu uygulanması için zamana bağımlılığın işlevsel şeklinin tahmini gereklidir. Olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x; \alpha, \beta, \dots)$ olan bir rastgele değişkenin α, β, \dots parametrelerini elimizdeki örnek aracılığı ile tahmin etmek için şu yöntem kullanılabilir.

Örnekteki elemanlar x_1, x_2, \dots, x_N ile gösterilirse, bir gözlemden $X=x_1$ olayının meydana gelme olasılığı $f(x_1; \alpha, \beta, \dots)$ ile orantılı olduğu görülür.

Benzer ifadeden yola çıkılırsa $X=x_2, \dots, X=x_N$ olaylarının meydana gelme olasılıkları $f(x_2; \alpha, \beta, \dots)$, $f(x_N; \alpha, \beta, \dots)$ ile orantılı olur.

Bağımsız bu olaylar yapılan N gözlemde $X=x_1, X=x_2, \dots, X=x_N$ olaylarının meydana gelmesi olasılığı denklem (3.40)' de görüldüğü üzere orantılı olacaktır.

$$L = \prod_{i=1}^N f(x_i, \alpha, \beta \dots \dots \dots) \quad (3.40)$$

L = Olabilirlik fonksiyonu

Maksimum olabilirlik metodunda olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapan a, b, \dots değerleri α, β, \dots parametrelerinin tahminleri olarak kabul edilir. Buna göre a, b, \dots değerleri denklem (3.41) ile elde edilir;

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \frac{\partial L}{\partial b} = \dots = 0 \quad (3.41)$$

Pratikte L 'yi tanımlayan denklemdeki çarpım ifadesini toplam haline dönüştürmek için L yerine $\ln L$ yazarak çalışmak uygun olur. L 'nin artan bir fonksiyonu olan $\ln L$, aralarındaki bu ilişkiden dolayı L 'yi maksimum yapan a, b, \dots , değerlerinin $\ln L$ 'yi de maksimum yaptığı söylenir. Buna göre a, b tahminleri:

$$\ln ML = \max \sum_{i=1}^N \ln f(x_i, \alpha, \beta, \dots) \quad (3.42)$$

$$\frac{\partial(\ln L)}{\partial \alpha} = \frac{\partial(\ln L)}{\partial b} = \dots = 0 \quad (3.43)$$

bu denklemler yardımı ile hesaplanır.

Maksimum olabilirlik metodu kullanılarak edilen parametre tahminleri çalışılan örnekteki N eleman sayısının büyük değerleri için etkin ve tarafsız olarak nitelendirilir. Bu nedenle momentler yöntemi ile bulunan tahmin sonuçları yerine kullanmak tercih edilebilir (Aytekin 2012).

3.10 Bootstrap Yöntemi

Bootstrap ilk defa Efron (1979) tarafından ileri sürülmüştür. Gerçek veri setinden yola çıkarak yeniden örnekleme yapılması yöntemidir (Chernick 2008). Metodun temeli, herhangi büyüklüğe sahip mevcut veri setindeki gözlem verilerinin şansa bağlı olarak yer değiştirilerek yeniden örnekleme ile alternatif yeni veri setleri oluşturmaktır. Bu sayede mevcut veri setinden olabildiğince fazla miktarda veri üreterek bilgi alınabilmektedir. Yöntemde ilk adım esas veri kümesinden yerine koyma yöntemi ile örnekler seçilerek bir bootstrap örnekleme oluşturulmaktadır. Bu şekilde çok sayıda bootstrap örnekleme oluşturulabilir. Bu örneklemler vasıtası ile ilgilenilen tahmine ait güven aralığı ve testin istatistiksel anlamlılığı hesaplanabilir (Hamajima et al. 1999). Eldeki veri setinden elde edilen bootstrap örneklemleri uygulamaya bağlıdır. Aslında n genişliğindeki bir örnek setinden teorik olarak en fazla n^n sayıda bootstrap örneği oluşturmak mümkündür (Stine 1999).

Bootstrap yöntemi temelinde tahmin değerinin örnekleme dağılımını elde edilmesidir ve bu dağılım esas alınarak kitle parametre değerinin belirsizliğini değerlendirmektedir.

Bootstrap yöntemini aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz,

n adet $\beta=(\beta_1,\beta_2,\dots,\beta_n)$ orijinal veri kümesi kullanılarak iadeli ve tesadüfi olarak yapılan örnekleme yardımı ile yeni bir veri seti, $\beta=(\beta_1^*,\beta_2^*,\dots,\beta_n^*)$ elde edilmektedir.

Orijinal veri setinden örnekleme yardımıyla oluşturulmuş veri kümesi içinde β_i verilerinin hiç görülmemesi veya birden fazla görülme olasılığı bulunmaktadır (Barker 2005). Yeniden örnekleme işlemi istenildiği kadar tekrarlanarak birbirinden farklı B adet bootstrap veri kümesi oluşturulabilir ve $b=1,\dots,B$ için oluşan bootstrap veri kümesi β_b^* ile gösterilebilir. İlgilenilen istatistik sonuçları bu yeni veri kümeleri kullanılarak hesaplanmaktadır (Okutan 2009). Bootstrap yöntemi güven aralığı hesaplama ve standart sapma gibi parametrik olmayan tahminleme problemlerinde kullanılan güvenilir ve basit bir yöntemdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, Doğu ve Batı Karadeniz Havzalarında bulunan 18 adet akım gözlem istasyonuna ait ortalama ve maksimum akım değerlerine diğer bölümlerde bahsedilen istatistik analizler uygulanmıştır ve uygulanan analizlerin sonuçları açıklanmıştır. Çalışmaya ait akış şeması şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1 Akış şeması

4.1 Eksik Verilerin Tek ve Çok Değişkenli Regresyon Yöntemi ile Hesaplanması

Bu bölümde gözlem süresince eksik verisi olan istasyonlar tespit edilecek ve bu istasyonlardaki eksik verilerin tahmini tekli ve çoklu regresyon modelleri ile yapılacaktır. Eksik verilere sahip olan istasyonlara ait bilgiler Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Yıllık ortalama ve maksimum akım verilerinde eksiklik olan istasyonun o yıla ait akım tahmini yapılırken istasyona yakın ve verileri arasında korelasyonu yüksek olan istasyonlar seçilmiştir. Her bir istasyon için kurulan alternatif tekli ve çoklu regresyon modelleri içerisinde en iyi modelin belirlenmesi aşamasında modelin determinasyon (R^2) ve hata kareleri kare kökü (RMSE) katsayıları kullanılmıştır. R^2 değeri en büyük ve RMSE değeri en küçük olan model kullanılmıştır. Son aşama olarak elde edilen tekli ve çoklu regresyon modelleri ile eksik yıllara ait standart verilerinin tahmini yapılmıştır.

Çizelge 4.1 Eksik veri içeren istasyonlara ait bilgiler

İstasyon No	Gözlem Aralıkları	Eksik Yıllar	Yararlanan İstasyonlar
2215	1965-2015	1991	2218, 2233
1319	1965-2009	2005, 2006, 2007	1334
1340	1981-2011	2005, 2006	1338, 1302

1340 nolu akım gözlem istasyonunun eksik verileri için 1338 ve 1302 nolu akım gözlem istasyonları kullanılmıştır. İstasyonlar arasındaki uyumun ön değerlendirmesi için verilerin birbirleri ile olan kolerasyon değerlerine bakılmıştır.

Çizelge 4.2 Yıllık ortalama akımların kolerasyon değerleri

İstasyonlar		1340	1338	1302
Kolerasyon Değerleri	1340	1.00	0.67	0.89
	1338	0.67	1.00	0.60
	1302	0.89	0.60	1.00

Çizelge 4.3 Yıllık maksimum akımlar için çarpıklık ve kolerasyon değerleri

İstasyonlar		1340	1338	1302	1319	1334	2215	2218	2233
Çarpıklık Değerleri		1.64	1.02	1.09	2.34	3.37	1.39	2.07	1.21
Kolerasyon Değerleri	1340	1.00	0.46	0.76	-	-	-	-	-
	1319	-	-	-	1.00	0.57	-	-	-
	2215	-	-	-	-	-	1.00	0.52	0.22

Yıllık ortalama akımlarında eksik veriye sahip olan 1340 numaralı istasyonun 1338, 1302 nolu istasyon arasındaki kolerasyon değerlerine (Çizelge 4.2) bakıldığında sonuçlar arasında en yüksek değere sahip olan istasyonun 1302 olduğu görülmüştür. Tek değişkenli regresyon yöntemi için 1302 numaralı akım gözlem istasyonu verileri kullanılırken çok değişkenli regresyon yöntemi için 1302 ve 1338 numaralı istasyon verileri kullanılmıştır. RMSE ve R2 değerleri kıyaslanarak modeller arasından en uygun olan seçilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tek değişkenli regresyon yöntemi sonuçları:		Çok değişkenli regresyon yöntemi sonuçları:	
$R^2=0,79$	RMSE=5,2	$R^2=0.82$	RMSE=4,83
$y=a+bx$ $y_{2005}= 16,0504+(0,8857*30,3)$ =42,89 m ³ /sn $y_{2006}= 16,0504+(0,8857*31,2)$ =43,68 m ³ /sn		$y=a+bx_1+cx_2$ $y_{2005}=11,0049+(4,5030*2,140)+(0,70-588*30,3) = 43,63$ m ³ /sn $y_{2006}=11,0049+(4,5030*2,140)+(0,70-588*31,2) = 45,04$ m ³ /sn	

Modeller arasında R^2 değeri en büyük, RMSE değeri en küçük olanın seçilmesi gerektiğinden 1340 numaralı istasyonun 2005 ve 2006 yılları eksik verileri için çok değişkenli regresyon yönteminin uygun model olarak kullanılmasına karar verilmiştir. 2215 ve 1319 numaralı akım gözlem istasyonlarının eksik veri içeren yıllık ortalama akım verileri de bu yöntem kullanılarak tamamlanmıştır.

Yıllık maksimum akımlarında eksik veri içeren istasyonların çarpıklık katsayılarına bakıldığında (Çizelge 4.3) aldıkları değerlerin oldukça fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle istasyonlara ait verilerin çarpıklıklarının giderilmesi amacıyla verilerin logaritması alınmış daha sonra kolerasyon (pearson) değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.3'te bulunan sonuçlara bakıldığında ise; seçilen istasyonların yıllık maksimum akımlara ait kolerasyon değerleri, istatistiksel açıdan birbirleri ile zayıf bir doğrusal ilişkiye sahip olduklarını göstermektedir. Tek ve çok değişkenli regresyon modeli ile hesaplanacak eksik veriler, istasyonlara ait zaman serileri için gerçek değerlerinden uzak sonuç vereceğinden yıllık maksimum akımlarında eksiklik bulunan istasyonlar verilerin güvenilirliği açısından çalışma dışında tutulmuştur.

18 adet akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama, 15 adet akım gözlem istasyonuna ait yıllık maksimum akım verilerinin istatistiksel karakteristikleri hakkında bilgi sahibi olmak için Bölüm 3.3.1'de bahsedilen temel istatistik parametrelerinden; aritmetik ortalama değeri, medyan değeri, standart sapması, varyasyon katsayısı ve çarpıklık katsayısı ve basıklık katsayısı hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi çarpıklık katsayısı değerleri ortalama akımlarda -0.6 ile 0.74 arasında değişirken maksimum akımlar için bu değer -0.69 ile 3.52 arasında değişmektedir. Çarpıklık katsayısının yüksek sonuç vermesi dağılımın sağa veya sola doğru çarpık olduğunu gösterirken sıfırın etrafında yayılım göstermesi dağılımın

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

normale yaklaştığını ifade eder. Hidrolojik incelemelerde genellikle zaman dizilerinin genel olarak pozitif çarpıklık içerdiği gözlenmiştir.

Çizelge 4.5 bütün olarak incelendiğinde yıllık maksimum akımlarda çarpıklığın ortalama akıma değerlerine göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Temel istatistiki parametrelerden ortalama ile standart sapmayı içeren özellikler her hangi bir bölgede su kaynaklarının geliştirilmesi, etkili kullanılması ve beklenmeyen sonuçlara yol açmaması için yeterli bilgi sağlayamayabilir. Bunun ana nedeni ortalama ve standart sapmanın veri dizilerinin dağılımın özelliklerini iyi tanımlayamamasıdır. Bundan dolayı medyan veya diğer yüzdelik değerler dağılımı çarpık olarak değerlendirilen zaman serileri hakkında daha doğru bilgi verdiği söylenebilir (Machiwal and Jha 2012).

Medyan değerleri yaklaşık olarak yıllık maksimum akımlarda 40 ile 330 m³/sn arasında değişirken yıllık ortalama akımlarda 2 ile 46 m³/sn arasında olduğu görülür. En yüksek medyan değeri yıllık ortalama akımlar için Batı Karadeniz Havzasında bulunan 1340 nolu istasyon, yıllık maksimum akımlar içinse Doğu Karadeniz Havzasında bulunan 2247 nolu istasyondur.

Çizelge 4.4 Akım gözlem istasyonlara ait yıllık ortalama değerlerin istatistiksel parametreler

İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Basıklık Katsayısı	Standart sapma (m ³ /sn)
2202	11.07	10.90	0.29	3.51	2.01
2215	13.59	13.60	0.12	2.69	1.72
2218	27.83	28.10	-0.33	4.68	4.17
2232	29.63	29.45	0.31	2.60	4.10
2233	6.62	6.55	0.17	2.55	0.95
2238	11.03	11.40	-0.45	4.02	3.28
2245	7.07	6.79	0.09	2.40	1.61
2247	27.67	28.15	-0.19	4.07	7.75
1302	36.07	36.10	-0.59	4.06	10.40
1307	6.76	6.56	0.18	2.38	2.81
1314	25.04	25.90	-0.15	2.79	7.64
1319	5.51	5.37	0.74	5.12	1.76
1327	7.82	7.96	-0.01	2.48	2.63
1332	4.27	4.26	0.12	2.42	1.42
1334	7.70	7.46	0.62	4.29	2.16
1338	2.11	2.14	-0.05	1.96	0.53
1339	3.82	3.88	0.41	2.13	1.02
1340	46.68	45.04	0.30	2.72	11.29

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.5 Akım gözlem istasyonlarına ait yıllık maksimum değerlerin istatistiksel parametreler

İstasyon no	Ortalama (m ³ /sn)	Medyan (m ³ /sn)	Çarpıklık katsayısı	Basıklık Katsayısı	Standart sapma (m ³ /sn)
2202	95.47	91.00	1.73	6.94	41.76
2218	160.31	134.00	2.13	8.28	81.40
2232	179.63	155.00	2.97	13.61	79.62
2233	43.48	41.55	1.05	4.12	10.63
2238	153.57	143.00	0.49	0.96	70.35
2245	280.43	223.00	1.57	6.18	181.77
2247	385.44	325.50	1.21	4.35	221.02
1302	232.05	215.00	1.07	4.37	96.10
1307	108.17	96.40	0.43	2.18	51.46
1314	297.74	256.00	0.82	2.98	158.95
1327	115.43	103.00	0.34	1.99	50.79
1332	68.84	73.80	-0.69	2.53	23.46
1334	66.83	59.90	3.52	18.47	38.26
1338	103.15	72.40	1.08	3.06	0.43
1339	50.07	43.90	1.77	6.80	32.50

4.3. Mann Kendall Trend Analizi

Doğu Karadeniz, Batı Karadeniz Havzaları ortalama ve maksimum akım verilerinde zaman içinde bir değişiklik olup olmadığının analizi Mann-Kendall trend analizi kullanılarak yapılmıştır. Her istasyon için yapılan trend analizinin sonuçları Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Ortalama akımların Mann Kendal trend analizi

	İstasyon no	Yıl	H	N	S	p	σ_s	Z	$Z\alpha/2$	Trend		Artan(↑) Azalan(↓)
										Var	Yok	
Doğu Karadeniz	2202	1967-2015	0	49	-71	0.55	116.0	-0.60	1.96		X	
	2215	1965-2015	0	51	123	0.32	123.1	0.99	1.96		X	
	2218	1955-2009	0	55	-2	0.99	137.7	-0.01	1.96		X	
	2232	1964-2011	0	48	182	0.11	112.5	1.61	1.96		X	
	2233	1964-2015	0	52	102	0.43	126.7	0.80	1.96		X	
	2238	1965-2015	0	51	-156	0.21	123.1	-1.26	1.96		X	
	2245	1969-2015	0	47	139	0.21	109.0	1.27	1.96		X	
	2247	1967-2014	0	48	-190	0.09	112.5	-1.68	1.96		X	
Batı Karadeniz	1302	1953-2011	0	59	-206	0.18	152.9	-1.34	1.96		X	
	1307	1963-2007	0	45	-195	0.06	102.2	-1.90	1.96		X	
	1314	1963-2011	1	49	-311	0.01	116.0	-2.67	1.96	X		↓
	1319	1965-2009	0	45	-197	0.06	102.2	-1.92	1.96		X	
	1327	1967-2011	1	45	-206	0.04	102.2	-2.01	1.96	X		↓
	1332	1969-2011	0	43	-111	0.25	95.55	-1.15	1.96		X	
	1334	1967-2007	0	41	-155	0.08	89.03	-1.73	1.96		X	
	1338	1981-2011	0	31	61	0.31	58.84	1.02	1.96		X	
	1339	1981-2009	0	29	-105	0.05	53.31	-1.95	1.96		X	
	1340	1981-2011	0	31	-107	0.07	58.84	-1.80	1.96		X	

Çizelge 4.7 Maksimum akımların Mann Kendal trend analizi

	İstasyon no	Yıl	H	N	S	p	σ_s	Z	$Z\alpha/2$	Trend		Artan(↑) Azalan(↓)
										Var	Yok	
Doğu Karadeniz	2202	1967-2015	0	49	37	0.76	116.0	0.31	1.96		X	
	2218	1955-2009	0	55	-169	0.22	137.7	-1.22	1.96		X	
	2232	1964-2011	0	45	-32	0.76	102.2	-0.30	1.96		X	
	2233	1964-2015	0	52	14	0.92	126.7	0.10	1.96		X	
	2238	1965-2015	0	51	-44	0.73	123.1	-0.35	1.96		X	
	2245	1969-2015	0	47	-10	0.93	109.0	-0.08	1.96		X	
	2247	1967-2014	0	48	-122	0.28	112.5	-1.08	1.96		X	
Batı Karadeniz	1302	1953-2011	1	59	-397	0.01	152.9	-2.59	1.96	X		↓
	1307	1963-2007	0	45	-32	0.76	102.2	-0.30	1.96		X	
	1314	1963-2011	0	49	-161	0.17	116.0	-1.38	1.96		X	
	1327	1967-2011	1	45	-244	0.02	102.2	-2.38	1.96	X		↓
	1332	1969-2011	0	43	-166	0.08	95.55	-1.73	1.96		X	
	1334	1967-2007	0	41	-48	0.60	89.03	-0.53	1.96		X	
	1338	1981-2011	0	31	80	0.18	58.84	1.34	1.96		X	
1339	1981-2009	0	29	-43	0.43	53.31	-0.79	1.96		X		

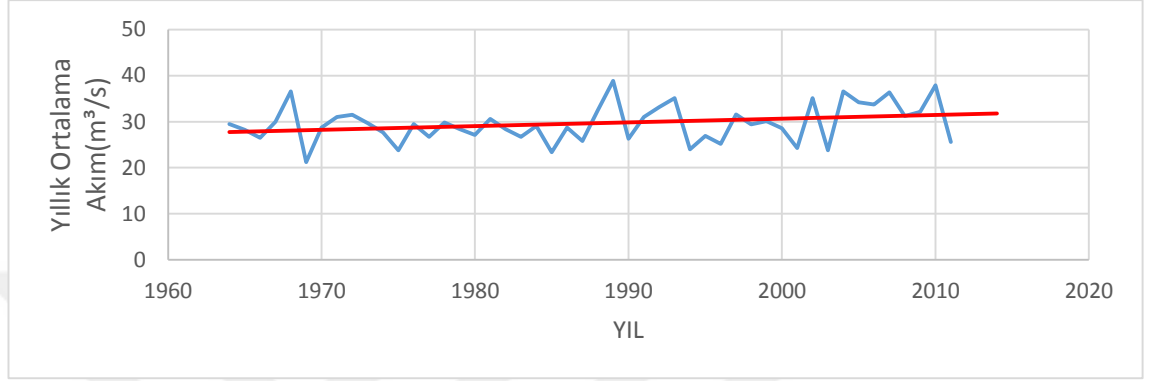
Çizelge 4.6 ve 4.7’ de gösterilen sonuçlara göre $\alpha=0,05$ kabul bölgesinde çalışılan tarih aralığında yıllık ortalama akımlarda 1314, 1327 nolu ve yıllık maksimum akımlara ait 1302, 1327 nolu istasyonlarda trend gözlenmiştir. Diğer istasyonlara ait yıllık ortalama ve maksimum verilerinde H_0 hipotezi kabul edilir. Trend olmadığı sonucuna varılır. Akım verilerine ait zaman serileri Şekil 4.2-34’ de incelenmiştir. Sonuçlar Mann-Kendall testini destekler niteliktedir.

Trend varlığı verilerin toplandığı bölgenin frekans dağılımının zaman içinde aynı kalmadığı anlamına gelir. İstatistiksel açıdan anlamlı trende sahip verisi olan istasyonlara ait dağılımların tespitinde durağan olmayan olasılık dağılımlarının kullanılması uygundur (Rahno et al. 2019). Bu konu çalışmamız kapsamı dışında olduğundan trend varlığı tespit edilen veriler çalışma dışında tutulmuştur.

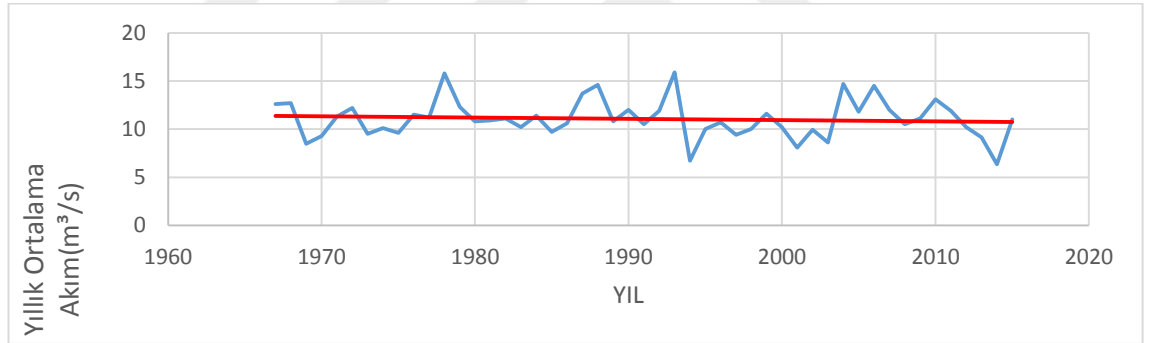
Ayrıca yıllık akım verilerinin otokolerasyon grafiklerine bakılarak istasyonların içsel bağımlılıkları kontrol edilmiştir. Otokolerasyon fonksiyonlarına bakıldığında istasyonların yıllık ortalama ve yıllık maksimum akım değerlerinde otokorelasyon katsayıları $\alpha = 0.05$ anlam seviyesinde %95 güven sınırları arasında kalmış içsel bağımlılığa rastlanmamıştır. İstasyonlara ait otokolerasyon fonksiyonlarına ait grafikler EK 1 ek EK 2’ de verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarında trend gözlenmemektedir. Fakat artan veya azalan yönde eğilim bulunmaktadır. Eğilim değerlendirmelerine bakıldığında örnek verilecek olursa 2232 no'lu akım gözlem istasyonuna ait yıllık ortalama akım değerinde trend gözlenmez iken, Z değeri 1.61' dir. Bu istasyona ait yıllık ortalama akımlarda önemli bir artış eğilimi gözlenmektedir.



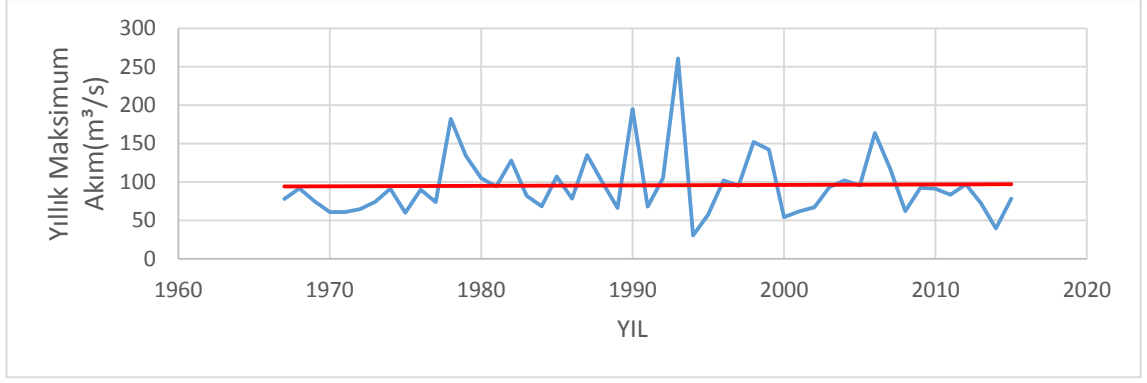
Şekil 4.2 2232 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği



Şekil 4.3 2202 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

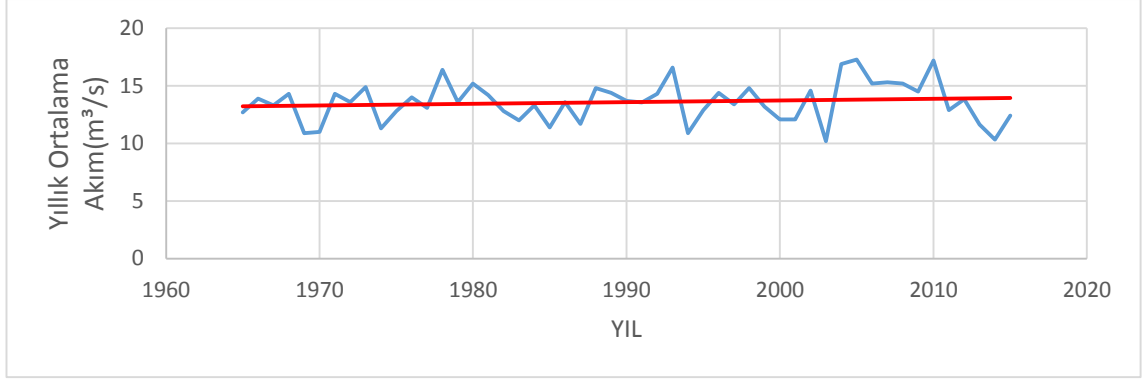
2202 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



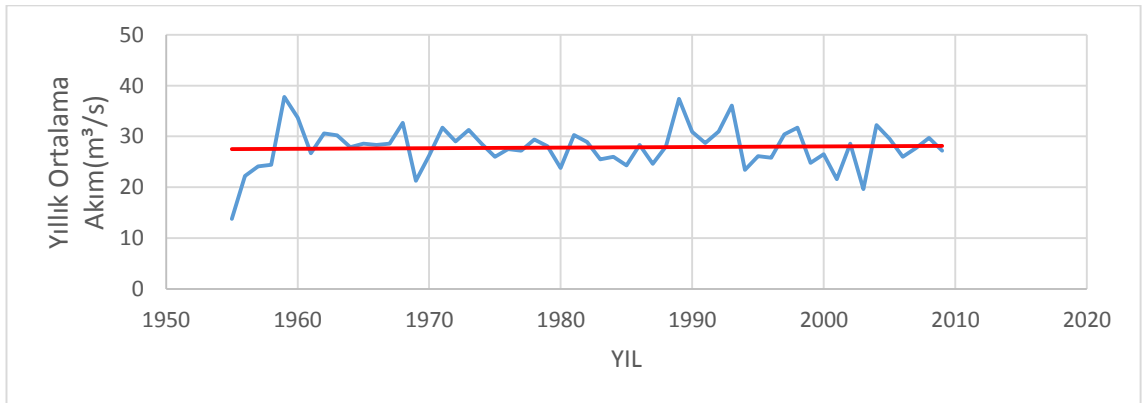
Şekil 4.4 2202 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

2202 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.5 2215 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

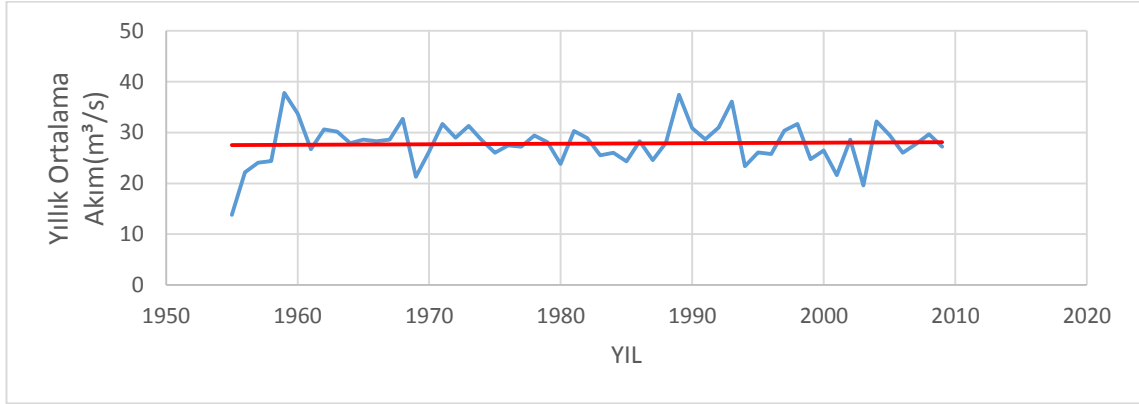
2215 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.6 2218 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

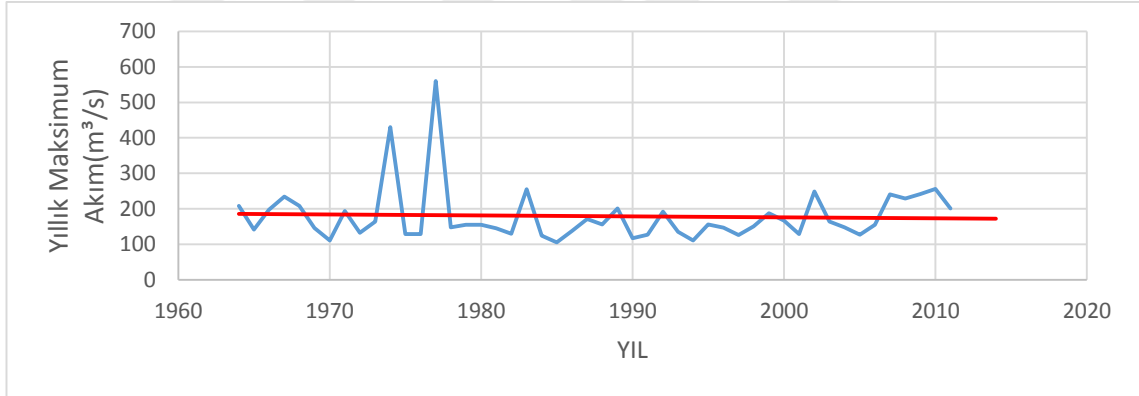
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

2218 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.7 2218 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

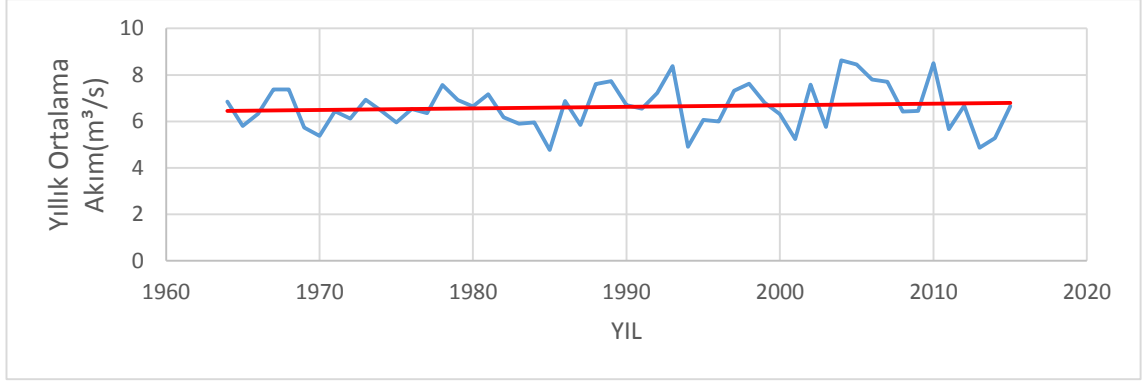
2218 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.8 2232 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

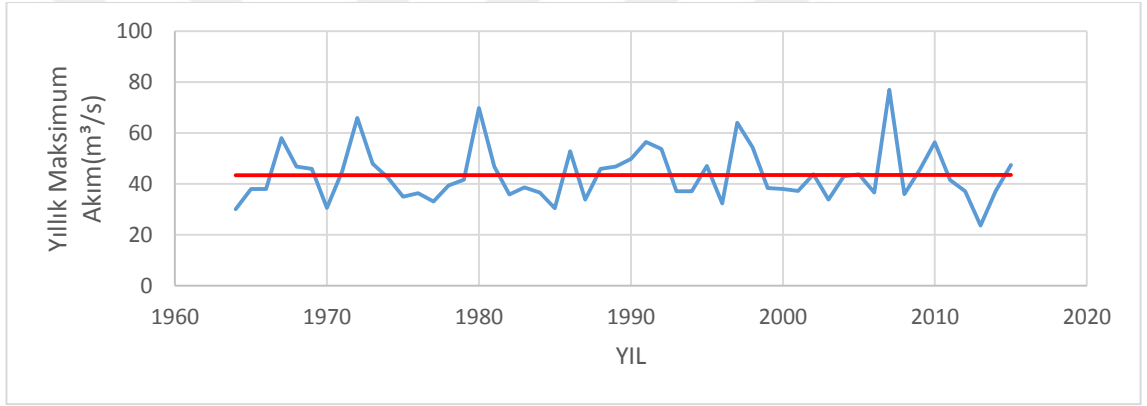
2232 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



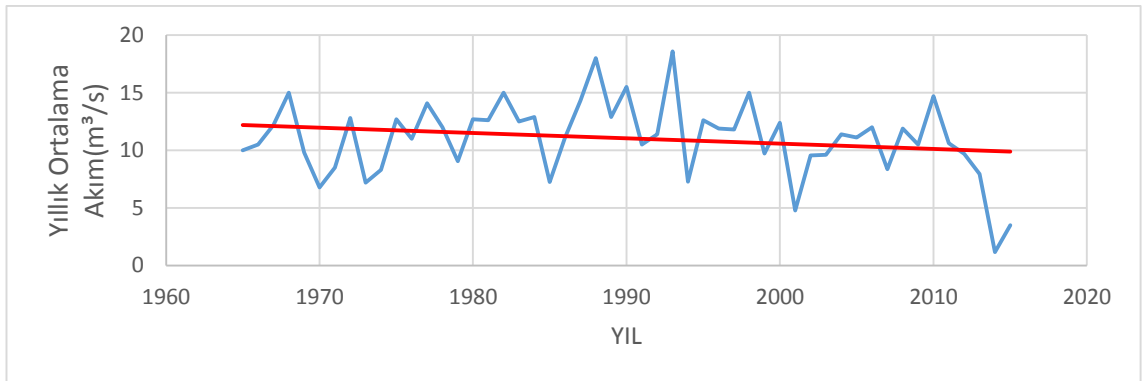
Şekil 4.9 2233 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

2233 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.10 2233 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

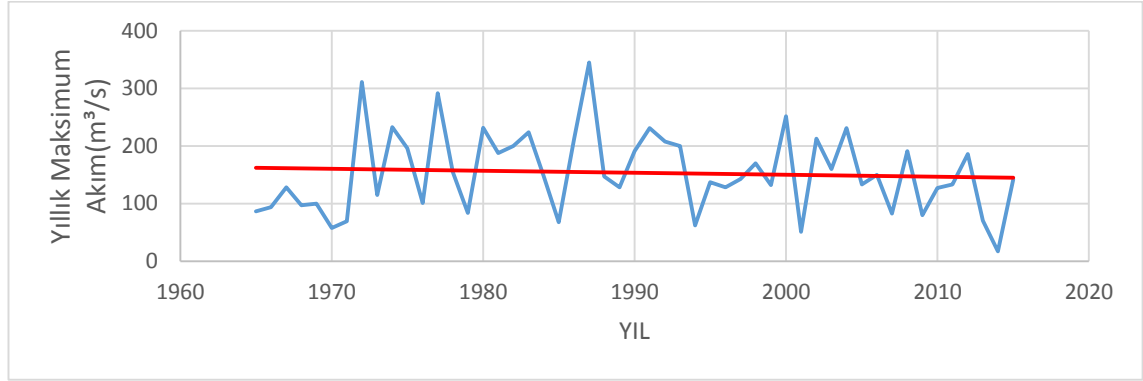
2233 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.11 2238 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

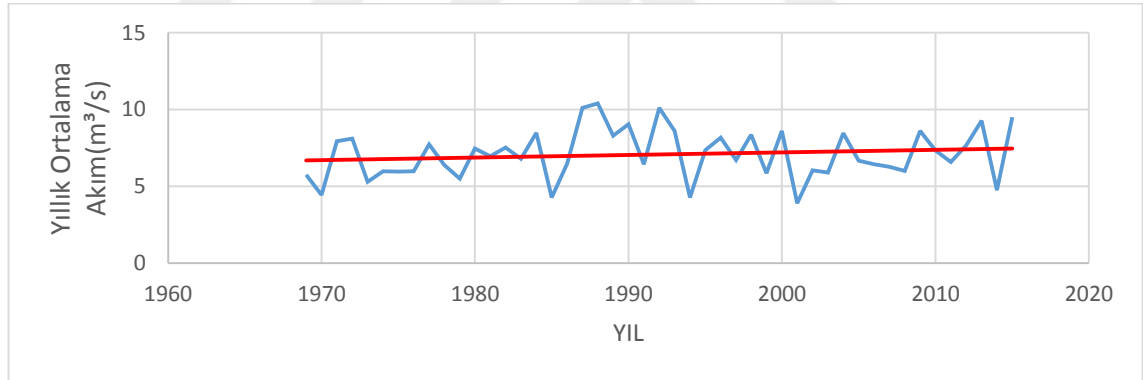
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

2238 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.12 2238 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

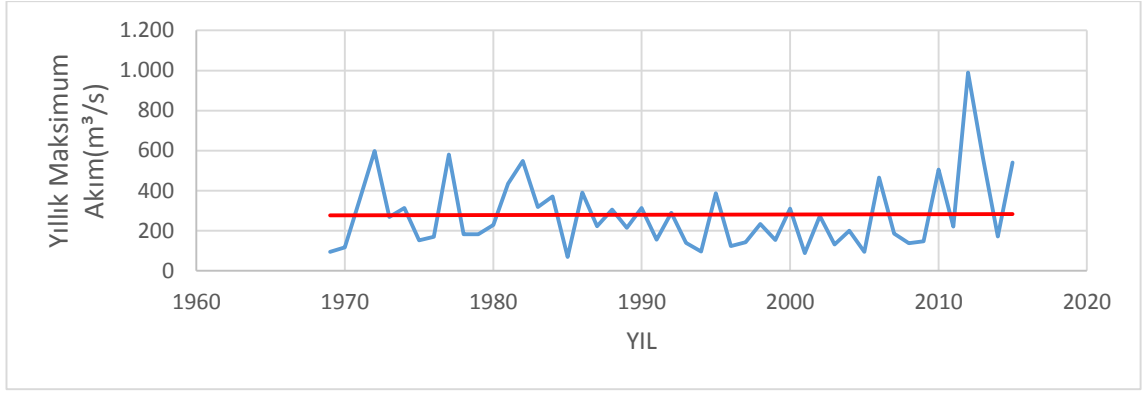
2238 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.13 2245 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

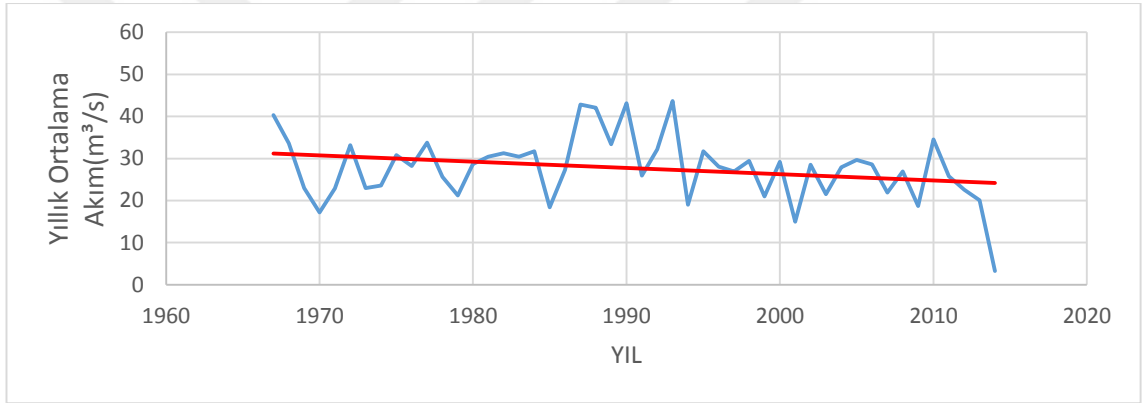
2245 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar artma yönünde eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



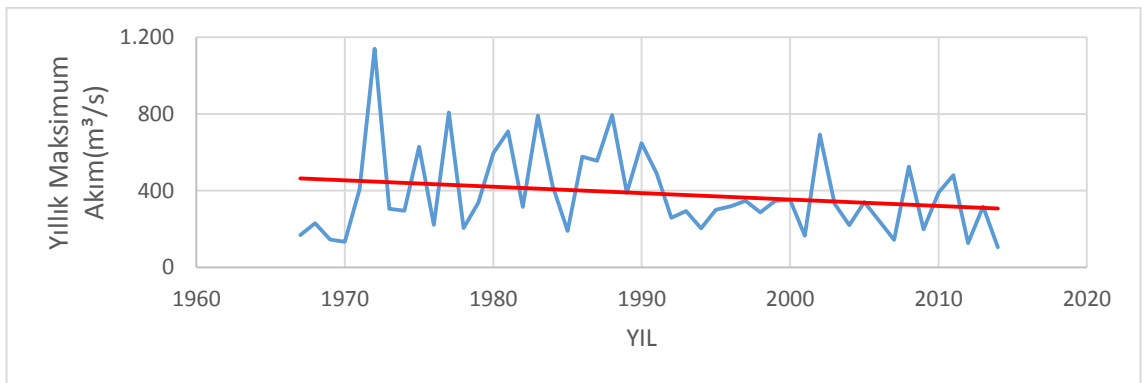
Şekil 4.14 2245 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

2245 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.15 2247 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

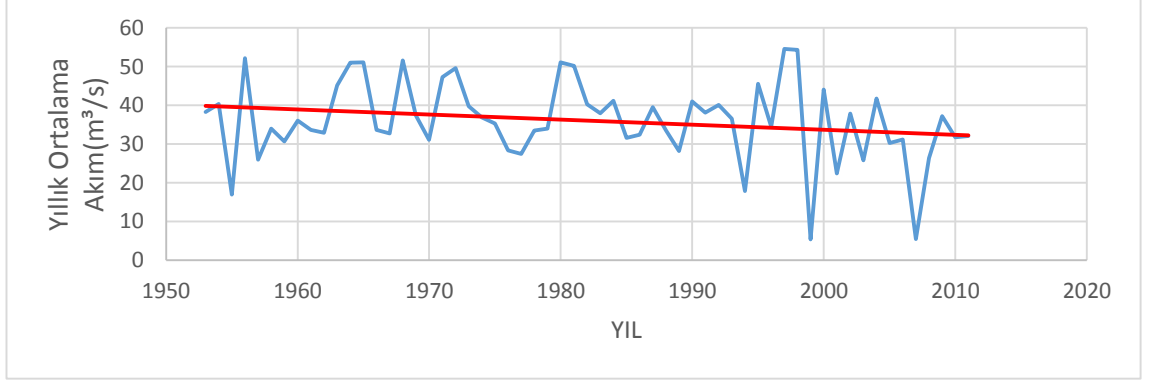
2247 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.16 2247 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

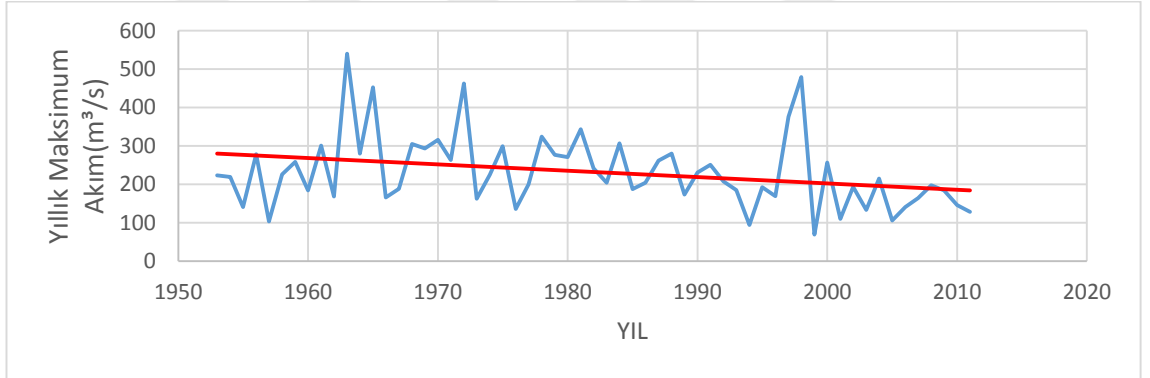
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

2247 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.17 1302 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

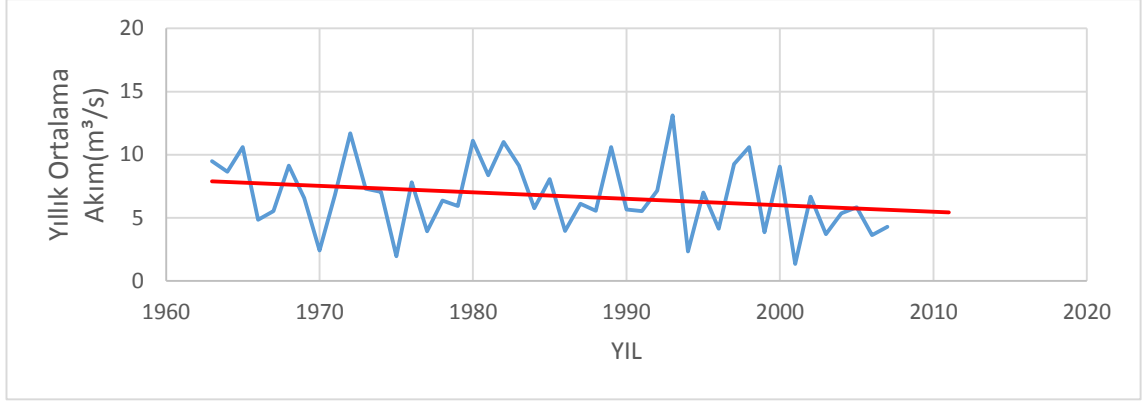
1302 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.18 1302 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

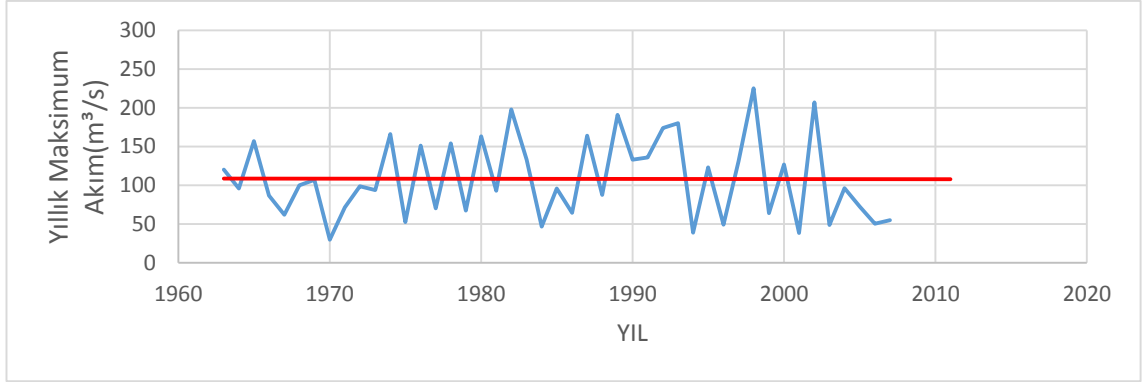
1302 No'lu AGİ'de analiz sonucunda maksimum akımlarda trend gözlenmiştir. Trend azalan eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



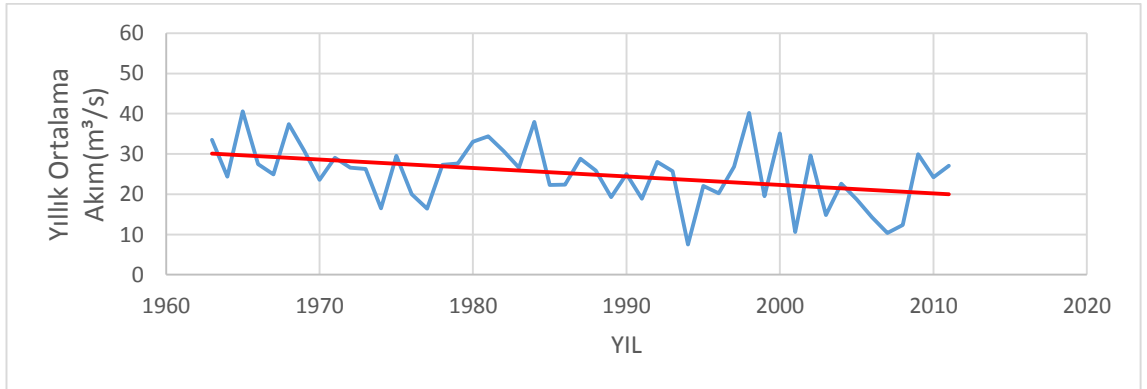
Şekil 4.19 1307 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

1307 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.20 1307 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

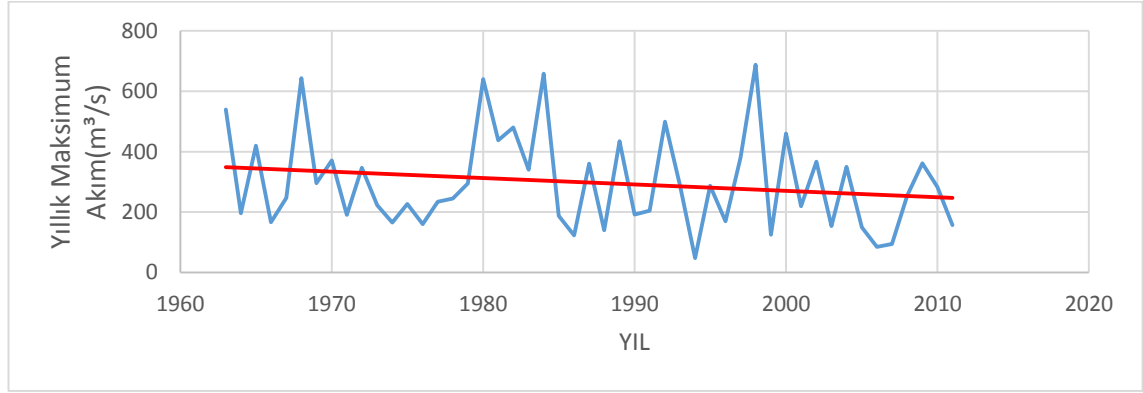
1302 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.21 1314 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

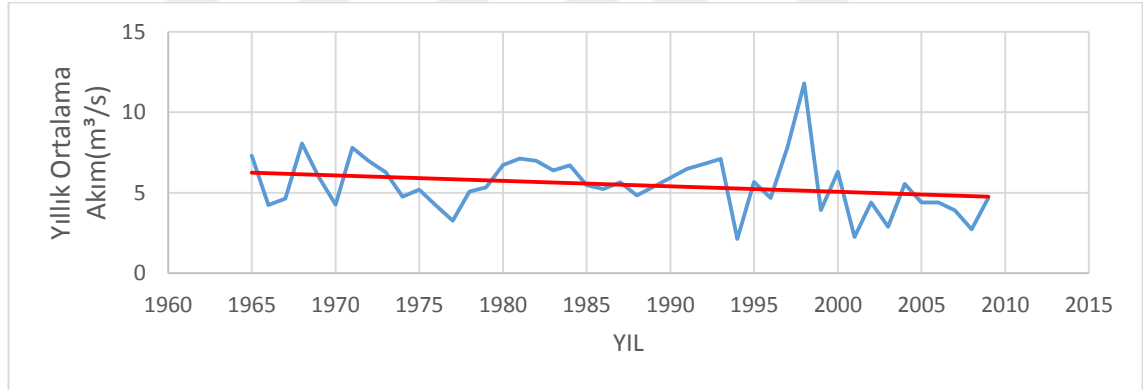
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

1314 No'lu AGİ'de analiz sonucunda ortalama akımlarda trend gözlenmiştir. Trend azalan eğilimlidir.



Şekil 4.22 1314 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

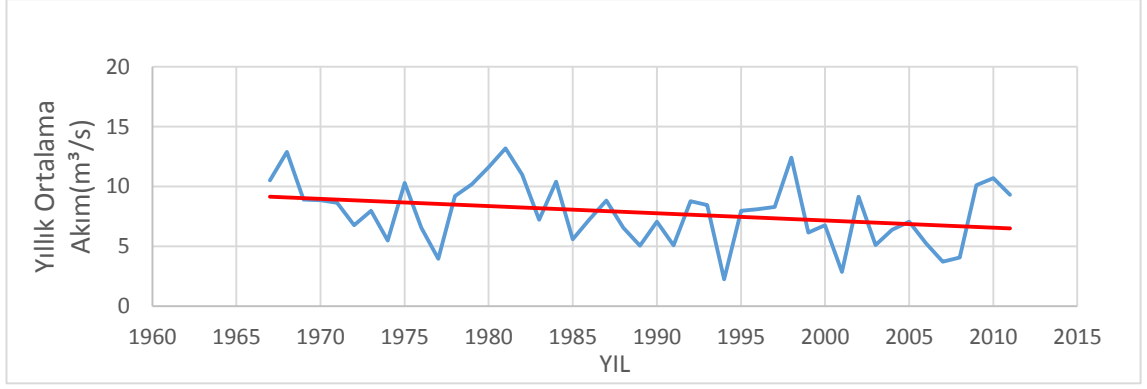
1314 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.23 1319 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

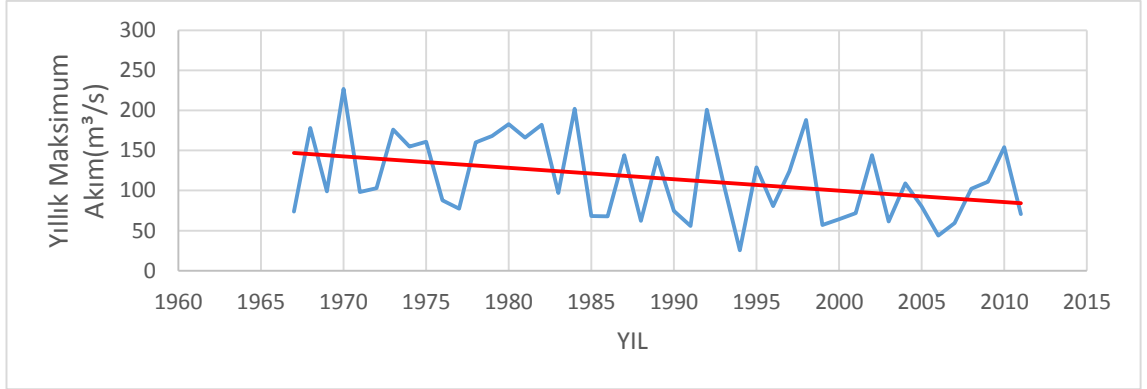
1319 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



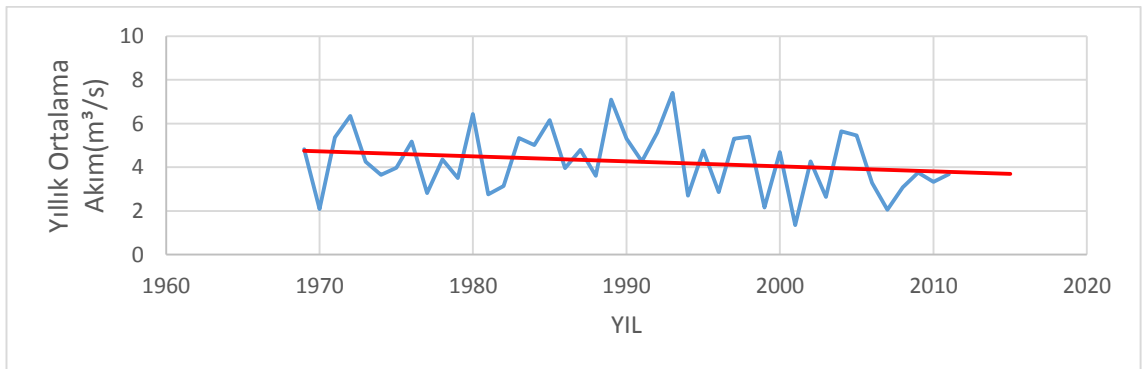
Şekil 4.24 1327 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

1327 No'lu AGİ'de analiz sonucunda ortalama akımlarda trend gözlenmiştir. Trend azalan eğilimlidir.



Şekil 4.25 1327 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

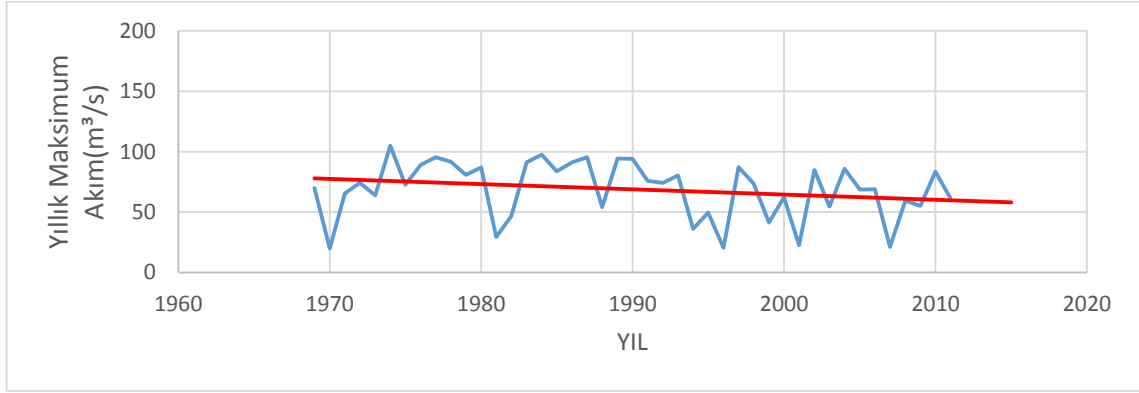
1327 No'lu AGİ'de analiz sonucunda maksimum akımlarda trend gözlenmiştir. Trend azalan eğilimlidir.



Şekil 4.26 1332 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

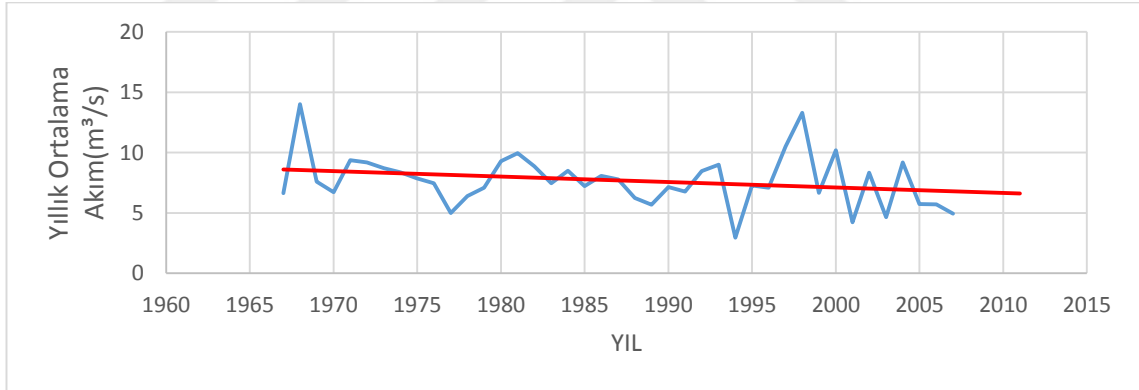
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

1332 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.27 1332 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

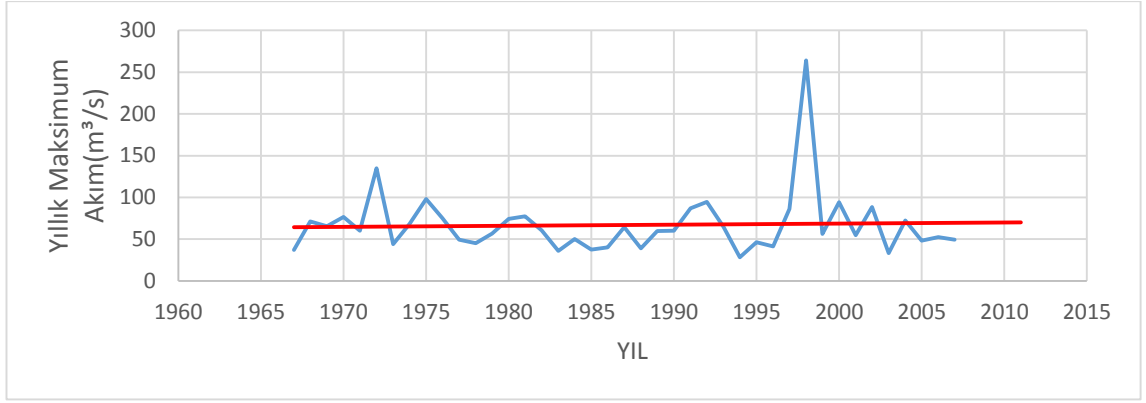
1332 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.28 1334 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

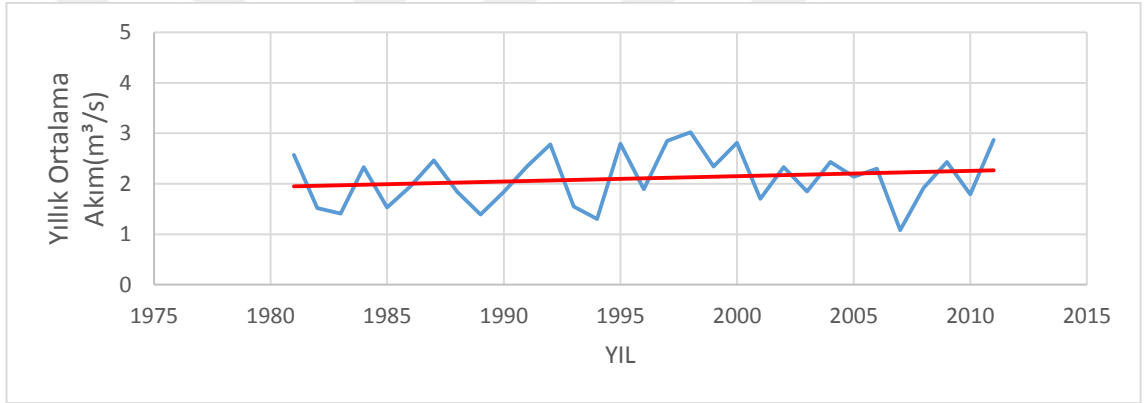
1334 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



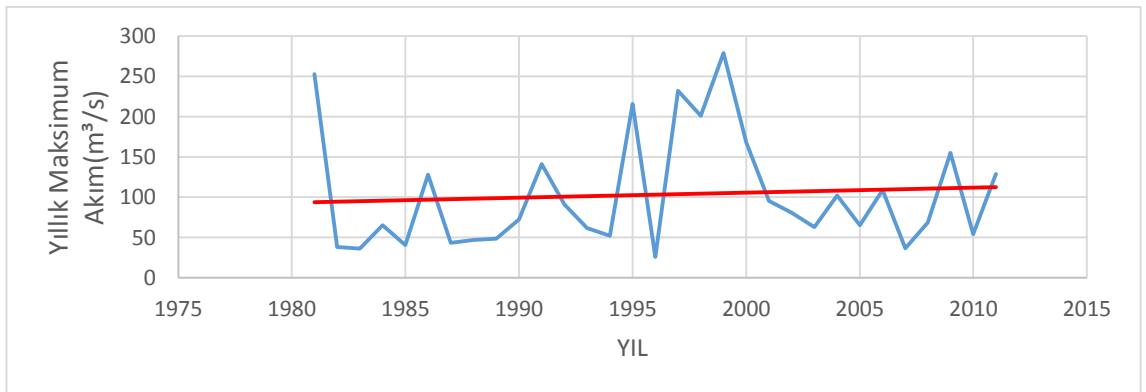
Şekil 4.29 1334 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

1334 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.30 1338 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

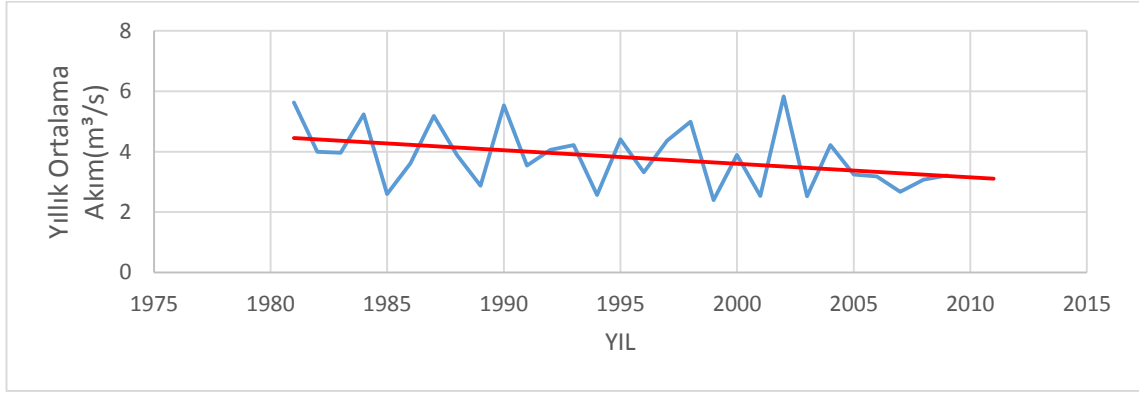
1338 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar artma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.31 1338 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

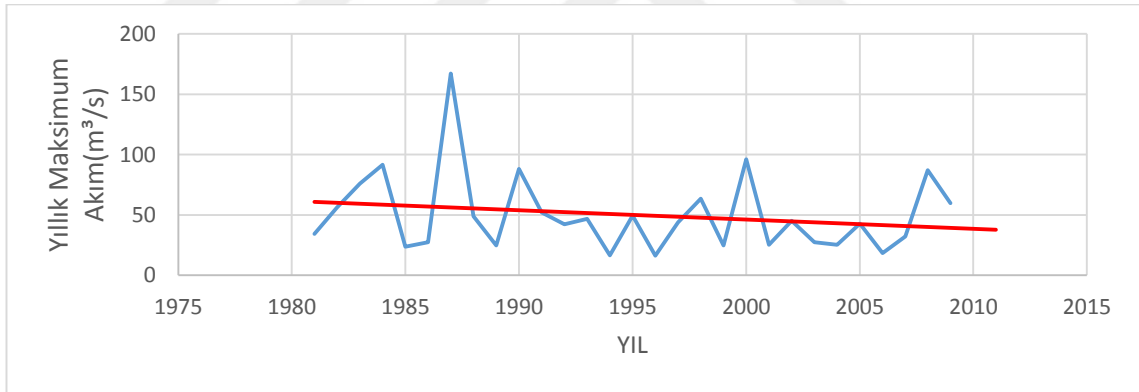
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

1338 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar artma yönünde eğilimlidir.



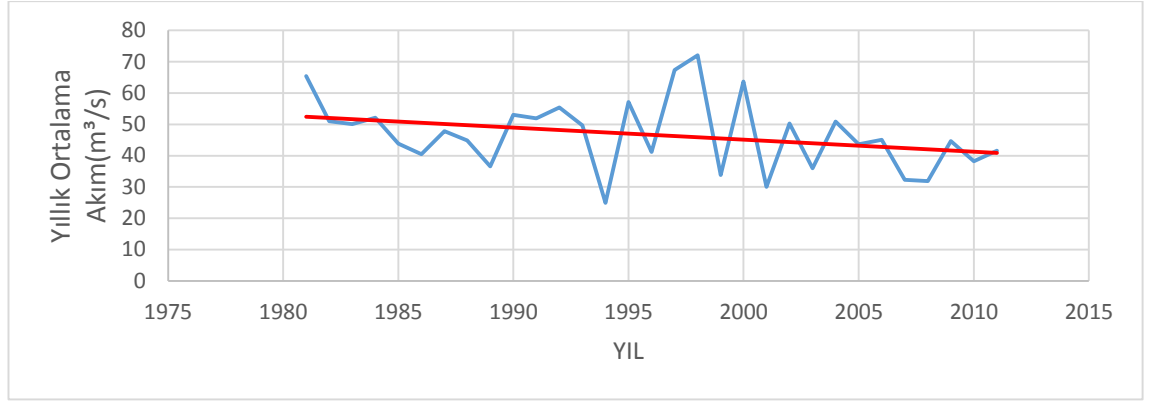
Şekil 4.32 1339 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

1339 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



Şekil 4.33 1339 No'lu istasyon yıllık maksimum akım grafiği

1339 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık maksimum akımlar azalma yönünde eğilimlidir.



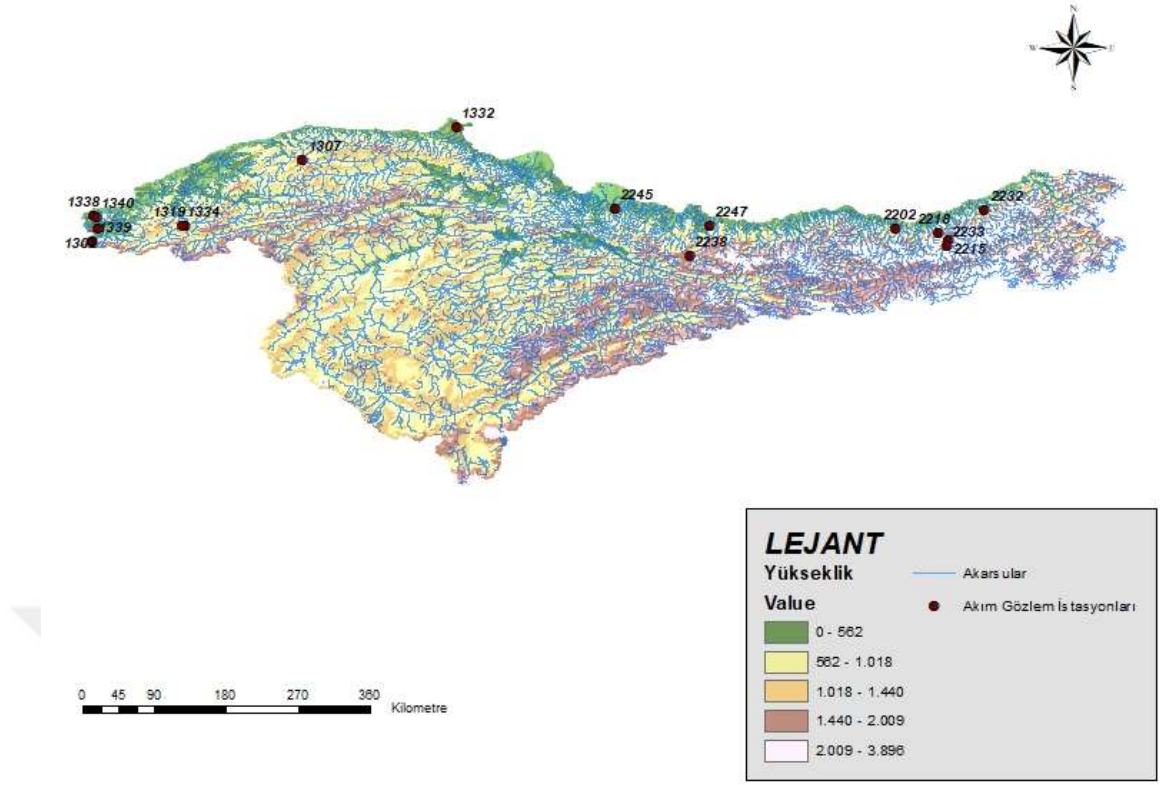
Şekil 4.34 1340 No'lu istasyon yıllık ortalama akım grafiği

1340 No'lu AGİ'de analiz sonucunda trend gözlenmemektedir ancak yıllık ortalama akımlar azalma yönünde eğilimlidir.

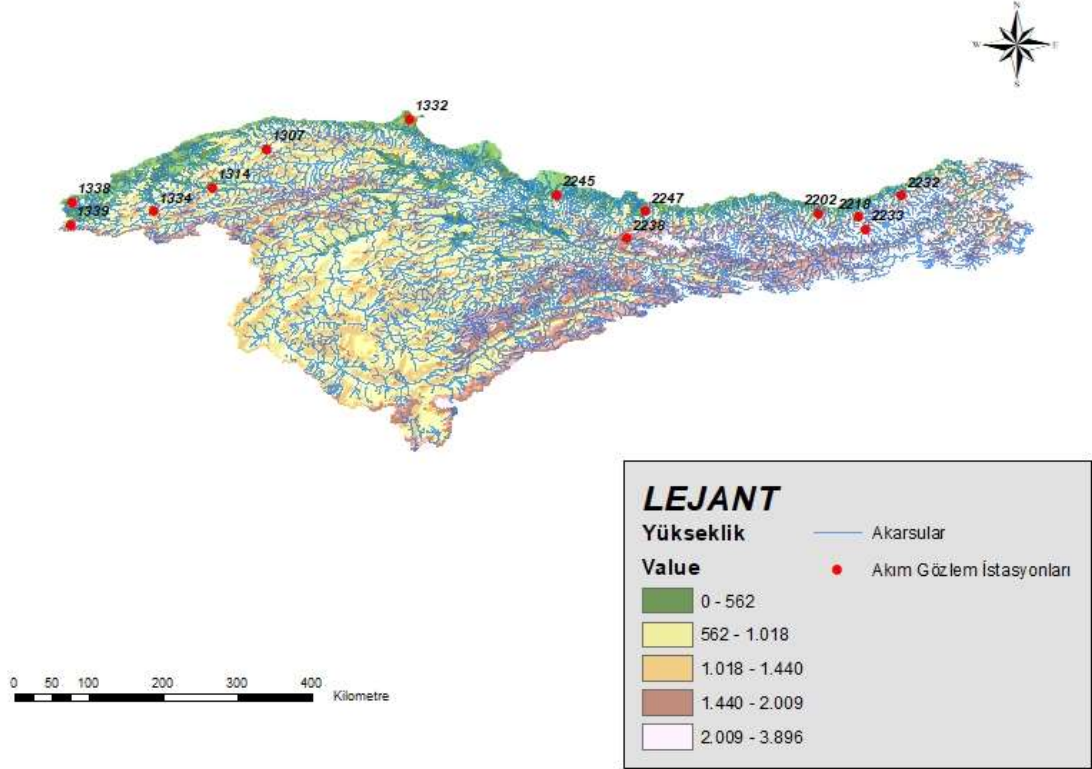
4.4 Olasılık Dağılım Analizi

Bu kısımda literatürdeki çalışmalar aksine birkaç olasılık dağılımı ile yetinilmemiş hidrolojide kullanılmakta olan on adet olasılık dağılımı akım serilerine uygulanmıştır. Bu olasılık dağılımları Bölüm 3.6'da bahsedilmiştir. Dağılımlar sırasıyla Weibull (WBL), iki parametrelili Lognormal (LN2), Gamma (GAM), Lojistik (LOGIS), Normal (NORM), Gumbel (GUM), Genelleştirilmiş Ekstremler Değer (GEV), Log-Lojistik (LLOGIS), Pearson tip-III (P3) ve üç parametrelili Lognormal (LN3)'dir. Her bir akım parametresi için en uygun dağılımın belirlenmesinde yine literatürdeki çalışmaların aksine bir kriter uygulanmamış alternatif kriterlerde çalışmaya alınmıştır. Bu amaç için kullanılan kriterler Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Kolmogorov-Smirnov (KS), Anderson Darling (AD), Cramér-von-Mises (CvM), Anderson Darling (AD) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC)'leridir. Her bir AGİ'nin yıllık ortalama ve maksimum akım parametreleri için uygulanan kriterlere ait test değerleri R programları yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8-36'da sunulmuştur. Yıllık ortalama ve maksimum akımlarına dağılım uygulanan istasyonlar Şekil 4.35 ve 4.36'da gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.35 Yıllık Ortalama Akım Çalışılan İstasyonlar



Şekil 4.36 Yıllık Maksimum Akım Çalışılan İstasyonlar

Doğu Karadeniz Havzası

Çizelge 4.8 2202 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.100	0.098	0.093	0.094	0.104	0.097	0.111	0.098	0.117	0.114
CvM	0.069	0.047	0.047	0.052	0.064	0.048	0.052	0.049	0.055	0.060
AD	0.523	0.384	0.392	0.469	0.508	0.392	0.408	0.402	0.421	0.469
AIC	87.044	84.540	84.790	88.404	86.587	86.816	84.705	86.584	86.277	85.534
BIC	89.778	87.275	87.525	91.139	89.321	89.551	87.440	90.686	90.378	89.635

Çizelge 4.9 2202 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.170	0.106	0.131	0.111	0.186	0.072	0.102	0.095	0.108	0.118
CvM	0.292	0.077	0.136	0.128	0.355	0.046	0.074	0.059	0.080	0.102
AD	1.703	0.492	0.800	1.114	2.003	0.325	0.479	0.385	0.504	0.642
AIC	502.508	489.898	492.899	499.827	507.785	488.143	489.806	490.928	491.968	493.494
BIC	506.292	493.682	496.683	503.610	511.569	491.927	493.590	496.603	497.643	499.169

Çizelge 4.10 2215 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.082	0.067	0.060	0.056	0.059	0.059	0.106	0.069	0.067	0.060
CvM	0.071	0.049	0.040	0.025	0.030	0.036	0.129	0.038	0.050	0.035
AD	0.581	0.325	0.284	0.226	0.260	0.289	0.744	0.289	0.327	0.267
AIC	206.947	203.238	202.945	204.314	203.074	204.586	207.593	204.517	205.247	204.902
BIC	210.810	207.102	206.809	208.178	206.938	208.450	211.457	210.312	211.043	210.697

Çizelge 4.11 2218 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.092	0.110	0.098	0.048	0.076	0.059	0.141	0.088	0.107	0.093
CvM	0.125	0.154	0.117	0.025	0.072	0.039	0.376	0.117	0.143	0.105
AD	0.855	0.951	0.735	0.183	0.491	0.309	2.326	0.768	0.884	0.664
AIC	318.206	323.684	320.344	312.323	316.172	315.445	335.864	319.954	324.555	320.505
BIC	322.221	327.698	324.359	316.338	320.187	319.460	339.878	325.976	330.577	326.527

Çizelge 4.12 2218 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.179	0.123	0.153	0.148	0.210	0.086	0.123	0.065	0.085	0.114
CvM	0.489	0.179	0.314	0.281	0.661	0.083	0.187	0.036	0.069	0.153
AD	2.820	1.051	1.762	2.258	3.624	0.736	1.202	0.263	0.455	0.910
AIC	630.990	609.431	617.538	630.636	643.009	607.924	611.481	604.209	605.864	609.971
BIC	635.004	613.446	621.553	634.651	647.024	611.938	615.496	610.231	611.886	615.993

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.13 2232 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.113	0.052	0.061	0.064	0.079	0.053	0.088	0.056	0.053	0.062
CvM	0.121	0.022	0.027	0.029	0.045	0.020	0.042	0.025	0.022	0.028
AD	0.746	0.176	0.201	0.274	0.313	0.183	0.292	0.189	0.174	0.206
AIC	279.220	273.509	273.618	276.070	274.596	275.134	275.748	275.086	275.508	275.668
BIC	282.963	277.252	277.360	279.813	278.339	278.876	279.490	280.699	281.121	281.282

Çizelge 4.14 2232 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.201	0.156	0.169	0.142	0.189	0.121	0.155	0.072	0.079	0.172
CvM	0.584	0.200	0.303	0.226	0.610	0.114	0.168	0.039	0.041	0.311
AD	3.643	1.291	1.945	1.800	3.756	0.873	1.073	0.267	0.304	1.987
AIC	552.700	525.325	534.367	540.068	559.429	520.762	522.815	512.023	512.242	537.330
BIC	556.442	529.067	538.109	543.811	563.172	524.505	526.558	517.637	517.856	542.943

Çizelge 4.15 2233 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.102	0.055	0.055	0.068	0.064	0.060	0.084	0.057	0.055	0.093
CvM	0.086	0.023	0.023	0.033	0.033	0.025	0.058	0.025	0.022	0.075
AD	0.570	0.202	0.192	0.254	0.242	0.210	0.469	0.209	0.197	0.528
AIC	148.290	144.639	144.373	146.627	144.741	146.358	148.361	145.772	146.548	149.392
BIC	152.193	148.542	148.276	150.529	148.643	150.260	152.263	151.626	152.401	155.246

Çizelge 4.16 2233 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.145	0.113	0.122	0.116	0.136	0.108	0.096	0.097	0.099	0.103
CvM	0.284	0.096	0.128	0.119	0.219	0.081	0.066	0.067	0.073	0.085
AD	1.727	0.561	0.752	0.918	1.304	0.501	0.385	0.391	0.431	0.509
AIC	401.415	387.937	389.845	393.872	396.425	387.898	386.698	388.694	389.137	389.784
BIC	405.318	391.840	393.747	397.775	400.328	391.801	390.601	394.547	394.991	395.638

Çizelge 4.17 2238 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.108	0.195	0.161	0.094	0.106	0.118	0.155	0.130	0.163	0.138
CvM	0.094	0.517	0.305	0.041	0.080	0.126	0.339	0.100	0.327	0.236
AD	0.625	3.038	1.814	0.277	0.499	1.075	2.080	0.633	1.994	1.362
AIC	271.298	301.139	285.390	266.522	268.825	281.826	285.877	271.520	290.596	276.496
BIC	275.162	305.003	289.253	270.385	272.689	285.690	289.741	277.316	296.391	282.292

Çizelge 4.18 2238 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.069	0.137	0.102	0.082	0.089	0.094	0.095	0.080	0.082	0.080
CvM	0.036	0.112	0.054	0.063	0.089	0.094	0.095	0.080	0.082	0.041
AD	0.237	0.701	0.330	0.423	0.414	0.513	0.317	0.259	0.260	0.249
AIC	578.500	587.039	580.273	582.752	581.578	584.013	579.990	580.791	580.907	580.729
BIC	582.364	590.903	584.137	586.615	585.442	587.877	583.854	586.587	586.702	586.525

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.19 2245 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.096	0.076	0.070	0.082	0.082	0.073	0.094	0.077	0.068	0.068
CvM	0.062	0.056	0.048	0.064	0.053	0.054	0.073	0.048	0.047	0.047
AD	0.369	0.426	0.336	0.375	0.315	0.400	0.574	0.300	0.297	0.301
AIC	181.893	182.919	181.681	183.615	181.334	184.256	185.340	182.429	183.297	183.250
BIC	185.594	186.619	185.381	187.315	185.034	187.956	189.041	187.980	188.847	188.801

Çizelge 4.20 2245 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.103	0.075	0.101	0.124	0.155	0.076	0.114	0.079	0.070	0.111
CvM	0.105	0.043	0.082	0.160	0.289	0.053	0.111	0.044	0.031	0.108
AD	0.726	0.276	0.511	1.304	1.736	0.351	0.726	0.290	0.222	0.682
AIC	609.395	601.938	605.167	620.964	625.426	604.537	607.659	604.684	603.020	609.758
BIC	613.095	605.639	608.867	624.664	629.126	608.237	611.360	610.234	608.570	615.309

Çizelge 4.21 2247 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.094	0.144	0.118	0.065	0.087	0.094	0.145	0.105	0.143	0.106
CvM	0.086	0.339	0.179	0.037	0.062	0.072	0.242	0.092	0.325	0.115
AD	0.699	2.231	1.213	0.324	0.502	0.595	1.625	0.689	2.132	0.765
AIC	338.482	362.897	348.923	333.812	335.756	343.723	350.203	338.270	363.308	340.148
BIC	342.224	366.640	352.666	337.554	339.498	347.465	353.945	343.884	368.922	345.762

Çizelge 4.22 2247 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.138	0.080	0.117	0.134	0.184	0.074	0.110	0.070	0.080	0.079
CvM	0.120	0.040	0.077	0.157	0.279	0.042	0.083	0.040	0.040	0.038
AD	0.698	0.246	0.429	1.205	1.547	0.287	0.531	0.269	0.246	0.218
AIC	646.020	640.058	642.017	655.375	657.440	642.337	643.367	643.031	642.060	640.085
BIC	649.763	643.801	645.759	659.118	661.183	646.079	647.109	648.644	647.674	645.698

Batı Karadeniz Havzası

Çizelge 4.23 1302 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.107	0.210	0.174	0.067	0.101	0.099	0.171	0.187	0.199	0.137
CvM	0.119	0.623	0.360	0.058	0.103	0.114	0.426	0.457	0.541	0.202
AD	0.920	3.855	2.347	0.473	0.750	1.241	2.749	2.132	3.430	1.298
AIC	448.960	484.738	467.028	444.098	446.704	461.663	468.721	449.699	482.492	453.708
BIC	453.115	488.893	471.183	448.253	450.859	465.818	472.876	455.931	488.725	459.941

Çizelge 4.24 1307 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.064	0.132	0.099	0.078	0.072	0.081	0.097	0.069	0.068	0.068
CvM	0.030	0.111	0.052	0.043	0.043	0.048	0.050	0.033	0.032	0.030
AD	0.212	0.779	0.390	0.315	0.279	0.511	0.381	0.228	0.228	0.223
AIC	222.196	230.379	225.124	225.940	223.717	228.983	226.031	224.685	225.324	225.291
BIC	225.809	233.993	228.737	229.554	227.330	232.596	229.644	230.105	230.744	230.711

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.25 1307 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.097	0.093	0.085	0.103	0.119	0.085	0.088	0.095	0.092	0.084
CvM	0.065	0.077	0.063	0.098	0.110	0.076	0.074	0.077	0.077	0.062
AD	0.401	0.485	0.394	0.689	0.681	0.531	0.471	0.484	0.481	0.383
AIC	480.803	481.811	480.456	488.317	485.368	484.846	482.094	483.986	483.769	481.735
BIC	484.416	485.424	484.069	491.930	488.982	488.460	485.707	489.406	489.189	487.155

Çizelge 4.26 1314 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.076	0.078	0.058	0.087	0.117	0.081	0.069	0.072	0.067	0.068
CvM	0.061	0.027	0.033	0.098	0.159	0.036	0.046	0.037	0.031	0.046
AD	0.415	0.221	0.225	0.831	1.058	0.248	0.299	0.237	0.206	0.303
AIC	630.803	630.835	629.164	639.161	638.765	631.580	630.140	631.953	631.532	631.822
BIC	634.587	634.618	632.947	642.945	642.549	635.363	633.923	637.628	637.207	637.497

Çizelge 4.27 1319 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.101	0.105	0.090	0.060	0.074	0.071	0.104	0.086	0.080	0.081
CvM	0.067	0.086	0.050	0.029	0.038	0.037	0.086	0.046	0.035	0.035
AD	0.551	0.665	0.427	0.226	0.350	0.404	0.651	0.404	0.323	0.329
AIC	182.652	181.688	179.688	178.961	181.560	179.856	181.572	181.757	181.137	181.273
BIC	186.265	185.302	183.302	182.574	185.173	183.469	185.185	187.177	186.557	186.693

Çizelge 4.28 1332 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.065	0.107	0.094	0.083	0.071	0.092	0.097	0.070	0.076	0.079
CvM	0.031	0.080	0.052	0.050	0.038	0.061	0.065	0.034	0.039	0.039
AD	0.194	0.513	0.323	0.304	0.231	0.454	0.432	0.208	0.230	0.230
AIC	154.314	158.899	156.033	157.269	155.087	159.234	158.242	156.348	156.983	156.984
BIC	157.837	162.422	159.556	160.792	158.609	162.756	161.764	161.632	162.266	162.268

Çizelge 4.29 1332 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.116	0.174	0.154	0.097	0.110	0.156	0.151	0.069	0.172	0.145
CvM	0.140	0.430	0.313	0.082	0.135	0.197	0.306	0.026	0.417	0.269
AD	1.147	2.684	2.017	0.788	0.968	1.888	1.957	0.258	2.621	1.783
AIC	395.605	413.953	406.227	397.769	396.361	410.382	408.840	389.783	415.425	406.295
BIC	399.128	417.476	409.749	401.291	399.883	413.904	412.362	395.067	420.709	411.579

Çizelge 4.30 1334 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.114	0.113	0.095	0.057	0.094	0.071	0.118	0.091	0.084	0.085
CvM	0.096	0.079	0.053	0.018	0.052	0.031	0.100	0.052	0.042	0.043
AD	0.702	0.500	0.371	0.188	0.431	0.259	0.613	0.376	0.317	0.327
AIC	184.349	182.733	181.188	180.017	182.430	180.280	183.436	183.047	182.683	182.802
BIC	187.776	186.160	184.615	183.444	185.857	183.707	186.863	188.188	187.824	187.942

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.31 1334 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.166	0.081	0.119	0.111	0.197	0.052	0.073	0.070	0.075	0.092
CvM	0.351	0.039	0.120	0.076	0.478	0.016	0.038	0.025	0.028	0.055
AD	2.360	0.376	0.923	0.875	3.023	0.185	0.387	0.191	0.237	0.465
AIC	404.256	383.327	391.229	397.433	418.184	380.418	385.348	380.658	381.411	384.393
BIC	407.683	386.755	394.656	400.860	421.611	383.845	388.775	385.799	386.552	389.533

Çizelge 4.32 1338 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.118	0.160	0.150	0.130	0.127	0.147	0.158	0.124	0.135	0.150
CvM	0.072	0.087	0.079	0.081	0.075	0.084	0.086	0.075	0.074	0.077
AD	0.435	0.526	0.470	0.490	0.446	0.537	0.539	0.469	0.440	0.457
AIC	51.098	53.385	52.329	54.161	51.682	55.125	54.646	52.134	53.859	54.270
BIC	53.966	56.253	55.197	57.029	54.549	57.993	57.514	56.436	58.161	58.572

Çizelge 4.33 1338 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.143	0.106	0.141	0.155	0.188	0.095	0.152	0.091	0.079	0.155
CvM	0.122	0.061	0.109	0.174	0.273	0.058	0.143	0.036	0.029	0.141
AD	0.757	0.395	0.660	1.332	1.613	0.412	0.945	0.267	0.218	0.871
AIC	343.643	338.964	341.504	354.527	354.745	341.252	344.545	340.735	339.173	345.914
BIC	346.511	341.832	344.372	357.395	357.613	344.120	347.413	345.037	343.475	350.216

Çizelge 4.34 1339 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.100	0.098	0.093	0.094	0.104	0.097	0.111	0.098	0.117	0.114
CvM	0.069	0.047	0.047	0.052	0.064	0.048	0.052	0.049	0.055	0.060
AD	0.523	0.384	0.392	0.469	0.508	0.392	0.408	0.402	0.421	0.469
AIC	87.044	84.540	84.790	88.404	86.587	86.816	84.705	86.584	86.277	85.534
BIC	89.778	87.275	87.525	91.139	89.321	89.551	87.440	90.686	90.378	89.635

Çizelge 4.35 1339 nolu AGİ'nin yıllık maksimum akımlarına ait dağılım test sonuçları

	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.111	0.121	0.124	0.141	0.166	0.123	0.140	0.126	0.129	0.124
CvM	0.089	0.048	0.067	0.099	0.206	0.052	0.073	0.059	0.053	0.078
AD	0.645	0.319	0.463	0.866	1.288	0.348	0.541	0.352	0.325	0.549
AIC	276.915	270.982	273.616	282.998	287.187	272.374	274.612	272.930	271.633	277.373
BIC	279.650	273.717	276.351	285.733	289.922	275.109	277.346	277.032	275.735	281.475

Çizelge 4.36 1340 nolu AGİ'nin yıllık ortalama akımlarına ait dağılım test sonuçları

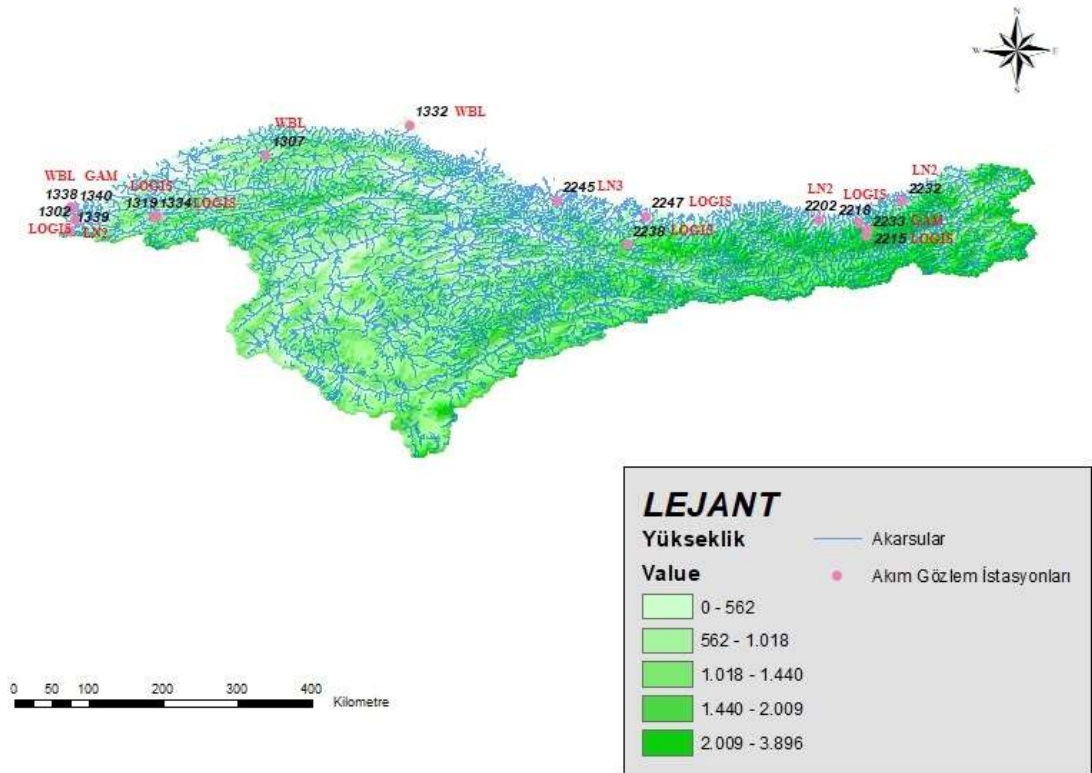
	Weibull	Lnorm	Gamma	Logis	Normal	Llog	Gumbel	Gev	Lnorm3	P3
KS	0.113	0.098	0.086	0.081	0.091	0.096	0.101	0.080	0.097	0.081
CvM	0.051	0.041	0.032	0.028	0.034	0.034	0.055	0.030	0.039	0.030
AD	0.348	0.238	0.197	0.214	0.245	0.223	0.317	0.199	0.230	0.193
AIC	242.224	241.101	240.598	241.922	241.218	241.783	242.257	242.402	243.013	242.583
BIC	245.092	243.969	243.466	244.790	244.086	244.651	245.124	246.704	247.315	246.885

Yukarıda tablolar halinde sunulan çalışılan istasyonlara ait kriter sonuçlarına göre en uygun dağılımlar bölüm 3.7 ve 3.8' den hareketle en küçük test değerine sahip olan değerler kalın olarak ifade edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde bazı durumlar için bütün testler aynı dağılım üzerine yoğunlaşırken bazı durumlar içinde ikinci bir alternatif dağılım söz konusudur. Bu aşamada kullanılan dağılımların parametreleri R programı kullanılarak Maksimum Olabilirlik Yöntemi ile hesaplanmıştır.

Her bir AGİ'nin yıllık ortalama ve yıllık maksimum parametreleri için belirlenen en uygun olasılık dağılımları ve hesaplanan parametre değerleri ayrıca Çizelge 3.37 ve 3.38'de sunulmuştur. Şekil 4.37 ve 4.38'de sırasıyla yıllık ortalama, maksimum akımlara uygun dağılımlar, isimleri ile harita üzerinde gösterilmiştir.

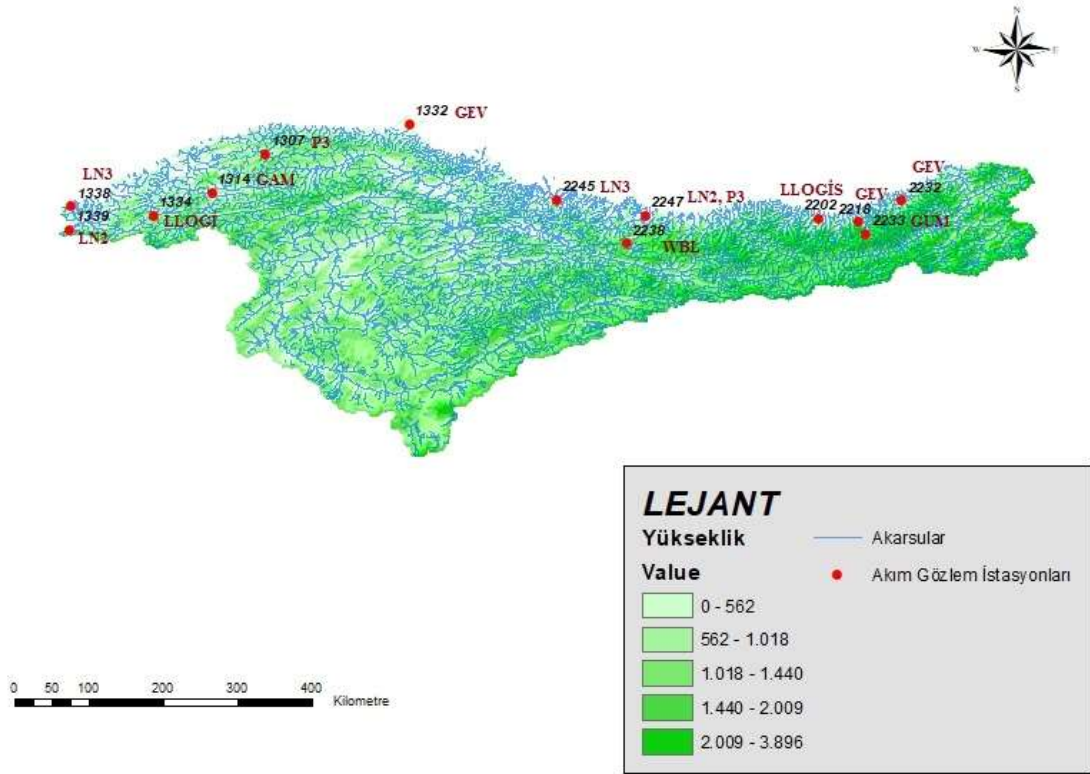


Şekil 4.37 AGİ'lere Ait Yıllık Ortalama Akımların En Uygun Olasılık Dağılımları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge 4.37 AGİ'lere Ait Yıllık Ortalama Akımların En Uygun_Olasılık Dağılımları ve Parametreleri

AGİ	Olasılık Dağılımları	Parametre Değerleri		
2202	LN2	$\mu_y=2.387$	$\sigma_y=0.184$	
2215	LOGİS	$\xi=13.58$	$\alpha=0.974$	
2218	LOGİS	$\xi=27.9$	$\alpha=2.2$	
2232	LN2	$\mu_y=3.38$	$\sigma_y=0.137$	
2233	GAM	$k= 49.7$	$\alpha=7.5$	
2238	LOGİS	$\xi=11.16$	$\alpha=1.76$	
2245	LN3	$\mu_y=0.0797$	$\sigma_y=3.0017$	$t=-13.1053$
2247	LOGİS	$\xi=27.64$	$\alpha=4.17$	
1302	LOGİS	$\xi=36.33$	$\alpha=5.59$	
1307	WBL	$k=2.64$	$\alpha=7.61$	
1319	LOGİS	$\xi= 5.458$	$\alpha=0.944$	
1332	WBL	$k=3.37$	$\alpha=4.76$	
1334	LOGİS	$\xi=7.61$	$\alpha=1.14$	
1338	WBL	$k=4.62$	$\alpha=2.31$	
1339	LN2	$\mu_y=1.306$	$\sigma_y=0.263$	
1340	GAM	$k= 17.337$	$\alpha=0.371$	



Şekil 4.38 AGİ'lere Ait Yıllık Maksimum Akımların En Uygun Olasılık Dağılımları

Çizelge 4.38 AGİ'lere Ait Yıllık Maksimum Akımların En Uygun_Olasılık Dağılımları ve Parametreleri

AGİ	Olasılık	Parametre Değerleri		
2202	LLOGIS	k=0.213	$\alpha=4.467$	
2218	GEV	$\alpha=40.621$	k=0.265	$\xi=122.563$
2232	GEV	$\alpha=32.73$	k=0.356	$\xi=144.157$
2233	GUM	$\mu=38.8$	$\sigma=8.2$	
2238	WBL	k=2.34	$\alpha=173.32$	
2245	LN3	$\mu_y=0.736$	$\sigma_y=5.237$	t=36.826
2247	LN2	$\mu_y=5.8$	$\sigma_y=0.55$	
2247	P3	k=2.42	$\alpha=35.81$	t=21.62
1307	P3	k=1.6	$\alpha=180$	t=97.5
1314	GAM	k=3.567	$\alpha=0.012$	
1332	GEV	$\alpha=25.28$	k=-0.599	$\xi=64.335$
1334	LLOGIS	k=0.219	$\alpha=4.083$	
1338	LN3	$\mu_y=0.873$	$\sigma_y=4.091$	t=18.375
1339	LN2	$\mu_y=3.744$	$\sigma_y=0.571$	

α =ölçek parametresi

k=biçim parametresi

ξ =yer parametresi

t: eşik parametresi (threshold)

μ_y = ortalama(yer parametresi)

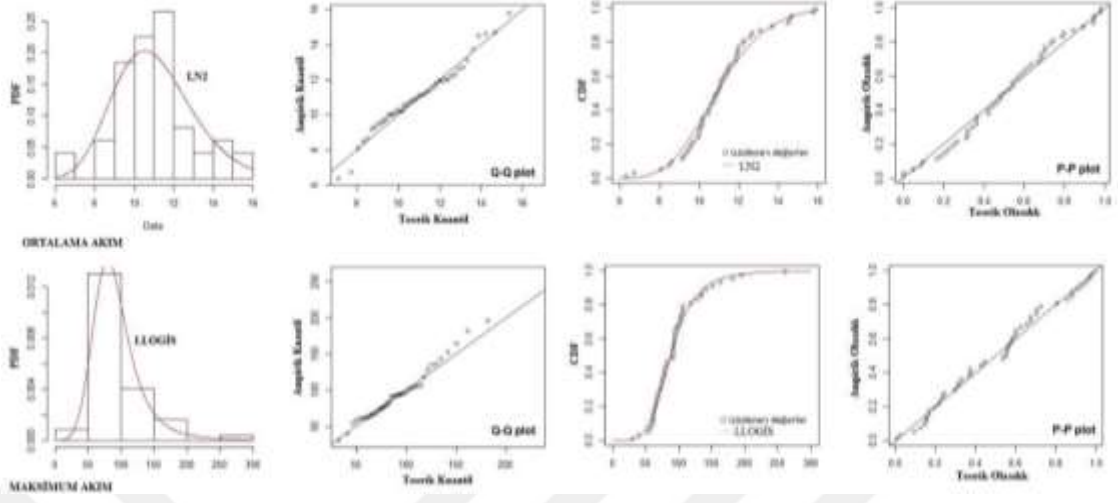
σ_y = standart sapma (ölçek parametresi)

μ =ortalama(yer parametresi)

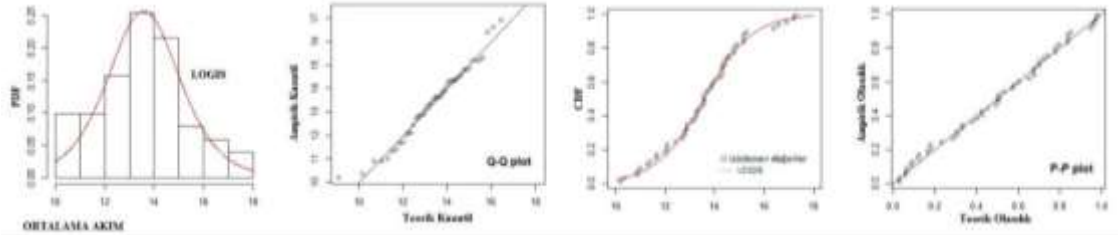
σ =standart sapma (ölçek parametresi)

Ayrıca, her bir AGİ'nin en uygun dağılımlarına ait parametreler kullanılarak bu dağılımların söz konusu akım değerlerine uygunlukları grafiksel olarak da analiz edilmiştir. Bu doğrultuda dağılımların teorik ve ampirik olasılık yoğunluk fonksiyonları (PDF), kümülatif olasılık dağılım fonksiyonları (CDF), olasılık-olasılık (P-P plot) ve kuantil-kuantil (Q-Q plot) grafikleri Şekil 4.39-55'de sunulmuştur.

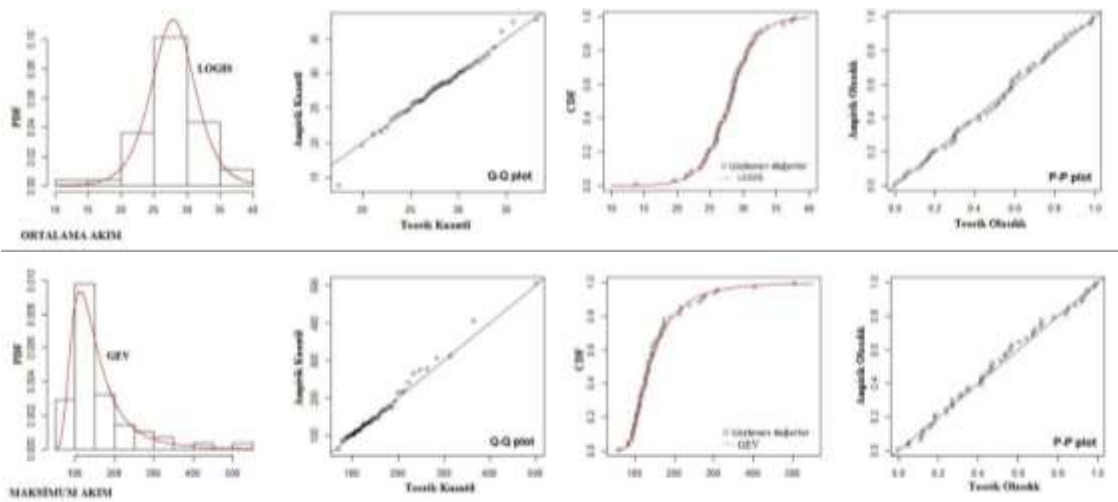
Doğu Karadeniz Havzası



Şekil 4.39 2202 nolu AGİ'nin LN2 ve LLOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

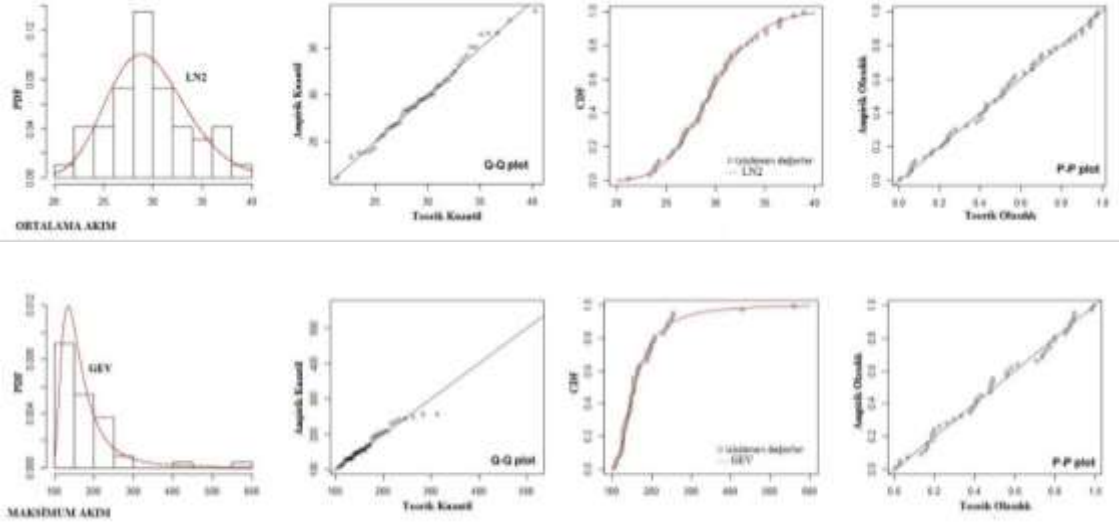


Şekil 4.40 2215 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

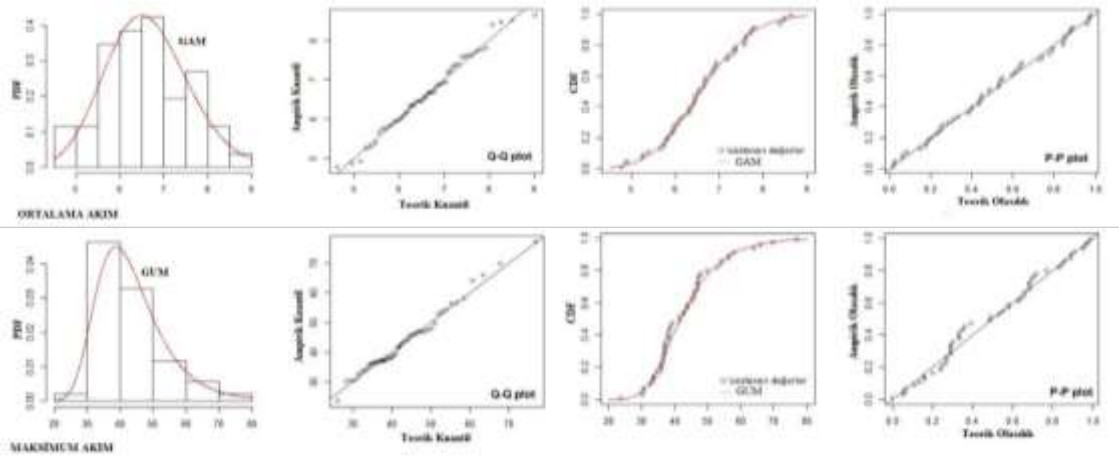


Şekil 4.41 2218 nolu AGİ'nin LOGİS ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

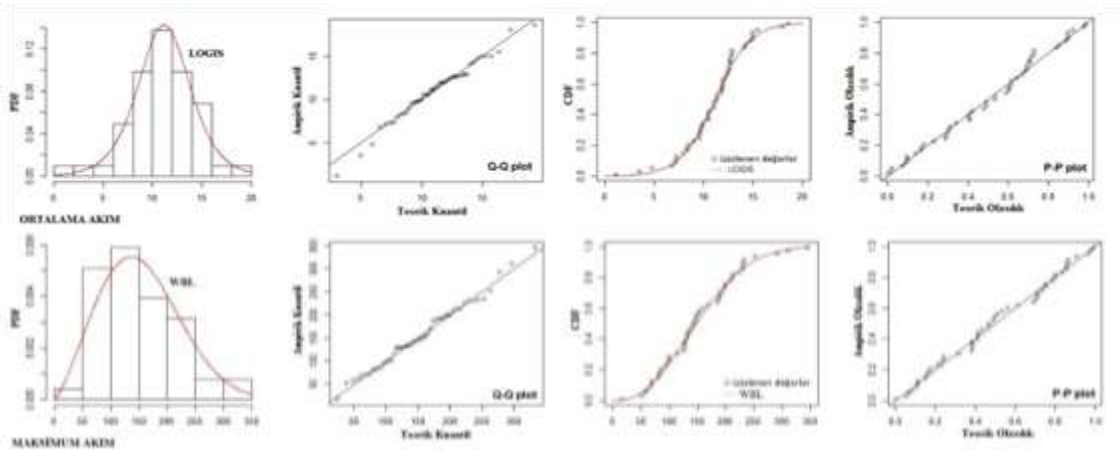
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.42 2232 nolu AGİ'nin LN2 ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

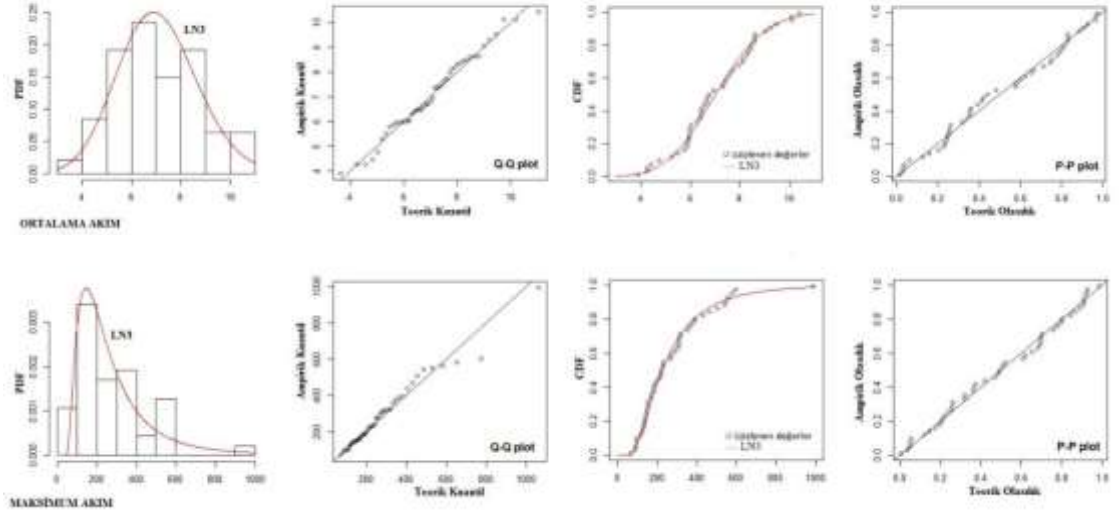


Şekil 4.43 2233 nolu AGİ'nin GAM ve GUM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

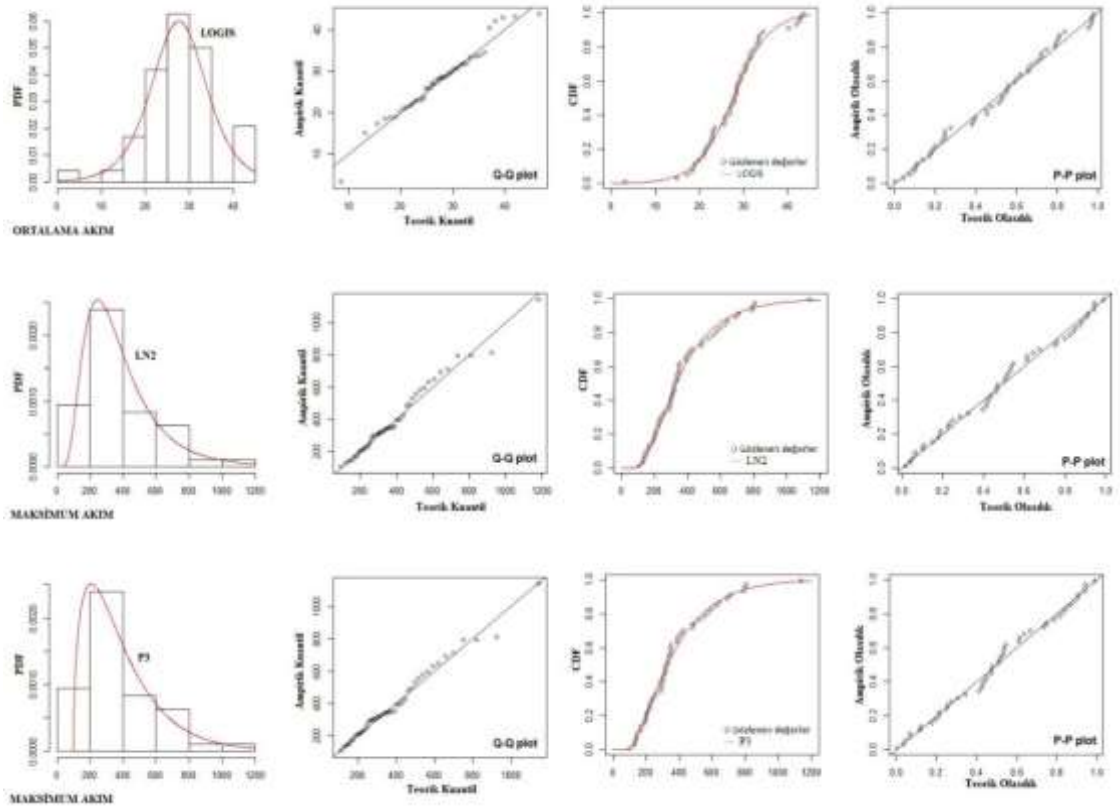


Şekil 4.44 2238 nolu AGİ'nin LOGIS ve WBL parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

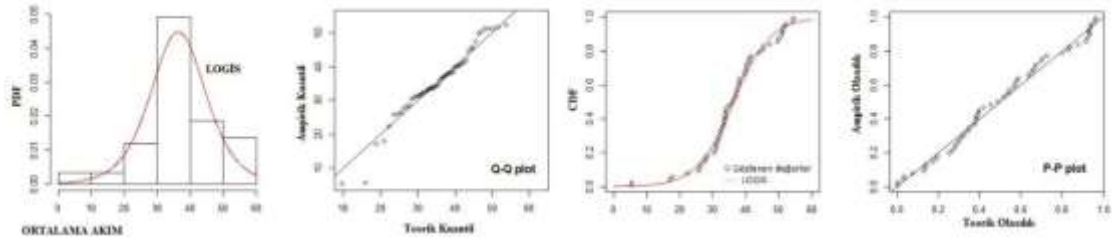


Şekil 4.45 2245 nolu AGİ'nin LN3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

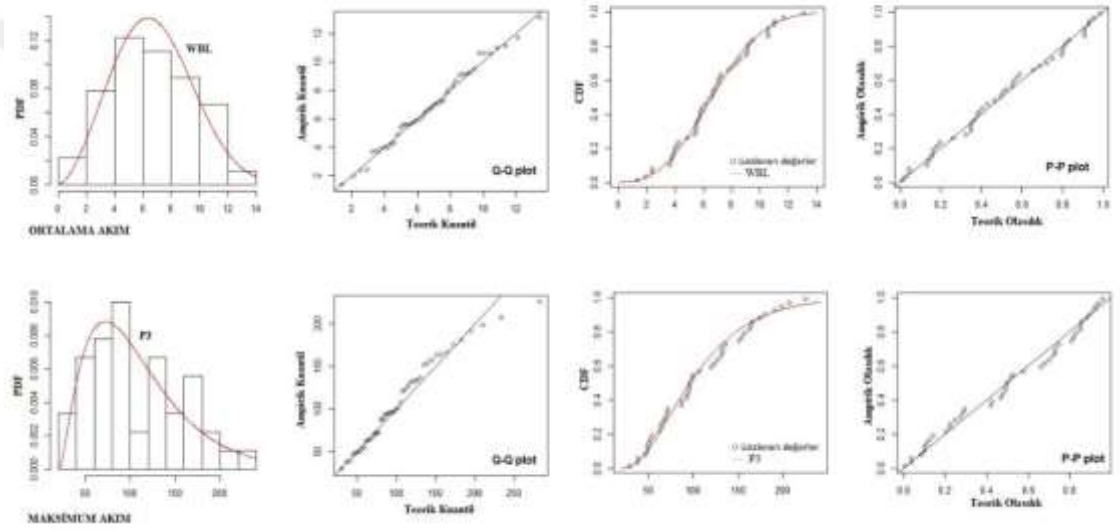


Şekil 4.46 2247 nolu AGİ'nin LOGIS, LN2 ve P3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

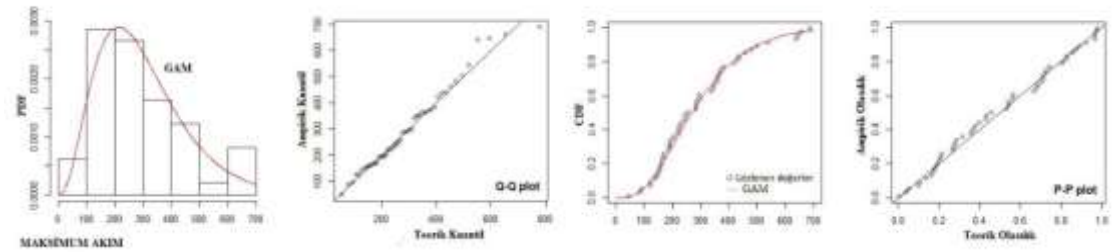
Batı Karadeniz Havzası



Şekil 4.47 1302 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

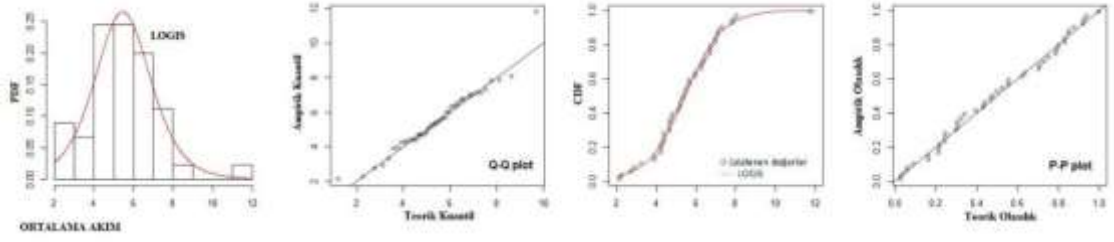


Şekil 4.48 1307 nolu AGİ'nin WBL ve P3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

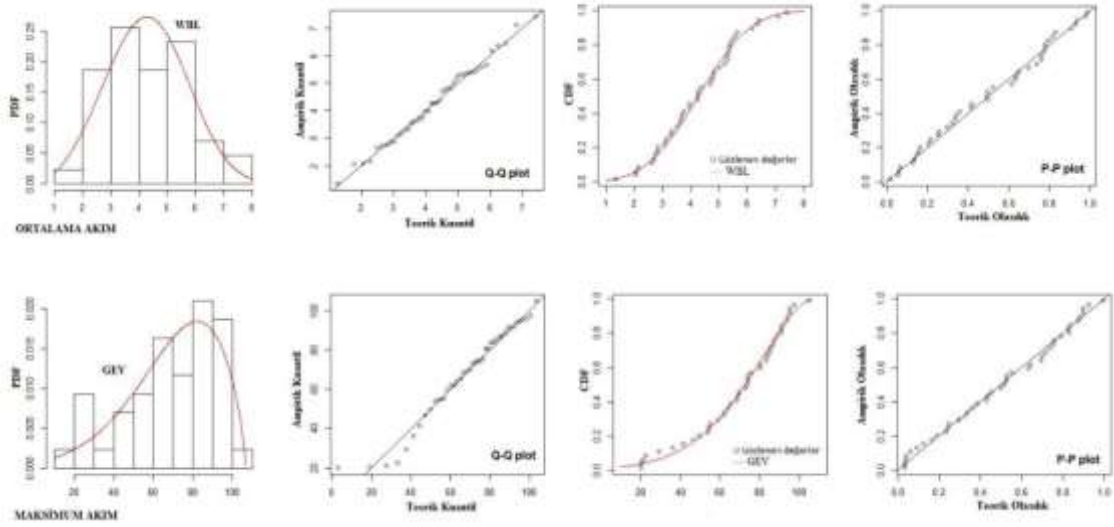


Şekil 4.49 1314 nolu AGİ'nin GAM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

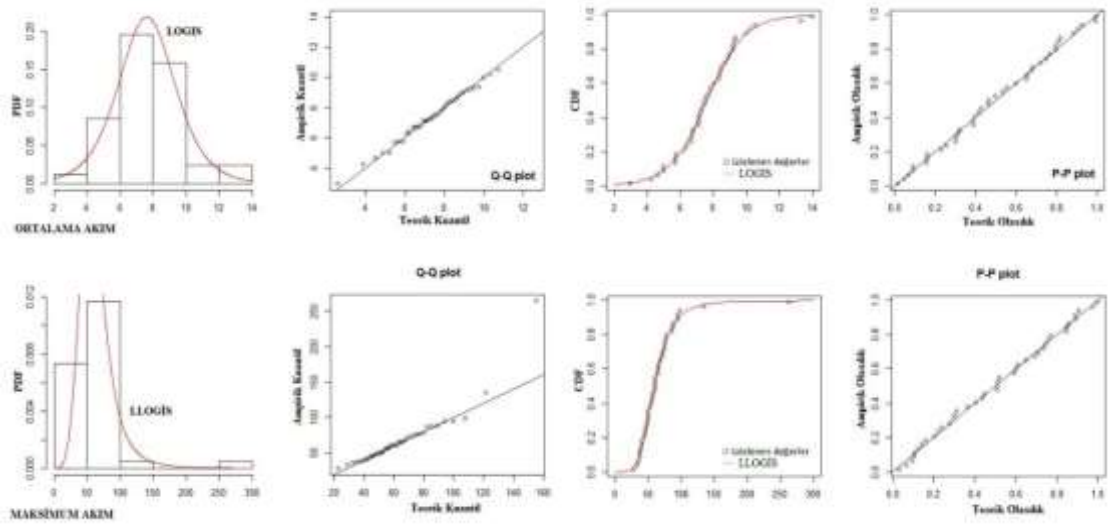
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.50 1319 nolu AGİ'nin LOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

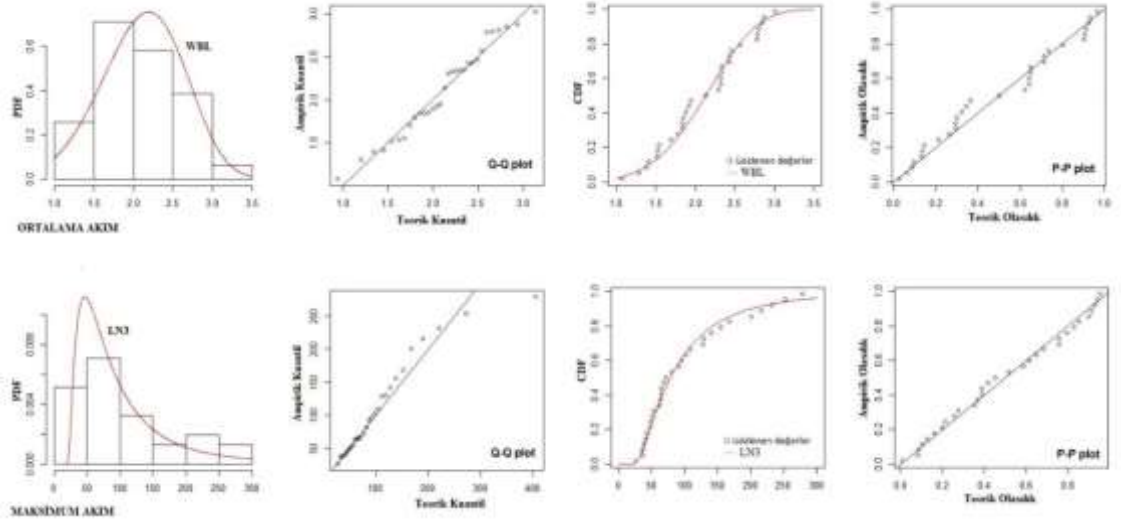


Şekil 4.51 1332 nolu AGİ'nin WBL ve GEV parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

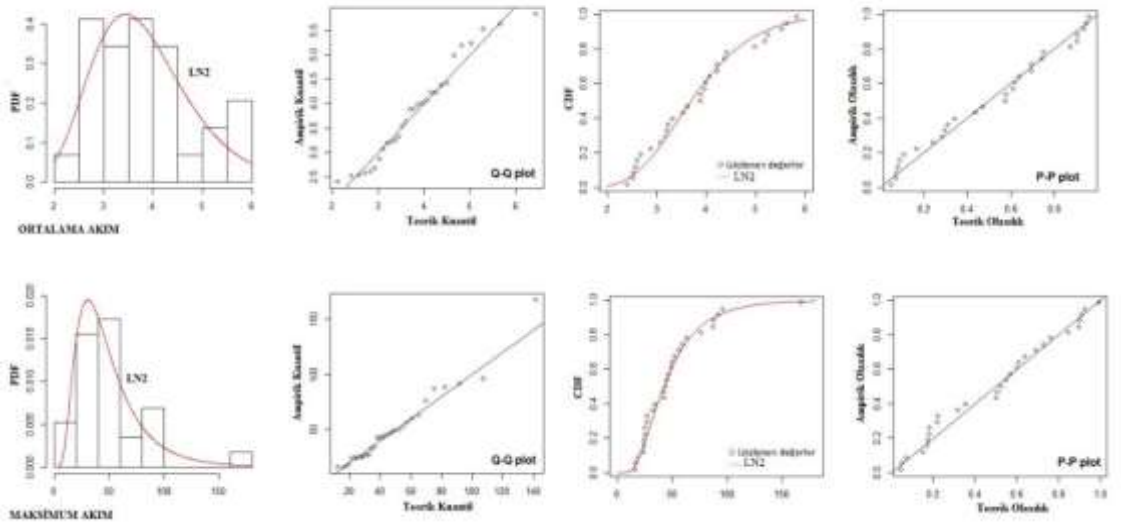


Şekil 4.52 1334 nolu AGİ'nin LOGİS ve LLOGİS parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

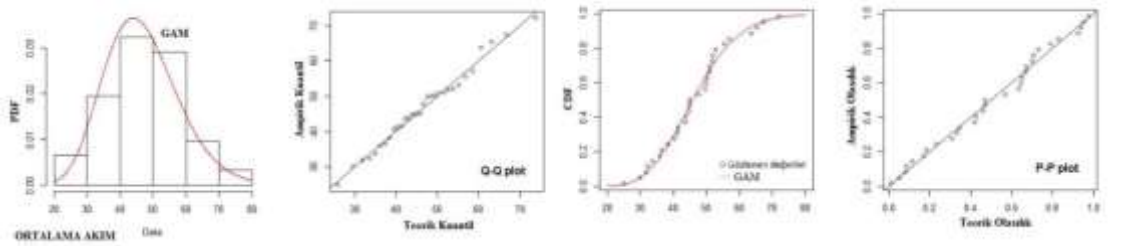
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA



Şekil 4.53 1338 nolu AGİ'nin WBL ve LN3 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri



Şekil 4.54 1339 nolu AGİ'nin LN2 parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri



Şekil 4.55 1340 nolu AGİ'nin GAM parametre değerlerine ait PDF, CDF, Q-Q ve P-P grafikleri

Şekillerden görüldüğü üzere seçilen olasılık dağılımları yıllık ortalama ve maksimum akım verilerine uygunluk göstermektedir.

4.5 Çeşitli Dönüş Periyotları İçin Yapılan Akım Tahminleri ve Güven Aralıkları

Doğu ve Batı Karadeniz’e ait yıllık ortalama ve yıllık maksimum akım verisi için uygun dağılım parametreleri kullanılarak, rastgele seçilen 1000 adet bootstrap veri kümesi yardımı ile çeşitli (10, 20, 50, 100, 200) dönüş aralıklarına ait akım değerleri ve bu aralıkların güven sınırları R programı yardımı ile belirlenmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.40 ve 4.41’ de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.40 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Yapılan Tahminlerden Elde Edilen Yıllık Ortalama Akım Değerleri ve Güven Aralığı (m³/s).

Güven Aralığı		Akım Gözlem İstasyonu/Dağılım							
		2202/ LN2	2215/ LOGİS	2218/ LOGİS	2232/ LN2	2233/ GAM	2238/ LOGİS	2245/ LN3	2247/ LOGİS
10	Alt limit	12.89	15.05	31.24	33.12	7.47	13.80	8.49	33.76
	Tahmin değeri	13.78	15.72	32.72	34.97	7.85	15.02	9.18	36.81
	Üst limit	14.76	16.40	34.20	36.75	8.21	16.21	9.87	39.81
20	Alt limit	13.63	15.65	32.60	34.60	7.77	14.85	9.03	36.34
	Tahmin değeri	14.73	16.45	34.36	36.75	8.24	16.33	9.83	39.93
	Üst limit	15.88	17.27	36.14	38.86	8.66	17.81	10.75	43.54
50	Alt limit	14.53	16.43	34.34	36.29	8.13	16.14	9.65	39.63
	Tahmin değeri	15.88	17.37	36.45	38.86	8.69	18.00	10.59	43.88
	Üst limit	17.30	18.35	38.67	41.43	9.20	19.82	11.95	48.38
100	Alt limit	15.16	16.99	35.58	37.36	8.37	17.15	10.04	42.12
	Tahmin değeri	16.69	18.06	37.99	40.33	9.00	19.24	11.11	46.82
	Üst limit	18.37	19.18	40.54	43.22	9.57	21.30	12.87	51.98
200	Alt limit	15.75	17.54	36.77	38.38	8.59	18.10	10.41	44.35
	Tahmin değeri	17.48	18.74	39.53	41.73	9.29	20.47	11.60	49.73
	Üst limit	19.35	20.01	42.43	44.95	9.90	22.82	13.82	55.56

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çizelge (devam)

Güven Aralığı		Akım Gözlem İstasyonu/Dağılım							
		1302/ LOGİS	1307/ WBL	1319/ LOGİS	1332/ WBL	1334/ LOGİS	1338/ WBL	1339/ LN2	1340/ GAM
10	Alt limit	45.31	45.59	6.78	5.47	9.24	2.52	4.49	55.29
	Tahmin değeri	48.61	48.92	7.53	6.10	10.13	2.77	5.17	61.49
	Üst limit	52.01	51.99	8.22	6.62	11.02	2.96	5.89	67.61
20	Alt limit	48.78	48.44	7.34	5.88	9.93	2.65	4.86	59.04
	Tahmin değeri	52.78	52.29	8.24	6.59	10.98	2.93	5.69	66.51
	Üst limit	56.90	55.73	9.03	7.18	12.05	3.16	6.59	73.80
50	Alt limit	53.17	51.40	8.04	6.32	10.80	2.78	5.28	63.54
	Tahmin değeri	58.08	55.94	9.13	7.13	12.07	3.10	6.33	72.47
	Üst limit	62.98	59.95	10.12	7.86	13.38	3.37	7.49	81.18
100	Alt limit	56.43	53.27	8.55	6.58	11.43	2.86	5.58	66.51
	Tahmin değeri	62.01	58.30	9.80	7.49	12.87	3.22	6.80	76.63
	Üst limit	67.67	62.70	10.93	8.30	14.35	3.51	8.18	86.36
200	Alt limit	59.67	54.89	9.02	6.81	12.01	2.93	5.87	69.18
	Tahmin değeri	65.91	60.40	10.46	7.81	13.67	3.31	7.26	80.56
	Üst limit	72.31	65.14	11.76	8.69	15.34	3.63	8.85	91.37

Çizelge 4.41 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Yapılan Tahminlerden Elde Edilen Yıllık Maksimum Akım Değerleri ve Güven Aralığı (m³/s).

Güven Aralığı		Akım Gözlem İstasyonu/Dağılım						
		2202/ LLOGİS	2218/ GEV	2232/ GEV	2233/ GUM	2238/ WBL	2245/ LN3	2247/ LN2
10	Alt limit	119.39	204.26	257.10	52.02	218.53	400.54	538.39
	Tahmin değeri	139.12	247.49	212.00	57.20	247.53	520.19	671.34
	Üst limit	159.83	312.22	323.52	62.05	276.51	688.32	826.27
20	Alt limit	135.93	235.11	316.98	56.79	241.93	483.13	638.53
	Tahmin değeri	163.12	305.90	241.88	63.10	276.98	668.47	819.87
	Üst limit	192.58	427.20	449.95	69.07	312.68	941.93	1037.01
50	Alt limit	160.23	276.50	421.19	62.77	267.77	594.68	771.55
	Tahmin değeri	199.60	400.06	283.28	70.74	310.44	890.43	1026.70
	Üst limit	244.77	658.27	748.23	78.11	353.90	1385.89	1334.99
100	Alt limit	180.02	308.62	525.37	67.27	284.30	678.46	867.47
	Tahmin değeri	231.86	487.49	310.88	76.46	332.85	1080.21	1192.81
	Üst limit	293.75	923.14	1137.80	84.88	382.77	1846.35	1585.54
200	Alt limit	202.09	340.80	658.44	71.64	300.02	758.57	971.17
	Tahmin değeri	269.05	592.24	340.00	82.17	353.40	1290.65	1368.29
	Üst limit	351.66	1276.54	1770.83	91.64	408.52	2388.04	1864.29

Çizelge (devam)

Güven Aralığı		Akım Gözlem İstasyonu/Dağılım						
		2247/ P3	1307/ P3	1314 / GAM	1332/ GEV	1334/ LLOGIS	1338/ LN3	1339/ LN2
10	Alt limit	557.54	149.47	431.28	89.19	79.78	133.10	64.81
	Tahmin değeri	688.06	182.72	509.12	95.57	96.02	201.35	87.91
	Üst limit	830.07	219.64	594.61	99.24	112.82	304.27	113.76
20	Alt limit	661.89	170.67	498.17	93.19	90.67	163.47	76.38
	Tahmin değeri	831.51	215.20	595.23	99.41	113.10	269.62	108.18
	Üst limit	1018.52	267.81	704.30	101.92	137.91	461.93	143.74
50	Alt limit	788.53	198.38	579.40	95.62	106.81	204.03	91.24
	Tahmin değeri	1016.52	256.30	702.49	102.46	139.20	377.38	136.63
	Üst limit	1269.48	332.03	836.72	104.40	179.26	753.14	189.38
100	Alt limit	872.90	217.78	636.05	96.62	120.68	231.00	103.31
	Tahmin değeri	1154.09	286.44	780.22	103.85	162.39	473.81	159.65
	Üst limit	1459.63	378.81	937.00	105.85	216.96	1066.7	227.33
200	Alt limit	961.40	234.83	689.62	97.14	136.56	262.16	113.93
	Tahmin değeri	1290.16	315.99	855.81	104.76	189.24	584.60	184.09
	Üst limit	1648.88	425.11	1035.42	107.29	263.75	1513.3	268.10

4.6. Tartışma

Veri aralığı 25-60 yıl arası olan 18 istasyona ait yıllık ortalama ve maksimum akım verilerinde eksiklik bulunan istasyonlara tek ve çok değişkenli regresyon analizi uygulanarak veriler tamamlanmıştır ve bu veri setlerine Mann Kendall testi uygulanmıştır. MK test sonuçlarına göre Batı Karadenize ait 2 istasyonun yıllık ortalama akımlarında (1314, 1327) ve yıllık maksimum akımlarında (1302, 1327) istatistiksel olarak azalan trend gözlenmiştir. Test sonuçlarına göre trend varlığı tespit edilen gözlem istasyonlarının Batı Karadeniz Havzasına ait olduğu görülmüştür. Trend varlığı tespit edilmeyen istasyonlara ait sonuçlar Doğu Karadeniz havza akımları incelenmesinde bulunan Altınışık (2015) tarafından yapılan yapılan tez çalışmasına paralel niteliktedir.

Bilindiği üzere çalışmada kullanılan olasılık dağılım modellerine ait parametreler zamana göre sabittir yani durağandır. Bu nedenle istatistiksel açıdan anlamlı trende sahip verisi olan istasyonlara ait dağılımların tespitinde durağan olmayan olasılık dağılımlarının kullanılması uygundur (Rahno et al. 2019). Bu konu çalışmamız kapsamı dışında olduğundan trend varlığı tespit edilen veriler çalışma dışında tutulmuştur. Verilere Weibull (WBL), İki Parametrelili Lognormal (LN2), Gamma (GAM), Lojistik (LOGIS), Normal (NORM), Gumbel (GUM), Genelleştirilmiş Ekstremler Değer (GEV), Log-Lojistik (LLOGIS), Pearson tip-III (P3) ve üç parametrelili Lognormal (LN3) dağılım

modelleri uygulanmıő, Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Kolmogorov-Simirnov (KS), Anderson Darling (AD), Cramér-von-Mises(CvM), Anderson Darling (AD) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) kriterleri ile yıllık ortalama ve yıllık maksimum akımlarına en uygun model seçilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Türkiye ve dünyanın başka yerlerindeki yapılmıő diğer çalıőmalarla aynı doğrultuda olduğu görölmektedir. Diğer çalışmalara bakıldığında Tana Nehrinde incelemede bulunan Langat (2019)'un Gamma (Pearson tip 3) ve Lognormal dağılım modellerinin maksimum akım akıőları için, Lognormal ve GEV dağılımının Tana Nehri'nin yıllık ortalama akımları için en uygun dağılım olduğunu göstermiştir ve izlediği yöntemler bu çalıőmayla paralel niteliktedir. Doğu ve Batı Karadeniz Havzasında yapılan bu araőtırmanın sonuçları, farklı dağılım modellerin aynı bölgedeki yıllık ortalama ve maksimum akımları için uygun olabileceğini göstermiştir. Parametre tahmini için kullanılan Maksimum Olabilirlik Yöntemi ise asimptotik olarak tarafsız ve verimli olarak nitelendirilmiőtir. Maksimum Olabilirlik Yöntemi genellikle Moment Metodu (MoM) yaklaşımı yerine tercih edilebileceği sonucuna varılmıőtir (Laio, 2004). Bu nedenle yöntem, bu bölgedeki olasılık dağılımları için kullanılabilir olarak deđerlendirilmiőtir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma Batı ve Doğu Karadeniz havzası akarsularının yıllık maksimum ve ortalama akımlarına ait en uygun olasılık dağılım fonksiyonlarını tanımlamak için kullanılan güncel yaklaşımları açıklar. Veri aralığı 25 -60 yıl arası olan 18 istasyona ait yıllık ortalama ve maksimum akım verilerinde eksiklik bulunan istasyonlara tek ve çok değişkenli regresyon analizi uygulanarak veriler tamamlanmıştır. Bu veri setlerine Mann Kendall testi uygulanmıştır. MK test sonuçlarına göre Batı Karadeniz'e ait 2 istasyonun yıllık ortalama akımlarında (1314, 1327) ve yıllık maksimum akımlarında (1302, 1327) istatistiksel olarak azalan trend gözlenmiştir. Test sonuçlarına göre trend varlığı tespit edilen gözlem istasyonlarının Batı Karadeniz Havzasına ait olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan olasılık dağılım modellerine ait parametreler zamana göre sabittir yani durağandır. Tartışma kısmında da belirtildiği üzere çalışmaya trend varlığı tespit edilmeyen akım değerleri ile devam edilmiştir. Havzalara ait yıllık ortalama ve yıllık maksimum akım verilerine on adet olasılık dağılım modeli uygulanarak 5 adet test kriterleriyle en uygun model seçilmiştir. Uygulanan testlerin sonucunda Doğu ve Batı Karadeniz havzaları yıllık maksimum akımlar için en uygun dağılımların 2202 ve 1334 nolu akım gözlem istasyonlarına Log-Lojistik, 2218, 2232 ve 1332 için Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, 2233'e Gumbel, 2238'e Weibull, 2245 ve 1338'e Üç Parametrelili Lognormal, 2247 ve 1339'a Lognormal, 2247 ve 1307'ye Pearson Tip 3 ve 1314'e Gamma olduğu, yıllık ortalama akımlar için ise en uygun dağılım tiplerinin 2202, 2232 ve 1339 nolu akım gözlem istasyonlarına Lognormal, 2215, 2218, 2238, 2247, 1302,1319 ve 1334'e Lojistik Dağılım, 2233 ve 1340'a Gamma Dağılımı, 2245'e Üç Parametrelili Lognormal Dağılım, 1307,1332 ve 1338'e Weibull dağılımı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra, elde edilen en uygun dağılım modelleri kullanılarak 10,20,50,100 ve 200 yıllık dönüş aralıklarına karşılık gelen akım değerleri ve %95 güven aralığında alt ve üst limitleri hesaplanmıştır. Farklı tekerrür süreleri için hesaplanan bu akım değerleri söz konusu havzalardaki su yapılarının tasarım, planlanması ve yönetimi için oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh moradı, Y. 2012. Karun (İran) üst havzasında taşkın analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 125, İstanbul.
- Abida, H., Ellouze, M. 2008. Probability distribution of flood flows in Tunisia.
- Adamson, P. T. 1979. Probability Distributions of Best Fit to South African Flood Data. Water SA, 5, 70-76.
- Agwata, J. F. 2005. Water resources utilization, conflicts and interventions in the tana basin of Kenya. FWU Water Resour. Publ., 3, 13–23.
- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, 19; 6: 716–723.
- Altınışik, U. 2015. Doğu Karadeniz havzası akımlarının incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 120, İstanbul.
- Anlı A., S. 2006. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 99-106.
- Aşık, Ş., Akkuzu, E., ve Karataş, B. S. 2004. Gediz Havzası akarsuları yıllık toplam akımlarına en uygun olasılık dağılım modelinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(3).
- Aytekin, A. B. 2013. İklim değişikliğinde düşük akımların istatistik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 150, İstanbul.
- Barker, N. 2005. A Practical Introduction to The Bootstrap Using The Sas System. In SAS Conference Proceedings, Heidelberg, Germany SAS.
- Bayazıt, M. 1999. Hidroloji (9. Basım), İstanbul Teknik Üniversitesi yayınları, 1605(242). 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. 1981. Hidrolojide istatistik yöntemler. İstanbul Teknik Üniversitesi matbaası, 233, İstanbul.
- Bayazıt, M. 2006. Çok değişkenli istatistik analizi ve hidrolojide uygulamaları. Su vakfı yayınları, 166, İstanbul.
- Bayazıt, M., Shaban, F. ve Önöz, B. 1997. Generalized extreme value distribution for flood discharges. Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 21(2), 69-73.

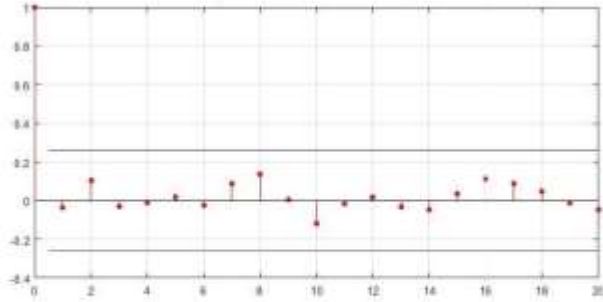
- Beyazıt, M. ve Yeğenoğuz, B. 2013. Mühendisler için istatistik. Birsen yayınevi, 197, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B. 1994. İstatistik. Birsen yayınevi, 211, İstanbul.
- Box, G. E. P. and Jenkins, G. M. 1970. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day. San Francisco, CA.
- Burham, K. P. and Anderson, D. R. 1998. Model Selection an Inference: A Practical Information Theoric Approach. New York, Springer-Verlag.
- Büyükkaracığan N. ve Kahya E. 2009. Konya havzası akarsuları yıllık pik akım serilerinin taşkın frekans analizi. Journal of Technical- Online Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 8(3), 246-261.
- Can, I., F. Tosunoğlu. 2013. Estimating T-year flood confidence intervals of rivers in Çoruh basin, Turkey. Journal of Flood Risk Management, 6(3), 186-196.
- Chernick, M. R. 2008. Bootstrap Methods: A Guide for Practitioners and Researchers. Wiley 384, Hoboken.
- Efron, B. 1979. Bootstrap Method; Another Look at Jackknife. Annals of Statistics. 7, 1-26.
- Fakıoğlu, S. ve Kağncıoğlu, N. 2009. Doğu Karadeniz ve Çoruh Havzalarının hidroelektrik enerji üretimi açısından değerlendirilmesi. Forum, 13-15 Kasım, Trabzon, Türkiye.
- Hamajima, N. 1999. Methods for statistical inferences. Biotherapy-Tokyo, 13, 739-744.
- Goyal, R. K. 2004. Sensitivity of evapotranspiration to global warming: a case study of aridzone of Rajasthan (India). Agricultural Water Management, 69(1), 1-11.
- Güçlü, Y. S. 2018. Multiple Şen-innovative trend analyses and partial Mann-Kendall test. Journal of Hydrology, 566, 685-704.
- Kaynar, L. 2005. Doğu Karadeniz Bölgesi yıllık maksimum akımlarının istatistik metodlarla analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 142, İstanbul.
- Kite, G. W. 1977. Frequency and Risk Analyses in Hydrology. Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, USA.
- Laio, F. 2004. Cramer–von mises and anderson-darling goodness of fit tests for extreme value distributions with unknown parameters. Water Resour, 40.
- Langat, P., K., Kumar, L. and Koech, R. 2019. Identification of the most suitable probability distribution models for maximum, minimum, and mean streamflow. Water, 11(4), 734.
- Machiwal, D. and Jha, M. K. 2012. Hydrologic Time Series Analysis: Theory and Practice Capital Publishing Company. New Delhi, India.

- Maidment, D. R. 1992. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Maidment, D. R. 1993a. Handbook of Hydrology, In: Chapter 17. Statistical Analysis of Hydrologic Data, 17.1-17.53.
- Maidment, D. R. 1993b. Handbook of Hydrology, In: Chapter 18. Frequency Analysis Of Extreme Events, 18.1-18.65.
- McQuarrie, A. D. and Tsai, C. L. 1998. Regression and Time Series Model Selection, World Scientific. Publishing Company, Singapore.
- Okutan, D. 2009. Bootstrap yönteminin regresyon analizinde kullanımı ve diğer yöntemlerle karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 54, İzmir.
- Önöz, B. ve Bayazit, M. 1995. Best-fit distributions of largest available flood samples. Journal of Hydrology, 167, 195-208.
- Özdemir, H. 2008. Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması. Coğrafi Bilimler Dergisi, 6(1), 41-52.
- Raftery, A. E. 1995. Bayesian Model Selection in Social Research (with Discussion by Andrew Gelman, Donald B. Rubin and Robert M. Hauser). In P.V. Marsden (Ed.). Sociological Methodology, 111-163.
- Ragno, E., AghaKouchak, A., Cheng, L., Sadegh, M. 2019. A generalized framework for process-informed nonstationary extreme value analysis. Advances in Water Resources, 130, 270-282.
- Schwarz, G. 1978. Estimating the dimensions of a model. The Annals of Statistical, 6, 461-464.
- Seçkin, N., Haktanır, T. ve Yurtal, R. 2011. Flood frequency analysis of Turkey using L-moments method. Hydrological Processes, 25(22), 3499-3505.
- Stine, R. 1990. Modern Methods of Data Analysis. by John Fox, Scotland, 325- 373.
- Şen, Z. 2002. İstatistik veri işleme yöntemleri:(hidroloji ve meteoroloji). Su Vakfı Yayınları.
- Tabari, H., Nikbakht, J. and Talaei, P. 2012. Identification of trend in reference evapotranspiration series with serial dependence in Iran. Water Resources Management, 26, 2219-2232.
- Tosunoğlu, F. 2014. Türkiye'deki meteorolojik ve hidrolojik kuraklıkların atmosferik salınımlarla olan ilişkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Tübitak Proje Raporu. 2014. Havza Koruma Eylem Planları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Tübitak Marmara Araştırma Merkezi.

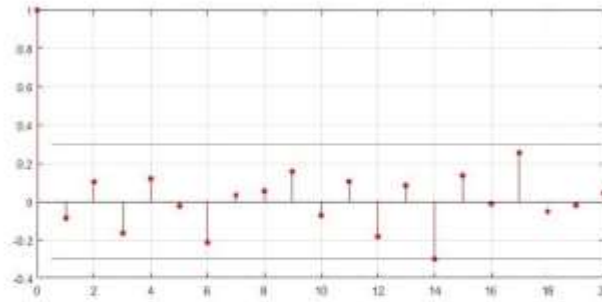
- Ülke, A. ve Baran, T. 2005. Köprüçay yıllık akım verilerine uygun olasılık dağılım fonksiyonu ve kuraklık analizi, Antalya Yöresi İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22 Eylül 2005, 20-24.
- Vogel, R. M. and Wilson, I. 1996. Probability distribution of annual maximum, mean, and minimum streamflows in the United States. *Journal of hydrologic Engineering*, 1(2), 69-76.
- Weasserman, L. 2000. Bayesian Model selection and model averaging. *Journal of Mathematical Psychology*, 44, 92-107.
- Yıldız, M. ve Malkoç, Y. 2000. Türkiye akarsu havzaları ve hidrolojik kuraklık analizi. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü matbaası, 241, Ankara.
- Yeh, C., Wang, J., Yeh, H. and Lee, C. 2015. Spatial and Temporal Streamflow Trends in Northern Taiwan. *Water*, 7, 634-651.
- Yerdelen, C., Karimi, Y., Kahya, E. 2010. Frequency analysis of mean monthly streamflow in Çoruh Basin, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(7), 1300-1311.
- Yu., Y., Zou, S. and Whittemore, D. 1993. Non parametric trend analysis of water quality data of rivers in Kansas. *Journal of hydrology*, 150, 61-80.
- URL-1 Anonim, 2019. Web Sitesi: [http:// http://www.dsi.gov.tr/](http://www.dsi.gov.tr/),Erişim Tarihi: 02.11.2019.
- URL-2 Anonim, 2019. Web Sitesi: [http:// http://www.tarimorman.gov.tr/](http://www.tarimorman.gov.tr/),Erişim Tarihi: 11.11.2019

EKLER

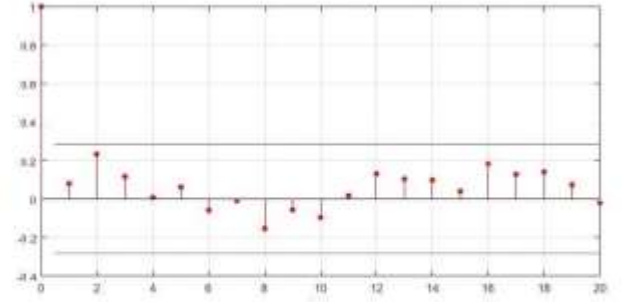
EK-1 Yıllık ortalama akımlara ait otokolerasyon fonksiyonları



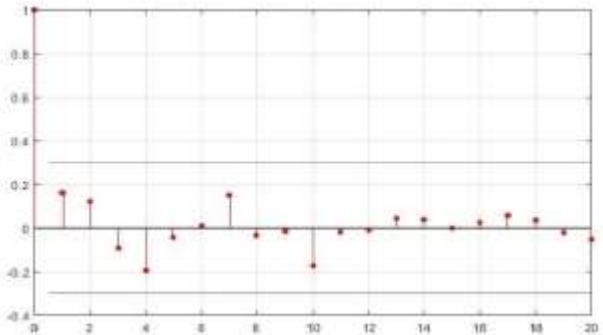
AGİ 1302



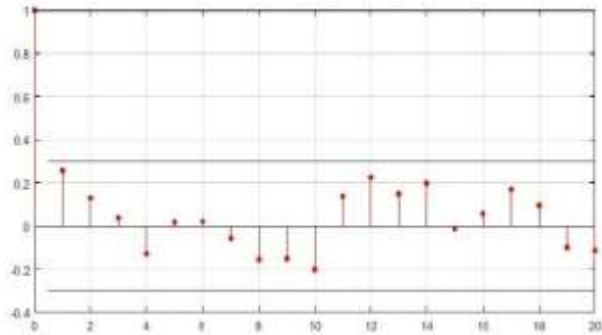
AGİ 1307



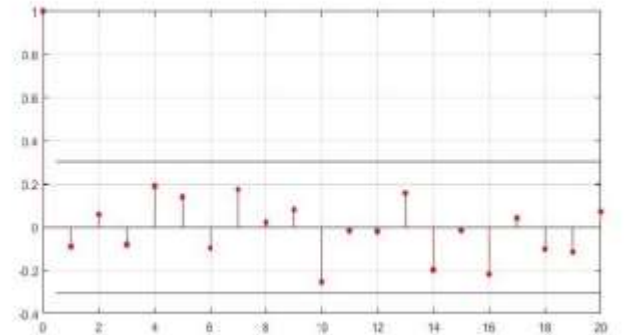
AGİ 1314



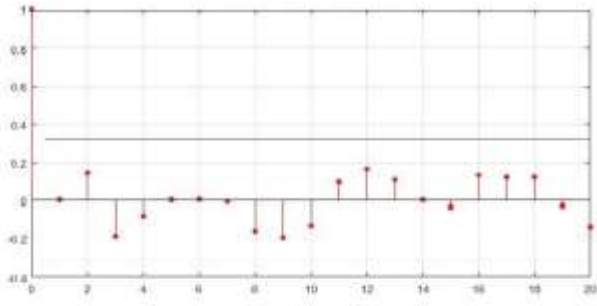
AGİ 1319



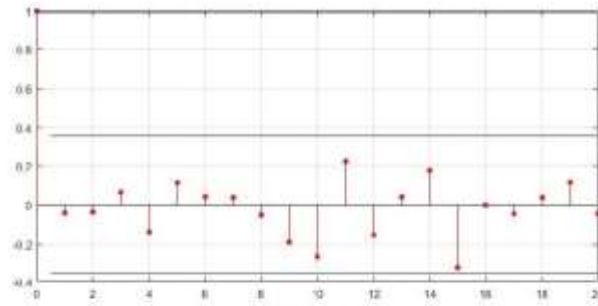
AGİ 1327



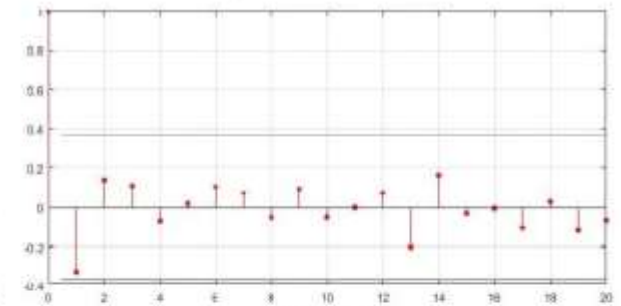
AGİ 1332



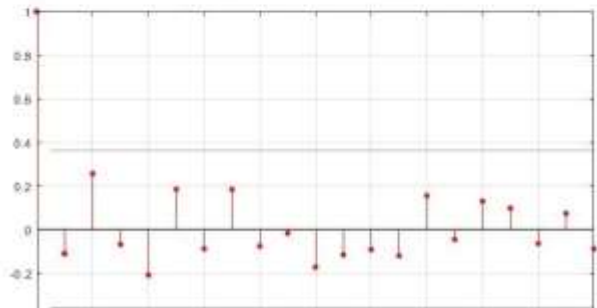
AGI 1334



AGI 1338



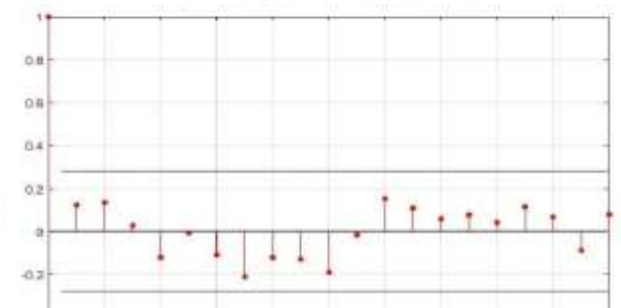
AGI 1339



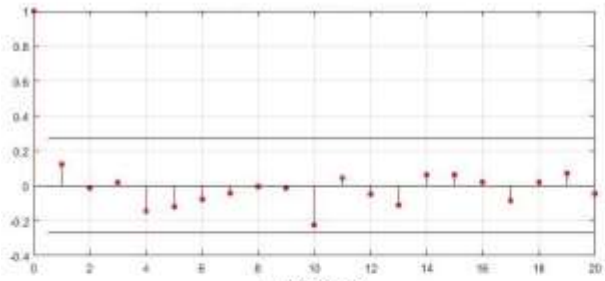
AGI 1340



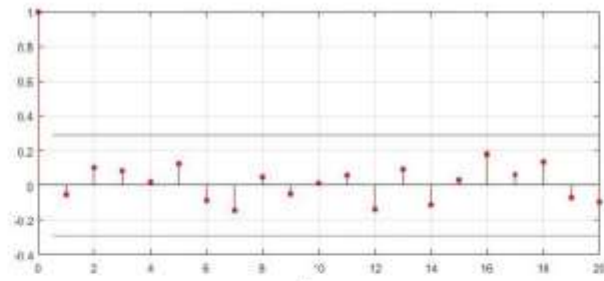
AGI 2202



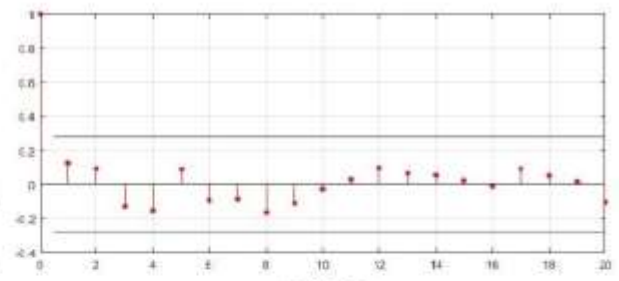
AGI 2215



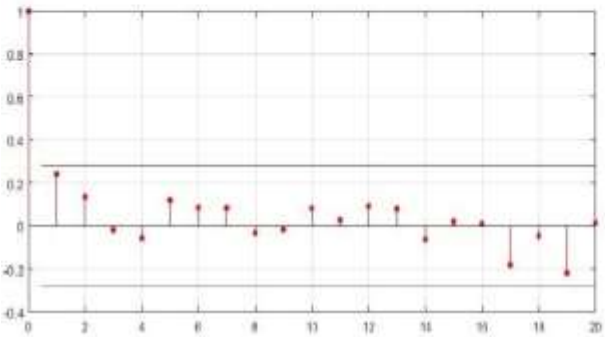
AGI 2218



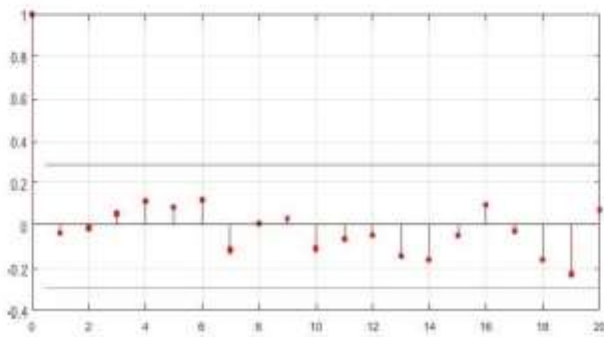
AGI 2232



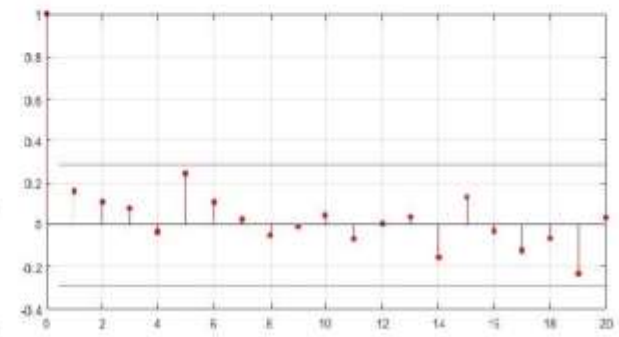
AGI 2233



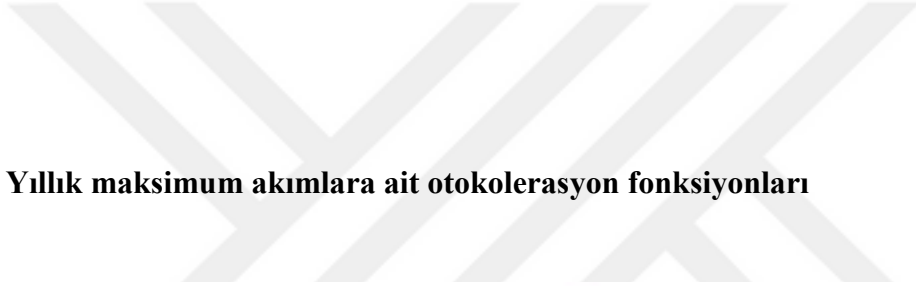
AGI 2238



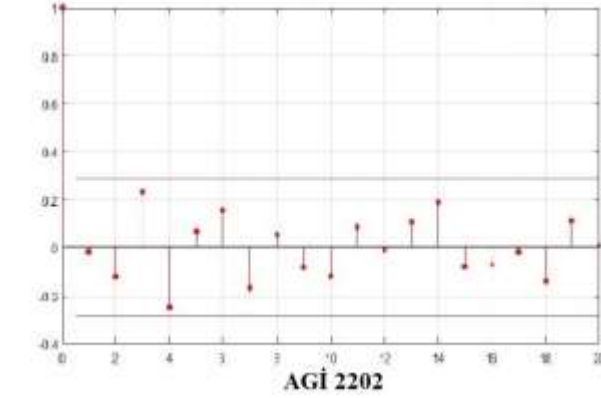
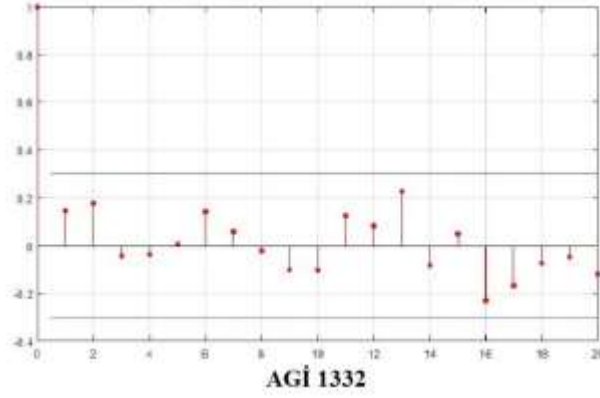
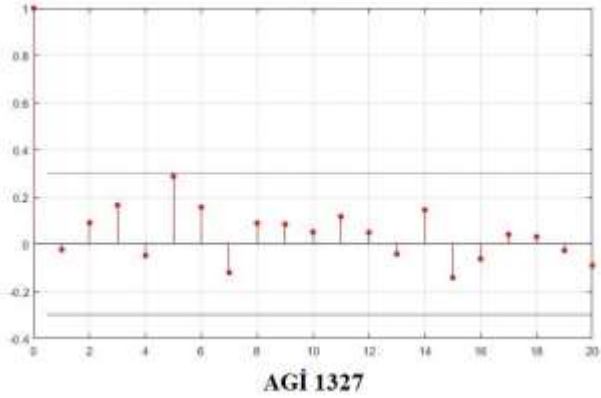
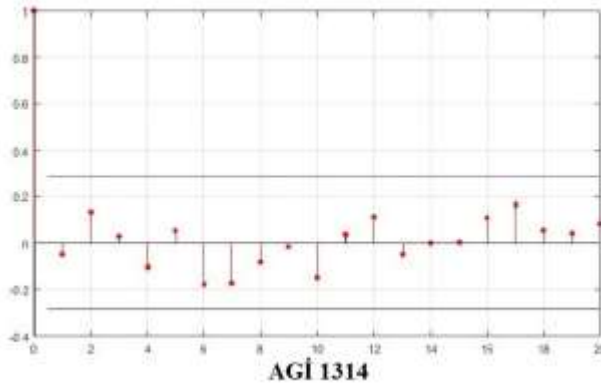
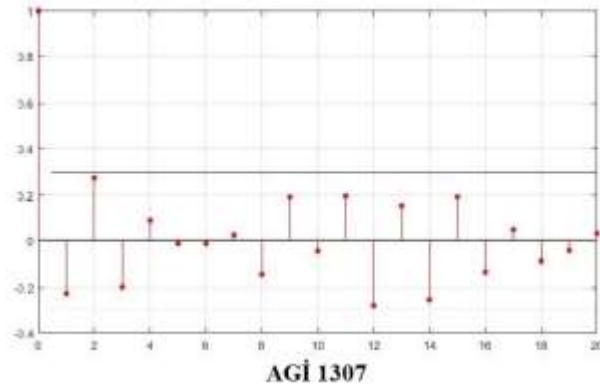
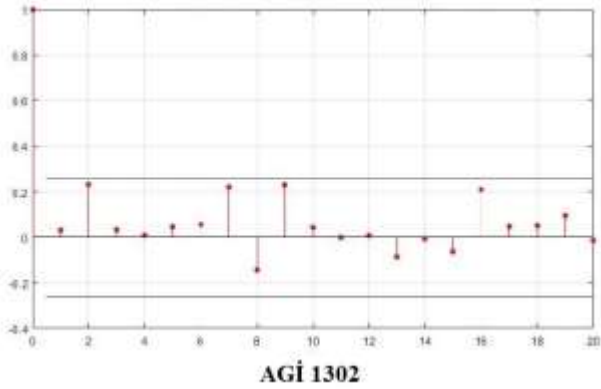
AGI 2245

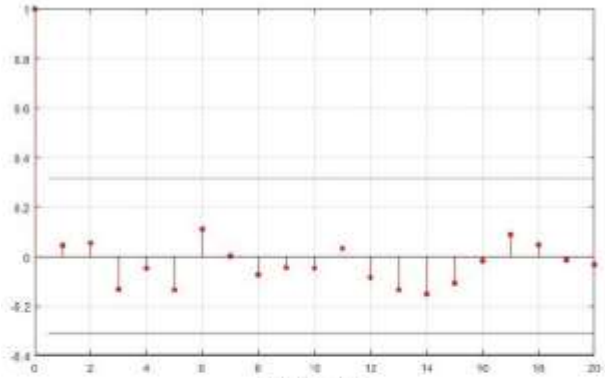


AGI 2247

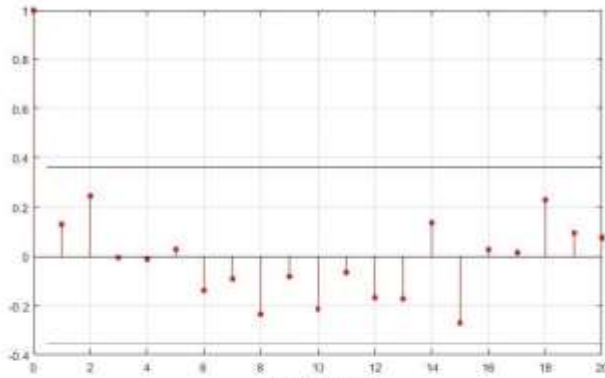


EK-2 Yıllık maksimum akımlara ait otokolerasyon fonksiyonları

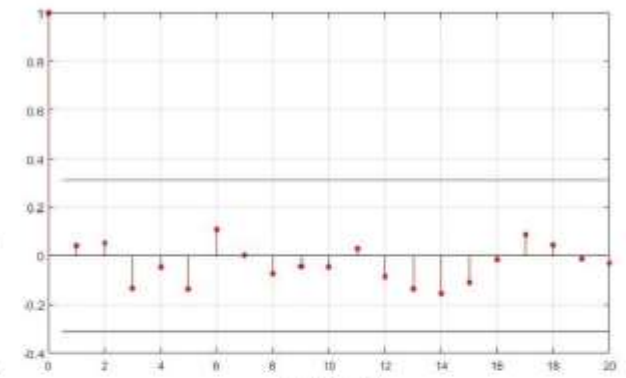




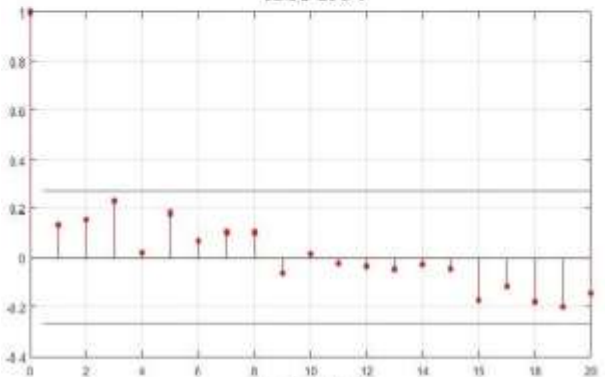
AGI 1334



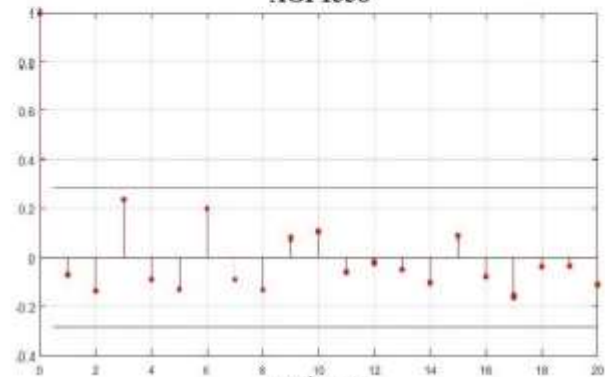
AGI 1338



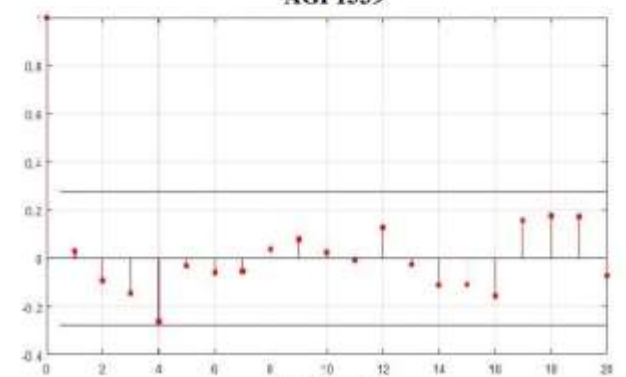
AGI 1339



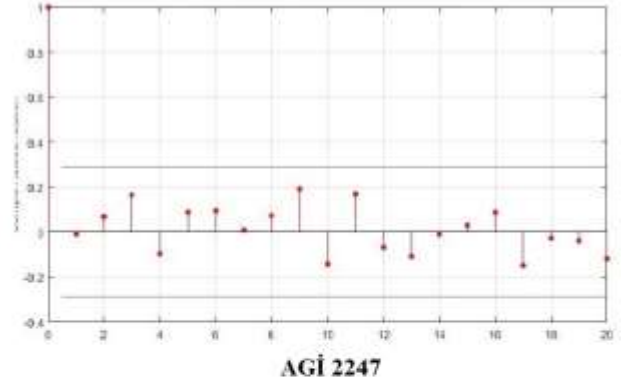
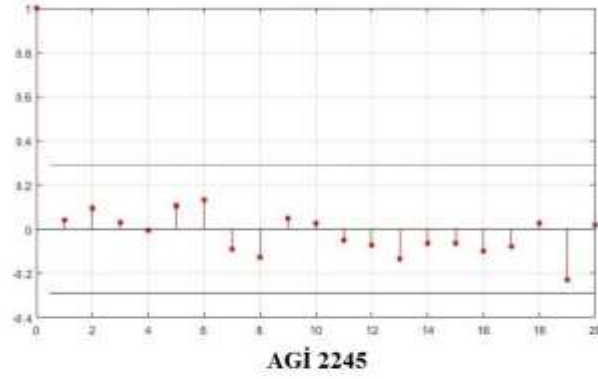
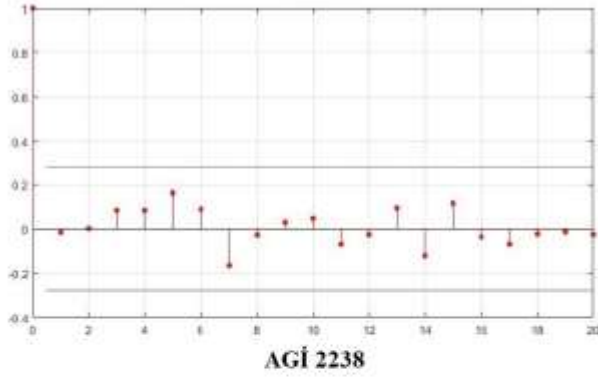
AGI 2218



AGI 2232



AGI 2233



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Halit Çağrı KOYUNOĞLU
Uyruğu : T.C
Doğum Tarihi ve Yeri : 28.07.1991 ERZURUM
Medeni Hali : BEKAR
Telefon : +90534 706 89 69
e-mail : cagrikoyunoglu@gmail.com

Eğitim

Derece	Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Erzurum Teknik Üniversitesi	2020
Lisans	Atatürk Üniversitesi	2015
Lise	Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi	2009