

T. C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa ŞEKER

2015

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ŞEKER

DENİZLİ, OCAK – 2015

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ŞEKER

DENİZLİ, OCAK - 2015

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 111131036 nolu öğrencisi **Mustafa ŞEKER** tarafından hazırlanan “**ANTALYA HAVZASI’NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.01.2015 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği/ oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ (PAÜ)

(Jüri Başkanı)

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Abdullah CEM KOÇ (PAÜ)

Jüri Üyesi: Yrd.Doç. Dr. Ali BÜLBÜL (PAÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
....21/01/2015... tarih ve03/19.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



Mustafa ŞEKER

ÖZET

ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ
PROGRAMI: YÜKSEK LİSANS
ADI SOYADI: MUSTAFA ŞEKER
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. FATİH DİKBAŞ
DENİZLİ, 05/01/2015

Antalya Havzası'nda yapılan taşkın frekans analizi çalışması, hidrolik ve hidroloji ile ilgili mühendislik tasarımı bakımından çok önemlidir.

Taşkın frekans analizi için Antalya Havzası'nda DSİ'den yılda anlık maksimum akım verileri temin edilmiştir. Bu veriler Antalya Havzası için 1961-2000 yılları arasındaki verileri kapsamaktadır. Bunların arasından 10 yıllık gözlem süresinden az olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu belirlemelerin neticesinde, Antalya Havzası'nda 28 istasyon uygulamaya alınmıştır.

İstasyonların belirlenmesinden sonra, bu istasyonların hangi dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu dağılımlardan yararlanılarak, her istasyon için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu elde edilmiştir.

İstasyonların hangi dağılıma uygun olduğunu belirledikten sonra, bu istasyonların 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 500 ve 1000 yıllık taşkın tahminleri hesaplanmıştır.

Bu işlemler Antalya Havzası'nda gözlenmiş veriler için yapıldığı gibi, gözlenmiş verilerin beklenti maksimizasyonu metodu kullanılarak elde edilen tamamlanmış verileri için de yapılmıştır. Böylelikle, Antalya Havzası için taşkın frekans analizi çalışması hem gözlenmiş veriler, hem de tamamlanmış veriler için yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Antalya Havzası, taşkın frekans analizi, beklenti maksimizasyonu.

ABSTRACT

**FLOOD FREQUENCY ANALYSIS OF ANTALYA BASIN
PROGRAM: MSC THESIS
NAME SURNAME: MUSTAFA ŞEKER
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
CIVIL ENGINEERING
SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. FATİH DİKBAŞ
DENİZLİ, 05/01/2015**

Antalya Basin flood frequency analysis work carried out is very important in terms of engineering design related to hydrology and hydraulics.

Annual maximum instantaneous streamflow data of Antalya Basin were obtained from DSI for flood frequency analysis. These data covers the years between 1961 and 2000 for Antalya Basin. The data with less than 10 years observation period were excluded from the study. As a result of this determination, 28 stations operating in the Antalya Basin were taken into consideration.

After the determination of the stations, the best fitting distributions of the stations were found. By using these distributions, probability density function and cumulative distribution function were obtained for each station.

After the determination of the best fitting distributions of the stations, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 500 and 1000 year flood estimates were calculated.

This process, as was done for the observed data of Antalya Basin, was also applied for the data completed by using expectation maximization method. Thus, flood frequency analysis study for the Antalya Basin is made for both the observed and completed data.

KEYWORDS: Antalya Basin, flood frequency analysis, expectation maximization

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı.....	2
1.2 Literatür Özeti.....	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1 Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımları.....	8
2.1.1 Normal Ailesi.....	9
2.1.1.1 Normal Dağılım.....	9
2.1.1.2 Lognormal Dağılım.....	10
2.1.1.3 Üç Parametrelili Lognormal Dağılım.....	12
2.1.2 GEV Ailesi (Gumbel, GEV).....	13
2.1.2.1 Gumbel Dağılımı.....	13
2.1.2.2 Ekstrem Değer Dağılımı.....	14
2.1.2.2.1 Dağılımın Momentleri.....	15
2.1.2.2.2 Çarpıklık.....	15
2.1.3 Pearson Tip 3 Ailesi (Pearson Tip 3, Log Pearson Tip 3).....	16
2.1.3.1 Pearson Tip 3.....	16
2.1.3.2 Log-Pearson Tip 3.....	17
2.1.4 Lojistik Ailesi (Log-Lojistik, Log-Lojistik (3P), Genelleştirilmiş Lojistik).....	18
2.1.4.1 Log-Lojistik.....	19
2.1.4.2 Log-Lojistik (3P).....	19
2.1.4.3 Genelleştirilmiş Lojistik.....	20
2.1.5 Pareto Ailesi (Pareto 2, Genelleştirilmiş Pareto).....	21
2.1.5.1 Pareto 2.....	21
2.1.5.2 Genelleştirilmiş Pareto.....	22
2.1.6 Wakeby Dağılımı.....	23
3. ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ	24
3.1 Uyum İyiliği Testi.....	25
3.1.1 Kolmogorov-Smirnov Testi.....	25
3.1.2 Anderson Darling Testi.....	26
3.1.3 Ki-Kare Testi.....	26
3.2. Beklenti Maksimizasyonu Yöntem.....	27
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	37
5. KAYNAKLAR	39
6. EKLER	43
EK.A Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri.....	43

EK.A.1 Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Gözlenmiş Verileri İçin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri.....	43
EK.A.2 Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Tamamlanmış Verileri İçin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri.....	71
EK.B Antalya Havzası'ndaki 1961-2000 Yılları Arasındaki İstasyonlarının Verilerinin Tam, Eksik Olduğunun ve EM (Beklenti Maksimizasyonu) Yöntemiyle Tamamlandığının Gösterilmesi.....	99
7.ÖZGEÇMİŞ.....	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller	Sayfa
2.1: Antalya Havzası'nı ve Antalya Havzası'nda Çalışılan Akım Gözlem İstasyonlarını Gösteren Harita.....	7
A.1: 09-02 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	43
A.2: 09-02 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	43
A.3: 09-07 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	44
A.4: 09-07 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	44
A.5: 09-11 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	45
A.6: 09-11 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	45
A.7: 09-13 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	46
A.8: 09-13 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	46
A.9: 09-16 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	47
A.10: 09-16 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	47
A.11: 09-18 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	48
A.12: 09-18 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	48
A.13: 09-22 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	49
A.14: 09-22 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	49
A.15: 09-34 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	50
A.16: 09-34 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	50
A.17: 09-39 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	51
A.18: 09-39 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	51
A.19: 09-42 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	52
A.20: 09-42 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	52

A.21: 09-47 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	53
A.22: 09-47 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	53
A.23: 09-53 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	54
A.24: 09-53 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	54
A.25: 09-56 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	55
A.26: 09-56 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	55
A.27: 09-57 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	56
A.28: 09-57 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	56
A.29: 09-60 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	57
A.30: 09-60 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	57
A.31: 09-65 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	58
A.32: 09-65 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	58
A.33: 09-67 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	59
A.34: 09-67 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	59
A.35: 09-68 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	60
A.36: 09-68 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	60
A.37: 09-73 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	61
A.38: 09-73 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	61
A.39: 09-75 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	62
A.40: 09-75 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	62
A.41: 09-77 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	63
A.42: 09-77 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	63
A.43: 09-84 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	64
A.44: 09-84 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	64
A.45: 09-86 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	65

A.46: 09-86 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	65
A.47: 09-88 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	66
A.48: 09-88 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	66
A.49: 09-89 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	67
A.50: 09-89 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	67
A.51: 09-91 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	68
A.52: 09-91 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	68
A.53: 09-95 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	69
A.54: 09-95 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	69
A.55: 09-100 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	70
A.56: 09-100 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	70
A.57: 09-02 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	71
A.58: 09-02 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	71
A.59: 09-07 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	72
A.60: 09-07 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	72
A.61: 09-11 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	73
A.62: 09-11 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	73
A.63: 09-13 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	74
A.64: 09-13 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	74
A.65: 09-16 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	75
A.66: 09-16 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	75
A.67: 09-18 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	76
A.68: 09-18 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	76
A.69: 09-22 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	77
A.70: 09-22 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	77

A.71: 09-34 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	78
A.72: 09-34 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	78
A.73: 09-39 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	79
A.74: 09-39 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	79
A.75: 09-42 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	80
A.76: 09-42 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	80
A.77: 09-47 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	81
A.78: 09-47 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	81
A.79: 09-53 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	82
A.80: 09-53 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	82
A.81: 09-56 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	83
A.82: 09-56 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	83
A.83: 09-57 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	84
A.84: 09-57 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	84
A.85: 09-60 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	85
A.86: 09-60 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	85
A.87: 09-65 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	86
A.88: 09-65 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	86
A.89: 09-67 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	87
A.90: 09-67 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	87
A.91: 09-68 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	88
A.92: 09-68 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	88
A.93: 09-73 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	89
A.94: 09-73 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	89
A.95: 09-75 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	90

A.96: 09-75 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	90
A.97: 09-77 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	91
A.98: 09-77 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	91
A.99: 09-84 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	92
A.100: 09-84 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	92
A.101: 09-86 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	93
A.102: 09-86 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	93
A.103: 09-88 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	94
A.104: 09-88 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	94
A.105: 09-89 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	95
A.106: 09-89 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	95
A.107: 09-91 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	96
A.108: 09-91 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	96
A.109: 09-95 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	97
A.110: 09-95 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	97
A.111: 09-100 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu.....	98
A.112: 09-100 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu.....	98

TABLO LİSTESİ

Sayfa

2.1: Antalya Havzası'ndaki İstasyonlara Ait Bilgiler.....	8
3.1: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler İçin Uygun Olan Dağılım Fonksiyonları ve Dağılım Parametreleri.....	31
3.2: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Uygun Olan Dağılım Fonksiyonları ve Dağılım Parametreleri.....	32
3.3: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler İçin Tanımlayıcı İstatistikler.....	33
3.4: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Tanımlayıcı İstatistikler.....	34
3.5: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler İçin Olası Taşkın Tahmini Değerleri.....	35
3.6: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Olası Taşkın Tahmini Değerleri.....	36
B.1: 1961-2000 Yılları Arasındaki İstasyonların Verilerinin Tam, Eksik Olduğunun ve EM(Beklenti Maksimizasyonu) Yöntemiyle Tamamlandığının Gösterilmesi.....	99

SEMBOL LİSTESİ

C_s	: Çarpıklık katsayısı
C_v	: Değişim katsayısı
n	: Gözlem periyodu
μ_x	: Normal dağılımın ortalaması
σ_x^2	: Normal dağılımın varyansı
$\Phi(z)$: Standart normal değişkenin eklenik dağılım fonksiyonu
$\Phi^{-1}(p)$: Standart normal değişkenin invers formu
X_p	: P olasılığına karşılık gelen kuantil
X_{med}	: Medyan değeri
M_N	: Gumbel Dağılımındaki günlük yağışlar
α, ξ	: Dağılım parametresi
$\Gamma(.)$: Gamma Fonksiyonu
σ, β	: Dağılım parametresi
μ, γ	: Dağılım parametresi
δ, k	: Dağılım parametresi
X_0	: Alt sınır
$X(F)$: Wakeby dağılımının kuantil fonksiyonu
D^2	: Birimin ortalamadan olan Mahalanobis uzaklığının karesi
R^E	: Korelasyon
$x(p)$: Olası taşkın tahmini değeri

KISALTMALAR

EDF	: Eklenik Dağılım Fonksiyonu
CDF	: Kümülatif Dağılım Fonksiyonu
LN	: Lognormal
LN3	: Üç Parametrelili Lognormal
GEV	: General Extreme Value
EVI	: Gumbel Dağılım
OYF	: Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
EXP	: Eksponansiyel
LP3	: Log-Pearson Tip 3
P3	: Pearson Tip 3
DSİ	: Devlet Su İşleri
EM	: Beklenti Maksimizasyonu

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Antalya Havzası'ndaki istasyonlardan gözlem süresi 10 yıldan az olanların yılda anlık maksimum değerleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Bunun neticesinde Antalya Havzası'nda 28 istasyon çalışmaya alınmıştır. Bu istasyonlara ait en uygun dağılımlar tespit edilerek, buradan bu istasyonlara ait 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 500, 1000 yıllık olası taşkın tahminleri yapılması çalışmalarını içermektedir. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıda bulunan tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Fatih DİKBAŞ'a ve sağladıkları katkılardan dolayı jüri üyeleri Doç.Dr. Abdullah CEM KOÇ'a ve Yrd. Doç. Dr. Ali BÜLBÜL'e teşekkür ederim.

OCAK 2015

Mustafa ŞEKER

1.GİRİŞ

Taşkın, insan hayatını ve doğal çevreyi olumsuz etkilemektedir. Ülkemizde taşkın örnekleri mevcuttur. Özellikle Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri'nde görülmektedir. Karadeniz Bölgesi'nde yaşanan taşkınlar; heyelan, erozyon, sellere neden olmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde yaşanan taşkınlar; sellere neden olmaktadır.

Yaşanan taşkınların oluşma nedenleri; çok miktarda yağmur yağması ve kar sularının erimesidir.

Taşkınlara karşı birçok önlemler alınmıştır. Dere yataklarının olduğu yerlere yerleşim yerlerinin kurulmaması, Devlet Su İşleri'nin yapmış olduğu taşkın frekans analizi çalışmaları taşkınlara karşı önlemlere örnek verilebilir.

Taşkın frekans analizi, noktasal taşkın frekans analizi ve bölgesel taşkın frekans analizi olarak iki gruba ayrılmıştır.

Bu çalışmada Antalya Havzası'nın taşkın frekans analizi yapılmıştır. Taşkın frekans analizi olarak Antalya Havzası'nda noktasal taşkın frekans analizi çalışması yapılmıştır. 10 yıl ve 10 yıldan daha fazla gözlem süresine sahip olan istasyonlar çalışmaya alınmıştır. Buna göre; Antalya Havzası'nda 28 istasyon kullanılmıştır.

Antalya Havzası'nda taşkın frekans analizi çalışmasının nedeni, Antalya Havzası'nın kış mevsimlerinde çok yağış almasından dolayıdır. Antalya Havzası'nın çok yağış almasının nedeni, Antalya Havzasına hakim olan iklim tipidir. Antalya Havzası'na hakim olan iklim, Akdeniz iklimidir. Akdeniz iklimi, yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır.

Yapılan bu çalışmada olası taşkın tahminlerini bulmak için, noktasal taşkın frekans analizi yapılmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Antalya Havzası'nda yılda anlık maksimum akım verileri kullanılarak Taşkın Frekans Analizi çalışması yapılması amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

Taşkın frekans analizi; noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi ile ilgili bilim adamları birçok çalışmalar yapmışlardır. Bu bölümde ağırlıklı olarak noktasal taşkın frekans analizi hakkında yapılan çalışmalardan bahsedilecektir.

Haktanır ve diğ. (1990) tarafından 112 istasyonda noktasal taşkın frekans analizi çalışması yapılmıştır. Bu istasyonlar üzerinde Gumbel, Log-Pearson tip 3, 2 ve 3 parametrelili Lognormal, 3 parametrelili gamma, Log-Boughton, smemaks dağılımları uygulanmıştır. Bu dağılımlar üzerinde Ki-Kare ve Kolmogorov-Smirnov uygunluk testleri yapılmıştır.

Saf ve diğ. (2007) Batı Akdeniz Havzası'nda noktasal ve bölgesel taşkın frekans analizi çalışması yapmışlardır.

Saf (2009) güvenilir tasarım taşkınlarının belirlenmesinde noktasal taşkın frekans analizinin sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisi olduğunu ifade etmiştir.

Şorman ve Okur (2000) L-Momentler tekniğini kullanarak noktasal ve bölgesel frekans analizi uygulaması yapmışlardır. Batı Karadeniz Bölgesi'nde 16 tane gözlem istasyonu üzerinde uygulamışlardır. Batı Karadeniz'deki uygulama yapılan 16 istasyonun verileri 1963-1998 yılları arasındaki gözlem sürelerini kapsamaktadır.

Gilroy ve Cuen (2012) 100 yıllık taşkın tahminlerinin bir yılda meydana gelen %1 şansı olan olayı temel aldığını ifade etmişlerdir. Çoklu sabit faktör hesapları olmayan bir noktasal taşkın frekans analizi yöntemini uygulamışlardır.

Villarini ve diğ. (2009) tarafından noktasal taşkın frekans analizinde yer, ölçek, biçim parametreleri için genelleştirilmiş toplamsal modeller geliştirilmiştir.

Overleir ve Reitan (2009) noktasal taşkın frekans analizi örnek değişkenliğini ve derecelendirme eğrisinin hatalı ölçümlerinin ortak etkilerini incelemiştir.

Kjeldsen ve diğ. (2014) tarafından Avrupa ülkelerinde taşkın frekans tahmininde tarihsel taşkın olaylarının belgesel kanıt olarak kullanımı savunulmuştur. Bu çalışmada noktasal taşkın frekans analizinden yararlanılarak, Avrupa'da oluşabilecek taşkınlara karşı önlem alınmasını amaçlamışlardır.

Grimaldi ve Serinaldi (2006) tek değişkenli noktasal taşkın frekans analizinin hidrolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada tek taşkın pik veya taşkın hacmi istatistiksel olarak analiz edilmektedir. Gözlenen taşkın verilerine asimetric dağılımları uygulamışlar ve sonuçlarını simetrik kopula ve Gumbel Lojistik dağılımıyla karşılaştırmışlardır.

Singh ve diğ. (2005) sabit olmadan dağılan taşkın serileri için belirli taşkın büyüklük aşılma olasılığını tahmin etmek için bir yöntem geliştirmişlerdir. Yöntem, birkaç veri seti için uygulanmış ve sonuçların gözlenen değerler ile iyi bir uyum içinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada noktasal taşkın frekans analizinden yararlanılmıştır.

Özcan ve diğ. (2013) uydu ve yersel yağış verilerini noktasal frekans analizi ile mekansal değerlendirmesini yapmışlardır.

England ve diğ. (2014) geleneksel olarak, olası maksimum taşkın değerlerinin kritik altyapı tasarımı için kullanıldığını söylemişlerdir. Bu çalışmada noktasal taşkın frekans analizinden yararlanılmıştır.

Hosking ve Wallis (1993) Monte Carlo simulasyonunu kullanırken, l-moment istatistiklerinden yararlanmışlardır.

Noura ve Magd (2010) TL-moment, L-moment, LH-moment, LL-moment ve LQ-moment istatistiklerinden yararlanmışlardır. Yapılan çalışmada TL-momentleri ve LQ-momentleri üstel genelleştirilmiş ekstrem dağılımının bilinmeyen parametrelerinin tahmininde kullanılmıştır.

Wang (1997) aşırı istatistiksel analizin genellikle büyük geri dönüş süreli olayları tahmin etmek için yapıldığını ifade etmiştir. LH-momentleri kullanılarak küçük örnek olayların büyük geri dönüş süreli olayların tahmini üzerinde sahip olabileceği olumsuz etkileri azaltacağını söylemiştir.

Büyükkaracığan ve Kahya (2009) frekans dağılımı ile parametre tahmin yöntemine göre değerlendirme yapmışlardır. Bu değerlendirmede, Ki-Kare testi ve Kolmogorov-Smirnov testi sıralamasını yapmışlardır. Bu çalışmada Konya Havzası'nda bulunan 13 akarsu gözlem istasyonundan elde edilen yıllık pik akım serilerinde bazı istatistiksel testler kullanılmıştır. Dağılım parametreleri; momentler, maksimum olasılık, olasılık ağırlıklı momentler ve L-momentler yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Seçkin (2009) tarafından yapılan çalışmada, L-momentlere dayalı gösterge sel metodu ile bölgesel taşkın frekans analizi çalışması yapılmıştır.

Şorman (2004) istatistiksel yaklaşımın hidrolojide frekans analiz çalışmalarında kullanılabileceğini ve hidrolojik verilerin istatistiksel özellikleri ortalama, varyans, çarpıklık ve sivrilik katsayılarının çarpım momentleri ile özetlenebileceğini ifade etmiştir.

Yürekli ve diğ. (2011) tekrarlanma miktarlarının tahmin edilmesi amacıyla ağırlıklı ortalamalar yoluyla noktasal L-moment istatistiklerini birleştiren bölgesel L-moment algoritmasını kullanmışlardır.

Aşıkoğlu ve Benzedden (2008) tarafından yapılan maksimum yağışlar için süreden bağımsız bir bölgesel model yaklaşımı çalışmasında istatistiksel momentlerden yararlanılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Antalya Havzası için DSI'den alınan yılda anlık maksimum akım verileriyle noktasal taşkın frekans analizi yapılmıştır. Özellikle, büyük yinelemeli tasarım taşkın tahminleri sırasında 10 yıl gibi az bir veriden elde edilen tasarım taşkın değerlerinin daha güvenilir duruma getirilmesi amaçlanmıştır. Yöntemlerin uygulanmasında Antalya Bölgesi'ndeki istasyon verilerinden yararlanılmıştır.

Antalya Havzası, Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Kıyı kesimlerde tipik Akdeniz iklimi görülürken daha yukarı bölgelerde Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçit teşkil eden ve daha çok İç Anadolu iklimine benzeyen kara iklimi görülür (Doğu, 2009).

Antalya'nın günlük yağış özellikleri ve günlük yağışların taşkınlar üzerine etkisi vardır. Antalya'nın Toros Dağlarının güney eteğinde yer alması nedeniyle kış aylarında cephesel ve orografik etkilerin birleşmesiyle, uzun süreli ve şiddetli yağışlar oluşmaktadır. Bazen bir günde 200 mm'yi aşan yağış düşmektedir. Bu yağışlar kısa sürede etkili olabilmektedir. Sel olayı günlük çok şiddetli sağanak yağışlardan sonra gözlenebildiği gibi ayrıca, günlerce devam eden normal yağışlardan sonra da, geciken taşkınlar şeklinde de etkili olmaktadır. Bazen yağışla birlikte, hızı 60 m/s yi aşan kuvvetli fırtınaların da etkili olmasıyla önemli hasarlar meydana gelebilmektedir (Yılmaz, 2008).

Antalya Havzası'nı besleyen başlıca akarsular şunlardır;

Boğa Çayı: Bey Dağları'nın eteklerinde ve Antalya Ovası'nın başladığı yerdedir. Kayran ve İmecik Köyleri'nin doğusundaki tepelerden çıkar. Turgut ve Cumalı Derelerini aldıktan sonra Karaman Köyü dolayında Karaman Çayı'nı alır. Tepedağı ve Bakırlı dağlarından gelen ve Doyran Köyü'nden geçen Doyran Suyu'nu ve Çakırlar Deresi'ni de aldıktan sonra Boğa Çayı adını alarak denize dökülür (Doğu, 2009).

Büyük Arapsu: Boğa Çayı'nın birkaç kilometre kadar doğusundaki düzlükten çıkar; iki kilometre kadar gittikten sonra denize dökülür (Doğu, 2009).

Küçük Arapsu: Büyük Arapsuyu'nun hemen 2 km. doğusundaki bir gözden çıkar. Bir kilometre aktıktan sonra denize dökülür (Doğu, 2009).

Düden Nehri: Düdenbaşı ve Kırkgöz kaynaklarından beslenmektedir. Düdenbaşı'ndan sonra Düden Regülatörü'ne ulaşmaktadır. Buradan da "Yedi Arıklar" diye adlandırılan arklar (kanallar) vasıtasıyla Antalya Kenti'nin sokaklarında geçerek falezlerden şelale yaparak Akdeniz'e dökülür (Doğu, 2009).

Aksu Nehri: Havza'nın en büyük akarsularından biridir. Kovada Gölü'nden itibaren Kocaçay ismi altında güneye akar. Göksu, Sümek, Kırkgeçit ve Nemi Çayları'nı alarak Zincir mevkiinde denize dökülür (Doğu, 2009).

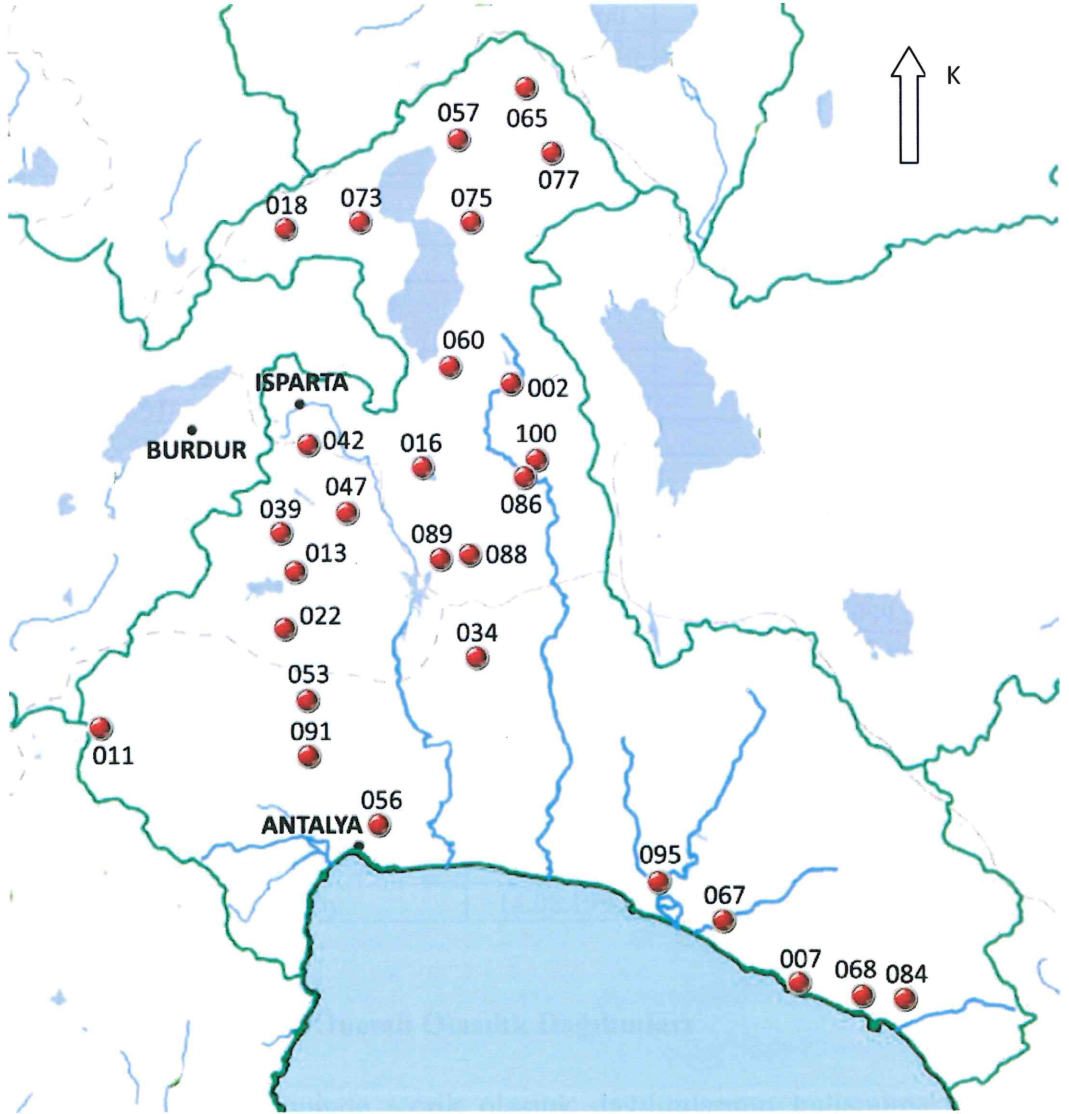
Köprüçay: Eğridir Gölü yakınlarındaki Sarı İdris Dağı'ndan çıkar; Ayvalı, Karaca Hisar, Kuzu Kulağı, Sarıca, Çayıçi, Boyalı, Gerizle, Etlar Çayı'nı aldıktan sonra kanyon biçimli, çok dik kenarlı ve derin bir vadiden büyük bir hızla güneye doğru akar. Uzunluğu 14 km. kadar olan bu kanyon vadinin derinliği 100 m'yi geçer, bazı yerlerde birkaç yüz metreye ulaşır. Akarsuyun geçtiği kanyon ile çevresinde doğal ve tarihsel değerleri koruma amacıyla 1973'te Köprülü Kanyon Milli Parkı kurulmuştur. Bu ırmak, ovaya gelince ünlü Aspendos Antik Kenti'nin önünden geçerek denize dökülür (Doğu, 2009).

Manavgat Nehri: Batı Toroslar'a bağlı Şeytan Dağı'nın yamaçlarından kaynaklanan derelerin birleşmesiyle oluşur ve bir dirsek yaptıktan sonra güneybatıya yönelir; dağlık ve ormanlık alanlardan geçerken kanyon biçimli dar bir vadiye akar. Oymapınar köyü yakınlarında daha az engebeli bir alana giren akarsuyun bu kesiminde 1984'te tamamlanan Oymapınar Barajı'nın ardında 50 kilometrekarelik bir yapay göl oluşmuştur. Batı Toroslar'ın önemli mağaralarından olan ve içinde yeraltı gölleri bulunan Altınbeşik Mağarası Dūdensuyu Mağarası'nın suları da Manavgat Irmağı'na karışır. Antalya Havzası'ndaki akarsuların en büyüğüdür.

Antalya Havzası'nı besleyen bu başlıca kaynakların dışında yazın kuruyan birçok derecik vardır (Doğu, 2009).

Burada yapılan çalışmada, Devlet Su İşleri'nin (DSİ) yıllara göre çıkarmış olduğu akım rasat yıllıklarındaki su yılı maksimum akım değerleri kullanılmıştır. Bu istasyonlar içerisinden, minimum 10 yıla yakın ölçüm uzunluğuna sahip istasyonlar seçilmiştir. Daha kısa kayıtları olanları taraflı netice vereceği düşüncesiyle çalışmaya

dahil edilmemiştir. Antalya Havzası'ndaki 28 istasyonun hepsi DSI'nin işlettiği akım ölçüm istasyonlarıdır. Antalya Havzası'nı ve Antalya Havzası'nda çalışılan akım gözlem istasyonlarını gösteren harita Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Antalya Havzası'ndaki istasyonlara ait bilgiler Tablo 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Antalya Havzası'nı ve Antalya Havzası'nda Çalışılan Akım Gözlem İstasyonlarını Gösteren Harita

Tablo 2.1: Antalya Havzası'ndaki İstasyonlara Ait Bilgiler

İSTASYON NO.	SUYUN VE İSTASYONUN ADI	AÇILIŞ TARİHİ	KAPANIŞ TARİHİ	YAĞIŞ ALANI (km ²)	KOT (m)
09-02	Yenice S.-Zindan Boğazı	30.06.1969		61.70	1250
09-07	Süçüllü D.-Süçüllü	31.05.1958		134.0	1145
09-11	Korkuteli Ç.-Salamur Boğ.	11.06.1959		130.7	1190
09-13	Dim Ç.-Reg.Çıkış	01.10.1960		195.0	33
09-16	Kovada G.-Çıkış	01.04.1962		3728.0	906
09-18	Pupa Ç.-Uluborlu	29.03.1962	10.12.1975	164.2	1073
09-22	Korkuteli Ç.-Boğazköy	01.10.1962	07.01.1980	1275.7	787
09-34	Nenis Ç.-Çamköy	23.03.1964		238.6	63
09-39	Onaç Brj.-Giriş	15.11.1966		217.7	835
09-42	Ağlasun Ç.-Ağlasun	18.03.1966		48.70	1100
09-47	Hisar D.-Kocaçayır	25.02.1970	11.12.1991	37.06	1024
09-53	Kırkgözler Isale K.-Yeşilbayır	01.05.1971	12.08.1987	1622.9	300
09-56	Düden Ç.-Reg.Çıkış	01.05.1971		1781.5	96
09-57	Hoyran D.-Gökçeali	01.10.1972		186.0	946
09-60	Çaydere- Eğirdir Göl Giriş	02.12.1972		111.2	935
09-65	Süçüllü Brj.-Giriş	25.09.1974		103.5	1160
09-67	Karpuz Ç.-Uzunlar	01.10.1976		303.2	100
09-68	Kargı Ç.-Türkler	01.10.1976		336.3	16
09-73	Pupa Ç.-Senirkent	01.10.1976		294.4	935
09-75	Gelendost D.-Gelendost	01.12.1976		989.0	940
09-77	Demir Ç.-Yalvaç Brj. Giriş	01.03.1975	11.12.1991	28.00	1160
09-84	Oba Ç.-Kadınpınarı	19.08.1985		46.03	90
09-86	Aksu D.-Belence	01.10.1986		349.0	1000
09-88	Değirmendere-Sütcüler	01.10.1986		131.0	750
09-89	Değirmendere-Selimler	01.10.1986		313.9	320
09-91	Kırkgözler İ.S.K.-Çığlık İst.	06.12.1985		2000.0	300
09-95	Çandır Ç.-Yemişli Pınar	01.10.1989		164.0	160
09-100	Başak D.-Yanıkköy	14.08.1990		223.0	1067

2.1 Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımları

Taşkınların tahmininde teorik olasılık dağılımlarının kullanılması analitik yöntem olarak da anılır ve dağılımların eklenik dağılım fonksiyonları taşkınların frekans eğrileri olarak kabul edilir. Burada verilenlerin dışında daha pek çok dağılım taşkın hidrolojisinde kullanılmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.1 Normal Ailesi ($N, LN, LN3$)

Gauss ya da normal dağılım istatistikte çok kullanılan bir dağılımdır ve lognormal (LN) ile üç parametrelili lognormal (LN3) dağılımlarının temelini teşkil eder. LN ve LN3 hidrolojide çok sık kullanılan olasılık dağılımlarıdır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.1.1 Normal Dağılım

Hidrolojide ve diğer birçok disiplindeki verilerin normal dağılıma iyi uyduğu bilinmektedir. Bu da merkez limit teoremi ile açıklanabilir. Merkez limit teoremine göre bir rastgele değişken (X), n adet bağımsız değişkenin toplamından meydana geliyorsa n arttıkça X 'in dağılımı esas değişkenlerin dağılımı ne olursa olsun hızla normal dağılıma yaklaşır. Pratikte bu sayı (n)10 olarak kabul edilebilir.

X normal rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right] \quad (2.1)$$

Dağılım alttan ve üstten sınırsız ($-\infty \leq x \leq \infty$) olup ortalaması μ_x varyansı σ_x^2 'dir.

Normal dağılım simetrik olup çarpıklık katsayısı sıfır ve kurtosisi 3'tür.

Dağılımın parametreleri:

$$\mu = \lambda_1 \quad \sigma = \pi^{1/2} \lambda_2 \quad (2.2)$$

Normal dağılımın eklenik dağılım fonksiyonu (EDF) analitik olarak elde edilemediğinden sayısal integrasyon yoluyla tablo haline getirilmiştir. Tek tip tablo hazırlayabilmek için rastgele değişken standart değişken (z) haline getirilmiştir.

$$z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (2.3)$$

Standart normal değişkenin EDF $\Phi(z)$, basit yaklaşımlar için $0 < z \leq 5$ aralığında aşığıdaki ifade ile belirlenebilir.

$$\Phi(z) = 1 - 0.5 \exp \left[- \frac{(83z + 351)z + 562}{703/z + 165} \right] \quad (2.4)$$

Standart normal değişkenin invers formu aşığıdaki ifadeden yaklaşık olarak elde edilebilir.

$$\Phi^{-1}(p) = z_p = \frac{p^{0.135} - (1-p)^{0.135}}{0.1975} \quad (2.5)$$

Daha hassas bir yaklaşım $10^{-7} < p < 0.5$ aralığında

$$\Phi^{-1}(p) = z_p = - \sqrt{\frac{y^2 [(4y + 100)y + 205]}{[(2y + 56)y + 192]y + 131}} \quad (2.6)$$

Normal dağılım ile p olasılığına karşı gelen kuantil;

$$x_p = \mu_x + z_p \sigma_x \quad (2.7)$$

ifadesi ile hesaplanmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.1.2 Lognormal Dağılım

X değişkeninin logaritması ile tanımlanan Y değişkeni normal dağılmış ise X 'in dağılımı lognormaldir. Dağılım $X > 0$ için tanımlanabileceğinden hidrolojideki birçok pozitif çarpık değişkene iyi uymaktadır.

$$Y = \ln(X) \quad (2.8)$$

(2.8) denkleminde esas X değişkenine aşığıdaki ifade ile geçilir.

$$X = \exp(Y) \quad (2.9)$$

X lognormal değişkeninin eklenik dağılım fonksiyonu (EDF):

$$\begin{aligned}
F(x) = P(X \leq x) &= P[Y \leq \ln(x)] = P\left[\frac{Y - \mu_Y}{\sigma_Y} \leq \frac{\ln(x) - \mu_Y}{\sigma_Y}\right] \\
&= \Phi\left[\frac{\ln(x) - \mu_Y}{\sigma_Y}\right]
\end{aligned} \tag{2.10}$$

ifadede Φ standart normal dağılımın E.D.F.'dur. Lognormal dağılımında çarpıklık ile değişim katsayısı arasında aşağıdaki ilişki mevcuttur.

$$C_{s_x} = 3C_{v_x} + C_{v_x}^3 \tag{2.11}$$

Lognormal dağılım çarpıklık ve değişim katsayısı sıfıra yaklaştıkça normal dağılıma yaklaşır.

Lognormal dağılımın ilk iki momenti:

$$\mu_x = \exp\left(\mu_Y + \frac{\sigma_Y^2}{2}\right) \tag{2.12}$$

$$\sigma_x^2 = \mu_x^2 \left[\exp(\sigma_Y^2) - 1\right] \tag{2.13}$$

X ve Y değişkeninin dağılımlarının momentleri arasındaki ilişki:

$$\sigma_Y = \left[\ln\left(1 + \frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2}\right)\right]^{1/2} \tag{2.14}$$

$$\mu_Y = \ln(\mu_x) - \frac{1}{2}\sigma_Y^2 \tag{2.15}$$

Son iki denklemlerle X 'in parametreleri kullanılarak μ_Y ve σ_Y hesaplanabilmektedir.

Verilen bir p olasılığı için X_p kuantili;

$$X_p = \exp(\mu_Y + z_p \sigma_Y) \tag{2.16}$$

ifadesi ile belirlenir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.1.3 Üç Parametrelili Lognormal Dağılım

Birçok durumda X rastgele değişkenin logaritmalarını almakla değişken normal dağılıma pek uymamaktadır. Ancak X_0 gibi bir alt sınır değeri çıkarıldıktan sonra logaritmik dönüşüm yapıldığında değişken normal dağılıma uyabilmektedir.

$$Y = \ln(X - X_0) \quad (2.17)$$

X_0 alt sınır olup Y 'nin dağılımı normal dağılım olmaktadır. (2.17) denkleminde X esas değişken

$$X = X_0 + \exp(Y) \quad (2.18)$$

olarak elde edilir.

X değişkeninin ilk iki momenti;

$$\mu_x = X_0 + \exp\left(\mu_y + \frac{1}{2}\sigma_y^2\right) \quad (2.19)$$

$$\sigma_x^2 = \left[\exp(2\mu_y + \sigma_y^2)\right] \left[\exp(\sigma_y^2) - 1\right] \quad (2.20)$$

olup çarpıklık katsayısı;

$$C_{s_x} = 3\beta + \beta^3 \quad (2.21)$$

Denklemden $\beta = \left[\exp(\sigma_y^2) - 1\right]^{0.5}$ dir.

3 parametrelili lognormal dağılımın parametrelerinin momentler yöntemi ile tahminleri etkin tahminler olmayıp daha etkin bir tahmin X_0 alt sınırı için kuantil-alt sınır ifadesi ile elde edilebilir.

$$X_0 = \frac{X_{(1)}X_{(N)} - X_{med}^2}{X_{(1)} + X_{(N)} - 2X_{med}} \quad (2.22)$$

Denkleimde $X_{(1)}$, en büyük gözlemi, $X_{(N)}$ en küçük gözlemi ve X_{med} , medyan değerini göstermektedir. Şayet $X_{(1)} + X_{(N)} - 2X_{med} > 0$ ise elde edilen X_0 bir alt sınır, $X_{(1)} + X_{(N)} - 2X_{med} < 0$ ise üst sınır olmaktadır.

Elde edilen X_0 kullanılarak μ_Y ve σ_Y^2 parametreleri hesaplanır. Bu şekilde hesaplanan parametrelerin tahminleri maksimum olabilirlik yöntemi ile aynı düzeyde kabul edilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.2 GEV Ailesi (Gumbel, GEV)

Hidrolojide karşılaşılan birçok olayın en büyük veya en küçük değerleri benzer özellik gösterirler. Örneğin bir yıldaki en büyük debi, yağış veya en düşük debiler. Bu rastgele değişkenlerin dağılımların ekstrem değer dağılımlarından (general extreme value GEV) biri olabileceği ileri sürülmüştür. İstatistiğin ekstrem değerler teorisine göre, bağımsız değişkenlerin sayısının sonsuza gitmesi halinde örneklerdeki en büyüklerin dağılımının ekstrem değer dağılımlarından birine yakınsadığı kabul edilir. Bunlar Tip 1, 2, 3 dağılımlarıdır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.2.1 Gumbel Dağılımı

M_1, M_2, \dots, M_N günlük yağışlar veya akımlar olsun. X rastgele değişkeni yıllık $X = \max(M_i) \quad i = 1, 2, \dots, 365$ olacak şekilde tanımlansın. Şayet M_i 'ler bağımsız, aynı dağılıma sahip ve üstte sınırsız iseler N 'nin büyük değerlerinde X değişkeninin dağılımı ekstrem Tip 1 (EVI) veya Gumbel dağılımıdır. Ayrıca M_i lerin üst kuyruğunun dağılımı eksponansiyeldir. Literatürde yıllık maksimum akımların, maksimum 24 saatlik yağışların dağılımı için sıklıkla Gumbel dağılımı kabulü yapılmıştır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Gumbel dağılımının OYF ve eklenik dağılım fonksiyonu (EDF)

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-\xi}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x-\xi}{\alpha} \right) \right] \quad -\infty < x < \infty \quad (2.23)$$

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right] \quad (2.24)$$

α ve ξ dağılımın parametreleridir.

Dağılımın ortalama, varyans ve çarpıklık katsayısı:

$$\mu_x = \xi + 0.5772\alpha \quad (2.25)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\pi^2\alpha^2}{6} \approx 1.645\alpha^2 \quad (2.26)$$

$$C_{s_x} = 1.1396 \approx 1.14 \quad (2.27)$$

Dağılımının parametre tahmini momentler yöntemi ile

$$\alpha = \frac{s_x\sqrt{6}}{\pi} = 0.7797S_x \quad (2.28)$$

$$\xi = \bar{x} - 0.5772\alpha \quad (2.29)$$

olmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.2.2 Ekstrem Değer Dağılımı

Gumbel dağılımının genel hali olup EVI (Gumbel), 2 ve 3 tipini bir arada içerir. GEV olarak literatürde gösterilip EDF;

$$F(x) = \exp\left\{-\left[1 - \frac{k(x-\xi)}{\alpha}\right]^{1/k}\right\} \quad (2.30)$$

α , k ve ξ dağılımın parametreleri olup α , ölçek parametresi, k , biçim parametresi ve ξ , yer parametresidir. $k=0$ için GEV dağılımı EVI (Gumbel) olmaktadır.

$|k| < 0.3$ için GEV dağılımının genel şekli Gumbel dağılımına benzerdir. $k > 0$ için dağılım üstten sınırlıdır. $\xi + \alpha/k$ üst sınır olup dağılım bu hal için EV3

adını alır. $k < 0$ için dağılım alttan sınırlıdır. $\xi + \alpha/k$ alt sınır olup dağılım EV2 adını almaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.2.2.1 Dağılımın Momentleri

Momentler $\Gamma(\cdot)$ gamma fonksiyonu ile verilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$\mu_x = \xi + \left(\frac{\alpha}{k}\right) [1 - \Gamma(1+k)] \quad (2.31)$$

$$\sigma_x^2 = \left(\frac{\alpha}{k}\right)^2 \left\{ \Gamma(1+2k) - [\Gamma(1+k)]^2 \right\} \quad (2.32)$$

$k > 0.5$ için σ_x^2 mevcuttur (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.2.2.2 Çarpıklık

$$C_{s_x} = \frac{-\Gamma(1+3k) + 3\Gamma(1+k)\Gamma(1+2k) - 2\Gamma^3(1+k)}{[\Gamma(1+2k) - \Gamma^2(1+k)]^{3/2}} \text{sign}(k) \quad (2.33)$$

$\text{sign}(k)$ ifadenin k 'nın işaretiyle çarpılacağını göstermektedir.

$\Gamma(\cdot)$ fonksiyonu yaklaşık olarak aşağıdaki ifadeden elde edilebilir veya verilmiş tablolardan hesaplanabilir.

$0 \leq \delta \leq 1$ olmak üzere;

$$\Gamma(1+\delta) = 1 + \sum_{i=1}^5 \partial_i \delta^i + \varepsilon \quad (2.34)$$

$$a_1 = -0.5748646 \quad (2.35)$$

$$a_2 = 0.9512363 \quad (2.36)$$

$$a_3 = -0.6998588 \quad (2.37)$$

$$\alpha_4 = 0.4245549 \quad (2.38)$$

$$\alpha_5 = -0.1010678 \quad (2.39)$$

$$|\varepsilon| \leq 5.10^{-5} \quad (2.40)$$

Daha basit bir yaklaşımla;

$$\Gamma(1+w) = w\Gamma(w) \quad 0 < w < 1 \quad (2.41)$$

tam sayı w 'ler için;

$$\Gamma(1+w) = w! \quad (2.42)$$

Herhangi bir p olasılığı için kuantil aşağıdaki ifade kullanılarak bulunabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$X_p = \xi + \frac{\alpha}{k} \{1 - [-\ln(F)]^k\} \quad (2.43)$$

2.1.3 Pearson Tip 3 Ailesi (Pearson Tip 3, Log-Pearson Tip 3)

Hidrolojide ve özellikle taşkın hidrolojisinde Pearson Tip 3 ve Log-Pearson Tip 3 dağılımları sıklıkla kullanılmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.3.1 Pearson Tip 3 (P3)

Dağılımının OYF:

$$f(x) = |\beta| [\beta(x-\xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[-\beta(x-\xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad (2.44)$$

Dağılımının α , biçim, β ölçek ve ξ yer parametresidir. $\alpha > 0$, $\beta > 0$ için $x > \xi$ olup ξ alt sınırı oluşturur. $\beta < 0$ için ise $x < \xi$ olup ξ üst sınırdır.

$$X > \xi \text{ için } C_{s_x} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \text{ ve } x < \xi \text{ için } C_{s_x} = \frac{-2}{\sqrt{\alpha}} \text{ dir.}$$

Ayrıca $\beta > 0$ ve $\xi = 0$ için $C_{s_x} = 2CV_x$ olup dağılım Gamma dağılımına indirgenir. Sabit ortalama ve varyans için limit halinde, α sonsuza giderken çarpıklık sıfıra gider ve Pearson Tip 3 dağılımı normal dağılıma dönüşür. Yine $\alpha = 1$ ve $C_{s_x} = 2$ için 2 parametrelilik eksponansiyel dağılım elde edilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Dağılımın momentleri;

$$\mu_x = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \quad (2.45)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (2.46)$$

Dağılımının parametrelerinin tahmini;

Momentler yöntemiyle;

$$\alpha = \frac{4}{C_{s_x}^2} \quad (2.47)$$

$$\beta = \frac{2}{\sigma_x C_{s_x}} \quad (2.48)$$

$$\xi = \mu_x - \frac{\alpha}{\beta} = \mu_x - \frac{2\sigma_x}{C_{s_x}} \quad (2.49)$$

olmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.3.2 Log-Pearson Tip 3 (LP3):

Bir rastgele değişkenin logaritmaları P3 dağılmış ise (Y değişkeni) esas değişkenin (X) dağılımı LP3 olur.

$$Y = \ln(X) \text{ için } X = \exp(Y) \quad (2.50)$$

α biçim, β ölçek ve ξ yer parametresi olmak üzere dağılımının OYF:

$$f(x) = |\beta| \left\{ \beta [\ln(X) - \xi] \right\}^{\alpha-1} \frac{\exp\{-\beta [\ln(X) - \xi]\}}{\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (2.51)$$

$\beta < 0$ için $0 < x < \exp(\xi)$ olup ξ üst sınır $\beta > 0$ için $\exp(\xi) < x < \infty$ ξ alt sınırdır.

Dağılımın momentleri:

$$E(x^r) = e^{r\xi} \left(\frac{\beta}{\beta - r} \right)^\alpha \quad \beta > r \text{ veya } \beta < 0 \text{ için} \quad (2.52)$$

$$\mu_x = e^\xi \left(\frac{\beta}{\beta - 1} \right)^\alpha \text{ ve} \quad (2.53)$$

$$\sigma_x^2 = e^{2\xi} \left[\left(\frac{\beta}{\beta - 2} \right)^\alpha - \left(\frac{\beta}{\beta - 1} \right)^{2\alpha} \right] \quad (2.54)$$

Çarpıklık katsayısı

$$C_{s_x} = \frac{E[x^3] - 3\mu_x E[x^2] + 2\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (2.55)$$

Bu dağılımın U.S Water Resources Council tarafından Amerika ve Avustralya'da taşkınların analizinde kullanılması tavsiye edilmiştir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Herhangi bir p olasılığı için X_p kuantilinin bulunabilmesi için verilerin logaritmalarına Pearson Tip 3 dağılımı uydurulur. $Y = \mu_Y + \sigma_Y K_p((C_s))$ hesaplanır. Esas değişkene $X_p = \exp(Y_p)$ dönüşümü ile geçilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.1.4 Lojistik Ailesi (Log-Lojistik, Log-Lojistik (3P), Genelleştirilmiş Lojistik)

Lojistik dağılımı taşkın frekans analizi çalışmasında kullanılabilir. Lojistik dağılımın parametreleri σ ölçek parametresidir. Burada $\sigma > 0$ olmaktadır. μ ise, yer parametresidir.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.56) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \frac{\exp(-z)}{\sigma(1 + \exp(-z))^2} \quad (2.56)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.57) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$F(x) = \frac{1}{1 + \exp(-z)} \quad (2.57)$$

Bu denklemlerde $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ şeklindedir (Beshore, 2015).

2.1.4.1 Log-Lojistik

Log-Lojistik dağılımında α biçim parametresidir. Burada $\alpha > 0$ olmaktadır. β ölçek parametresidir. Burada $\beta > 0$ olmaktadır.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.58) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x}{\beta} \right)^{\alpha-1} \left(1 + \left(\frac{x}{\beta} \right)^{\alpha} \right)^{-2} \quad (2.58)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.59) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$F(x) = \left(1 + \left(\frac{\beta}{x} \right)^{\alpha} \right)^{-1} \quad (2.59)$$

2.1.4.2 Log-Lojistik (3P)

Üç parametrelili Log-Lojistik dağılımında α biçim parametresidir. Burada $\alpha > 0$ olmaktadır. β ölçek parametresidir. Burada $\beta > 0$ olmaktadır. γ yer parametresidir.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.60) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} \left(1 + \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha} \right)^{-2} \quad (2.60)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.61) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$F(x) = \left(1 + \left(\frac{\beta}{x-\gamma} \right)^{\alpha} \right)^{-1} \quad (2.61)$$

2.1.4.3 Genelleştirilmiş Lojistik

Genelleştirilmiş Lojistik dağılımında k biçim parametresidir. σ ölçek parametresidir. Burada $\sigma > 0$ olmaktadır. μ yer parametresidir.

Genelleştirilmiş Lojistik dağılımında k biçim parametresi için bazı hususlar vardır. Bu hususları açıklayacak olursak;

$$1 + k \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right) > 0 \text{ için; } k \neq 0 \text{ olmaktadır.}$$

$$-\infty < x < +\infty \text{ için; } k=0 \text{ olmaktadır.}$$

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.62) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{(1+zk)^{-1-\frac{1}{k}}}{\sigma \left(1 + (1+zk)^{\frac{1}{k}} \right)^2} & k \neq 0 \\ \frac{\exp(-z)}{\sigma (1 + \exp(-z))^2} & k = 0 \end{cases} \quad (2.62)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.63) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$F(x) = \begin{cases} \frac{1}{\left(1 + (1 + zk)^{-\frac{1}{k}}\right)} & k \neq 0 \\ \frac{1}{(1 + \exp(-z))} & k = 0 \end{cases} \quad (2.63)$$

Burada $z = \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)$ olmaktadır (Beshore, 2015).

2.1.5 Pareto Ailesi (Pareto 2, Genelleştirilmiş Pareto)

Pareto dağılımı, taşkın frekans analizi çalışması yapılırken yararlanılabilen dağılımlardan bir tanesidir. Pareto dağılımında, α biçim parametresidir. $\alpha > 0$ olmaktadır. β ise ölçek parametresidir. $\beta > 0$ olmaktadır.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.64) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \frac{\alpha\beta^\alpha}{x^{\alpha+1}} \quad (2.64)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.65) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\beta}{x}\right)^\alpha \quad (2.65)$$

2.1.5.1 Pareto 2

Pareto 2 dağılımı Pareto dağılımının bir değişik biçimidir. Pareto 2 dağılımında, α biçim parametresidir. $\alpha > 0$ olmaktadır. β ölçek parametresidir. $\beta > 0$ olmaktadır. Pareto 2 dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu Pareto dağılımına göre farklılık göstermektedir.

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (2.66) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \frac{\alpha\beta^\alpha}{(x+\beta)^{\alpha+1}} \quad (2.66)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.67) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$F(x) = 1 - \left(\frac{\beta}{x+\beta} \right)^\alpha \quad (2.67)$$

2.1.5.2 Genelleştirilmiş Pareto

Genelleştirilmiş Pareto dağılımında k biçim parametresidir. σ ölçek parametresidir. Burada $\sigma > 0$ olmaktadır. μ ise yer parametresidir.

Genelleştirilmiş Pareto dağılımında k biçim parametresi için bazı hususlar vardır. Bu hususları açıklayacak olursak;

$\mu \leq x < +\infty$ için; $k \geq 0$ olmaktadır.

$\mu \leq x \leq \mu - \sigma/k$ için; $k < 0$ olmaktadır.

Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (OYF) (2.68) denklemi ile ifade edilmektedir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 + k \frac{(x-\mu)}{\sigma} \right)^{-1-\frac{1}{k}} & k \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right) & k = 0 \end{cases} \quad (2.68)$$

Kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) (2.69) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + k \frac{(x-\mu)}{\sigma} \right)^{-\frac{1}{k}} & k \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right) & k = 0 \end{cases} \quad (2.69)$$

2.1.6 Wakeby Dağılımı

Wakeby dağılımında ξ yer parametresidir. α , β , γ , δ dağılımın parametreleridir. Wakeby dağılımında bu parametreler için bazı kurallar vardır. Bu kuralları açıklayacak olursak;

$\alpha \neq 0$ ya da $\gamma \neq 0$ olmalıdır.

$\beta + \delta > 0$ ya da $\beta = \gamma = \delta = 0$ olmalıdır.

Eğer $\alpha = 0$ olduğunda, $\beta = 0$ olmalıdır.

Eğer $\gamma = 0$ olduğunda, $\delta = 0$ olmalıdır.

$\gamma \geq 0$ ve $\alpha + \gamma \geq 0$ olmalıdır.

Eğer $\delta \geq 0$ ve $\gamma > 0$ olduğunda, $\xi \leq x < \infty$ olmaktadır.

Eğer $\delta < 0$ ya da $\gamma = 0$ olduğunda, $\xi \leq x \leq \xi + \alpha/\beta - \gamma/\delta$ olmaktadır.

Wakeby dağılımının tanımlamış olduğu kuantil fonksiyonu (2.70) denklemi ile ifade edilmektedir (Beshore, 2015).

$$x(F) = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \left(1 - (1 - F)^\beta\right) - \frac{\gamma}{\delta} \left(1 - (1 - F)^{-\delta}\right) \quad (2.70)$$

3. ANTALYA HAVZASI'NIN TAŞKIN FREKANS ANALİZİ

Antalya Havzası'nın taşkın frekans analizi için Antalya Havzası'ndaki 28 akım gözlem istasyonunun verileri üzerinde çalışma yapılmasına karar verilmiştir. 10 yıldan kısa süreli ölçüm uzunluğuna sahip olan istasyonlar bulunarak onlar çalışmaya dahil edilmemiştir. En az 10 yıla yakın ölçüm istasyonları dikkate alınarak Tablo 2.1'deki istasyonlar belirlenmiştir.

İstasyonlar belirlendikten sonra, Antalya Havzası'ndaki DSİ akım gözlem istasyonlarının yılda anlık maksimum akım değerleri kullanılarak EasyFit bilgisayar programında uygulamasına başlanmıştır.

EasyFit Bilgisayar programında bu istasyonların adları ve o istasyonlara ait yılda anlık maksimum değerleri girilmiştir. Bu değerlerden yararlanılarak; uyum iyiliği testi yapılmıştır. Uyum iyiliği testinde 3 tane test uygulanmıştır. Kolmogorov - Smirnov, Anderson - Darling, Ki-kare testlerinden faydalanılmıştır. Bu testlerden faydalanılarak istasyonların hangi dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Bu istasyonlarda 15 tane dağılım test edilmiştir.

Uygunluğu test edilen dağılımlar şunlardır:

- 1) Genelleştirilmiş Ekstrem Değer
- 2) Genelleştirilmiş Lojistik
- 3) Genelleştirilmiş Pareto
- 4) Gumbel Maksimum
- 5) Gumbel Minimum
- 6) Log-Lojistik
- 7) Log-Lojistik (3P)
- 8) Log-Pearson 3
- 9) Lojistik

10) Lognormal

11) Lognormal (3P)

12) Normal

13) Pareto

14) Pareto 2

15) Wakeby

3.1 Uyum İyiliği Testleri

3.1.1 Kolmogorov - Smirnov Testi

Kolmogorov – Smirnov örnek testi, Teorik Kümülatif Yoğunluk Fonksiyonu ile Deneysel Kümülatif Yoğunluk Fonksiyonu arasındaki farkların değerlendirilmesi üzerine kurulu bir testtir.

Kolmogorov-Smirnov testini uygulamak için n birimlik örnekten elde edilen sıralı gözlemlerin değerlerine dayalı Teorik Kümülatif Yoğunluk Fonksiyonu $F_0(X)$ ve sıralı gözlemlerin Gözlemsel Kümülatif Yoğunluk Fonksiyonu $S_n(X)$ belirlenir.

$$D_{MAX} = \text{Max}|F_0(X) - S_n(X)| \quad (3.1)$$

Her iki kümülatif yoğunluk fonksiyonunun mutlak farkları belirlenir ve bu farklardan Maksimum mutlak fark, D_{MAX} olarak alınır. D_{MAX} istatistiği yardımı ile verilerin dağılımının uygunluğu test edilir. D_{MAX} değerinin kritik değerleri aşağıdaki denklemler ile belirlenir.

$$D_{MAX} = 0.05 \text{ için } D_{(0.05)} = 1.36 / \sqrt{n} \quad (3.2)$$

$$D_{MAX} = 0.01 \text{ için } D_{(0.01)} = 1.63 / \sqrt{n} \quad (3.3)$$

$$D_{MAX} = 0.001 \text{ için } D_{(0.001)} = 1.95 / \sqrt{n} \quad (3.4)$$

Eğer, $D_{MAX} < D_{(0.05)}$ ise örnek dağılım uygundur.

Eğer, $D_{MAX} \geq D_{(0.05)}$ ise örnek dağılım uygun değildir (Özdamar, 2009).

3.1.2 Anderson - Darling Testi

Anderson-Darling testi, deneysel dağılım fonksiyonu istatistiklerine dayanarak geliştirilmiş bir testtir. Çok güçlü normallik testlerinden birisidir. Kolmogorov-Smirnov testinin bir modifikasyonudur.

Anderson-Darling testi uygulanacak verilerin ham veriler olması gereklidir. Anderson-Darling testi, Normal, Weibull, Lognormal ve fonksiyonları bilinen dağılımlara uygulanabilir. Hesaplanan olasılık fonksiyonları ile n birimden elde edilen verilerin deneysel dağılım fonksiyonları arasındaki farkların beklenen uyum içinde olup olmadıkları test edilir.

A^2 test istatistiği küçük hacimli örnekler için düzeltilerek kullanılır. Düzeltilmiş A^2 istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$A_{düz}^2 = A^2 \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right) \quad (3.5)$$

A^2 kritik değerleri $A_{0.05}^2 = 0.752$, $A_{0.025}^2 = 0.873$, $A_{0.01}^2 = 1.035$ aracılığı ile belirlenir (Özdamar, 2009).

3.1.3 Ki - Kare Testi

Frekans dağılımı biçiminde k sınıfta sınıflanmış verilerin μ ve σ^2 parametrelili Normal dağılıma uygunluğunu ($X \approx N(\mu, \sigma^2)$) test etmekte yararlanılan testlerden birisidir. $r \times 1$ ya da $1 \times c$ tipinde tablolaştırılmış verilerin gözlenen frekanslarının (G_i), μ ve σ^2 parametrelili Normal dağılım varsayımına göre hesaplanan Teorik frekansları (T_i) ile uyumluluğu aşağıdaki ki-kare test istatistiği ile test edilir (Özdamar, 2009).

$$X_P^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(G_i - T_i)^2}{T_i} \quad (3.6)$$

EasyFit bilgisayar programı en uygun dağılıma 1 numarasını vererek dağılımları uygunluk sırasına koymaktadır.

İstasyonların hangi dağılıma uygun olduğu belirlenirken, Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling testlerindeki numara sıralarının toplamı hangi dağılımda en azsa o dağılıma uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Kolmogorov-Smirnov ve Anderson-Darling testlerinin numara sıralarının toplamı eşit çıkması durumlarında, Ki-Kare testinde hangi dağılımın sıralaması en azsa o dağılıma uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bu uyum iyiliği testi Antalya Havzası'nda gözlenmiş veriler için yapıldığı gibi, gözlenmiş verilerin beklenti maksimizasyonu metodu kullanılarak elde edilen tamamlanmış veriler için de yapılmıştır.

3.2 Beklenti Maksimizasyonu Yöntemi

Beklenti Maksimizasyonu algoritması, Dempster ve diğ. (1977) tarafından en büyük benzerlik yöntemlerinin problemlerini çözmek için önerilmiştir. Beklenti Maksimizasyonu algoritması, istatistiksel metodolojiyi algoritmik uygulamalarla birleştirmekte ve çeşitli eksik veri problemlerinin çözümünde dikkat çekmektedir (Dempster ve diğ. 1977). Beklenti Maksimizasyonu yönteminin, tüm gözlemlerin kullanılması yöntemi, gözlemlerin ya da değişkenlerin silinmesi yöntemi ve eksik gözlem ile ortalamanın yer değiştirmesi yöntemlerinden daha başarılı olduğu kanıtlanmıştır. Beklenti Maksimizasyonu algoritması, eksik veriler için genel bir yöntem olup, eksik veri ile bir veri modelinin bilinmeyen parametreleri arasındaki ilişkiyi artırmaktadır.

Bu yöntemin uygulanışında, ilk önce tahmin edilen model parametreleri kullanılarak eksik değerler hesaplanmaktadır. Daha sonra bu tamamlanan eksik değerler, model parametrelerinin yeniden hesaplanmasında kullanılmakta ve bu işlem tekrarlanmaktadır (Nelwamondo ve diğ. 2007). Beklenti Maksimizasyonu yöntemi, veri setinin rastgele olduklarını kabul eder. Beklenti Maksimizasyonu

algoritmasında, ortalama ve kovaryans matrisinin tahminleri üç adımda düzeltilmektedir. İlk adımda, ortalama ve kovaryans matrisinin tahminleri kullanılarak eksik değerleri içeren verilerin regresyon parametreleri hesaplanmaktadır. İkinci olarak, eksik değerler, hesaplanan parametreler kullanılarak tamamlanmakta ve ortalama ve kovaryans matrisi tamamlanmış veri seti kullanılarak yeniden tahmin gerçekleştirilmektedir. Bu işlem, ortalama ve kovaryans matrisinin değerleri değişmeye kadar devam etmektedir (Schneider, 2001).

Beklenti Maksimizasyonu yöntemi, yinelemeli ve iki aşamalı bir yöntem olup E aşaması eksik veri için en iyi olası kestirimleri, M aşaması ise eksik veri atandığında ortalama, standart sapma ya da korelasyona ilişkin kestirimleri verir. Bu süreç, kestirilen değerlerdeki değişimin önemsizmeyecek derecede azalmasına kadar devam eder. Beklenti Maksimizasyonu yönteminde tekrarlı işlemler kullanılarak eksik veriler içeren nicel değişkenlerin ortalamaları, kovaryans matrisi ve korelasyonu tahmin edilir;

$$x_0 = [\bar{x}_j^0] = \text{Diag}(\bar{x}^P) = [\bar{x}_{jj}^P] \quad (3.7)$$

$$C_0 = [c_{jk}^0] = C^P = [c_{jk}^P] \quad (3.8)$$

Eğer x_{ij} gözlem değeri eksik değilse (tam ise): $x_{ij}^m = x_{ij}$, eğer x_{ij} eksikse m . iterasyon sonucu tahmin edilen değer;

$$x_{ij}^m = \beta_{0,ij}^{m-1} + \sum_l \beta_{l,ij}^{m-1} * x_{il}; \quad l \in J_2 = J (l: x_{il} \text{ kayıp değilse ve } l \neq j) \text{ formülü}$$

yardımıyla hesaplanır. Burada $[\beta_{0,ij}^{m-1}, \beta_{l,ij}^{m-1}]$ değerleri \bar{x}_{m-1} ve C_{m-1} 'den hesaplanır.

$$\bar{x}_m = [\bar{x}_j^m] = \left[\sum_i w_i * x_{ij}^m / \sum_i w_i; \quad i \in I \right] \quad (3.9)$$

$$C_m = [c_{jk}^m] = \left[\frac{\sum_i w_i * x_{ij}^m (x_{ij}^m - x_j^m) * (x_{ik}^m - x_k^m) + \sum_i \sum_s c_{j,s|J_2}^{m-1}}{(n-1) * \sum_i w_i / n}; \quad i \in J_2, s \notin J_2 \text{ ve } s \neq j \right] \quad (3.10)$$

$$w_i = \begin{cases} 1 \\ \frac{1 - \alpha + \alpha * \lambda^{1+p/2} * \exp((1 - \lambda) * D^2 / 2)}{1 - \alpha + \alpha * \lambda^{p/2} * \exp((1 - \lambda) * D^2 / 2)} \\ (sd + p) / (sd + D^2) \end{cases} \quad (3.11)$$

Burada ilk değer çok değişkenli normal dağılım için, ikinci ifade bozulmuş normal dağılım için ve son ifade student t dağılımını içindir. α ; Bozulma oranı, λ ; Standart sapma oranı, p ; Bağımsız değişkenlerin sayısı, D^2 ; Birimin ortalamadan olan Mahalanobis uzaklığının karesi olarak tanımlanabilir.

$$D^2 = \sum_{jk} (x_{ij}^m - \bar{x}_j^m) * (c_{jk}^m)^{-1} * (x_{ik}^m - \bar{x}_k^m) \quad (3.12)$$

Yukarıdaki formülde $(c_{jk}^m)^{-1}$ ifadesi C_{m-1} 'in jk . elemanıdır. Algoritmanın sona ermesi için belirli bir değer ile kontrol edilmesi gerekmektedir. Örneğin regresyon analizinde artık kareler toplamı arasındaki fark çok küçük bir değere eşit olursa iterasyona devam edilmez ve o andaki parametre tahminleri en iyi değerler olarak ele alınır. Analizde yakınsama için:

$$\left| c_{jj}^m - c_{jj}^{m-1} \right| / c_{jj}^m \leq \quad (3.13)$$

Veri atama: $X_i^E = [x_{ij}^E] = [x_{ij}^{m'}]$ burada m', m 'nin son değeridir.

Ortalama ve kovaryanslara ilişkin formüller aşığıdaki gibidir (Bal ve diğ. 2004).

$$\bar{x}^E = [\bar{x}_j^E] = \bar{x}_{m'} = [\bar{x}_j^{m'}] \quad (3.14)$$

$$C^E = [c_{jk}^E] = C_{m'} = [c_{jk}^{m'}] \quad (3.15)$$

$$\text{Korelasyon ise; } R^E = [r_{jk}^E] = [c_{jk}^E / (c_{jj}^E * c_{kk}^E)^{1/2}] \quad (3.16)$$

Uyum iyiliği testi ile dağılımlar belirlendikten sonra, EasyFit bilgisayar programıyla Antalya Havzası'ndaki belirlenen istasyonlar için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu grafikleri belirlenen dağılımlardan faydalanılarak bulunmuştur. Bu işlem gözlenmiş veriler için yapıldığı gibi, tamamlanmış veriler için de ayrıca yapılmıştır.

Antalya Havzası'nda belirlenen istasyonlardan faydalanılarak olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu elde edilmiştir. Tablo 3.1'de Antalya Havzası gözlenmiş veriler için uygun olan dağılım fonksiyonu ve dağılım parametreleri, Tablo 3.2'de Antalya Havzası tamamlanmış veriler için uygun olan dağılım fonksiyonu ve dağılım parametreleri gösterilmiştir. Antalya Havzası'ndaki istasyonların gözlenmiş verileri için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu grafikleri Ek A.1'de gösterilmiştir. Antalya Havzası'ndaki istasyonların tamamlanmış verileri için olasılık yoğunluk fonksiyonu ve kümülatif dağılım fonksiyonu grafikleri Ek A.2'de gösterilmiştir. Bu işlemler yapıldıktan sonra, EasyFit bilgisayar programı yardımıyla belirlenen istasyonların tanımlayıcı istatistikleri bulunmuştur.

Bu tanımlayıcı istatistikler Antalya Havzası gözlenmiş veriler için Tablo 3.3' te gösterildiği gibi, ayrıca Antalya Havzası tamamlanmış veriler için de Tablo 3.4' te gösterilmiştir. Tablolardaki minimum, medyan ve maksimum değerler m^3/s birimindedir.

Antalya Havzası istasyonları için tanımlayıcı istatistikleri belirlendikten sonra, EasyFit bilgisayar programıyla Antalya Havzası gözlenmiş veriler ve Antalya Havzası tamamlanan veriler için olası taşkın tahminleri yapılmıştır. Tablo 3.5'te Antalya Havzası gözlenmiş veriler için, Tablo 3.6'da Antalya Havzası tamamlanmış veriler için olası taşkın tahmini değerleri gösterilmiştir. Burada, olası taşkın tahminleri dönüş aralığı 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 500, 1000 yıl için yapılmıştır. Böylelikle taşkın frekans analizi işlemi tamamlanmış bulunmaktadır. Olası taşkın tahmini değerleri Tablo 3.5'te ve Tablo 3.6'da $x(p)$ (m^3/s) olarak gösterilmiştir.

Antalya Havzası'nda 1961-2000 yılları arasındaki çalışılan istasyonların verileri için tam, eksik olduğunu ve EM (beklenti maksimizasyonu) ile tamamlandığını gösteren tablo ekler bölümünde Tablo B.1' de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler İçin Uygun Olan Dağılım Fonksiyonları ve Dağılım Parametreleri

İst. No	Uygun olan Dağılım Fonksiyonu	Dağılım Parametreleri									
		σ	μ	γ	α	β	ξ	k	δ		
09-02	Lognormal(3P)	1.10301	2.4557	7.614	-	-	-	-	-	-	
09-07	Pareto 2	-	-	-	2.0553	27.972	-	-	-	-	
09-11	Wakeby	-	-	0.56013	7.7594	0.9842	0	-	-	0.758	
09-13	Gen.Pareto	448.86	26.722	-	-	-	-	0.74171	-	-	
09-16	Gumbel Min.	8.6849	30.481	-	-	-	-	-	-	-	
09-18	Gen. Lojistik	15.806	32.626	-	-	-	-	0.30679	-	-	
09-22	Gen.Ekst. Değ.	4.4127	5.3372	-	-	-	-	0.38757	-	-	
09-34	Gen. Pareto	215.46	0.60059	-	-	-	-	-0.63421	-	-	
09-39	Wakeby	-	-	2.1198	16.484	2.2779	1.1713	-	0.62209	-	
09-42	Wakeby	-	-	0.06931	3.0876	0.84996	0.56855	-	0.8937	-	
09-47	Lognormal	0.56885	1.4814	-	-	-	-	-	-	-	
09-53	Gen. Lojistik	1.2856	21.262	-	-	-	-	-0.43323	-	-	
09-56	Log-Lojistik	-	-	-	3.541	77.504	-	-	-	-	
09-57	Gen.Ekst. Değ.	2.2962	4.1807	-	-	-	-	0.03777	-	-	
09-60	Wakeby	-	-	1.7155	87.89	2.7216	6.8646	-	0.54337	-	
09-65	Wakeby	-	-	8.006	172.11	29.861	0	-	0.10206	-	
09-67	Wakeby	-	-	77.602	1042.5	16.613	0	-	-0.07741	-	
09-68	Gen. Lojistik	50.602	200.25	-	-	-	-	0.07128	-	-	
09-73	Gen. Pareto	26.396	-3.5589	-	-	-	-	-0.10345	-	-	
09-75	Gen. Lojistik	6.4442	26.723	-	-	-	-	0.09735	-	-	
09-77	Gen. Lojistik	1.0214	2.7404	-	-	-	-	0.13593	-	-	
09-84	Wakeby	-	-	45.511	319.88	9.6426	-12.682	-	0.05974	-	
09-86	Lojistik	55.639	186.32	-	-	-	-	-	-	-	
09-88	Gen. Pareto	25.299	7.6485	-	-	-	-	0.47449	-	-	
09-89	Wakeby	-	-	67.277	983.68	54.813	0	-	-0.16336	-	
09-91	Lognormal	0.43035	3.0644	-	-	-	-	-	-	-	
09-95	Lognormal	0.38509	4.1661	-	-	-	-	-	-	-	
09-100	Log-Pearson 3	-	-	-3.8329	157.86	0.04987	-	-	-	-	

Tablo 3.2: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Uygun Olan Dağılım Fonksiyonları ve Dağılım Parametreleri

İst. No	Uygun olan Dağılım Fonksiyonu	Dağılım Parametreleri									
		σ	μ	γ	α	β	ξ	k	δ		
09-02	Lognormal(3P)	1.10301	2.4557	7.614	-	-	-	-	-	-	
09-07	Gen. Pareto	31.199	-4.0553	-	-	-	-	0.0464	-	-	
09-11	Wakeby	-	-	0.26914	8.595	0.79963	0	-	-	0.83877	
09-13	Gen. Pareto	435.57	30.72	-	-	-	-	-	-	-	
09-16	Wakeby	-	-	4.7785	119.47	4.4549	-0.6590	-	-	0.07775	
09-18	Gen.Ekst. Değ.	28.275	28.451	-	-	-	-	-0.08067	-	-	
09-22	Wakeby	-	-	3.4079	37.85	1.542	-0.0794	-	-	0.26208	
09-34	Wakeby	-	-	45.433	335.05	2.4476	14.198	-	-	-0.19688	
09-39	Gen. Lojistik	4.6463	9.6669	-	-	-	-	0.38651	-	-	
09-42	Gen. Lojistik	1.0525	2.2692	-	-	-	-	0.38737	-	-	
09-47	Gen.Loistik	1.942	4.927	-	-	-	-	0.229	-	-	
09-53	Wakeby	-	-	1.5801	125.35	10.364	8.1654	-	-	0.43001	
09-56	Log-Lojiks.(3P)	-	-	9.6045	2.9531	85.151	-	-	-	-	
09-57	Wakeby	-	-	2.0374	14.884	4.1814	1.159	-	-	0.1212	
09-60	Wakeby	-	-	13.839	128.8	7.9407	6.5888	-	-	-0.11132	
09-65	Gen.Ekst. Değ.	7.1936	11.526	-	-	-	-	0.15225	-	-	
09-67	Wakeby	-	-	61.756	1697.3	17.078	-30.626	-	-	-0.04362	
09-68	Wakeby	-	-	94.997	4320.5	20.386	-79.393	-	-	-0.13206	
09-73	Gen. Pareto	24.318	-2.3533	-	-	-	-	-0.17359	-	-	
09-75	Log-Lojiks.(3P)	-	-	-3.0803	3.6101	31.889	-	-	-	-	
09-77	Wakeby	-	-	1.7942	9.0584	4.1668	-0.3572	-	-	0.16715	
09-84	Wakeby	-	-	24.354	115.13	1.3005	-9.3164	-	-	0.40829	
09-86	Wakeby	-	-	190.01	909.12	8.1924	-37.698	-	-	-0.48417	
09-88	Wakeby	-	-	0.93207	122.12	0.47216	-5.6911	-	-	0.78216	
09-89	Wakeby	-	-	27.055	274.59	6.0843	12.377	-	-	0.01136	
09-91	Wakeby	-	-	7.6223	58.725	2.9662	5.7974	-	-	0.45092	
09-95	Wakeby	-	-	34.012	220.67	6.145	17.153	-	-	-0.21478	
09-100	Gen. Lojistik	24.378	76.568	-	-	-	-	0.16312	-	-	

Tablo 3.3: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler için Tanımlayıcı İstatistikler

İst. No	n	Veri Aralığı	Ortalama	Varyans	Standart Sapma	Değişim Katsayısı	Standart Hata	Çarpıklık	Rölatif Kurtosis	Minimum	Medyan	Maksimum
09-02	40	96.4	26.818	448.48	21.177	0.78967	3.3484	2.1264	4.6389	8.6	19.35	105
09-07	21	149.5	24.183	1238.9	35.198	1.4555	7.6809	2.6473	7.9981	0.5	9.4	150
09-11	37	52.53	6.2251	74.53	8.6331	1.3868	1.4193	4.6432	25.101	0.47	4.78	53
09-13	39	572	284.44	26278	162.1	0.56992	25.957	0.25182	-1.152	48	260	620
09-16	31	41.43	25.468	124.07	11.139	0.43736	2.0006	-0.52123	-0.63768	4.57	29	46
09-18	10	109.2	41.56	1093.1	33.062	0.79552	10.455	1.2936	1.735	5.8	31.5	115
09-22	10	35.9	10.59	109.71	10.474	0.98908	3.3123	2.2949	6.1263	2.1	7.65	38
09-34	13	271	132.45	7269.5	85.261	0.64374	23.647	0.39401	-0.89685	23	105	294
09-39	27	54.78	11.809	151.41	12.305	1.042	2.3681	2.8491	8.4164	2.22	9	57
09-42	23	14.22	2.8896	8.3515	2.8899	1.0001	0.60259	3.6008	15.069	0.78	2.3	15
09-47	17	11.85	5.1324	8.8084	2.9679	0.57827	0.71982	1.2036	1.6244	1.15	4.1	13
09-53	10	11	20.1	11.378	3.3731	0.16782	1.0667	-1.7388	3.3035	12	21.5	23
09-56	29	113	86.417	1257.9	35.467	0.41042	6.5861	0.33119	-1.1233	27	77	140
09-57	10	8.55	5.595	8.1652	2.8575	0.51072	0.90362	0.67073	-0.43992	1.95	4.655	10.5
09-60	16	53.8	34.237	175.39	13.243	0.38681	3.3109	0.2815	0.52908	10.2	35.5	64
09-65	25	35.6	14.493	86.89	9.3215	0.64318	1.8643	1.3292	1.0012	3.4	11.8	39
09-67	23	281	131.22	4631.9	68.058	0.51867	14.191	0.85505	0.38378	19	110	300
09-68	14	292	206.21	7511.9	86.671	0.4203	23.164	0.27618	-0.61522	78	195	370
09-73	11	53.35	20.363	393.58	19.839	0.97427	5.9816	0.79121	-0.81356	1.65	12.5	55
09-75	18	47	27.767	135.65	11.647	0.41946	2.7452	0.36706	0.62945	4	26.1	51
09-77	16	6.67	2.9737	3.5393	1.8813	0.63263	0.47032	0.81443	0.61474	0.43	3.1	7.1
09-84	13	183.1	65.777	2434.9	49.344	0.75017	13.686	1.224	1.7449	2.9	48	186
09-86	12	367.6	186.32	10184	100.92	0.54164	29.132	0.61391	1.1918	43.4	184	411
09-88	11	212.8	55.791	4229.8	65.037	1.1657	19.609	2.0833	4.3353	11.2	27	224
09-89	11	159.6	75.455	2245.6	47.388	0.62804	14.288	1.046	0.95879	20.4	63.8	180
09-91	14	47.82	23.57	135.84	11.655	0.49449	3.115	1.9188	5.4506	9.68	22.9	57.5
09-95	10	106.2	69.56	910.66	30.177	0.43383	9.5428	1.4128	2.8256	33.8	62	140
09-100	10	155	67.91	2042.7	45.197	0.66554	14.292	1.5841	3.0127	20	53.2	175

Tablo 3.4: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Tanımlayıcı İstatistikler

İst. No	n	Veri Aralığı	Ortalama	Varyans	Standart Sapma	Değişim Katsayısı	Standart Hata	Çarpıklık	Rölatif Kurtosis	Minimum	Medyan	Maksimum
09-02	40	96.4	26.818	448.48	21.177	0.78967	3.3484	2.1264	4.6389	8.6	19.35	105
09-07	40	150	28.662	1060.8	32.57	1.1364	5.1497	1.7301	3.7409	0	16.205	150
09-11	40	52.53	6.4453	69.652	8.3457	1.2949	1.3196	4.6483	25.811	0.47	4.99	53
09-13	40	572	283.38	25648	160.15	0.56514	25.322	0.27435	-1.0981	48	257.5	620
09-16	40	42.44	26.424	116.5	10.794	0.40848	1.7066	-0.37479	-0.20854	4.57	27	47.01
09-18	40	128.75	42.669	1051.3	32.424	0.7599	5.1267	0.67053	0.26904	0	40.085	128.75
09-22	40	46.2	19.429	144.89	12.037	0.61956	1.9033	0.52884	-0.17531	1.69	19.05	47.89
09-34	40	271	149.35	4563.7	67.555	0.45233	10.681	-0.09609	-0.74424	23	157.67	294
09-39	40	57	13.222	159.1	12.613	0.95397	1.9944	2.0976	4.3803	0	10.25	57
09-42	40	15	3.077	8.2557	2.8733	0.93379	0.4543	2.4198	7.3609	0	2.3	15
09-47	40	20.77	5.7053	16.294	4.0366	0.70752	0.63824	1.5664	3.897	0	5.39	20.77
09-53	40	30.54	21.968	29.108	5.3952	0.24559	0.85305	1.4389	5.0771	11.3	21.84	41.84
09-56	40	280.83	110.31	4137.8	64.326	0.58316	10.171	1.6727	3.1013	27	94.67	307.83
09-57	40	13.04	6.35	9.5322	3.0874	0.48621	0.48816	0.94414	1.0417	1.89	6.09	14.93
09-60	40	57.21	33.447	173.22	13.161	0.39349	2.081	0.59854	0.54335	10.2	31.555	67.41
09-65	40	59.65	16.943	127.24	11.28	0.6658	1.7836	1.6774	4.2764	0.42	13	60.07
09-67	40	300	122.44	3822.6	61.827	0.50496	9.7757	0.77868	0.92206	0	115	300
09-68	40	423.61	206.55	7583.8	87.085	0.42163	13.769	0.27122	0.50878	0	195.67	423.61
09-73	40	75.36	18.368	312.29	17.672	0.96211	2.7942	1.2788	1.7071	0	14.56	75.36
09-75	40	99.31	33.815	455.48	21.342	0.63115	3.3745	1.7769	3.2659	4	26.61	103.31
09-77	40	14.23	3.5502	7.8331	2.7988	0.78833	0.44252	1.6775	4.3106	0	3.135	14.23
09-84	40	428.74	81.886	6795.1	82.432	1.0067	13.034	2.221	7.1531	0	64.535	428.74
09-86	40	411	189.23	11230	105.97	0.56002	16.755	0.09731	-0.62036	0	184	411
09-88	40	255.59	81.538	4520.9	67.238	0.82462	10.631	0.96179	0.3151	0	78.025	255.59
09-89	40	159.98	78.503	1110.8	33.329	0.42456	5.2698	0.71395	1.0907	20.02	74.89	180
09-91	40	130.14	34.485	637.71	25.253	0.73228	3.9928	2.4888	7.8327	8.12	31.55	138.26
09-95	40	117.21	76.036	827.55	28.767	0.37834	4.5485	0.31076	-0.21177	23.48	73.665	140.69
09-100	40	228.26	83.315	2214.4	47.057	0.56481	7.4404	1.0417	1.559	0	80.34	228.26

Tablo 3.5: Antalya Havzası Gözlenmiş Veriler İçin Olası Taşkın Tahmini Değerleri

İst No.	Aşılma Olasılığı										
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.033	0.025	0.020	0.013	0.010	0.002	0.001
	Dönüş Aralığı (Yıl)										
2	5	10	20	30	40	50	75	100	500	1000	
	Olası Taşkın Tahmini Değerleri x(p) (m ³ /s)										
09-02	19.268	35.348	51.249	71.055	85.055	95.385	104.29	123.08	135.63	233.63	288.81
09-07	11.219	33.235	57.785	92.181	119.1	140.37	159.68	203.44	234.94	547.33	778.08
09-11	4.4093	8.0305	10.56	13.89	16.678	19.041	21.313	26.907	31.305	89.244	146.01
09-13	269.98	448.47	522.2	566.3	583.69	592.66	598.65	607.74	612.01	625.87	628.29
09-16	27.298	34.614	37.725	40.01	41.138	41.818	42.328	43.235	43.744	46.348	47.266
09-18	32.626	59.934	82.2	108.25	126.32	139.63	151.13	175.58	192.07	327.62	409.87
09-22	7.075	14.314	21.187	29.951	36.386	41.282	45.609	55.079	61.662	120.49	159.52
09-34	121.45	217.92	261.46	289.52	301.29	307.59	311.91	318.71	322.02	333.74	336.08
09-39	8.7526	14.089	19.235	26.96	33.445	38.81	43.845	55.785	64.788	167.72	255.44
09-42	2.2523	3.5255	4.2176	4.967	5.5589	6.0615	6.5513	7.7928	8.8044	24.134	41.326
09-47	4.399	7.1003	9.1193	11.213	12.518	13.414	14.149	15.608	16.522	22.615	25.515
09-53	21.262	22.602	23.084	23.401	23.542	23.622	23.679	23.774	23.824	24.028	24.08
09-56	77.504	114.64	144.15	178.02	201.18	218.1	232.62	263.25	283.73	448.02	545.04
09-57	5.0282	7.7243	9.5739	11.398	12.497	13.236	13.834	14.999	15.717	20.262	22.302
09-60	35.706	43.166	46.972	52.07	56.148	59.431	62.452	69.429	74.552	128.44	170.71
09-65	11.514	19.767	26.544	33.818	38.431	41.625	44.258	49.514	52.83	75.236	86.079
09-67	115.13	180.18	226.42	270.24	295.41	311.77	324.68	348.97	363.37	445.58	477.96
09-68	200.25	273.98	320.61	366.03	393.5	412.09	427.21	456.91	475.37	595.75	651.82
09-73	14.097	35.576	50.524	64.438	72.312	77.388	81.364	88.784	93.144	117.45	126.73
09-75	26.723	36.288	42.511	48.697	52.495	55.091	57.215	61.426	64.067	81.725	90.198
09-77	2.7404	4.2985	5.3557	6.4386	7.1187	7.5899	7.9796	8.7617	9.2589	12.71	14.44
09-84	52.658	97.376	132.83	169.79	192.69	208.31	221.06	246.15	261.74	362.98	409.67
09-86	186.32	263.45	308.57	350.14	374.25	390.15	402.85	427.22	441.98	531.98	570.6
09-88	28.412	68.759	113.32	175.24	223.38	261.26	295.34	372.93	428.42	971.78	1368
09-89	62.036	113.16	147.06	177.32	193.89	204.35	212.42	227.19	235.69	280.56	296.54
09-91	21.421	30.77	37.184	43.476	47.253	49.791	51.841	55.835	58.294	73.919	80.982
09-95	64.462	89.138	105.59	121.45	130.85	137.12	142.16	151.92	157.9	195.28	211.9
09-100	55.89	95.77	128.12	163.74	186.94	203.3	216.97	244.74	262.6	389.51	454.52

Tablo 3.6: Antalya Havzası Tamamlanmış Veriler İçin Olası Taşkın Tahmini Değerleri

İst No.	Aşılma Olasılığı										
	0.500	0.200	0.100	0.050	0.033	0.025	0.020	0.013	0.010	0.002	0.001
	Dönüş Aralığı (Yıl)										
2	5	10	20	30	40	50	75	100	500	1000	
Olası Taşkın Tahmini Değerleri x(p) (m ³ /s)											
09-02	19.268	35.348	51.249	71.055	85.055	95.385	104.29	123.08	135.63	233.63	288.81
09-07	17.922	48.08	71.76	96.215	111.26	121.47	129.77	146.05	156.12	220.68	250
09-11	4.8266	8.6977	10.936	13.407	15.335	16.946	18.495	22.349	25.428	69.257	115.74
09-13	268.11	444.75	518.79	563.62	581.49	590.76	596.98	606.47	610.96	625.72	628.36
09-16	28.339	34.331	38.207	42.278	44.825	46.574	48.007	50.844	52.619	64.339	69.856
09-18	38.662	68.396	86.638	103.13	112.41	118.4	123.1	131.91	137.11	166.63	178.18
09-22	18.628	29.238	34.535	39.734	43.128	45.572	47.655	52.017	54.915	77.744	90.949
09-34	155.44	211.11	234.73	253.84	263.95	270.24	275.05	283.74	288.68	314	322.66
09-39	9.6669	18.188	25.75	35.16	41.998	47.18	51.748	61.726	68.648	130.32	171.14
09-42	2.2692	4.2006	5.9161	8.0524	9.6057	10.783	11.821	14.089	15.663	29.699	38.999
09-47	4.927	8.0956	10.473	13.09	14.827	16.07	17.123	19.304	20.736	31.626	37.687
09-53	21.528	23.927	26.477	29.911	32.518	34.538	36.346	40.367	43.207	69.77	88.237
09-56	94.755	145.77	188.8	240.39	276.86	304.03	327.69	378.53	413.23	707.6	892.55
09-57	5.9957	8.3351	10.13	12.077	13.326	14.195	14.916	16.364	17.283	23.61	26.739
09-60	31.974	43.2	50.918	58.062	62.087	64.675	66.698	70.464	72.67	84.883	89.505
09-65	14.238	23.648	30.834	38.542	43.498	46.97	49.861	55.712	59.46	85.963	99.517
09-67	110.93	164.75	204.05	242.19	264.5	279.19	290.86	313.09	326.42	404.93	437.09
09-68	195.46	270.28	321.15	367.58	393.44	409.94	422.77	446.5	460.31	535.28	562.98
09-73	13.528	31.793	43.804	54.452	60.248	63.894	66.7	71.818	74.753	90.105	95.505
09-75	28.809	43.738	55.529	69.006	78.198	84.896	90.638	102.72	110.8	175.16	212.95
09-77	3.0142	5.1275	6.8556	8.7933	10.067	10.969	11.725	13.266	14.26	21.415	25.141
09-84	62.78	123.72	167.84	220.43	258.66	287.8	313.64	370.53	410.34	773.87	1020.6
09-86	184.78	285.68	337.01	373.7	390.47	399.93	406.67	417.79	423.5	446.35	451.87
09-88	67.356	134.98	171.77	201.3	217.26	227.78	236.38	254.06	266.05	391.88	506.46
09-89	75.67	101.45	120.63	139.95	151.61	159.43	165.73	177.95	185.42	231.72	251.93
09-91	29.264	43.451	56.412	73.948	87.397	97.894	107.34	128.49	143.53	287.3	389.52
09-95	74.461	99.343	114.85	128.21	135.31	139.72	143.07	149.11	152.53	169.74	175.5
09-100	76.568	114.49	140.99	168.71	186.4	198.78	209.08	229.96	243.36	338.84	388.2

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Antalya Havzası'nda belirlenen 28 istasyon için yapılan taşkın frekans analizinde, her istasyonun gözlenmiş ve tamamlanmış yılda anlık maksimum akım verileri için uyum iyiliği testi yapılmış ve hangi dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Uyum iyiliği testinde Kolmogorov-Smirnov, Anderson-Darling ve Ki-Kare testlerinden faydalanılmıştır.

Uyum iyiliği testi neticesinde, Antalya Havzası'ndaki 28 istasyondaki gözlenmiş verilerinde; 1 tane istasyonun Lognormal (3P), 1 tane istasyonun Pareto 2, 1 tane istasyonun Log-Pearson 3, 8 tane istasyonun Wakeby, 4 tane istasyonun Genelleştirilmiş Pareto, 1 tane istasyonun Gumbel Minimum, 5 tane istasyonun Genelleştirilmiş Lojistik, 2 tane istasyonun Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, 3 tane istasyonun Lognormal, 1 tane istasyonun Log-Lojistik, 1 tane istasyonun Lojistik dağılımına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Uyum iyiliği testi neticesinde, Antalya Havzası'ndaki 28 istasyondaki tamamlanmış verilerinde; 1 tane istasyonun Lognormal (3P), 16 tane istasyonun Wakeby, 3 tane istasyonun Genelleştirilmiş Pareto, 4 tane istasyonun Genelleştirilmiş Lojistik, 2 tane istasyonun Genelleştirilmiş Ekstrem Değer, 2 tane istasyonun Log-Lojistik (3P) dağılımına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Antalya Havzası için yapılan taşkın frekans analizinde olası taşkın tahminleri yapılmıştır. Bu olası taşkın tahminleri için 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 500, 1000 yıllık dönüş aralıkları kullanılmıştır. EasyFit bilgisayar programı kullanılarak yukarıdaki yıllık dönüş aralıkları için olası taşkın tahminleri hesaplanmıştır.

Yukarıda Antalya Havzası'nda seçilen istasyonlar için hesaplanan taşkın tahminleri sonucunda en yüksek değer 1000 yıllık dönüş aralığında ortaya çıktığı görülmüştür. Ortaya çıkan en yüksek değerleri hem gözlenmiş veriler için hem de tamamlanmış veriler için açıklayacak olursak;

Gözlenmiş veriler için maksimum olası taşkın tahminleri:

Antalya Havzası'nda 50 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-13 istasyonu için $598.65 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-68 istasyonu için $427.21 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-86 istasyonu için $402 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Antalya Havzası'nda 100 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-13 istasyonu için $612.01 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-68 istasyonu için $475.37 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-86 istasyonu için $441.98 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Antalya Havzası'nda 1000 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-88 istasyonu için $1368 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-07 istasyonu için $778.08 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-68 istasyonu için $651.82 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Tamamlanmış veriler için maksimum olası taşkın tahminleri:

Antalya Havzası'nda 50 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-13 istasyonu için $596.98 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-68 istasyonu için $422.77 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-86 istasyonu için $406.67 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Antalya Havzası'nda 100 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-13 istasyonu için $610.96 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-68 istasyonu için $460.31 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-86 istasyonu için $423.5 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Antalya Havzası'nda 1000 yıllık olası maksimum taşkın değerlerinin 09-84 istasyonu için $1020.6 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-56 istasyonu için $892.55 \text{ m}^3/\text{sn}$, 09-13 istasyonu için $628.36 \text{ m}^3/\text{sn}$ olduğu görülmektedir.

Akarsular bu debileri geçirecek şekilde düzenlenmeli veya pik debileri azaltılacak önlemler alınmalıdır. Taşkın öteleme yapıları kurulmalıdır ya da taşkın alanlarını gösteren haritalar yapılmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Aşıkoğlu, Ö.L. ve Benzeden, E., "Maksimum yağışlar için süreden bağımsız bir bölgesel model yaklaşımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 123-127, (2008).

Bal, C. ve Özdamar, K., " Eksik gözlem sorununun türetilmiş veri setleri yardımıyla çözümlenmesi", *Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(2), 67-76, (2004).

Bayazıt, M. ve Önöz, B., *Taşkın ve kuraklık hidrolojisi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 55-68, (2008).

Beshore, G., "Easyfit bilgisayar programındaki dağılımlar nelerdir? ", Web adresi: www.mathwave.com/help/easyfit/html/analyses/distributions, (2015).

Büyükkaracığan, N. ve Kahya, E., "Konya Havzası akarsuları yıllık pik akım serilerinin taşkın frekans analizi", *Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Teknik-Online Dergi* ", 8(3), (2009).

Dempster, A.P., Laird, N.M. and Rubin, D.B., " Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 39(1), 1-38, (1977).

Doğu, S., "Antalya Su Havzası'ndaki Yerleşmelerde Su, İnsan, Mekan İlişkileri ve Su Yapıları", Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, (2009).

England, J.F., Julien, P.Y. and Velleux, M.L., "Physically-based extreme flood frequency with stochastic storm transposition and paleoflood data on large watersheds", *Journal of Hydrology*, 510, 228-245, (2014).

Gilroy, K.L. and Cuen, R.H.M., "A nonstationary flood frequency analysis method to adjust for future climate change and urbanization", *Journal of Hydrology*, 414-415, 40-48, (2012).

Grimaldi, S. and Serinaldi, F., "Asymmetric copula in multivariate flood frequency analysis", *Advances in Water Resources*, 29(8), 1155-1167, (2006).

Haktanır, T., Özcan, Z. ve Çapar, Ö.F., " Türkiye akarsularının taşkın pikleri frekans analizi", *Su Mühendisliği Problemleri Semineri IV, Seminer Tebliğleri DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Daire Başkanlığı*, 11(1), Fethiye, 11-34, (1990).

Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R., "Some statistics useful in regional frequency analysis", *Water Resources Research*, 29(2), 271-281, (1993).

Kjeldsen, T.R., Macdonald, M., Lang, M., Mediero, L., Albuquerque, T., Bogdanowicz, E., Brazdil, R., Castellarin, A., David, V., Fleig, A., Gül, G.O., Kriauciunrene, J., Kahvona, S., Merz, B., Nicholson, O., Roald, L.A., Salinas, J.L., Sarauskiene, D., Sraj, M., Strupczewski, W., Szolgay, J., et al., " Documentary evidence of past floods in Europe and their utility in flood frequency estimation", *Journal of Hydrology*, 517, 963-973, (2014).

Nelwamondo, F.V., Mohamed, S. and Marwala, T., "Missing data: A comparison of neural network and expectation maximization techniques", *Current Sciences*, 93(11), 1514-1521, (2007).

Noura, A.T. and Magd, A.E., "TL-moments of the exponentiated Generalized Extreme Value Distribution", *Journal of Advanced Research* , 1(4), 351-359, (2010).

Overleir, A.P. and Reitan, T., "Accounting for rating curve imprecision in flood frequency analysis using likelihood-based methods", *Journal of Hydrology*, 366(1-4), 89-100, (2009).

Özcan, O., Musaoğlu, N., Bookhagen, B. ve Örmeci, C., "Uydu ve yersel yağış verilerinin noktasal frekans analizi ile mekansal değerlendirilmesi", *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, (2013).

Özdamar, K., *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1*, Eskişehir: Kaan Kitabevi, 273-277, (2009).

Saf, B., Dikbaş, F. and Yasar, M., "Determination of regional flood frequency distributions of floods in West Mediterranean river basins", *Fresenius Environmental Bulletin*, 16(10), 1300-1308, (2007).

Saf, B., "Batı Akdeniz Havzaları'nın l-momentlere dayalı bölgesel taşkın frekans analizi", *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2), 153-165, (2009).

Schneider, T., " Analysis of incomplete climate data: Estimation of mean values and covariance matrices and imputation of missing values", *Journal of Climate*, 14, 853-871, (2001).

Seçkin, N., "L-Momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu ile Bölgesel Taşkın Frekans Analizi", Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, (2009).

Singh, V.P., Wang, S.X. and Zhang, L., "Frequency analysis of nonidentically distributed hydrologic flood data", *Journal of Hydrology*, 307(1-4), 175-195, (2005).

Şorman, A.Ü. ve Okur, A., "L-Momentler tekniği kullanılarak noktasal ve bölgesel frekans analizinin uygulanması", *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergisi*, 11(3), 2199-2216, (2000).

Şorman, A.Ü., "Bölgesel frekans analizindeki son gelişmeler ve Batı Karadeniz'de bir uygulama", *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergisi*, 15(2), 3155-3169, (2004).

Villarini, G., Smith, J.A., Serinaldi, F., Bales, J., Bates, P.D. and Krajewski, W.F., "Flood frequency analysis for nonstationary annual peak records in an urban drainage basin", *Advances in Water Resources*, 32(8), 1255-1266, (2009).

Wang, Q.J., "LH moments for statistical analysis of extreme events", *Water Resources Research*, 33(12), 2841-2848, (1997).

Yılmaz, F.K., "Antalya'nın günlük yağış özellikleri ve şiddetli yağışların doğal afetler üzerine etkisi", *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 20-65, (2008).

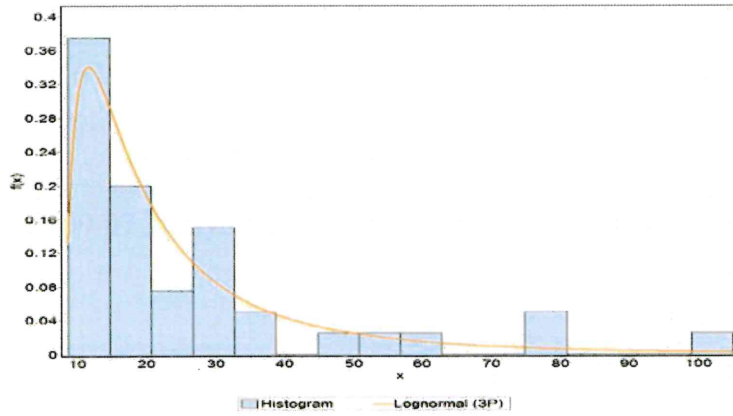
Yürekli, K., Köse, Ö. ve Hınıs, M.A., "Yüzey drenaja neden olan yıllık maksimum yağmurların bölgesel frekans analizi", *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2), 27-30, (2011).

EKLER

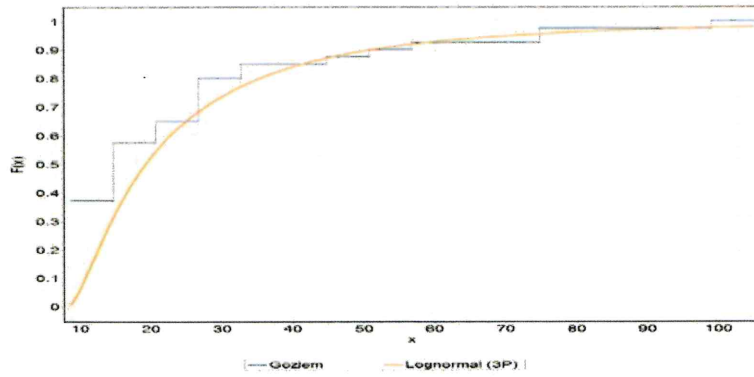
6. EKLER

EK A Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri

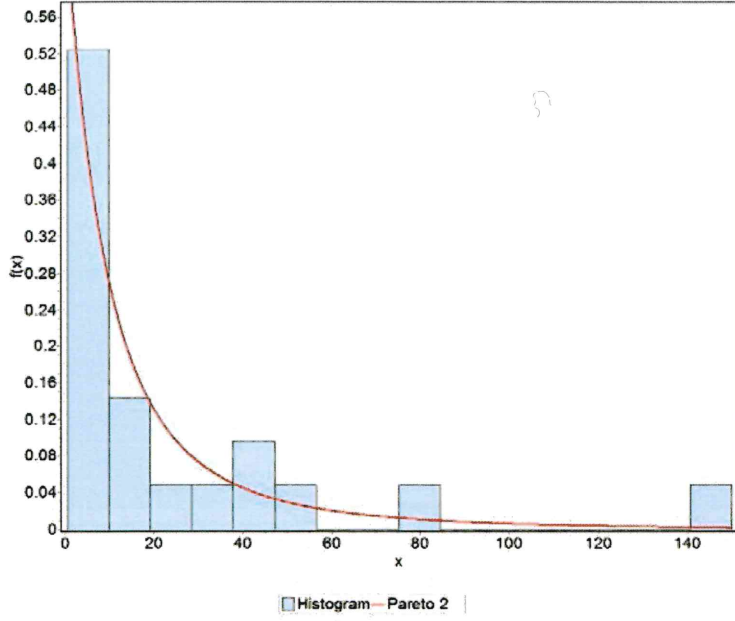
EK A.1 Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Gözlenmiş Verileri İçin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri



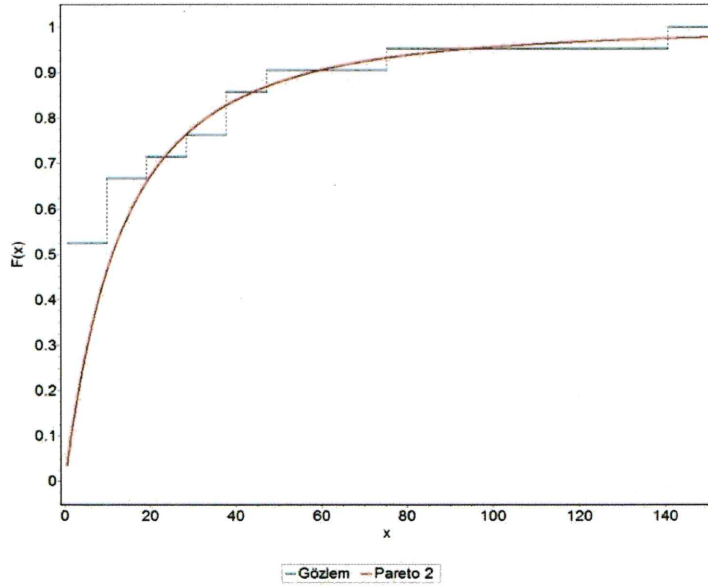
Şekil A.1: 09-02 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



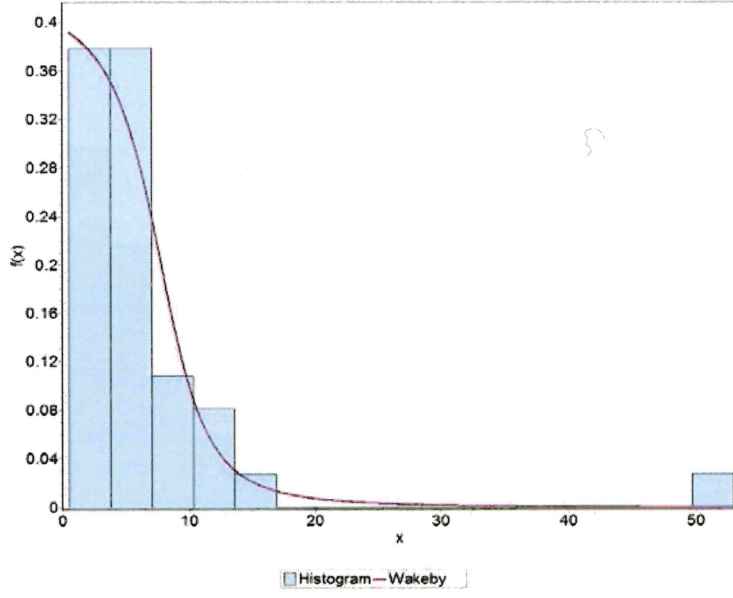
Şekil A.2: 09-02 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



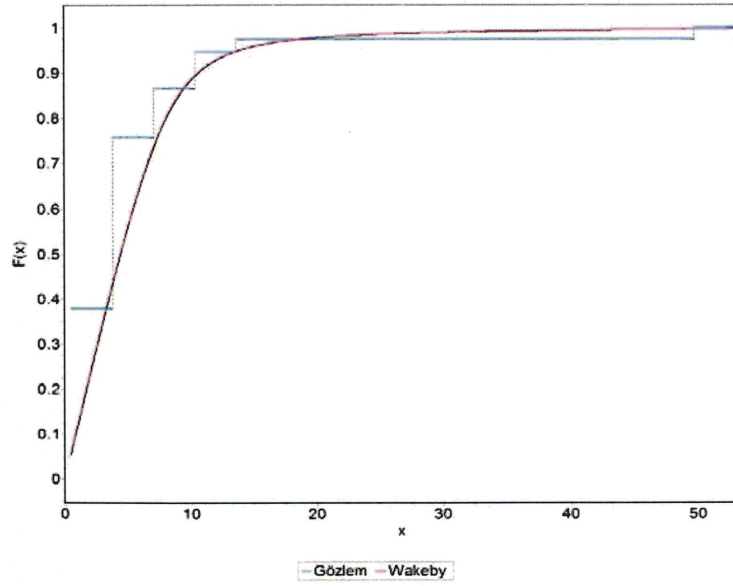
Şekil A.3: 09-07 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



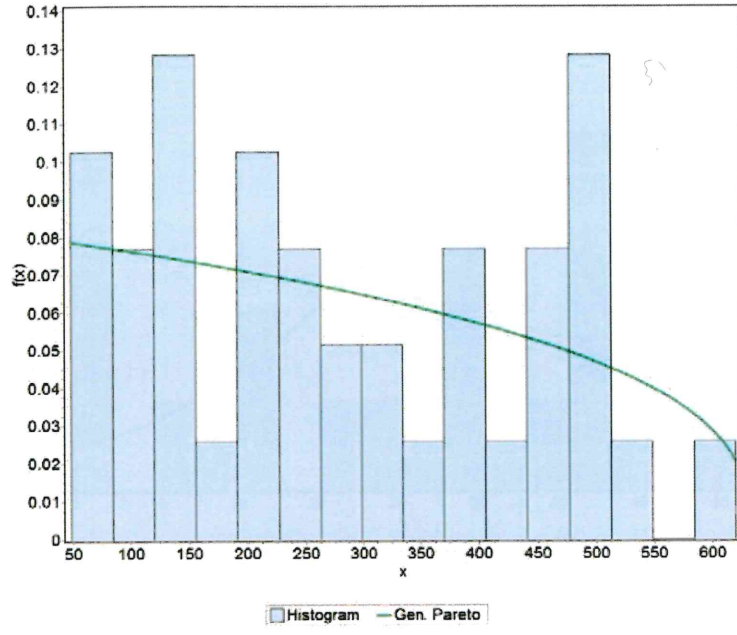
Şekil A.4: 09-07 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



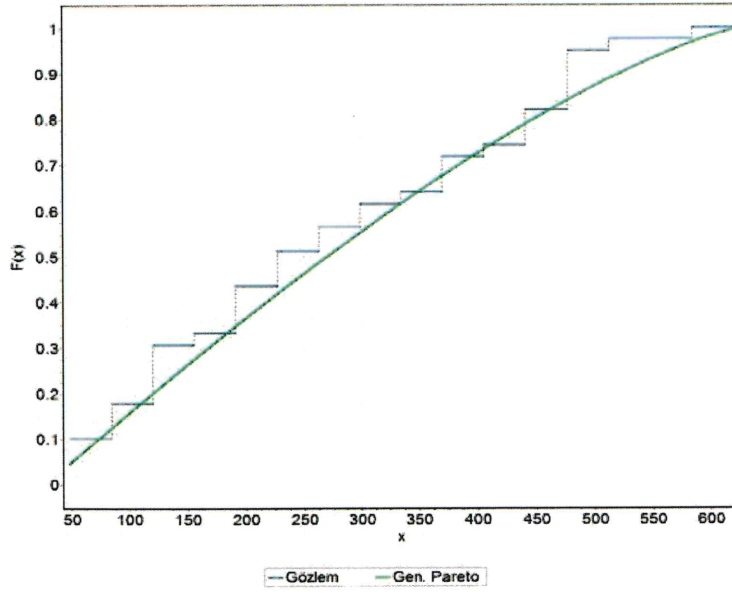
Şekil A.5: 09-11 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



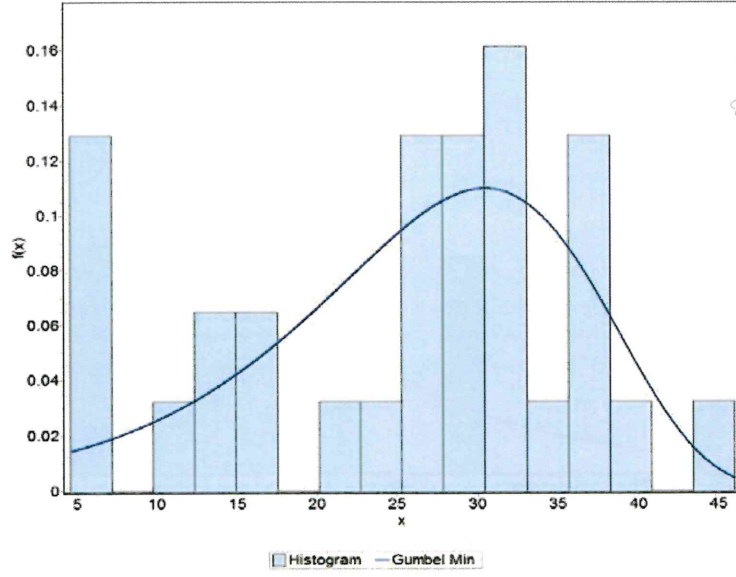
Şekil A.6: 09-11 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



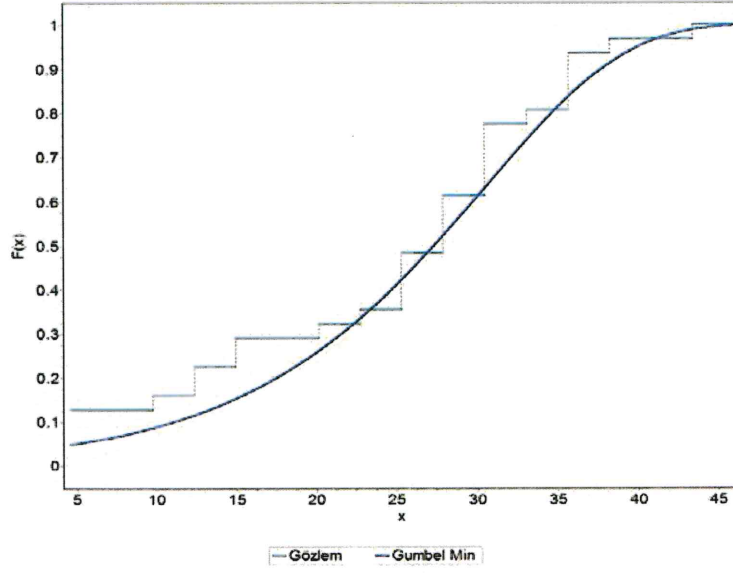
Şekil A.7: 09-13 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



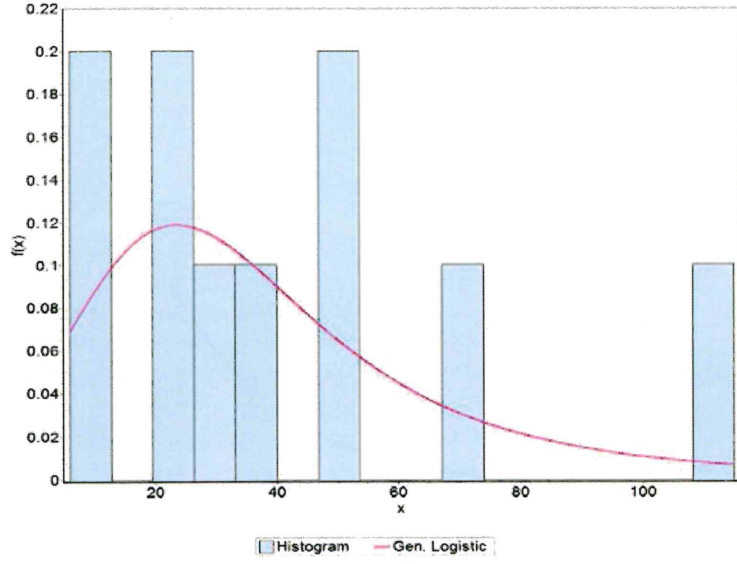
Şekil A.8: 09-13 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



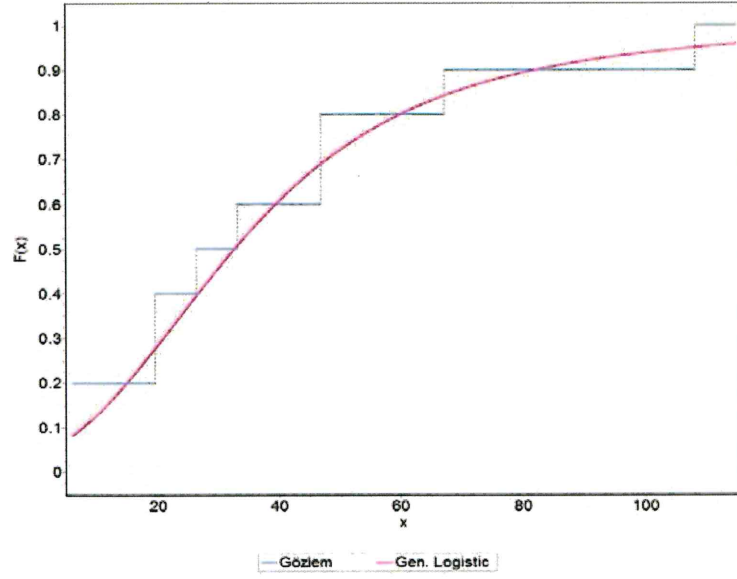
Şekil A.9: 09-16 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



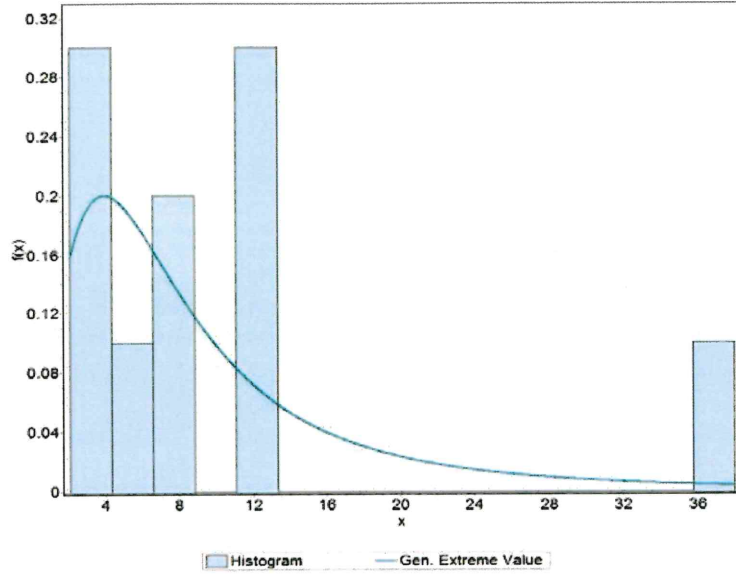
Şekil A.10: 09-16 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



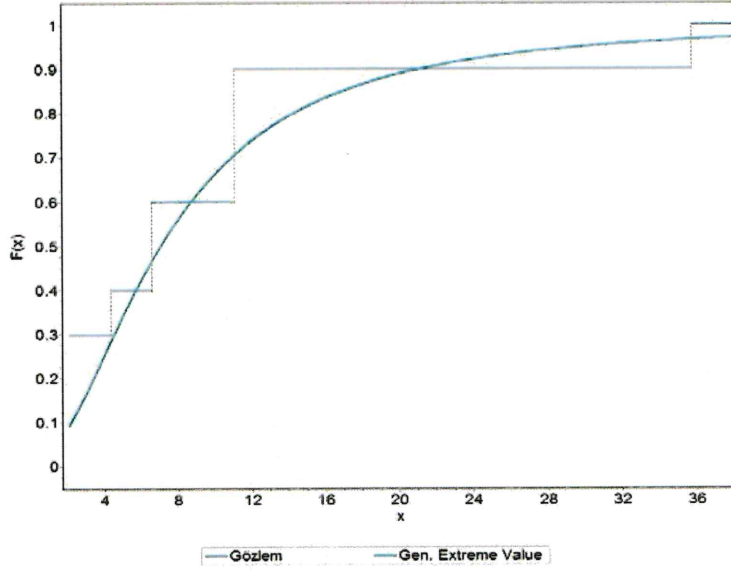
Şekil A.11: 09-18 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



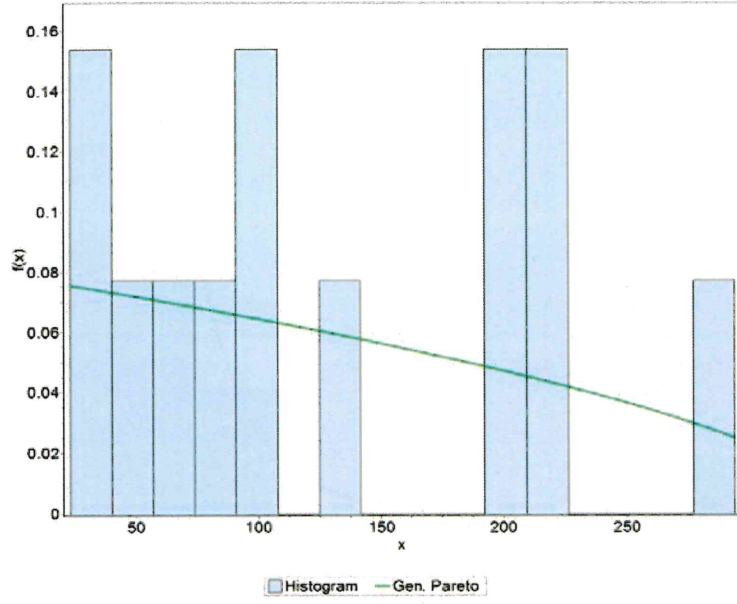
Şekil A.12: 09-18 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



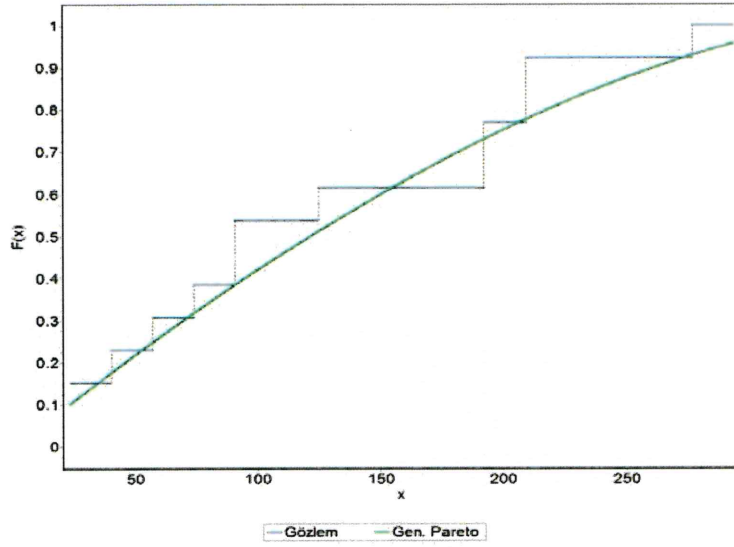
Şekil A.13: 09-22 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



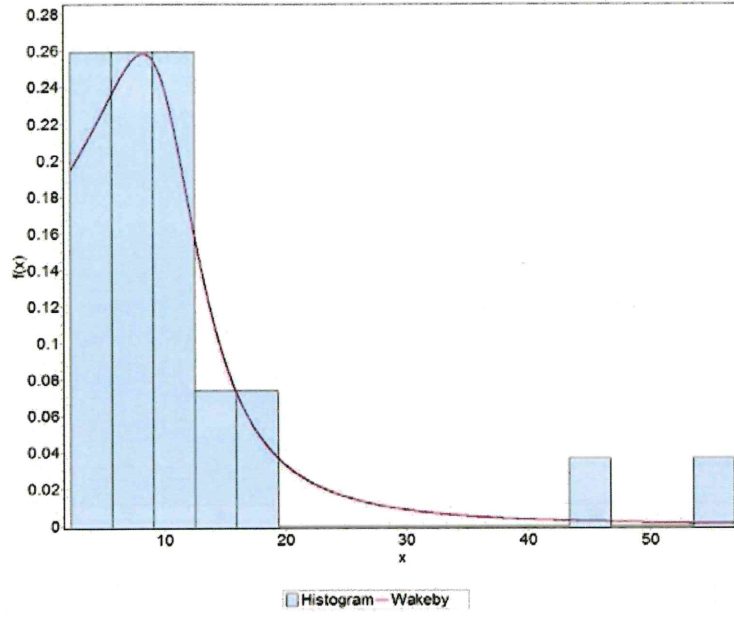
Şekil A.14: 09-22 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



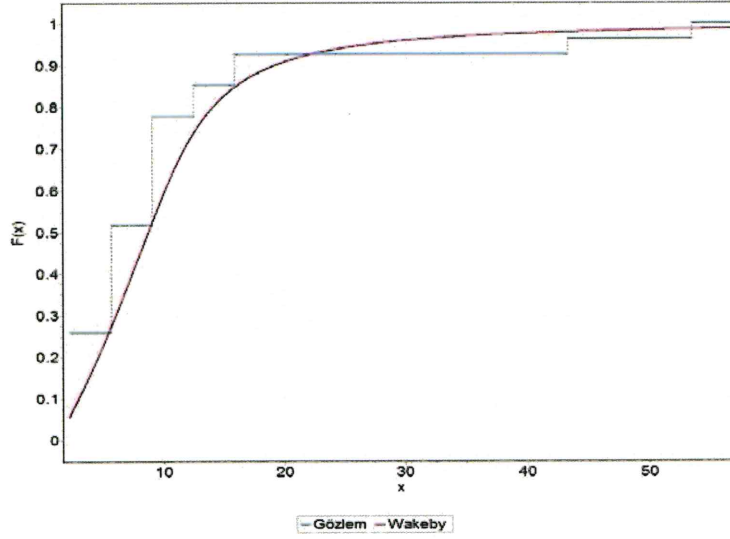
Şekil A.15: 09-34 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



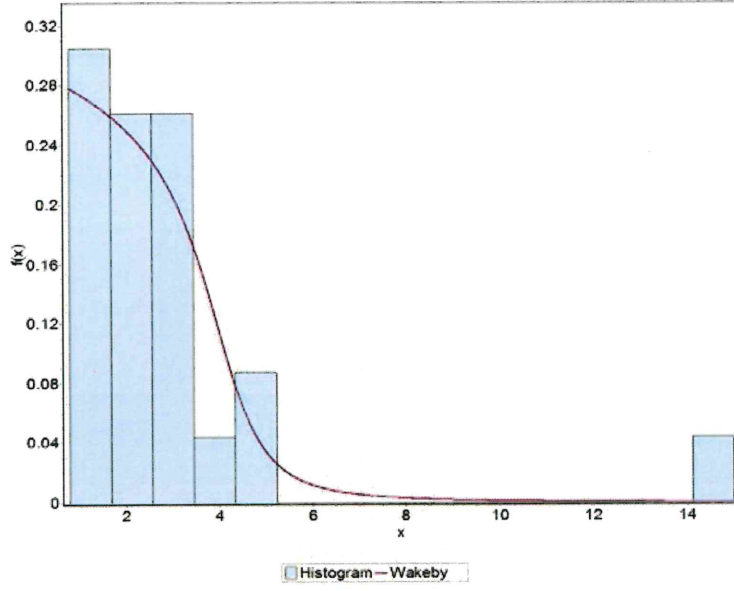
Şekil A.16: 09-34 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



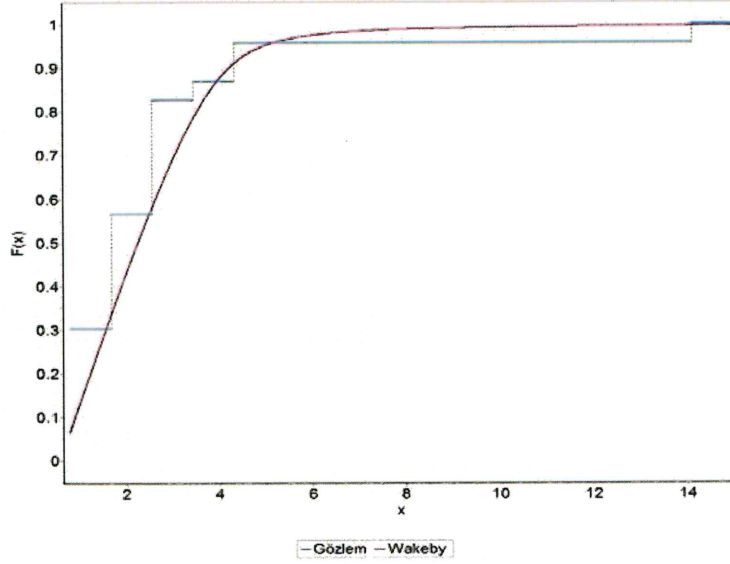
Şekil A.17: 09-39 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



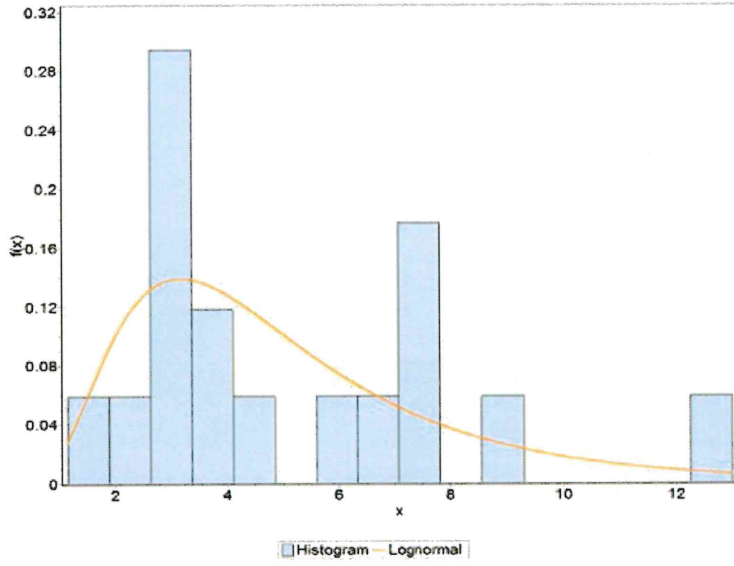
Şekil A.18: 09-39 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



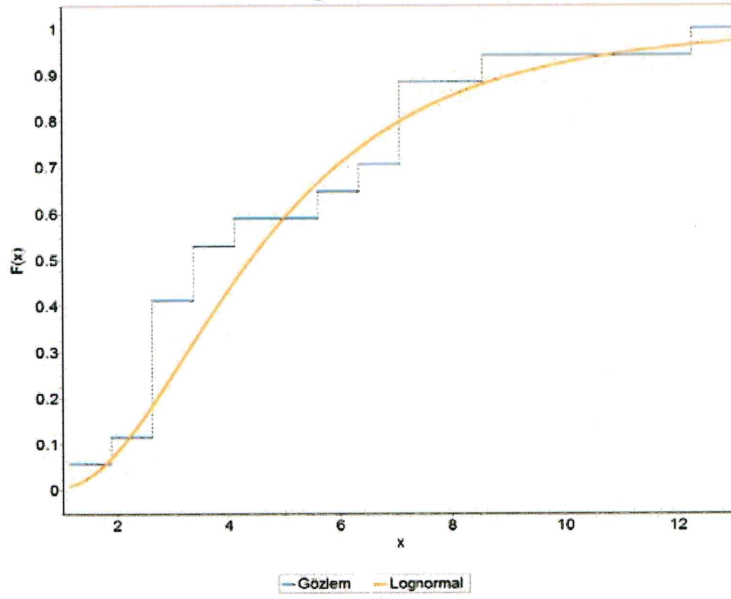
Şekil A.19: 09-42 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



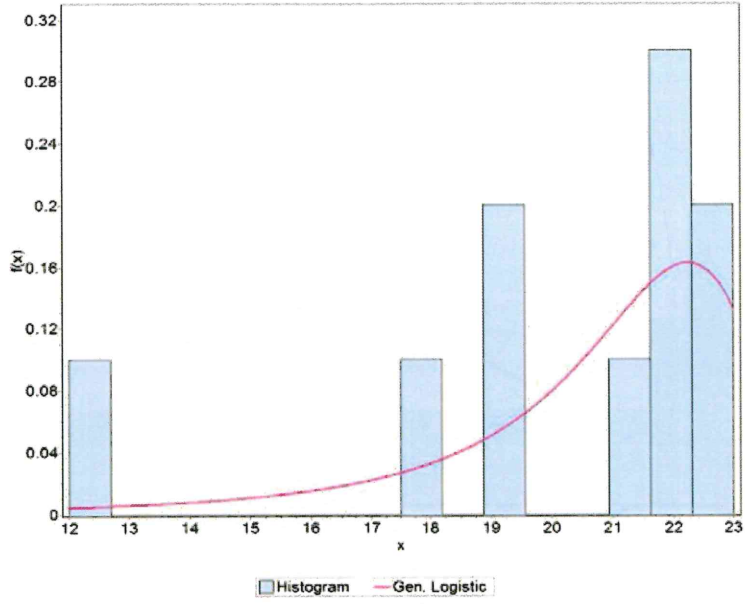
Şekil A.20: 09-42 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



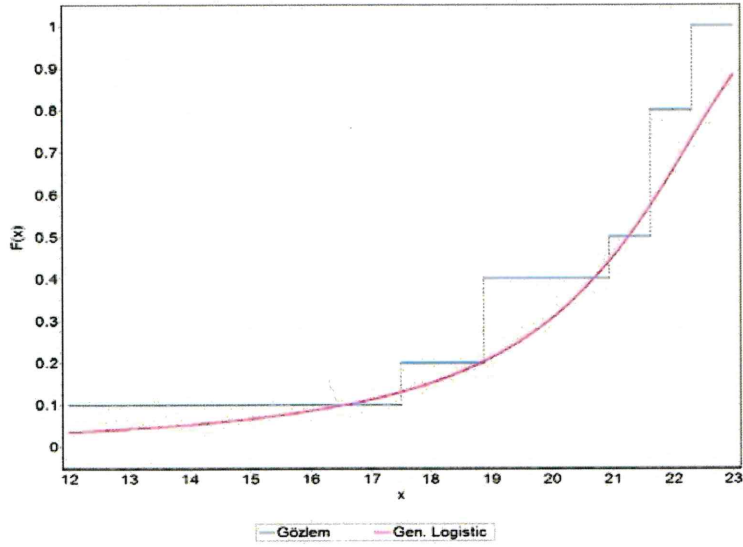
Şekil A.21: 09-47 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



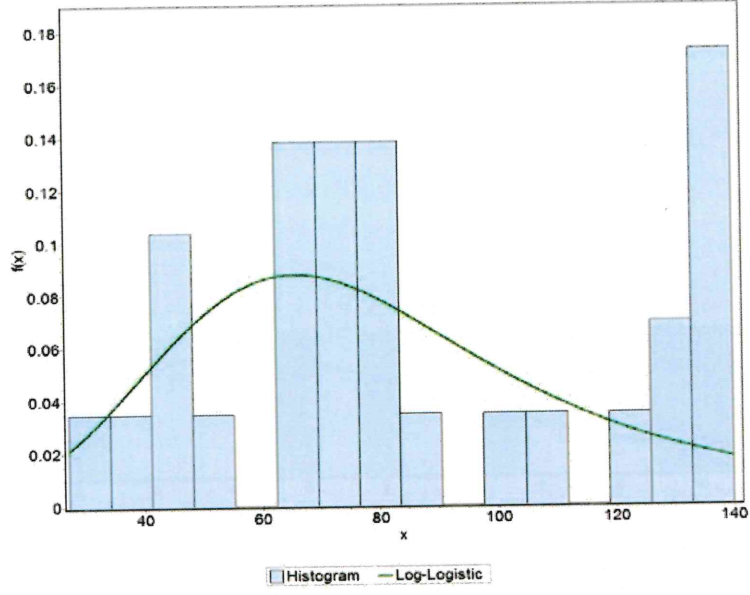
Şekil A.22: 09-47 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



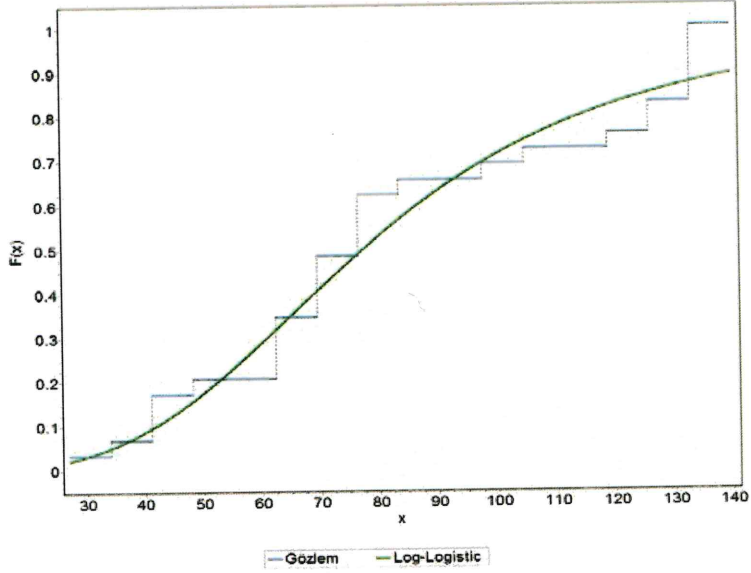
Şekil A.23: 09-53 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



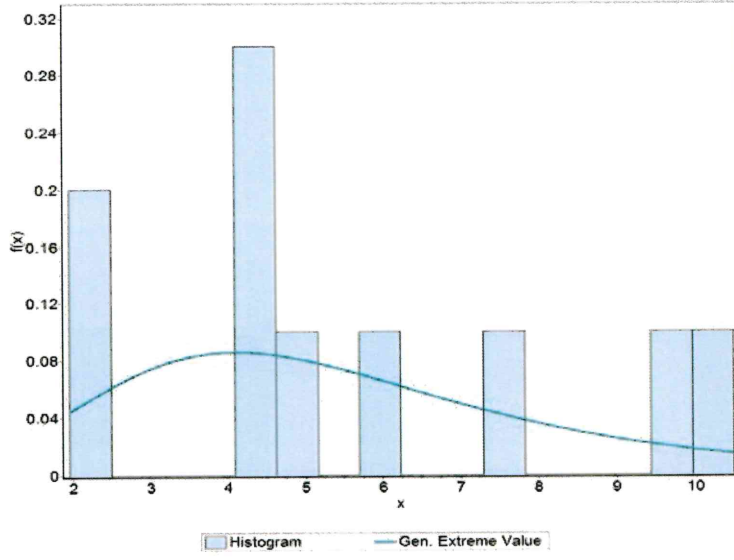
Şekil A.24: 09-53 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



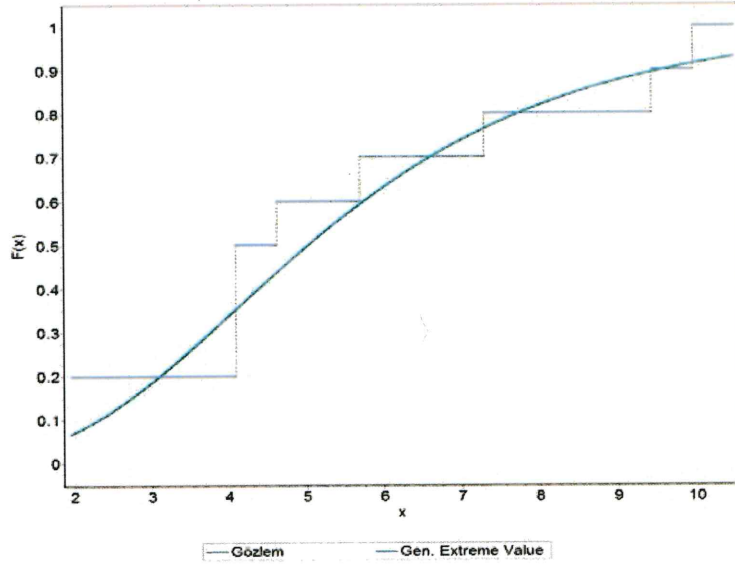
Şekil A.25: 09-56 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



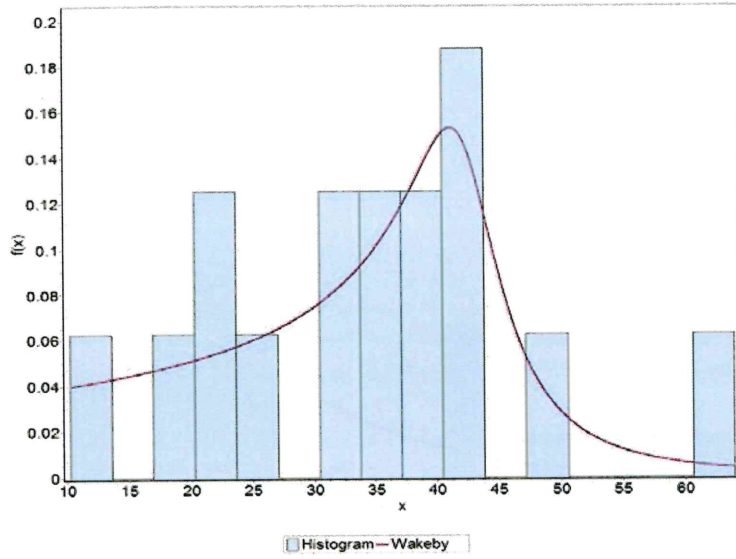
Şekil A.26: 09-56 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



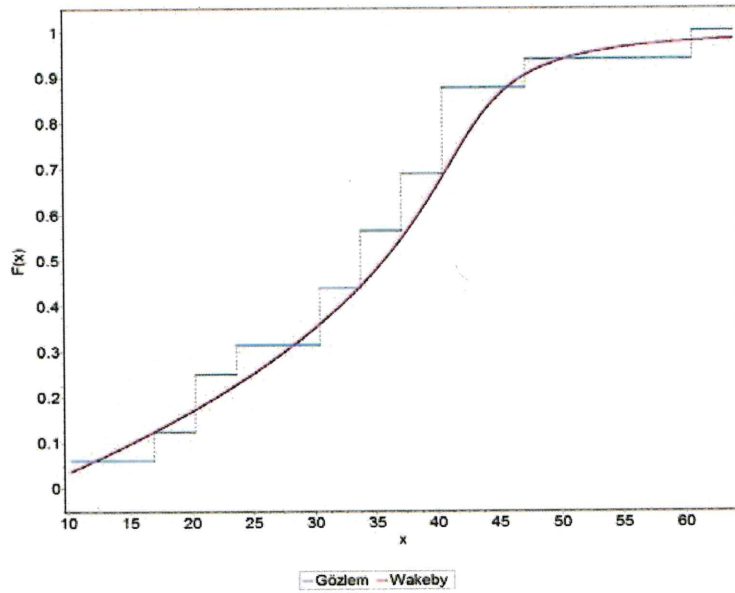
Şekil A.27: 09-57 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



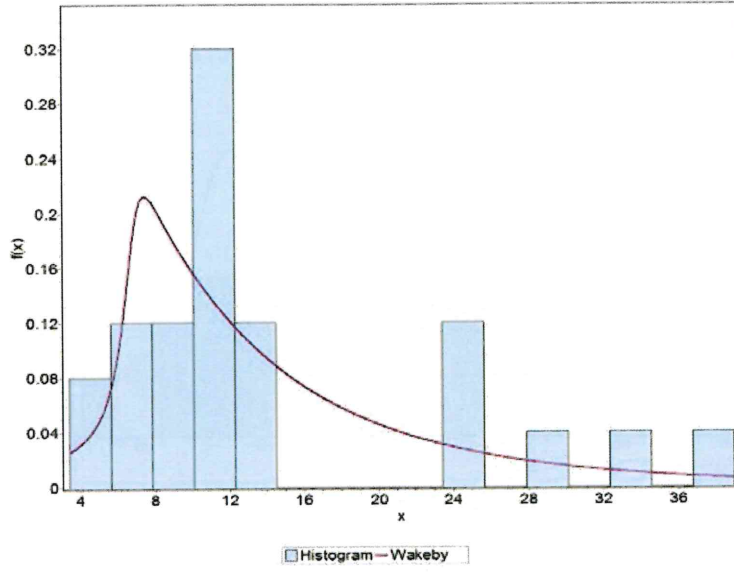
Şekil A.28: 09-57 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



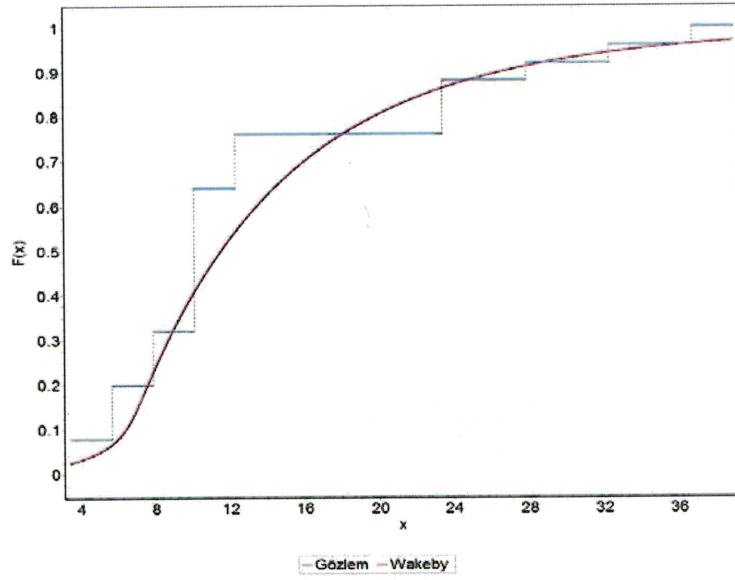
Şekil A.29: 09-60 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



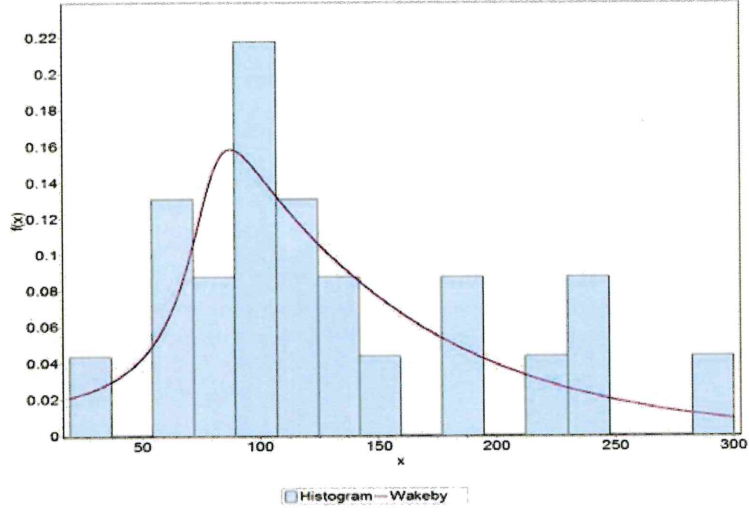
Şekil A.30: 09-60 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



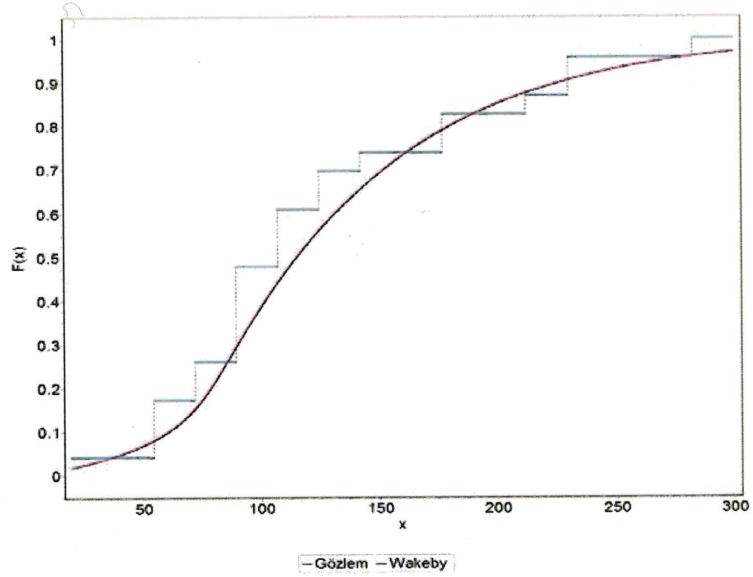
Şekil A.31: 09-65 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



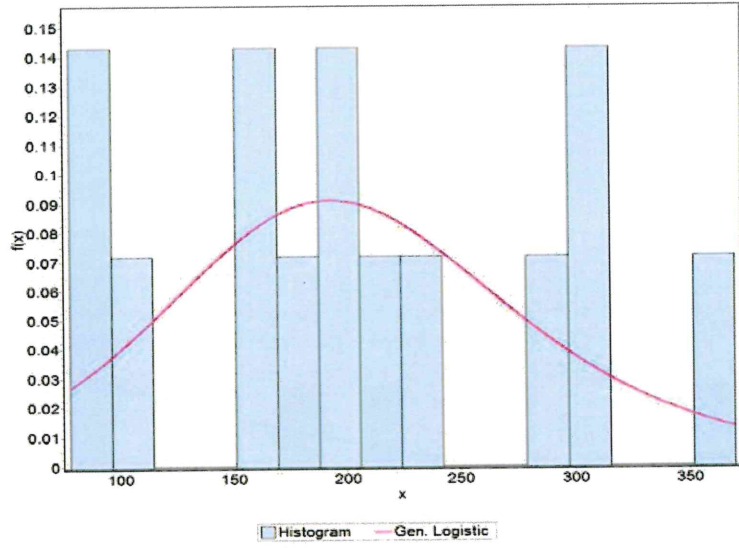
Şekil A.32: 09-65 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



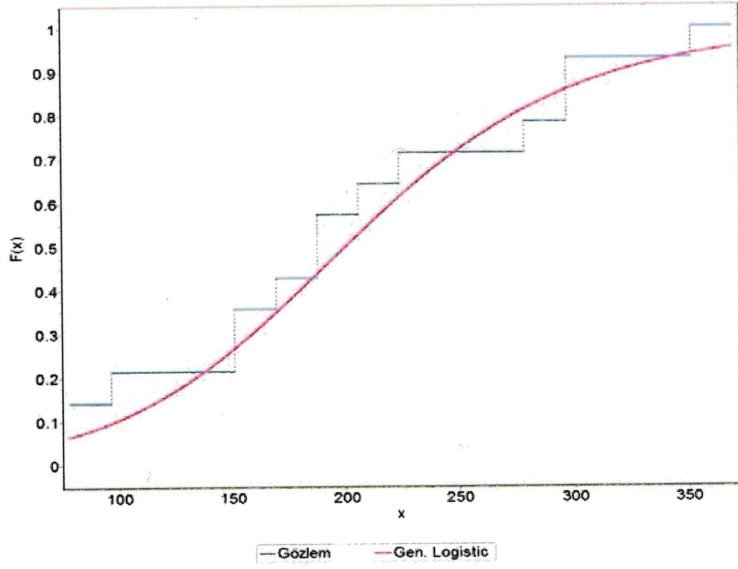
Şekil A.33: 09-67 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



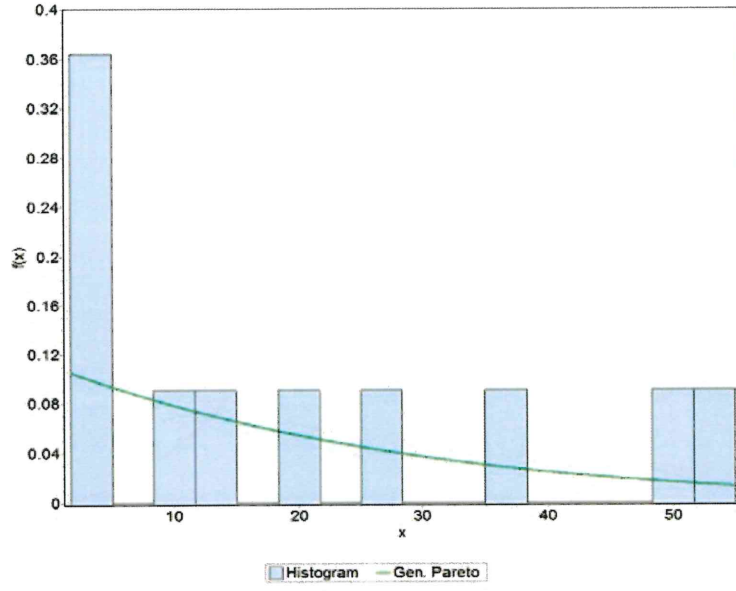
Şekil A.34: 09-67 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



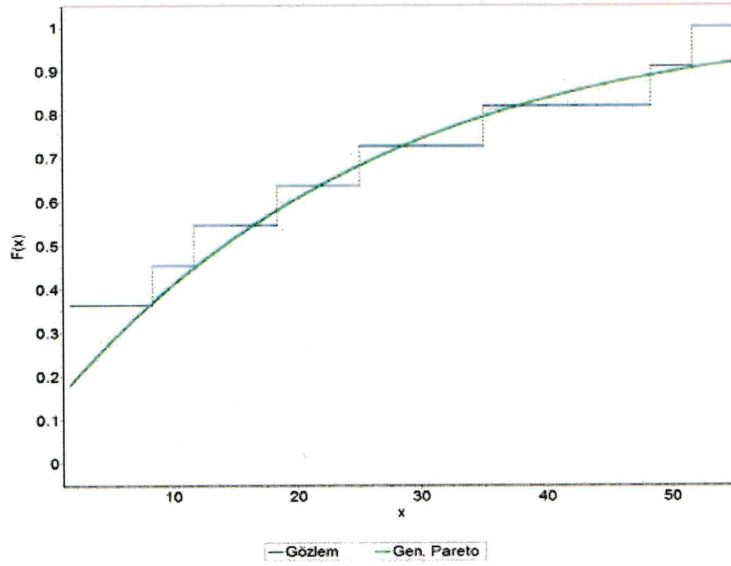
Şekil A.35: 09-68 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



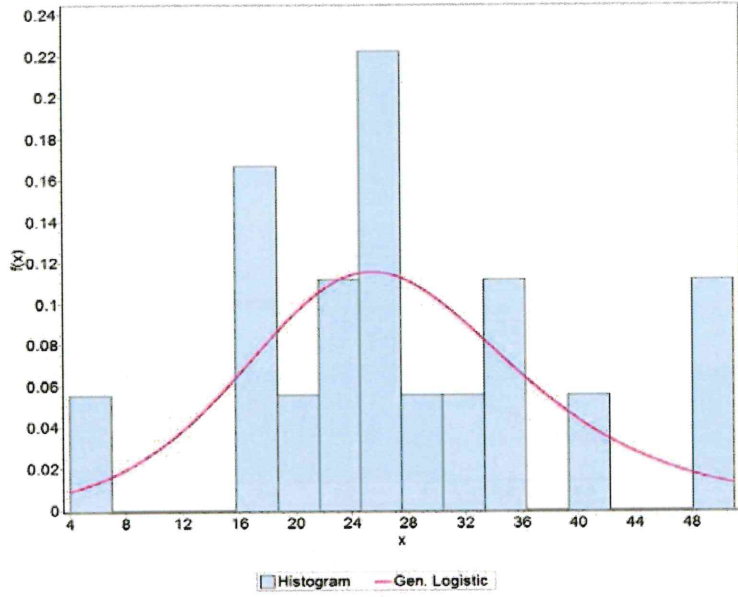
Şekil A.36: 09-68 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



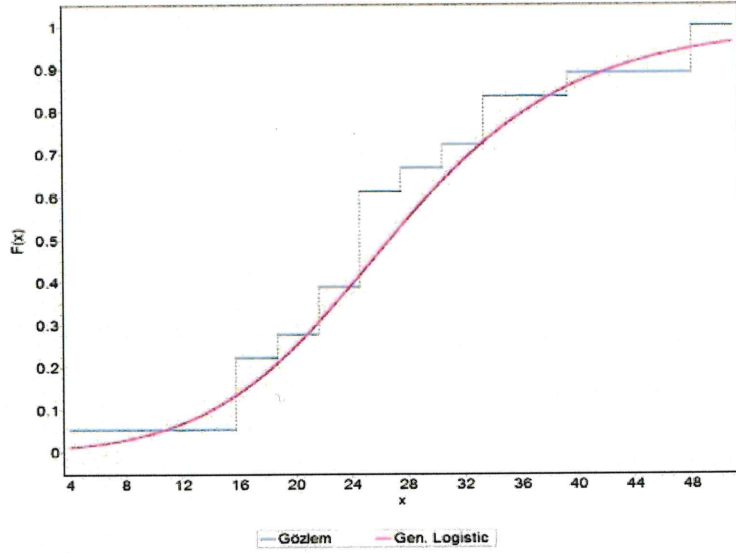
Şekil A.37: 09-73 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



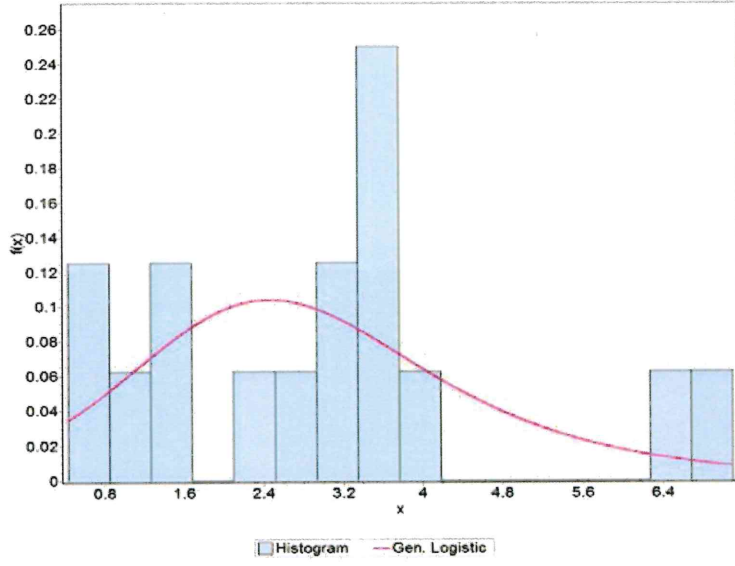
Şekil A.38: 09-73 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



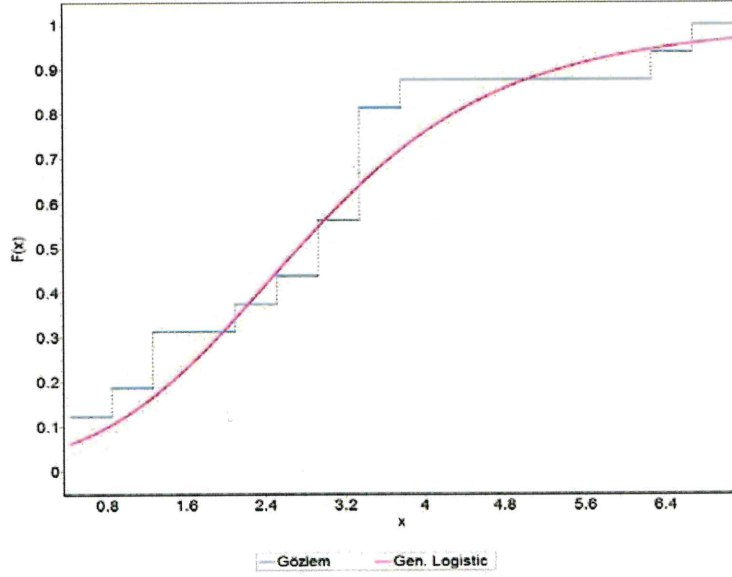
Şekil A.39: 09-75 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



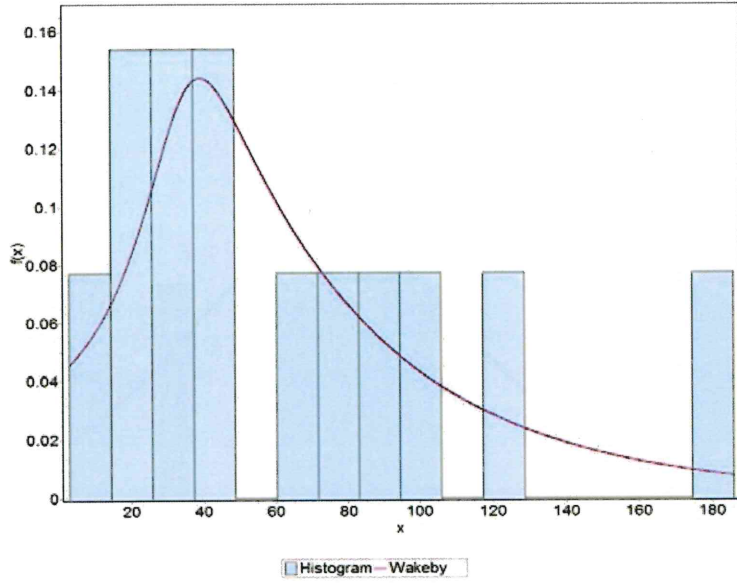
Şekil A.40: 09-75 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



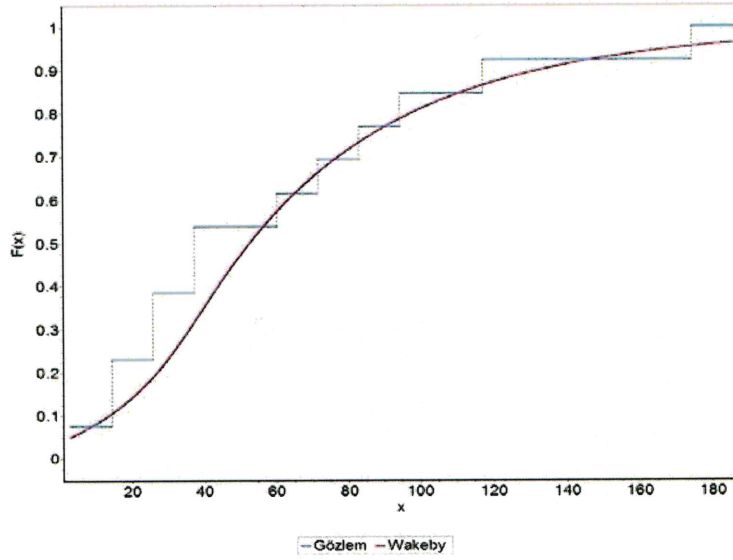
Şekil A.41: 09-77 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



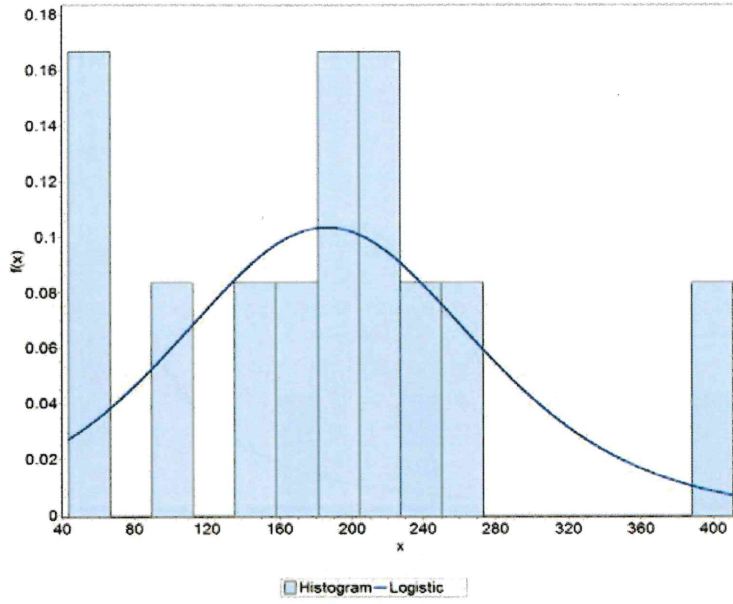
Şekil A.42: 09-77 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



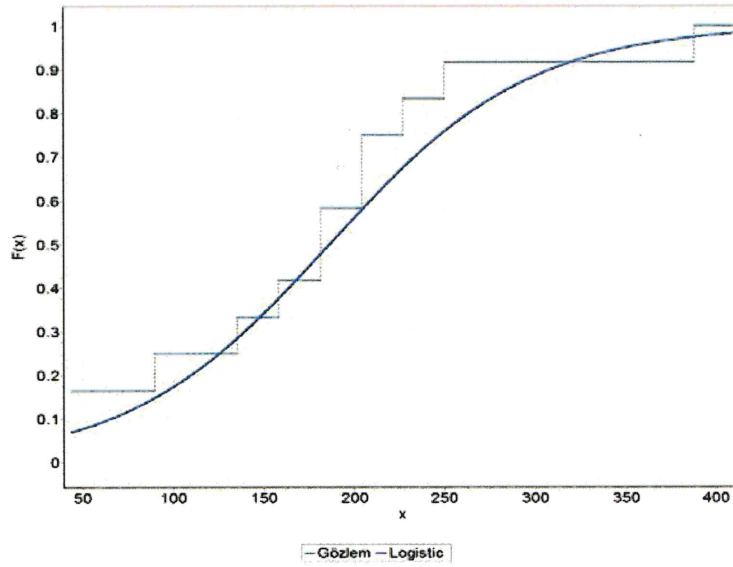
Şekil A.43: 09-84 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



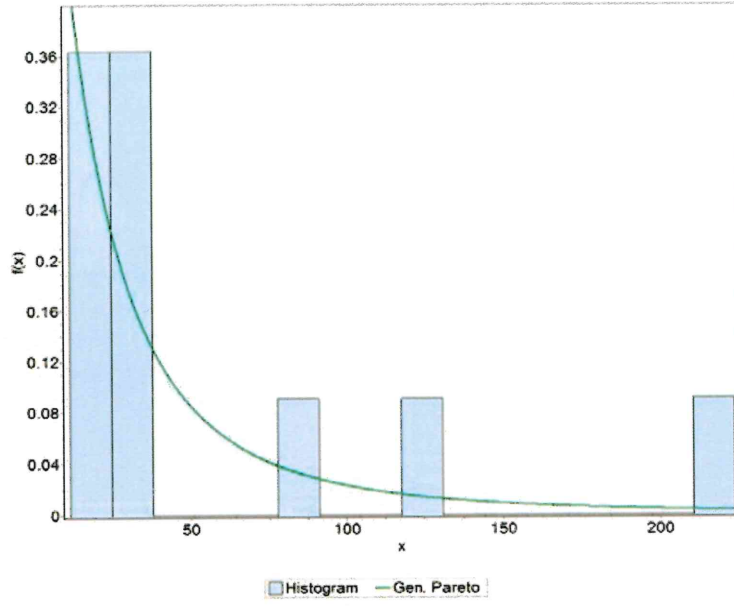
Şekil A.44: 09-84 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



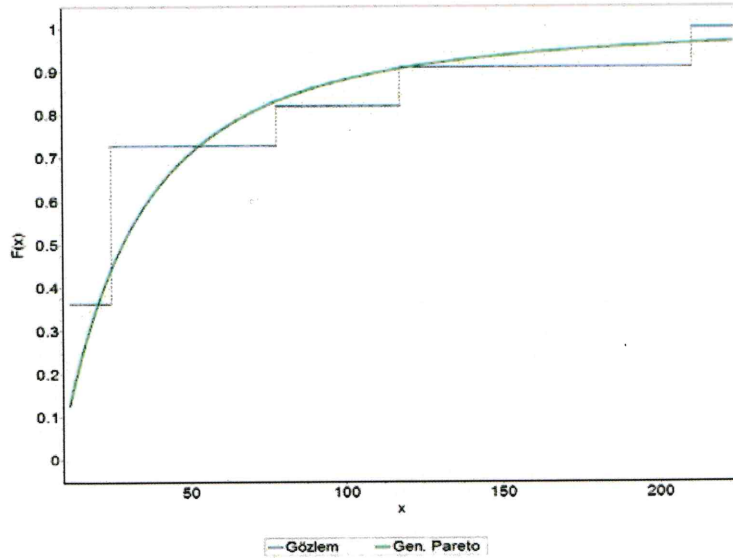
Şekil A.45: 09-86 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



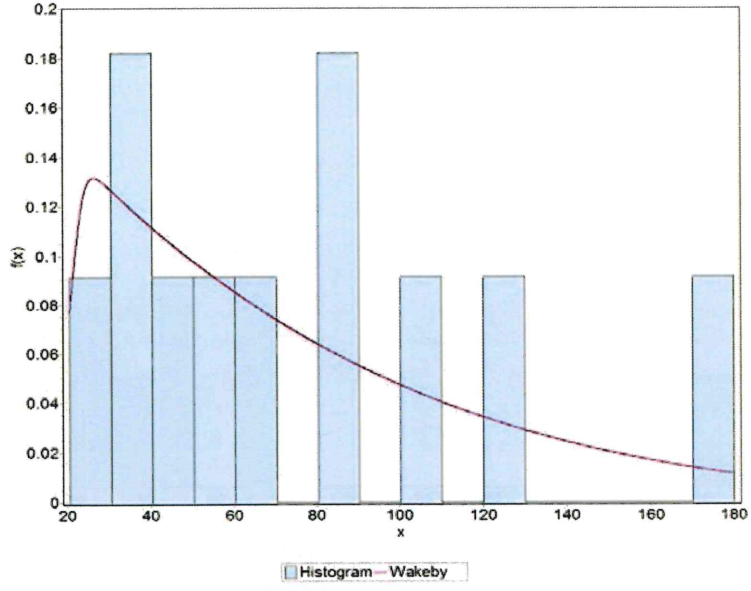
Şekil A.46: 09-86 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



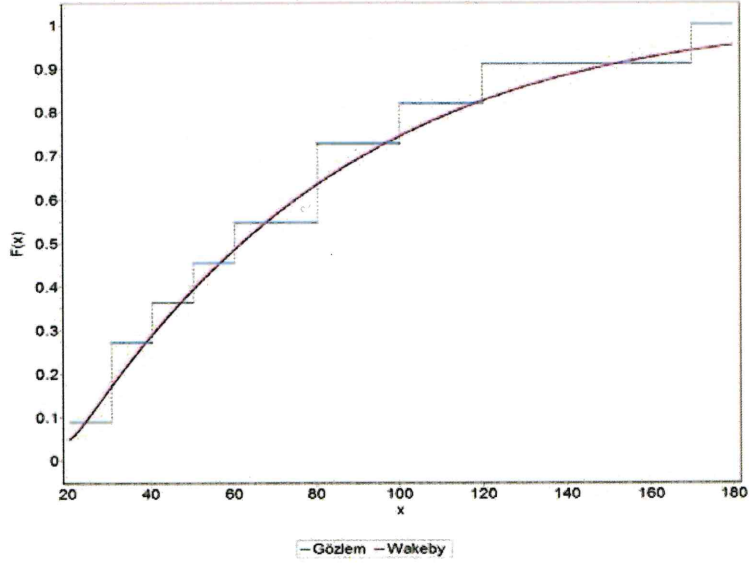
Şekil A.47: 09-88 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



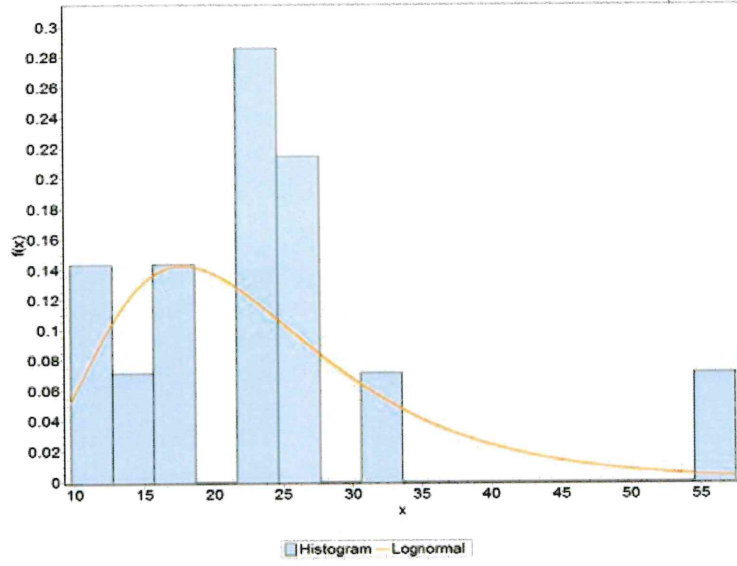
Şekil A.48: 09-88 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



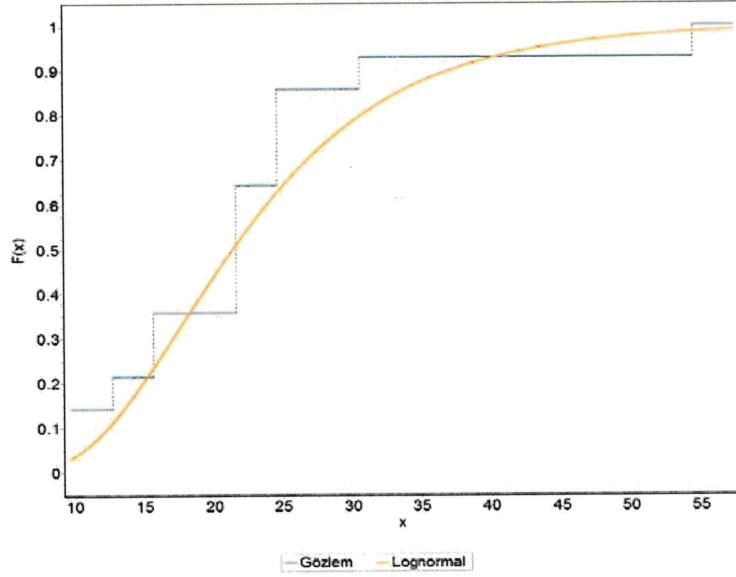
Şekil A.49: 09-89 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



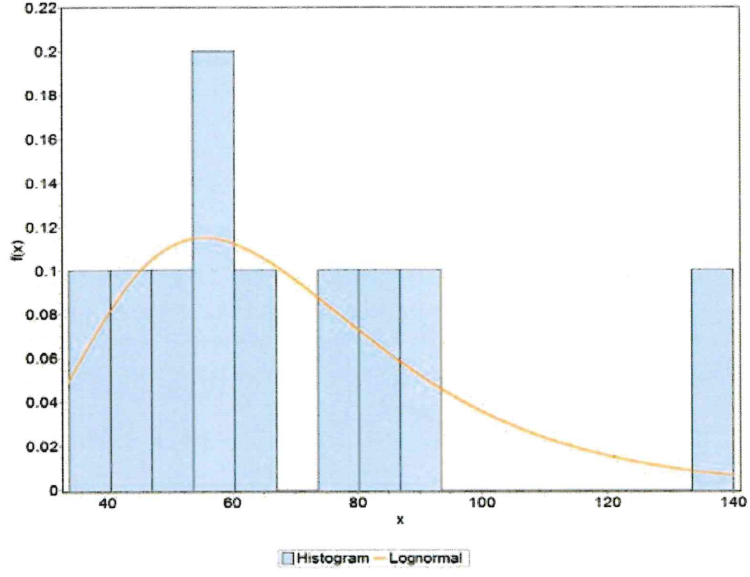
Şekil A.50: 09-89 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



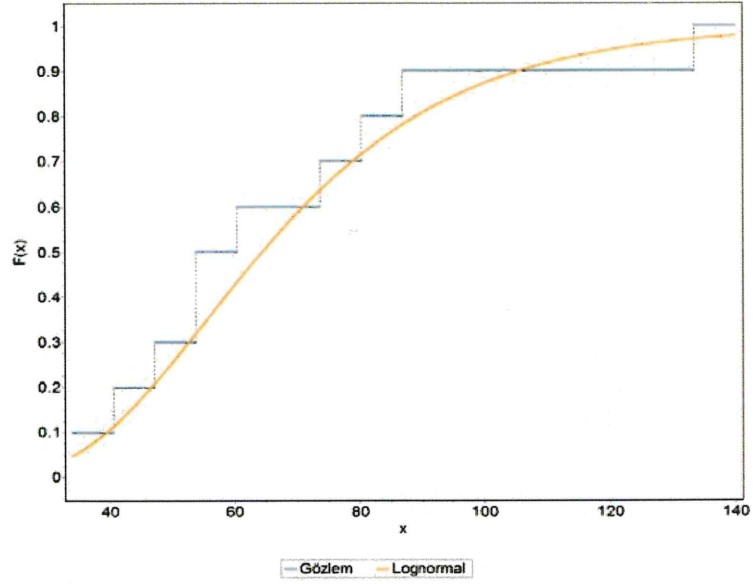
Şekil A.51: 09-91 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



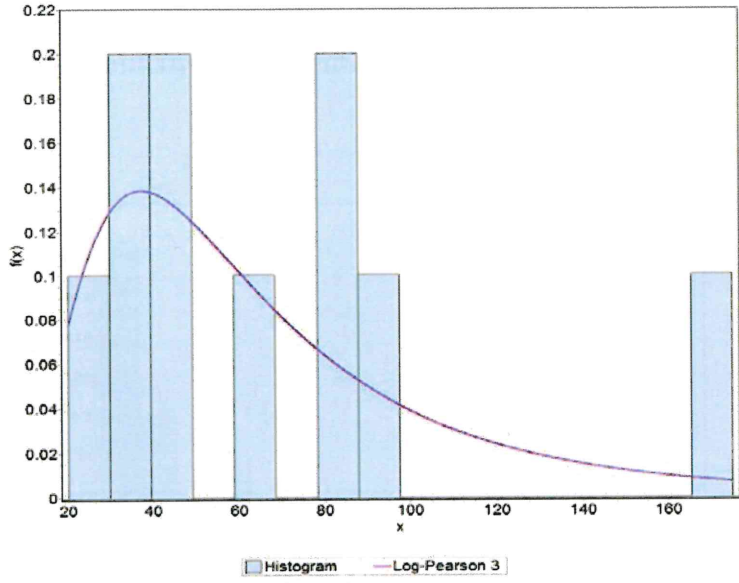
Şekil A.52: 09-91 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



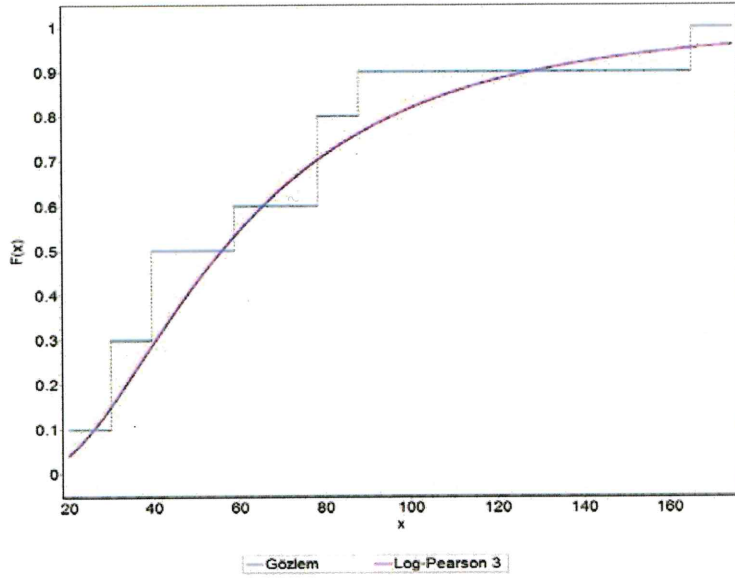
Şekil A.53: 09-95 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Şekil A.54: 09-95 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

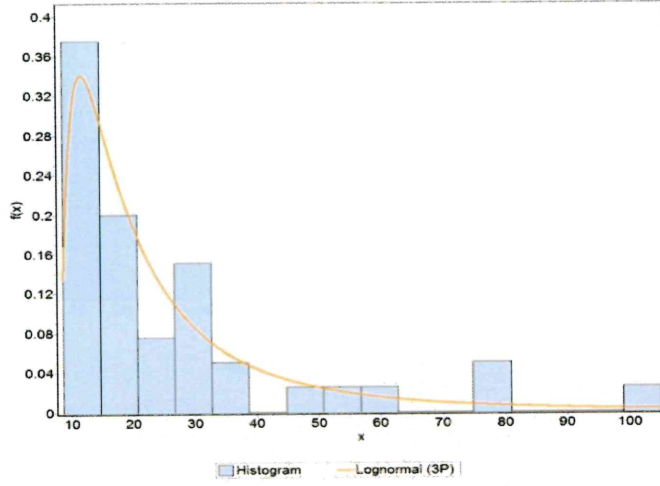


Şekil A.55: 09-100 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

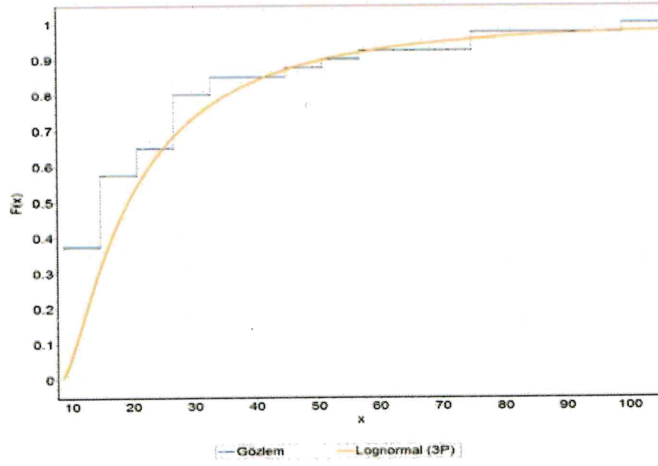


Şekil A.56: 09-100 İstasyonunun Gözlenmiş Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

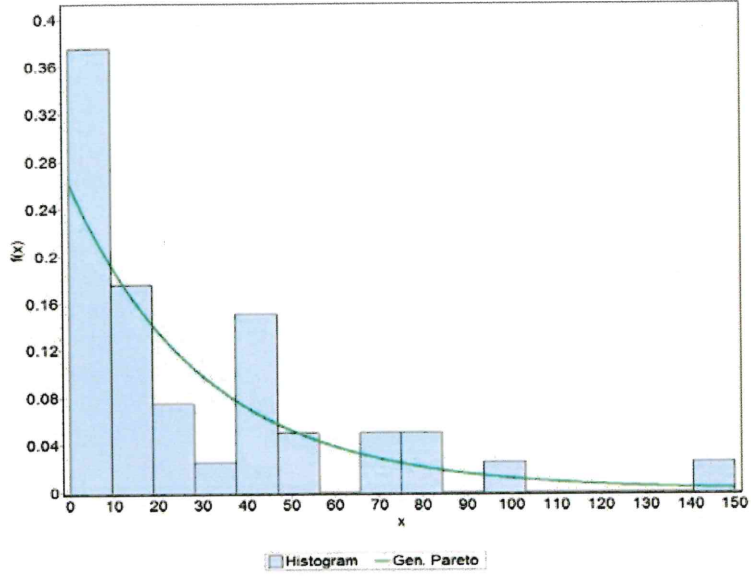
**EK A.2 Antalya Havzası'ndaki İstasyonların Tamamlanmış Verileri İçin
Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Kümülatif Dağılım Fonksiyonu Grafikleri**



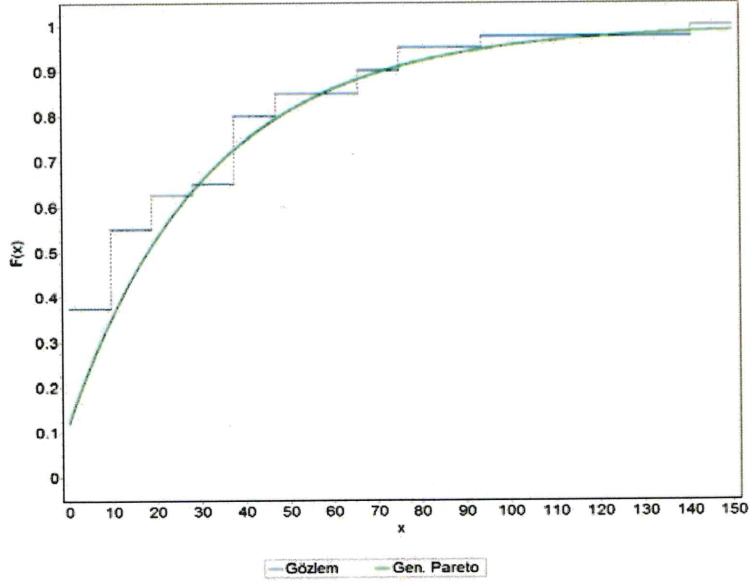
Şekil A.57: 09-02 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



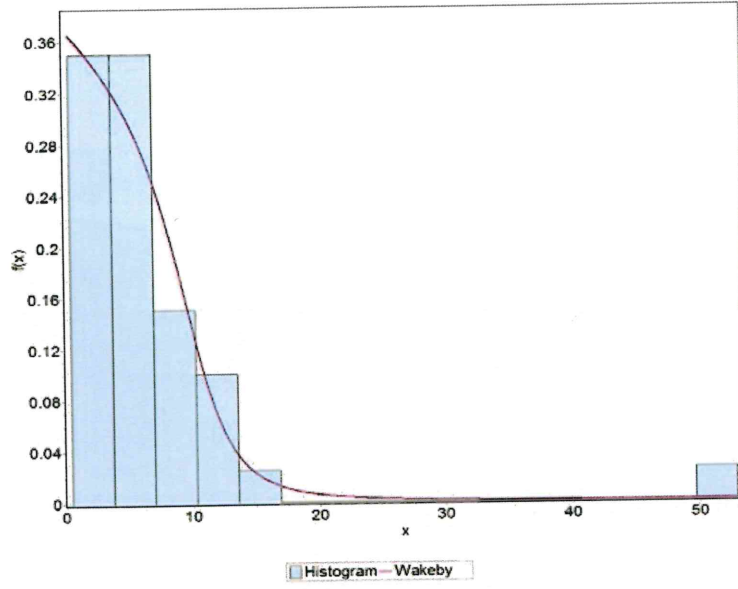
Şekil A.58: 09-02 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



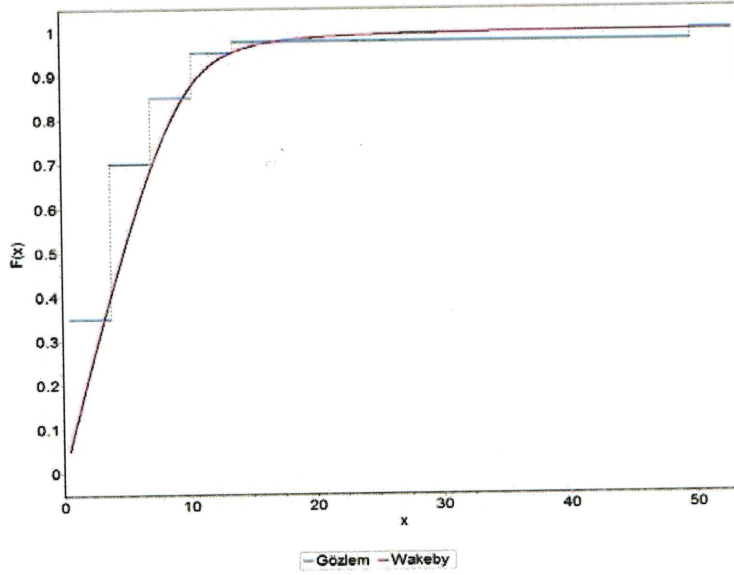
Şekil A.59: 09-07 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



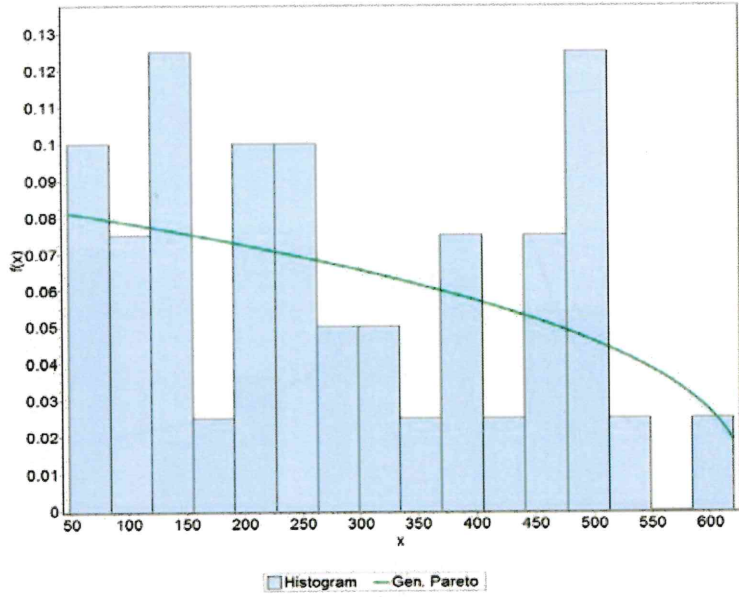
Şekil A.60: 09-07 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



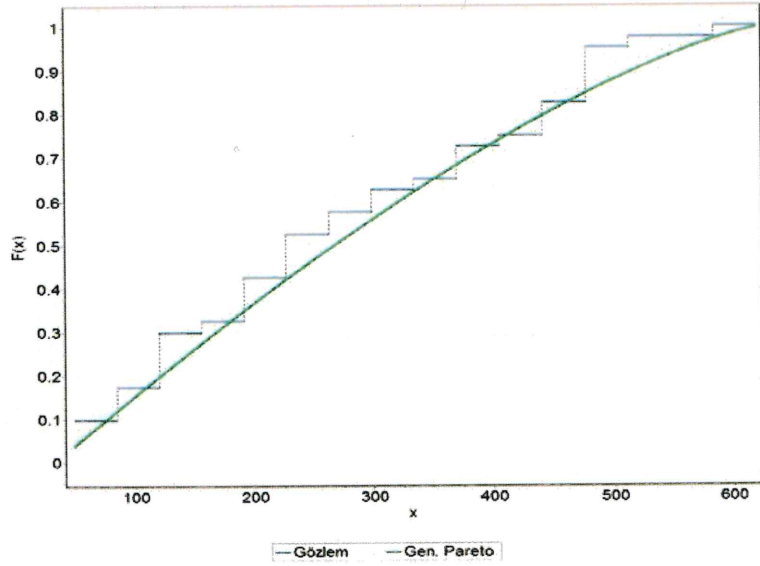
Şekil A.61: 09-11 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



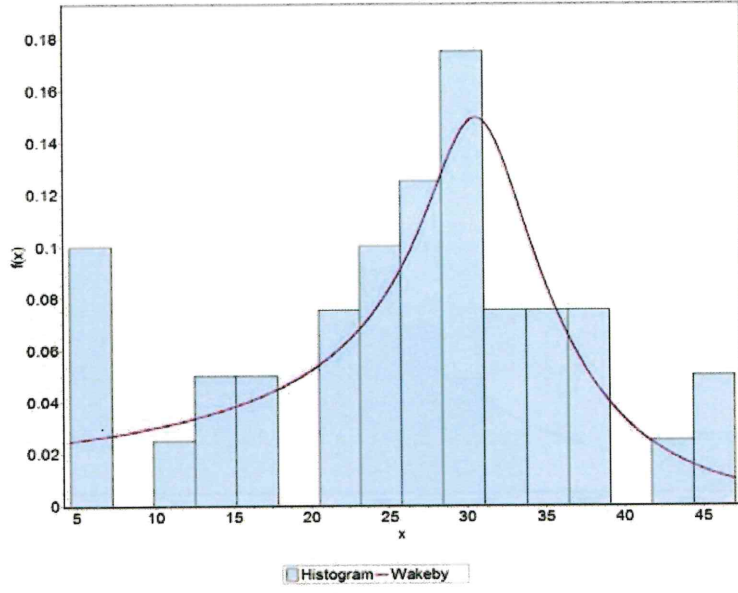
Şekil A.62: 09-11 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



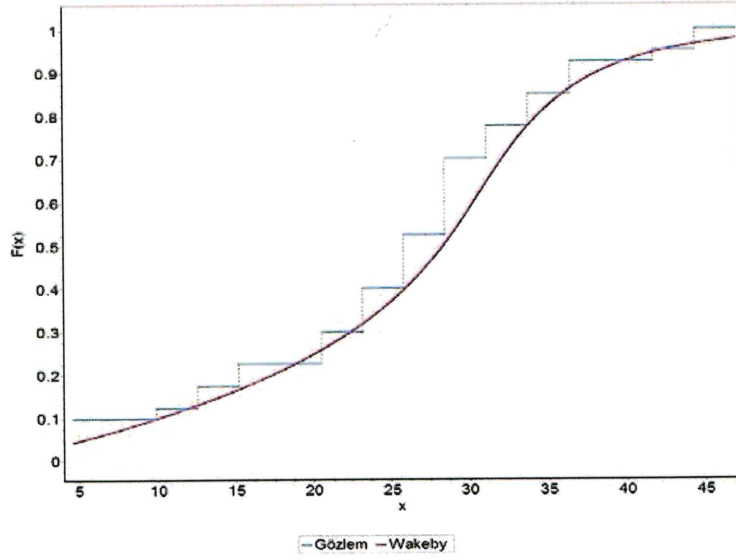
Şekil A.63: 09-13 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



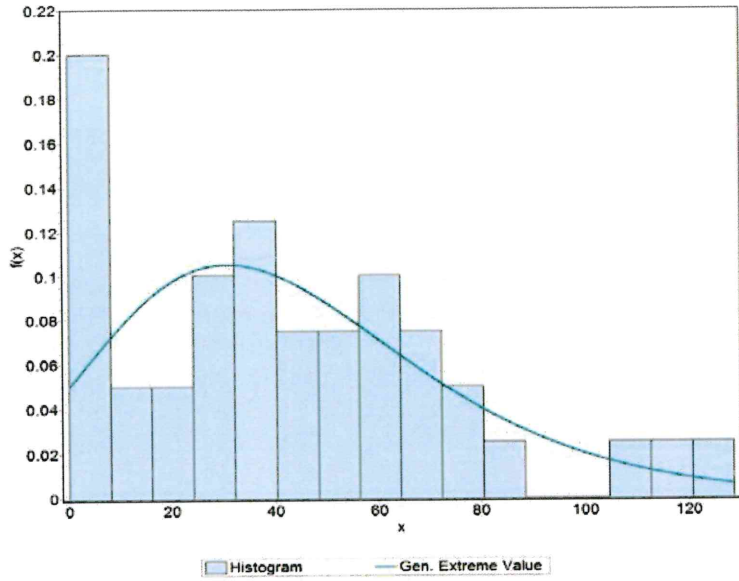
Şekil A.64: 09-13 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



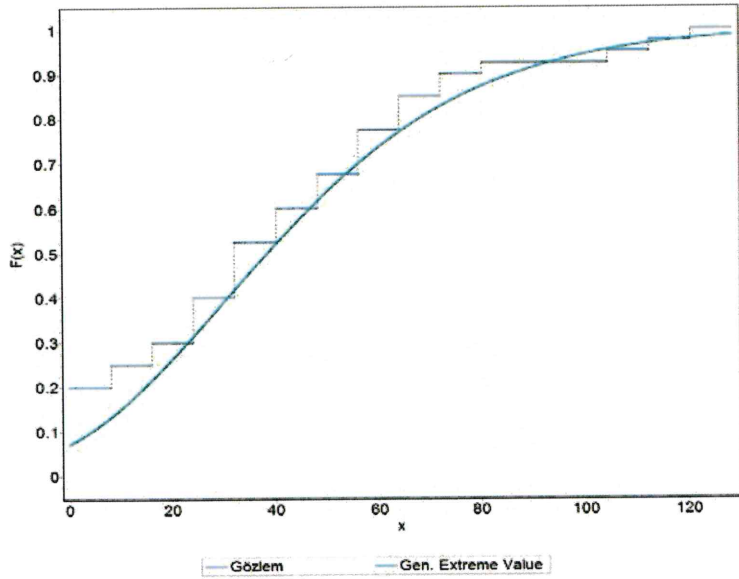
Şekil A.65: 09-16 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



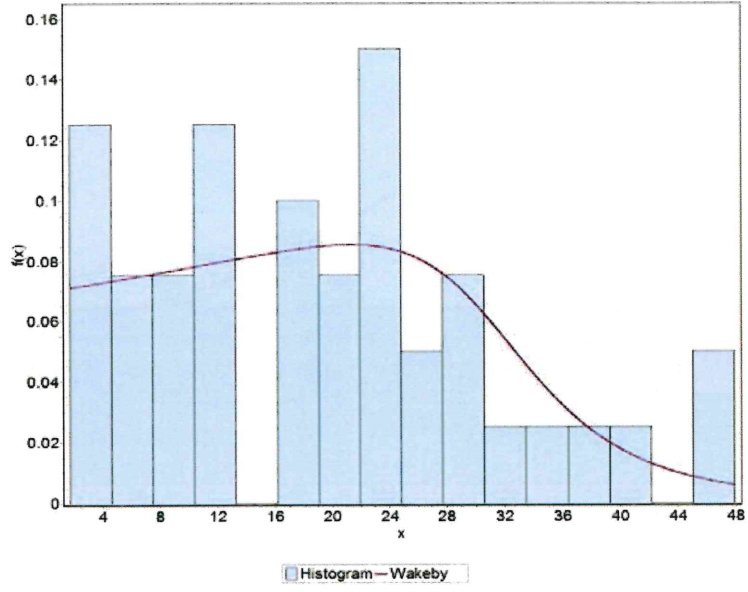
Şekil A.66: 09-16 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



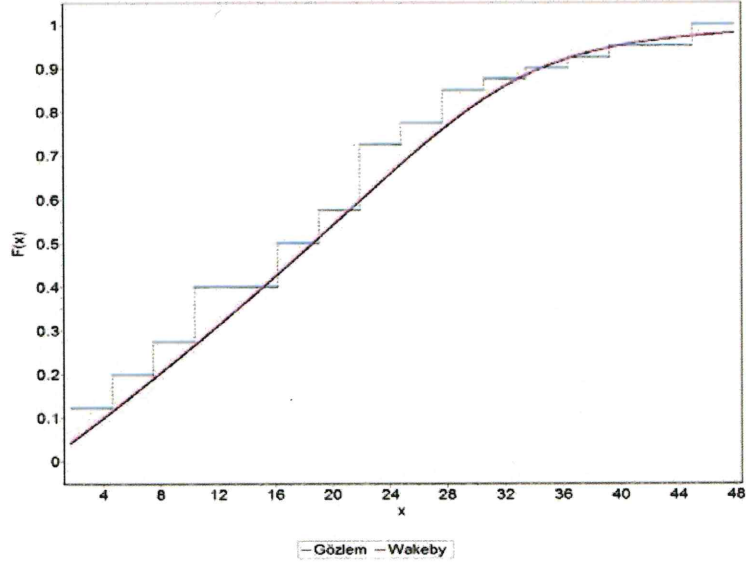
Şekil A.67: 09-18 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



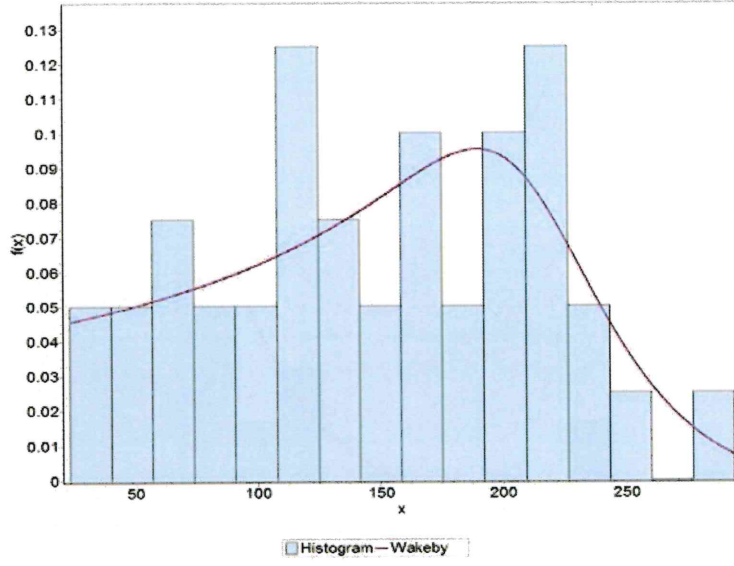
Şekil A.68: 09-18 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



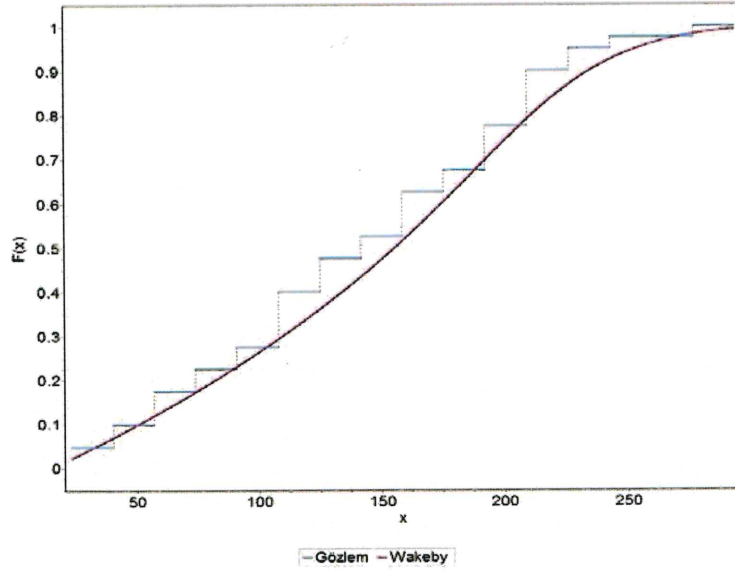
Şekil A.69: 09-22 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



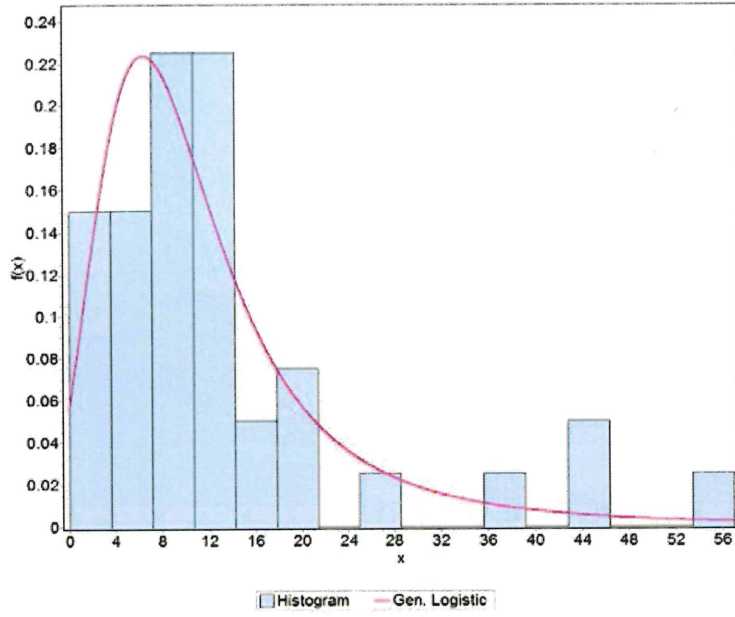
Şekil A.70: 09-22 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



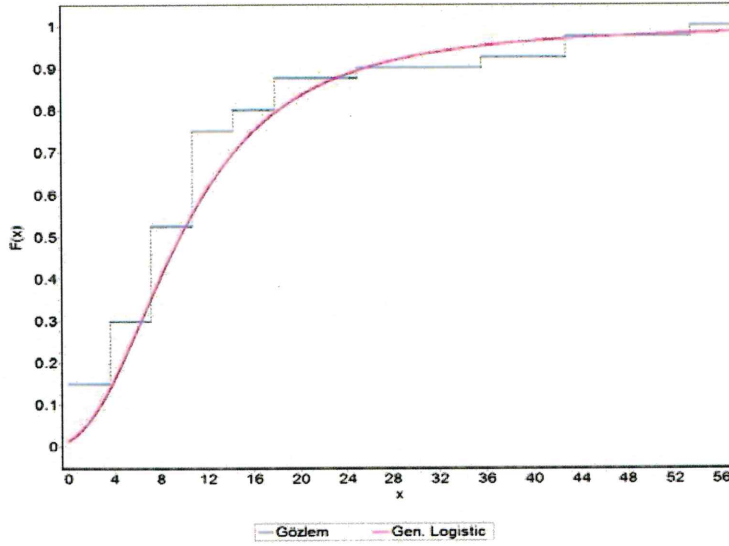
Şekil A.71: 09-34 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



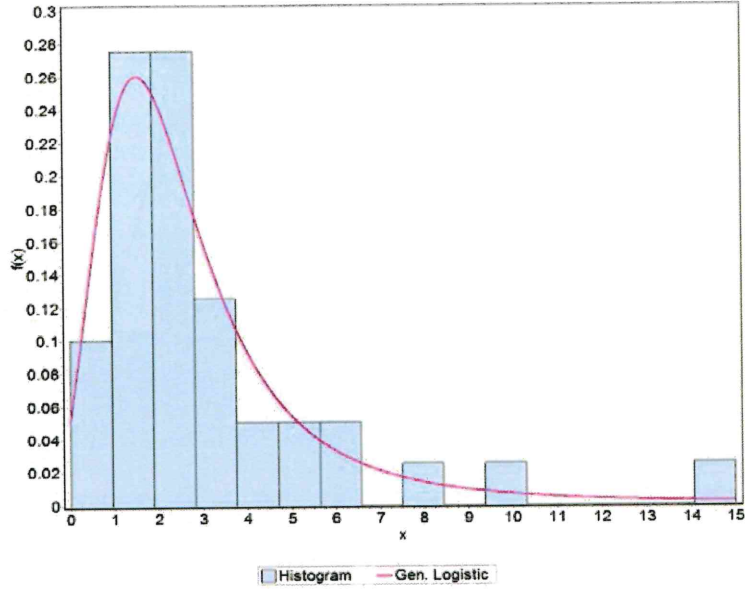
Şekil A.72: 09-34 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



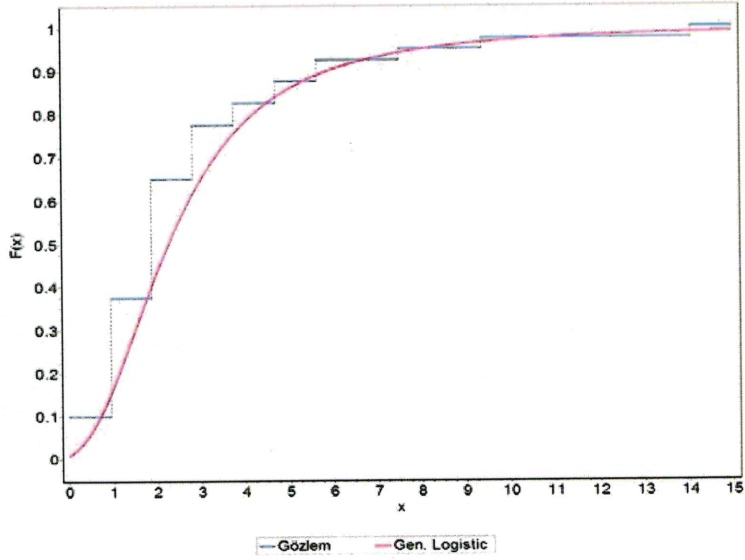
Şekil A.73: 09-39 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



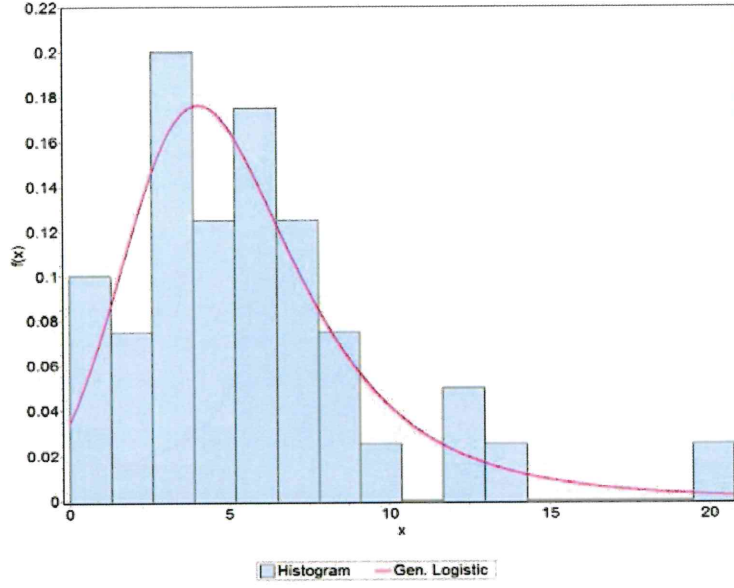
Şekil A.74: 09-39 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



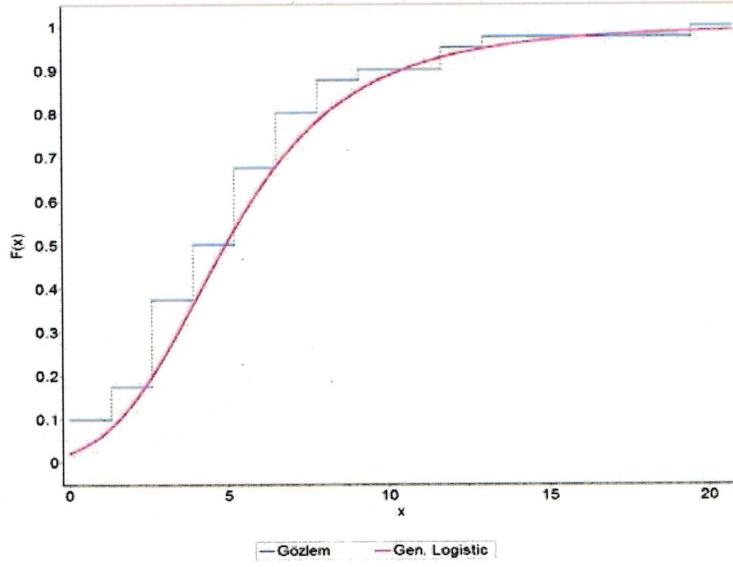
Şekil A.75: 09-42 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



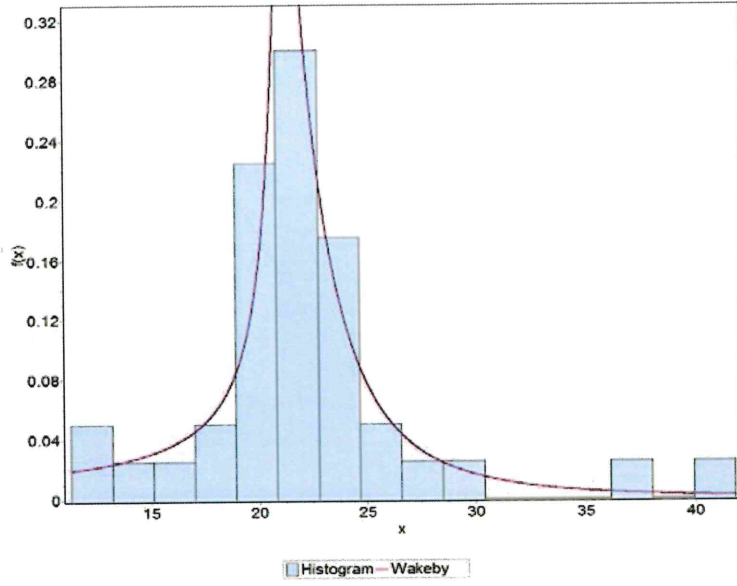
Şekil A.76: 09-42 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



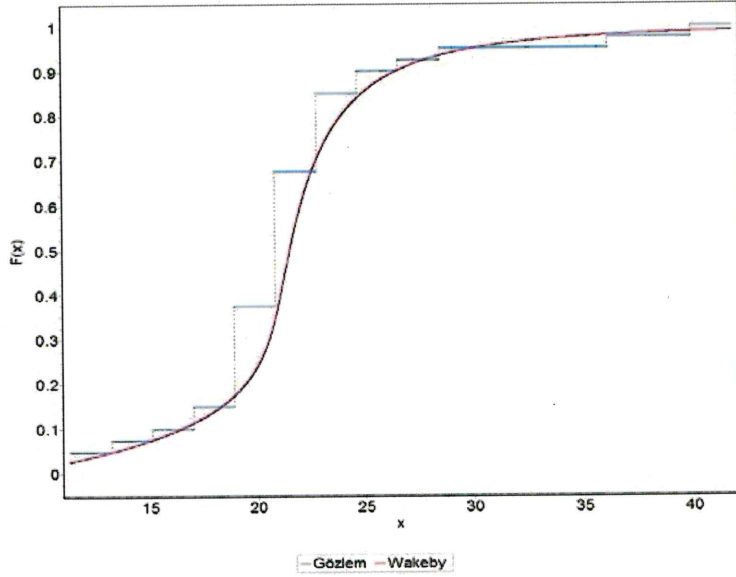
Şekil A.77: 09-47 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



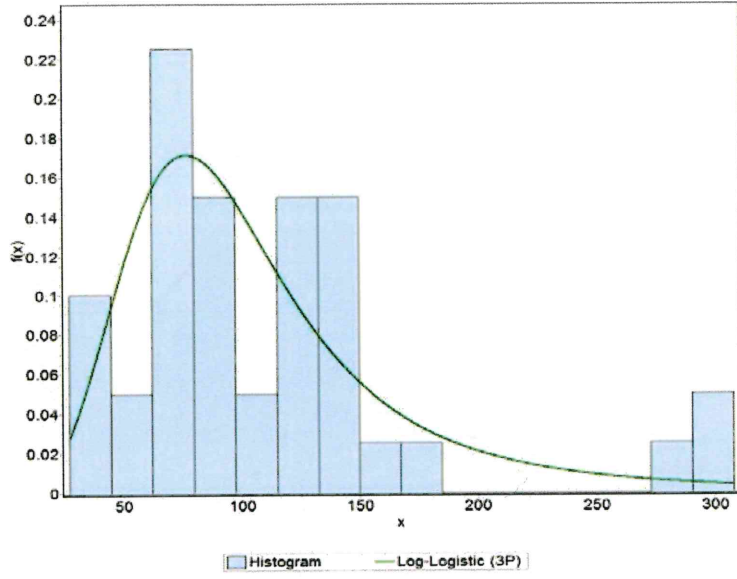
Şekil A.78: 09-47 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



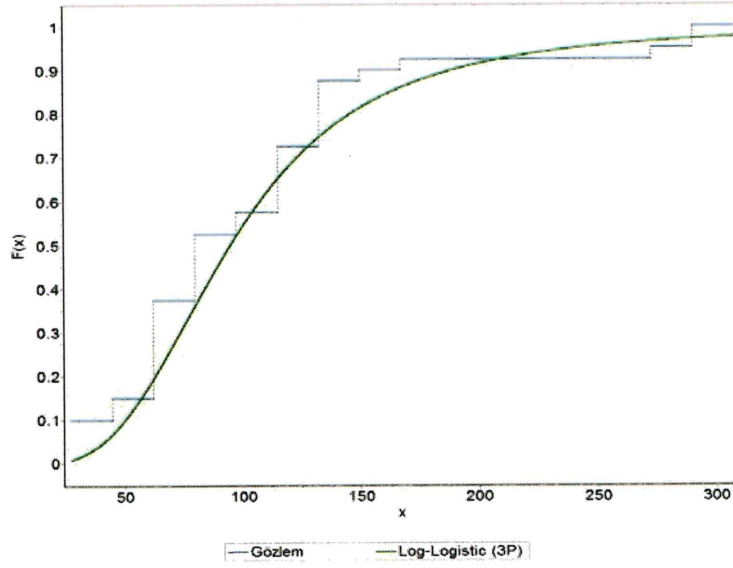
Şekil A.79: 09-53 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



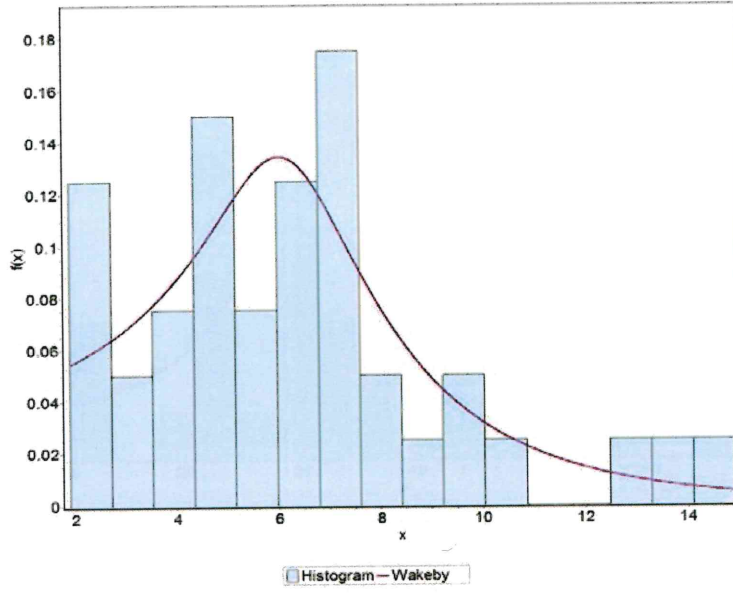
Şekil A.80: 09-53 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



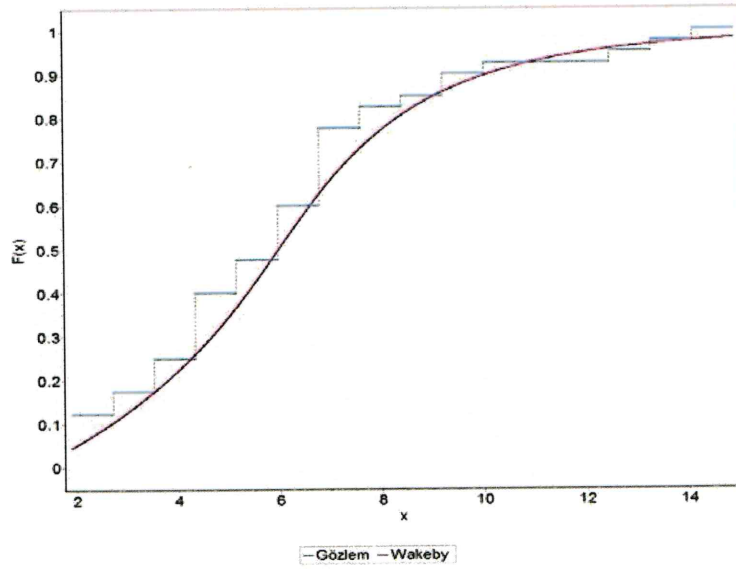
Şekil A.81: 09-56 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



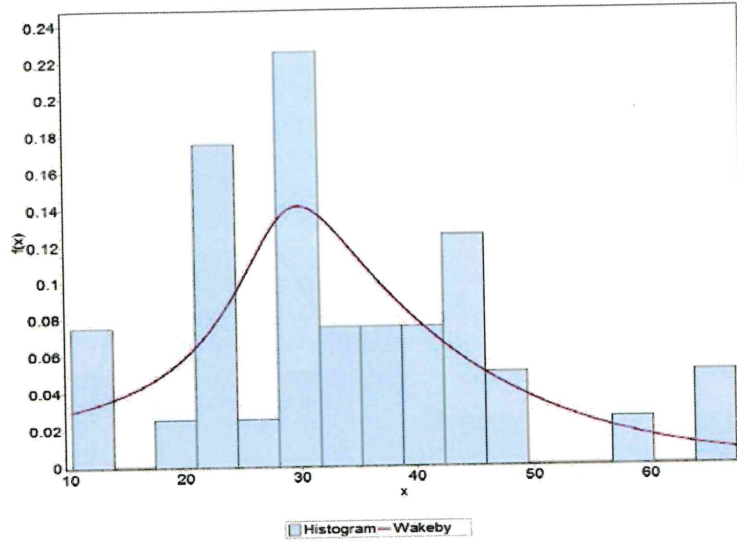
Şekil A.82: 09-56 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



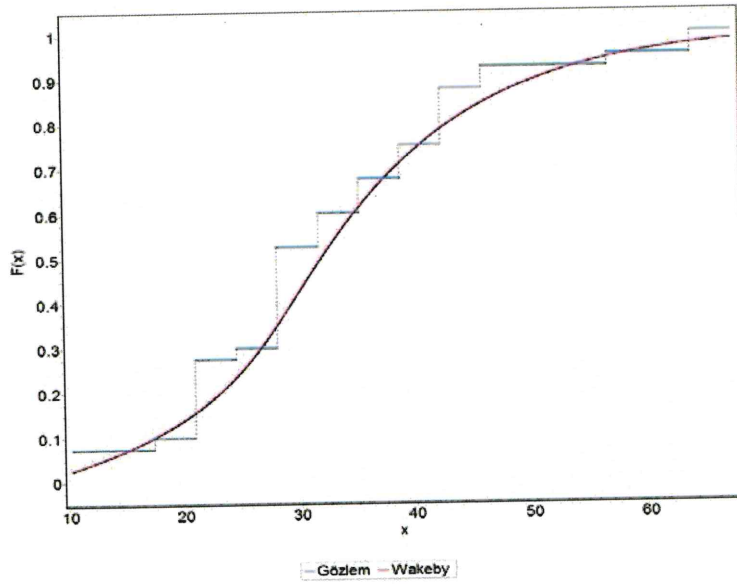
Şekil A.83: 09-57 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



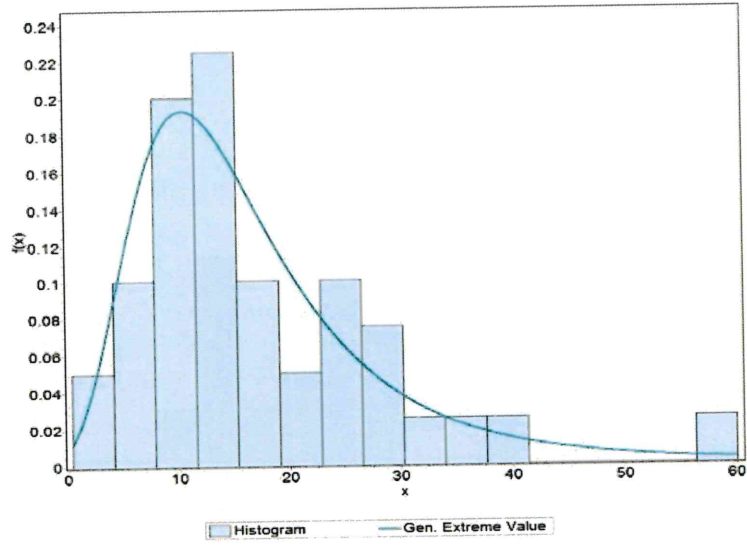
Şekil A.84: 09-57 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



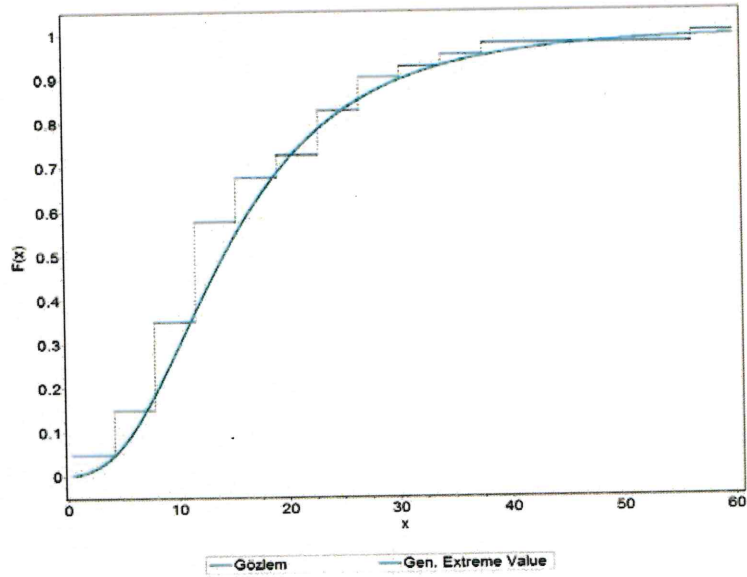
Şekil A.85: 09-60 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



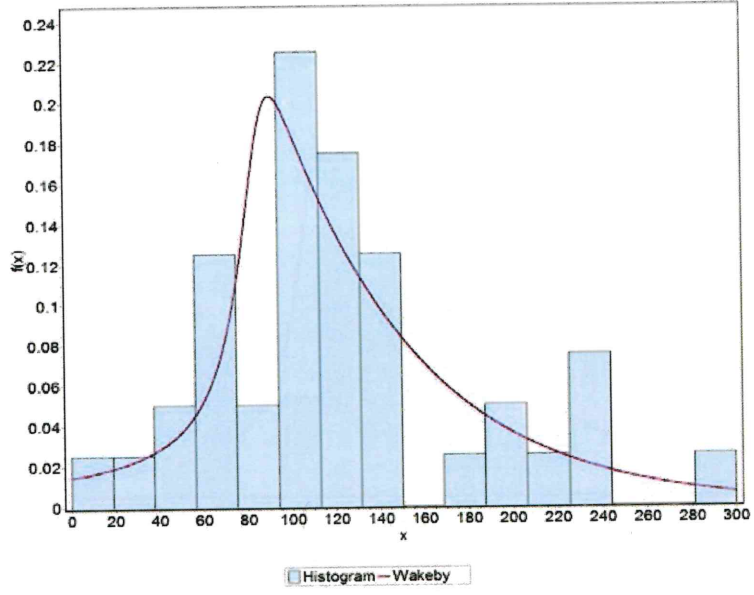
Şekil A.86: 09-60 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



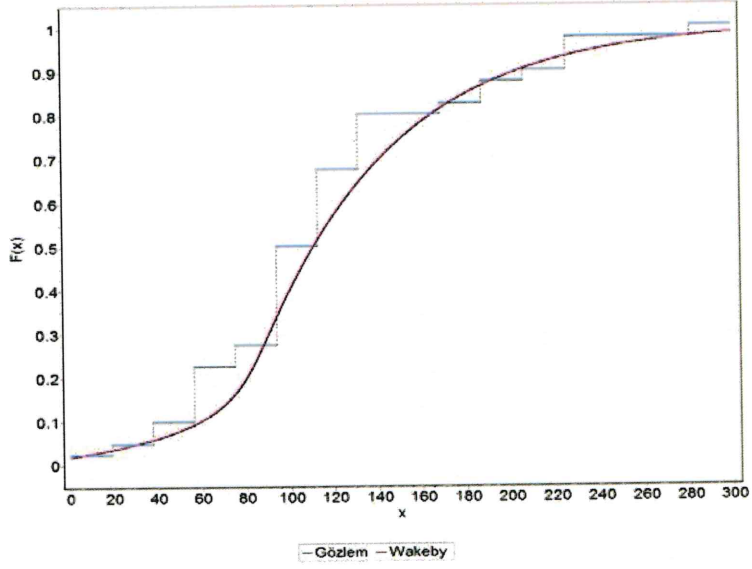
Şekil A.87: 09-65 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



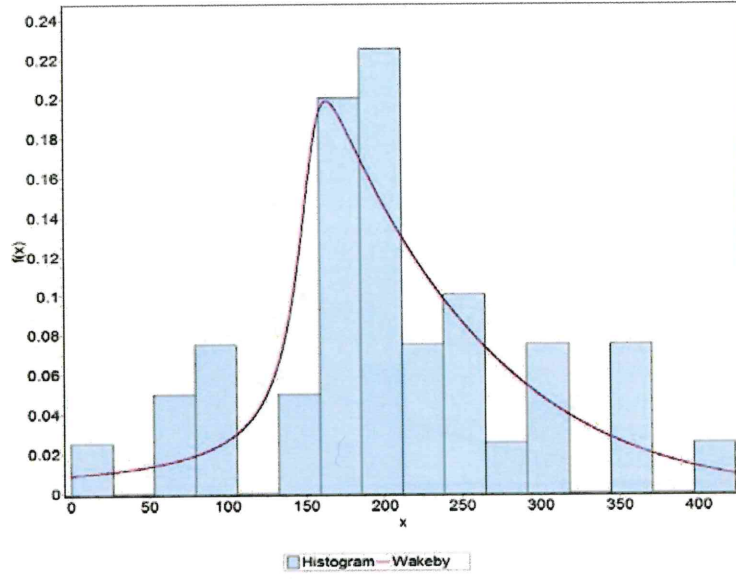
Şekil A.88: 09-65 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



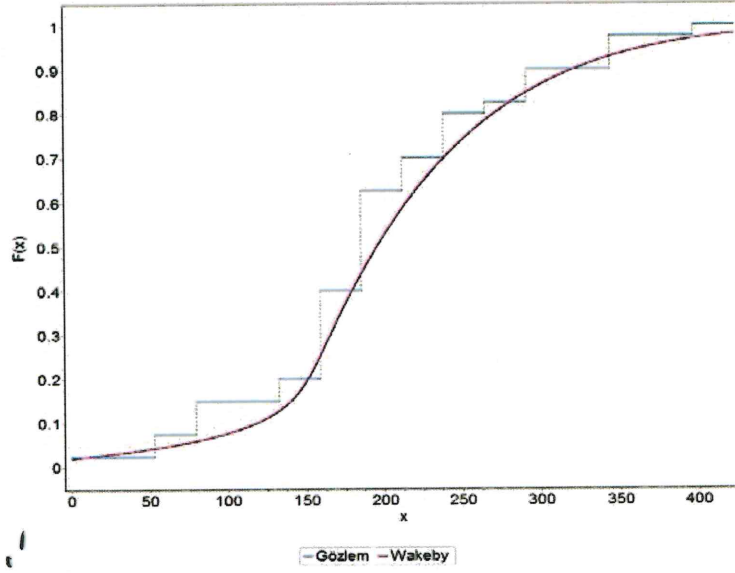
Şekil A.89: 09-67 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



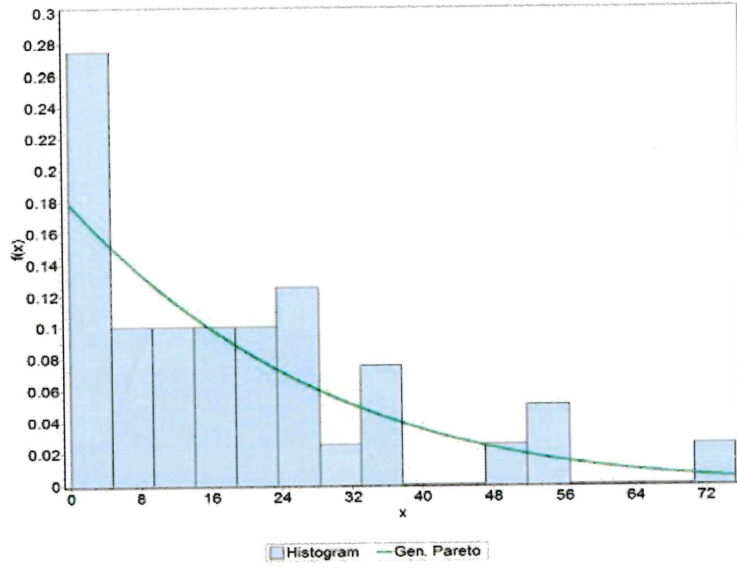
Şekil A.90: 09-67 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



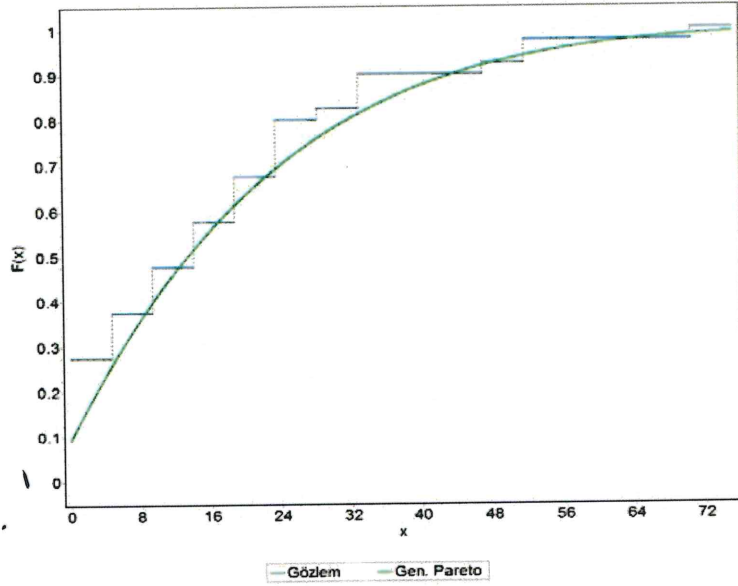
Şekil A.91: 09-68 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



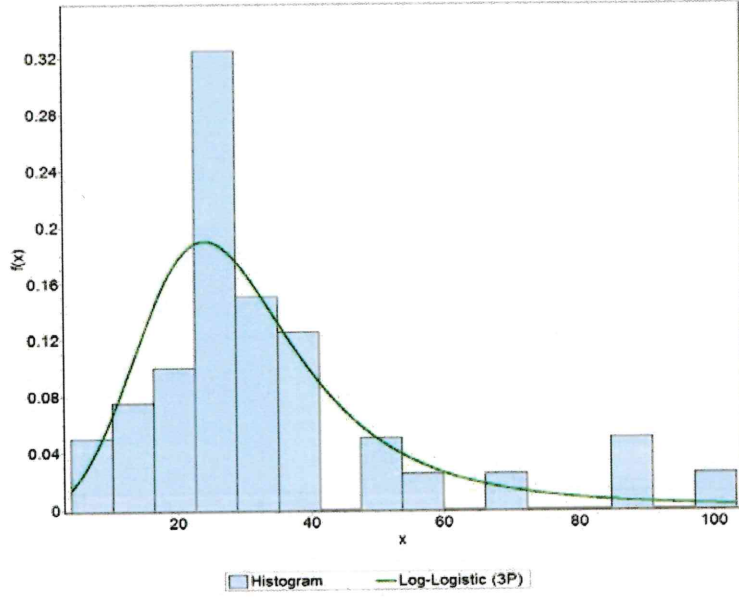
Şekil A.92: 09-68 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



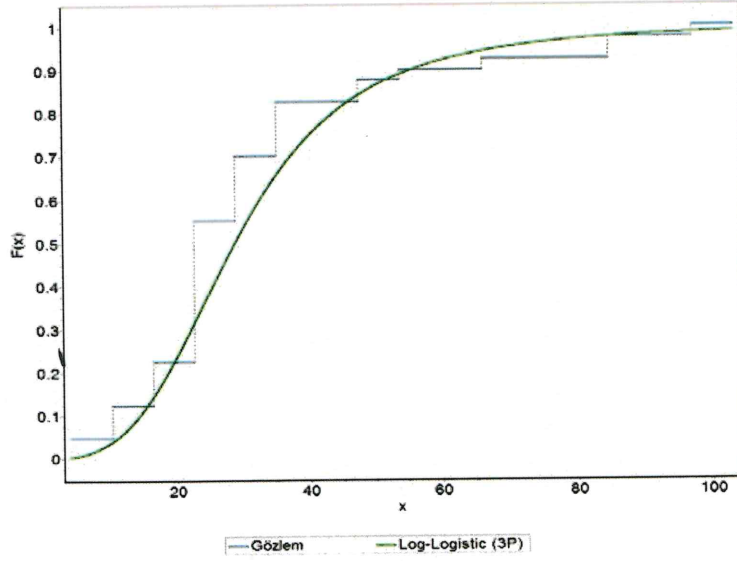
Şekil A.93: 09-73 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



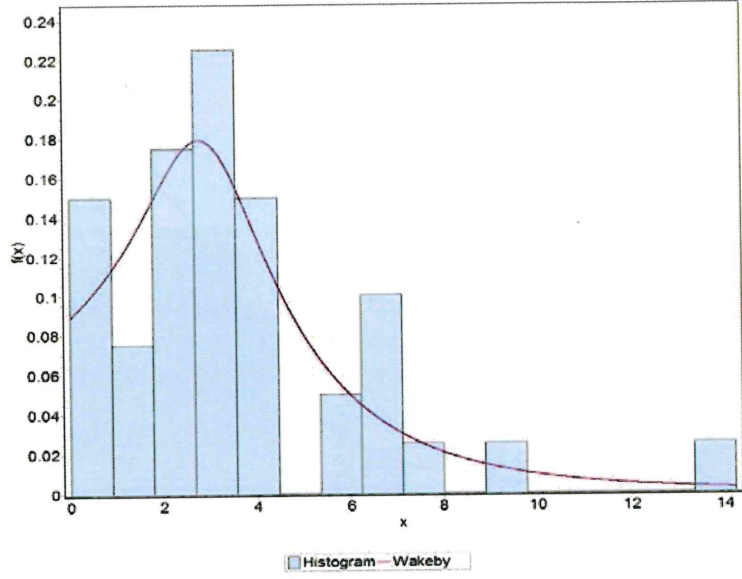
Şekil A.94: 09-73 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



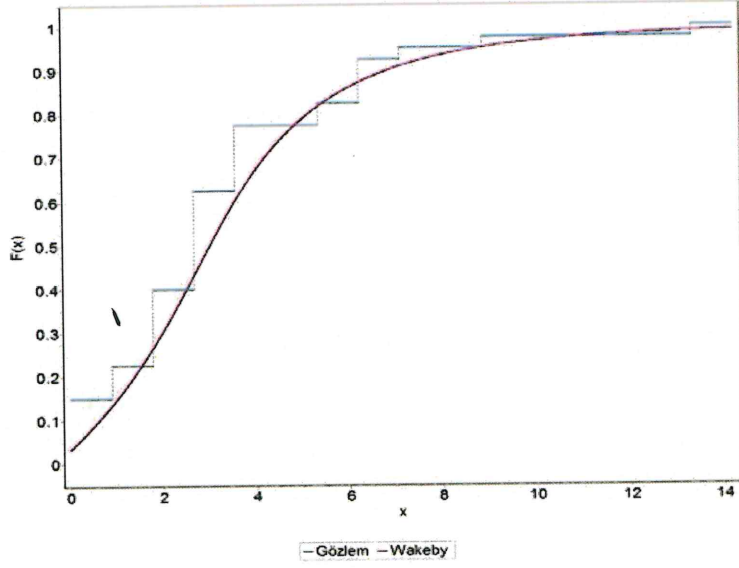
Şekil A.95: 09-75 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



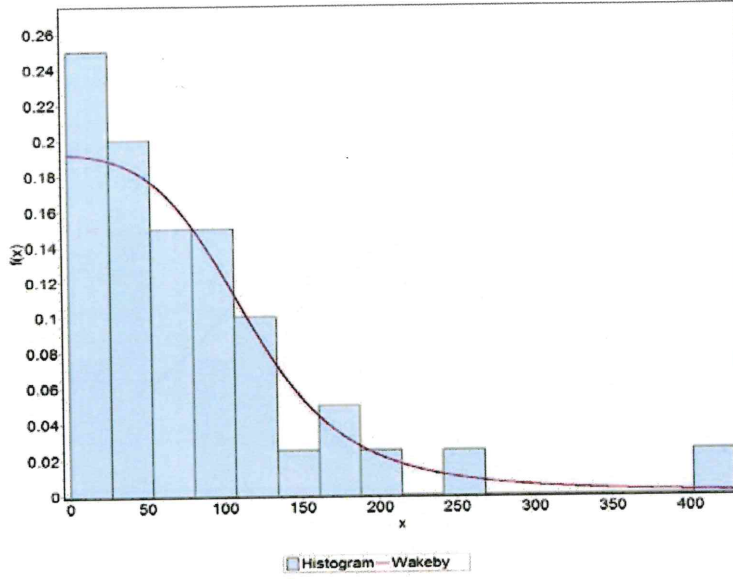
Şekil A.96: 09-75 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



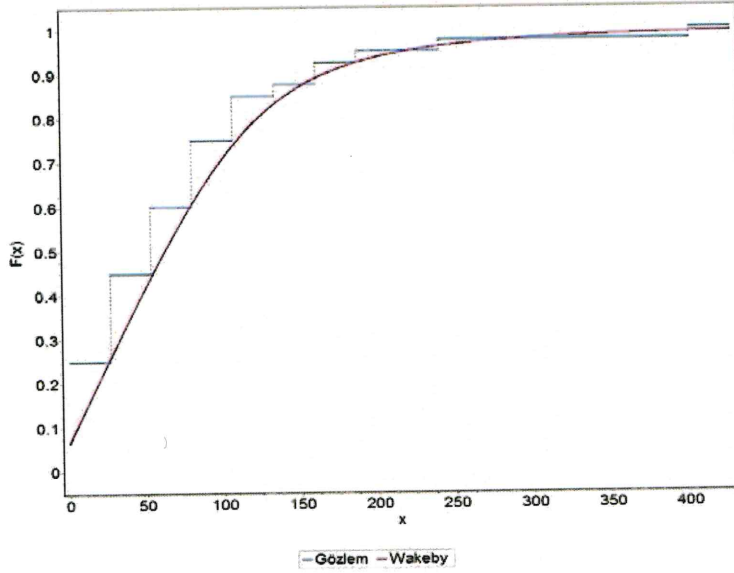
Şekil A.97: 09-77 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



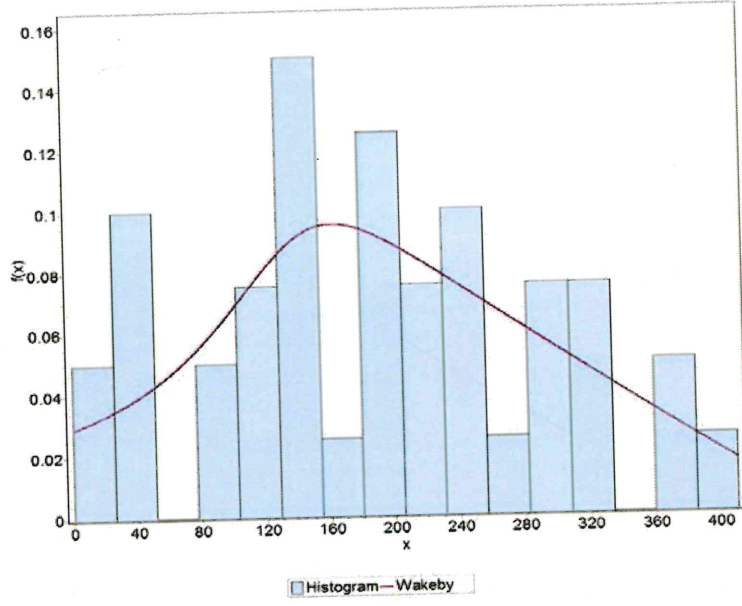
Şekil A.98: 09-77 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



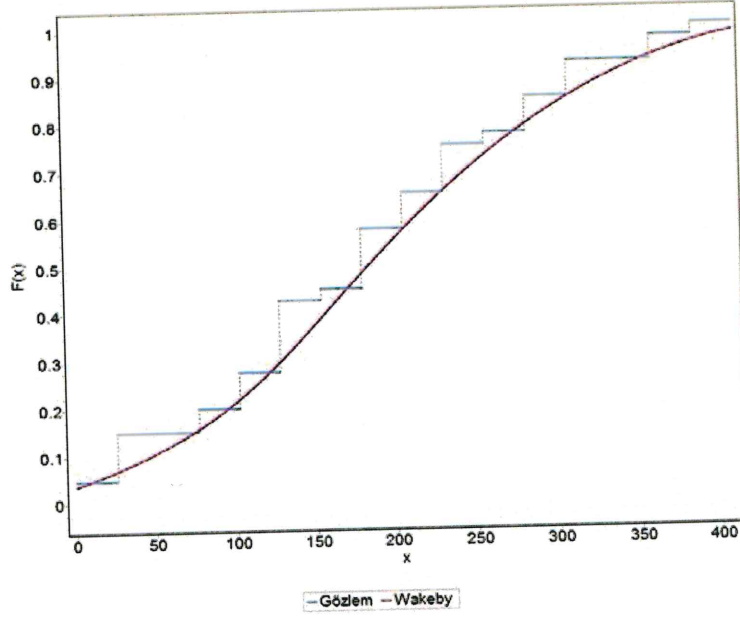
Şekil A.99: 09-84 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



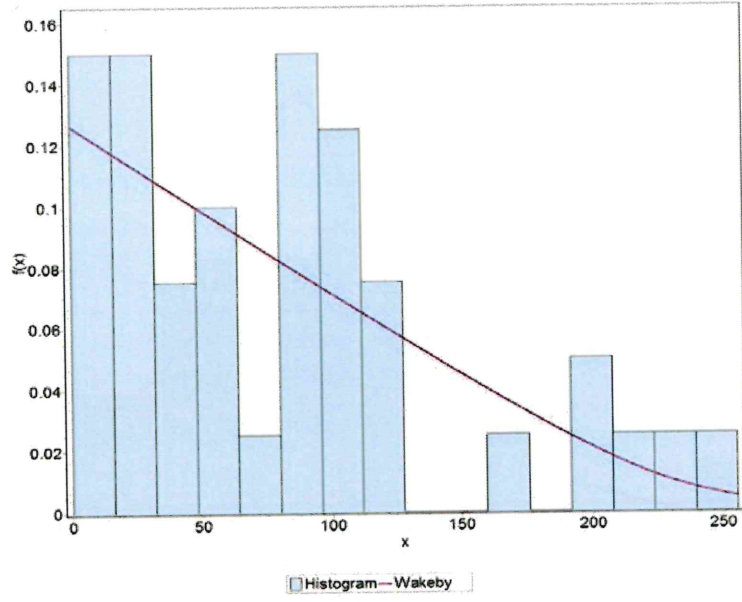
Şekil A.100: 09-84 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



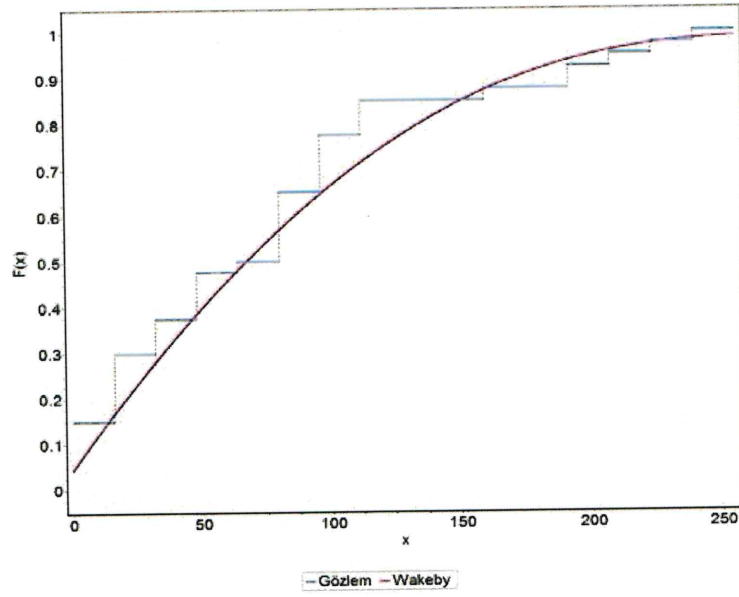
Şekil A.101: 09-86 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



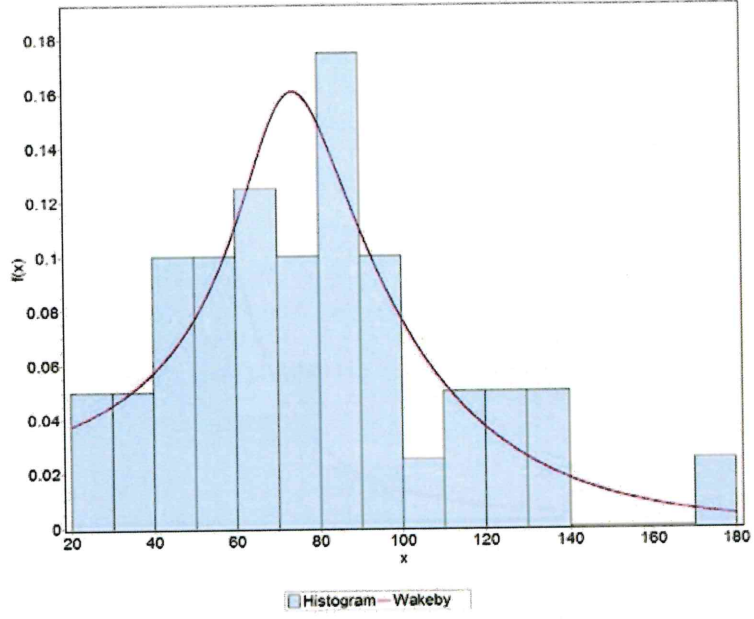
Şekil A.102: 09-86 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



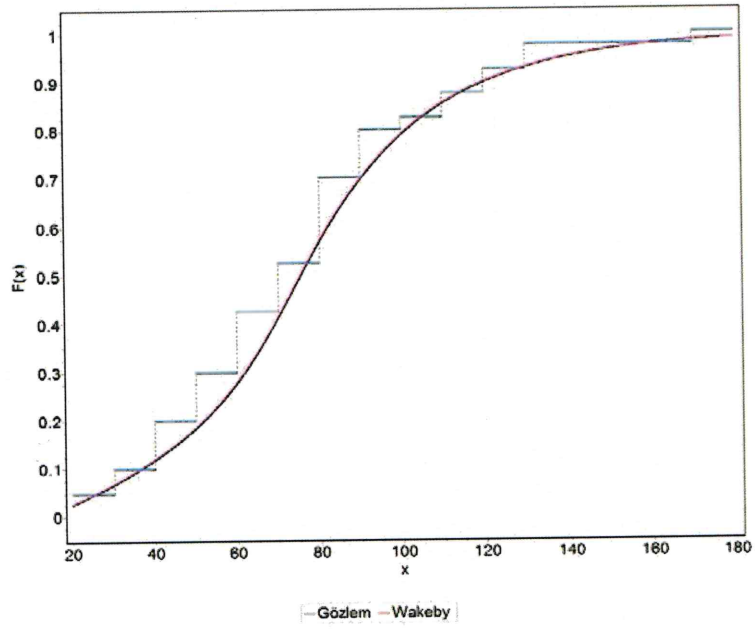
Şekil A.103: 09-88 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



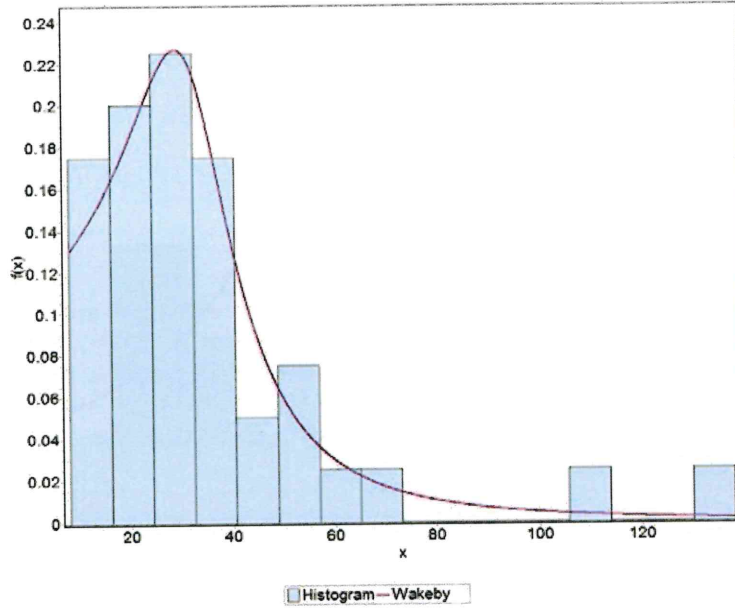
Şekil A.104: 09-88 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



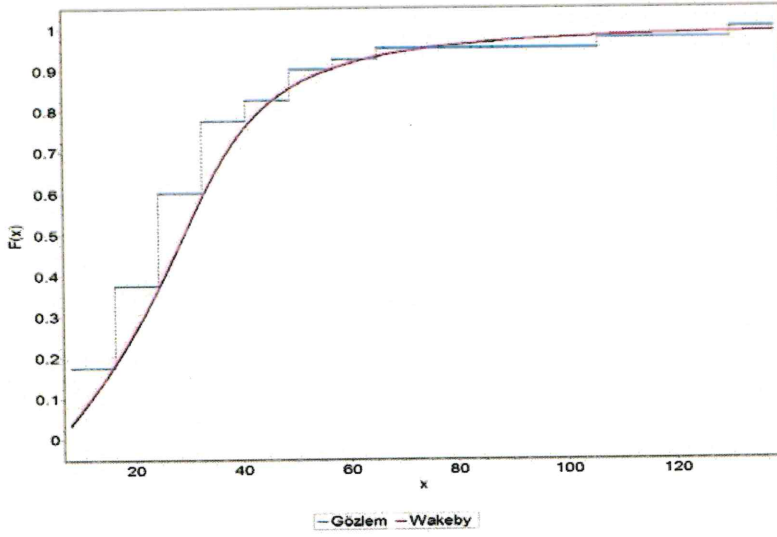
Şekil A.105: 09-89 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



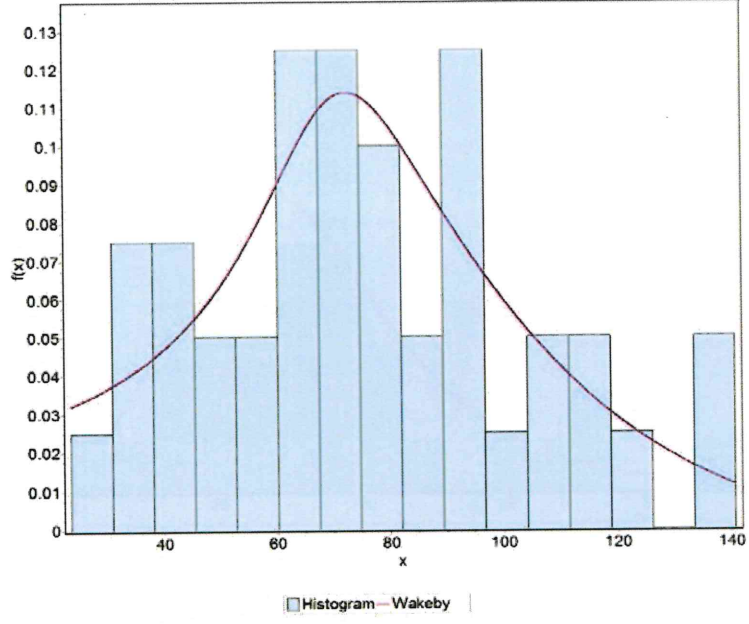
Şekil A.106: 09-89 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



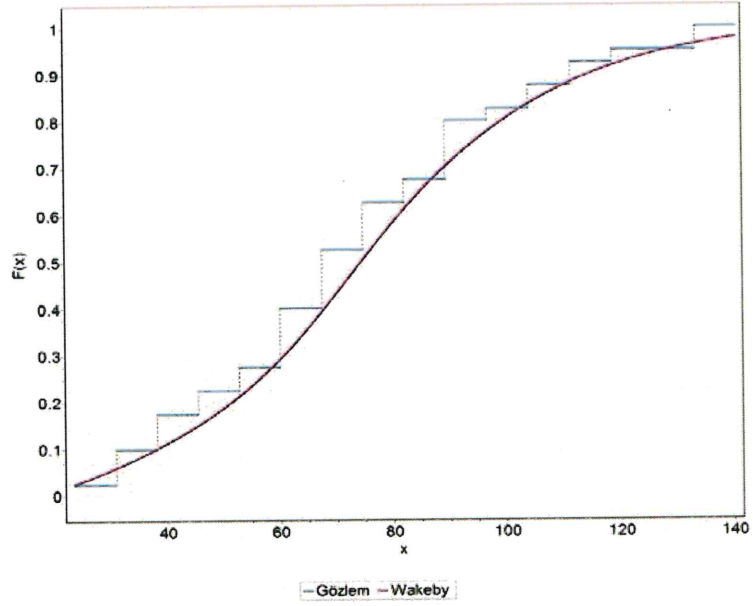
Şekil A.107: 09-91 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



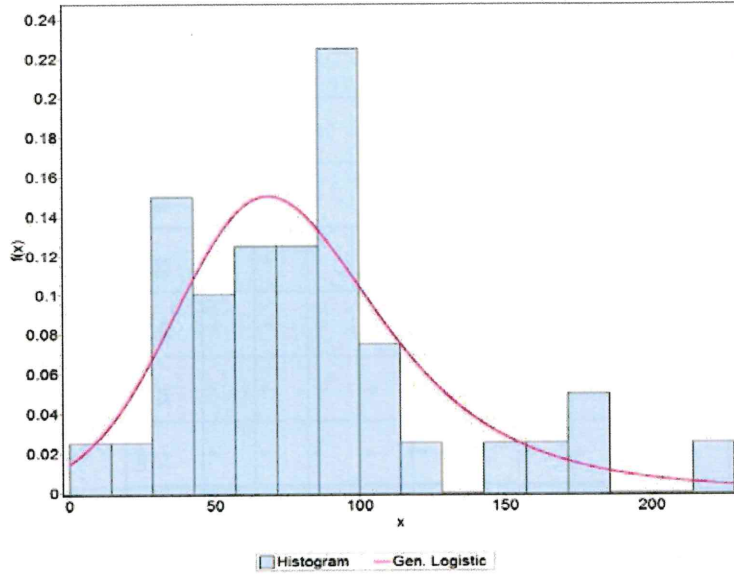
Şekil A.108: 09-91 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



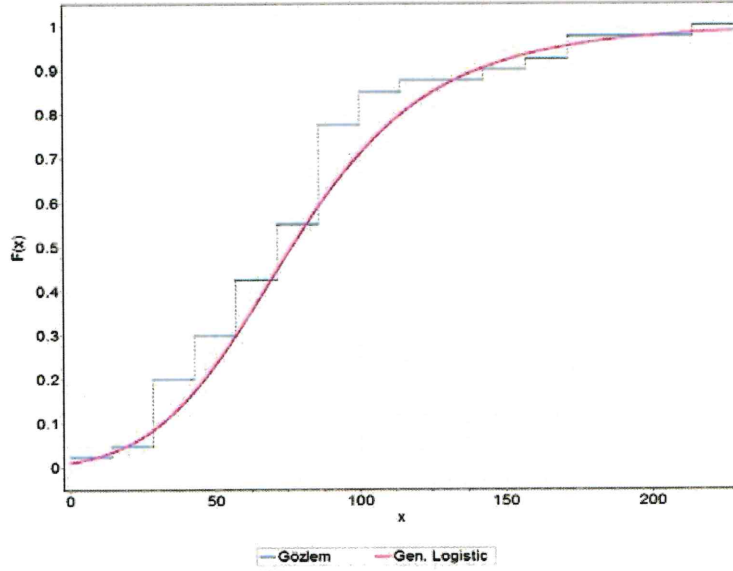
Şekil A.109: 09-95 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Şekil A.110: 09-95 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu



Şekil A.111: 09-100 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Şekil A.112: 09-100 İstasyonunun Tamamlanmış Verilerine Göre Kümülatif Dağılım Fonksiyonu

EK B Antalya Havzası'ndaki 1961-2000 Yılları Arasındaki İstasyonların Verilerinin Tam, Eksik Olduğunun ve EM(Beklenti Maksimizasyonu) Yöntemiyle Tamamlandığının Gösterilmesi

Tablo B.1: 1961-2000 Yılları Arasındaki İstasyonların Verilerinin Tam, Eksik Olduğunun ve EM(Beklenti Maksimizasyonu) Yöntemiyle Tamamlandığının Gösterilmesi

Yıllar	Antalya Havzası'ndaki İstasyon Numaraları																											
	09-02	09-07	09-11	09-13	09-16	09-18	09-22	09-34	09-39	09-42	09-47	09-53	09-56	09-57	09-60	09-65	09-67	09-68	09-73	09-75	09-77	09-84	09-86	09-88	09-89	09-91	09-95	09-100
2000	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1999	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1998	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1997	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1996	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1995	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1994	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1993	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1992	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
1991	+	*	+	+	*	*	*	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tablo B.1: (Devam) 1961-2000 Yılları Arasındaki İstasyonların Verilerinin Tam, Eksik Olduğunun ve EM(Beklenti Maksimizasyonu) Yöntemiyle Tamamlandığının Gösterilmesi

1966	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
1965	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
1964	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
1963	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
1962	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
1961	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+: Verisi olan yılı göstermektedir.

*: EM(Beklenti Maksimizasyonu) ile tamamlanan yılı göstermektedir.

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa ŞEKER

Doğum Yeri ve Tarihi : Antalya 19/09/1988

Lisans Üniversite : Balıkesir Üniversitesi

Elektronik posta : mustafaseker07@windowslive.com

İletişim Adresi : Kiremitli Mahallesi Şehit Recep Kaya Caddesi

No:2 Daire:5 Korkuteli / ANTALYA