

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKARSULARDA AKIMLARIN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ
VE
AKIM SERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ**

M.Yaşar SEPETÇİOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**1995
ŞANLIURFA**

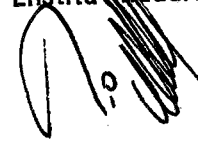
55471

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKARSULARDA AKIMLARIN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ
VE
AKIM SERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ

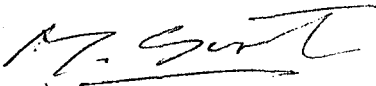
M.Yaşar SEPETÇİOĞLU

Prof. Dr. M. Yaşar UNLU
Enstitü Müdürü

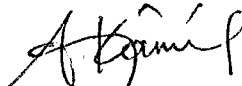


YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI


Bu tez 15.10.1995 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.


(İmza)

Danışman
Prof. Dr. Mahmut SERT


(İmza)

Doç. Dr. A. Kamil TANRIKULU


(İmza)

Yrd. Doç. Dr. Recep YURTAL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKARSULARDA AKIMLARIN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ VE AKIM SERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ

M. Yaşar SEPETÇİOĞLU

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

1995, Sayfa: 107

Akımların stokastik özelliklerinin belirlenmesi ve istatistiksel modellenmesi, su kaynakları sistemlerinin sağlıklı planlanması ve özellikle risklerin tanımlanmasında büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, akarsularda akım serilerinin stokastik özellikleri ve istatistiksel modellenmesi genel olarak incelenmekte ve irdelenmektedir. Özellikle periyodik oto-regresif Markov süreçleri üzerinde durulmuş ve bir akarsu havzasında, bir ve birden fazla akım istasyonu için Thomas-Fiering Modeli uygulanarak istenilen uzunlukta sentetik seriler türetilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : İstatistiksel hidroloji, stokastik hidroloji, sentetik seri, istatistiksel model teorisi, Thomas-Fiering modeli, Markov modelleri

ABSTRACT

Master Thesis

**STOCHASTIC CHARECTERISTIC OF FLOWS IN RIVER
AND
STATISTICAL MODELLING OF FLOW SERIES**

M.Yaşar SEPETÇİOĞLU

Harran University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

1995,Pages :107

Determination of stochastic properties and statistical modelling of flow series have great significance in reliable planning of water resources systems, especially for a meaningful definition of risks.

In this study, stochastic properties and statistical modelling of flow series in general have been examined and discussed. In particular, periodic auto-regressive Markov processes have been stressed, and Thomas-Fiering Model has been used in modelling the flows measured at a single station and more than one station in a selected river basin.

KEY WORDS : Statistical hydrology, stochastic charecteristic, create syntetic series, statistical model theory, modelling of montly flow

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam **Prof.Dr.Mahmut SERT** ' e, DSİ Genel Müdürlüğü ve Şanlıurfa DSİ XV.Bölge Müdürlüğü personeline teşekkür ederim.



ÖZET

ABSTARCT

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ TABLOLAR LİSTESİ SİMGELER LİSTESİ

1.	GİRİŞ	1
2.	HİDROLOJİ VE UYGULAMALARI	2
2.1.	Hidroloji	2
2.2.	Hidrolojik Çevrim	2
2.3.	Hidrolojinin Önemi	3
2.4.	Hidrolojide Metodlar	3
3.	İSTATİSTİK VE HİDROLOJİDEKİ UYGULAMALARI	5
3.1.	Dağılımların Parametreleri	5
3.1.1.	Dağılımın merkezini belirten parametre	5
3.1.2.	Dağılımın yayılımını ifade eden parametre	5
3.1.2.1	Varyans	5
3.1.2.2.	Standart sapma	6
3.1.2.3.	Değişim varyasyon katsayısı	6
3.1.3.	Dağılımın çarpıklığını ifade eden parametre	6
3.1.4.	Dağılımın sivrilikliğini ifade eden parametre	7
3.2.	Olasılık Dağılım Fonksiyonları	8
3.2.1.	Normal dağılım	8
3.2.2.	Log-normal dağılım	9
4.	KORELASYON VE REGRESYON	11
4.1.	Basit Lineer Regresyon	11
4.1.1.	Korelasyon katsayısı	11
4.1.2.	Regresyon denklemi	12
4.2.	Lineer Olmayan Regresyon	12
4.3.	Çok Değişkenli Regresyon	13
5.	STOKASTİK HİDROLOJİ	14
5.1.	Stasyonellik ve Ergodiklik Nedir ?	14
5.2.	Stokastik Serilerin Sınıflandırılması	15
5.3.	Stokastik Serilerin İç Bağımlılığı	16
6.	HİDROLOJİK MODELLER VE AKIMLARIN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ	18
6.1.	Hidrolojide Kullanılan Modeller	18
6.2.	Akış Serilerinin Modelleri	18
6.2.1.	Yıllık akışların modelleri	18
6.2.1.1.	Markov modelleri	19
6.2.1.2	Hareketli ortalama modelleri	19
6.2.1.3.	ARMA modelleri	20

6.2.2.	Aylık akışların modelleri	21
6.2.2.1.	Korelogramın periyodikliğini korumayan modeller	21
6.2.2.2.	Korelogramın periyodikliğini koruyan modeller	21
6.2.2.3.	ARIMA modelleri	22
6.3.	Serinin Olasılık Dağılımı	22
6.4.	Modelin Test Edilmesi	22
6.5.	Çok Sayıda İstasyona Ait Akış Serilerinin Modellemesi	23
6.6.	Sentetik Seri Türetilmesi	23
6.7.	Birleştirme-Ayrıştırma	25
7.	SEYHAN HAVZASINDA YAPILAN BİR UYGULAMA VE BİLGİSAYAR PROGRAMI	27
7.1.	Seyhan Havzasının Özellikleri	27
7.1.1.	İklimi	27
7.1.2.	Meteorolojik Özellikleri	27
7.1.2.1.	Yağış	27
7.1.2.2.	Kar yağışı	27
7.1.2.3.	Sıcaklık	27
7.1.2.4.	Buharlaşma	27
7.1.3.	Akım ölçümleri	28
7.1.3.1.	Nehirler	28
7.1.3.2.	Akım gözlem istasyonları	28
7.2.	Akımların Stokastik Özelliklerini İrdeleyen ve Akım Serilerini Modelleyen Bilgisayar Programı	32
8.	SONUÇLAR	106
	KAYNAKLAR	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil no	Açıklama	Sayfa No
Şekil 2.1.	Hidrolojik çevrim	2
Şekil 3.1.	Dağılımın çarpıklığının grafik olarak gösterilmesi	7
Şekil 3.2.	Normal dağılımın o.y.fonksiyonu	9
Şekil 3.3.	Log-normal dağılımın o.y.fonksiyonu	10
Şekil 7.1.	Seyhan havzası hidrometeoroloji haritası	31
Şekil 7.2.	Ekim ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	45
Şekil 7.3.	Ekim ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	46
Şekil 7.4.	Ekim ayı normal dağılım o.y.f.	47
Şekil 7.5.	Ekim ayı log-normal dağılım o.y.f.	47
Şekil 7.6.	Kasım ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	49
Şekil 7.7.	Kasım ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	50
Şekil 7.8.	Kasım ayı normal dağılım o.y.f.	51
Şekil 7.9.	Kasım ayı log-normal dağılım o.y.f.	51
Şekil 7.10.	Aralık ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	53
Şekil 7.11.	Aralık ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	54
Şekil 7.12.	Aralık ayı normal dağılım o.y.f.	55
Şekil 7.13.	Aralık ayı log-normal dağılım o.y.f.	55
Şekil 7.14.	Ocak ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	57
Şekil 7.15.	Ocak ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	58
Şekil 7.16.	Ocak ayı normal dağılım o.y.f.	59
Şekil 7.17.	Ocak ayı log-normal dağılım o.y.f.	59

Şekil 7.18.	Şubat ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	61
Şekil 7.19.	Şubat ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	62
Şekil 7.20.	Şubat ayı normal dağılım o.y.f.	63
Şekil 7.21.	Şubat ayı log-normal dağılım o.y.f.	63
Şekil 7.22.	Mart ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	65
Şekil 7.23.	Mart ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	66
Şekil 7.24.	Mart ayı normal dağılım o.y.f.	67
Şekil 7.25.	Mart ayı log-normal dağılım o.y.f.	67
Şekil 7.26.	Nisan ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	69
Şekil 7.27.	Nisan ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	70
Şekil 7.28.	Nisan ayı normal dağılım o.y.f.	71
Şekil 7.29.	Nisan ayı log-normal dağılım o.y.f.	71
Şekil 7.30.	Mayıs ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	73
Şekil 7.31.	Mayıs ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	74
Şekil 7.32.	Mayıs ayı normal dağılım o.y.f.	75
Şekil 7.33.	Mayıs ayı log-normal dağılım o.y.f.	75
Şekil 7.34.	Haziran ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	77
Şekil 7.35.	Haziran ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	78
Şekil 7.36.	Haziran ayı normal dağılım o.y.f.	79
Şekil 7.37.	Haziran ayı log-normal dağılım o.y.f.	79
Şekil 7.38.	Temmuz ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	81

Şekil 7.39.	Temmuz ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	82
Şekil 7.40.	Temmuz ayı normal dağılım o.y.f.	83
Şekil 7.41.	Temmuz ayı log-normal dağılım o.y.f.	83
Şekil 7.42.	Ağustos ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	85
Şekil 7.43.	Ağustos ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	86
Şekil 7.44.	Ağustos ayı normal dağılım o.y.f.	87
Şekil 7.45.	Ağustos ayı log-normal dağılım o.y.f.	87
Şekil 7.46.	Eylül ayı akımlarına ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	89
Şekil 7.47.	Eylül ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerlerine ait a-histogram b-f.histogramı c-e.f.histogramı	90
Şekil 7.48.	Eylül ayı normal dağılım o.y.f.	91
Şekil 7.49.	Eylül ayı log-normal dağılım o.y.f.	91

TABLolar LİSTESİ

Tablo no	Açıklama	Sayfa No
Tablo 7.1.	Seyhan havzasında faaliyette olan akım gözlem istasyonları	28
Tablo 7.2.	Seyhan havzasında Tacin-Tacin istasyonu aylık akımları	29
Tablo 7.3.	Seyhan havzasında Sarız-Darídere istasyonu aylık akımları	29
Tablo 7.4.	Seyhan havzasında Üçürge-Nergizlik istasyonu aylık akımları	30
Tablo 7.5.	Seyhan havzasında Asmaca-Feke istasyonu aylık akımları	30
Tablo 7.6.	Ekim ayı istatistiksel hesapları	44
Tablo 7.7.	Kasım ayı istatistiksel hesapları	48
Tablo 7.8.	Aralık ayı istatistiksel hesapları	52
Tablo 7.9.	Ocak ayı istatistiksel hesapları	56
Tablo 7.10.	Şubat ayı istatistiksel hesapları	60
Tablo 7.11.	Mart ayı istatistiksel hesapları	64
Tablo 7.12.	Nisan ayı istatistiksel hesapları	68
Tablo 7.13.	Mayıs ayı istatistiksel hesapları	72
Tablo 7.14.	Haziran ayı istatistiksel hesapları	76
Tablo 7.15.	Temmuz ayı istatistiksel hesapları	80
Tablo 7.16.	Ağustos ayı istatistiksel hesapları	84
Tablo 7.17.	Eylül ayı istatistiksel hesapları	88
Tablo 7.18.	Sentetik seri elemanları	94
Tablo 7.19.	Üçürge-Nergizlik ile Sarız-Darídere istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları ve Sarız-Darídere istasyonu tamamlanmış seri elemanları	96
Tablo 7.20.	Sentetik seri elemanları	102
Tablo 7.21.	Sentetik seri elemanları	105

SİMGELER LİSTESİ

Simge	Açıklama
a	= Regresyon katsayısı
b	= Regresyon katsayısı
Cov	= Kovaryans
C_s	= Çarpıklık katsayısı
C_s	= Çarpıklık katsayısının tarafsız tahmini
C_v	= Değişim varyasyon katsayısı
f	= Frekans
k	= Kurtosis katsayısı
k	= Kurtosis katsayısının tarafsız tahmini
m_1	= 1. mertebeden moment
m_2	= 2. mertebeden moment
m_3	= 3. mertebeden moment
m_4	= 4. mertebeden moment
n	= Örnek adedi
N	= Eleman sayısı
r	= Korelasyon katsayısı
r_k	= Otokorelasyon katsayısı
R	= Çok değişkenli korelasyon katsayısı
S	= Standart sapma
S_τ	= Standart sapmanın periyodik bileşeni
t	= Ölçüm anı
x	= Akım değerleri
Var	= Varyans
$V(t)$	= Fourier dönüşümü uygulanmış seri
ε	= Rastgele değişken
v	= 1. mertebeden moment
μ	= Aritmetik ortalama
ρ	= Korelasyon katsayısı
ρ_k	= Otokorelasyon katsayısı
σ	= Standart sapma
τ	= Zaman artış sayısı

BÖLÜM 1 - GİRİŞ :

Su kaynakları planlaması ve geliştirilmesi için enerji, sulama, su temini, ulaşım, taşkından koruma v.b. gibi geniş kapsamlı amaçlar topluluğunun değerlendirilmesi ve bu konularda belirlenen hedeflere ulaşılması gerekmektedir. Fakat bu amaçlar genellikle birbirleriyle çelişirler ve optimal bir çözüm üretme zorunluluğu ortaya çıkar.

Su kaynakları planlaması için akarsu akımları ve havzaya ait hidrometrik ölçümlere ihtiyaç vardır. Fakat genel olarak sadece gözlemlenmiş deterministik değerler kafi olmaz. Su yapılarının ekonomik maliyetinin büyük ve risklerin önemli olması bu yapıların projelendirilmesi esnasında gözlemlenmiş verilerin dışında gelebileceği tahmin edilen akım değerlerinde dikkate alınmasını gerektirmektedir. Gözlenmemiş olan bu veriler sonuçta probabilistik yani olması muhtemel değerlerdir. Bu değerler gözlenmiş olan veriler yardımıyla bulunurlar.

Probabilistik akım değerleri elde edebilmek için öncelikle akımların stokastik özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Akarsularda akımlar arasında birbirini etkileyen bir iç bağımlılık mevcuttur. Bu bağımlılığı bir önceki akımın bir sonra gelecek akımı etkilemesi şeklinde açıklayabiliriz. Akarsularda akımlar arasındaki ilişkileri belirleyen bu özelliklerin tümüne stokastik özellikler denir. Stokastik özellikler ise gözlenmiş akımların ortalama, varyans, standart sapma v.b. gibi istatistik parametrelerinin, olasılık yoğunluk fonksiyonundan olasılık dağılımının ve akımlar arası korelasyon katsayılarının bulunması neticesinde belirlenmektedir. Stokastik özellikleri belirlenen akımların genel gidişini gösteren matematiksel ifade belirlenir ki, bu ifadeye matematiksel model denir.

Modeller, akımlar arasındaki zaman aralığına göre farklı şekillerde oluşturulabilirler. Örneğin yıllık akımların modellenmesinde Markov modelleri, hareketli ortalama modelleri ve ARMA modelleri kullanılırken aylık akımların modellenmesinde Thomas - Fiering modeli, ARIMA modeli gibi modeller kullanılmaktadır.

Akımlar arasındaki bağımlılığa göre oluşturulan matematiksel modeller kullanılarak gelecekte gelebilecek akımlar tahmin edilebilir. Ayrıca daha büyük veya daha küçük zaman aralıklarındaki akım değerlerine geçmek mümkündür.

Bütün bu işlemler çok fazla ve karmaşık hesabı beraberinde getirmektedir. Bu kadar işlemin elle yapılması neticesinde zaman kaybı ve hata kaçınılmazdır. Burada günümüz teknolojisinin ürünü bilgisayar ve programlama çok büyük imkanlar sağlamıştır.

BÖLÜM 2 - HİDROLOJİ VE UYGULAMALARI

2.1.Hidroloji :

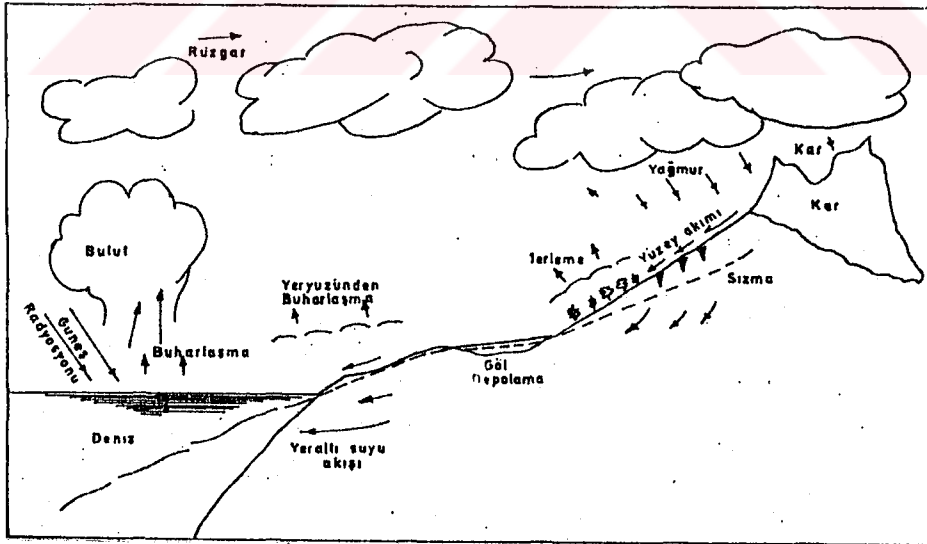
Kısaca su bilimi anlamına gelmekte olup, yeryüzünde suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla ilişkilerini, dağılımını ve çevrimini inceleyen bir bilim dalıdır. [5]

Su kullanımını kontrol etmek için nehir akımı regülasyonları, rezervuar depolamaları ve sulama kanalları gibi mühendislik çalışmaları yapılır. Bu çalışmaları yapabilmek için konuya hidrolojiyi geniş bir şekilde uygulamak gerekmektedir. Çünkü hidroloji bilimi fizik, meteoroloji, jeoloji, oşinografi ve hidroluk gibi birçok bilim dalından teşekkül etmiştir. Hidroloji uygulamalarını yapabilmek için istatistiksel metodları bilmeli ve ekonomik analiz yapabilmelidir.

Hidroloji, yağış, akış, sızma, nehir akımı ve buharlaşma gibi gözlenmiş ve ölçülmüş verilere ihtiyaç gösterir. Hidrolojik problemler bu veriler yardımıyla çözümlenir.

2.2.Hidrolojik Çevrim :

Hidrolojik çevrim, buharlaşma yolu ile atmosfere giden oradan yağmurla yeryüzüne inen, nehirlerle toplanarak tekrar denizlere giden suyun dairesel hareketi olarak tanımlanır.



Şekil 2.1.Hidrolojik Çevrim

Atmosferde buhar halinde bulunan su yoğunlaşarak yağış şeklinde yeryüzüne iner. Yeryüzüne inen su direkt olarak deniz, göl ve nehirlerle katılabileceği gibi karalar

üzerinede düşer. Karalar üzerine düşen suyun büyük bir kısmı zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma ve bitkilerden terleme yoluyla denizlere erişmeden atmosfere geri döner, bir kısmı bitkiler tarafından kullanılır, bir kısmı zemine sızarak yeraltına geçer. Geriye kalanı ise yerçekiminin etkisiyle hareket ederek nehir, göl ve denize katılır. Yeraltına sızan su ise yeraltında akış yoluyla yüzeysel kaynaklara katılır. Yüzeysel akış halindeki sular ise akarsular ile denize katılır ve burdan su tekrar buharlaşarak atmosfere geri döner.

İnsanın hidrolojik çevrime etkisi, suyu tutmak ve dolayısıyla yüzeysel akışı kontrol altına almak (barajlar vasıtasıyla), arazinin kaplanması neticesinde yüzeysel akışın artması, tabii bitki örtüsünün değişmesiyle terleme ve buharlaşmaya etkili olmak şeklinde olur.

2.3.Hidrolojinin Önemi :

Su kaynaklarının kullanılması amacıyla yapılan tesisler, bu tesislerin yapılmasından sonra işletmeleri hidroloji ilmi ile yakından ilgilidir. Su kaynakları ile ilgili çalışmalar şu amaçlar için yapılır:

1. Su temini, sulama, enerji üretimi, ulaşım, dinlenme v.b.
2. Kirlilik önleme,
3. Su yüksekliğinin kontrolü, taşkınların önlenmesi, kurutma tesisleri, kanalizasyon tesisleri v.b.

Bu çalışmalarda proje, planlama, inşa ve işletme safhalarında su ile ilgili bazı özellikler gereklidir. Örneğin enerji üretim amaçlı bir barajdan elde edilebilecek enerjinin hesaplanabilmesi için akarsudan geçen debinin bilinmesi gereklidir. Buna benzer verilerin temini ve kullanılması hidroloji bilimi kapsamındadır. Bu işlemlerin doğruluk derecesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü su yapılarının maliyetinin fazla olması nedeniyle bu yapıların projelendirilmesi esnasında emniyet katsayıları küçük tutulmaktadır. Beklenen değerden büyük bir taşkın olması barajın yıkılmasına sebep olabilir. Enerji üretim amaçlı bir hidroelektrik santralin kurulu gücünün tesbit edilmesinde kullanılan debiden küçük bir debinin gelmesi beklenenden daha az enerjinin üretilmesine sebep verir.

2.4.Hidrolojide Metodlar :

Hidrolojide metodlar, ölçme, verilerin işlenmesi, matematik modeller kurulması, olasılık hesapları ve bunların matematik modellere uygulanmasıdır.

Ölçme, hidrolojik parametrelerin tesbit edilmesidir. Bu parametreler buharlaşma, yağış, terleme, sızma, yüzeysel akış v.b.dir. Bu ölçümlerin yapıldığı yerlere meteoroloji ve hidrometri istasyonları adı verilir. Bu istasyonların oluşturduğu ağa hidrometeorolojik ölçüm ağı denir. Hidrolojik parametreler zamana ve yere göre

değişmektedir. Bu nedenle ölçümlerin kısa zaman aralıklarında yapılması ve ölçüm ağının sık olması sıhhatli değerlendirmeler yapılmasını sağlayacaktır.

1993 yılına kadar DSİ ' nin işlettiği meteoroloji istasyonları sayısı 420 dir. Bu istasyonların 189 adedi yalnız yağış, 109 adedi buharlaşma, 8 adedi yağış, sıcaklık, 114 adedi yağış, sıcaklık, buharlaşma gözlemleri yapmaktadır. İstasyonlarda 294 adet çeşitli tipde plüviograf ve 93 adet diğer gözlemleri yapan yazıcı aletler vardır. DMİ tarafından işletilen istasyon sayısı ise 764 ' dür. [2]

DSİ tarafından işletilen hidrometrik gözlem istasyonu 1233 adet olup bunlardan 804 adedi limnigrafıdır. 1992 yılında 7 adet istasyon kurulmuş olup mevcut istasyon sayısı 1240 ' a ulaşmıştır. Mevcut limnigraf sayısı 856 ' dır. 1993 yılında 22 adet istasyon kurulması programlanmıştır. 1993 yılına kadar DSİ ve EİE olarak iki kuruluşun işlettiği toplam hidrometrik gözlem istasyonu sayısı 1536 adet olup 507 km² ' ye 1 istasyon düşmektedir. DSİ ' nce 1992 yılı sonuna kadar açılmış olan su kalitesi gözlem istasyonlarının sayısı 1040 olup 799 ' u çalışmaktadır. [2]

Verilerin işlenmesi, ölçümlerin kayıtlara geçirilmesidir. Fazla sayıda ölçüm yapıldığı için bilgisayarlar kullanılmaya başlanmıştır.

Matematik modeller kurulması, hidrolojik olayların oluşum denklemlerinin belirlenmesi ve bu matematiksel denklemlerin yapılan ölçümlerle uygunluğunun kontrol edilmesidir.

Olasılık hesapları ve bunların matematik modellere uygulanması, geçmişteki verilerin kullanılarak gelecekteki değerlerin bulunması işlemidir. Bu işlemleri yapmak ise ancak istatistiki yöntemlerle mümkün olacaktır. İstatistik, hidroloji uygulamalarında büyük bir önem arz etmektedir. [5]

BÖLÜM 3 - İSTATİSTİK VE HİDROLOJİDEKİ UYGULAMALARI

3.1. Dağılımların Parametreleri :

Olasılık dağılım fonksiyonunun özelliklerini rastgele değişkenler toplumuna ait parametreler belirler. Bu özellikler,

- Dağılımın merkezi yani aritmetik ortalama,
- Merkez çevresindeki yayılımın büyüklüğü,
- Dağılımın çarpıklığı,
- Dağılımın sivriliği gibi özelliklerdir.

Bu özellikleri açıklayan parametreler çeşitli şekillerde belirlenebilirler.

3.1.1. Dağılımın merkezini belirten parametre :

Bir dağılımın merkezini belirlemek için en çok $x_0 = 0$ noktası etrafındaki 1. mertebeden moment kullanılır.

$$v_1 = \mu_x = E_x = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot p(x) \cdot dx \quad (3.1)$$

1. mertebeden alınan moment değerine aritmetik ortalama denir. Aritmetik ortalama eldeki örneklerden,

$$m_x = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (3.2)$$

formülüyle bulunabilir.

Aritmetik ortalama olasılık yoğunluk fonksiyonunu maximum yapan değerdir.

3.1.2. Dağılımın yayılımını ifade eden parametreler :

Bir dağılımın yayılımını varyans, standart sapma ve değişim varyasyon katsayısı gibi parametrelerle belirlemek mümkün olmaktadır.

3.1.2.1. Varyans :

Herhangi bir rastgele değişkenin dağılımının merkez etrafındaki yayılımını belirlemek için ikinci mertebeden merkezsel moment alınır. Bu değere varyans adı verilir.

$$\text{Var}_x = E(x - E(x))^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - E(x))^2 \cdot f(x) \cdot dx \quad (3.3)$$

Varyans eldeki örnekten ise şu şekilde hesaplanır.

$$N > 30 \Rightarrow \text{Var}_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.4)$$

$$N \leq 30 \Rightarrow \text{Var}_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.5)$$

3.1.1.2. Standart Sapma :

Varyans ikinci derceden bir büyüklüktür, rastgele değişkenle aynı mertebeden bir büyüklük haline dönüştürmek için karekökünü alırsanız bu da standart sapmayı verir.

$$\sigma_x = \sqrt{\text{Var}_x} \quad (3.6)$$

Ayrıntılı bir şekilde ise standart sapma,

$$N > 30 \Rightarrow S_x = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (3.7)$$

$$N \leq 30 \Rightarrow S_x = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (3.8)$$

Standart sapma rastgele değişkenin ortalama etrafındaki dağılımını belirler.

3.1.2.3. Değişim varyasyon katsayısı :

Değişim varyasyon katsayısı iki farklı rastgele değişken toplumunun dağılımlarını mukayese etmede kullanılır. Standart sapmanın ortalamaya bölümü ile hesaplanır.

$$C_{v_x} = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (3.9)$$

3.1.3. Dağılımın çarpıklığını ifade eden parametreler :

Dağılımın çarpıklığını belirlemek için üçüncü mertebeden merkezi moment alınır. Çarpıklık katsayısı,

$$C_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3} \quad (3.10)$$

Örnekten,

$$C_s = \frac{m_3}{m_2^{3/2}} \quad (3.11)$$

$$m_3 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3 \quad (3.12)$$

$$m_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.13)$$

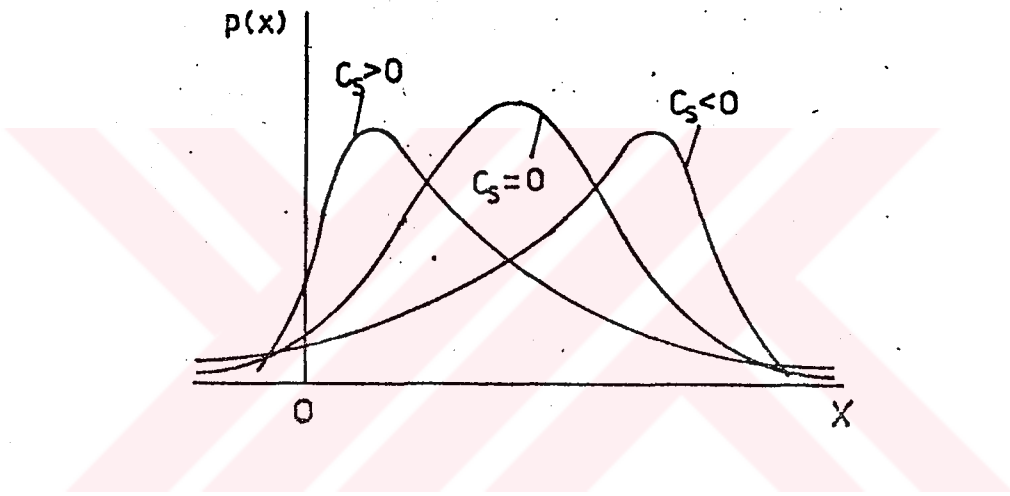
Çarpıklık katsayısı sıfıra eşit ise dağılım simetrik, sıfırdan büyükse pozitif çarpık, sıfırdan küçükse negatif çarpıktır.

Çarpıklık katsayısının tarafsız tahmini için,

$$\hat{C}_s = \frac{N^2}{(N-1)(N-2)} \cdot \frac{m_3}{m_2^{3/2}} \quad (3.14)$$

$$\hat{C}_s = \frac{N \cdot (N-1)}{(N-2)^2} \cdot \frac{m_3}{m_2^{3/2}} \quad (3.15)$$

formülleri kullanılır.



Şekil 3.1. Dağılımın çarpıklığının grafiği

3.1.4. Dağılımın sivriliğini ifade eden parametreler :

Sivriliğin tayini için dördüncü mertedededen merkezsiz moment kullanılır. Kurtosis katsayısı ile olasılık yoğunluk fonksiyonunun tepesinin sivri olup olmadığı belirlenir. Kurtosis katsayısı,

$$k = \frac{\mu_4}{\sigma_4} \quad (3.15)$$

formülü ile tanımlanır.

Eldeki örnekten tarafsız tahmini için,

$$\hat{k} = \frac{(N-1)(N^2 - 2N + 3)}{N \cdot (N-2)(N-3)} \cdot \frac{m_4}{m_2^2} \quad (3.16)$$

$$\hat{k} = \frac{N^3}{(N-1) \cdot (N-2) \cdot (N-3)} \cdot \frac{m_4}{m_2^2} \quad (3.18)$$

formülleri kullanılır.

3.2. Olasılık Dağılım Fonksiyonları :

Hidrolojide en çok kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları,

- a. Normal dağılım
- b. Log-normal dağılım
- c. Binom dağılımı
- d. Poisson dağılımı
- e. Geometrik dağılım
- f. Gamma dağılımı
- g. Pearson dağılımı
- h. Gumbel dağılımı
- i. Fisher-Tippett III dağılımı
- j. İki değişkenli normal dağılımdır.

3.2.1. Normal dağılım :

İstatistikte en çok kullanılan ve en önemli frekans dağılımı normal veya diğer adıyla Gauss dağılımıdır. Normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$p(x) = \frac{1}{\sigma_x \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}} \quad (3.19)$$

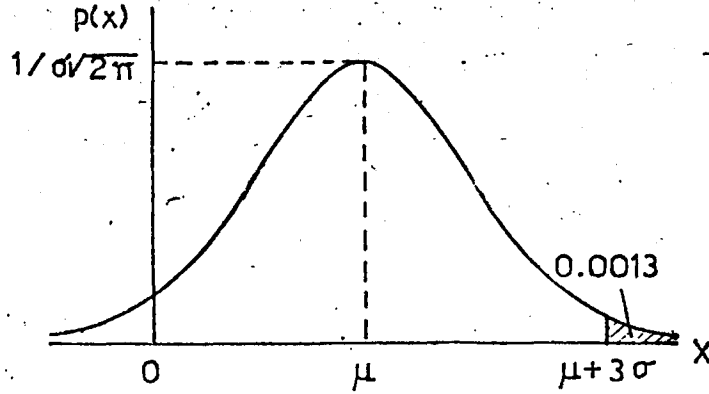
dir. Parametreleri tanımlarsak,

μ = Değişkenin aritmetik ortalaması

σ = Değişkenin standart sapması

Normal dağılım simetrik bir dağılım olup $C_s=0$ 'dır. Kurtosis katsayısı (k) 3 'dür.

Normal dağılımda ortalama, mod ve medyan aynı değerdir. Normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu bir çan eğrisi şeklindedir. (Şekil 3.2) Normal dağılımın parametre-leri eldeki örnekten grafik yöntemle veya momentler yöntemi ile tahmin edilir. Fakat normal dağılım simetrik olduğu için momentler yöntemi daha iyi neticeler verir.



Şekil 3.2. Normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu

Normal dağılım doğadaki olaylarda en çok rastlanan dağılımdır. Fakat hidrolojik değişkenler için geçerliliği daha azdır. Genellikle bir yıl veya daha uzun zaman aralıklarındaki değerler için değişken dağılımı normal kabul edilebilir. Oysa aylık ve günlük değerlerin dağılımı normal olmayıp çarpıktır. Hidroloide normal dağılımın kullanılmamasına bir sebepten dolayı normal dağılımda değişken $-\infty$ ' dan $+\infty$ ' a kadar değer alırken hidrolojik değişkenler pozitiftir. Bununla birlikte bir çok kolaylıklar sağlaması bakımından normal dağılım kullanılmaktadır. Hatta normal dağılıma uymayan dağılımlar da normal dağılıma uydurulmaya çalışılır.

Normal dağılımın özelliklerine göre değişken büyük olasılıkla ortalamanın iki yanına doğru 3σ genişliğinde bir aralıkta kalır. ($\mu \pm 2\sigma$, %90 güven aralığı)

3.2.2. Log-normal Dağılım :

Hidrolojik doneleri normal dağılıma uygun hale getirmek için kullanılan bir dönüşüm biçimi de logaritmik dönüşümdür. Rastgele değişkene

$$Y = \text{LN} (X) \quad (3.20)$$

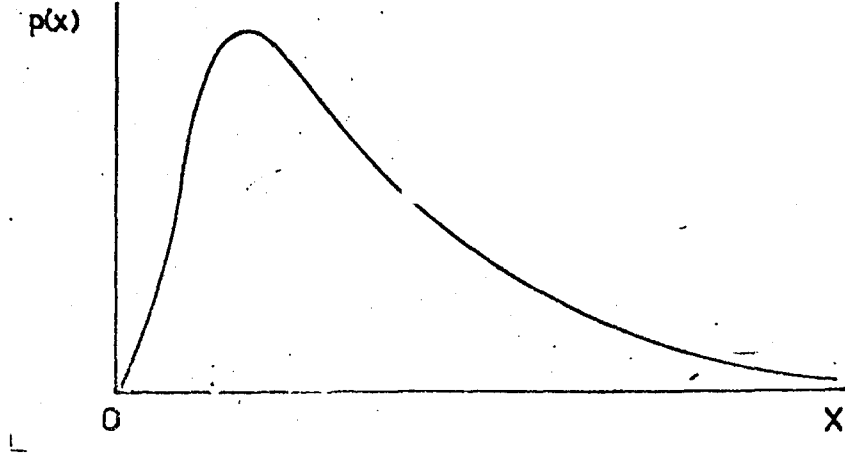
dönüşümü uygulandığında Y değişkeninin dağılımı normal ise X değişkeninin dağılımı log-normaldir.

Log-normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$p(y) = \frac{1}{\sigma_y \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad (3.21)$$

dir.

Log-normal dağılım X ' in pozitif değerleri için uygulanabilir. Olasılık yoğunluk fonksiyonunun grafiği çizildiğinde pozitif çarpık olduğu görülür. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Log-normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu

Log-normal dağılım sadece pozitif değerler için uygulanabilmesi ve dağılımın pozitif çarpık olmasından dolayı hidrolojik değişkenlere uyar.

Log-normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonundaki parametreler hesaplanırken, dönüşüm uygulanmış y değerlerinin ortalaması (μ_y) ve standart sapması (σ_y) hesaplanır. Yada mevcut μ_x ve σ_x değerleri kullanılarak μ_y ve σ_y bulunur. X ' in istatistiklerinin kullanılmasından dolayı μ_x ve σ_x 'e bağlı olarak μ_y ve σ_y ' yi hesaplamak daha uygundur.[4]

$$\sigma_y = \sqrt{\ln\left(\frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2} + 1\right)} \quad (3.22)$$

$$\mu_y = \ln \mu_x - \frac{\sigma_y^2}{2} \quad (3.23)$$

BÖLÜM 4 - KORELASYON VE REGRESYON

Hidrolojide rastgele değişkenlerin aynı gözlem sırasında aldıkları değerler arasında bir bağıntı vardır. Bu bağıntı belirlendiği takdirde değişkenlerden birinin alacağı değeri diğer bilinen değerler yardımıyla tahmin etmek mümkün olacaktır. Örneğin iki istasyon, iki havza v.b. arasındaki bağıntı yardımıyla eksik ölçüler tahmin edilebilir. Belirlediğimiz bu bağıntılar istatistikidir. Rastgele değişkenler arasındaki bağıntıyı tanımlayan matematiksel denkleme regresyon denklemi denir. Regresyon denkleminin belirlenmesine ise regresyon analizi denir.

Regresyon analizinde, öncelikle değişkenler ve regresyon denkleminin tipi (Linear , Non-linear) belirlenir, değişkenler arasındaki bağımlılığı tesbit amacıyla korelasyon katsayısı bulunur, regresyon denkleminin parametreleri hesaplanır ve denklem oluşturulmuş olur. [4]

4.1.Basit Lineer Regresyon :

Rastgele değişken sayısının iki olduğu lineer bağıntılar en basit regresyon bağıntısıdır. Bir regresyon bağıntısının lineer olduğunu belirlemek için X ve Y değişkenlerinin x_i , y_i değerleri düzlemde işaretlenir, X ile Y arasında fonksiyonel bir bağıntı olmadığından x_i değerlerine karşı y_i değerleri çeşitli olabilir. Bunların ortalaması $y_{m_i} = E(Y | x=x_i)$ ' dir. y_{m_i} değerlerinin birleştirilmesi ile elde edilen çizgiye regresyon çizgisi denir. Bu çizgi doğru şeklinde ise değişkenler arasındaki bağıntı lineer bir regresyon bağıntısıdır. Aynı işlemler X ' in Y ' ye bağlı olan değerleri için tekrarlanabilir.

4.1.1.Korelasyon katsayısı :

Rastgele iki değişken arasında lineer regresyon bağıntısı tesbit edilince bu bağıntının derecesini belirlemek için korelasyon katsayısı hesaplanır.

Korelasyon katsayısı,

$$\rho = \frac{\text{Cov}_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (4.1)$$

denklemlerle tanımlanır.

Korelasyon katsayısı boyutsuz bir parametre olup mutlak değeri 0 ile 1 arasında değişir. Eğer korelasyon katsayısı 0 ise bu değişkenler arasında lineer bir bağımlılık olmadığını, 1 ise lineer bağımlılık olduğunu gösterir. Aynı zamanda 0 ' dan 1 ' e doğru artan değerlerle doğru orantılı olarak lineer bağımlılıkta artar. Korelasyon katsayısı 0 ' dan küçükse değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyor demektir.

Korelasyon katsayısı ,

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N \cdot S_x \cdot S_y} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \cdot y_i - N \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}}{N \cdot S_x \cdot S_y} \quad (4.2)$$

formülü ile hesaplanır.

Korelasyon katsayısı değişkenlerin dağılımının normal dağılıma uyduğu durumlarda lineer bağımlılığı daha doğru açıklar. Oysa hidrolojik değişkenler genellikle normal dağılıma uymazlar. Bu sebeple korelasyon analizinden önce uygulanacak bir dönüşümle (Logaritmik dönüşüm v.b.) dağılım normale uygun hale getirilmelidir.

4.1.2.Regresyon denklemi :

y ' nin x ' e göre regresyon doğrusunun denklemi,

$$y = a + bx \quad (4.3)$$

olarak ifade edilir. Denklemdaki a ve b regresyon katsayıları şu şekilde hesaplanır.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \frac{S_y}{S_x} \cdot r \quad (4.4)$$

$$a = y - bx \quad (4.5)$$

Regresyon denklemi hidrolojide gözlenen verilerde bulunan boşlukları doldurmak ve yakın bir istasyondaki verilerden yararlanarak başka bir istasyondaki kısa süreli verilerin uzatılması için kullanılabilir. Örneğin Y değişkenine ait A+B adet, X değişkenine ait ise B adet gözlem olduğunu varsayarsak, önce X ve Y değişkenlerine ait B adet gözlem kullanılarak X ' in Y ' ye göre regresyon denklemi belirlenir. Bu denklemde A adet Y değeri yerine konularak A adet X değeri tahmin edilmiş olur ki, bu şekilde kısa süreli gözlemleri olan X değişkenine ait seri uzatılmış olur.

4.2.Linear Olmayan Regresyon :

X ve Y rastgele değişkenleri arasında $Y = F (X)$ şeklinde bir fonksiyonel bağıntı mevcutsa bu bağıntı logaritmik dönüşümle lineer hale getirilebilir.

Örneğin $y = kx^t$ şeklinde bir fonksiyon logaritmik dönüşümle,

$$\log y = \log k + t \log x$$

$$y' = a + bu \quad (4.6)$$

olur.

Korelasyon katsayısı ve varyans ise,

$$r_y = \sqrt{\left(1 - \frac{S_{e_y}^2}{S_y^2}\right)} \quad (4.7)$$

$$S_{e_y}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N e_{y_i}^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2}{N} \quad (4.8)$$

olarak elde edilir.

4.3.Çok Değişkenli Regresyon :

Y değişkeninin birden fazla değişkene göre regresyonu,

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (4.9)$$

dir. $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ rastgele değişkenleri y ' yi çeşitli şekillerde etkileyen değişkenler olmalıdır. Çok değişkenli regresyonun en basit şekli lineer regresyondur:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots + a_n x_n \quad (4.10)$$

n değerinin N eleman sayısına nazaran daha küçük bir değer seçilmesine dikkat edilmelidir. n değeri N ' e yaklaştıkça güven aralıkları büyür ve bunun neticesinde regresyon denklemi y ' nin tahmini için kullanılamaz.

Çok değişkenli regresyonda korelasyon katsayısı,

$$R = \sqrt{\left(1 - \frac{S_{e_y}^2}{S_y^2}\right)} \quad (4.11)$$

olarak tanımlanır.

$$S_{e_y}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N e_{y_i}^2}{N - (m + 1)} \quad (4.12)$$

formülü ile bulunur. [4]

BÖLÜM 5 - STOKASTİK HİDROLOJİ :

Hidrolojik değişkenlerin birbirini takip eden değerleri esasında bağımsız değildirler. Akımın arttığı veya azaldığı günlerin birbirini takip ettiği gözlemlenir. Akım serisi içerisindeki değerler arasındaki bu bağımlılığa stokastik bağımlılık denir. Stokastik bağımlılığın mevcut olduğu akımlardan oluşan seriye stokastik süreç denir. Örneğin bir akarsuda ölçülmüş günlük, haftalık, aylık v.b. akım değerleri, göl seviyeleri birer stokastik süreçtir. Stokastik süreçler incelenirken, rastgele değişkenin olasılık dağılımını bilmek ve iç bağımlılığı ifade eden bir model kurmak gerekir.

Stokastik süreçlerin modellerinin kurulması ile rastgele değişkene ait sentetik seriler türetilir. Türetilen bu seriler planlama ve işletme esnasında optimum çözümün bulunmasında kullanılır. Böylece sadece gözlenmiş olan değerler değil aynı zamanda gözlemlenebilecek değerler de kullanılmış olur.

Bir akım dizisinin stokastik bağımlılığa sahip olup olmadığını belirlemek için rastgele değişkenlerin olasılık dağılımının ayrıca ardışık gözlemlenmiş değerler arasındaki ilişkinin bilinmesi gereklidir.

Stokastik süreçlerde birbirini izleyen gözlemler arasındaki zaman aralığı sonlu olabileceği gibi sonsuz küçük te olabilir. Zaman aralığı sonlu ise seri kesikli, zaman aralığı sonsuz küçük alındığında ise süreklidir. Hidrolojik değişkenler için seriler genelde kesiklidir. Çünkü gözlemler genellikle sonlu zaman aralıkları ile yapılır.

5.1.Stasyonellik ve Ergodiklik Nedir ?

Bir stokastik sürece ait özellikler zamanla değişmiyorsa bu süreç stasyonerdir. Bir sürecin stasyonier olup olmadığı o seri içinde aynı yerde aynı şartlarda farklı zamanlarda ölçülmüş olan değerler kümesine ait ortalamaların ve kovaryansların değerlendirilmesi ile anlaşılır. [4]

Kümelere ait ortalamalar ve kovaryans şu şekilde hesaplanır.

$$\bar{x}_t = \frac{\sum_{i=1}^N x_i(t)}{N} \quad (5.1)$$

$$\text{Cov}(x_t, x_{t+\tau}) = \frac{\sum_{i=1}^N x_i(t) \cdot x_i(t + \tau)}{N} - \bar{x}_t \cdot \bar{x}_{t+\tau} \quad (5.2)$$

N= Örnek adedi

t= Ölçüm anı

τ = Zamana uygulanan artış

t' nin her değeri için x_t her zaman μ ortalamasına yakın bir değer ise süreç birinci mertebeden stasyoner yani ortalaması stasyonerdir. Fakat t' nin her değerinde $Cov(x_t, x_{t+\tau})$ her zaman $\rho_\tau \sigma_x^2$ değerine yakın bir değer ise sürecin kovaryansı stasyonerdir. Eğer sürecin hem ortalaması hem de kovaryansı stasyoner ise bu sürece ikinci mertebeden stasyoner (zayıf stasyoner) denir.

$x(t), x(t+\tau_1), x(t+\tau_2), \dots$ arasında yüksek mertebeden momentler (3.,4.,...) aynı değere yakınıyor ise seriye yüksek mertebeden stasyoner (kuvvetli stasyoner) denir.

Hidrolojide bir serinin stasyonerliği incelenirken 2. mertebeden stasyoner olup olmadığının araştırılması yeterlidir.

Eğer stasyoner bir seride $t \rightarrow \infty$ ise j' nin her değeri için x_j aynı μ ortalaması, $Cov(x_{j,t}, x_{j,t+\tau})$ ' da aynı $\rho_\tau \sigma_x^2$ değeri ve yüksek dereceden momentler (m_3, m_4, \dots) aynı değerler etrafında kümeleniyorsa bu seriye ergodik denir.

$$\bar{x}_j = \frac{1}{T} \int_0^T x_j(t) \cdot dt \quad (5.3)$$

$$Cov(x_{j,t}, x_{j,t+\tau}) = \frac{1}{T-\tau} \int_0^{T-\tau} (x_j(t) - \bar{x}_j(t)) \cdot (x_j(t+\tau) - \bar{x}_j(t+\tau)) \cdot dt \quad (5.4)$$

Hidrolojik serilerden yıllık seriler genelde stasyoner kabul edilebilirler. Fakat diğer zaman aralıklarında (ay, hafta, gün) ölçülmüş değerlerden oluşan serilerde ortalama, kovaryans ve momentler devamlı değiştiiğinden stasyoner değildirler. Fakat stasyoner olmayan seriler çeşitli dönüşümlerle stasyoner hale getirilebilirler. [4]

5.2. Stokastik Serilerin Sınıflandırılması :

Stokastik seriler stasyoner ve stasyoner olmayan seriler olmak üzere ikiye ayrılır. Stasyoner olan seriler ise ergodik ve ergodik olmayan seriler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Stasyonerliği serinin gidişi, şartların değişmesi ile oluşan değişimler ve zamanla bu değerlerin tekrarlanması etkilemektedir.

Gidiş: Seriyeye ait ortalama veya diğer parametreler zaman içerisinde sürekli bir artış veya azalış gösterir ki bu o seriyeye ait gidiş (trend) dir.

Sıçrama: Seriyeye ait parametreler doğal veya insan etkisi ile oluşan değişiklikler neticesinde ani olarak değişebilir. Bu değişikliğe sebebiyet veren etkilere akarsular üzerinde yapılan barajlar v.b. örnek gösterilebilir.

Periyodiklik: Kısa zaman aralıkları ile gözlemlenen değerler (aylık, haftalık, günlük) periyodik olarak tekrarlanırlar. [9]

Stasyonere olmayan bir seriyi stasyonere bir hale getirmek için gidiş, sıçrama ve periyodik bileşenler belirlenir ve bu bileşenler seriden çıkarılır. Gidiş ve sıçrama bileşenlerinin matematiksel tanımları belirlendikten sonra bu tanımla verilen deterministik bileşen seriden ayrılır.

$$y_{i\tau} = \frac{x_{i\tau} - \bar{x}_\tau}{S_\tau} \quad \tau = 1, 2, \dots, T \quad (5.5)$$

T= Günlük seriler için 365, haftalık seriler için 52, aylık seriler için 12

x_τ = Periyodik bileşen (Fourier açılımıyla belirlenen)

S_τ = Standart sapmanın periyodik bileşeni

x_i = Stokastik seri

y_i = Ortalama ve standart sapma kovaryansı stasyonere hale getirilmiş stokastik süreç

5.3. Stokastik Serilerin İç Bağımlılığı :

Stokastik serilerde birbirini izleyen ölçümler arasındaki iç bağımlılık çeşitli yollarla belirlenebilir. Otokorelasyon katsayıları veya varyans yoğunluk spektrumu hesaplanıp değerlendirme bu değerlere bağlı olarak yapılır.

Otokorelasyon katsayılarını kovaryansın varyansa oranı olarak tanımlayabiliriz. Otokorelasyon katsayısı şu formülle hesaplanır.

$$\rho_\tau = \frac{\text{Cov}(x_\tau, x_{\tau+\tau})}{\text{Var}x} \quad (5.6)$$

Otokorelasyon katsayısının mutlak değeri 0 ile 1 arasında bir değer olup 1'e doğru yaklaştıkça lineer iç bağımlılığın arttığını gösterir.

Otokorelasyon katsayısı periyodik kesikli seriler için örnekten şu şekilde hesaplanır.

$$r_k = \frac{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) \cdot (x_{i+k} - \bar{x})}{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (5.7)$$

N elemanlı örnek için k'ya karşılık gelen her r_k değerinin birleştirilmesi ile elde edilen grafiğe korelogram denir. Korelogram k'nın artışı ile r_k 'nin gidişini gösteren bir grafikdir. [4]

Varyans yoğunluk spektrumu ise iç bağımlılığın frekans uzayında belirlenmesi için kullanılır. Otokorelasyon katsayısına Fourier dönüşümü uygulanmasıyla bulunur.

Kesikli serilerde varyans yoğunluk spektrumu Fourier dönüşümü uygulandığında $V(f)$ şu şekilde hesaplanır.

$$V(f) = 2 \cdot \left[1 + 2 \cdot \sum_{k=1}^{\infty} \rho_k \cdot \cos 2\pi \cdot f \cdot k \right] \quad (5.8)$$

Burada, f frekans değeri 0-0.5 arasında değişir.

Varyans yoğunluk spektrumu otokorelasyon katsayısına dönüşüm uygulanması neticesinde elde edildiği için ikisi de iç bağımlılığı belirlemede kullanılırlar. Stokastik serilerin iç bağımlılığının tayin edilmesinde genellikle korelogram kullanılmakla birlikte varyans yoğunluk spektrumu seri içerisinde periyodikliğin bulunduğu durumlarda kullanılır ve periyodik bileşenleri ortaya çıkarmakta yararlı olur.

BÖLÜM 6 - HİDROLOJİK MODELLER VE AKIMLARIN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ :

6.1.Hidrolojide Kullanılan Modeller :

Komplex sistemlerin basitleştirilmiş tanımlamasına model denir. Hidrolojik modeller model yapısı itibarı ile genel bir sınıflandırma yapılırsa,

- a. Fiziksel
- b. Analog
- c. Matematiksel

olmak üzere üç sınıfa ayrılabilir.

Matematiksel modeller, değişkenler ve parametreler arasındaki ilişkileri tanımlayan, denklemlerle sistemin davranışını veren modellerdir. Hidrolojistler genelde çalışmalarında hidrolojik değişkenlerin özelliklerinin belirlenmesinde bir veya daha fazla denklem kullanırlar. Örneğin taşkın akımları pik akım değerinin ve bunların tekrarlanma sürelerinin istatistiksel dağılımları ile tanımlanırlar. Tek bir hidrolojik değişkenin özelliklerini veren modellere tek değişkenli modeller denir.

Hidrolojide modeller şu gruplara ayrılırlar,

1. Stokastik - Kuramsal
2. Stokastik - Deneysel
3. Deterministik - Kuramsal
4. Deterministik - Deneysel

Model parametrelerinden herhangi biri belirli bir olasılık dağılımı olan rastgele bir değişken ise bu modele istatistiksel anlamında stokastik model denir. Eğer modelin değişkenlerinin tümü gerçek veriler ise modele deterministik model denir.

6.2.Akış Serilerinin Modelleri :

Hidrolojide akım serilerinin stokastik özelliklerinin incelenmesi ve belirlenmesi bu serilerin yapısını ifade eden matematiksel modeli kurmak için yapılmaktadır. Akış serilerinin modeli kurulurken sırasıyla mevcut verilere en uygun model tipi seçilir, modelin parametreleri hesaplanır ve belirlenen bu modelin seriye uygunluğu kontrol edilir.

Hidrolojik modeller genellikle deterministik verilerle probabilistik değişkenlerin toplamı şeklindedir. Modele göre ortalama, standart sapma, varyans v.b. parametreler görülebilir.

6.2.1.Yıllık akışların modelleri :

Yıllık akış serilerinin stasyonere oldukları kabul edilebilir ancak gidiş ve sıçrama gibi rastgele değişken bileşenleri varsa bunların ayrılması gerekir. Yıllık akış serileri genelde stokastik bağımlılığın mevcut olduğu süreçlerdir. Bazen iç bağımlılığın

az olduğu süreçler bulunabilir ve bunlar bağımsız kabul edilebilir. Yıllık akış serilerinin modelleri şu şekilde sınıflandırabiliriz. [4]

6.2.1.1. Markov modelleri :

Doğrusal otoregresif modeller olup bu modellerde herhangi bir yıla ait akış kendinden önceki akışlara bağlıdır. Genel olarak ifadesi,

$$x_i = \sum_{j=1}^m a_j \cdot x_{i-j} + \varepsilon_i = (a_1 \cdot x_{i-1} + a_2 \cdot x_{i-2} + \dots + a_m \cdot x_{i-m}) + \varepsilon_i \quad (6.1)$$

x_i = i . yıla ait gözlenmiş akım

ε_i = Dağılımı normal olan rastgele bir değişken

m = Model mertebesi

a_j = Otoregresif katsayılar

Markov modellerinin en basit şekli 1. mertebe Markov modelidir.

$$x_i = a_1 \cdot x_{i-1} + \varepsilon_i \quad (6.2)$$

1.mertebe Markov modelinde yıllık akış kendisinden bir önceki yılın akışına bağlı olarak ifade edilmektedir. m arttıkça yani mertebe yükseldikçe modelin katsayıları (a_1, a_2, \dots, a_m) seriye ait otokorelasyon katsayıları kullanılarak bulunur.

2.mertebe Markov modeli

$$y_i = a_1 \cdot y_{i-1} + a_2 \cdot y_{i-2} + \varepsilon_i \quad (6.3)$$

Otoregresif katsayılar olan a_1 ve a_2 ise şu şekilde hesaplanır.

$$a_1 = \frac{\rho_1 - \rho_1 \cdot \rho_2}{1 - \rho_1^2} \quad (6.4)$$

$$a_2 = \frac{\rho_2 - \rho_1 \cdot \rho_1}{1 - \rho_1^2} \quad (6.5)$$

Markov zincirinin korelogramı ise,

$$\rho_k = \rho_1^k \quad (6.6)$$

olarak ifade edilebilir.

6.2.1.2. Hareketli ortalama modelleri :

$$x_i = \sum_{j=0}^m b_j \cdot \varepsilon_{i-j} \quad (6.7)$$

- x_i = i . yıla ait gözlenmiş akım
 ε_i = Dağılımı normal olan bağımsız rastgele bir değişken
 m = Model mertebesi
 b_j = Modele ait katsayılar

Model m adet ε_i değişkeninin ağırlıklı ortalamasını x_i akışı olarak ifade etmektedir. Model katsayıları (b_i) regresyon analizi veya otokorelasyon katsayıları arasındaki bağıntılardan bulunur.

Modelin korelogramı ise Markov ' dan daha karmaşık bir şekilde olup model katsayıları ile ifade edilir.

$$\rho_k = \frac{\sum_{j=0}^m b_j \cdot b_{j+k}}{\sum_{j=0}^m b_j^2} \quad (6.8)$$

Eğer $j + k > m$ ise $b_{j+k} = 0$ alınacaktır.

6.2.1.3.ARMA modelleri :

Markov modelleri ile hareketli ortalama modellerinin aynı anda mütalaa edildiği bir model tipidir.

ARMA modeli,

$$z_i = \varepsilon_i + \sum_{j=1}^p \phi_j \cdot z_{i-j} - \sum_{k=1}^q \theta_k \cdot \varepsilon_{i-k} \quad (6.9)$$

denklemini şeklinde olup daha açık bir şekilde yazarsak,

$$z_i = \phi_1 \cdot z_{i-1} + \dots + \phi_p \cdot z_{i-p} + \varepsilon_i - \theta_1 \cdot \varepsilon_{i-1} - \dots - \theta_q \cdot \varepsilon_{i-q} \quad (6.10)$$

şeklindedir.

ϕ ve θ katsayılar olup model ARMA (p,q) modeli olarak adlandırılır. Yıllık akışlar için en çok $p=1$ ve $q=1$ olan ARMA(1,1) modeli kullanılır.

ARMA (1,1) modeli,

$$z_i = \phi_1 \cdot z_{i-1} + \varepsilon_i - \theta_1 \cdot \varepsilon_{i-1} \quad (6.11)$$

dir.

ARMA modelinin korelogramı ise şu denklemle bulunur.

$$\rho_k = \phi_1 \cdot \rho_{k-1} \quad (k \geq 2) \quad (6.12)$$

ARMA modelinde p ve q mertebeleri otokorelasyon fonksiyonu sayesinde belirlenir. [4]

6.2.2.Aylık akışların modelleri :

Biriktirme haznelerinin işletilmesinde akışların yıl içinde düzenlenmesi gerektiğinden aylık akışlarda kullanılmaktadır. Akım ölçümleri arasındaki zaman aralığı küçüldükçe stokastik bağımlılık artmaktadır. Bu yüzden aylık akımların modellerinde stokastik bağımlılık gözönüne alınmalıdır. Aylık akımlar için kurulan modeller mevsimlik veya haftalık akımlara dönüştürülebilir.

6.2.2.1.Korelogramın periyodikliğini korumayan modeller :

Bu tip modellerde otokorelasyon katsayısı ihmal edilir. Yani korelasyon katsayılarının sabit bir değer olduğu kabul edilir. Seri stasyonere hale dönüştürülmek için ,

$$y_{i,\tau} = \frac{x_{i,\tau} - \bar{x}_\tau}{S_\tau} \quad \tau = 1,2,\dots,12 \quad (6.13)$$

formülü kullanılır.

\bar{x}_τ = Periyodik ortalama

S_τ = Periyodik standart sapma

6.2.2.Korelogramın periyodikliğini koruyan modeller :

Bu tip modellerde aydan aya korelasyon katsayılarının değişimide korunur. Bu modelleri kendi içinde iki sınıfa ayırabiliriz.

Birinci sınıftaki modellerde lineer otoregresif katsayıları yıl boyunca periyodik olarak değişir. 1.mertebe Markov modeli şu şekilde olur.

$$y_{i,\tau} = \rho_{1,\tau} \cdot y_{i-1,\tau-1} + \varepsilon_i \quad (6.14)$$

Bu denklemde $\rho_{1,\tau}$ yılın τ ve $\tau-1$ aylarına ait akışlar arasındaki 1. mertebeden otokorelasyon katsayılarının belirlenen periyodik bileşenidir.

İkinci sınıftaki modeller ise parametreleri yıl boyunca değişen 1.mertebe Markov modelidir.

$$x_{ij} = \bar{x}_j - b_j \cdot (x_{i-1,j-1} - \bar{x}_{j-1}) + S_j \cdot (1 - r_j^2)^{1/2} \cdot \varepsilon_i \quad (6.15)$$

\bar{x}_j = j . ayın akımlarının ortalaması

S_j = j.ayın akımlarının standart sapması

b_j = j ve j-1 . aylara ait akışların arasındaki regresyon katsayısı

r_j = j ve j-1 . aylara ait akışların arasındaki korelasyon katsayısı

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{j,i} - \bar{y}_j) \cdot (y_{j-1,i} - \bar{y}_{j-1})}{\left[\sum_{i=1}^n (y_{j,i} - \bar{y}_j)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_{j-1,i} - \bar{y}_{j-1})^2 \right]^{1/2}} \quad (6.16)$$

$$b_j = \frac{S_j}{S_{j-1}} \cdot r_j \quad (6.17)$$

6.15 denkleminle belirlenen matematiksel modele Thomas -Fiering modelide denir. [10]

6.2.2.3.ARIMA modelleri :

Yıllık akışların modellenmesinde kullanılan ARMA modelinin stasyonere olmayan seriler için geliştirilmiş şeklidir. Aylık akışların modellenmesinde kullanılırlar.

Aylık akışlara modellemeden önce 6.13 denkleminle verilen dönüşüm uygulanır.

6.3.Serinin Olasılık Dağılımı :

Bahsedilen modellerin tümü normal dağılıma uyan seriler için uygulanır. Fakat genelde akımların çoğunun olasılık dağılımı normal dağılıma uygun değildir. Bu tip akım ölçümlerinden oluşan serilere bu modellerin uygulanabilmesi için olasılık dağılımlarının normale dönüştürülmesi gerekir. (Logaritmik dönüşüm gibi)

6.4.Modelin Test Edilmesi :

Stokastik bir seriye ait matematiksel model kurulduktan sonra bu modelin mevcut seriye uygunluğunun test edilmesi gerekir.

Modeli şu şekilde test ederiz. Modelimizin stokastik seriler için genel ifadesi,

$$x_i = f(x_{i-1}, x_{i-2}, \dots) + \varepsilon_i \quad (6.18)$$

şeklinde dir.

Bu denklemindeki f fonksiyonu her i değeri için x_{i-1}, x_{i-2}, \dots değerleri kullanılarak hesaplanır. Bulunan değere ölçülmüş olan x_i değerinden çıkarılır. Bu fark ε_i değerini verir. Bu safhadan sonra ε_i serisinin korelogramı çıkarılır. Korelogramın bağımsız olduğunu belirlemek için Anderson testi uygulanır. r_k otokorelasyon katsayısına ait örnekleme dağılımının ortalama ve varyansı hesaplanır.

$$E(r_k) = -\frac{1}{N-k}, \quad \text{Var}(r_k) = \frac{N-k-1}{(N-k)^2} \quad (6.19)$$

Ortalama ve varyans yardımıyla α anlamlılık düzeyinde korelogramın güven aralığı belirlenir. r_k değerlerinden bu aralığın dışında kalanların yüzdesi α ' dan küçükse korelogramın bağımsız olduğu kabul edilir. Bu sonuç modelin uygun olarak seçildiğini gösterir. [4]

6.5.Çok Sayıda İstasyona Ait Akış Serilerinin Modellemesi :

Bu durumda serilerin iç bağımlılığın yanısıra seriler arası bağımlılığın da dikkate alınması gerekir. Örneğin iki istasyondaki akış serilerinin modellemesi Thomas - Fiering modeline benzer şekilde kurulursa,

$$\begin{aligned} y_i^{(1)} &= b_{11} \cdot y_{i-1}^{(1)} + b_{12} \cdot y_{i-1}^{(2)} + \varepsilon_i^{(1)} \\ y_i^{(2)} &= b_{21} \cdot y_{i-1}^{(1)} + b_{22} \cdot y_{i-1}^{(2)} + \varepsilon_i^{(2)} \end{aligned} \quad (6.20)$$

$$y_i \text{ ise } y_i = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_{ij})}{S_{xj}} \text{ formülü ile tanımlanmıştır.}$$

Bu denklemleri matris formunda da yazabiliriz.

$$\begin{bmatrix} y_i^{(1)} \\ y_i^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y_{i-1}^{(1)} \\ y_{i-1}^{(2)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_i^{(1)} \\ \varepsilon_i^{(2)} \end{bmatrix} \quad (6.21)$$

Matris formundan genel denklem haline dönüştürsek,

$$y_i = b \cdot y_{i-1} + \varepsilon_i \quad (6.22)$$

6.6.Sentetik Seri Türetilmesi :

Hidrolojik değişkenlerden oluşan seri incelenip model parametreleri tahmin edildikten ve modelin seriye uygunluğu kontrol edildikten sonra model kullanılarak istenilen uzunlukta seri türetilir. Türetilen bu serilere sentetik seri adı verilir.

Sentetik serilerin türetilmesi esnasında modelde bulunan ε_i bağımsız rastgele bir değişken olup şu şekilde türetilir.

(0,1) aralığında bağımsız rastgele değişkenler elde edilir. Bu işlem bilgisayarlarla yapılabileceği gibi önceden oluşturulmuş rastgele sayılar tablosundaki değerlerde kullanılabilir. Bağımsız ve üniform dağılmış rastgele sayılar şu formülle elde edilir.

$$\eta_i = (a \cdot \eta_{i-1} + c) \pmod{m} \quad (6.23)$$

Formülü açıklarsak, $(a \cdot \eta_{i-1} + c)$ sayısı m ile bölünür ve kalan η_i sayısı olacaktır. Bu sayı $(0, m)$ aralığındadır. $(0, 1)$ aralığındaki sayılara geçmek için m ' ye bölünür.

Rastgele sayılar türetildikten sonra serinin dağılımına uyan rastgele sayılara dönüştürülür. Eğer dağılım normal ise,

$$z_1 = (-2 \cdot \ln \eta_1)^{\frac{1}{2}} \cdot \cos(2\pi\eta_2) \quad (6.24)$$

$$z_2 = (-2 \cdot \ln \eta_2)^{\frac{1}{2}} \cdot \sin(2\pi\eta_2) \quad (6.25)$$

formülleri ile dağılımları $(0, 1)$ aralığında olan z sayıları türetilir.

Eğer dağılım normal değilse,

1. Dönüşüm uygulanarak diğer dağılımlara uyan rastgele sayılar türetilir.
Dönüşümler,

a. $LN(\mu_y, \sigma_y)$ dağılımına uyan ε_i sayılarına geçmek için şu formül kullanılır.

$$\varepsilon_i = e^{\mu_y + \sigma_y \cdot z_i} \quad (6.26)$$

b. 2 parametrelili Gamma dağılımına uygun ε_i sayıları türetmek için,

$$\varepsilon_i = \frac{2}{C_{s_x}} \cdot \left(1 - \frac{C_{s_x}^2}{36} + \frac{C_{s_x} \cdot z_i}{6}\right)^3 - \frac{2}{C_{s_x}} \quad (6.27)$$

dönüşümü uygulanır.

Burada

C_{s_x} = Çarpıklık katsayısıdır.

C_{s_x} ise,

$$C_{s_x} = \frac{1 - r_1^3}{(1 - r_1^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot C_{s_x} \quad (6.28)$$

formülüyle hesaplanır. Parametreleri tanımlarsak,

C_{s_x} = x_i değişkeninin çarpıklık katsayısı

ve

r_1 = Markov modeline ait otokorelasyon katsayısıdır.

Eğer çarpıklık katsayısının periyodikliği korunmak istenirse,

$$C_{s_{\epsilon_j}} = \frac{C_{s_{x_j}} - r_{j-1}^3 \cdot C_{s_{x_{j-1}}}}{(1 - r_j^2)^{3/2}} \quad (6.29)$$

$C_{s_{\epsilon_j}}$ = Çarpıklık katsayısı

$C_{s_{x_j}}$ = j. aya ait çarpıklık katsayısı

r_j = Korelasyon katsayısı

r_j = Korelasyon katsayısı

2. Grafik metoduyla η_i rastgele sayısı ϵ_i sayısına dönüştürülür. Bunun için η_i rastgele sayıları $F(\epsilon_i) = p(\epsilon \leq \epsilon_i)$ değeri alınıp buna karşılık gelen ϵ_i değeri bulunur.

Fakat bu iki yoldan uygulamadaki kolaylık bakımından 1.si tercih sebebidir.

ϵ_i sayıları türetildikten sonra matematiksel model kullanılarak istenilen uzunlukta sentetik akış serisi türetilebilir. Başlangıç için x_i değişkeni rastgele bir değer seçilebileceği gibi x' ya eşitte alınabilir. Bu sebepten dolayı türetilen seriye ait 20-40 eleman başlangıç değerinin etkisi altında kalır. Bu değerler seriden çıkarılabilirler. [4]

6.7. Birleştirme - Ayrıştırma :

Hidrolojik değişkenlerin modelleri gün, hafta, ay, mevsim ve yıl gibi zaman aralıklarında ölçülmüş değerler için kurulabilmekle birlikte, modelin kurulduğu zaman aralığından daha küçük veya daha büyük zaman aralıklarına dönüştürmek mümkün olmaktadır. Daha küçük zaman aralıklarına ayrıştırma (disaggregation), daha büyük zaman aralıklarına birleştirme (aggregation) yaklaşımı ile dönüşüm uygulanabilir.

Ayrıştırma modelinin başlangıcı yıllık akımların mevsimlik akımlara dönüştürülmesidir.

$$Y_t^T = [y_{t,1}, y_{t,2}, \dots, y_{t,m}] \quad (6.30)$$

$y_{t,m}$ = Mevsimlik değer

$$X_t = [x_t] \quad (6.31)$$

x_t = t yılına ait 1x1 matris boyutunda yıllık değer

Mejia ve Rousselle (1976) ayrıştırma modelini şu şekilde tanımlamıştır.

$$Y_t = A \cdot X_t + B \cdot V_t + C \cdot Z_t \quad (6.32)$$

m = t yılındaki mevsimlik değer indisi

$p = t-1$ yılındaki mevsimlik değer indisi

$V_t = mx1$ boyutunda standart normal bağımsız sapmalar

$Z_t = px1$ boyutunda standart normal bağımsız sapmalar

$$Z_t^T = [y_{t-1,m-p+1}, y_{t-1,m-p+2}, \dots, y_{t-1,m}] \quad (6.33)$$

A, B, C sırasıyla $mx1$, mxm , $m \times p$ matrislerinin parametreleridir.

Ayrıştırma modelinde mevsimlik akışların toplamı yıllık akıştır. Kısaca matematiksel ifadesi ise,

$$X_t = K \cdot Y_t \quad (6.34)$$

$$K = [1, 1, 1, \dots, 1]_{1 \times m}$$

Birleştirme yaklaşımında ise genellikle ardışık sentetik serilerde mevsimlik serilerin birleşiminden yıllık serilere dönüşüm uygulanır. Mevsimlik akışların modeli periyodik bir zaman serisidir. Periyodik ARMA(1,1) modelini PARMA(1,1) olarak ifade edebiliriz. PARMA(1,1) modelini matematiksel olarak ifade edersek,

$$y_{t,j} = \phi_j \cdot y_{t,j-1} + \varepsilon_{t,j} - \theta_j \cdot \varepsilon_{t,j-1} \quad j=1,2,\dots,m \quad (6.35)$$

Bu ifadede, t ve j yıl ve mevsim indisleri, $\varepsilon_{t,j}$ ortalaması 0 olan normal bağımsız rastgele değişken, ϕ_j, θ_j otoregresif katsayılarıdır.

Matris formunda yazarsak,

$$D \cdot Y_t = G \cdot W_t + H_t \quad (6.36)$$

$$D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -\phi_2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\phi_3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & -\phi_{m-1} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -\phi_m & 1 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ -\theta_2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\theta_3 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & -\theta_{m-1} & 1 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & -\theta_m & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_t^T = [\phi_1 y_{t-1,m} - \theta_1 \varepsilon_{t-1,m}, 0, \dots, 0] \quad (6.37)$$

$$W_t^T = [\varepsilon_{t,1}, \varepsilon_{t,2}, \dots, \varepsilon_{t,m}] \quad (6.38)$$

[7]

BÖLÜM 7 - SEYHAN HAVZASI ' NDA YAPILAN BİR UYGULAMA VE BİLGİSAYAR PROGRAMI :

7.1.Seyhan Havzasının Özellikleri :

Seyhan havzası İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde 36°30' ve 39° enlemleri ile 34° ve 37° boylamları arasında yer alır. Seyhan Havzası drenaj alanı yaklaşık olarak 19730 km² ' dir. Bir elipsi andıran havza Kuzey - Güney doğrultusunda yaklaşık 327 km genişliğindedir. Havzanın diğer özellikleri ise aşağıda sunulmaktadır.

7.1.1.İklimi:

Seyhan Barajı yağış alanının büyük bir bölümü Akdeniz İklim bölgesine girer fakat bu bölgenin tümünde Akdeniz iklim özellikleri görülmez. Bilhassa diğer bölge sınırlarına yakın alanlar iklim geçiş bölgeleridir ve buralarda daha çok karasal iklim özellikleri görülür. Akdeniz ikliminde kışlar ılık ve bol yağmurlu, yazlar sıcak ve kuraktır. Havzanın Kuzey bölümlerinde etkili olan karasal iklimde kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır.

7.1.2.Meteorolojik özellikleri:

7.1.2.1.Yağış:

Yağmur bulutları havzaya genel olarak Güney ve Güneybatı yönünden girer ve nemlerinin büyük bir kısmını yağış olarak bıraktıkları Toros Dağları ' na rastlayıncaya kadar yollarına devam ederler. Bunun neticesinde havzanın güneyinde görülen yağış daima kuzeyde görülenden fazladır.

7.1.2.2.Kar yağışı:

Ülkemiz iklim özelliklerine göre kış mevsiminde yeryüzüne düşen yağışlar 1000 m ' den daha yüksek yerlerde kar şeklinde birikir. Biriken bu karlar sıcaklığın 0°C üzerine çıkmasıyla erimeye başlar. Seyhan Havzası taşkın hidrografları üzerinde yapılan çalışmalarda, kar erimesinden meydana gelen akımların taşkınlarda oldukça önemli bir payı olduğu anlaşılmıştır.

7.1.2.3.Sıcaklık:

Seyhan Havzasında sıcaklık ölçümleri Adana, Pozantı, Ulukışla, Çamardı, Karaisalı, Feka, Tomarza, Sarız ve Pınarbaşı istasyonlarında yapılmaktadır. Bu havzada sıcaklık yüksekliğe bağlı olarak güneyden kuzeye gidildikçe azalır. Kıyı kesimlerinde en yüksek sıcaklık 45°C, en düşük sıcaklık -10 °C, iç kesimlerde ise en yüksek sıcaklık 38°C, en düşük sıcaklıkta -30 °C olarak gözlenmiştir. Don mevsimi genellikle Kasım - Mart ayları arasında, en düşük sıcaklıklar Ocak ve Şubat aylarında, en yüksek sıcaklıklar ise Ağustos aylarında gözlenir.

7.1.2.4.Buharlaşma:

Buharlaşma değerleri Class-A tipi buharlaşma tavaları ile Adana, Seyhan Barajı, Tomarza ve Uzunpınar istasyonlarında ölçülmektedir. Bu havzada buharlaşma

değerlerinin ölçülmesine 1961 yılında başlanmış, gözlem süreleri 5-17 yıl arasında değişmektedir.

7.1.3.Akım Ölçümleri:

7.1.3.1.Nehirler :

Seyhan Nehri ' nin ana kollarından biri olan Zamantı (Yenice Nehri) Kayseri ' nin Viranşehir bölgesinde doğar. Evvela güneybatı daha sonrada güneye doğru 240 km uzanır. Öteki ana kolu oluşturan Göksu Nehri ' de Kayseri ' nin Sarız bölgesinde doğar ve Güney yönünde 120 km uzandıktan sonra Zamantı Nehri ile birleşir. Her iki nehrin doğduğu yaklaşık 1700 myüksekliğindeki yerler yaklaşık 3500 m ' ye kadar yükselen kar ile kaplı dağlarla çevrelenirler. Seyhan Nehri bu iki ana kolun 500 m yüksekliğinde birleşmesinden sonra Güney-Güneybatı yönünde 130 km kadar uzanır. Kuzeyden gelen Eğlence Deresi Seyhan Barajı gölünün membasında Seyhan Nehri ' ne karışır. Körkün ve Çakıt dereleri doğrudan Seyhan Baraj gölüne karışırlar.(Şekil 7.1)

7.1.3.2.Akım gözlem istasyonları :

Seyhan Havzasında D.S.İ. ve E.İ.E. tarafından işletilen akım gözlem istasyonları mevcuttur. (Tablo 7.1) Havzada mevsimler arasında görülen önemli iklim değişiklikleri nedeniyle gözlem süresine kurak mevsim ve yağışlı mevsim olarak ikiye ayırabiliriz. Kurak mevsim Haziran ayında başlar ve Kasım ayında sona erer. Yapılan incelemelerde bu havzada meydana gelen taşkınların tamamının Kasım ayında başlayan ve Mayıs ayının sonunda biten yağışlı mevsimde olduğu gözlenmiştir. [3]

Sıra No	İstasyon Adı	Rasat Başlangıcı	Mevcut Gözlem Sayısı (Yıl)
1	Tacın-Tacın	1964	30
2	Körkün-Kamışlı	1970	24
3	Üçürge-Nergizlik	1977	17
4	Sarız-Darıdere	1982	12
5	İnderesi-Hasançavuş	1982	12
6	Asmaca-Feke	1982	12
8	Zamantı-B.Çakır	1985	12
9	Kapuz-Kapuz	1985	12
10	Aksu-B.Sofulu	1985	12
11	Yağdeğleme-Yeniköy	1985	12

Tablo 7.1.Seyhan havzasında faaliyette olan akım gözlem istasyonları [3]

TACIN- TACIN İSTASYONU AYLIK AKIM DEĞERLERİ (*10 ⁶ m ³)												
Yıl	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
1964	-	-	-	-	-	-	4.54	3.97	3.15	2.85	3.12	2.76
1965	1.00	0.72	0.48	0.36	0.25	2.67	5.73	5.83	4.96	3.91	3.18	2.93
1966	2.58	1.93	1.66	1.61	2.28	4.31	5.39	4.95	3.69	3.45	2.88	2.67
1967	2.22	0.66	0.33	0.22	0.16	0.44	3.95	4.20	3.54	3.08	2.57	2.15
1968	0.25	1.62	1.51	1.08	0.88	3.89	8.73	9.39	7.15	5.28	4.59	4.30
1969	3.21	3.10	2.61	2.50	1.91	4.58	7.57	7.96	5.95	5.33	5.09	4.63
1970	3.02	2.20	1.81	1.71	1.91	4.56	5.43	4.40	3.75	3.59	3.14	2.41
1971	2.07	1.51	1.13	1.07	0.81	1.79	3.89	4.28	3.48	2.80	2.38	1.46
1972	1.19	0.89	0.75	0.63	0.28	1.75	3.08	4.00	4.53	4.48	3.27	3.18
1973	2.59	1.55	1.30	1.00	0.79	1.42	2.71	3.96	2.84	2.52	1.92	1.70
1974	1.33	1.05	0.80	0.63	0.50	2.04	2.95	2.57	1.97	1.61	1.22	1.03
1975	0.83	0.51	0.40	0.27	0.16	2.07	4.48	6.50	4.98	3.97	2.96	2.42
1976	2.06	1.69	1.38	1.10	0.79	1.81	5.48	5.23	4.30	2.98	2.40	1.99
1977	1.59	1.44	1.26	1.07	1.24	2.54	3.93	4.11	2.94	2.45	2.14	1.83
1978	1.52	1.12	0.95	0.67	0.32	2.79	3.80	4.01	3.08	2.67	2.13	1.80
1979	1.52	1.20	1.06	1.02	1.96	3.07	3.79	3.53	3.51	2.54	2.16	1.70
1980	1.37	1.16	1.03	0.86	0.68	1.58	5.60	6.66	5.19	3.76	3.08	2.74
1981	2.18	1.63	1.47	1.27	0.97	3.31	4.29	4.22	4.48	3.68	2.54	2.17
1982	1.94	1.60	1.56	1.89	1.51	2.03	4.83	5.21	4.45	3.21	2.85	2.33
1983	2.04	1.69	1.39	1.04	0.79	1.35	3.43	3.43	2.49	1.98	1.81	1.40
1984	1.88	2.87	5.13	3.88	2.90	4.34	4.33	5.17	4.50	4.13	3.17	2.86
1985	2.37	1.86	1.75	1.31	1.05	2.00	5.08	4.60	3.82	3.30	2.99	2.33
1986	2.03	1.71	1.77	1.47	1.54	4.29	4.96	4.82	4.19	3.18	2.77	2.33
1987	2.03	1.69	1.35	1.33	2.34	2.70	5.49	6.08	4.73	4.40	3.78	2.96

Tablo 7.2. Seyhan havzası Tacin-Tacin istasyonu aylık akımları [1]

SARIZ-DARIDERE İSTASYONU AYLIK AKIM DEĞERLERİ (*10 ⁶ m ³)												
Yıl	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
1983	3.38	2.23	2.31	2.03	2.08	11.6	30.9	13.7	6.23	3.15	2.30	2.25
1984	2.42	7.48	6.59	4.08	5.45	9.39	11.3	9.80	5.16	2.91	2.59	2.51
1985	2.44	2.85	2.58	2.68	2.23	9.09	23.0	9.13	3.25	2.73	2.32	2.17
1986	3.32	2.96	3.05	3.01	4.77	10.7	8.88	7.57	5.73	3.70	2.31	1.93
1987	1.92	2.04	1.64	2.55	7.12	9.72	23.9	15.5	12.2	5.63	3.00	2.93

Tablo 7.3. Seyhan havzası Sarız-Daridere istasyonu aylık akımları [2]

ÜÇÜRGE -NERGİZLİK İSTASYONU AYLIK AKIM DEĞERLERİ (*10 ⁶ m ³)												
Yıl	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
1978	0.11	0.10	0.16	2.62	4.23	4.16	7.27	2.17	0.42	0.10	0.05	0.04
1979	2.50	0.26	1.92	4.22	2.44	0.90	1.15	0.43	1.18	3.50	1.45	3.52
1980	3.60	5.43	11.5	8.07	2.25	12.3	8.79	7.68	0.78	0.36	0.06	0.03
1981	0.04	0.56	0.19	9.93	10.5	13.0	11.5	6.12	2.12	1.41	0.60	0.01
1982	0.02	0.05	4.42	2.52	1.02	1.26	1.44	0.69	0.11	0.03	0.04	0.03
1983	0.02	0.03	0.02	0.82	0.87	3.15	5.20	1.22	0.40	0.01	0.01	0.03
1984	0.01	1.20	11.0	3.78	5.50	4.48	4.49	0.32	0.12	0.01	0.00	0.01
1985	0.01	0.32	0.19	0.53	1.09	0.68	8.35	0.99	0.52	0.08	0.01	0.01
1986	0.74	0.69	0.10	0.53	2.31	1.69	1.39	0.31	0.13	0.11	0.05	0.01
1987	0.06	0.19	0.59	4.22	0.83	8.73	7.20	1.55	0.23	0.48	0.06	0.03

Tablo 7.4. Seyhan havzası Üçürge-Nergizlik istasyonu aylık akımları [dsi]

ASMACA-FEKE İSTASYONU AYLIK AKIM DEĞERLERİ (*10 ⁶ m ³)												
Yıl	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
1983	11.7	7.08	8.22	17.5	26.3	67.1	98.8	48.5	24.0	11.6	13.3	10.8
1984	4.78	26.6	39.8	30.6	45.4	55.0	68.7	46.7	18.0	13.0	10.0	8.24
1985	7.66	8.74	8.64	20.4	26.6	36.2	65.3	32.2	12.9	5.69	3.47	3.30
1986	13.9	17.6	15.6	38.5	21.3	27.1	25.4	17.2	14.3	8.99	7.85	7.25
1987	8.07	10.2	24.1	40.8	30.5	43.0	71.2	53.9	23.2	8.39	4.79	23.0

Tablo 7.5. Seyhan havzası Asmaca-Feke istasyonu aylık akımları [2]

7.2. Akımların Stokastik Özelliklerini İrdleyen ve Akım Serilerini Modelleyen Bilgisayar Programı :

BASIC programlama dili ile hazırlanan programın listesi aşağıdaki gibidir. Programda Tacın-Tacın istasyonuna ait aylık akımlar kullanıldı.

```
10 REM ##### SETUR.BAS #####
20 REM ##### HAZIRLAYAN : M.YAŞAR SEPETÇİOĞLU #####
30 REM ##### 31.05.1995 #####
40 COLOR 15,9,7:CLS:KEY OFF
50 PRINT "-----"
60 PRINT " PROGRAM      : SETUR.BAS"
70 PRINT " HAZIRLAYAN : M.YAŞAR SEPETÇİOĞLU"
80 H$="S E Y H A N"
90 IS$=1
100 DIM AY$(IS,12),A(IS,12,25),N(IS,12,25),FI(IS,12,25),TFI(IS,12,25)
110 DIM Y(IS,12,25) , YN(IS,12,25) , YFI(IS,12,25) , TFI(IS,12,25),RJ (IS,
12), BJ(IS,12), YSX(IS,12),SX(IS,12),XR(IS,12),YR(IS,12)
120 DIM SIGY(IS,12) , MY(IS,12), Z(IS,600), EI(IS,600),S(IS,600)
130 PRINT "-----"
140 PRINT H$;"HAVZASI AKIM ÖLÇÜMLERİNE AİT İSTATİSTİKLER"
150 PRINT "-----"
160 FOR K=1 TO IS
170 COLOR 15,9,7:CLS:P=0
180 READ IS$(K)
190 PRINT IS$(K);"İSTASYONU "
200 FOR A=1 TO 12
210 COLOR 12,9,7
220 READ AY$(K,A),Y$,AB,AS,AD,YB,YS,YD
230 PRINT "-----"
240 PRINT AY$(K,A);"AYI ";Y$;"AKIM ÖLÇÜMLERİ "
250 PRINT "-----"
260 I=0:XT=0:N=0:XTS=0: SXH=0:VARXH=0:MAX=0:MIN=0:D=0:D1=0
270 YT=0:YTS=0:YSXH=0:YVARX=0:YMAX=0:YMIN=0:LD=0:YD1=0
280 I=I+1
290 READ A(K,A,I):XT=XT+A(K,A,I):NN(K,A):NN(K,A)+1
300 Y(K,A,I)=LOG(A(K,A,I))
310 YT=YT+Y(K,A,I)
```

```
320 IF A(K,A,I)=1000 THEN 380 ELSE 330
330 IF I=1 THEN MIN=A(K,A,I) :MAX=A(K,A,I):GOTO 360 ELSE 340
340 IF A(K,A,I)<MIN THEN MIN=A(K,A,I)
350 IF A(K,A,I)>MAX THEN MAX=A(K,A,I)
360 IF A(K,A,I)=1000 THEN 380 ELSE 370
370 PRINT USING"###.###";A(K,A,I),
380 IF A(K,A,I)=1000 THEN N=I-1 :XT=XT-1000:GOTO 390 ELSE 280
390 PRINT
400 PRINT "-----"
410 PRINT"LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM
DEĞERLERİ "
420 PRINT "-----"
"
430 FOR I=1 TO N
440 PRINT USING"###.###";Y(K,A,I),
450 IF I=1 THEN YMIN=Y(K,A,I) :YMAX=Y(K,A,I):GOTO 480 ELSE 460
460 IF Y(K,A,I)<YMIN THEN YMIN=Y(K,A,I)
470 IF Y(K,A,I)>YMAX THEN YMAX=Y(K,A,I)
480 NEXT I
490 PRINT
500 YR(K,A)=YT/N
510 XR(K,A)=XT/N
520 Z$=INPUT$(1)
530 CLS
540 FOR T=1 TO N
550 XTS=XTS+(A(K,A,T)-XR(K,A))^2
560 IF A(K,A,T)<AB THEN N(K,A,1)=N(K,A,1)+1 :GOTO 620 ELSE 570
570 IF A(K,A,T)>=AS THEN N(K,A,(AS-AB)/AD+2)=N(K,A,(AS-
AB)/AD+2)+1:GOTO 620 ELSE 580
580 AH=AB
590 AH=AH+AD
600 IF A(K,A,T)>=AH-AD AND A(K,A,T)< AH THEN N(K,A,1+(AH-
AB)/AD)=N(K,A,1+(AH-AB)/AD)+1:GOTO 620 ELSE 610
610 IF AH<AS THEN 590 ELSE 620
620 NEXT T
630 FOR T=1 TO N
640 YTS=YTS+(Y(K,A,T)-YR(K,A))^2
```

```
650 IF Y(K,A,T)<YB THEN YN(K,A,1)=YN(K,A,1)+1 :GOTO 710 ELSE
660
660 IF Y(K,A,T)>=YS THEN YN(K,A,(YS-YB)/YD+2)=YN(K,A,(YS-
YB)/YD+2)+1:GOTO 710 ELSE 670
670 YH=YB
680 YH=YH+YD
690 IF Y(K,A,T)>=YH-YD AND Y(K,A,T)<YH THEN YN(K,A,1+(YH-
YB)/YD)=YN(K,A,1+(YH-YB)/YD)+1:GOTO 710 ELSE 700
700 IF YH<YS THEN 680 ELSE 710
710 NEXT T
720 REM #####HİSTOGRAM DEĞERLERİ #####
730 COLOR 15,9,7
740 PRINT "-----"
750 PRINT"NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ "
760 PRINT "-----"
770 PRINT"ARALIK NO      ARALIK      ni      fi      Fi      "
780 PRINT "-----"
790 FOR I=1 TO (S-AB)/AD+2
800 FI(K,A,I)=N(K,A,I)/N
810 TFI(K,A,I)=TFI(K,A,I-1)+FI(K,A,I)
820 IF I/2=INT(I/2) THEN COLOR 14,15,7 ELSE COLOR 11,9,7
830 PRINT TAB(3);USING"###";I,
840 IF I=1 THEN D=MIN:D1=AB:GOTO 870 ELSE 850
850 IF I=(AS-AB)/AD+2 THEN D=AS:D1=MAX:GOTO 870 ELSE 860
860 D=AB+I*AD-2*AD:D1=D+AD
870 PRINT TAB (12);USING"###.###";D:PRINT ", ";USING"###.###";D1,
880 PRINT TAB(28);USING"###";N(K,A,I),
890 PRINT TAB(40);USING"#.###";FI(K,A,I),
900 PRINT TAB(55);USING"#.###";TFI(K,A,I)
910 NEXT I
920 FOR I=1 TO N
930 SXH=SXH+(A(K,A,I)-XR(K,A))^2
940 VARXH=VARXH+(A(K,A,I)-XR(K,A))^2
950 NEXT I
960 P=P+1
970 SX(K,P)=SQR((1/(N-1))*SXH)
980 VARX=(1/N)*VARXH
```

```
990 CV=SQR(VARX)/XR(K,A)
1000 COLOR 15,9,7
1010 PRINT
1020 PRINT "-----"
1030 PRINT"ORTALAMA STANDART SAPMA VARYANS D.VAR
KATSAYISI"
1040 PRINT "-----"
1050 PRINT TAB(3);USING"#####.###";XR(K,A);
1060 PRINT TAB(18);USING"#####.###";SX(K,P);
1070 PRINT TAB(33);USING"#####.###";VARX;
1080 PRINT TAB(47);USING"#####.###";CV
1090 PRINT "-----"
1100 COLOR 31,9,7:LOCATE 23,30:PRINT"BİR TUŞA BASINIZ." :Z$=
INPUT$ (1) :COLOR 15,9,7:CLS
1110 GOSUB 2440 :GOSUB 3340
1120 REM ## LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM HİSTOGRAM DEĞERLERİ #####
1130 COLOR 15,9,7
1140 PRINT"LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ "
1150 PRINT "-----"
1160 PRINT"ARALIK NO ARALIK ni fi Fi "
1170 PRINT "-----"
1180 FOR I=1 TO (YS-YB)/YD+2
1190 YFI(K,A,I)=YN(K,A,I)/N
1200 YTFI(K,A,I)=YTFI(K,A,I-1)+YFI(K,A,I)
1210 IF I/2=INT(I/2) THEN COLOR 14,15,7 ELSE COLOR 11,9,7
1120 PRINT TAB(3);USING"#####";I,
1130 IF I=1 THEN LD=YMIN:YD1=YB:GOTO 1260 ELSE 1240
1240 IF I=(YS-YB)/YD+2 THEN LD=YS:YD1=YMAX:GOTO 1260 ELSE
1250
1250 LD=YB+I*YD-2*YD:YD1=LD+YD
1260 PRINT TAB (12);USING"###.###";LD:PRINT ", ";USING"###.###";YD1,
1270 PRINT TAB(28);USING"#####";YN(K,A,I),
1280 PRINT TAB(40);USING"#.###";YFI(K,A,I),
1290 PRINT TAB(55);USING"#.###";YTFI(K,A,I)
1300 NEXT I
1310 FOR I=1 TO N
1320 YSXH=YSXH+(Y(K,A,I)-YR(K,A))^2
```

```
1330 YVARXH=YVARXH+(Y(K,A,I)-YR(K,A))^2
1340 NEXT I
1350 YSX(K,P)=SQR((1/(N-1))*YSXH)
1360 YVARX=(1/N)*YVARXH
1370 YCV=SQR(YVARX)/YR(K,A)
1380 COLOR 15,9,7
1390 PRINT
1400 PRINT "-----"
1410 PRINT"ORTALAMA  STANDART SAPMA  VARYANS  D.VAR
KATSAYISI"
1420 PRINT "-----"
1430 PRINT TAB(3);USING"####.###";YR(K,A);
1440 PRINT TAB(18);USING"####.###";YSX(K,P);
1450 PRINT TAB(33);USING"####.###";YVARX;
1460 PRINT TAB(47);USING"####.###";YCV
1470 PRINT "-----"
1480 COLOR 31,9,7:LOCATE 23,30:PRINT"BİR TUŞA BASINIZ." :Z$=
INPUT$ (1) :COLOR 15,9,7:CLS
1500 GOSUB 2900
1510 GOSUB 3570
1520 NEXT A
1530 NEXT K
1540 PRINT "-----"
1550 PRINT " THOMAS - FIERING MODELİ "
1560 PRINT "  $y(i,j) = y'j + bj(y(i-1,j-1)-y'(j-1))+Sj(1-rj^2)ei$  "
1570 PRINT "  $y'j = j$  .ayın aritmetik ortalaması "
1580 PRINT "  $Sj = j$  .ayın standart sapması "
1590 PRINT "  $rj = j$  .ayın j-1 .inci ay ile korelasyon katsayısı "
1600 PRINT "  $bj = j$  .ayın j-1 .inci ay ile regresyon katsayısı "
1610 PRINT "  $ei =$  RASTGELE SAYILAR "
1620 PRINT "-----"
1630 FOR J=1 TO 12
1640 IF J=1 THEN AZ=12 ELSE AZ=J-1
1650 FOR I=1 TO N
1660 RJU = RJU + ( Y (K,J,I)-YR(K,J))*(Y(K,AZ,I)-YR(K,AZ))
1670 RJAL = RJAL + (Y(K,J,I)-YR(K,J))^2
1680 RJAR = RJAR + ( Y(K,AZ,I)-YR(K,AZ))^2
```



```
1690 NEXT I
1700 RJ ( K,J)=RJU/SQR(RJAL*RJAR)
1710 BJ(K,J)=YSX(K,J)*RJ(K,J)/YSX(K,AZ)
1720 SIGY(K,J)=SQR(LOG(SX(K,J)^2/XR(K,J)^2)+1))
1730 MY(K,J)=LOG(XR(K,J))+(SIGY(K,J)^2)/2
1740 PRINT " yj = ";USING"###";YR(K,J);:PRINT " y'(j-1)
      =";USING"###";YR(K,AZ);:PRINT " Sj = ";USING"###";
      YSX(K,J);:PRINT " bj = ";USING"###";BJ(K,J);:PRINT " rj = ";
      USING "###"; RJ(K,J)
1750 PRINT "Sigma= ";USING"###";SIGY(K,J);:PRINT
      " My=";USING"###";MY(K,J)
1760 PRINT AYS(K,J);" AYI DENKLEMI = ";
1770 PRINT " y(i;";J;")=";USING"###";YR(K,J)-BJ(K,J)*YR(K,AZ)
      ;:PRINT " + ";USING"###";BJ(K,J);:PRINT "*y(i-1;";AZ;")
      +";USING"###";YSX(K,J)*SQR(1-RJ(K,J)^2);:PRINT"e(i)"
1780 PRINT " -----"
1790 NEXT J
1800 Z$=INPUT$(1)
1810 REM##### SERİ TÜRETİMİ #####
1820 REM#####
1830 J=0
1840 PRINT " -----"
1850 PRINT " 50 YILLIK SERİ TÜRETİMİ ( AYLIK AKIMLAR *10^6 m^3)"
1860 PRINT " -----"
1870 PRINT " i ";TAB(5);" j ";TAB(9);" y' j-1 ";TAB(17); " yj "; TAB(25); "
      Sy";TAB(33);" bj ";TAB(41);" rj ";TAB(49); " ei ";TAB(57); " y i-1";
      TAB(67);" yi"
1880 PRINT " -----"
1890 FOR H=1 TO 600
1900 J=J+1
1910 Z(K,H)=INT(RND*10000)/10000
1920 E(K,H)=EXP(MY(K,J)+SIGY(K,J)*Z(K,H))
1930 IF J=1 THEN J1=12 ELSE J1=J-1
1940 IF H=1 THEN SS=0 : H1=1 ELSE H1=H-1 : SS=S(K,H1)-YR(K,J1)
1950 S(K,H)=YR(K,J)+BJ(K,J)*SS+YSX(K,J)*SQR(1-RJ(K,J)^2)*EI(K,J)
1960 PRINT USING "###";H;
1970 PRINT TAB ( 5);USING "###";J;
```

```
1980 PRINT TAB ( 9);USING "#.###";YR(K,J1);
1990 PRINT TAB ( 17);USING "#.###";YR(K,J);
2000 PRINT TAB ( 25);USING "#.###";YSX(K,J);
2010 PRINT TAB ( 33);USING "#.###";BJ(K,J);
2020 PRINT TAB ( 41);USING "#.###";RJ(K,J);
2030 PRINT TAB ( 49);USING "#.###";EI(K,H);
2040 IF J=12 THEN 2090 ELSE 2060
2050 PRINT TAB ( 59);USING "#.###";YR(K,12);:GOTO 2070
2060 PRINT TAB ( 59);USING "#.###";S(K,H1);
2070 PRINT TAB ( 67);USING "##.###";S(K,H)
2080 IF J=12 THEN 2090 ELSE 2100
2090 PRINT "-----"
2100 IF H/12=INT(H/12) THEN J=0
2110 IF H/48=INT(H/48) THEN Z$=INPUT$(1):GOSUB 2140
2120 NEXT H :NEXT K : GOSUB 3830
2130 END
2140 PRINT "-----"
2150 PRINT " i ";TAB(5);" j ";TAB(9);" y' j-1 ";TAB(17) ; " yj "; TAB(25) ; "
    Sy ";TAB(33);" bj ";TAB(41);" rj ";TAB(49) ; " ei ";TAB(57); " y i-1";
    TAB(67);" yi"
2160 PRINT "-----"
2170 RETURN
2180 END
2190 REM ##### TACIN İSTASYONU AKIM DEĞERLERİ #####
2200 DATA TACIN-TACIN
2210 REM ##### TACIN İSTASYONU EKİM AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2220 DATA EKİM, 1965-87 ARASI, 1,2.5,.5,-.25,1,.25,1,2.58,2.22,.25,3.21,
    3.02,2.07,1.19,2.59,1.33,0.83,2.06,1.59,1.52,1.52,1.37,2.18,1.94,2.04,
    1.88,2.37,2.03,2.03
2230 REM ##### TACIN İSTASYONU KASIM AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2240 DATA KASIM, 1965-87 ARASI,1,2.5,.5,-.5,1,..25,0.72,1.93, 0.66,1.62,
    3.10,2.20,1.51,0.89,1.55,1.05,0.51,1.69,1.44,1.12,1.20,1.16,1.63,1.60,
    1.69,2.87,1.86,1.71,1.69
2250 REM ### TACIN İSTASYONU ARALIK AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2260 DATA ARALIK, 1965-87 ARASI,0.5,2.5,.5,-.5,1,.25,0.48,1.66,0.33,1.51,
    2.61,1.81,1.13,0.75,1.30,0.80,0.40,1.38,1.26,0.95,1.06,1.03,1.47,1.56,
    1.39,5.13,1.75,1.77,1.35
```

- 2270 REM#### TACIN İSTASYONU OCAK AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2280 DATA OCAK, 1965-87 ARASI,.5,2.5,.5,-1,,1,.25,0.36,1.61,0.22,1.08,
2.50,1.71,1.07,0.63,1.00,0.63,0.27,1.10,1.07,0.67,1.02,0.86,1.27,1.89,
1.04, 3.88 ,1.31,1.47,1.33
- 2290 REM### TACIN İSTASYONU ŞUBAT AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2300 DATA ŞUBAT, 1965-87 ARASI,.5,2.5,.5,-1.25,.75,.25,0.25,2.28,0.16,
0.88, 1.91,1.91,0.81,0.28,0.79,0.50,0.16,0.79,1.24,0.32,1.96,0.68,0.97,
1.51 ,0.79,2.90,1.05,1.54,2.34
- 2310 REM#### TACIN İSTASYONU MART AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2320 DATA MART, 1965-87 ARASI,1,4.5,.5,0,1.5,.25,2.67,4.31,0.44,3.89,
4.58,4.56,1.79,1.75,1.42,2.04,2.07,1.81,2.54,2.79,3.07,1.58,3.31,2.03,1.35,
4.34,2.00,4.29,2.70
- 2330 REM ### TACIN İSTASYONU NİSAN AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2340 DATA NİSAN, 1964-87 ARASI,3,8,.5,1,2,.25,4.54,5.73,5.39,3.95,8.73,
7.5,7.5.43,3.89,3.08,2.71,2.95,4.48,5.48,3.93,3.80,3.79,5.60,4.29,4.83,
3.43,4.3, 3,5.08,4.96,5.49
- 2350 REM ### TACIN İSTASYONU MAYIS AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2360 DATA MAYIS, 1964-87 ARASI,3.5,7,.5,1.25,2,.25,3.97,5.83,4.95,4.20,9.
39,7.96,4.40,4.28,4.00,3.96,2.57,6.50,5.23,4.11,4.01,3.53,6.66,4.22,5.21,
3.43,5.17,4.60,4.82,6.08
- 2370 REM ## TACIN İSTASYONU HAZİRAN AYI AKIM DEĞERLERİ ###
2380 DATA HAZİRAN, 1964-87 ARASI,2.5,5,.5,1,1.75,.25,3.15,4.96,3.69,
3.54,7.15,5.95,3.75,3.48,4.53,2.84,1.97,4.98,4.30,2.94,3.08,3.51,5.19,
4.48, 4.45,2.49,4.50,3.82,4.19,4.73
- 2390 REM ### TACIN İSTASYONU TEMMUZ AYI AKIM DEĞERLERİ ##
2400 DATA TEMMUZ, 1964-87 ARASI,2.5,4.5,.5,.75,1.5,.25,2.85,3.91,3.45,3.
08,5.28,5.33,3.59,2.80,4.48,2.52,1.61,3.97,2.98,2.45,2.67,2.54,3.76,3.68,
3.21,1.98,4.13,3.30,3.18,4.40
- 2410 REM ## TACIN İSTASYONU AĞUSTOS AYI AKIM DEĞERLERİ ###
2420 DATA AĞUSTOS, 1964-87 ARASI,2,3.5,.5,.5,1.5,.25,3.12,3.18,2.88,
2.57,4.59,5.09,3.14,2.38,3.27,1.92,1.22,2.96,2.40,2.14,2.13,2.16,3.08,
2.54, 2.85,1.81,3.17,2.99,2.77,3.78
- 2430 REM#### TACIN İSTASYONU EYLÜL AYI AKIM DEĞERLERİ #####
2440 DATA EYLÜL, 1964-87 ARASI,1.5,3,.5,.5,1.25,.25,2.76,2.93,2.67,2.15,
4. 30,4.63,2.41,1.46,3.18,1.70,1.03,2.42,1.99,1.83,1.80,1.70,2.74,2.17,
2.33, 1.40,2.86,2.33,2.33,2.96
- 2450 END

```
2460 REM ##### ÇİZİM ALT PROGRAMI #####
2470 SCREEN 9 : PAINT (1,1),9
2480 COLOR 14,9,7
2490 LOCATE 2,60 : PRINT " NORMAL DAĞILIM "
2500 COLOR 15,9,7
2510 S=(AS-AB)/AD+2
2520 LINE ( 10,1) - (13,110),0,BF
2530 LINE ( 1,100) - (400,103),0,BF
2540 FOR W=1 TO S
2550 Y=INT(N(K,A,W)*200)/N
2560 H=250/S
2570 LINE (14+(W-1)*H,99)-(14+W*H,99-Y),1+W,BF
2580 NEXT W
2590 COLOR 14,9,7
2600 LOCATE 4,60:PRINT " HİSTOGRAM"
2610 COLOR 15,9,7
2620 Z$=INPUT$(1)
2630 S=(AS-AB)/AD+2
2640 LINE ( 10,110) - (13,220),0,BF
2650 LINE ( 1,210) - (400,213),0,BF
2660 FOR W=1 TO S
2670 Y=INT(FI(K,A,W)*200)
2680 H=250/S
2690 LINE (14+(W-1)*H,209)-(14+W*H,209-Y),1+W,BF
2700 NEXT W
2710 COLOR 14,9,7
2720 LOCATE 11,60:PRINT " FREKANS HİSTOGRAMI"
2730 COLOR 15,9,7
2740 Z$=INPUT$(1)
2750 S=(AS-AB)/AD+2
2760 LINE ( 10,220) - (13,340),0,BF
2770 LINE ( 1,330) - (400,333),0,BF
2780 FOR W=1 TO S
2790 Y=INT(TFI(K,A,W)*100)
2800 H=250/S
2810 LINE (14+(W-1)*H,329)-(14+W*H,329-Y),1+W,BF
2820 NEXT W
```

```
2830 COLOR 14,9,7
2840 LOCATE 19,55:PRINT " EKLENİK FREKANS HİSTOGRAMI"
2850 COLOR 15,9,7
2860 Z$=INPUT$(1)
2870 SCREEN 0
2880 COLOR 15,9,7 :CLS
2890 RETURN
2900 REM ##### LOGARİTMİK ÇİZİM ALT PROGRAMI #####
2910 SCREEN 9 : PAINT (1,1),9
2920 COLOR 14,9,7
2930 LOCATE 2,60 : PRINT "LOG- NORMAL DAĞILIM "
2940 COLOR 15,9,7
2950 LS=(YS-YB)/YD+2
2960 LINE ( 10,1) - (13,110),0,BF
2970 LINE ( 1,100) - (400,103),0,BF
2980 FOR W=1 TO S
2990 Y=INT(YN(K,A,W)*200)/N
3000 H=250/S
3010 LINE (14+(W-1)*H,99)-(14+W*H,99-Y),1+W,BF
3020 NEXT W
3030 COLOR 14,9,7
3040 LOCATE 4,60:PRINT " HİSTOGRAM"
3050 COLOR 15,9,7
3060 Z$=INPUT$(1)
3070 LS=(YS-YB)/YD+2
3080 LINE ( 10,110) - (13,220),0,BF
3090 LINE ( 1,210) - (400,213),0,BF
3100 FOR W=1 TO S
3110 Y=INT(YFI(K,A,W)*200)
3120 H=250/S
3130 LINE (14+(W-1)*H,209)-(14+W*H,209-Y),1+W,BF
3140 NEXT W
3150 COLOR 14,9,7
3160 LOCATE 11,60:PRINT " FREKANS HİSTOGRAMI"
3170 COLOR 15,9,7
3180 Z$=INPUT$(1)
3190 LS=(YS-YB)/YD+2
```

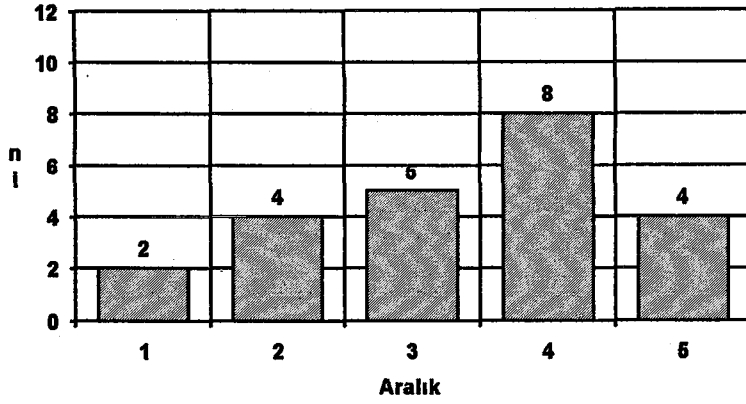
```
3200 LINE ( 10,220) - (13,340),0,BF
3210 LINE ( 1,330) - (400,333),0,BF
3220 FOR W=1 TO S
3230 Y=INT(YTFI(K,A,W)*100)
3240 H=250/S
3250 LINE (14+(W-1)*H,329)-(14+W*H,329-Y),1+W,BF
3260 NEXT W
3270 COLOR 14,9,7
3280 LOCATE 19,55:PRINT " EKLENİK FREKANS HİSTOGRAMI"
3290 COLOR 15,9,7
3300 Z$=INPUT$(1)
3310 SCREEN 0
3320 COLOR 15,9,7 :CLS
3330 RETURN
3340 REM ### NORMAL D. OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU #####
3350 CLS:KEY OFF : SCREEN 9 :PAINT (1,1),9
3360 BS=(MAX-MIN)/.2:FR=1:GOSUB 3540
3370 IF MIN<0 THEN B0=ABS(0-MIN)/.2 ELSE B0=0
3380 G=0:CC=0
3390 LINE(20+(300/BS)*B0,10)-(20+(300/BS)*B0,230),4
3400 LINE(10,220)-(320,220),4
3410 FOR Q=MIN TO MAX STEP .2
3420 G=G+1:CC=CC+1
3430 IF CC=21 OR CC=42 THEN FR=FR+1:GOSUB 3540:CC=1
3440 X=Q
3450 Y0=(1/(SX(K,A)*SQR(44/7)))*EXP(-(.5*((X-XR(K,A))/SX(K,A))^2))
3460 Y=(INT(Y0*10000))/10000
3470 LOCATE 2+CC,33+FR*12:PRINT USING "#.###";X;:LOCATE
    2+CC,39+ FR*12:PRINT USING "#.###";Y
3480 LINE(20+(300/BS)*G,220)-(20+(300/BS)*G,220-Y*200),15
3490 NEXT Q
3500 COLOR 14,9,7:LOCATE 19,1:PRINT " NORMAL DAĞILIMIN OLASI-
    LIK YOĞUNLUK FONKSİYONU "
3510 Z$=INPUT$(1)
3520 SCREEN 0 : COLOR 15,9,7:CLS
3530 RETURN
```

```
3540 LOCATE 1,33+FR*12:PRINT " x ":LOCATE 1,39+FR*12:PRINT "
P(x)"
3550 LOCATE 2,33+FR*12:PRINT "-----":LOCATE 2,39+FR*12:PRINT
"-----"
3560 RETURN
3570 REM # LOG-NORMAL D. OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU ##
3580 CLS:KEY OFF : SCREEN 9 :PAINT (1,1),9
3590 BS=(YMAX-YMIN)/.1
3600 IF YMIN<0 THEN B0=ABS(0-YMIN)/.1 ELSE B0=0
3610 G=0:CC=0
3620 LINE(20+(300/BS)*B0,10)-(20+(300/BS)*B0,230),4
3630 LINE(10,220)-(320,220),4
3640 FOR Q=YMIN TO YMAX STEP .1
3650 G=G+1:CC=CC+1
3660 IF CC=21 OR CC=42 THEN FR=FR+1:GOSUB 3800:CC=1
3670 X=Q
3680 Y0=(1/(YSX(K,A)*SQR(44/7)))*EXP(-(.5*((X-YR(K,A))/
YSX(K,A))^2))
3690 Y=(INT(Y0*10000))/10000
3700 LOCATE 2+CC,33+FR*12:PRINT USING "#.###";X;:LOCATE
2+CC,39+FR*12:PRINT USING "#.###";Y
3710 LINE(20+(300/BS)*G,220)-(20+(300/BS)*G,220-Y*200),15
3730 NEXT Q
3740 COLOR 14,9,7:LOCATE 19,1:PRINT " LOG-NORMAL DAĞILIMIN
OLASILIK YOĞUNLUK FONKSİYONU "
3750 LOCATE 1,33+FR*12:PRINT" y ":LOCATE 1,39+FR*12:PRINT"P(y)"
3760 LOCATE 2,33+FR*12:PRINT "-----":LOCATE 2,39+FR*12:PRINT
"-----"
3770 Z$=INPUT$(1)
3780 SCREEN 0 : COLOR 15,9,7:CLS
3790 RETURN
3800 LOCATE 1,33+FR*12:PRINT " y ":LOCATE 1,39+FR*12:PRINT "
P(y)"
3810 LOCATE 2,33+FR*12:PRINT "-----":LOCATE 2,39+FR*12:PRINT
"-----"
3820 RETURN
```

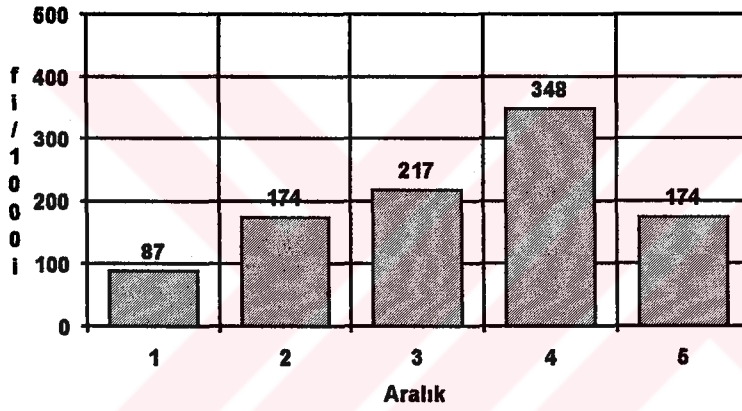
Programı çalıştırdığımızda sonuçlar şu şekilde olmaktadır.

EKİM AYI 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
1.00	2.58	2.22	0.25	3.21	3.02	2.07	1.19
2.59	1.33	0.83	2.06	1.59	1.52	1.52	1.37
2.18	1.94	2.04	1.88	2.37	2.03	2.03	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
0.00	0.95	0.80	-1.39	1.17	1.11	0.73	0.17
0.95	0.29	-0.19	0.72	0.46	0.42	0.42	0.31
0.78	0.66	0.71	0.63	0.86	0.71	0.71	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.25,1.00	2	0.087	0.087			
2	1.00,1.50	4	0.174	0.261			
3	1.50,2.00	5	0.217	0.478			
4	2.00,2.50	8	0.348	0.826			
5	2.50,3.51	4	0.174	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.862	0.693	0.459	0.364				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-1.39,-0.25	1	0.043	0.043			
2	-0.25,0.00	1	0.043	0.087			
3	0.00,0.25	2	0.087	0.174			
4	0.25,0.50	5	0.217	0.391			
5	0.50,0.75	7	0.304	0.696			
6	0.75,1.00	5	0.217	0.913			
7	1.00,1.17	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.521	0.533	0.272	1.001				

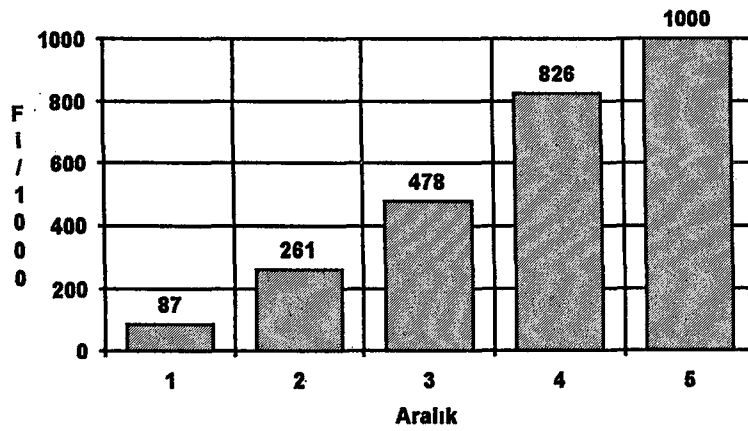
Tablo 7.6.Ekim ayı istatistiksel hesapları



(a)

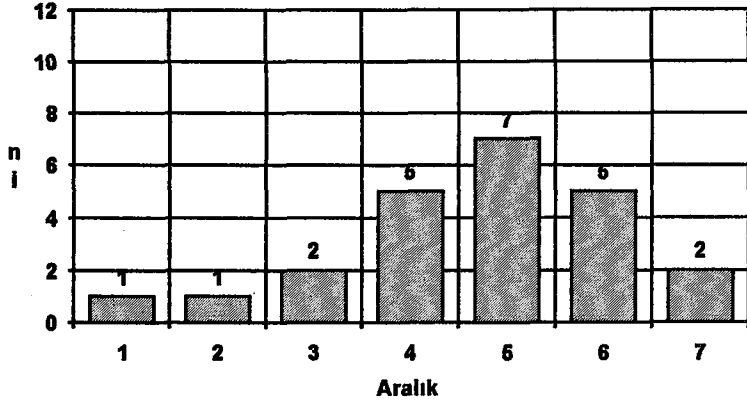


(b)

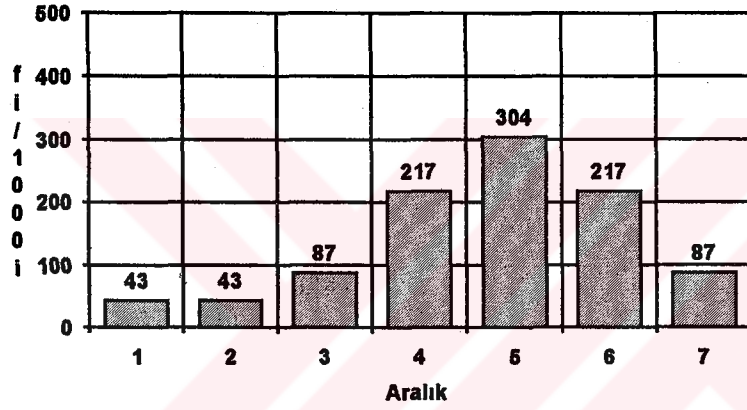


(c)

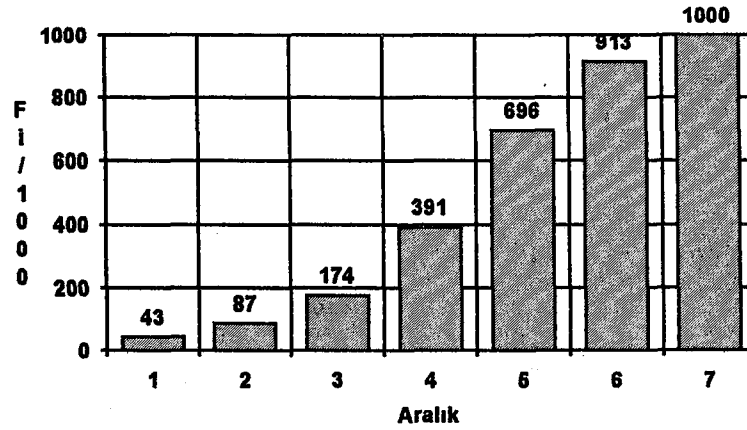
Şekil 7.2.Ekim ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



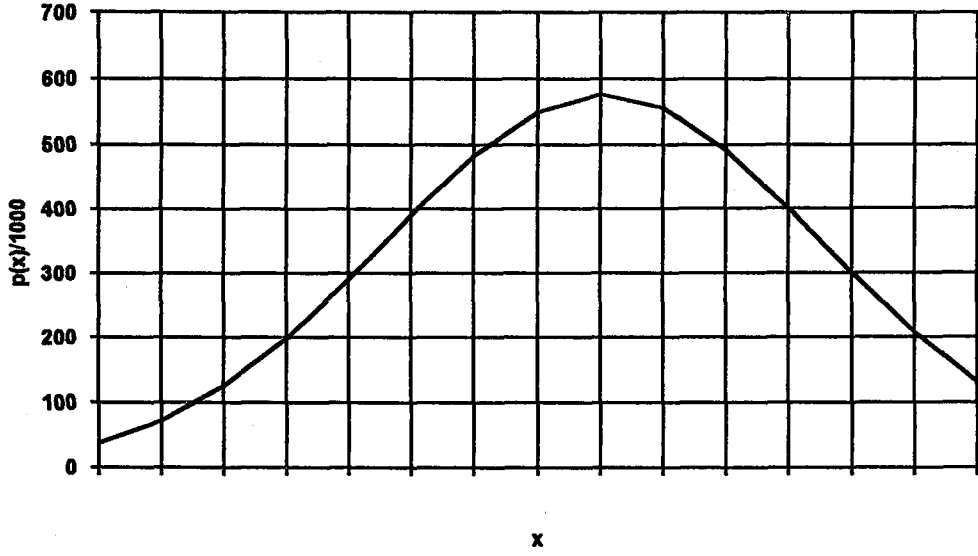
(b)



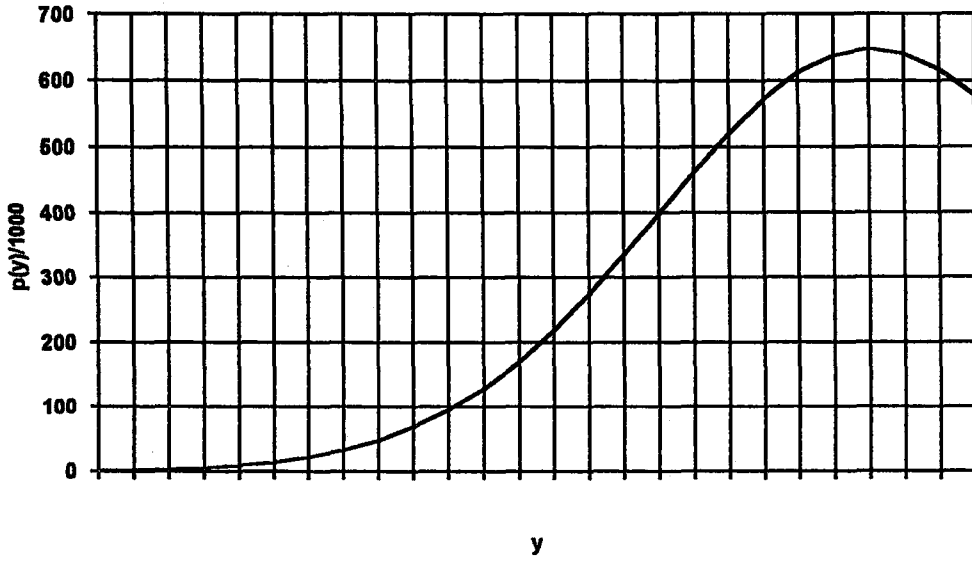
(c)

Şekil 7.3. Ekim ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



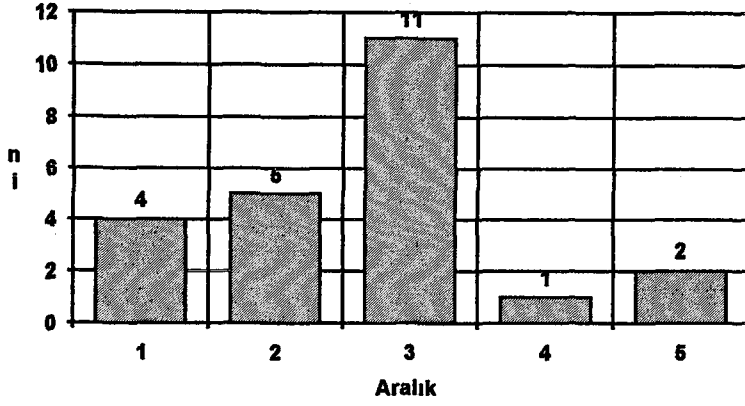
Şekil 7.4.Ekim Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



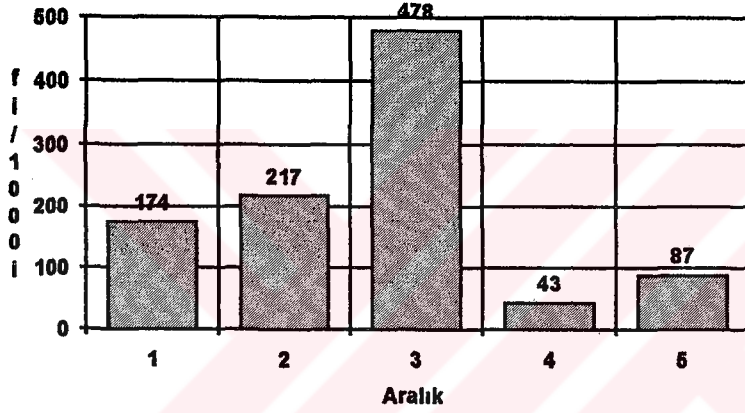
Şekil 7.5.Ekim Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

KASIM AYI 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
0.72	1.93	0.66	1.62	3.10	2.20	1.51	0.89
1.55	1.05	0.51	1.69	1.44	1.12	1.20	1.16
1.63	1.60	1.69	2.87	1.86	1.71	1.69	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
-0.33	0.66	-0.42	0.48	1.13	0.79	0.41	-0.12
0.44	0.05	-0.67	0.52	0.36	0.11	0.18	0.15
0.49	0.47	0.52	1.05	0.62	0.54	0.52	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.51,1.00	4	0.174	0.174			
2	1.00,1.50	5	0.217	0.391			
3	1.50,2.00	11	0.478	0.870			
4	2.00,2.50	1	0.043	0.913			
5	2.50,3.10	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.539	0.626	0.375	0.398				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-0.67,-0.50	1	0.043	0.043			
2	-0.50,-0.25	2	0.087	0.130			
3	-0.25,0.00	1	0.043	0.174			
4	0.00,0.25	4	0.174	0.348			
5	0.25,0.50	6	0.261	0.609			
6	0.50,0.75	6	0.261	0.870			
7	0.75,1.00	1	0.043	0.913			
8	1.00,1.13	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.347	0.436	0.182	1.229				

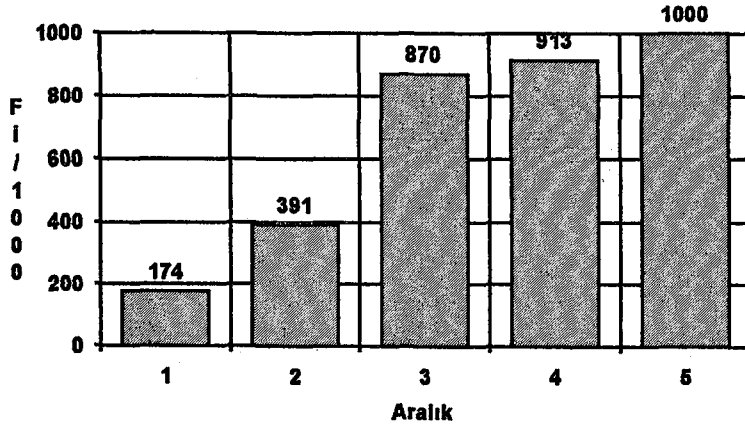
Tablo 7.7.Kasım ayı istatistiksel hesapları



(a)

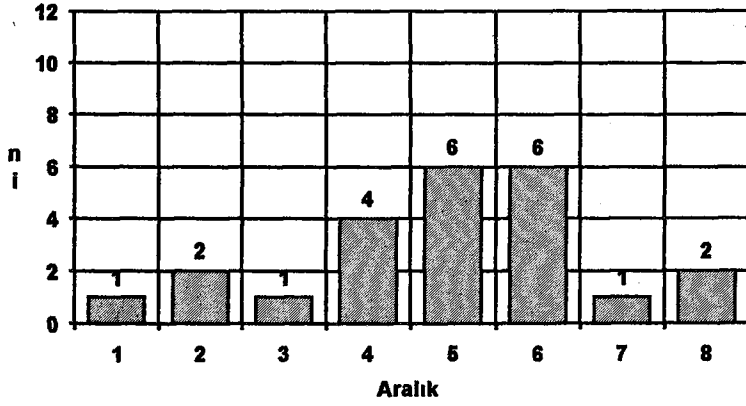


(b)

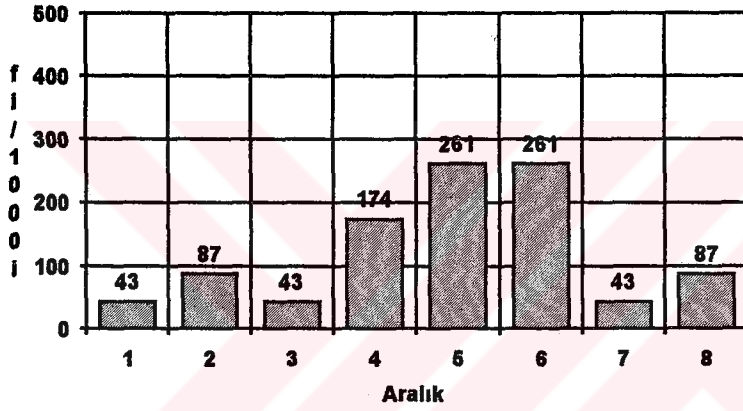


(c)

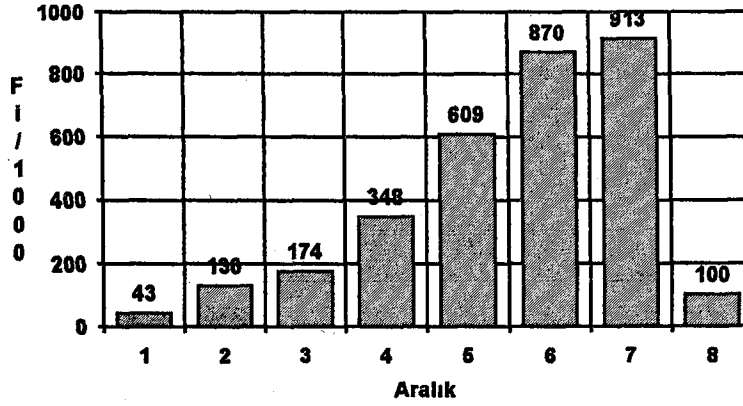
Şekil 7.6.Kasım ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



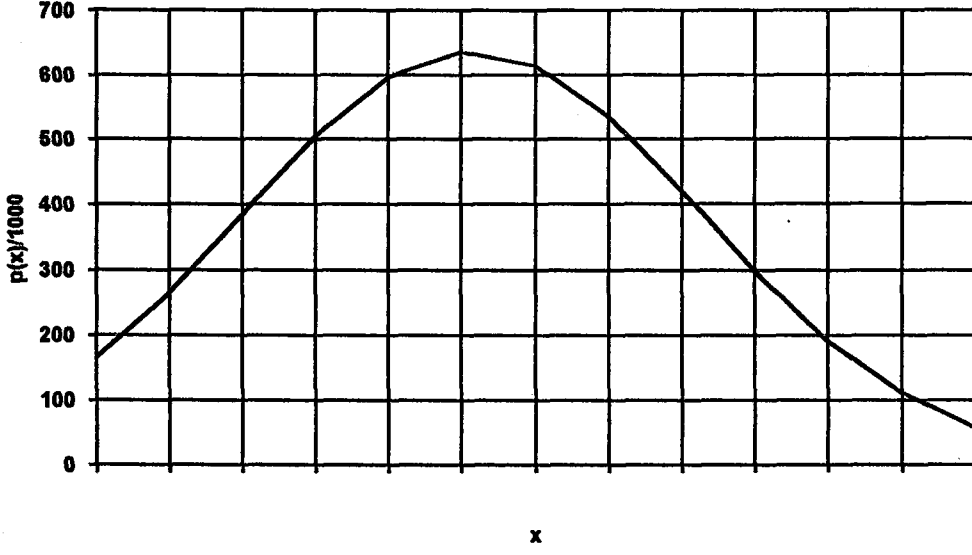
(b)



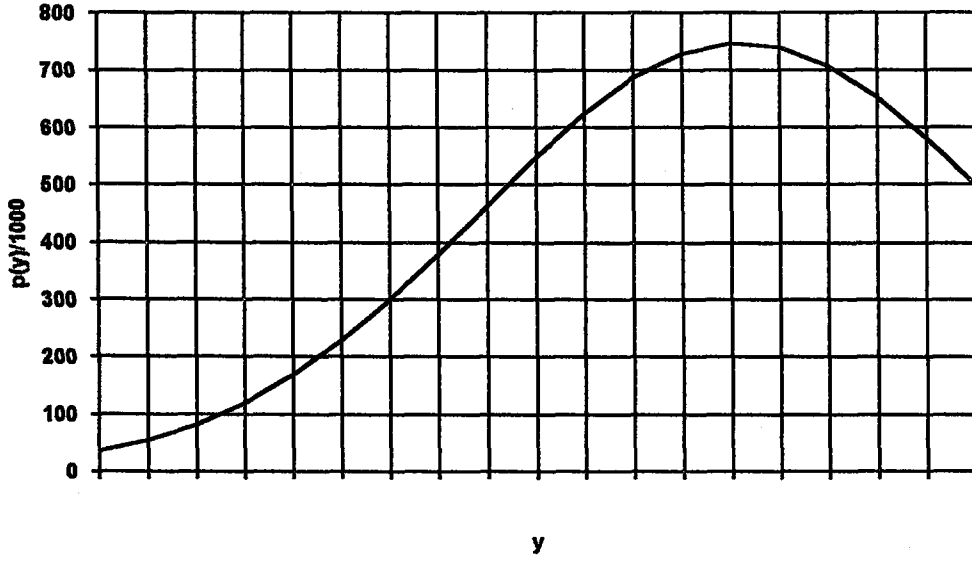
(c)

Şekil 7.7.Kasım ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



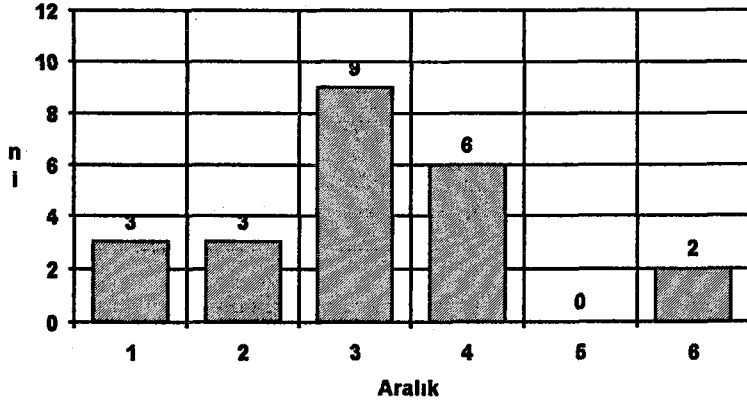
Şekil 7.8.Kasım Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



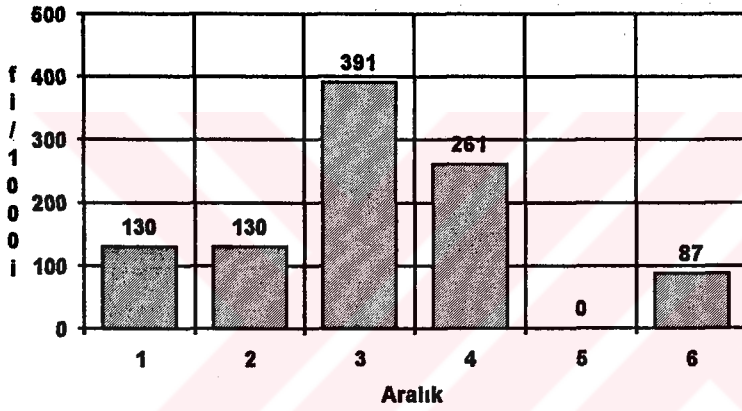
Şekil 7.9.Kasım Ayı Logaritmik Dönüştürme Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

ARALIK 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
0.48	1.66	0.33	1.51	2.61	1.81	1.13	0.75
1.30	0.80	0.40	1.38	1.26	0.95	1.06	1.03
1.47	1.56	1.39	5.13	1.75	1.77	1.35	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
-0.73	0.51	-1.11	0.41	0.96	0.59	0.12	-0.29
0.26	-0.22	-0.92	0.32	0.23	-0.05	0.06	0.03
0.39	0.44	0.33	1.64	0.56	0.57	0.30	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	.33,0.50	3	0.130	0.130			
2	0.50,1.00	3	0.130	0.261			
3	1.00,1.50	9	0.391	0.652			
4	1.50,2.00	6	0.261	0.913			
5	2.00,2.50	0	0.000	0.913			
6	2.50,5.13	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.430	0.959	0.880	0.656				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-1.11,-0.50	3	0.130	0.130			
2	-0.50,-0.25	1	0.043	0.174			
3	-0.25,0.00	2	0.087	0.261			
4	0.00,0.25	4	0.174	0.435			
5	0.25,0.50	7	0.304	0.739			
6	0.50,0.75	4	0.174	0.913			
7	0.75,1.00	1	0.043	0.957			
8	1.00-1.64	1	0.043	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.191	0.592	0.335	3.024				

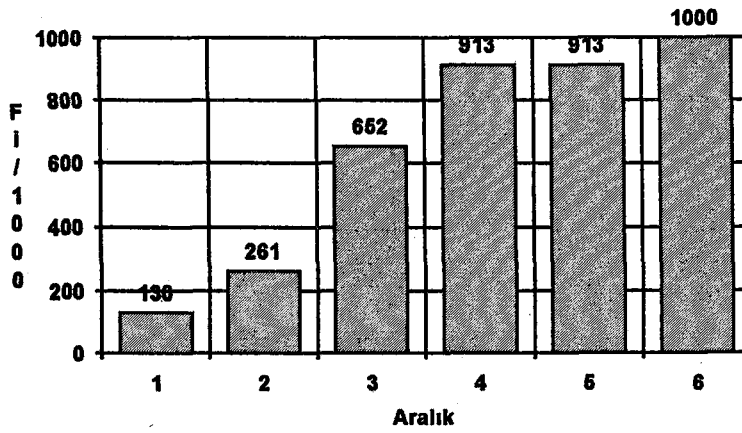
Tablo 7.8.Aralık ayı istatistiksel hesapları



(a)

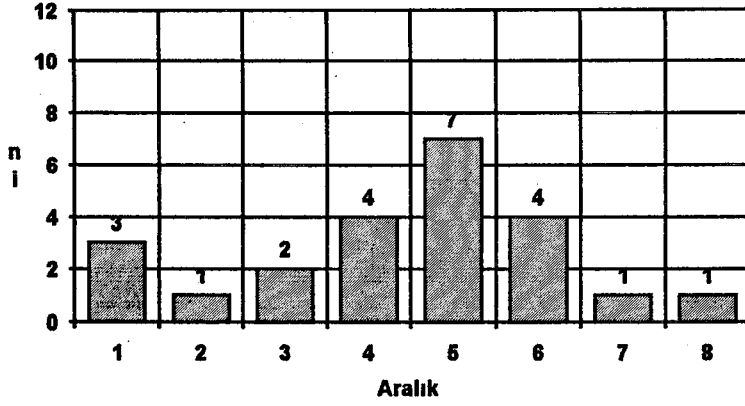


(b)

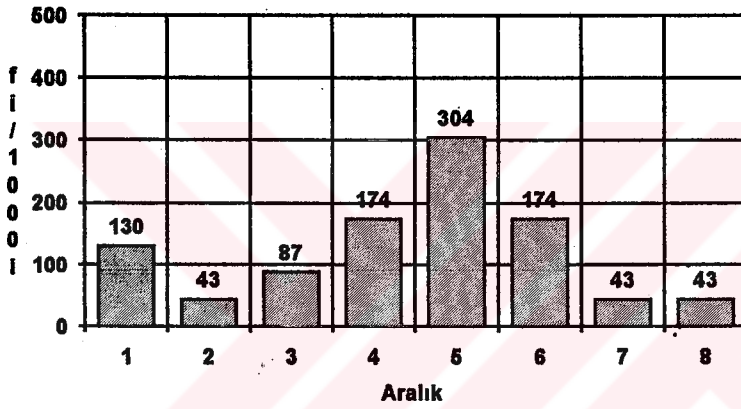


(c)

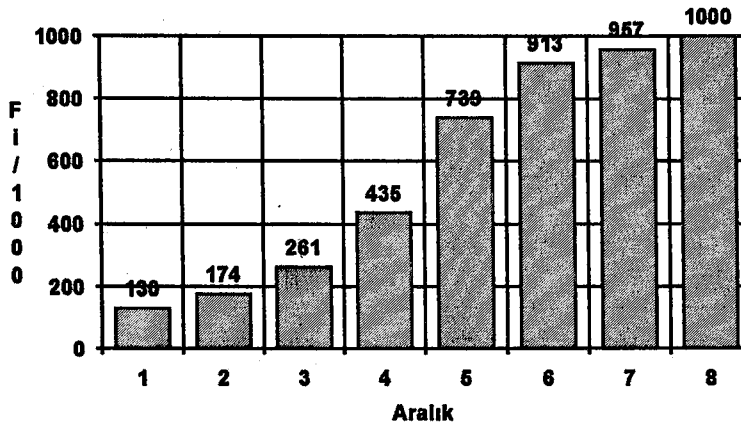
Şekil 7.10. Aralık ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



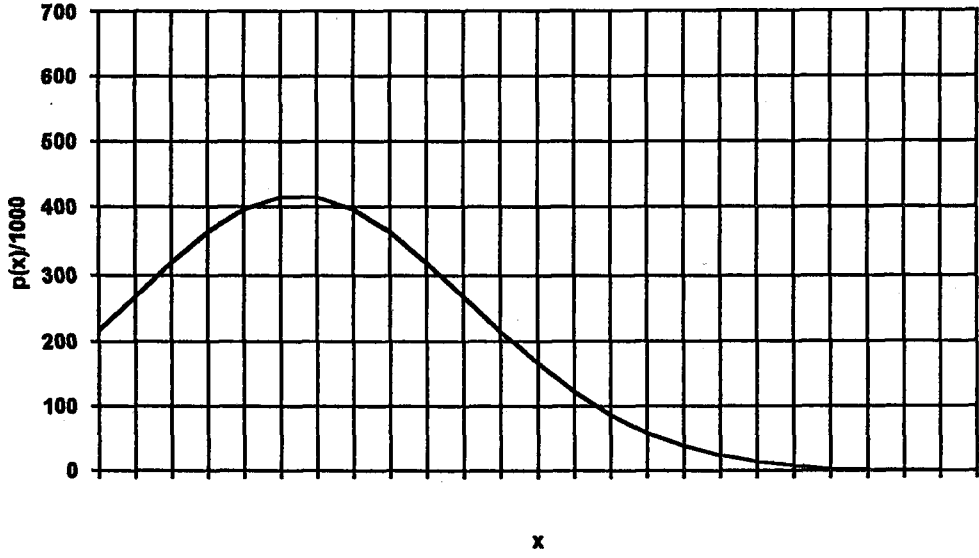
(b)



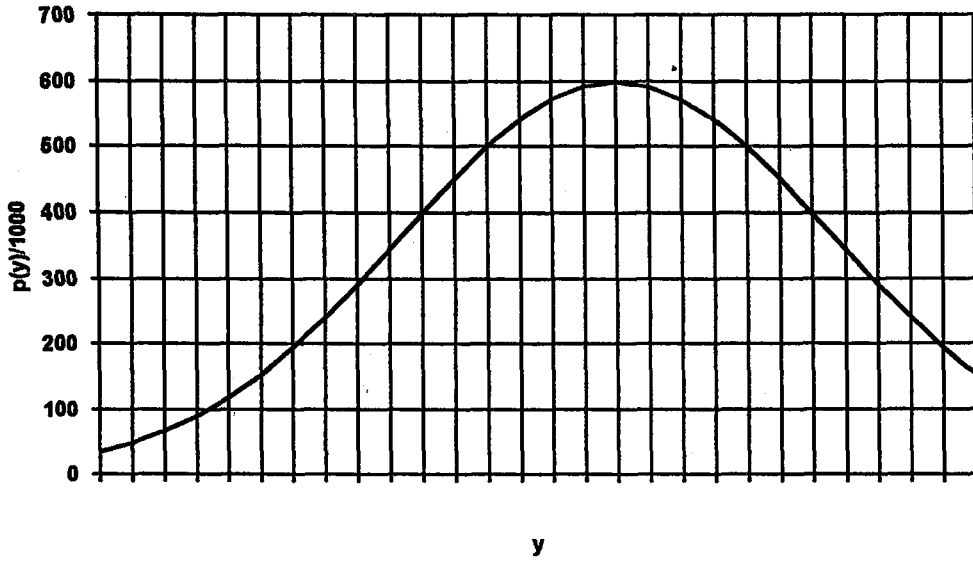
(c)

Şekil 7.11. Aralık ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



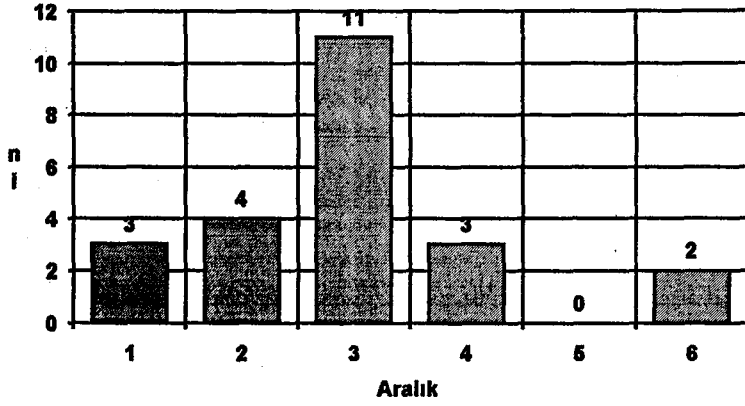
Şekil 7.12. Aralık Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



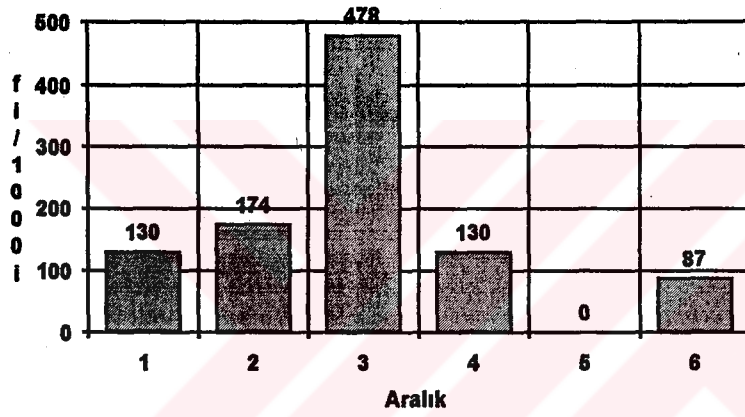
Şekil 7.13. Aralık Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

OCAK 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
0.36	1.61	0.22	1.08	2.50	1.71	1.07	0.63
1.00	0.63	0.27	1.10	1.07	0.67	1.02	0.86
1.27	1.89	1.04	3.88	1.31	1.47	1.33	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
-1.02	0.48	-1.51	0.08	0.92	0.54	0.07	-0.46
0.00	-0.46	-1.31	0.10	0.07	-0.40	0.02	-0.15
0.24	0.64	0.04	1.36	0.27	0.39	0.29	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.22,0.50	3	0.130	0.130			
2	0.50,1.00	4	0.174	0.304			
3	1.00,1.50	11	0.478	0.783			
4	1.50,2.00	3	0.130	0.913			
5	2.00,2.50	0	0.000	0.913			
6	2.50,3.88	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.217	0.787	0.592	0.632				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-1.51,-1.00	3	0.130	0.130			
2	-1.00,-0.75	0	0.000	0.130			
3	-0.75,-0.50	0	0.000	0.130			
4	-0.50,-0.25	3	0.130	0.261			
5	-0.25,0.00	1	0.043	0.304			
6	0.00,0.25	8	0.348	0.652			
7	0.25,0.50	4	0.174	0.826			
8	0.50,0.75	2	0.087	0.913			
9	0.75,1.00	1	0.043	0.957			
10	1.00,1.36	1	0.043	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.006	0.662	0.419	1.01				

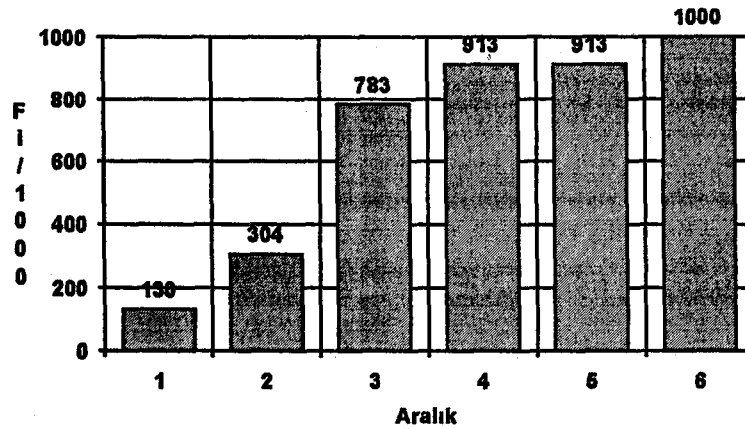
Tablo 7.9.Ocak ayı istatistiksel hesapları



(a)

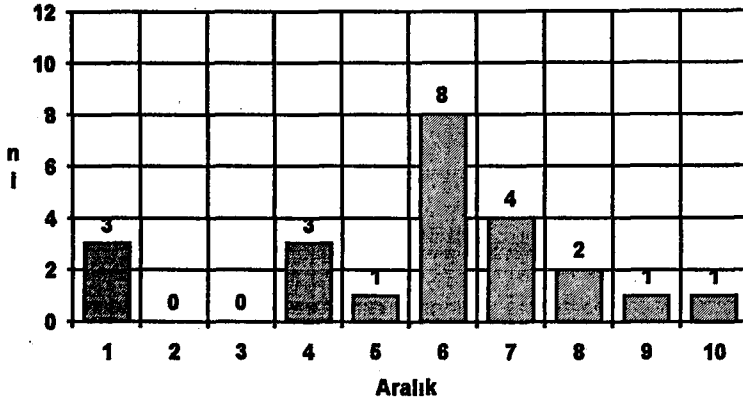


(b)

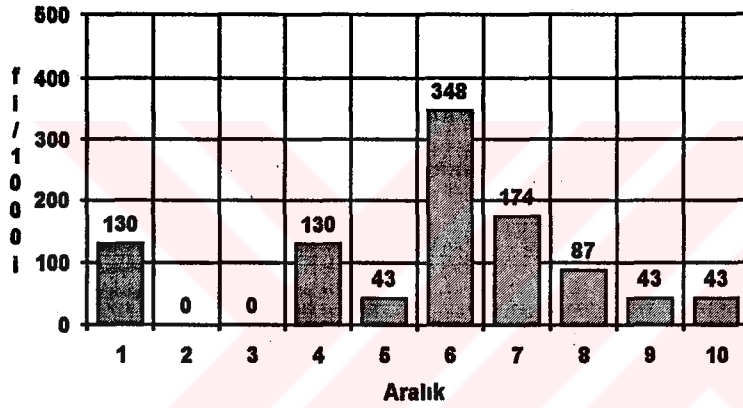


(c)

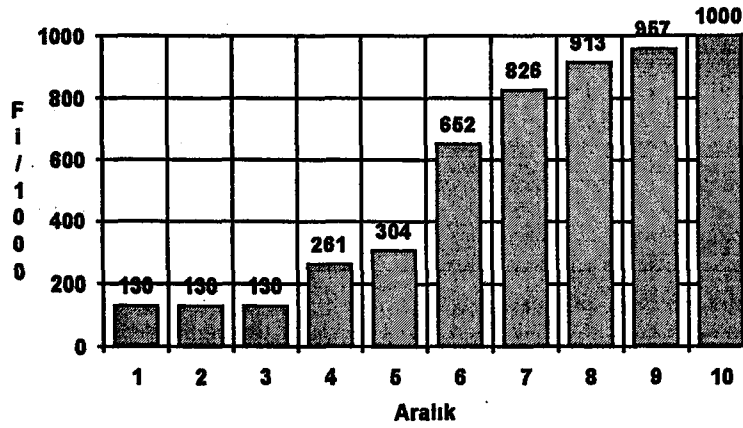
Şekil 7.14. Ocak ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



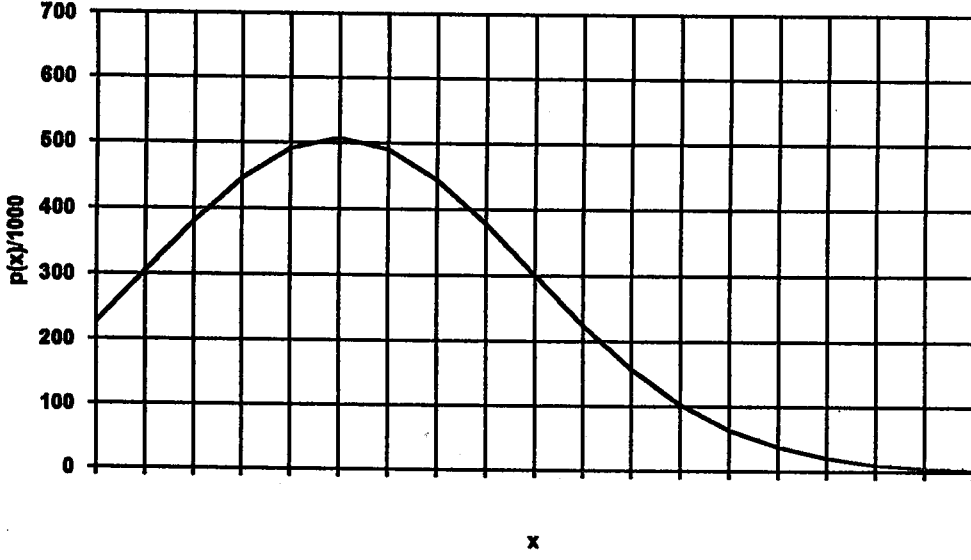
(b)



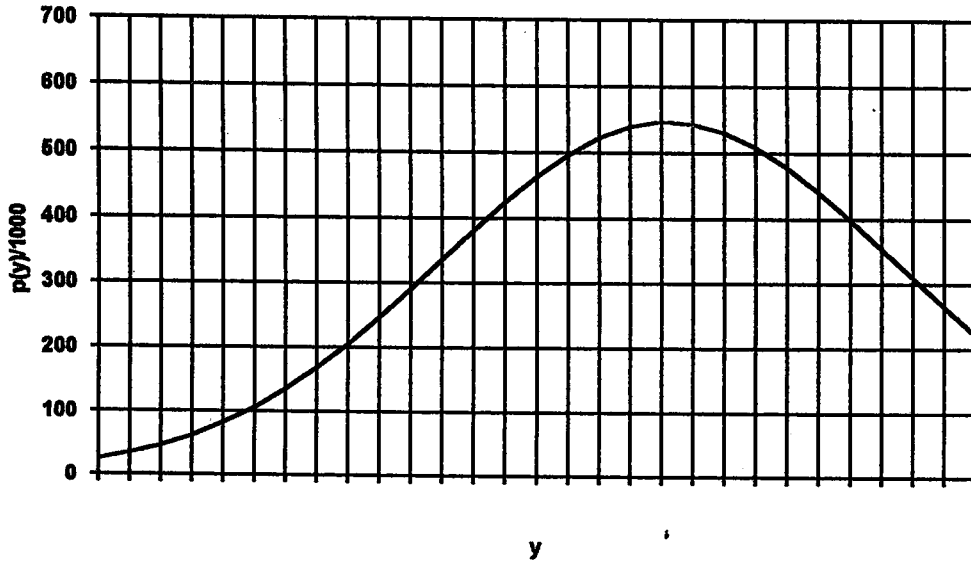
(c)

Şekil 7.15. Ocak ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



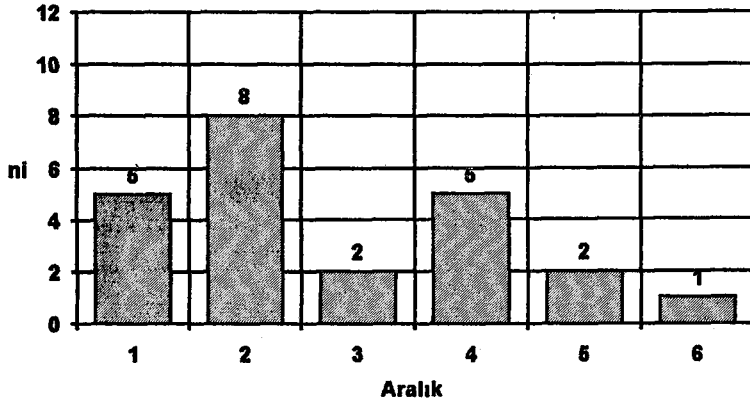
Şekil 7.16. Ocak Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



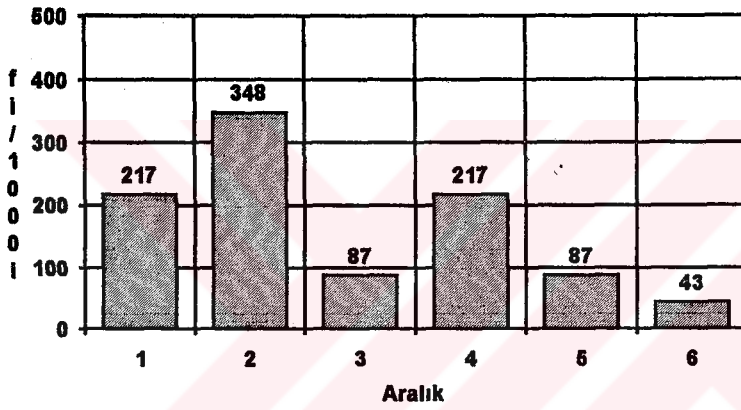
Şekil 7.17. Ocak Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

ŞUBAT AYI 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
0.25	2.28	0.16	0.88	1.91	1.91	0.81	0.28
0.79	0.50	0.16	0.79	1.24	0.32	1.96	0.68
0.97	1.51	0.79	2.90	1.05	1.54	2.34	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
-1.39	0.82	-1.83	-0.13	0.65	0.65	-0.21	-1.27
-0.24	-0.69	-1.83	-0.24	0.22	-1.14	0.67	-0.39
-0.03	0.41	-0.24	1.06	0.05	0.43	0.85	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.16,0.50	5	0.217	0.217			
2	0.50,1.00	8	0.348	0.565			
3	1.00,1.50	2	0.087	0.652			
4	1.50,2.00	5	0.217	0.870			
5	2.00,2.50	2	0.087	0.957			
6	2.50,2.90	1	0.043	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.131	0.778	0.579	0.673				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-1.83,-1.50	4	0.174	0.174			
2	-1.50,-1.25	1	0.043	0.217			
3	-1.25,-1.00	0	0.000	0.217			
4	-1.00,-0.50	1	0.043	0.261			
5	-0.50,-0.25	1	0.043	0.304			
6	-0.25,0.00	6	0.261	0.565			
7	0.00,0.25	2	0.087	0.652			
8	0.25,0.50	2	0.087	0.739			
9	0.50,0.75	3	0.130	0.870			
10	0.75,1.06	3	0.130	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
-0.165	0.853	0.696	-5.044				

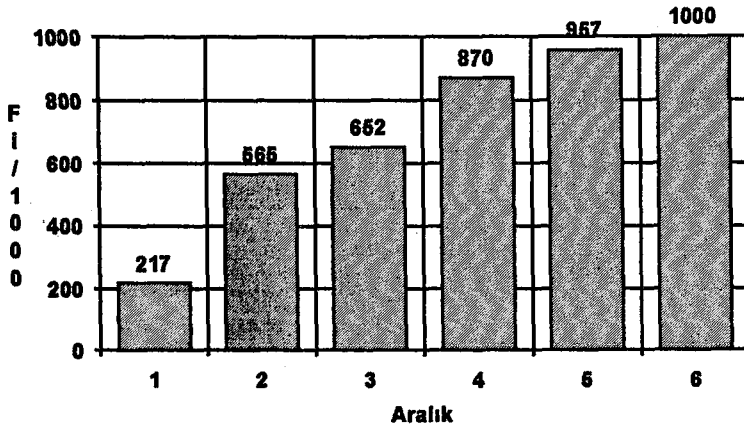
Tablo 7.10.Şubat ayı istatistiksel hesapları



(a)

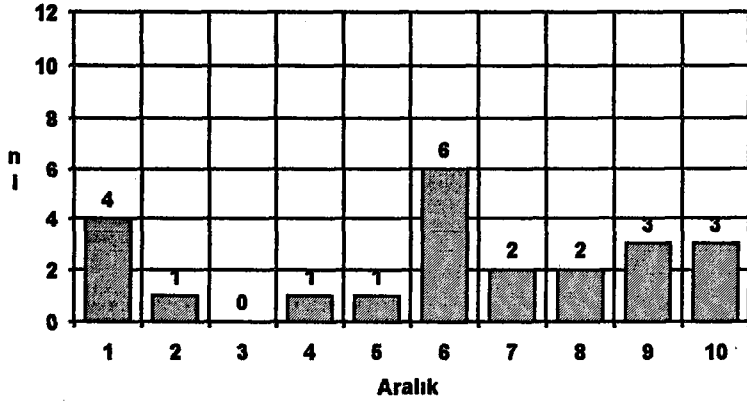


(b)

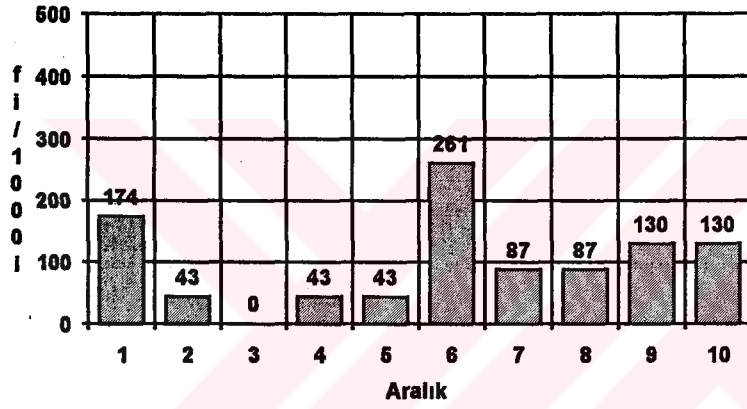


(c)

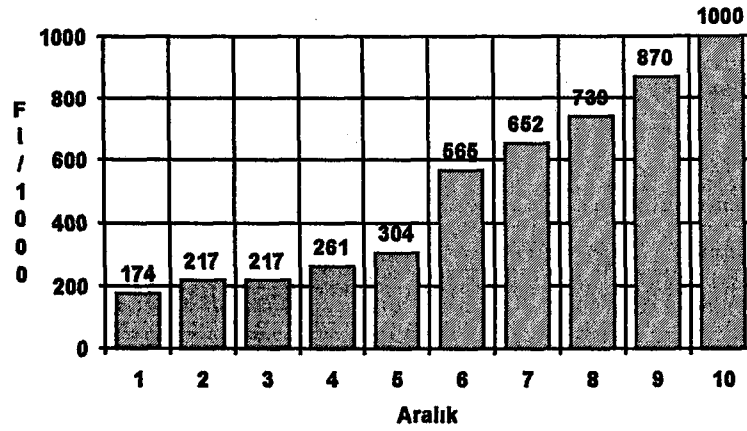
Şekil 7.18.Şubat ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



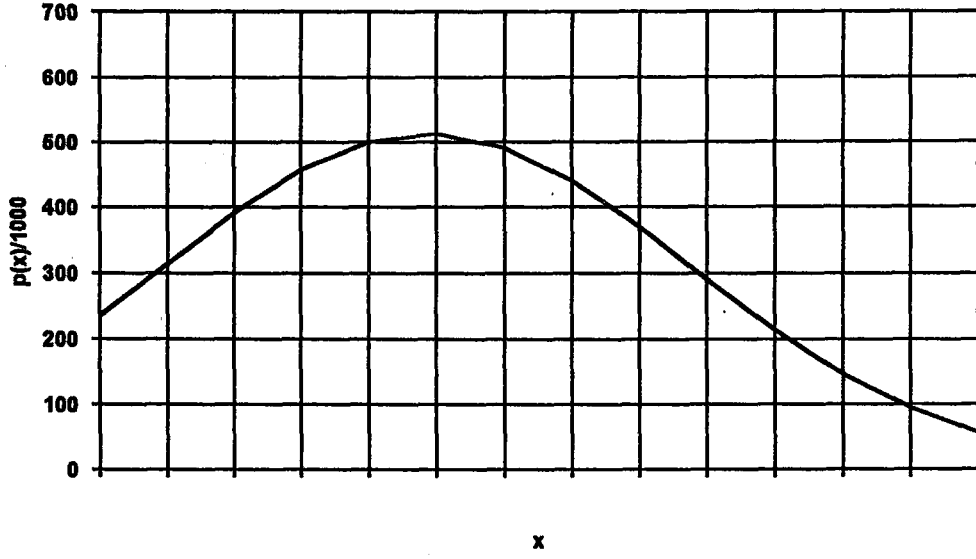
(b)



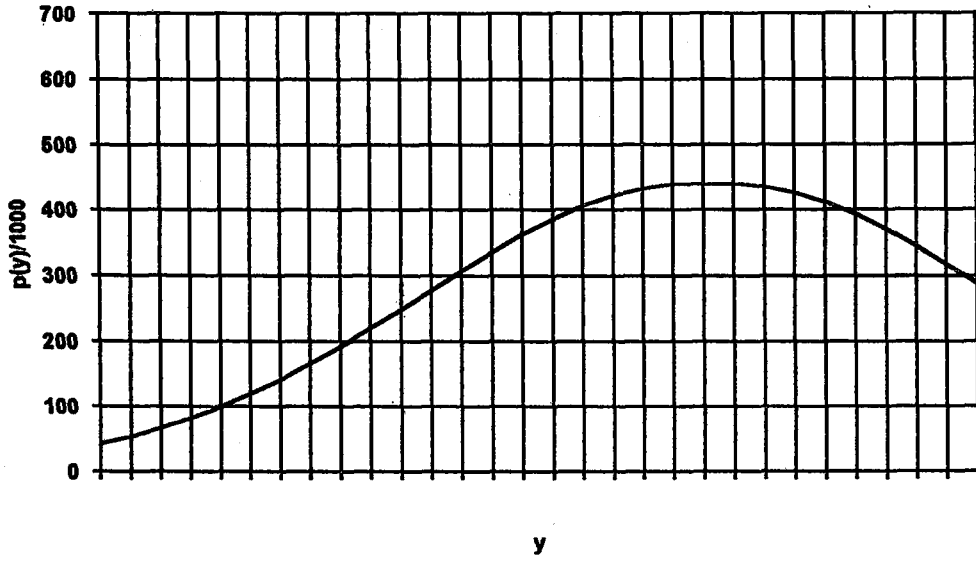
(c)

Şekil 7.19.Şubat ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



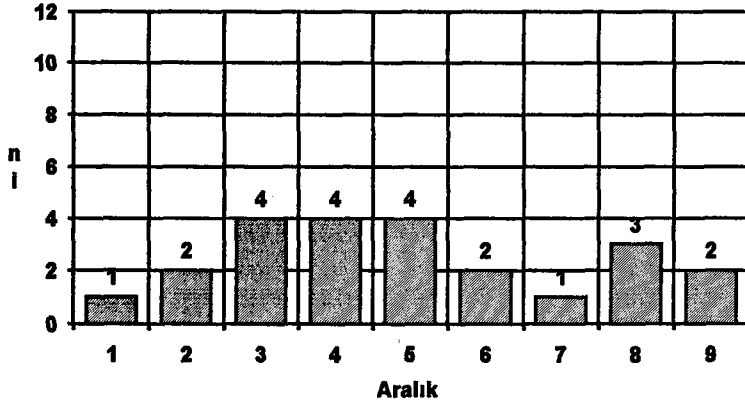
Şekil 7.20.Şubat Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



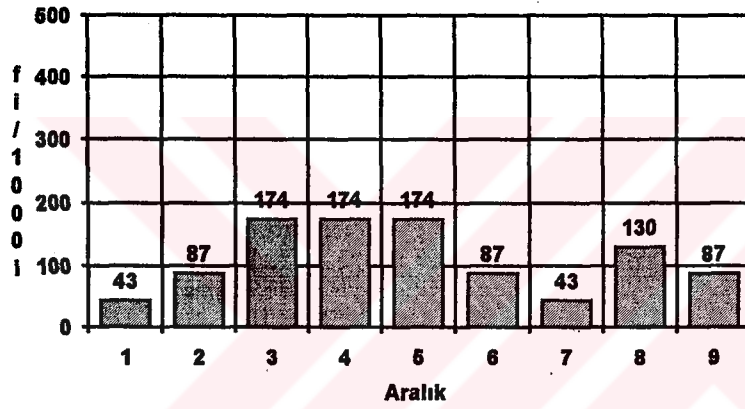
Şekil 7.21.Şubat Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

MART AYI 1965-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
2.67	4.31	0.44	3.89	4.58	4.56	1.79	1.75
1.42	2.04	2.07	1.81	2.54	2.79	3.07	1.58
3.31	2.03	1.35	4.34	2.00	4.29	2.70	
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
0.98	1.46	-0.82	1.36	1.52	1.52	0.58	0.56
0.35	0.71	0.73	0.59	0.93	1.03	1.12	0.46
1.20	0.71	0.30	1.47	0.69	1.46	0.99	
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.44,1.00	1	0.043	0.043			
2	1.00,1.50	2	0.087	0.130			
3	1.50,2.00	4	0.174	0.304			
4	2.00,2.50	4	0.174	0.478			
5	2.50,3.00	4	0.174	0.652			
6	3.00,3.50	2	0.087	0.739			
7	3.50,4.00	1	0.043	0.783			
8	4.00,4.50	3	0.130	0.913			
9	4.50,4.58	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
2.667	1.184	1.342	0.434				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	-0.82,0.00	1	0.043	0.043			
2	0.00,0.25	0	0.000	0.043			
3	0.25,0.50	3	0.130	0.174			
4	0.50,0.75	7	0.304	0.478			
5	0.75,1.00	3	0.130	0.609			
6	1.00,1.25	3	0.130	0.739			
7	1.25,1.50	4	0.174	0.913			
8	1.50,1.52	2	0.087	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.865	0.537	0.276	0.607				

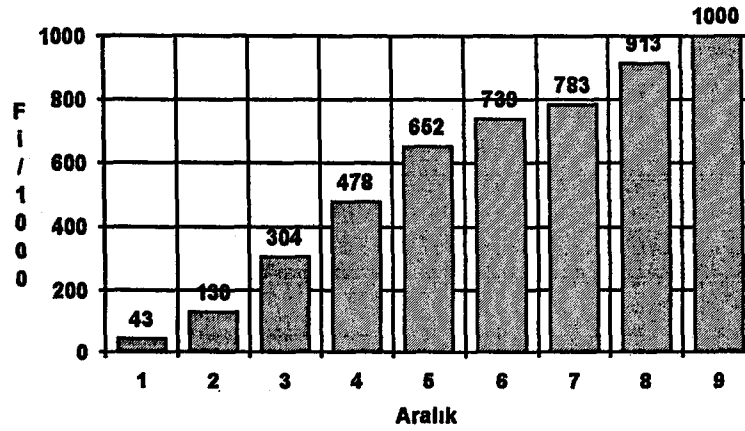
Tablo 7.11.Mart ayı istatistiksel hesapları



(a)

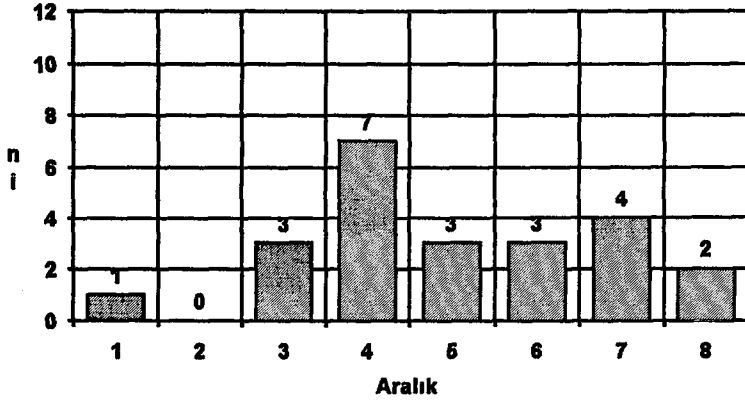


(b)

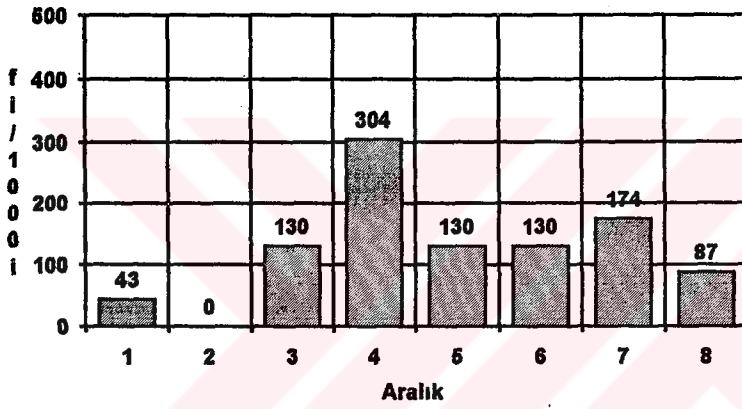


(c)

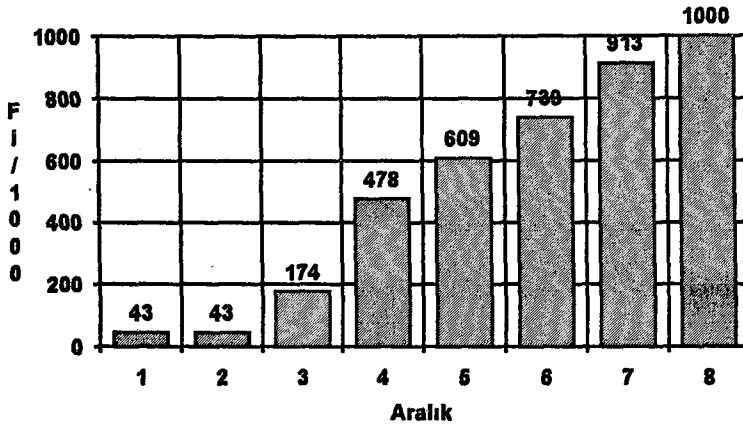
Şekil 7.22.Mart ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



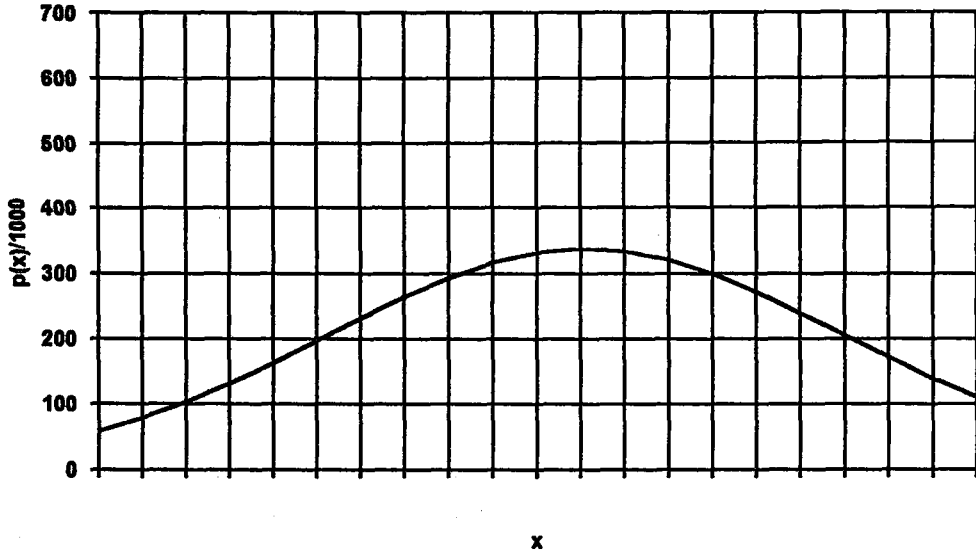
(b)



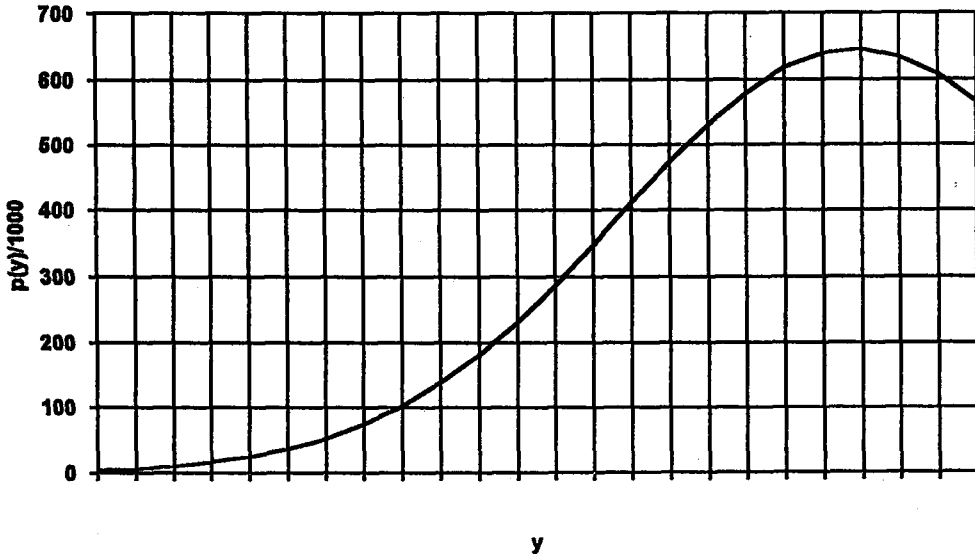
(c)

Şekil 7.23.Mart ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



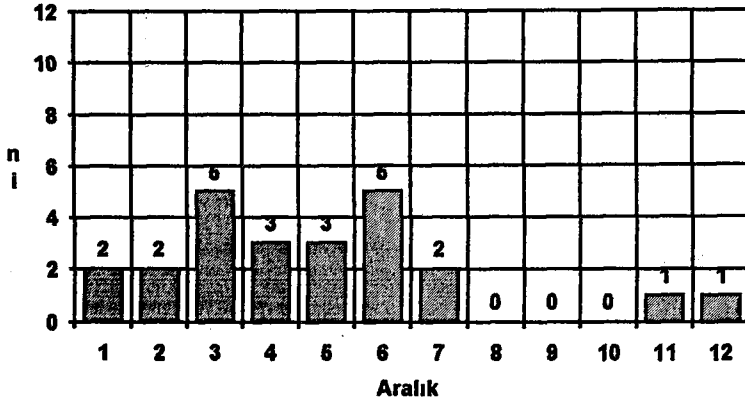
Şekil 7.24.Mart Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



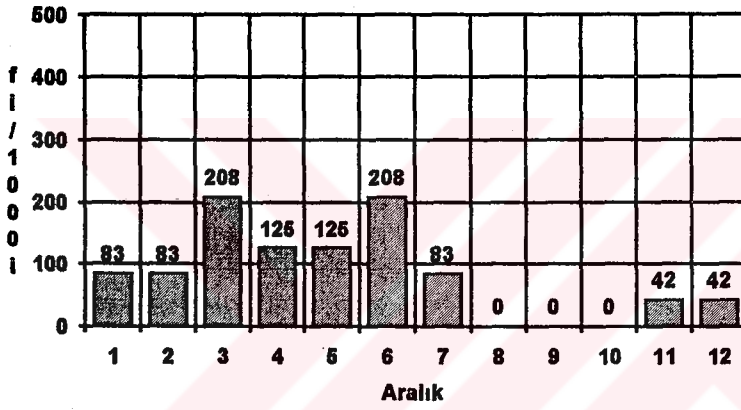
Şekil 7.25.Mart Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

NİSAN AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
4.54	5.73	5.39	3.95	8.73	7.57	5.43	3.89
3.08	2.71	2.95	4.48	5.48	3.93	3.80	3.79
5.60	4.29	4.83	3.43	4.33	5.08	4.96	5.49
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.51	1.75	1.68	1.37	2.17	2.02	1.69	1.36
1.12	1.00	1.08	1.50	1.70	1.37	1.34	1.33
1.72	1.46	1.57	1.23	1.47	1.63	1.60	1.70
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	2.71,3.00	2	0.083	0.083			
2	3.00,3.50	2	0.083	0.167			
3	3.50,4.00	5	0.208	0.375			
4	4.00,4.50	3	0.125	0.500			
5	4.50,5.00	3	0.125	0.625			
6	5.00,5.50	5	0.208	0.833			
7	5.50,6.00	2	0.083	0.917			
8	6.00,6.50	0	0.000	0.917			
9	6.50,7.00	0	0.000	0.917			
10	7.00,7.50	0	0.000	0.917			
11	7.50,8.00	1	0.042	0.958			
12	8.00,8.73	1	0.042	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
4.727	1.381	1.829	0.286				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	—,1.00	1	0.042	0.042			
2	1.00,1.25	3	0.125	0.167			
3	1.25,1.50	8	0.333	0.500			
4	1.50,1.75	10	0.417	0.917			
5	1.75,2.00	0	0.000	0.917			
6	2.00,2.17	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.516	0.277	0.073	0.179				

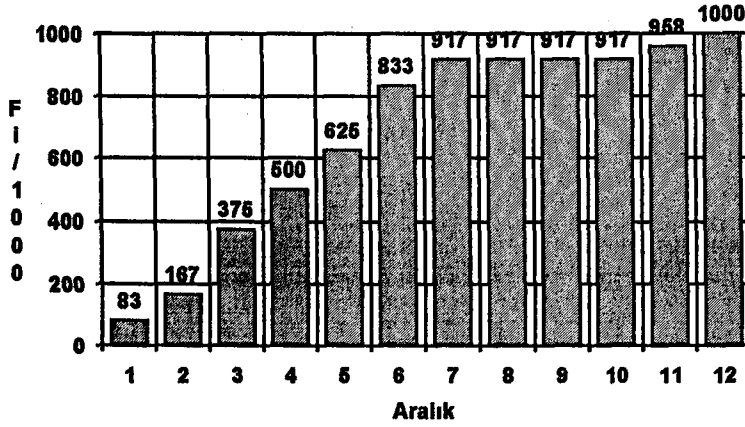
Tablo 7.12.Nisan ayı istatistiksel hesapları



(a)

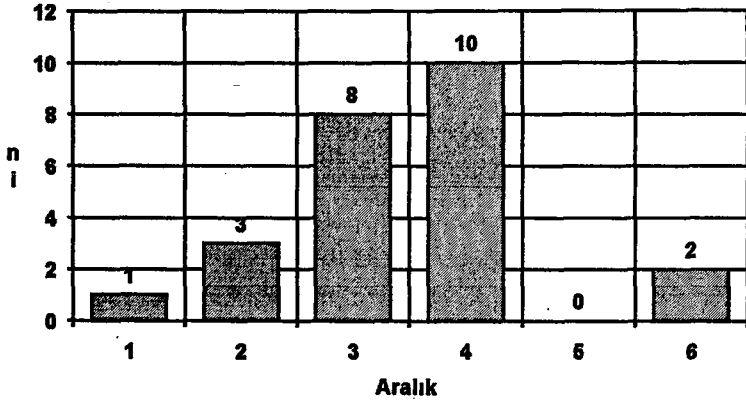


(b)

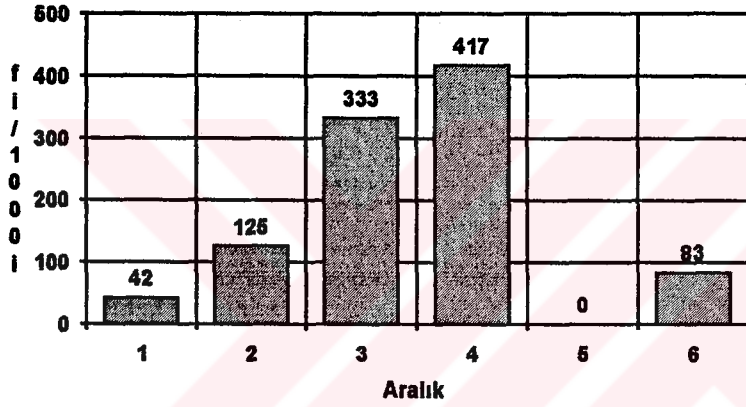


(c)

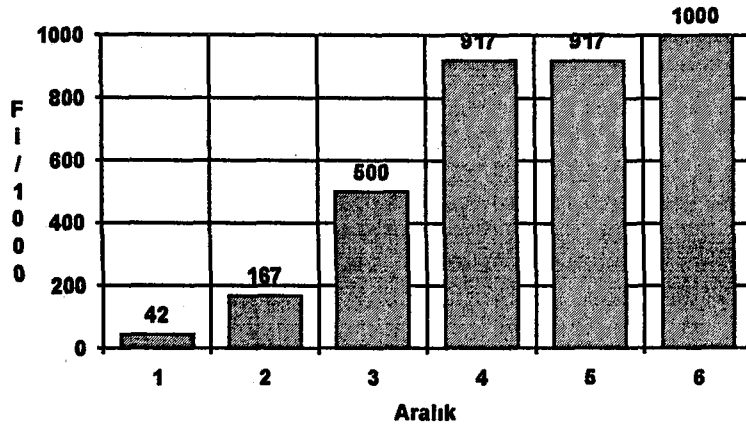
Şekil 7.26.Nisan ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



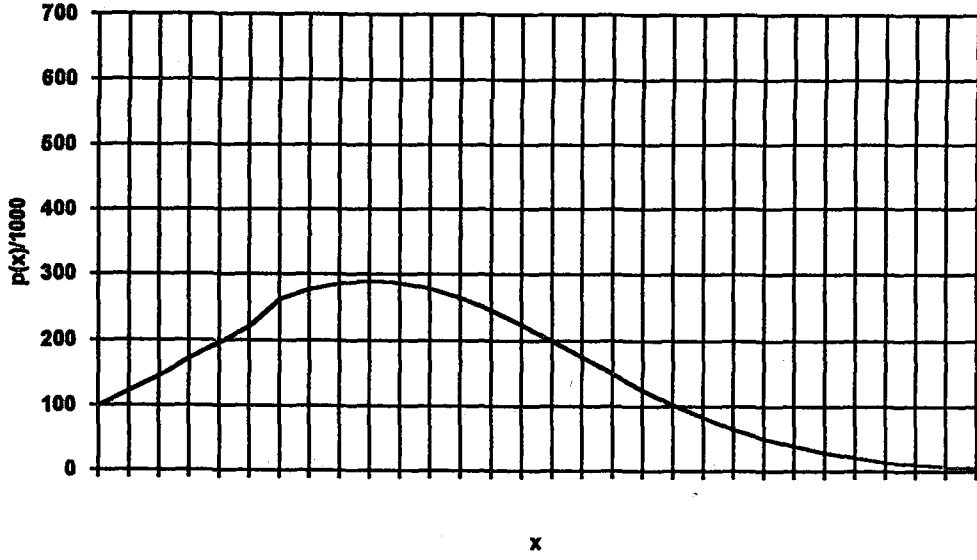
(b)



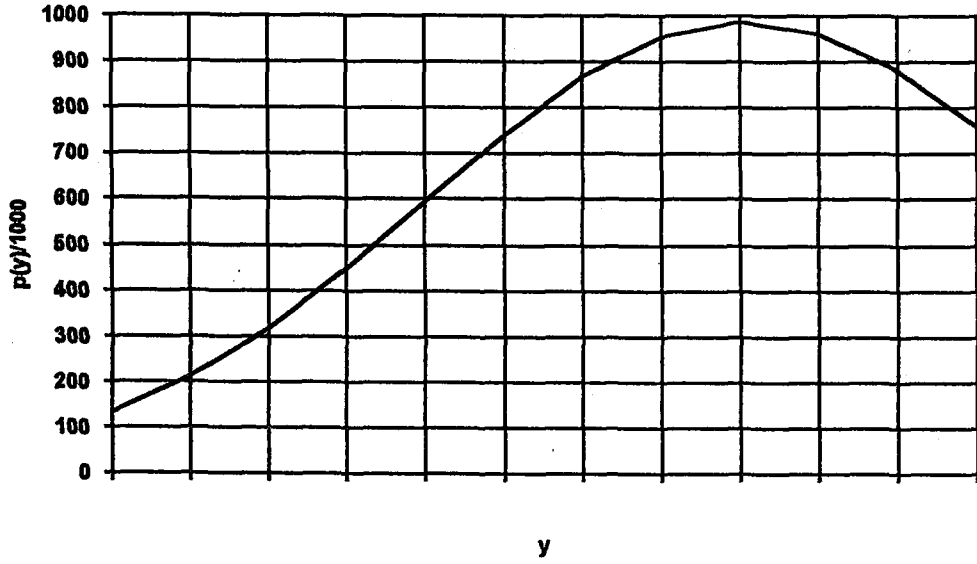
(c)

Şekil 7.27.Nisan ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



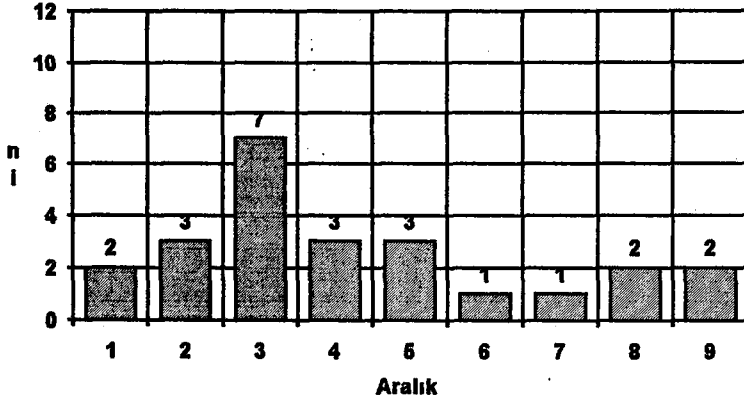
Şekil 7.28.Nisan Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



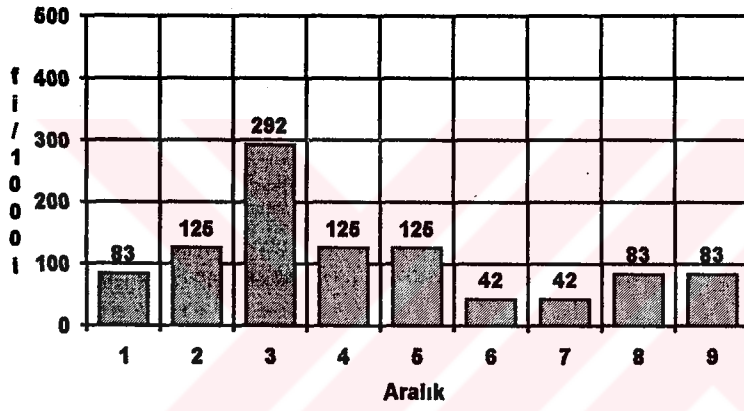
Şekil 7.29.Nisan Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

MAYIS AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
3.97	5.83	4.95	4.20	9.39	7.96	4.40	4.28
4.00	3.96	2.57	6.50	5.23	4.11	4.01	3.53
6.66	4.22	5.21	3.43	5.17	4.60	4.82	6.08
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.38	1.76	1.60	1.44	2.24	2.07	1.48	1.45
1.39	1.38	0.94	1.87	1.65	1.41	1.39	1.26
1.90	1.44	1.65	1.23	1.64	1.53	1.57	1.81
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	2.57,3.50	2	0.083	0.083			
2	3.50,4.00	3	0.125	0.208			
3	4.00,4.50	7	0.292	0.500			
4	4.50,5.00	3	0.125	0.625			
5	5.00,5.50	3	0.125	0.750			
6	5.50,6.00	1	0.042	0.792			
7	6.00,6.50	1	0.042	0.833			
8	6.50,7.00	2	0.083	0.917			
9	7.00,9.39	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
4.962	1.514	2.198	0.299				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.94,1.25	2	0.083	0.083			
2	1.25,1.50	10	0.417	0.500			
3	1.50,1.75	6	0.250	0.750			
4	1.75,2.00	4	0.167	0.917			
5	2.00,2.24	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.562	0.283	0.076	0.177				

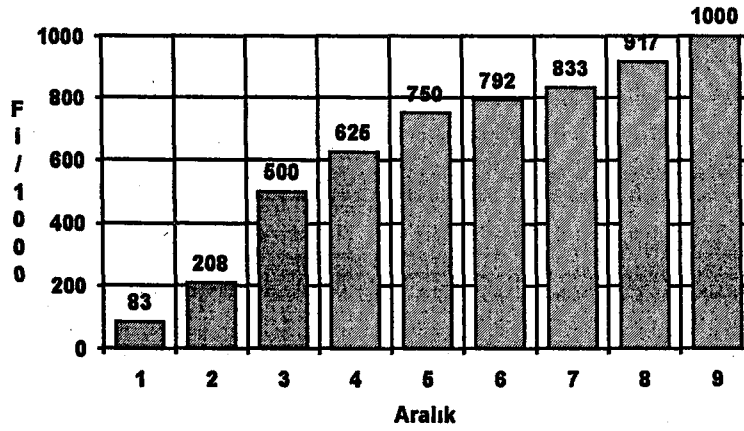
Tablo 7.13.Mayıs ayı istatistiksel hesapları



(a)

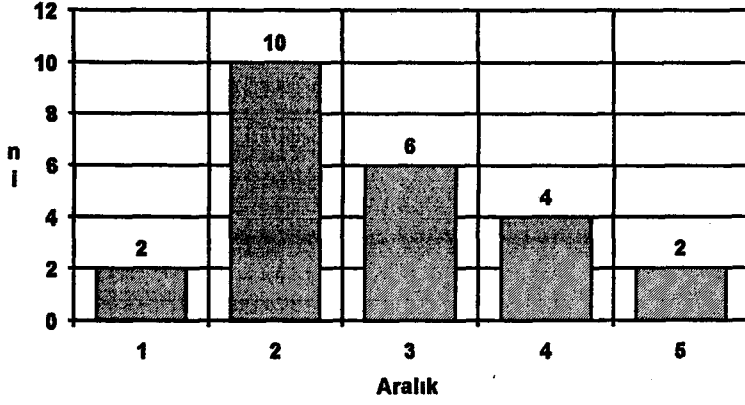


(b)

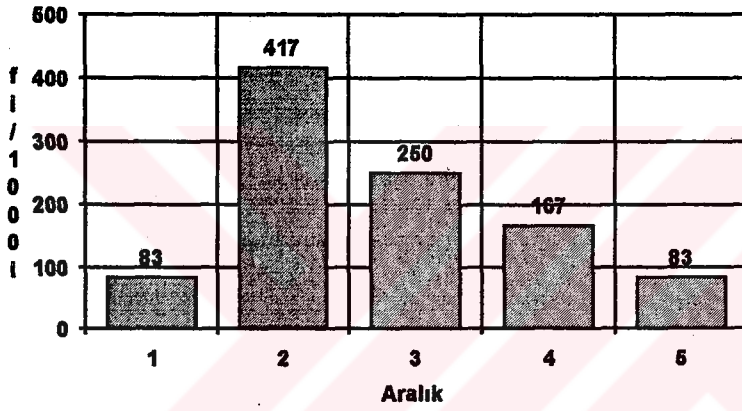


(c)

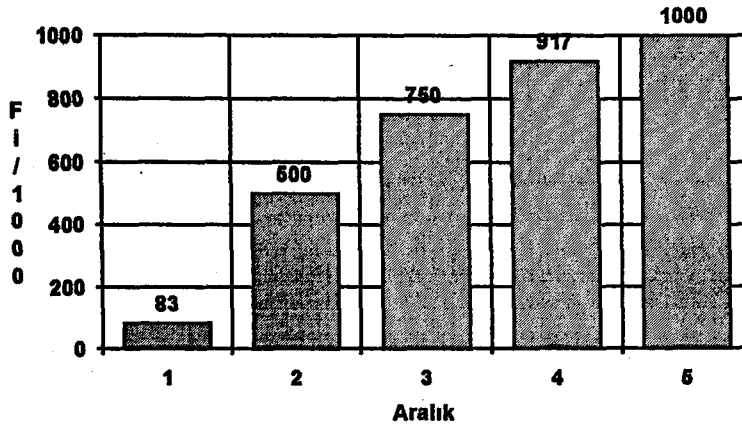
Şekil 7.30.Mayıs ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



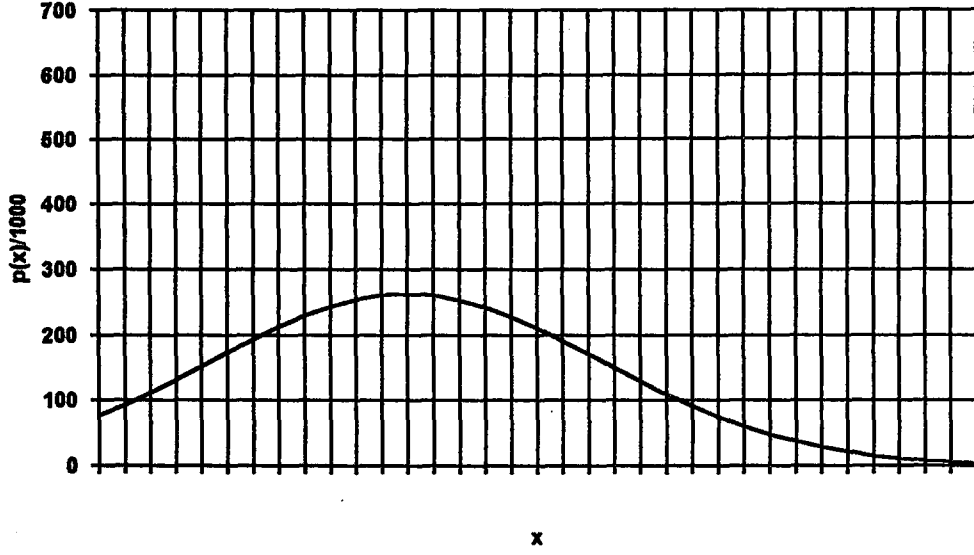
(b)



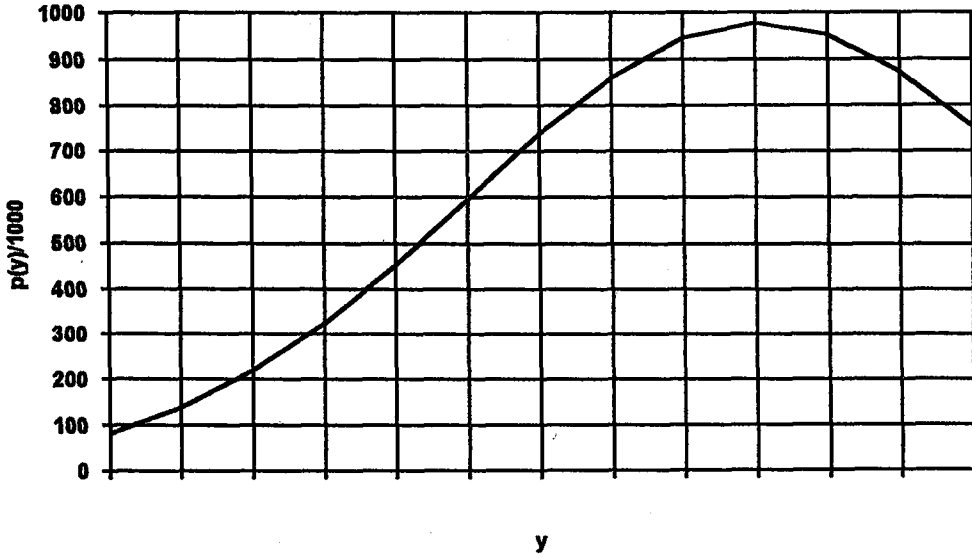
(c)

Şekil 7.32.Mayıs ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



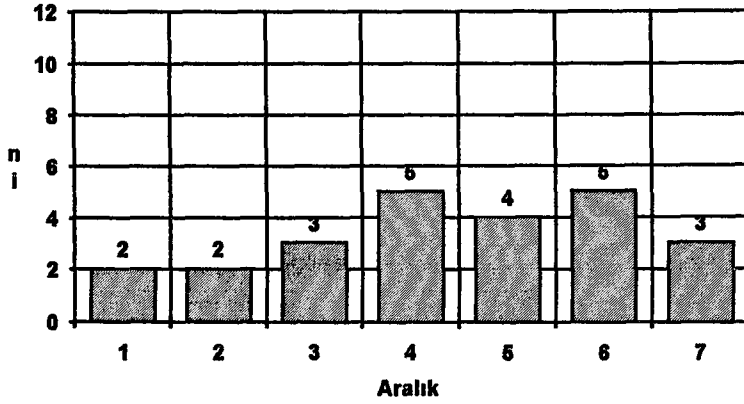
Şekil 7.32.Mayıs Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



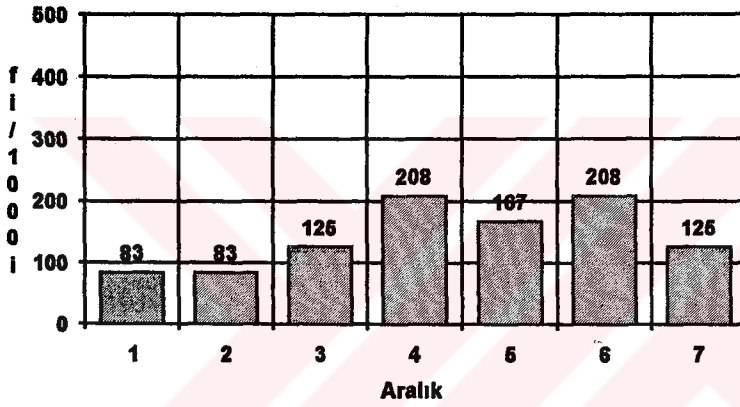
Şekil 7.33.Mayıs Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

HAZİRAN AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
3.15	4.96	3.69	3.54	7.15	5.95	3.75	3.48
4.53	2.84	1.97	4.98	4.30	2.94	3.08	3.51
5.19	4.48	4.45	2.49	4.50	3.82	4.19	4.73
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.15	1.60	1.31	1.26	1.97	1.78	1.32	1.25
1.51	1.04	0.68	1.61	1.46	1.08	1.12	1.26
1.65	1.50	1.49	0.91	1.50	1.34	1.43	1.55
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	1.97,2.50	2	0.083	0.083			
2	2.50,3.00	2	0.083	0.167			
3	3.00,3.50	3	0.125	0.292			
4	3.50,4.00	5	0.208	0.500			
5	4.00,4.50	4	0.167	0.667			
6	4.50,5.00	5	0.208	0.875			
7	5.00,7.15	3	0.125	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
4.070	1.140	1.245	0.274				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.68,1.00	2	0.083	0.083			
2	1.00,1.25	5	0.208	0.292			
3	1.25,1.50	9	0.375	0.667			
4	1.50,1.75	6	0.250	0.917			
5	1.75,1.97	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.366	0.285	0.078	0.204				

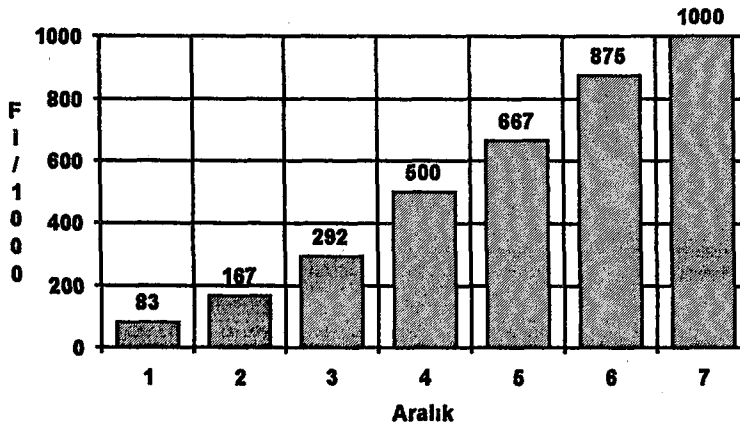
Tablo 7.14.Haziran ayı istatistiksel hesapları



(a)

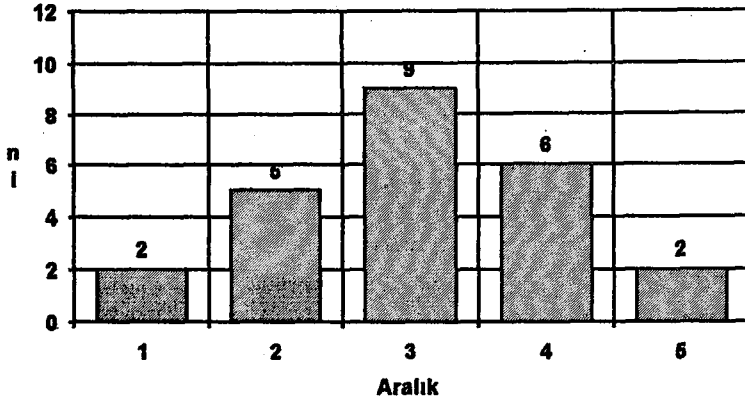


(b)

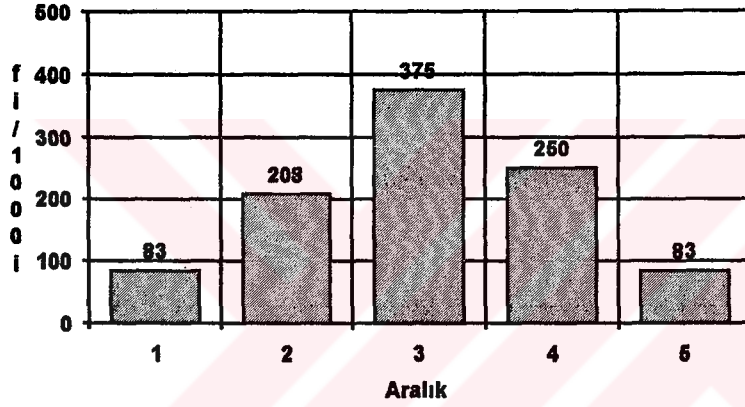


(c)

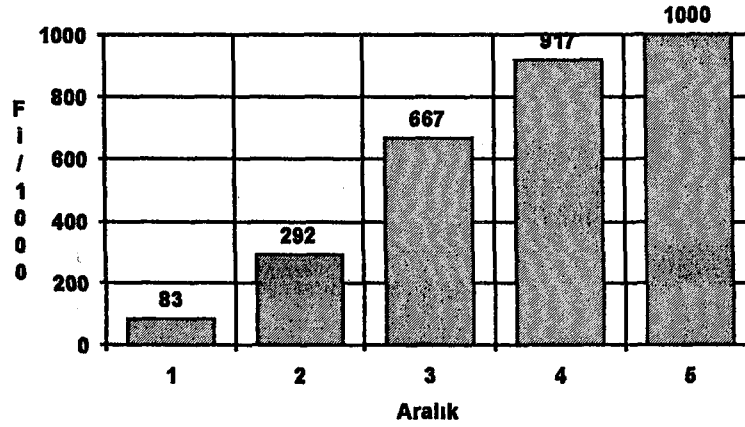
Şekil 7.34. Haziran ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



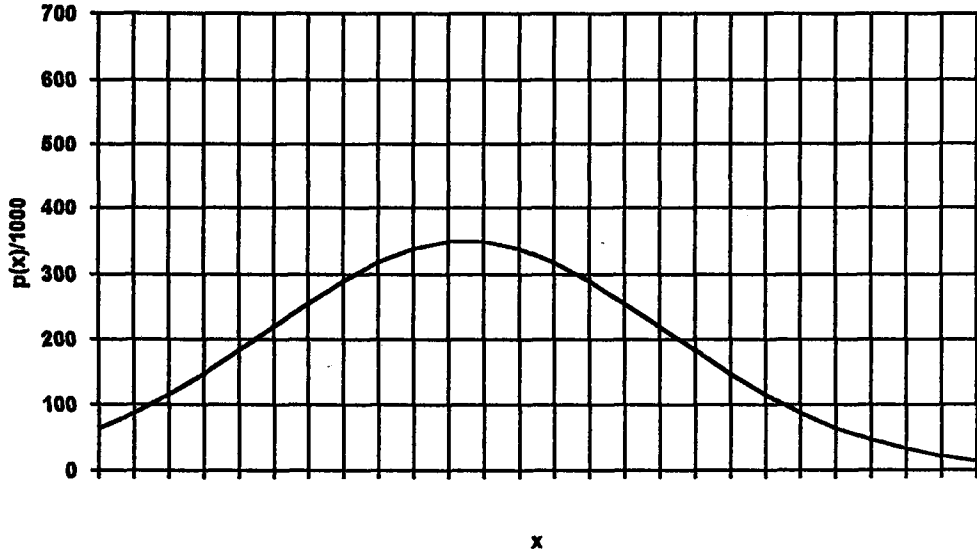
(b)



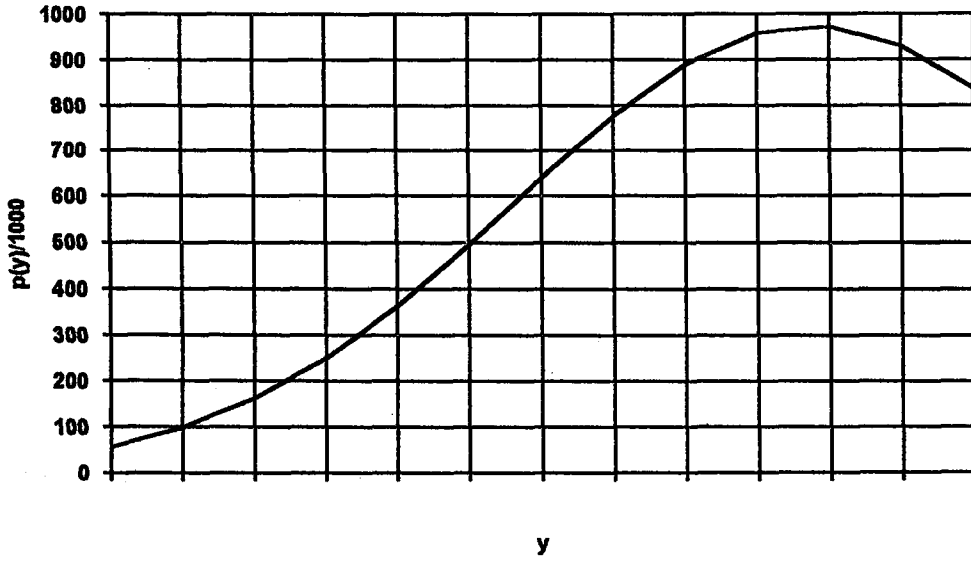
(c)

Şekil 7.35. Haziran ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



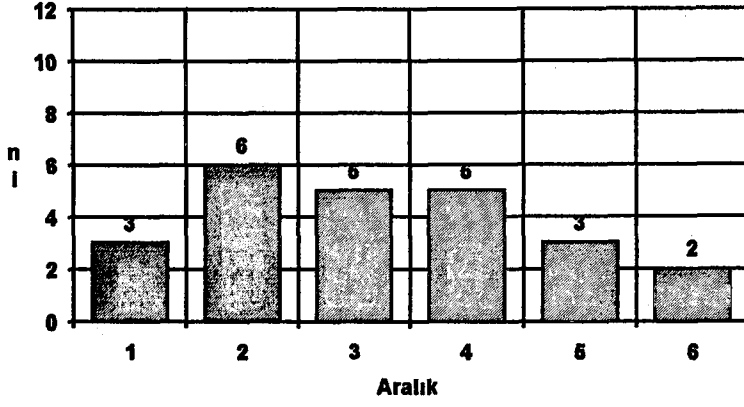
Şekil 7.36.Haziran Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



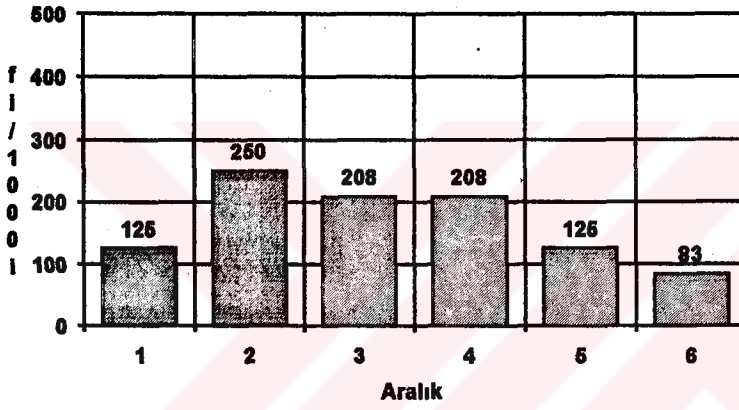
Şekil 7.37.Haziran Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

TEMMUZ AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
2.85	3.91	3.45	3.08	5.28	5.33	3.59	2.80
4.48	2.52	1.61	3.97	2.98	2.45	2.67	2.54
3.76	3.68	3.21	1.98	4.13	3.30	3.18	4.40
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.05	1.36	1.24	1.12	1.66	1.67	1.28	1.03
1.50	0.92	0.48	1.38	1.09	0.90	0.98	0.93
1.32	1.30	1.17	0.68	1.42	1.19	1.16	1.48
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	1.61,2.50	3	0.125	0.125			
2	2.50,3.00	6	0.250	0.375			
3	3.00,3.50	5	0.208	0.583			
4	3.50,4.00	5	0.208	0.792			
5	4.00,4.50	3	0.125	0.917			
6	4.50,5.33	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
3.381	0.932	0.833	0.270				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.48,0.75	2	0.083	0.083			
2	0.75,1.00	4	0.167	0.250			
3	1.00,1.25	8	0.333	0.583			
4	1.25,1.50	8	0.333	0.917			
5	1.50,1.67	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.180	0.287	0.079	0.238				

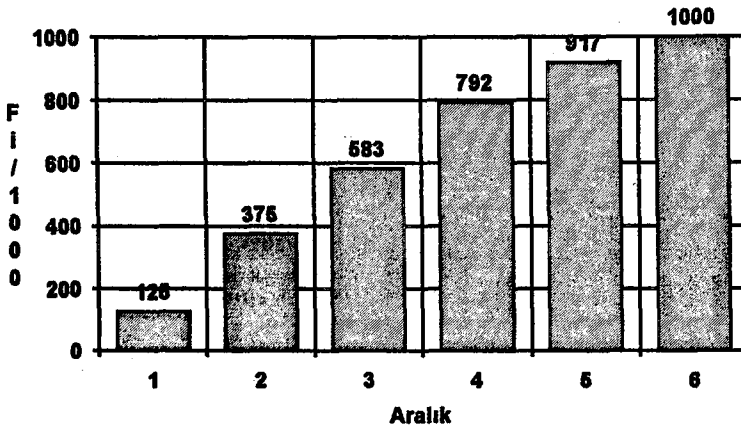
Tablo 7.15. Temmuz ayı istatistiksel hesapları



(a)

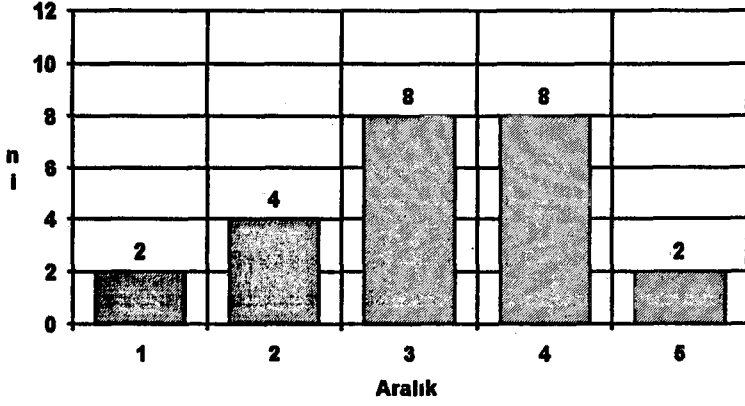


(b)

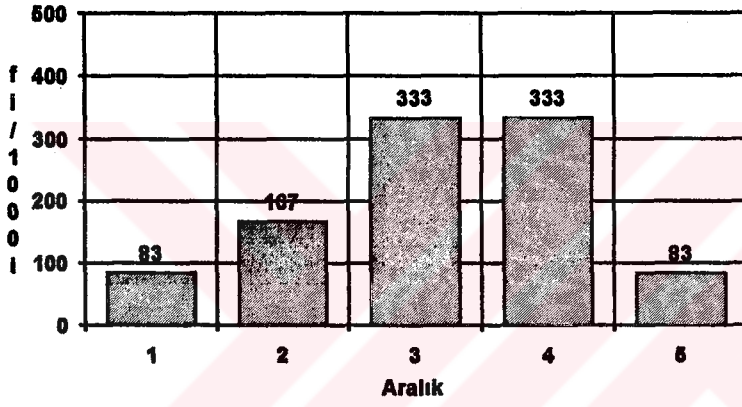


(c)

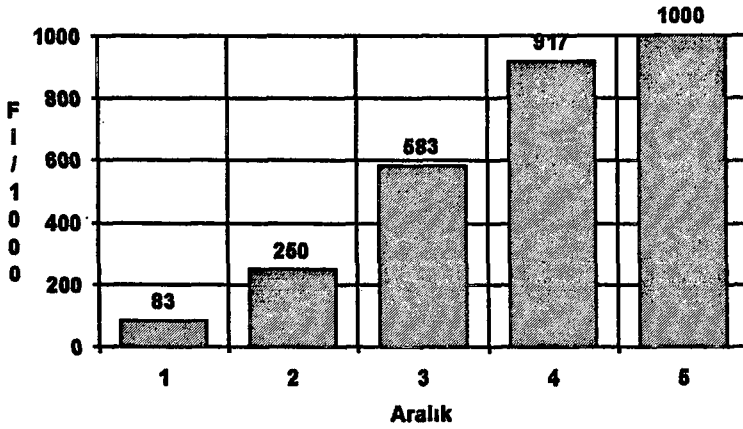
Şekil 7.38. Temmuz ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



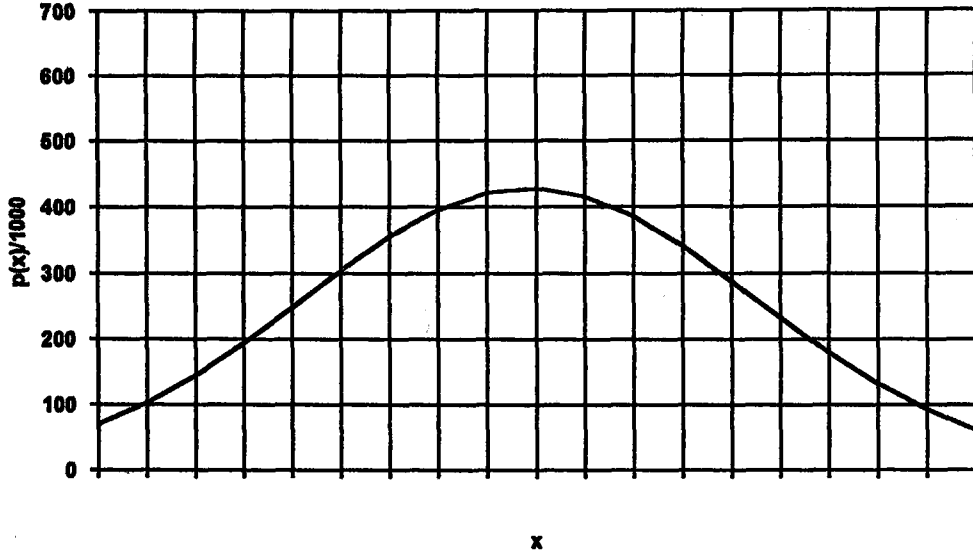
(b)



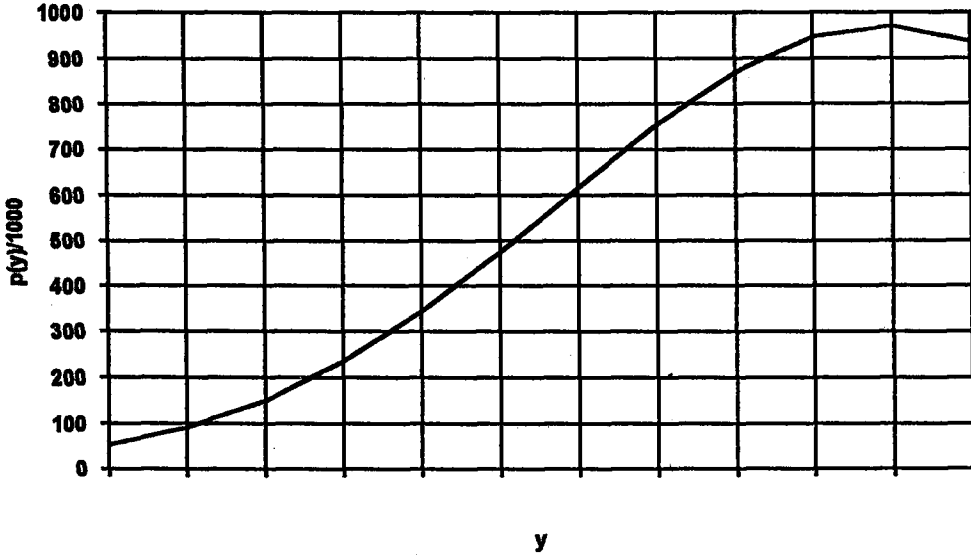
(c)

Şekil 7.39. Temmuz ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



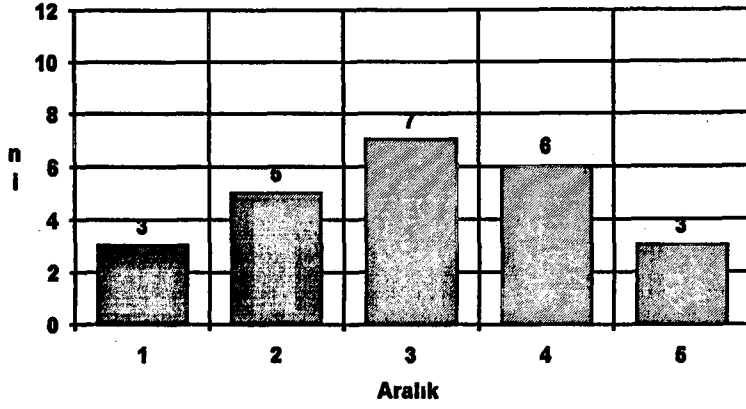
Şekil 7.40. Temmuz Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



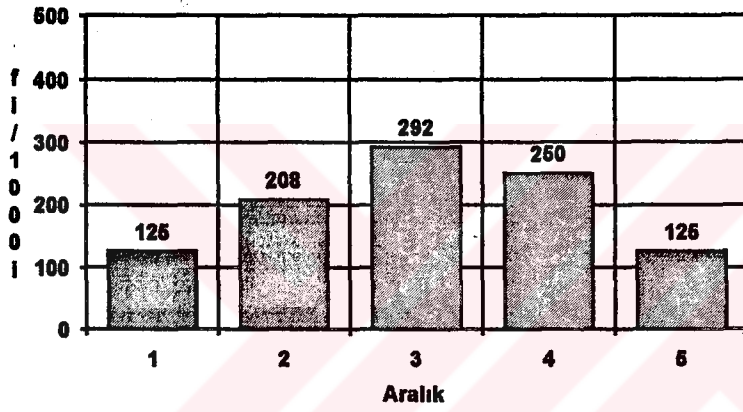
Şekil 7.41. Temmuz Ayı Logaritmik Dönüşüm Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

AĞUSTOS AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
3.12	3.18	2.88	2.57	4.59	5.09	3.14	2.38
3.27	1.92	1.22	2.96	2.40	2.14	2.13	2.16
3.08	2.54	2.85	1.81	3.17	2.99	2.77	3.78
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.14	1.16	1.06	0.94	1.52	1.63	1.14	0.87
1.18	0.65	0.20	1.09	0.88	0.76	0.76	0.77
1.12	0.93	1.05	0.59	1.15	1.10	1.02	1.33
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	1.22,2.00	3	0.125	0.125			
2	2.00,2.50	5	0.208	0.333			
3	2.50,3.00	7	0.292	0.625			
4	3.00,3.50	6	0.250	0.875			
5	3.50,5.09	3	0.125	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
2.839	0.840	0.677	0.290				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.20,0.50	1	0.042	0.042			
2	0.50,0.75	2	0.083	0.125			
3	0.75,1.00	7	0.292	0.417			
4	1.00,1.25	11	0.458	0.875			
5	1.25,1.50	1	0.042	0.917			
6	1.50,1.63	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
1.002	0.300	0.086	0.294				

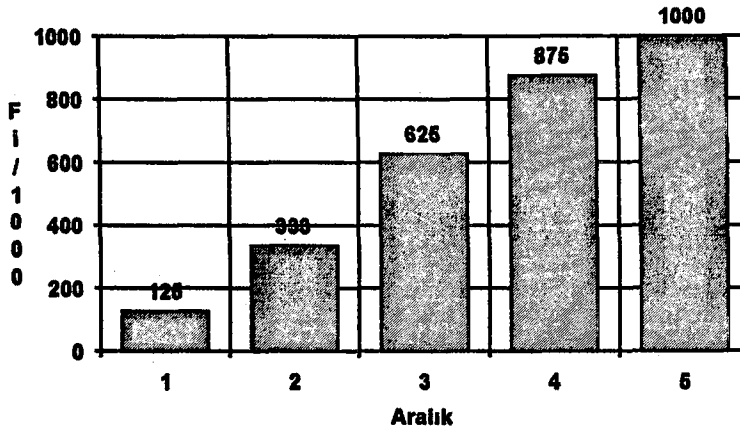
Tablo 7.16.Ağustos ayı istatistiksel hesapları



(a)

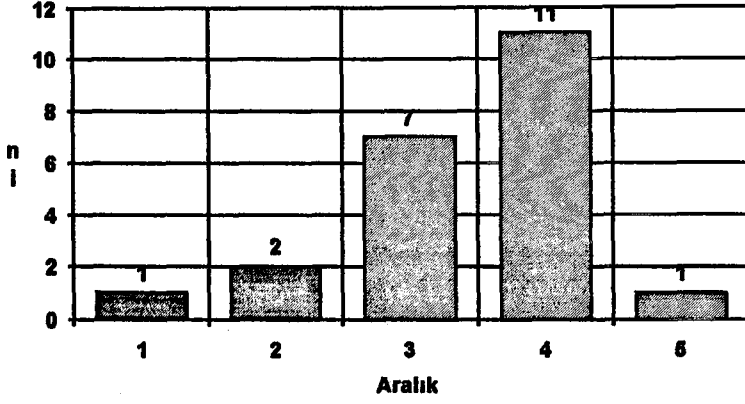


(b)

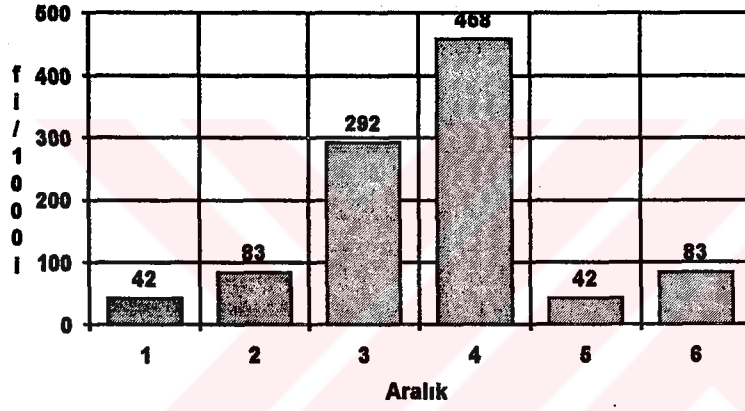


(c)

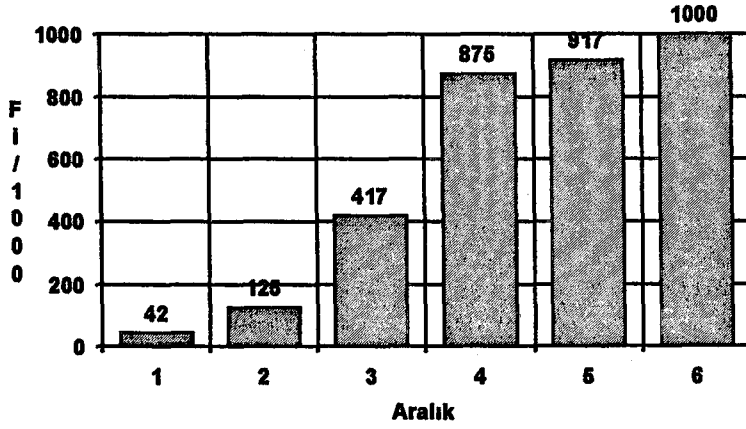
Şekil 7.42. Ağustos ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



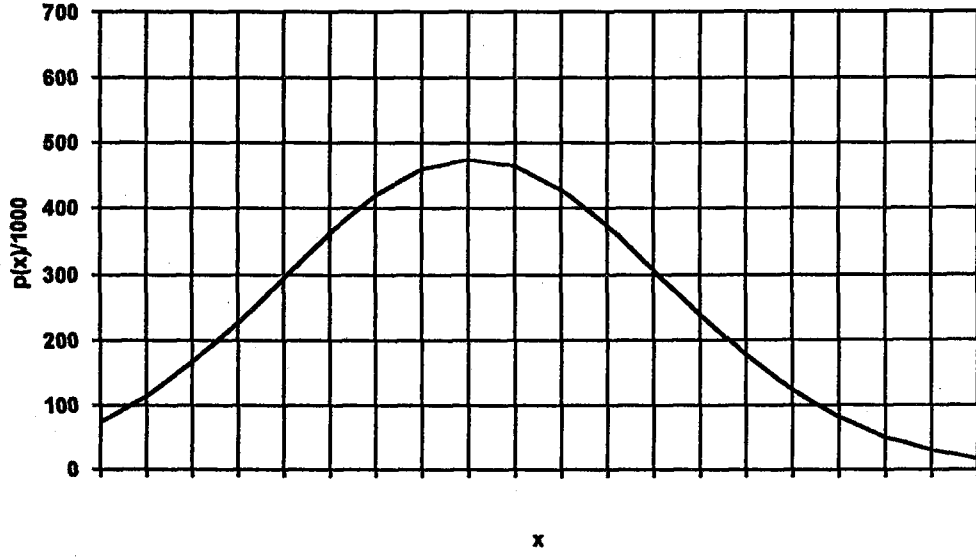
(b)



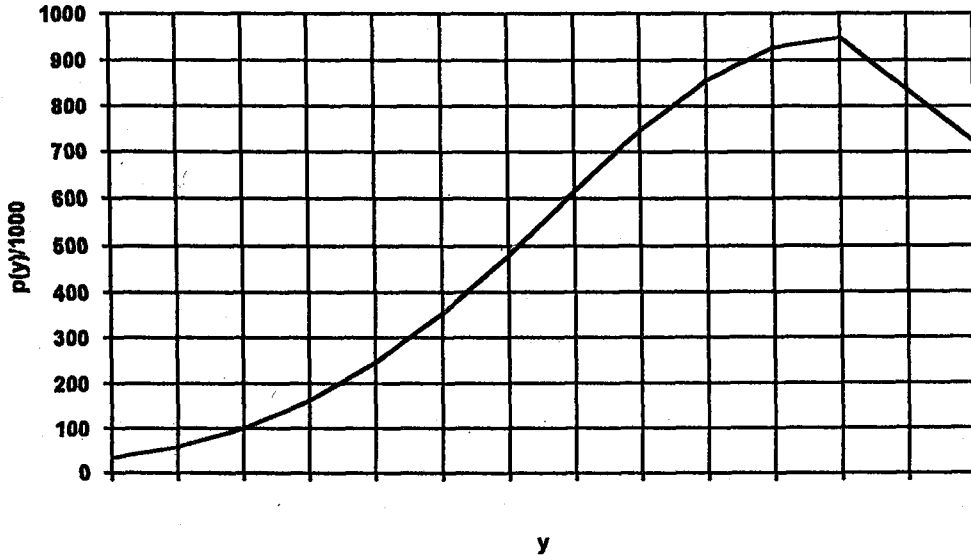
(c)

Şekil 7.43. Ağustos ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



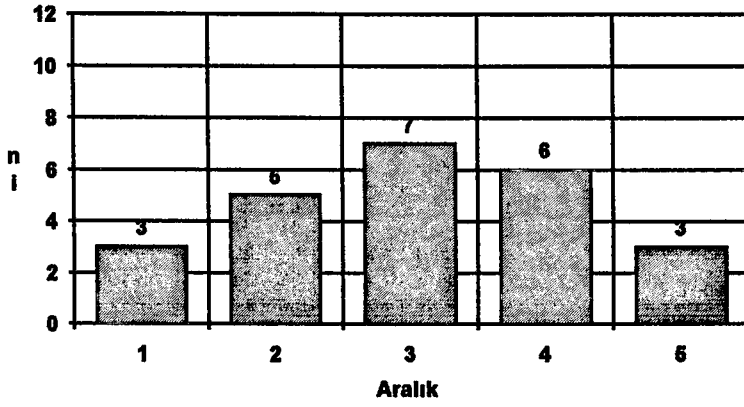
Şekil 7.44. Ağustos Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



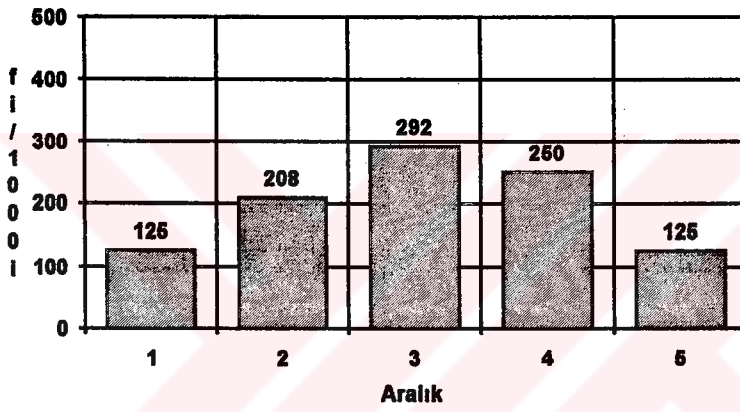
Şekil 7.45. Ağustos Ayı Logaritmik Dönüştürme Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu

EYLÜL AYI 1964-87 ARASI AKIM ÖLÇÜMLERİ							
2.76	2.93	2.67	2.15	4.30	4.63	2.41	1.46
3.18	1.70	1.03	2.42	1.99	1.83	1.80	1.70
2.74	2.17	2.33	1.40	2.86	2.33	2.33	2.96
LOGARİTMİK DÖNÜŞÜM UYGULANMIŞ AKIM DEĞERLERİ							
1.02	1.08	0.98	0.77	1.46	1.53	0.88	0.38
1.16	0.53	0.03	0.88	0.69	0.60	0.59	0.53
1.01	0.77	0.85	0.34	1.05	0.85	0.85	1.09
NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	1.03,1.50	3	0.125	0.125			
2	1.50,2.00	5	0.208	0.333			
3	2.00,2.50	7	0.292	0.625			
4	2.50,3.00	6	0.250	0.875			
5	3.00,4.63	3	0.125	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
2.240	0.835	0.668	0.338				
LOG-NORMAL DAĞILIM HİSTOGRAM DEĞERLERİ							
ARALIK NO	ARALIK	ni	fi	Fi			
1	0.03,0.50	3	0.125	0.125			
2	0.50,0.75	5	0.208	0.333			
3	0.75,1.00	8	0.333	0.667			
4	1.00,1.25	6	0.250	0.917			
5	1.25,1.53	2	0.083	1.000			
ORTALAMA	STANDART SAPMA	VARYANS	D.VARY.KATSAYISI				
0.829	0.341	0.111	0.402				

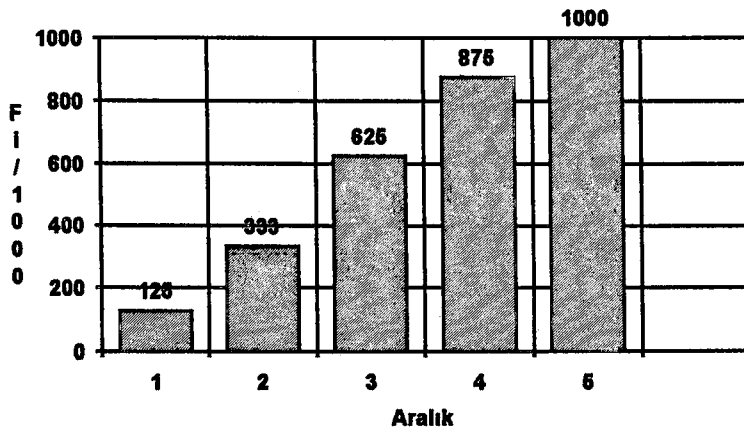
Tablo 7.17.Eylül ayı istatistiksel hesapları



(a)

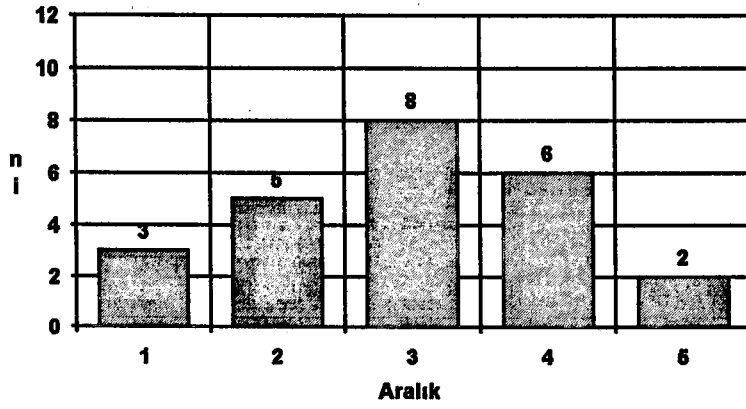


(b)

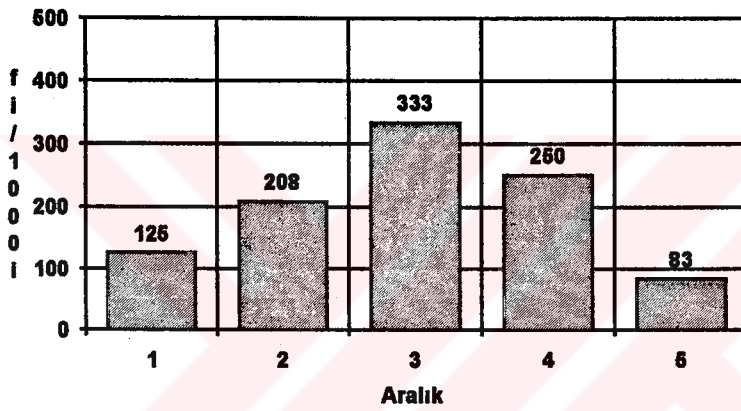


(c)

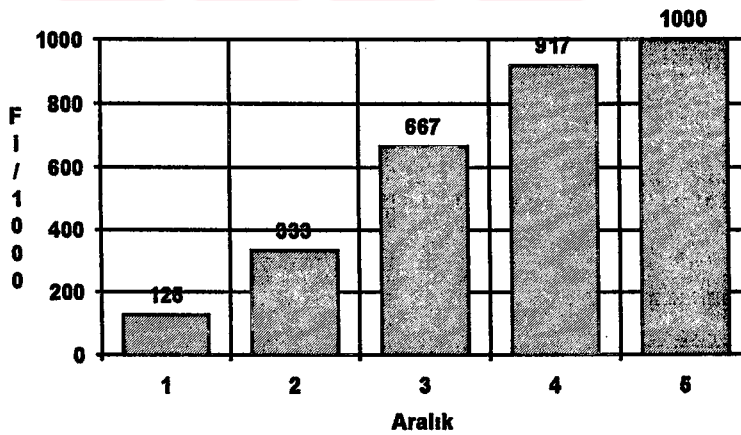
Şekil 7.46.Eylül ayı akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler
a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



(a)



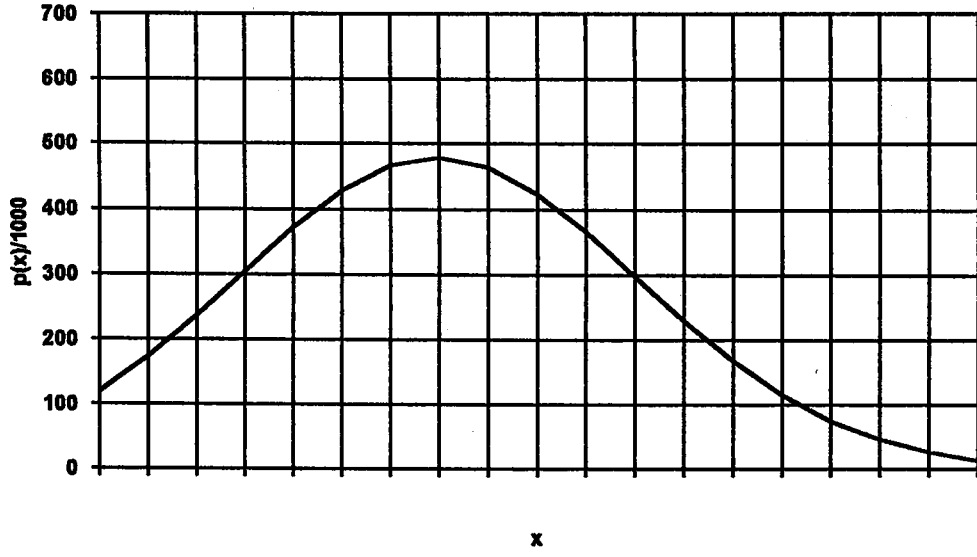
(b)



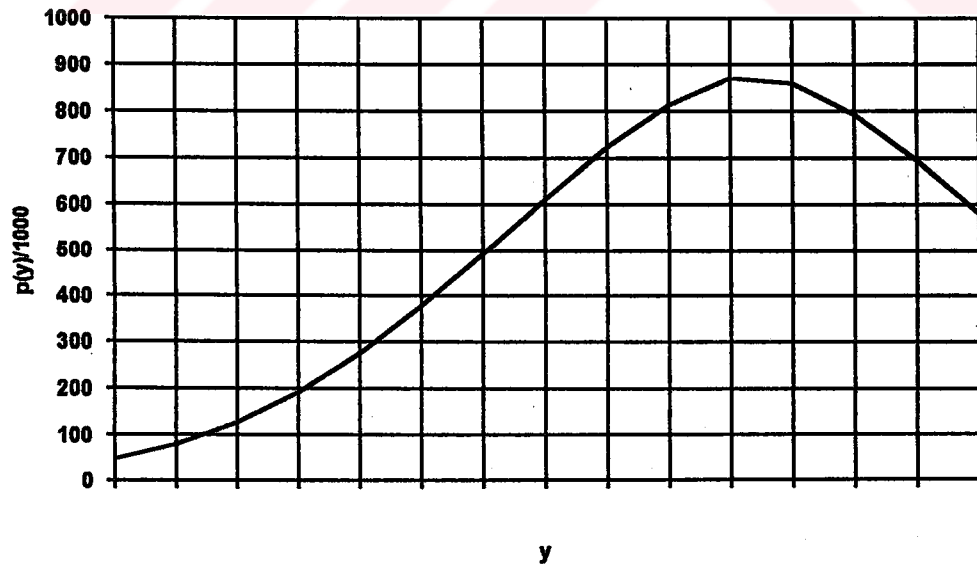
(c)

Şekil 7.47.Eylül ayı logaritmik dönüşüm uygulanmış akım değerleri ile ilgili istatistiksel grafikler

a-Histogram b- Frekans Histogramı c- E.Frekans Histogramı



Şekil 7.48.Eylül Ayı Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu



Şekil 7.49.Eylül Ayı Logaritmik Dönüştürme Uygulanmış Akım Değerlerinin Olasılık Yoğunluk Fonksiyon

Thomas Fiering modeli şu şekilde olur.

$$y_{ij} = \bar{y}_j + b_j \cdot (y_{i-1,j-1} - \bar{y}_{j-1}) + S_j \cdot (1 - r_j^2)^{\frac{1}{2}} \cdot \epsilon_i$$

\bar{y}_j = j. ayın aritmetik ortalaması

S_j = j. ayın standart sapması

r_j = j. ay ile j-1. ay arasındaki korelasyon katsayısı

b_j = j. ay ile j-1. ay arasındaki regresyon katsayısı

ϵ_i = rastgele sayılar

Ekim Ayı Denklemi

$$\bar{y}_1 = 0.521 \quad \bar{y}_{12} = 0.829 \quad S_1 = 0.533 \quad b_1 = 0.527 \quad r_1 = 0.336 \quad \sigma_y = 0.360 \quad \mu_y = 0.686$$

$$y_{i,1} = 0.085 + 0.527 \cdot y_{i-1,12} + 0.502 \cdot \epsilon_i$$

Kasım Ayı Denklemi

$$\bar{y}_2 = 0.347 \quad \bar{y}_1 = 0.521 \quad S_2 = 0.436 \quad b_2 = 0.572 \quad r_2 = 0.700 \quad \sigma_y = 0.391 \quad \mu_y = 0.508$$

$$y_{i,2} = 0.049 + 0.572 \cdot y_{i-1,1} + 0.312 \cdot \epsilon_i$$

Aralık Ayı Denklemi

$$\bar{y}_3 = 0.191 \quad \bar{y}_2 = 0.347 \quad S_3 = 0.592 \quad b_3 = 1.107 \quad r_3 = 0.816 \quad \sigma_y = 0.610 \quad \mu_y = 0.0543$$

$$y_{i,3} = -0.193 + 1.107 \cdot y_{i-1,2} + 0.342 \cdot \epsilon_i$$

Ocak Ayı Denklemi

$$\bar{y}_4 = 0.006 \quad \bar{y}_3 = 0.191 \quad S_4 = 0.662 \quad b_4 = 0.973 \quad r_4 = 0.870 \quad \sigma_y = 0.591 \quad \mu_y = 0.371$$

$$y_{i,4} = -0.180 + 0.973 \cdot y_{i-1,3} + 0.326 \cdot \epsilon_i$$

Şubat Ayı Denklemi

$$\bar{y}_5 = -0.165 \quad \bar{y}_4 = 0.006 \quad S_4 = 0.853 \quad b_4 = 1.157 \quad r_4 = 0.898 \quad \sigma_y = 0.623 \quad \mu_y = 0.317$$

$$y_{i,5} = -0.173 + 1.157 \cdot y_{i-1,4} + 0.375 \cdot \epsilon_i$$

Mart Ayı Denklemi

$$\bar{y}_6 = 0.865 \quad \bar{y}_5 = 0.165 \quad S_6 = 0.537 \quad b_6 = 0.563 \quad r_6 = 0.894 \quad \sigma_y = 0.424 \quad \mu_y = 1.071$$
$$y_{i,6} = 0.958 + 0.563 \cdot y_{i-1,5} + 0.240 \cdot \varepsilon_i$$

Nisan Ayı Denklemi

$$\bar{y}_7 = 1.516 \quad \bar{y}_6 = 0.865 \quad S_7 = 0.277 \quad b_7 = 0.430 \quad r_7 = 0.836 \quad \sigma_y = 0.286 \quad \mu_y = 1.594$$
$$y_{i,7} = 1.143 + 0.430 \cdot y_{i-1,6} + 0.152 \cdot \varepsilon_i$$

Mayıs Ayı Denklemi

$$\bar{y}_8 = 1.562 \quad \bar{y}_7 = 1.516 \quad S_8 = 0.283 \quad b_8 = 0.854 \quad r_8 = 0.836 \quad \sigma_y = 0.298 \quad \mu_y = 1.646$$
$$y_{i,8} = 0.268 + 0.854 \cdot y_{i-1,7} + 0.155 \cdot \varepsilon_i$$

Haziran Ayı Denklemi

$$\bar{y}_9 = 1.366 \quad \bar{y}_8 = 1.562 \quad S_9 = 0.285 \quad b_9 = 0.843 \quad r_9 = 0.836 \quad \sigma_y = 0.275 \quad \mu_y = 1.441$$
$$y_{i,9} = 0.050 + 0.843 \cdot y_{i-1,8} + 0.156 \cdot \varepsilon_i$$

Temmuz Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{10} = 1.180 \quad \bar{y}_9 = 1.366 \quad S_{10} = 0.287 \quad b_{10} = 0.843 \quad r_{10} = 0.837 \quad \sigma_y = 0.271 \quad \mu_y = 1.255$$
$$y_{i,10} = 0.029 + 0.843 \cdot y_{i-1,9} + 0.157 \cdot \varepsilon_i$$

Ağustos Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{11} = 1.002 \quad \bar{y}_{10} = 1.180 \quad S_{11} = 0.300 \quad b_{11} = 0.877 \quad r_{11} = 0.837 \quad \sigma_y = 0.290 \quad \mu_y = 1.086$$
$$y_{i,11} = -0.034 + 0.877 \cdot y_{i-1,10} + 0.164 \cdot \varepsilon_i$$

Eylül Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{12} = 0.829 \quad \bar{y}_{11} = 1.002 \quad S_{12} = 0.341 \quad b_{12} = 0.951 \quad r_{12} = 0.838 \quad \sigma_y = 0.335 \quad \mu_y = 0.940$$
$$y_{i,12} = -0.123 + 0.951 \cdot y_{i-1,11} + 0.186 \cdot \varepsilon_i$$

50 YILLIK SERİ TÜRETİMİ (AYLIK AKIMLAR * 10 ⁶ m ³)									
i	J	\bar{y}_{j-1}	\bar{y}_j	s_j	b_j	r_j	e_j	y_{t-1}	y_t
1	1	0.829	0.521	0.533	0.527	0.336	2.075	0.829	1.564
2	2	0.521	0.347	0.436	0.572	0.700	2.144	1.564	1.611
3	3	0.347	0.191	0.592	1.107	0.816	2.923	1.611	2.591
4	4	0.191	0.006	0.662	0.973	0.870	2.230	2.591	3.071
5	5	0.006	-0.165	0.853	1.157	0.898	2.258	3.071	4.229
6	6	-0.165	0.865	0.537	0.563	0.894	3.010	4.229	4.061
7	7	0.865	1.516	0.277	0.430	0.836	5.667	4.061	3.753
8	8	1.516	1.562	0.283	0.854	0.836	5.941	3.753	4.393
9	9	1.562	1.366	0.285	0.843	0.836	4.353	4.393	4.431
10	10	1.366	1.180	0.287	0.843	0.837	4.536	4.431	4.475
11	11	1.180	1.002	0.300	0.877	0.837	3.631	4.475	4.489
12	12	1.002	0.829	0.341	0.951	0.838	3.060	4.489	4.712
13	1	0.829	0.521	0.533	0.527	0.336	2.818	4.712	3.982
14	2	0.521	0.347	0.436	0.572	0.700	1.884	3.982	2.913
15	3	0.347	0.191	0.592	1.107	0.816	3.083	2.913	4.087
16	4	0.191	0.006	0.662	0.973	0.870	2.517	4.087	4.620
17	5	0.006	-0.165	0.853	1.157	0.898	1.916	4.620	5.893
18	6	-0.165	0.865	0.537	0.563	0.894	3.707	5.893	5.165
19	7	0.865	1.516	0.277	0.430	0.836	5.968	5.165	4.274
20	8	1.516	1.562	0.283	0.854	0.836	6.398	4.274	4.909
21	9	1.562	1.366	0.285	0.843	0.836	5.180	4.909	4.994
22	10	1.366	1.180	0.287	0.843	0.837	4.201	4.994	4.898
23	11	1.180	1.002	0.300	0.877	0.837	3.377	4.898	4.818
24	12	1.002	0.829	0.341	0.951	0.838	2.863	4.818	4.989
25	1	0.829	0.521	0.533	0.527	0.336	2.102	4.989	3.767
26	2	0.521	0.347	0.436	0.572	0.700	2.216	3.767	2.894
27	3	0.347	0.191	0.592	1.107	0.816	2.396	2.894	3.831
28	4	0.191	0.006	0.662	0.973	0.870	1.864	3.831	4.158
29	5	0.006	-0.165	0.853	1.157	0.898	1.421	4.158	5.172
30	6	-0.165	0.865	0.537	0.563	0.894	4.042	5.172	4.839
31	7	0.865	1.516	0.277	0.430	0.836	5.705	4.839	4.094
32	8	1.516	1.562	0.283	0.854	0.836	6.139	4.094	4.715
33	9	1.562	1.366	0.285	0.843	0.836	5.181	4.715	4.831
34	10	1.366	1.180	0.287	0.843	0.837	4.195	4.831	4.759
35	11	1.180	1.002	0.300	0.877	0.837	3.166	4.759	4.662
36	12	1.002	0.829	0.341	0.951	0.838	2.991	4.662	4.864
600	12	1.002	0.829	0.341	0.951	0.838	3.213	4.475	4.728

Tablo 7.17.Sentetik seri elemanları

Programda şu düzeltmeleri yapıp,

```
90 IS=2
120 DIM SIGY(IS,12) , MY(IS,12), Z(IS,600), EI(IS,600), S(IS,600),
    NN (IS,12),XY(12),RR(12),BB(12),AG(IS,12,12)
```

Tacın-Tacın istasyonu akım değerleri yerine Üçürge-Nergizlik ve Sarız-Darıdere akım değerlerini (Tablo 7.3.-Tablo 7.4.) yazıp aşağıdaki programıda sonuna eklersek istasyonlar arasındaki aylara göre korelasyon katsayısını ve Sarız-Darıdere istasyonunun eksik 1978-1982 yılları arası aylık akımlarını oluşturarak seriyi uzatmış oluruz.

```
3830 REM #####KORELASYON #####
3840 K=1
3850 FOR A=1 TO 12
3860 IF NN(K,A) > NN(K+1,A) THEN NNK=NN(K+1,A) : NNB=NN(K,A)
    ELSE NNK=NN(K,A) : NNB=NN(K+1,A)
3870 FOR KK=1 TO NNK-1
3880 XY(A)=XY(A)+A(K+1,A,KK)*A(K,A,KK+NNB-NNK)
3890 NEXT KK
3900 RR(A)=ABS((XY(A)-NNK*XR(K,A)*XR(K+1,A))/((NNK-1)*SX(K,A)
    *SX(K+1,A)))
3910 BB(A)=SX(K+1,A)*RR(A)/SX(K,A)
3920 NEXT A
3930 PRINT ISS(K); " İLE ";ISS(K+1);" İSTASYONLARI ARASINDAKİ KO-
    RELASYON KATSAYILARI "
3940 FOR A=1 TO 12
3950 PRINT AY$(K,A);" AYI "
3960 PRINT USING "##.###";RR(A)
3970 NEXT A
3980 FOR A=1 TO 12
3990 FOR NB=1 TO NNK-1
4000 AG(K+1,A,NB+NNK-1)=A(K+1,A,NB)
4010 NEXT NB
4020 NEXT A
4030 FOR A=1 TO 12
4040 FOR NB=1 NNK-1
4050 AG(K+1,A,NB)=XR(K+1,A)+BB(A)*A(K,A,NB)
```

```
4060 NEXT NB
4070 NEXT A
4080 FOR A=1 TO 12
4090 PRINT ISS(K+1);AYS(K,A);" AYINA AİT UZATILMIŞ AKIM SERİSİ"
4100 FOR NB=1 TO NNB-1
4110 A(K+1,A,NB)=AG(K+1,A,NB)
4120 PRINT USING "##.###";A(K+1,A,NB);
4130 NEXT NB
4140 NEXT A
4150 RETURN
```

Program bu hali ile çalıştırıldığında Üçürge - Nergizlik ve Sarız-Darıdere istasyonlarına ait aylık istatistiksel parametreleri hesaplayıp, olasılık dağılım fonksiyonlarını inceler, Thomas-Fiering modelini kullanarak her ay için akım denklemini oluşturarak 600 (50 yıllık) adet seri üretir. Bu işlemlerden sonra Üçürge-Nergizlik ile Sarız-Darıdere istasyonları arasındaki aylara göre korelasyon katsayısı ve Sarız-Darıdere istasyonları 1978-1982 yılları arası aylık akımları şu şekilde olur.

AY	r	1978	1979	1980	1981	1982
EKİM	0.226	2.70	2.76	2.78	2.70	2.70
KASIM	0.534	3.53	3.56	4.49	3.61	3.52
ARALIK	0.573	3.26	3.50	4.82	3.26	3.84
OCAK	0.307	3.06	3.18	3.47	3.61	3.06
ŞUBAT	0.291	5.12	4.79	4.75	6.30	4.52
MART	0.108	10.14	10.11	10.22	10.23	10.11
NİSAN	0.517	21.93	19.96	22.41	23.28	20.06
MAYIS	0.434	11.39	11.19	12.01	11.84	11.22
HAZİRAN	0.147	6.54	6.60	6.57	6.66	6.52
TEMMUZ	0.515	3.63	3.89	3.65	3.73	3.63
AĞUSTOS	0.220	2.50	2.53	2.50	2.51	2.50
EYLÜL	0.151	2.36	2.41	2.36	2.36	2.36

Tablo 7.18. Üçürge-Nergizlik ile Sarız-Darıdere istasyonları arasındaki korelasyon katsayıları ve Sarız-Darıdere istasyonu tamamlanmış seri değerleri

Bir istasyondaki akımların aralarındaki korelasyonla o istasyon için seri türetmenin yanında iki istasyondaki akımlar arasındaki korelasyonla o istasyonlar için seri türetilir. Bunun için Thomas-Fiering modeli şu şekilde yazılabilir. [6]

$$y_{jB} = \bar{y}_{jB} - B_j \cdot (y_{jA} - \bar{y}_{jA}) + S_{jB} \cdot (1 - r_j^2)^{1/2} \cdot \varepsilon_i \quad (7.1)$$

- y_{jA}, y_{jB} = A ve B istasyonlarına ait akımlar
 $\bar{y}_{jA}, \bar{y}_{jB}$ = A ve B istasyonlarına ait akımların ortalaması
 S_{jB} = B istasyonunda j. aya ait akımların standart sapması
 B_j = A ve B istasyonları j. ay akımları arasındaki regresyon katsayısı
 r_j = A ve B istasyonları j. ay akımları arasındaki korelasyon katsayısı
 ε_i = Bağımsız, dağılımı normal rastgele değişken

7.1. denklemlerle verilen Thomas-Fiering modelini Seyhan havzasına ait iki komşu istasyon olan Asmaca - Feke ile Sarız-Darıdere istasyonları için uygularsak sırasıyla şu işlemler yapılır. Öncelikle 6.15. denklemlerle verilen bir istasyon için akım türeten modelin bilgisayar programı ile (Sayfa 32) Asmaca-Feke istasyonu için 600 adet akım türetilir. (Tablo 7.20.) Daha sonra 7.1. denklemlerle verilen model ile Asmaca-Feke istasyonuna ait türetilen akımlar kullanılarak Sarız-Darıdere istasyonuna ait akımlar istasyonlar arası korelasyon yardımıyla türetilir.

Bunun için sayfa 32 'de listelenen programda şu değişiklikler ve ekler yapılır.

```
3830 REM ##### İKİ İSTASYON ARASI KORELASYON İLE AKIM
      SERİSİ TÜRETEN MODEL#####
3840 XY(A)=XY(A)+((Y(K,A,I)-YR(K,A))*(Y((K-1,A,I)-YR(K-1,A)))):L=L+1
3850 NEXT I
3860 RR(A)=ABS(XY(A)/(L*YSX(K,A)*YSX(K-1,A)))
3870 BB(A)=YSX(K,A)*RR(A)/YSX(K-1,A)
3880 SIGY(K,A)=SQR(LOG(SX(K,A)^2/XR(K,A)^2+1))
3890 MY(K,A)=LOG(XR(K,A))+((SIGY(K,A)^2)/2)
3900 NEXT A
3910 PRINT " _____"
3920 PRINT " THOMAS - FIERING MODELİ "
3930 PRINT " _____"
3940 FOR A=1 TO 12
3950 MM=ABS(1-(RR(A))^2):MM1=SQR(MM)
```

```
3960 PRINT " y1j = ";USING"#####";YR(K-1,1);:PRINT " y2j =";
      USING"#####";YR(K,A);:PRINT " Sj = ";USING"#####";
      YSX(K,A);:PRINT " bj = ";USING"#####";BB(A);:PRINT " rj = ";
      USING "#####"; RR(A)
3970 PRINT "Sigma= ";USING"###.###";SIGY(K,A);:PRINT
      " My=";USING"###.###";MY(K,A)
3980 PRINT AYS(K,A);" AYI DENKLEMİ = ";
3990 PRINT " y(i;SD, ";A;)"=";USING"###.###";YR(K,A)-BB(AJ)*YR(K-1,A)
      ;:PRINT" + ";USING"###.###";BB(A);:PRINT "*y(iAS) +";USING
      "###.###";YSX(K,A)*MM1;:PRINT"e(i)"
4000 PRINT " -----"
4010 NEXT A
4020 Z$=INPUT$(1)
4030 REM ##### SERİ TÜRETİMİ #####
4040 REM #####
4050 PRINT " -----"
4060 PRINT " 50 YILLIK SERİ TÜRETİMİ ( AYLIK AKIMLAR *10^6 m^3)"
4070 PRINT " -----"
4080 PRINT " i ";TAB(5);" j ";TAB(9);" y jAS ";TAB(17) ; " yjSD "; TAB(25);"
      Sy";TAB(33);" bj ";TAB(41);" rj ";TAB(49) ; " ei ";TAB(57);" y iAS";
      TAB(67);" yiSD"
4090 PRINT " -----"
4100 FOR H=1 TO 600
4110 J=J+1
4120 Z(K,H)=INT(RND*10000)/10000
4130 E(K,H)=EXP(MY(K,J)+SIGY(K,J)*Z(K,H))
4140 S(K,H)=YR(K,J)+BB(J)*S(K-1,H)-YR(K-1,J))+YSX(K,J)*SQR(1-
      RJ(J)^2)*EI(K,H)
4150 PRINT USING "#####";H;
4160 PRINT TAB ( 5);USING "#####";J;
4170 PRINT TAB ( 9);USING "#####";YR(K-1,J);
4180 PRINT TAB ( 17);USING "#####";YR(K,J);
4190 PRINT TAB ( 25);USING "#####";YSX(K,J);
4200 PRINT TAB ( 33);USING "#####";BB(A);
4210 PRINT TAB ( 41);USING "#####";RR(A);
4220 PRINT TAB ( 49);USING "#####";EI(K,H);
4230 PRINT TAB ( 59);USING "#####";S(K-1,H);
```

```
4240 PRINT TAB ( 67);USING "##.###";S(K,H)
4250 IF J=12 THEN 4260 ELSE 4270
4260 PRINT " -----"
4270 IF H/12=INT(H/12) THEN J=0
4280 IF H/48=INT(H/48) THEN Z$=INPUT$(1):GOSUB 4310
4290 NEXT H
4300 PRINT " -----"
4310 PRINT " i ";TAB(5);" j ";TAB(9);" y jAS ";TAB(17) ; " yjSD "; TAB(25);"
      Sy";TAB(33);" bj ";TAB(41);" rj ";TAB(49) ; " ei ";TAB(57); " y iAS";
      TAB(67);" yiSD"
4320 PRINT " -----"
4330 END
```



Thomas Fiering modeli şu şekilde olur.

Ekim Ayı Denklemi

$$\bar{y}_1 = 2.156 \quad \bar{y}_{12} = 2.160 \quad S_1 = 0.415 \quad b_1 = 0.031 \quad r_1 = 0.053 \quad \sigma_y = 0.376 \quad \mu_y = 2.292$$
$$y_{i,1} = 2.089 + 0.031 \cdot y_{i-1,12} + 0.414 \cdot \varepsilon_i$$

Kasım Ayı Denklemi

$$\bar{y}_2 = 2.519 \quad \bar{y}_1 = 2.156 \quad S_2 = 0.543 \quad b_2 = 0.199 \quad r_2 = 0.152 \quad \sigma_y = 0.535 \quad \mu_y = 2.785$$
$$y_{i,2} = 2.948 - 0.199 \cdot y_{i-1,1} + 0.537 \cdot \varepsilon_i$$

Aralık Ayı Denklemi

$$\bar{y}_3 = 2.775 \quad \bar{y}_2 = 2.519 \quad S_3 = 0.675 \quad b_3 = 0.283 \quad r_3 = 0.228 \quad \sigma_y = 0.619 \quad \mu_y = 3.150$$
$$y_{i,3} = 2.062 + 0.283 \cdot y_{i-1,2} + 0.657 \cdot \varepsilon_i$$

Ocak Ayı Denklemi

$$\bar{y}_4 = 3.332 \quad \bar{y}_3 = 2.775 \quad S_4 = 0.378 \quad b_4 = 0.182 \quad r_4 = 0.324 \quad \sigma_y = 0.343 \quad \mu_y = 3.445$$
$$y_{i,4} = 2.287 + 0.182 \cdot y_{i-1,3} + 0.358 \cdot \varepsilon_i$$

Şubat Ayı Denklemi

$$\bar{y}_5 = 3.368 \quad \bar{y}_4 = 3.332 \quad S_4 = 0.281 \quad b_4 = 0.226 \quad r_4 = 0.305 \quad \sigma_y = 0.300 \quad \mu_y = 3.447$$
$$y_{i,5} = 2.615 + 0.226 \cdot y_{i-1,4} + 0.268 \cdot \varepsilon_i$$

Mart Ayı Denklemi

$$\bar{y}_6 = 3.773 \quad \bar{y}_5 = 3.368 \quad S_6 = 0.354 \quad b_6 = 0.404 \quad r_6 = 0.321 \quad \sigma_y = 0.334 \quad \mu_y = 3.878$$
$$y_{i,6} = 2.411 + 0.404 \cdot y_{i-1,5} + 0.335 \cdot \varepsilon_i$$

Nisan Ayı Denklemi

$$\bar{y}_7 = 4.100 \quad \bar{y}_6 = 3.773 \quad S_7 = 0.510 \quad b_7 = 0.547 \quad r_7 = 0.379 \quad \sigma_y = 0.384 \quad \mu_y = 4.262$$
$$y_{i,7} = 2.039 + 0.547 \cdot y_{i-1,6} + 0.472 \cdot \varepsilon_i$$

Mayıs Ayı Denklemi

$$\bar{y}_8 = 3.606 \quad \bar{y}_7 = 4.100 \quad S_8 = 0.468 \quad b_8 = 0.410 \quad r_8 = 0.447 \quad \sigma_y = 0.364 \quad \mu_y = 3.747$$
$$y_{i,8} = 1.925 + 0.410 \cdot y_{i-1,7} + 0.418 \cdot \varepsilon_i$$

Haziran Ayı Denklemi

$$\bar{y}_9 = 2.886 \quad \bar{y}_8 = 3.606 \quad S_9 = 0.279 \quad b_9 = 0.277 \quad r_9 = 0.465 \quad \sigma_y = 0.268 \quad \mu_y = 2.953$$
$$y_{i,9} = 1.887 + 0.277 \cdot y_{i-1,8} + 0.247 \cdot \varepsilon_i$$

Temmuz Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{10} = 2.216 \quad \bar{y}_9 = 2.886 \quad S_{10} = 0.321 \quad b_{10} = 0.541 \quad r_{10} = 0.469 \quad \sigma_y = 0.293 \quad \mu_y = 2.298$$
$$y_{i,10} = 0.655 + 0.541 \cdot y_{i-1,9} + 0.284 \cdot \varepsilon_i$$

Ağustos Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{11} = 1.952 \quad \bar{y}_{10} = 2.216 \quad S_{11} = 0.545 \quad b_{11} = 0.842 \quad r_{11} = 0.496 \quad \sigma_y = 0.475 \quad \mu_y = 2.177$$
$$y_{i,11} = 0.087 + 0.842 \cdot y_{i-1,10} + 0.473 \cdot \varepsilon_i$$

Eylül Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{12} = 2.160 \quad \bar{y}_{11} = 1.952 \quad S_{12} = 0.701 \quad b_{12} = 0.594 \quad r_{12} = 0.462 \quad \sigma_y = 0.640 \quad \mu_y = 2.558$$
$$y_{i,12} = -1.000 + 0.594 \cdot y_{i-1,11} + 0.622 \cdot \varepsilon_i$$

50 YILLIK SERİ TÜRETİMİ (AYLIK AKIMLAR $\cdot 10^6 m^3$)									
i	j	$\bar{y}_{i,j}$	\bar{y}_i	s_i	b_i	r_i	e_i	$y_{i,j}$	y_i
1	1	2.160	2.156	0.415	0.031	0.053	10.357	2.160	6.444
2	2	2.156	2.519	0.543	0.199	-0.152	22.972	6.444	13.996
3	3	2.519	2.775	0.675	0.283	0.228	39.959	13.996	32.285
4	4	2.775	3.332	0.378	0.182	0.324	40.272	32.285	23.103
5	5	3.332	3.368	0.281	0.226	0.305	39.884	23.103	18.513
6	6	3.368	3.773	0.354	0.404	0.321	49.512	18.513	26.484
7	7	3.773	4.100	0.510	0.547	0.379	85.616	26.484	56.956
8	8	4.100	3.606	0.468	0.410	0.447	50.030	56.956	46.199
9	9	3.606	2.886	0.279	0.277	0.465	19.713	46.199	19.555
10	10	2.886	2.216	0.321	0.541	0.469	13.153	19.555	14.962
11	11	2.216	1.952	0.545	0.842	0.496	12.324	14.962	18.516
12	12	1.952	2.160	0.701	0.594	0.462	18.138	18.516	23.285
13	1	2.160	2.156	0.415	0.031	0.053	14.250	23.285	8.715
14	2	2.156	2.519	0.543	0.199	-0.152	19.244	8.715	11.543
15	3	2.519	2.775	0.675	0.283	0.228	42.178	11.543	33.048
16	4	2.775	3.332	0.378	0.182	0.324	43.204	33.048	24.291
17	5	3.332	3.368	0.281	0.226	0.305	36.853	24.291	17.970
18	6	3.368	3.773	0.354	0.404	0.321	58.345	17.970	29.225
19	7	3.773	4.100	0.510	0.547	0.379	91.776	29.225	61.367
20	8	4.100	3.606	0.468	0.410	0.447	54.750	61.367	49.980
21	9	3.606	2.886	0.279	0.277	0.465	23.358	49.980	21.503
22	10	2.886	2.216	0.321	0.541	0.469	12.103	21.503	15.717
23	11	2.216	1.952	0.545	0.842	0.496	10.945	15.717	18.499
24	12	1.952	2.160	0.701	0.594	0.462	15.983	18.499	21.934
25	1	2.160	2.156	0.415	0.031	0.053	10.496	21.934	7.118
26	2	2.156	2.519	0.543	0.199	-0.152	24.034	7.118	14.432
27	3	2.519	2.775	0.675	0.283	0.228	32.658	14.432	27.611
28	4	2.775	3.332	0.378	0.182	0.324	36.286	27.611	20.827
29	5	3.332	3.368	0.281	0.226	0.305	31.923	20.827	15.868
30	6	3.368	3.773	0.354	0.404	0.321	62.460	15.868	29.754
31	7	3.773	4.100	0.510	0.547	0.379	86.382	29.754	59.108
32	8	4.100	3.606	0.468	0.410	0.447	52.062	59.108	47.930
33	9	3.606	2.886	0.279	0.277	0.465	23.360	47.930	20.935
34	10	2.886	2.216	0.321	0.541	0.469	12.085	20.935	15.405
35	11	2.216	1.952	0.545	0.842	0.496	9.848	15.405	17.717
36	12	1.952	2.160	0.701	0.594	0.462	17.370	17.717	22.332
600	12	1.952	2.160	0.701	0.594	0.462	19.910	17.097	23.544

Tablo 7.20.Sentetik seri elemanları

Thomas Fiering modeli şu şekilde olur.

Ekim Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A1} = 2.156 \quad \bar{y}_{B1} = 0.969 \quad S_{B1} = 0.239 \quad b_1 = 0.310 \quad r_1 = 0.538 \quad \sigma_{B1} = 0.232 \quad \mu_{B1} = 1.019$$
$$y_{B1} = 0.300 + 0.310 \cdot y_{A1} + 0.202 \cdot \varepsilon_i$$

Kasım Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A2} = 2.519 \quad \bar{y}_{B2} = 1.132 \quad S_{B2} = 0.517 \quad b_2 = 0.323 \quad r_2 = 0.239 \quad \sigma_{B2} = 0.587 \quad \mu_{B2} = 1.428$$
$$y_{B2} = 0.319 + 0.323 \cdot y_{A2} + 0.486 \cdot \varepsilon_i$$

Aralık Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A3} = 2.775 \quad \bar{y}_{B3} = 1.056 \quad S_{B3} = 0.516 \quad b_3 = 0.108 \quad r_3 = 0.141 \quad \sigma_{B3} = 0.555 \quad \mu_{B3} = 1.328$$
$$y_{B3} = 0.757 + 0.108 \cdot y_{A3} + 0.511 \cdot \varepsilon_i$$

Ocak Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A4} = 3.332 \quad \bar{y}_{B4} = 1.028 \quad S_{B4} = 0.255 \quad b_4 = 0.065 \quad r_4 = 0.096 \quad \sigma_{B4} = 0.261 \quad \mu_{B4} = 1.088$$
$$y_{B4} = 0.811 + 0.065 \cdot y_{A4} + 0.254 \cdot \varepsilon_i$$

şubat Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A5} = 3.368 \quad \bar{y}_{B5} = 1.351 \quad S_{B5} = 0.553 \quad b_5 = 0.116 \quad r_5 = 0.059 \quad \sigma_{B5} = 0.472 \quad \mu_{B5} = 1.577$$
$$y_{B5} = 0.962 + 0.116 \cdot y_{A5} + 0.552 \cdot \varepsilon_i$$

Mart Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A6} = 3.773 \quad \bar{y}_{B6} = 2.308 \quad S_{B6} = 0.100 \quad b_6 = 0.009 \quad r_6 = 0.033 \quad \sigma_{B6} = 0.102 \quad \mu_{B6} = 2.318$$
$$y_{B6} = 2.273 + 0.009 \cdot y_{A6} + 0.100 \cdot \varepsilon_i$$

Nisan Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A7} = 4.100 \quad \bar{y}_{B7} = 2.870 \quad S_{B7} = 0.535 \quad b_7 = 0.097 \quad r_7 = 0.092 \quad \sigma_{B7} = 0.448 \quad \mu_{B7} = 3.076$$
$$y_{B7} = 2.472 + 0.097 \cdot y_{A7} + 0.533 \cdot \varepsilon_i$$

Mayıs Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A8} = 3.606 \quad \bar{y}_{B8} = 2.375 \quad S_{B8} = 0.296 \quad b_8 = 0.054 \quad r_8 = 0.085 \quad \sigma_{B8} = 0.292 \quad \mu_{B8} = 2.453$$
$$y_{B8} = 2.180 + 0.054 \cdot y_{A8} + 0.295 \cdot \varepsilon_i$$

Haziran Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A9} = 2.886 \quad \bar{y}_{B9} = 1.779 \quad S_{B9} = 0.476 \quad b_9 = 0.116 \quad r_9 = 0.068 \quad \sigma_{B9} = 0.487 \quad \mu_{B9} = 1.993$$
$$y_{B9} = 1.445 + 0.116 \cdot y_{A9} + 0.475 \cdot \varepsilon_i$$

Temmuz Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A10} = 2.216 \quad \bar{y}_{B10} = 1.251 \quad S_{B10} = 0.290 \quad b_{10} = 0.003 \quad r_{10} = 0.003 \quad \sigma_{B10} = 0.317 \quad \mu_{B10} = 1.338$$
$$y_{B10} = 1.245 + 0.003 \cdot y_{A10} + 0.290 \cdot \varepsilon_i$$

Ağustos Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A11} = 1.952 \quad \bar{y}_{B11} = 0.912 \quad S_{B11} = 0.115 \quad b_{11} = 0.004 \quad r_{11} = 0.019 \quad \sigma_{B11} = 0.120 \quad \mu_{B11} = 0.925$$
$$y_{B11} = 0.904 + 0.004 \cdot y_{A11} + 0.115 \cdot \varepsilon_i$$

Eylül Ayı Denklemi

$$\bar{y}_{A12} = 2.160 \quad \bar{y}_{B12} = 0.848 \quad S_{B12} = 0.158 \quad b_{12} = 0.011 \quad r_{12} = 0.047 \quad \sigma_{B12} = 0.161 \quad \mu_{B12} = 0.871$$
$$y_{B12} = 0.825 + 0.011 \cdot y_{A12} + 0.158 \cdot \varepsilon_i$$

50 YILLIK SERİ TÜRETİMİ (AYLIK AKIMLAR * 10 ⁶ m ³)									
i	j	$\bar{y}_{i j}$	$\bar{y}_{j i}$	s_i	b_i	r_i	s_i	$y_{i j}$	$y_{j i}$
1	1	2.156	0.969	0.239	0.310	0.538	2.793	6.444	2.862
2	2	2.519	1.132	0.517	0.323	0.339	5.171	13.996	7.350
3	3	2.775	1.056	0.516	0.108	0.141	6.038	32.285	7.325
4	4	3.332	1.028	0.255	0.065	0.096	3.797	23.103	3.280
5	5	3.368	1.251	0.553	0.116	0.059	5.042	18.513	6.082
6	6	3.773	2.308	0.100	0.009	0.033	10.223	26.484	3.548
7	7	4.100	2.870	0.535	0.097	0.092	22.851	56.956	7.173
8	8	3.606	2.375	0.296	0.054	0.085	12.454	46.199	8.354
9	9	2.886	1.779	0.476	0.116	0.068	8.362	19.555	7.662
10	10	2.216	1.251	0.290	0.003	0.003	4.466	14.962	2.580
11	11	1.952	0.912	0.115	0.004	0.019	2.690	18.516	1.290
12	12	2.160	0.848	0.158	0.011	0.047	2.430	23.285	1.456
13	1	2.156	0.969	0.239	0.310	0.538	3.144	8.715	3.638
14	2	2.519	1.132	0.517	0.323	0.339	4.644	11.543	6.302
15	3	2.775	1.056	0.516	0.108	0.141	3.970	33.048	6.350
16	4	3.332	1.028	0.255	0.065	0.096	3.725	24.291	3.339
17	5	3.368	1.251	0.553	0.116	0.059	5.362	17.970	5.997
18	6	3.773	2.308	0.100	0.009	0.033	10.763	29.225	3.628
19	7	4.100	2.870	0.535	0.097	0.092	33.709	61.367	26.387
20	8	3.606	2.375	0.296	0.054	0.085	12.484	49.980	8.567
21	9	2.886	1.779	0.476	0.116	0.068	7.900	21.503	7.686
22	10	2.216	1.251	0.290	0.003	0.003	4.949	15.717	2.722
23	11	1.952	0.912	0.115	0.004	0.019	2.620	18.499	1.282
24	12	2.160	0.848	0.158	0.011	0.047	2.492	21.934	1.452
25	1	2.156	0.969	0.239	0.310	0.538	2.991	7.118	3.112
26	2	2.519	1.132	0.517	0.323	0.339	6.707	14.432	8.238
27	3	2.775	1.056	0.516	0.108	0.141	3.821	27.611	5.687
28	4	3.332	1.028	0.255	0.065	0.096	3.294	20.827	3.004
29	5	3.368	1.251	0.553	0.116	0.059	5.883	15.868	6.041
30	6	3.773	2.308	0.100	0.009	0.033	10.556	29.754	3.612
31	7	4.100	2.870	0.535	0.097	0.092	22.801	59.108	20.354
32	8	3.606	2.375	0.296	0.054	0.085	15.319	47.930	9.293
33	9	2.886	1.779	0.476	0.116	0.068	9.579	20.935	8.417
34	10	2.216	1.251	0.290	0.003	0.003	5.055	15.405	2.732
35	11	1.952	0.912	0.115	0.004	0.019	2.533	17.717	1.271
36	12	2.160	0.848	0.158	0.011	0.047	2.667	22.332	1.483
600	12	2.160	0.848	0.158	0.011	0.047	2.685	23.544	1.506

Tablo 7.21.Sentetik seri elemanları

8.SONUÇLAR:

Bu çalışma ile akarsuların stokastik özellikleri incelenmiş, bu özellikleri tesbit için istatistiki parametreler tahmin edilmiş ve akımların olasılık dağılım fonksiyonları çıkarılıp, korelasyon ve regresyon katsayıları yardımıyla akım serilerinin istatistiksel modeli kurulmuştur. Böylece, gözlenmiş akım değerlerinden oluşan seri, istatistiki yöntemlerle modellenmiş olmakta ve istenilen uzunlukta sentetik seri türetilmesi imkanı sağlanmaktadır.

Seyhan Havzasında seçilen bir akım gözlem istasyonu için Thomas-Fiering Modeli geliştirilmiş ve bu model yardımıyla sentetik seriler türetilmiştir. Birden fazla istasyon arasında iç bağımlılıkları dikkate almak suretiyle geliştirilen regresyon modeli yardımıyla, bir istasyonun eksik verileri diğer istasyonun verileri kullanılarak tamamlanmıştır. Diğer taraftan, birden fazla istasyon arasında iç bağımlılıkları gözeten sentetik seri türetilmesi gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. ANONYMOUS , Akım Gözlem Yıllıkları, DSİ.Ankara.
2. ANONYMOUS , 1993.DSİ Haritalı İstatistik Bülteni.Ankara.
3. ANONYMOUS , 1994.Türkiye Akarsu Havzaları Maximum Akımlar Frekans Analizi.DSİ:Ankara
4. BAYAZIT,M.,1981.Hidrolojide İstatistik Yöntemler.İTÜ Matbaası.İstanbul.
5. BAYAZIT,M.,1982.Hidroloji.İTÜ Matbaası.İstanbul.
6. CHOW,V.T.,1964.Handbook of Applied Hydrology.McGraw Hill.New York
7. GWO,Fong Lin and FONG,Chung Lee, 1992.An Aggregation - Disaggregation Approach For Hydrologic Time Series Modelling.Journal of Hydrology. Amsterdam
8. LANE,William L. and FREVERT,Donald K.,1989.LAST Applied Stochastic Tecniques.A Set of Generally Applicable Computer Programs.
9. LAWRENCE, A.J. and KOTEGODA, N.T.,1977.Stochastic Modelling Of River Flow Time Series.
10. SERT, M.,1991.Simulation of The Multi Reservoir Systems Operation in Water Resources Planning.Doğa Dergisi.Vol 15.No:2.