

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA
TAŞKIN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasin ABDOLLAHZADEHMORADI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA
TAŞKIN ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Yasin ABDOLLAHZADEHMORADI
(501091522)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ

24 OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091522 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Yasin ABDOLLAHZADEHMORADI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA TAŞKIN ANALİZİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sema TOPÇU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Oral YAĞCI
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **24 Ocak 2012**

ÖNSÖZ

Lisans eğitimi boyunca, konulara hakim olmam için çok çaba harcadım ve üniversite hayatından sonra bilgilerimi ülkemizin gelişmesinde kullanmayı düşünerek Karun 4 barajında işe başladım. Üniversitede aldığım teorik bilgilerin, pratikte ne kadar yetersiz olduğunu iş hayatında fark ettim. Kendimi geliştirmek için çok araştırdım ve İstanbul Teknik Üniversitesinde aradığımı buldum. Değerli bilim adamlarının sayesinde kendimi geliştirmeye başladım.

Hidrolik ve su kaynakları dünya çapında çok değerli dereceye sahiptir ve ben bunu düşünerek, seçtiğim bu konu ile kendi ülkemizin gelişmesinde ve geleceğinde katkıda bulunmaya karar verdim. Bu yolda güçlü ve sağlam adım atabilmem için bilimsel ve manevi desteklerini sonsuz derecede benden esirgemeyen çok kıymetli danışman hocam Prof.Dr. Bihrat ÖNÖZ'e en derin şükranlarımı borç bilirim.

Bu üniversiteye geldiğim günden beri bir baba gibi bana yol gösteren sayın Prof.Dr. Necati AGIRALIOĞLU'na ömür boyu minnettarım ve teşekkür ederim.

Sayın Prof.Dr.Ercan KAHYA'ya manevi destekleri için teşekkür ederim.

Bir kardeş gibi her zaman yardım ve desteğini benden esirgemiye ve bu tezin sonuca varması için çok emeği olan değerli arkadaşım Farrokh MAHNAMFAR'a teşekkür ederim.

Bu tez hazırladığımda beni destekleyen arkadaşlarım sayın Yük.Müh. Olgay ŞEN, Yük. Müh. Mehmet Fatih DEMİR, Müh. Selin ŞAHİN, Yük.Müh. Nader REZAEİ ve Müh. Davood KAMGAR'a da teşekkür ederim.

Hayat arkadaşım, Elnaz NAJATİSHENDİ'ye de her zamanki gibi eğitimim süresinde de yaptığı fedakarlıkları ve manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Anne ve Babama...

Aralık 2011

Yasin ABDOLLAHZADEHMORADİ
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 İRAN'nın Su Kaynakları.....	2
1.2.1 İRAN'ın hidrolojik özellikleri	3
1.3 Literatür Araştırması	4
1.3.1 Taşkın verilerinin en uygun dağılımını belirlemek	4
1.3.2 Trend analizi	5
1.3.3 Bölgesel analiz	6
1.3.4 Mevsimsellik analizi	8
2. YÖNTEMLER	9
2.1 Verilerin İstatistik Analizi (Dağılımların Parametrelerinin Tahmini).....	9
2.1.1 Bir rastgele değişkenin istatistik momentleri.....	9
2.1.1.1 Merkez parametreleri	10
2.1.1.2 Yayılım parametreleri	11
2.1.1.3 Çarpıklık parametreleri	12
2.1.1.4 L-momentlerinin hesabı	13
2.2 Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımlar.....	15
2.2.1 Normal ailesi	15
2.2.1.1 Normal dağılım	15
2.2.1.2 Log-Normal dağılım	17
2.2.1.3 Üç-parametrelili Log-Normal dağılım:	18
2.2.2 GEV ailesi (Gumbel, GEV)	20
2.2.2.1 Gumbel dağılımı	20
2.2.2.2 Ekstrem değer dağılımı	22
2.2.3 Pearson tip III ailesi (Pearson tip III, Log-pearson tip III)	24
2.2.3.1 Pearson tip III (P3):.....	24
2.2.3.2 Log-Pearson tip III (LP3):.....	26
2.3 İstatistik Testler	27
2.3.1 L-moment testi	27
2.3.2 K-S testi.....	28
2.3.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC testi)	28
2.4 Korelasyon Katsayısı.....	29
2.4.1 Korelasyon katsayısı ile ilgili hipotez testleri	30

2.5 Trend (Gidiş) Analizi.....	31
2.5.1 MANN-KENDALL Trend analizi	31
2.6 Bölgesel Taşkın Frekans Analizi	33
2.6.1 Bölgesel analizin amacı ve yararları	33
2.6.2 Homojen bölgenin belirlenmesi	34
2.7 Mevsimsellik Ölçümleri	37
2.7.1 Açısal Mevsimsellik Analiz	37
2.7.2 Göreceli Frekans Analizi	40
3. KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA TAŞKIN ANALİZİ	43
3.1 Uygulama Bölgesi	43
3.2 İstasyonların İstatistik Değerleri.....	45
3.2.1 İstatistik momentlerin hesabı.....	45
3.2.2 L-momentleri ve oranlarının hesabı	47
3.3 Taşkın Debilerine Uyan Olasılık Dağılımların Parametreleri	47
3.4 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Taşkın Debilerinin Tahmini	50
3.4.1 Sonuç	55
3.5 Dağılımlar İçin Uygunluk Testleri	55
3.5.1 L-moment testi	56
3.5.2 Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi.....	57
3.5.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC Testi)	58
3.6 Trend Analizi	60
3.7 Bölgesel Analiz.....	66
3.8 Mevsimsellik Analizi.....	71
3.8.1 Açısal mevsimsellik analizi	71
3.8.1.1 Birim daireler	72
3.8.1.2 İstasyonların bir arada birim dairesi	81
3.8.1.3 Açısal mevsimsellik analizi ile bölgeselleştirme.....	82
3.8.2 Göreceli frekans analizi	86
3.8.3 Göreceli frekans analizi ile bölgeselleştirme	86
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR.....	95
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	Error! Bookmark not defined.

KISALTMALAR

MD	: Takvim Günü
AGİ	: Akım Ölçme İstasyonu
K-S	: Kolmogorov-Simirnov
PPCC	: Probability Plot Correlation Coefficient
A-D	: Anderson-Darling
N	: Normal Dağılımı
LN	: Log-Normal Dağılımı
LN3	: Üç parametrelili Log-Normal Dağılımı
P3	: Pearson Tip III Dağılımı
LP3	: Log-Pearson Tip III Dağılımı
EV I	: Gumbel dağılımı
DSİ	: Devlet Su İşleri
GAP	: Güney Anadolu Projesi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : İRAN'ın su kaynakları potansiyeli (Url-1, Url-2 ve Url-3).	4
Çizelge 3.1 : Çalışmada kullanılan 14 adet AGİ ve özellikleri (Url-1 ve Url-3).....	44
Çizelge 3.2 : AGİ'lerin istatistik karakteristikler.	46
Çizelge 3.3 : İki parametrelili dağılımların parametrelerinin tahmini.	47
Çizelge 3.4 : Üç parametrelili dağılımların parametrelerinin tahmini.	48
Çizelge 3.5 : L-moment değerleri.	49
Çizelge 3.6 : 21-205 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	50
Çizelge 3.7 : 21-223 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	50
Çizelge 3.8 : 21-211 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	51
Çizelge 3.9 : 21-215 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	51
Çizelge 3.10 : 21-225 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	52
Çizelge 3.11 : 21-233 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	52
Çizelge 3.12 : 21-237 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	52
Çizelge 3.13 : 21-231 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	53
Çizelge 3.14 : 21-419 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	53
Çizelge 3.15 : 21-425 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	53
Çizelge 3.16 : 21-429 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	54
Çizelge 3.17 : 21-227 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	54
Çizelge 3.18 : 21-423 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	54
Çizelge 3.19 : 21-497 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.	55
Çizelge 3.20 : L-moment testi ile belirlenen en uygun dağılım.	57
Çizelge 3.21 : K-S testinin sonuçları ve kritik değerleri.	57
Çizelge 3.22 : K-S Testinin sonuçları.	58
Çizelge 3.23 : PPCC testinin sonuçları ve onlara karşı gelen α değeri.	59
Çizelge 3.24 : PPCC Testinin sonuçları.	60
Çizelge 3.25 : Mann-Kendall trend analizinden elde edilen sonuçlar.	61
Çizelge 3.26 : Tüm istasyonlar istatistik özellikleri.	66
Çizelge 3.27 : 2 bölgenin özellikleri.	67
Çizelge 3.28 : 3 bölgenin özellikleri.	69
Çizelge 3.29 : 3 bölgenin örnekleme değerleri ile karşılaştırma.	69
Çizelge 3.30 : Ayrılmış 3 bölgenin $F_{\alpha}=0,05$ değerleri ile karşılaştırma.	69
Çizelge 3.31 : 3 bölgenin S değerlerinin karşılaştırması.	70
Çizelge 3.32 : İstasyonların açısıl parametreleri.	71
Çizelge 3.33 : İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik değerleri....	84
Çizelge 3.34 : İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik gruplar.	85
Çizelge 3.35 : İstasyonların ayarlanmış taşkın frekansları.	87
Çizelge 3.36 : İstasyonların göreceli taşkın frekansları ile hesaplanmış benzerlik değerleri.....	88
Çizelge 3.37 : İstasyonların göreceli taşkın frekansları ile hesaplanmış benzerlik grupları.	89

Çizelge A.1 : Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü.	100
Çizelge A.2 : K-S Testinin $\Delta\alpha$ değerleri.	101
Çizelge A.3 : Normal dağılım ve Gumbel dağılımı için K-S testinin $\Delta\alpha$ değerleri(Crutcher,1975).....	101
Çizelge A.4 : z çizelgesi.....	102
Çizelge A.5 : Normal dağılım PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri (Helsel ve Hiesich,1992).....	103
Çizelge A.6 : Gumbel dağılımı için PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri Vogel,1986).....	104
Çizelge A.7 : t student çizelgesi.....	104

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : İran haritası (Url-5).	2
Şekil 1.2 : İran'ın ana havzaları (Url-1).....	3
Şekil 2.1 : Negatif, simetrik ve pozitif çarpıklıkların gösterimi (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).	13
Şekil 2.2 : Üç parametrelili dağılımlar için L-momentli diagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008).....	27
Şekil 2.3 : Korelasyon katsayısının tanımı (Url-4).....	30
Şekil 2.4 : Mann-Kendall hipotezleri (Cebe, 2007).....	33
Şekil 2.5 : Birim daire.....	38
Şekil 3.1 : İran'ın alt havzaları(10. Havza Büyük Karun Havzası'dır (Url-1))......	43
Şekil 3.2 : Karun üst Havzası'nın AGİ'lerin yerleşkeleri.	45
Şekil 3.3 : İstasyonların değlerlerinin L-moment diagramında. yerleşimi.....	56
Şekil 3.4 : 21-205 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	61
Şekil 3.5 : 21-211 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	62
Şekil 3.6 : 21-215 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	62
Şekil 3.7 : 21-223 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	62
Şekil 3.8 : 21-225 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	63
Şekil 3.9 : 21-227 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	63
Şekil 3.10 : 21-231 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	63
Şekil 3.11 : 21-233 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	64
Şekil 3.12 : 21-237 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	64
Şekil 3.13 : 21-419 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	64
Şekil 3.14 : 21-423 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	65
Şekil 3.15 : 21-425 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	65
Şekil 3.16 : 21-429 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	65
Şekil 3.17 : 21-497 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.	66
Şekil 3.18 : Karun üst Havzası'nın 3 homojen bölgesi.	70
Şekil 3.19 : 21-205 No'lu istasyonun birim dairesi.....	72
Şekil 3.20 : 21-211 No'lu istasyonun birim dairesi.....	73
Şekil 3.21 : 21-215 No'lu istasyonun birim dairesi.....	73
Şekil 3.22 : 21-223 No'lu istasyonun birim dairesi.....	74
Şekil 3.23 : 21-225 No'lu istasyonun birim dairesi.....	75
Şekil 3.24 : 21-227 No'lu istasyonun birim dairesi.....	75
Şekil 3.25 : 21-231 No'lu istasyonun birim dairesi.....	76
Şekil 3.26 : 21-233 No'lu istasyonun birim dairesi.....	77
Şekil 3.27 : 21-237 No'lu istasyonun birim dairesi.....	77
Şekil 3.28 : 21-419 No'lu istasyonun birim dairesi.....	78
Şekil 3.29 : 21-423 No'lu istasyonun birim dairesi.....	79

Şekil 3.30 : 21-425 No’lu istasyonun birim dairesi.	79
Şekil 3.31 : 21-429 No’lu istasyonun birim dairesi.	80
Şekil 3.32 : 21-497No’lu istasyonun birim dairesi.	81
Şekil 3.33 : İstasyonların bir arada mevsimlik gösterimi.	82

KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA TAŞKIN ANALİZİ

ÖZET

Doğal afetler arasında insanlığa en fazla zarar veren doğa olaylarından biri taşkındır. Bu nedenle çok eski dönemlerden beri insanlar can ve mallarını korumak için çeşitli taşkın önlemleri almaktadırlar

Bu çalışmada, Karun (İRAN) üst Havzası'nda 14 akım ölçme istasyonlarının debi değerlerini kullanarak taşkın frekans analizi yapılmıştır. Akımların kayıt süresi 18-36 yıl olan bu istasyonların her yılın anlık pik debilerine çeşitli yöntemler uygulanmıştır. İstasyonların verilerine L-moment, Kolmogorov-Smirnov ve Olasılık Çizgisi Korelasyon katsayısı (PPCC) testini uygulayarak verilere en uygun dağılım bulunmuştur.

Her istasyon için 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklarda taşkın değerini tahmin etmek için iki ve üç parametrelili dağılımlar kullanılmıştır. Normal, Log-Normal, üç parametrelili Log-Normal, Gumbel, GEV, Pearson Tip III ve Log-Pearson Tip III dağılımları kullanılan dağılımlardır.

Verilerin zaman değişimi ile artış ya azalışlarını araştırmak için Mann-Kendall trend analizi testi yapılmıştır. Her istasyon için debileri, debilerin ortalamasına bölerek boyutsuz grafikleri çizilmiştir. Bu grafiklere doğrusal gidiş çizgisi (Trend) uydurarak görsel açıdan trendin olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Karun üst Havzasını homojen bölgelere ayırarak bölgesel analizi yapılmıştır. Bu çalışmada homojen bölgeleri belirlemek için Wiltshire yöntemi kullanılmıştır.

Açısal mevsimsellik analizi ve göreceli frekans analiz yöntemleri ile Mevsimsellik Analizi yapılmıştır. İstasyonlarda gözlenen tüm taşkın tarihleri, ay bazında incelenmiş olup taşkınların gözlemlendiği tüm ayların frekans değerleri incelenirken, aylık dönemler, 30 günlük peryotlara dönüştürerek ayarlanmış frekans değeri hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın sonucu olarak, Normal dağılım çeşitli dönüş aralıkları için en düşük debi değeri tahmin etmiştir. Ayrıca, en yüksek debi değerleri LN ve LP3 dağılımları ile tahmin edilmiştir. Bu havzanın taşkın değerleri için L-moment testi GEV dağılımını, en uygun dağılım olarak belirlemiştir. PPCC ve K-S testleri Karun üst Havzası'na uygulayarak en uygun dağılım, LN3 ve LP3 olarak bulunmuştur. Yapılan Mann-Kendall trend analizinde 0,05 anlamlılık düzeyinde hiç istasyonda taşkın debi değerlerinde artış ve azalış görülmemiştir. Karun üst Havzası'nı 3 homojen bölgeye bölerek bölgesel analiz yapılmıştır ve her bölgenin kendi içinde homojen olduğu gösterilmiştir.

Taşkın mevsimselliği, mevsimsellik ölçütleri kullanarak gözlenmiş taşkınların yılın 43. ile 83. günleri arasında değiştiği saptanmıştır.

KARUN (IRAN), UPPER BASIN FLOOD ANALYSIS

SUMMARY

Flooding is when the water level in a creek, river, lake or the sea rises and covers land that is usually dry. Whilst some floods occur without problem, others are devastating, causing large-scale destruction and significant loss of life. Flooding is experienced all over the world and in some countries flooding occurs regularly.

Floods are the natural disasters that ruin humanity. For this reason, since very old times people have used certain flood precautions to protect their property. The aim of flood frequency analysis is to predict the flood discharge for a known period in a flood event for planning and designing of reservoir, river basins, bridge, dams, weirs, channels, water supply systems, culverts, etc.

Frequency analysis is a technique of fitting a probability distribution to a series of observations for defining the probabilities of future occurrences of some events of interest, e.g., an estimate of a flood magnitude corresponding to a chosen risk of failure. The use of this technique has played an important role in engineering practice. The assumptions of independence and stationarity are necessary conditions to proceed with such analyses.

The 18th largest country in the world in terms of area at 1,648,195 km², Iran has a population of around 78 million. It is a country of particular geopolitical significance owing to its location in the Middle East and central Eurasia. Iran is bordered on the north by Armenia, Azerbaijan and Turkmenistan. As Iran is a littoral state of the Caspian Sea. Iran is bordered on the east by Afghanistan and Pakistan, on the south by the Persian Gulf and the Gulf of Oman, on the west by Iraq and on the northwest by Turkey. Tehran is the capital, the country's largest city and the political, cultural, commercial and industrial center of the nation.

In this study, flood frequency analysis has been observed in the upper Karun (IRAN) Basin and annual maximum discharge specification of 14 station from the basin have been studied.

The largest river by discharge in Iran, the Karun River's watershed covers 65,230 square kilometres in parts of two Iranian provinces. The river is around 950 kilometres long and has an average discharge of 575 cubic metres per second. There are a number of dams on the Karun River, mainly built to generate hydroelectric power and provide flood control.

Various methods have been applied to snapshot peak discharge values of this 18-36 year recording time stations. L-moment, Kolmogorov-Smirnov and Probability Plot Correlation Coefficient (PPCC) tests have been applied to each station's data and found the most appropriate distribution.

Estimation the value of the flood in each station for 50, 100, 200 and 500-year return intervals with two and three parameter distributions.

The probability distributions are classified according to the number of parameters into two types.

2-parameters probability distributions which include:

1. Normal (N)
2. Log-Normal (LN2)
3. Gumbel (EVI)

3-parameters probability distributions which include:

1. Log-Normal (LN3)
2. Generalized Extreme Value (GEV)
3. Pearson type III(P3)
4. Log-Pearson type III (LP3)

The parameters of flood flows were estimated for each station. These parameters are the mean $\bar{x}$, standard deviation S_x , coefficient of variation C_{vx} , coefficient of skew C_{sx} and coefficient of kurtosis k_s . using probability weighted moments (PWMs) L- moments are easily computed, L-moment ratios are defined as L-coefficient of variation, L- skewness and L- kurtosis.

Various methods were used for estimation of the parameters of probability distributions. The parameters of the N distribution are the mean $\bar{x}$ and standard deviation S_x . Nonnormal distributed variables can be adjusted to the normal distribution by means of a suitable distribution. One of these transformation methods is computing the logarithms ($y=\ln x$), In this case logarithmic mean $\bar{y}$ and standard deviation S_y , will be the parameters of the LN2 distribution. For the EVI distribution, α , u scale and location parameters were estimated by PWMs and L-moments.

Just as the log-normal distribution represents the normal distribution of the logarithms of the variable x , so the 3-parameter log-normal distribution represents the normal distribution of the logarithms of the variable $(x-x_0)$ where x_0 is the third parameter corresponding to a lower boundary.

The parameters of the GEV distribution is estimated by PWMs and L-moments, α , u and k are the scale, location and shape parameters, respectively. The parameters of the P3 and LP3 distributions can be estimated by the method of moments.

Trend is a change (decrease/increase) of the values of a random variable. It is very important to determine the trend of the amount of water in the rivers in different periods of time for suitable planning and management of the water resources. There are different works to determine this change.

For the determination of streamflow trends, parametric and nonparametric tests have been used. If data fit to normal distribution, parametric tests give good results. Nonparametric tests are independent of distribution and parameters of a random variable. These tests are related to the ranks in the arranged sample of the data. Generally, the distributions are not normal. So the use of nonparametric tests give good results.

Investigation the increasement or decreasement of data exchange in time series, Mann-Kendall trend analysis test was conducted. For each station data, plotted non- dimensional graphic with divided by average of data. In addition to this,

keeping up with the linear Trend line graphs that visually checked regardless the trend.

Annual peak flow estimates of given return periods, T , are commonly used for design and economic evaluation of various water resources projects. Design quantiles, if it is possible, are often supplied from the at-site flood frequency analyses of the peak flow data available at the hydrometric station(s) as close as the project site.

Recently, various regional flood frequency analysis models for the estimation of design quantiles have been developed. The two major objectives of the regional analysis are to estimate the T -year event magnitude at a given location, mainly at ungaged sites, in a statistically homogeneous region, and to improve at-site estimates with large sampling errors because of the limited data.

Regional flood frequency analysis for the upper Karun basin with divided into the homogeneous sub basin areas. In this study, has been used the Wiltshire method to determine the homogeneous regions.

Seasonality Analysis has been conducted with Angular Seasonality Analysis and Relative Frequency Analysis methods. All the flood date per date observed at the stations have been studied monthly basis and during the study of frequency value of all the months adjusted frequency values have been calculated by converting the duration of each month into 30-day periods.

As a consequence of this study, Normal distribution has been estimated minimum value to different return intervals. Furthermore, maximum values to different return interval, have been estimated by LN and LP3 distributions.

In the L-moment diagrams the GEV distribution was acceptable to the 50% of the stations, the Pearson type III distribution was acceptable to the 36% of the stations and LN3 distribution was acceptable to the 14% of the stations. L-moment test has been identified GEV distribution, as the most appropriate distribution for the flood values of this basin.

As a result of K-S test, it is seen that LN3 distribution, is the only one that accepted at all stations, and has the best-fit at 14 stations. N is rejected at 7 stations, LN2 was rejected at 3 stations, Gumbel and GEV at 2 stations. All the distributions were acceptable at stations 21-233, 21-237 and 21-429. The K-S test could not be applied to the data at all stations for the P3 and LP3 distributions.

By applying PPCC tests to the upper Karun basin, LP3 and LN3 have been the most appropriate distributions. LP3 and LN3 distributions accepted at the all stations. N and Generalized Extreme Value(GEV) distributions rejected at 9 stations, P3 distribution at 5 stations, LN2 at 2 stations. All the distributions were acceptable at stations 21-225 and 21-233.

As a result of Mann-Kendall trend analysis at all stations flood flow values, not increased and decreased in the time series at the 0.05 significant level.

Regional analysis was conducted by dividing the upper Karun basin to the 3 homogeneous region and shown to be homogeneous within each area.

By using Flood Seasonality, seasonality measures, flooding varies observed between 43. and 83. days of a year

1. GİRİŞ

Bir akarsuda su seviyesi ve debi, zaman içinde rastgele bir şekilde sürekli olarak değişir. Bunun sonucu olarak hidrolojik ekstrem olaylar olarak bilinen taşkınlar ve kuraklıklar görülür (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Doğal afetler arasında insanlığa en fazla zarar veren taşkın ve bununla ilgili olarak değişik yönleri su basması çok eski dönemlerden beri insanların can ve mallarını korumak için değişik önlemler aldıkları bilinmektedir (Şen, 2009).

Ölçülerle elde edilen verilere ve fiziğin temel yasalarına dayanarak hidrolojik olayların incelenmesi için modeller kurulur. Bu alanda bilgisayar giderek daha yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Hidrolojik olayların rastgele karakterleri nedeniyle hidrolojide istatistik modellerin kullanılması da önemli bir yer tutmaktadır (Bayazıt, 1998).

Bir akarsu üzerinde ve etrafında yapılan tüm yapılar örneğin barajlar, köprüler ve kentleşme sayesinde insanların yaşadığı bölgelerinin doğal afetlerden görmemesi için o derenin hidrolojik karakteristiklerini incelemek gerekir. Taşkınların azalıp çoğalması, belli dönüş aralıklarındaki debiler, gelecekteki taşkınların olasılığı ve taşkınlar derenin hangi kotunu etkilediği gibi bilgileri elde etmek için eski zamanlardan beri bilim adamları bir çok araştırma yapmış ve çaba harcamışlardır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı İran'ın Karun Havzası'nın akarsularının davranışını incelemektir. Dünyada en çok kullanılan istatistik yöntemler ile bu bölgenin taşkınlarına en uygun dağılımları belirlenmesi, çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminleri, taşkınların zaman içindeki değişimleri ve oluş zamanları incelenmiştir. Karun Havzası İran'ın en sulak havzalarından biri olduğu için araştırılması çok önem taşır ve bu bölgedeki araştırmaların sonuçları İran'ın geleceği için çok etkilidir. İranın Enerji Bakanlığına ait Su Kaynakları Müdürlüğünden alınan

verilerin içinden 14 AGİ seçilmiştir ve bu istasyonlar Karun üst Havzası'nın tümünü temsil edeceğini düşünerek istatistik yöntemler uygulanmıştır.

1.2 İRAN'ın Su Kaynakları

İran Asya kıtasının güney batısının Ortadoğu adlı bölgesinde bulunmaktadır ve Azerbaycan, Ermenistan, Türkiye, Irak, Türkmenistan, Afganistan ve Pakistan ile kara sınırı, İran körfezi ve Umman denizinde de Kuveyt, Suudi arabistan , Katar, Bahrein, Umman ve Birleşik Arab emirlikleri ile de su sınırı bulunmaktadır (Url-1, Url-2 ve Url-3).



Şekil 1.1 : İran haritası (Url-5).

İran 25-39 kuzey paralelleri ile 44-63 doğu meridyenleri arasında ve 1648195 km² alanı ile dünyanın 18. geniş ülkesidir ve ortalama kot 1000 metredir.

İran nüfusu 2006.yılın resmi sayısına göre 70,472,000 kişi ve başkenti Tahrandır (Url-1, Url-2 ve Url-3).

1.2.1 İRAN'ın hidrolojik özellikleri

İran 6 büyük havza ve 31 alt havzaya bölünmüştür. Çizelge 1.1'de büyük havzaların özellikleri verilmiştir. İran'ın çölleri 325,000 km² ve İran alanının yaklaşık %20 'sini kapsamaktadır. Bu yüzden kurak ülkeler arasında yer almaktadır (Url-1, Url-2 ve Url-3).



Şekil 1.2 : İran'ın ana havzaları (Url-1).

İran'ın ortalama yağış miktarı 250 mm (dünya ortalaması 880 mm) ve bunun %70 yağmur ve %30 kardan oluşur. Bu ülkede dünyanın ortalaması üzerinde buharlaşma vardır ve toplam yağışın%71 buharlaşma nedeniyle kullanılmamaktadır. İran'da en düşük 40mm ve en fazla 1000 mm yıllık yağış görülmektedir (Url-1, Url-2 ve Url-1).

Çizelge 1.1 : İRAN’ın su kaynakları potansiyeli (Url-1, Url-2 ve Url-3).

Havza	Su Hacmi (10^6 m ³) 34 yılın ortalaması	Akış Hacmi (10^6 m ³)	Alan (km ²)	Akış yüzdesi (33Yılın ortalaması)
İRAN(toplam)	412,025	94,98	1623000	23,1
HAZAR denizi	73,121	18,6	175000	25,4
İran körfezi ve	162,297	51,01	426000	31,4
Urumiye Gölü	17,56	5,69	52000	32,4
Markazi	138	14,33	823000	10,4
Hamun	11,22	5,35	103000	16,9
Saraks	9,827		44000	35,1

1.3 Literatür Araştırması

Bir akarsu havzasının hidrolojik özelliklerini araştırmak ve onların sonuçları ile yapılan projeleri iyi bir şekilde değerlendirmek eski zamanlardan beri yapılmaktadır. Su kaynaklarını iyi bir şekilde kullanmak için çok sayıda modeller üretilmiştir ve bilim adamları tarafından uygulanan yöntemler dünyanın tüm ülkelerinde kullanılmaktadır.

Taşkınları tanımak, onların davranışlarını ve olasılıklarını tahmin etmek insan yaşamı açısından önemlidir. Taşkın analizi ile ilgili eski çalışmalardan aşağıda bahsedilecektir.

1.3.1 Taşkın verilerinin en uygun dağılımını belirlemek

Taşkın debilerine en uygun dağılımın seçilmesi için geçmişte bir çok araştırma yapılmıştır. Benson (1968) en eski araştırmalardan biridir. ABD’nin değişik yerlerinde bulunan kaynaklar ve gözlem süresi 44-97 yıl arasında değişen 10 AGİ’nin taşkın değerleri üzerine araştırma yapılmıştır. Bu araştırmanın sonucu olarak Log-Pearson TipIII dağılımının gözlenen taşkınlara uygunluğu görülmüştür.

Cicioni ve diğ. (1973) İtalya’da gözlem süresi 27 yıldan büyük 108 AGİ’nin ölçülen taşkınlara χ^2 , K-S ve A-D testleri uygulamıştır. χ^2 testi LN dağılımının, diğer testlerde GEV ve LN3 dağılımına uygunluğunu ortaya çıkarmıştır.

Beard (1974) ABD’nin 300 AGİ’si üzerinde değişik olasılık dağılımları için 1000 yıllık taşkın debilerini elde etmiştir. Tüm istasyonlarda toplam gözlem süresi 14200 yıl olduğuna göre 1000- yıllık taşkın debisinden büyük olan değerlerin sayısı yaklaşık 14 olması beklenmiştir. LP3 ve LN dağılımları en uygun dağılım olarak Kabul edilmiştir.

McMahon ve Srikanthan (1981) Avustralya’ da bulunan 172 AGİ den alınan gözlem sonuçlarının üzerinde L-moment diyagramlarını kullanarak araştırma yapmışlardır. Bu araştırmanın sonucu olarak LP3 dağılımının gözlenen taşkınlara iyi uyduğu görülmüştür.

Vogel ve diğ. (1993) ABD’de gözlem süresi en az 30 yıl olan 383 AGİ için araştırma yapmışlardır. N, LN, Gumbel, GEV, P3 ve LP3 dağılımlarının arasında L-moment diyagramlarını kullanarak karşılaştırma yapmışlardır. LN, LN3, GEV ve LP3 dağılımları gözlenen taşkınlarda iyi sonuç vermiştir. 100 ve 1000-yıllık taşkın debileri her bir dağılım için hesaplanmıştır. LP3 dağılımı en uygun dağılım ve LN, LN3 ve GEV dağılımlarının daha büyük ölçüde uygun oldukları ortaya çıkmıştır.

Vogel ve diğ. (1993) Avusturalya’da gözlem süresi en az 20 yıl olan 61 AGİ’den alınan taşkın debileri için araştırma yapmışlardır. L- moment diyagramlarını kullanarak GEV, LN3 ve LP3 dağılımlarının gözlenen sonuçlara uygun oldukları ortaya çıkmıştır. 100-yıllık taşkın debisi yöntemiyle GEV dağılımı çok iyi sonuç vermiştir.

Önöz ve Bayazit (1995) dünyanın değişik yerlerinde toplam gözlem süresi 1819 yıl olan 19 AGİ üzerinde araştırma yapmışlardır. X^2 , K-S, PPCC ve AD testleri, L-moment diyagramı ve 100-yıllık taşkın debisi yöntemleri uygulanmıştır. Bu araştırmada GEV dağılımı en iyi sonuçları vermiştir.

1.3.2 Trend analizi

Van Bell ve diğ. (1984) su kalitesindeki trend için parametrik olmayan testler geliştirmişlerdir. Hirsch (1984) Mann-Kendall testinin gelişmiş hali olan Mevsimsel Kendall testini ortaya koymuştur. Yu ve diğ. (1993) Kansas’taki

akarsuların su kalitesi verilerine parametric olmayan trend analizi uygulamıştır.

Kahya ve diğ. (2003), Türkiye'deki akımlara trend analizi uygulamıştır. Türkiye'deki 26 akarsu havzalarından elde edilen aylık ortalama akımların 31 yıllık periyodları için trend hesaplamışlardır. Sonuç olarak, Türkiye'nin batısında bulunan havzalarda genellikle aşağı doğru trend gözlenmişken Türkiye'nin doğusunda bulunan havzalarda trend gözlenmemiştir.

Yıldız ve diğ. (2004), Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımların zamana göre değişimini incelemiş ve akımlardaki gidişin hidroelektrik santrallerinin enerji üretimini araştırmışlardır.

Dinpashoh ve diğ. (2011), İran'ın buharlaşma ile ilgili trend analizi uygulamıştır. Bu araştırmada Mann-Kendall metodunu kullanıp bir artış olduğunu sonuç olarak elde etmiştir.

Cıgızoğlu ve diğ. (2002) tarafından Türkiye nehirlerindeki taşkın, ortalama ve düşük akımlardaki trendin varlığı incelenmiştir. Türkiye'nin 26 akarsu havzasından 24'ündeki 100 akım gözlem istasyonuna ait günlük ortalama akım verileri kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda yıllık maksimum, ortalama, bir günlük ve yedi günlük akımlara parametrik bir test olan t testi ve parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Gözlenen trendin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerindeki akarsuların çoğunun akımlarında trend gözlenmiştir. Trend, ortalama ve düşük akımlarda, maksimum akımlara göre daha çok istasyonda gözlenmiştir. Trend birkaç istasyon dışında genellikle zamanla azalan yöndedir. Diğer bölgeler ise istatistik bakımdan anlamlı bir trend görülmemiştir.

1.3.3 Bölgesel analiz

Lettenmaier ve Potter (1985), çalışmalarında yıllık taşkın dağılımının ilk iki momentlerinin logaritmalarının, her noktada drenaj alanının logaritmasına bağlı olduğu bir bölgesel üretim modeli önermişlerdir. Bu model bölgesel ortalama değişkenlik katsayısı ve değişkenlik katsayısının istasyondan istasyona değişimi cinsinden tanımlanmıştır.

Önöz (1991)'ün bölgesel homojenlik kontrolü ve yıllık pik akışlarının bölgesel frekans analizi konusunda yaptığı çalışmada, Yeşilırmak Havzası örneğinde, iki

ayrı homojen bölgede Gama, Gumbel, Lognormal ve Log-Pearson Tip III dağılımları için bölgesel frekans eğrileri elde edilmiştir.

Fıstıkoğlu ve Tariyan (1992), Ege bölgesindeki havzalarda bölgesel taşkın analizi çalışmaları yapmışlardır. Bölgedeki homojen istasyonları tesbit ederek çarpıklık-değişkenlik, değişkenlik- yağış alanı ilişkilerini elde etmiş ve belirli tekerrür süreleri için Gumbel dağılımına dayanarak boyutsuz taşkın büyüklüklerini hesaplamışlardır.

Gedikli (1994), GAP kapsamında Dicle ve Fırat Havza'larını iki alt bölgeye ayırarak; Dicle-Yukarı Fırat ve Aşağı Fırat; bu iki alt bölgede bölgesel taşkın analizi yapmıştır.

Saf (1995), Batı Akdeniz Havza'larında bölgesel taşkın analizi çalışması yapmıştır. Proje alanına 3 alt bölgeye ayırarak; Alt-Batı Akdeniz, Akdeniz, Üst-Batı Akdeniz ve Antalya; bu üç alt bölgede çarpıklık-değişkenlik ve değişkenlik-yağış alanı ilişkileri elde edilmiştir.

Ayker (1995) çalışmasında Büyük Menderes Havza'sında 1951-1991 döneminde gözlenen pik akışları kullanarak bölgesel taşkın frekans analizi yapmıştır. Ayrıca havza için ortalama taşkın verimi drenaj alanı ve çarpıklık değişkenlik ilişkilerini belirlemiştir.

Atiem (2004) Mısır'daki Nil Nehri ana yatak ve kollarındaki gözlem istasyonlarını kullanarak hidrolojik olarak homojen bölge oluşturulması ve sınanması, bölgesel boyutsuz dağılım eğrilerinin tamamlanması ve bölgesel alanlar arasında hidrolojik bilgi transferinin sağlanması konusunda çalışmıştır.

Bayazıt ve Önöz (2004) 1990 yılına kadar toplanan verilerle DSİ tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarına 2000 yılına kadar gözlenen yeni taşkın verilerini de ekleyerek Türkiye'deki akarsu havzalarının taşkın zarf eğrilerini elde etmişlerdir.

Bu eğrilerden birbirine yakın olanlar birleşerek Türkiye'de 8 bölge için taşkın zarf eğrileri belirlenmiştir. Bu eğriler taşkın tahmini gerektiren ön çalışmalarda kullanılabilir. Bu eğriler taşkın tahmini gerektiren ön çalışmalarda kullanılabilir.

Şorman (2004) çalışmasında klasik parameter tahmin yöntemlerini, olasılık ağırlıklı momentler yöntemi (PWM) ile karşılaştırarak Batı karadeniz'deki akım verileri ile örneklendirmiştir.

L-momentlerinin homojen bölgelerin belirlenmesi amacıyla kullanabileceğini, taşkın frekans analizi çalışmalarında belirtmiştir (Burn ve Goel,2000).

1.3.4 Mevsimsellik analizi

Doğu karadeniz Bölgesinde seçilen örnek bir bölge üzerinde Yanık ve Avcı (2005) tarafından bölgesel debi süreklilik eğrisi elde edilmesine yönelik küme analizi uygulaması yaparak ortaya çıkan sonuçlar doğal akışlı hidroelektrik santral potansiyelinin belirlenmesi için yorumlanmıştır.

Kanada'nın Quebec bölgesinde Ouarda ve diğ. (2006) tarafından yapılan çalışmada, üç taşkın mevsimselliği bölgeselleştirme yöntemi, bir veri tabanı hazırlanarak incelenmiştir ve havza benzerliğinde fiziksel ölçülerin kullanıldığı geleneksel bölgeleştirme yöntemlerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Kanadanın Saskatchewan, Manitibo Bölgesi'nde 59 havza için taşkın analizi yapan Burn(1997), taşkınların mevsimsellik araştırmasını yapmış ve hidrolojik olarak benzerlik gösteren havzaları belirlemiştir. Bu çalışmada daha öncekilerden farklı olarak taşkınların büyüklükleri kullanılmıştır.

Amerikada Maryland Bölgesi'nde McQueen ve Beighley (2003) tarafından yapılan çalışmada bu bölgenin doğu sahilinde ölçülmüş akım verilerini kullanarak 4 mevsimlik, mevsimsellik analizi yöntemini uygulamışlardır. Bu uygulamada mevsimsellik akış ile yıllık akışlar arasında çok büyük fark gözlenlenmişlerdir. Buradan, ölçümlerin eksik olduğu bölgelerde verileri tamamlamak için mevsimsellik analizinin daha güvenilir sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmıştır.

2. YÖNTEMLER

Bu çalışmada her istasyonun yıllık anlık pik debilerine literatürde önerilen yöntemler uygulanmıştır. Bu bölümde çalışmada kullanılan tüm metodlar ve yöntemler açıklanmıştır.

2.1 Verilerin İstatistik Analizi (Dağılımların Parametrelerinin Tahmini)

Bir rastgele değişken, çeşitli gözlemlerde farklı değerler alabilir. Alınan değerlere bağlı olarak değişkenin olasılık dağılımı tanımlayabilir. Parametreler, bir rastgele değişkenin olasılık dağılımının başlıca istatistik özelliklerini yansıtan büyüklüklerdir. Bu özellikler dağılımın merkezi, merkez çevresindeki yayılımın büyüklüğü ve dağılımın çarpıklığı şeklindedir.

Parametrelerin aldığı gerçek değerler, toplumun tümünü gözlemlemenin mümkün olmamasından dolayı bilinmemektedir. Bu durumda, gerçeğe en yakın değere ulaşabilmek için eldeki örnekten tahmin yapılır. Tahmin sonucu ulaşılan değerlere istatistikler denir. Tahmin yöntemlerinde en çok istatistik momentleri ve L-momentleri yöntemleri kullanılmaktadır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

2.1.1 Bir rastgele değişkenin istatistik momentleri

Bir rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu eğrisi ile x eksenini arasında kalan alan bir kütle olarak kabul edilirse, bu kütlenin çeşitli eksenler etrafındaki momentleri istatistik momentler olarak tanımlanır (Bayazıt, 1996).

X rastgele değişkenin m-inci mertebeden istatistik momentleri:

$$\mu_x^{(m)} = E((X - \mu_x)^m) = \int_{-\infty}^{+\infty} (X - \mu_x)^m f(x) dx \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır. Denklemdaki μ_x rastgele değişkenin ortalamasını belirtirken $E(.)$ ise beklenen değeri göstermektedir. Pratikte ilk dört moment kullanılır. Parametreler, merkez parametreleri, yayılım parametreleri ve çarpıklık

parametreleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir (Bayazıt, 1996; Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.1.1.1 Merkez parametreleri

Ortalama

Merkezi parametreleri ortalama ve medyan olarak tanımlanmaktadır. Dağılımın merkezi, bir rastgele değişkenin en önemli karakteristiğidir. Dağılımın merkezi, rastgele değişkenin alabileceği tüm değerlerin çevresinde kümелendiği değerdir. Ortalama dağılımın merkezini ifade etmekte kullanılır ve 1.mertebeden istatistik momenttir. Şu şekilde tanımlanır:

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx \quad (2.2)$$

X rastgele değişkenin toplumundan alınmış n elemanı bir örnek için $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ μ_x ortalama parametresine karşı gelen istatistik ise:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2.3)$$

denklemleriyle hesaplanır (Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

Medyan

Medyan, dağılımın merkezini kuantil tipi parametresidir ve aşılması veya küçük kalma olasılığı %50 olan değerdir. Başka bir deyişle $med_x = x_{0,50}$, $p = 0,50$ olasılığına karşı gelen kuantildir. Medyan tahmini yapmak için öncelikle eldeki örnek değerlerinin $x_1 < x_2 < \dots < x_N$ olacak şekilde sıralanmış olması gerekmektedir. N örnek sayısının çift veya tek olmasına göre medyan şu şekilde hesaplanır:

$$Med_x = x_{0,50} = \begin{cases} x_{\frac{(n+1)}{2}} & n \text{ tek ise} \\ \frac{1}{2} \left[x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n}{2}\right)+1} \right] & n \text{ çift ise} \end{cases} \quad (2.4)$$

Örnekte bulunan çok büyük ya da çok küçük değerlere aykırı değerler denir.

Medyan, ortalamaya göre bu değerlerden daha az etkilenmektedir. Bu yüzden de bu yönüyle ortalamaya göre daha üstündür. Dağılımın simetrik olması durumunda

ortalama ve medyan toplum değerleri aynıdır. Dağılımın sağa (pozitif) doğru çarpık olması durumunda ortalama medyandan büyük, sola (negatif) arpık olması durumunda ise küçüktür (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

2.1.1.2 Yayılım parametreleri

Varyans

Yayılım parametreleri, bir rastgele değişkenin merkezsel çevresindeki yayılımın büyüklüğü hakkında bilgi verir. Gözlem sonuçlarının hesaplanan ortalamadan farklarının karelerini toplayıp, ortalamasını almakda ortaya çıkan değere varyans denir, aynı zamanda dağılımın büyüklüğünü ölçüsü olarak en çok kullanılan yayılım parametresi varyansdır. Varyans 2.mertebeden merkezsel moment olarak da tanımlanabilir. Varyans şu şekilde ifade edilir:

$$\text{Var}(x) = \sigma_x^2 = E((x - \mu_x)^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu_x)^2 f(x) dx \quad (2.5)$$

X rastgele değişkenin toplumundan alınmışN elemanlı bir örnek için $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ $\text{Var}(x)$ varyans ve σ_x standart sapma parametrelerine karşı gelen istatistik ise

$$\text{Var}(X) = s_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (2.6)$$

denklemiyle belirlenir. Bu denklemde eğer örnekteki eleman sayısı $N < 30$ ise paydada N yerine N-1 kullanılır (Bayazıt ve nz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

Standart sapma

Varyansın karekökünün alınmasıyla ortaya çıkan değere standart sapma denir. Standart sapma ölçülen büyüklüğün boyutunda olup şu şekilde ifade edilir:

$$S_x = \sqrt{\text{Var}(x)} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.7)$$

Standart sapma ile yayılımın büyüklüğü doğru orantılıdır. Standart sapmanın büyük olması, değişkenin ortalama değer etrafındaki yayılımının da büyük olması demektir. Ortalaması aynı olmayan iki rastgele değişken için yayılımın

büyüklüğü belirlemede değişkenlerin standart sapma değerini karşılaştırmak yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda boyutsuz bir büyüklük olan değişim (varyasyon) katsayısı kullanmak uygun olur. Böylece iki rastgele değişkenin yayılımlarının doğrudan doğruya karşılaştırması sağlanmış olur. Değişim katsayısı, standart sapmanın ortalamaya oranı olarak tanımlanabilir ve

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (2.8)$$

şeklinde ifade edilir.

X rastgele değişkenin toplumundan alınmış N elemanı bir örnek için $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ C_{vx} değişim katsayısı parametresine karşı gelen istatistik ise

$$C_{vx} = \frac{s_x}{\bar{x}} \quad (2.9)$$

denklemleriyle hesaplanır (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.1.1.3 Çarpıklık parametreleri

Rastgele değişkenin dağılımının merkez çevresindeki simetrisini belirleyen parametre 3. Mertebeden istatistiksel moment olan çarpıklık katsayısıdır.

Çarpıklık katsayısı şu şekilde ifade edilir:

$$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \quad (2.10)$$

X rastgele değişkenin toplumundan alınmış N elemanlı bir örnek için $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ çarpıklık katsayısı parametresine (C_{sx}) karşı gelen istatistik ise şu şekilde ifade edilir:

$$C_{sx} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{s_x^3} \quad (2.11)$$

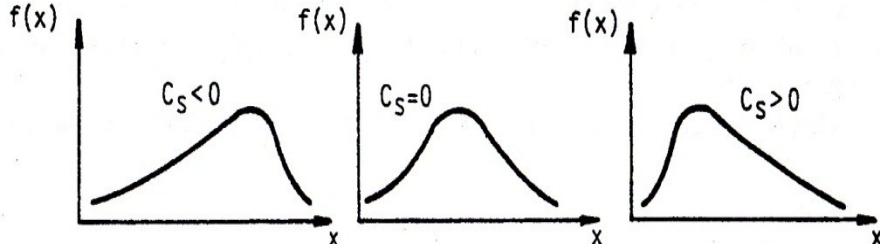
Çarpıklık katsayısı boyutsuzdur.

Bu denkleme bağlı olarak dağılım hakkında şu sonuçlara varılabilir:

- Çarpıklık katsayısı 0 bulunursa, dağılım ortalama çevresinde simetriktir.
- Çarpıklık katsayısı pozitif bir sayı bulunursa, dağılım ortalama çevresinde

sağa çarpıktır. Bu durumda pozitif çarpıklık söz konusudur ve dağılımın sağa doğru uzayan bir kuyruğu vardır.

- Çarpıklık katsayısı negatif bir sayı bulunursa, dağılım ortalama çevresinde sola çarpıktır. Bu durumda pozitif çarpıklık söz konusudur ve dağılımın sola doğru uzayan bir kuyruğu vardır (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).



Şekil 2.1 : Negatif, simetrik ve pozitif çarpıklıkların gösterimi (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

2.1.1.4 L-momentlerinin hesabı

L-momentleri dağılımın başlıca özelliklerini ifade eden ve bilinen istatistik momentlere benzer olan büyüklüklerdir. L- momentleri olasılık ağırlıklı momentler “PWM” (Probability Weighted Moments) cinsinden hesaplanır, çünkü L-momentleri “PWM” lerin lineer fonksiyonlarıdır (Vogel, McMahon ve Chiew, 1993). “PWM” ler aşağıdaki fonksiyon ile ifade edilir.

$$\beta_r = E\{x[F_x(x)]^r\} \quad (2.12)$$

r: “PWM” in mertebesi;

$F_x(x)$; x 'n eklenik dağılım fonksiyonudur. $r = 0$ için β_0 taşkın debilerinin ortalamasına eşit olacaktır, kolaylık bakımından herhangi bir dağılım için olasılık ağırlıklı momentler aşağıdaki denklemlerle hesaplanır:

Genel denklem:

$$\beta_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N-r} \frac{\binom{N-j}{r} x_j}{\binom{N-1}{r}} \quad (2.13)$$

Buna göre

$$\beta_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j = \bar{x} \quad (2.14a)$$

$$\beta_1 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)x_j}{N(N-1)} \quad (2.14b)$$

$$\beta_2 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)(N-j-1)x_j}{N(N-1)(N-2)} \quad (2.14c)$$

$$\beta_3 = \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(N-j)(N-j-1)(N-j-2)x_j}{N(N-1)(N-2)(N-3)} \quad (2.14d)$$

X_j düzenlenmiş (büyüklük sırasına konmuş) örnekte j . Sıradaki taşkın debisi değeridir. Olasılık ağırlıklı momentlerin tarafsız tahminlerinin L-moment grafiklerinde ve bölgesel analizde kullanılması tavsiye edilmektedir.

L-momentleri olasılık ağırlıklı momentler kullanarak hesaplanabilir.

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (2.15a)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (2.15b)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (2.15c)$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 + \beta_0 \quad (2.15d)$$

Herhangi bir mertebeden L-momentleri hesaplamak için aşağıdaki genel denklem kullanılabilir.

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad (2.16)$$

Daha önce tanımlanan değişim katsayısı C_{vx} , çarpıklık katsayısı C_{sx} ve kurtosis

katsayısı K_s , L-momentlerinin oranları cinsinden yazılabilir (Bayazit ve Önöz,

2008):

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}; \text{ L-değişim katsayısı}; \quad (2.17)$$

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}; \text{ L-çarpıklık katsayısı}; \quad (2.18)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2}; \text{ L-Kurtosis katsayısı}; \quad (2.19)$$

2.2 Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımlar

Herhangi bir örnekten alınan gözlem sonuçlarından elde edilen frekans dağılımlarında mevcut bilgiye özlü olarak ifade edebilmek için bunları analitik olasılık dağılım fonksiyonlarına (o.d.f.) uydurmak gerekir. Her olasılık dağılım fonksiyonunun belirli sayıda parametresi vardır. Bu parametrelerin değerleri eldeki örnekten değişik yöntemler kullanılarak tahmin edilir. Bu çalışmada kullanılan taşkın analizleri için uygunluğu belirlenen dağılım aileleri açıklanacaktır (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.2.1 Normal ailesi

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

2.2.1.1 Normal dağılım

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

X normal rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \right)^2 \right] \quad (2.20)$$

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

Normal dağılım simetrik olup çarpıklık katsayısı sıfır ve kurtosis 3'dür. Dağılımın iki momenti μ_x ve σ_x^2 aynı zamanda parametrelerdir. Dağılımın L- momentleri:

$$\lambda_1 = \mu \quad (2.21)$$

$$\lambda_2 = 0,546 \quad \sigma = \pi^{1/2} \sigma \quad (2.22)$$

$$\tau_3 = 0 \quad (2.23)$$

$$\tau_4 = 0,1226 \quad (2.24)$$

dağılım parametreleri:

$$\mu = \lambda_1 \quad \text{ve} \quad \sigma = \pi^{1/2} \lambda_2 \quad (2.25)$$

normal dağılımın eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f.) analitik olarak elde edilmediğinden sayısal integrasyon yoluyla tablo haline getirilmiştir. Tek tip tablo hazırlayabilmek için rastgele değişken standart değişken (z) haline getirilmiştir.

$$z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (2.26)$$

Standart normal değişimin e.d.f. $\Phi(z)$, basit yaklaşımlar için $0 < z \leq 5$ aralığında aşağıdaki ifade ile belirlenebilir:

$$\Phi(z) = 1 - 0,5 \exp \left[- \frac{(83z + 351)z + 562}{703/z + 165} \right] \quad (2.27)$$

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

$$\Phi^{-1}(z) = z_{p=} \frac{p^{0,135} - (1 - p)^{0,135}}{0,1975} \quad (2.28)$$

Daha hassas bir yaklaşım $10^{-7} < p < 0,5$ aralığında

$$\Phi^{-1}(z) = z_{p=} - \sqrt{\frac{y^2[(4y + 100)y + 205]}{[(2y + 56)y + 192]y + 131}} \quad (2.29)$$

$y = -\ln(2p)$ 'dir (Maidment, 1992).

normal dağılım ile p olasılığına karşı gelen kuantil

$$x_p = \mu_x + Z_p \sigma_x \quad (2.30)$$

ifadesi ile hesaplanır (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.2.1.2 Log-Normal dağılım

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

$$Y = \ln(x) \quad (2.31)$$

2.31 denkleminden esas X değişkenine aşağıdaki ifade ile geçilir.

$$X = \exp(Y) \quad (2.32)$$

X lognormal değişkeninin eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f.):

$$\begin{aligned} F(x) &= P(X \leq x) = P[Y \leq \ln(x)] \\ &= P\left[\frac{Y - \mu_Y}{\sigma_Y} \leq \frac{\ln(x) - \mu_Y}{\sigma_Y}\right] = \Phi\left[\frac{\ln(x) - \mu_Y}{\sigma_Y}\right] \end{aligned} \quad (2.33)$$

ifadede Φ standart normal dağılımın e.d.f.'dur. Lognormal dağılımda çarpıklık ile değişim katsayısı arasında aşağıdaki ilişki mevcuttur.

$$C_{sx} = 3 C_{vx} + C_{vx}^3 \quad (2.34)$$

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

Lognormal dağılımın ilk iki momenti

$$\mu_x = \exp\left(\mu_Y + \frac{\sigma_Y^2}{2}\right) \quad (2.35)$$

$$\sigma_x^2 = \mu_x^2 [\exp(\sigma_Y^2) - 1] \quad (2.36)$$

X ve Y değişkeninin dağılımlarının momentleri arasındaki ilişki:

$$\sigma_Y = \left[\ln \left(1 + \frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2} \right) \right]^{1/2} \quad (2.37)$$

$$\mu_Y = \ln(\mu_x) - \frac{1}{2} \sigma_Y^2 \quad (2.38)$$

Son iki denklemle X 'in parametreleri kullanılarak μ_Y ve σ_Y hesaplanabilmektedir. Lognormal dağılımın ilk iki momenti μ_Y ve σ_Y^2 başka bir yaklaşımla, X_i değerlerinin logaritmaları alınarak

$$Y_i = \ln X_i \quad (2.39)$$

hesaplanabilir. Momentlerin bu yolla tahmini hem daha kolay hem de daha etkin tahminlerdir. Ancak örnekte çok küçük değerler olması halinde logaritmik dönüşümle bu değerlerin örnekteki etkisi arttırılmaktadır.

Dağılımın ikinci L- momentı:

$$\lambda_2 = \exp \left(\mu_Y + \frac{\sigma_Y^2}{2} \right) \operatorname{erf} \frac{\sigma_Y}{2} = 2 \exp \left(\mu_Y + \frac{\sigma_Y^2}{2} \right) \left[\Phi \left(\frac{\sigma_Y}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right) \right] \quad (2.40)$$

olup ifade 3 parametrelili lognormal için de geçerlidir (Maidment, 1992).

Verilen bir p olasılığı için X p kuantili

$$X_p = \exp(\mu_Y + z_p \sigma_Y) \quad (2.41)$$

İfadesi ile belirlenir (Bayazit ve Önöz, 2008; Bayazit ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.2.1.3 Üç-parametrelili Log-Normal dağılım:

Birçok durumda X rastgele değişkenin logaritmalarını almakla değişken normal dağılıma pek uymamaktadır.

Ancak X_0 gibi bir alt sınır değeri çıkarıldıktan sonra logaritmik dönüşüm yapıldığında değişken normal dağılıma uyabilmektedir.

$$Y = \ln(X - X_0) \quad (2.42)$$

X_0 alt sınır olup Y 'nin dağılımı normal dağılım olmaktadır.

$$X=X_0+\exp(Y) \quad (2.43)$$

olarak elde edilir.

X değişkeninin ilk iki momenti

$$\mu_x = X_0 + \exp\left(\mu_Y + \frac{1}{2}\sigma_Y^2\right) \quad (2.44)$$

$$\sigma_x^2 = [\exp(2\mu_Y + \sigma_Y^2)][\exp(\sigma_Y^2) - 1] \quad (2.45)$$

olup çarpıklık katsayısı

$$C_{sx} = 3\beta + \beta^3 \quad (2.46)$$

denklemden $\beta = [\exp(\sigma_Y^2) - 1]^{0.5}$ dir.

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

$$X_0 = \frac{X_{(1)}X_{(N)} - X_{med}^2}{X_{(1)} + X_{(N)} - 2X_{med}} \quad (2.47)$$

denklemden $X_{(1)}$, en büyük gözlemi, $X_{(N)}$ en küçük gözlemi ve X_{med} , medyan

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

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

Dağılımın birinci L-moment

$$\lambda_1 = \mu \quad (2.48)$$

olup λ_2 (2.40) ifadesi ile belirlenebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.2.2 GEV ailesi (Gumbel, GEV)

Hidrolojide karşılaşılan birçok olayın en büyük veya en küçük değerleri benzer özellik gösterir. Örneğin bir yıldaki en büyük debi, yağış veya en düşük debiler. Bu rastgele değişkenlerin dağılımlarının ekstrem değer dağılımlarından (general extreme value GEV) biri olabileceği Gumbel(1958), tarafından ileri sürülmüştür. İstatistiğin ekstrem değerler teorisine göre, bağımsız değişkenlerin sayısının sonsuza gitmesi halinde örneklerdeki en büyüklerin dağılımının ekstrem

değer dağılımlarından birine yakınsadığı kabul edilir. Bunlar Tip I, II ve III dağılımlarıdır.

Bu bölümde ilk olarak Gumbel dağılımı ele alınacaktır. EVI, Gumbel dağılımı olarak isimlendirilmektedir (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

2.2.2.1 Gumbel dağılımı

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

Gumbel dağılımının oyf ve eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f)

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-\xi}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x-\xi}{\alpha} \right) \right] \quad -\infty < x < \infty \quad (2.49)$$

$$F(x) = \exp \left[-\exp \left(-\frac{x-\xi}{\alpha} \right) \right] \quad (2.50)$$

α ve ξ dağılımın parametreleridir.

Dağılımın ortalama, varyans ve çarpıklık katsayısı:

$$\mu_x = \xi + 0,5772\alpha \quad (2.51)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\pi^2 \alpha^2}{6} \approx 1,645 \alpha^2 \quad (2.52)$$

$$C_{sx} = 1,1396 \approx 1,14 \quad (2.53)$$

Dağılımın L-momentleri:

$$\lambda_1 = \xi + 0,5772\alpha \quad (2.54)$$

$$\lambda_2 = \alpha \ln(2) \quad (2.55)$$

Moment oranları:

$$\tau_3 = 0,1699 \quad (2.56)$$

$$\tau_4 = 0,1504 \quad (2.57)$$

Dağılımın parametrelerinin tahmini:

$$\alpha = \frac{\lambda_2}{\ln(2)} = 1,443\lambda_2 \quad (2.58)$$

veya momentler yöntemi ile

$$\alpha = \frac{s_x \sqrt{6}}{\pi} = 0,7796 s_x \quad (2.59)$$

$$\xi = \bar{x} - 0,5772\alpha \quad (2.60)$$

L-momentler yöntemi ile yapılan tahminler, gözlemler gerçekten Gumbel dağılımına uygunsa daha üstündür. Maksimum olabilirlik yöntemi ise en başarılı parametre tahmin yöntemi olup, L-moment tahminlerinin kullanılması ile elde edilen kuantil tahminleri, şayet veriler dağılıma sınırlı bir uygunluk gösteriyorsa üstündür.

Gumbel dağılımının o.y.f., LN dağılımının $C_{sx} = 1.13$ olan dağılımına çok benzerdir. ξ ve α değişince Gumbel o.y.f.'nin merkezi hareket etmekle birlikte çarpıklık katsayısı sabit olduğundan biçimi değişmez.

Gumbel dağılımının edf kolayca invert edilebilir. p olasılığına karşı gelen kuantil (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

$$X_p = \xi - \alpha \ln[-\ln(F)] \quad (2.61)$$

2.2.2.2 Ekstrem değer dağılımı

Dağılımın genel hali olup EVI(Gumbel), II ve III tipini bir arada içerir. GEV olarak literatürde gösterilip edf

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - \frac{k(x - \xi)}{\alpha} \right]^{1/k} \right\} \quad (2.62)$$

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

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

Dağılımın momentleri

Momentler $\Gamma(.)$ gamma fonksiyonu ile verilmektedir.

$$\mu_x = \xi + \left(\frac{\alpha}{k} \right) [1 - \Gamma(1 + k)] \quad (2.63)$$

$$\sigma_x^2 = \left(\frac{\alpha}{k} \right)^2 \{ \Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2 \} \quad (2.64)$$

$k > -0.5$ için σ_x^2 mevcuttur.

Çarpıklık:

$$C_{sx} = \frac{-\Gamma(1 + 3k) + 3\Gamma(1 + k)\Gamma(1 + 2k) - 2\Gamma^3(1 + k)}{[\Gamma(1 + 2k) - \Gamma^2(1 + k)]^{3/2}} \quad (2.65)$$

Sign(k), ifadenin k 'nın işareti ile çarpılacağını göstermektedir. $\Gamma(.)$ fonksiyonu yaklaşık olarak aşağıdaki ifadeden elde edilebilir veya verilmiş tablolardan hesaplanabilir.

$1 \leq \delta \leq 0$ olmak üzere

$$\Gamma(1 + \delta) = 1 + \sum_{i=1}^5 a_i \delta^i + \varepsilon \quad (2.66)$$

$$a_1 = -0.5748646$$

$$a_2 = 0.9512363$$

$$a_3 = -0.6998588$$

$$a_4 = 0.4245549$$

$$a_5 = -0.1010678$$

$$|\varepsilon| \leq 5 \cdot 10^{-5}$$

Daha basit bir yaklaşımla

$$\Gamma(1 + w) = w\Gamma(w) \quad 0 < w < 1 \quad (2.67)$$

tam sayı w'ler için

$$\Gamma(1 + w) = w! \quad (2.68)$$

Dağılımın L-momentleri:

$$\lambda_1 = \xi + \frac{\alpha}{k} \{1 - \Gamma(1 + k)\} \quad (2.69)$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{k} (1 - 2^{-k}) \Gamma(1 + k) \quad (2.70)$$

Moment oranları

$$\tau_3 = \left\{ \frac{2(1 - 3^{-k})}{(1 - 2^{-k})} - 3 \right\} \quad (2.71)$$

$$\tau_4 = \frac{1 - 5(4^{-k}) + 10(3^{-k}) - 6(2^{-k})}{1 - 2^{-k}} \quad (2.72)$$

Dağılımın parametrelerinin tahmini:

L-momentleri cinsinden

$$k = 7.8590 c + 2.9554 c^2 \quad (2.73)$$

k'nın tahmininin ortalaması sıfır, varyansı $\text{var}(k) = 0.5633/N$

$$\alpha = \frac{k\lambda_2}{\Gamma(1+k)(1-2^{-k})} \quad (2.74)$$

$$\xi = \lambda_1 + \frac{\alpha}{k} [\Gamma(1+k) - 1] \quad (2.75)$$

$$c = \frac{2\lambda_2}{\lambda_3 + 3\lambda_2} - \frac{\ln(2)}{\ln(3)} = \frac{2\beta_1 - \beta_0}{3\beta_2 - \beta_0} - \frac{\ln(2)}{\ln(3)} \quad (2.76)$$

Herhangi bir p olasılığı için kuantil aşağıdaki ifade kullanılarak bulunabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008; Bayazıt ve Yeğen Oğuz, 2005).

$$X_p = \xi + \frac{\alpha}{k} \{1 - [-\ln(F)]^k\} \quad (2.77)$$

2.2.3 Pearson tip III ailesi (Pearson tip III, Log-pearson tip III)

Hidrolojide ve özellikle taşkın hidrolojisinde Pearson tip III ve Log-pearson tip III dağılımları sıklıkla kullanılmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.2.3.1 Pearson tip III (P3):

$$f(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp[-\beta(x - \xi)]}{\Gamma(\alpha)} \quad (2.78)$$

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

$X > \xi$ için $C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}}$ ve $x < \xi$ için $C_{sx} = \frac{-2}{\sqrt{\alpha}}$ dır. Ayrıca, $\beta > 0$ ve $\xi = 0$ için $C_{vx} = 2CV_x$ olup dağılım Gamma dağılımına indirgenir. Sabit ortalama ve varyans için limit halinde, α sonsuza giderken çarpıklık sıfıra gider ve Pearson Tip III dağılımı normal dağılıma dönüşür. Yine $\alpha = 1$ ve $C_{sx} = 2$ için 2 parametrelilik eksponansiyel dağılım elde edilir.

Dağılımın momentleri:

$$\mu_x = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \quad (2.79)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\alpha}{\beta^2} \quad (2.80)$$

Dağılımın L-momentleri

$$\lambda_1 = \xi + \frac{\alpha}{\beta} \quad (2.81)$$

$$\lambda_2 = \frac{\Gamma(\alpha+0,50)}{\sqrt{\pi}\beta\Gamma(\alpha)} \quad (2.82)$$

Dağılımın parametrelerinin tahmini:

Momentler yöntemi ile

$$\alpha = \frac{4}{C_{sx}^4} \quad (2.83)$$

$$\beta = \frac{2}{\sigma_x C_{sx}} \quad (2.84)$$

$$\xi = \mu_x - \frac{\alpha}{\beta} = \mu_x - \frac{2\sigma_x}{C_{sx}} \quad (2.85)$$

Pearson Tip III dağılımının e.d.f. elde edilememekte tablolar veya bazı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Çizelgesi A.1(EK A.1), çarpıklığa bağlı olarak K (frekans faktörü) değerini vermektedir. Ortalaması sıfır, varyansı 1 olan standart P3 değişkeninin çarpıklığa bağlı olarak çeşitli p kuantilleri bu çizelgeden okunarak

$$X_p = \mu + \sigma K_p(C_{sx}) \quad (2.86)$$

hesaplanabilir.

Frekans faktörü kullanılarak yukarıdaki denklem kullanıldığında dağılımın parametrelerini hesaplamaya gerek yoktur. Ortalama ve standart sapma kullanılarak X_p kuantili hesaplanabilmektedir.

K frekans faktörü verilerden alınabileceği gibi

$$0.01 \leq p \leq 0.99 \quad \text{ve} \quad |C_{sx}| < 2 \quad \text{için}$$

Wilson-Hilferty transformasyonu ile aşağıdaki ifadeden güvenilir bir şekilde hesaplanabilir.

$$K_p(C_{sx}) = \frac{2}{C_{sx}} \left(1 + \frac{C_{sx} z_p}{6} - \frac{C_{sx}^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{C_{sx}} \quad (2.87)$$

z_p , standart normal dağılım için p kuantilindeki standart değişkendir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.2.3.2 Log-Pearson tip III (LP3):

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

$$Y=\ln(X) \quad (2.88)$$

için

$$X=\exp(Y) \quad (2.89)$$

α biçim, β ölçek ve ξ yer parametresi olmak üzere dağılımın oyf:

$$f(x) = |\beta|[\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{\exp\{-\beta[\ln(x) - \xi]\}}{\alpha\Gamma(\alpha)} \quad (2.90)$$

$\beta < 0$ için $0 < x < \exp(\xi)$ olup ξ üst sınır $\beta > 0$ için $\exp(\xi) < x < \infty$ ξ alt sınır olmaktadır. Dağılım momentleri:

$$E(x^r) = e^{r\xi} \left(\frac{\beta}{\beta-r} \right)^\alpha \quad (2.91)$$

$\beta > r$ veya $\beta < 0$ için

$$\mu_x = e^\xi \left(\frac{\beta}{\beta-r} \right)^\alpha \quad (2.92)$$

ve

$$\sigma_x^2 = e^{r\xi} \left[\left(\frac{\beta}{\beta-r} \right)^\alpha - \left(\frac{\beta}{\beta-r} \right)^{2\alpha} \right] \quad (2.93)$$

Çarpıklık katsayısı

$$C_{sx} = \frac{E[x^3] - 3\mu_x[x^2] + 2\mu_x^3}{\sigma_x^3} \quad (2.94)$$

Bu dağılım U.S Water Resources Council tarafından Amerika ve Avusturalya'da taşkınların dağılımı olarak kullanılması tavsiye edilmiştir. Herhangi bir p olasılığı için X_p kuantilinin bulunabilmesi için verilerin logaritmalarına Pearson Tip III dağılımı uydurulur.

$$Y = \mu_Y + \sigma_Y K(C_s) \quad (2.95)$$

hesaplanır ve esas değişkene

$$X_p = \exp(Y_p) \quad (2.96)$$

dönüşümü ile geçilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

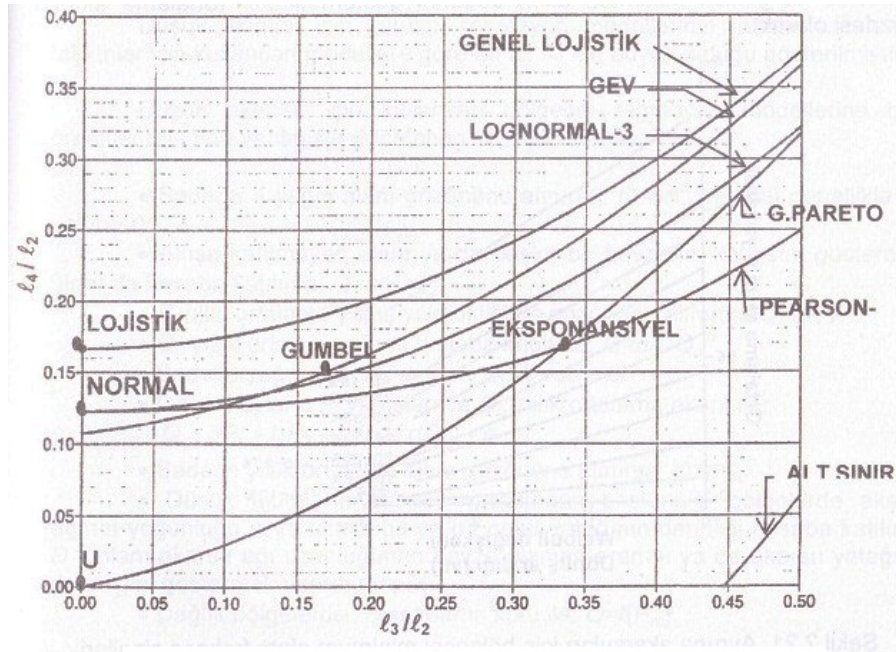
2.3 İstatistik Testler

Eldeki gözlem sonuçlarına en iyi uyan olasılık dağılım fonksiyonu istatistik yöntemler kullanarak belirlenebilir. Dağılımların gözlemlere uygunluğunu kontrol etmek için çeşitli testler kullanılır.

Yapılacak istatistik testler Kolmogorov-Smirnov (K-S), PPCC (Probability Plot Correlation Coefficient) χ^2 (ki-kare), L-moment ve Anderson-Darling (AD) testleridir. Bu çalışmada L-momentler, PPCC ve K-S testi kullanılarak en uygun dağılımı bu havza için belirleyeceğiz.

2.3.1 L-moment testi

L-Momentler bir çok olasılık dağılımı için hesaplanmıştır. Üç parametrelili dağılımlar için (13/12) ve (14/12) değerleri şekil 2.2 üzerine işaretlenir. İşaretlenen nokta hangi dağılımın eğrisine en yakınsa o dağılımın uygun olduğu kabul edilebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).



Şekil 2.2 : Üç parametrelili dağılımlar için L-momentleri diagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.3.2 K-S testi

Gözlenen bir eklenik frekans dağılımının teorik bir dağılıma uygunluğunun kontrolünde kullanılan Kolmogorov-Smirnov testinde test istatistiği:

$$D=\max|F(x_i)-F^*(x_i)| \quad (2.97)$$

Burada $F(X_i)$ seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun x_i 'e karşı gelen ordinatıdır. $F^*(x_i)$ ise gözlenen düzenlenmiş örnekten $F^*(x_i)=i/N$ formülüyle hesaplanan eklenik frekans dağılımının ordinatıdır. D istatistiği gözlenen ve teorik dağılımların arasındaki farkların en büyüğü olup dağılımın örnekteki N eleman sayısına bağlıdır.

$F(x_i)$ eklenik dağılım fonksiyonu GEV ve Gumbel dağılımı için 2.50 ve 2.62 denklemlerini kullanarak hesaplanır ve Normal, Log normal ve üç parametrelili Log normal için eklenik dağılım fonksiyonu(e.d.f) analitik olarak elde edilmediğinden sayısal integrasyon yoluyla tablo halinde getirilmiştir. Tek çizelge hazırlayabilmek için rastgele değişken standard değişken (z) haline getirilmiştir.

Bu dağılımlarda eklenik dağılım fonksiyonunu elde etmek için her bir x_i için z değerini hesaplayıp ve z çizelgesinden (EK A.1-Çizelge A.4) $F(x_i)$ değeri okunur. Seçilen dağılımın parametrelerinin değerlerinin örnekteki verilerden bağımsız olarak seçilmesi halinde Δ test istatistiği için kritik Δ_α değerleri örnekteki n eleman sayısı ve α aşılma olasılığına bağlı olarak Chowdhury ve diğ.(1991) hazırladığı EK A.1'deki Çizelge A.2'den alınabilir.

Pratikte hemen her zaman yapıldığı gibi dağılımın parametrelerinin örnekteki verilerden hesaplanması halinde ise kritik değer bir miktar küçüktür. Bu durumda Δ_α değerleri seçilen dağılıma bağlıdır. Normal dağılım ve Gumbel dağılımı için Crutcher(1975) in hazırladığı EK A.1 'deki Çizelge A.3 kullanılabilir (Bayazıt, 1996). K-S den elde edilen Δ istatistik değeri 5% anlamlılık düzeyine ait kritik değerlerden küçük ise seçilen dağılımın gözlem sonuçlarına uyduğu kabul edilecek, aksi halde reddedilecektir.

2.3.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC testi)

PPCC testi, X^2 (ki-kare) ve Kolmogorov-Smirnov (K-S) testlerinden daha kuvvetlidir. Yani sıfır hipotezinde seçilen dağılımın gerçekte toplumun

dağılımından farklı olması halinde sıfır hipotezinin kabul edilmesi olasılığı büyüktür (Bayazıt, 1996).

Bu testte iki rastgele değişken arasındaki doğrusal(lineer) bağımlılığın bir ölçüsü olan r korelasyon katsayısı test istatistiği olarak kullanılır. Bu test gözlenen sonuçlar(x_i) ile seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun invers değeri(istatistik medyan) arasındaki doğrusal bağımlılığı araştırır.

Bu testte gözlenen sonuçları(x_i) artan sırada düzenleyip ($x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_N$) ve düzenlenmiş örnekteki her bir (x_i) elemanı için $F(x_i)$ küçük kalma olasılığı çeşitli dağılım için 2.98 denklemi ile hesaplanır.

$$F(x_i) = \frac{i - a}{n + 1 - 2a} \quad (2.98)$$

bu bir amprik denklemdir ve i her x_i nin sıra sayısı, n gözlem sayısı ve a için seçilmesi uygun olan değer rastgele değişkenin dağılımına bağlıdır. Normal ve log normal dağılımı için $a=0,375$ (Blom) veya $a=0,40$ (cunnane) alınmalıdır. Ekstrem değer dağılımları için $a=0,44$ (Gringorten) değeri, gamma dağılımları için $a=0,50$ değeri uygundur.

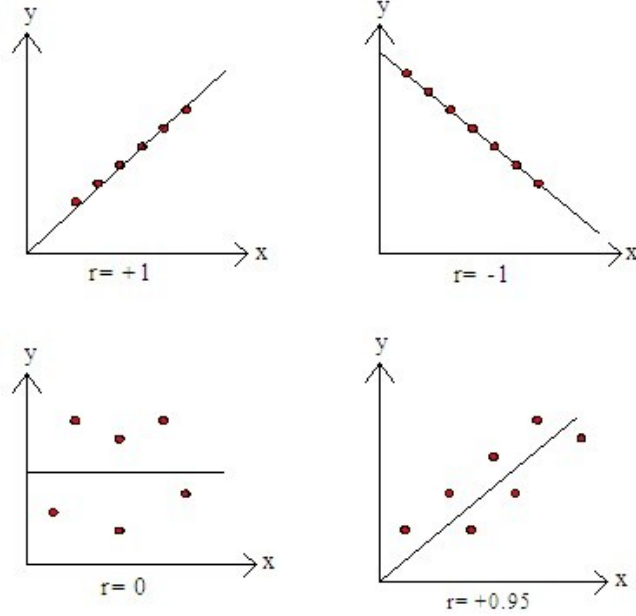
$F(x_i)$ değerini hesapladıktan sonra rastgele değişkenin hangi dağılıma uyduğunu araştırmak için her bir $F(x_i)$ olasılığına karşı gelen z_i standart normal değişken değeri z tablosundan bulunur. Bu şekilde belirlenen x_i ve z_i çiftleri arasında $r_{x,z}$ korelasyon katsayısı hesaplanır. Normal , lognormal ve üç parametrelili lognormal için bu katsayının değerinin α anlamlılık düzeyine ve örnekteki N eleman sayısına bağlı olarak EK A.1'deki Çizelge A.5'de verilen r_{kr} değerlerinden büyük olması halinde verilerin normal dağılıma uyduğu hipotezi kabul edilir ve küçük olması halinde reddedilir. GEV ve Gumbel dağılımı için EK A.1'deki Çizelge A.6'da ve Pearson tip III ve log-Pearson tip III dağılımları için Vogel ve McMartin(1991)' de r değeri verilmiştir (Bayazıt,1996; Bayazıt, Yeğen Oğuz, 2005).

2.4 Korelasyon Katsayısı

İki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin derecesi “ r ” ile gösterilen korelasyon katsayısı ile ölçülür. Korelasyon katsayısı iki değişkenin değişimlerinin ne kadar uygun olduğunun bir ölçüsüdür ve değeri -1 ile $+1$ arasında değişir($-1 \leq r \leq +1$).

$r = 0$ olduğunda değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığı söylenir. $r = +1$ ise pozitif tam doğrusal ilişki, $r = -1$ ise negatif tam doğrusal ilişki var demektir.

Şekil 2.3’de bu durumlar gösterilmektedir.



Şekil 2.3 : Korelasyon katsayısının tanımı (Url-4).

Korelasyon katsayısı geliştirilen değişik formüller yardımıyla hesaplanmaktadır. Aşağıda verilen formül bunlardan bir tanesidir (Url-4):

$$r = \frac{n \times \sum xy - (\sum x) \sum y}{\sqrt{n \times \sum x^2 - (\sum x)^2} \times \sqrt{n \times \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (2.98)$$

2.4.1 Korelasyon katsayısı ile ilgili hipotez testleri

Korelasyon katsayısı ile iki değişken arasındaki ilişki ölçülmekte, katsayı sıfıra yakın çıkarsa ilişkinin zayıf, bire yakın çıkarsa ilişkinin kuvvetli olduğu söylenebilmektedir. r değerlerinin istatistik açıdan bir anlam taşıyıp taşıyamayacağı konusunda bazı testler uygulanmaktadır. Örneğin alındığı ana kütleyi iki değişkenli ve normal dağılıma sahip bir ana kütle olarak kabul edersek, ana kütle ile ilgili bir teorik korelasyon katsayısının ρ (rho) bulunduğunu ve bunun örnek korelasyon katsayısı r ile tahmin edilebileceği söylenebilir.

$\rho = 0$ ise r ’nin dağılımı simetrik olmakta ve t dağılımına uymaktadır. $\rho \neq 0$ durumunda ise dağılım asimetrik olacaktır. Korelasyon katsayısının anlamlılığını

ölçmek için t testini uygulanabilir. $\rho = 0$ şeklindeki sıfır hipotezinin testi için aşağıdaki formülü kullanılır:

$$t = \frac{r \times \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2.99)$$

İstatistik ve matematik notlarının verildiği örneği ele alırsak hipotezler aşağıdaki gibi olacaktır (Url-4):

H₀ : $\rho = 0$ ana kütlede x ve y değişkenleri arasında ilişki yok.

H₁ : $\rho \neq 0$ ana kütlede x ve y değişkenleri arasında ilişki var.

2.5 Trend (Gidiş) Analizi

Trend bir rastgele değişkenin değerlerinde zamana bağlı olarak bir değişimin (azalma/artma) olmasıdır. Trendin incelenmesinde parametrik ya da parametrik olmayan çeşitli istatistik testler kullanılır. T ve F testleri parametrik testlerdir. Sıra dönüşüm testi, sıra-toplam testi, Mann-Kendall testi ise parametrik olmayan testlere örnek olarak verilebilir. Analiz için parametrik olmayan testler tercih edilir. Bunun nedeni gözlemlerin kısa süreli, düzensiz ve çarpık olması gibi olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktır. Bu testler, toplumun rastgele değişkeninin dağılımından ve parametrelerinden bağımsızdır. Test istatistiği verilerin düzenlenmiş örnekteki sıraları ile ilgilidir. En çok kullanılan parametrik olmayan test Mann-Kendall testi'dir (Önöz, 2010).

2.5.1 MANN-KENDALL Trend analizi

Mann Kendall testi nonparametrik bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Test, korelasyon katsayısı τ 'nın hesaplaması esasına dayandığı için Kendall τ istatistiği olarak da bilinir. Değişkenlerin değerleri değil, büyüklük sırası önemlidir. Bu test ile bir zaman serisinde trend olup olmadığı sıfır hipotezi ile; " H_0 : trend yok" ile kontrol edilmektedir (Bayazıt,1996).

Testin uygulanacağı zaman serisi $x_1, x_2, \dots, x_n$ de x_i, x_j çiftleri iki gruba ayrılır. $i < j$ için $x_i < x_j$ olan çiftlerin sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çiftlerin sayısı M ile gösterilirse test istatistiği $S = P - M$ şeklinde tanımlanır. Kendall korelasyon katsayısı :

$$\tau = S / [n(n-1) / 2] \quad (2.100)$$

Bu şekilde hesaplanan korelasyon katsayısının değeri -1 ile 1 arasında değişir. Sonucun 0 olması değişkenlerin bağımsız olduğunu, mutlak değerin 1 olması ise değişkenlerin bağımlı olduklarını ifade eder. Trend olduğu zaman S değerinin pozitif olması artan bir trend ve aksi taktirde azalan bir trend olduğu gösterilmektedir.

$n \leq 10$ için S 'in aşılması (küçük kalması) olasılığı p olan $x(-x)$ değerleri tablo halinde verilmiştir. $n \geq 10$ için

$$\mu_s = 0 \quad \sigma_s = \sqrt{n(n-1)(2n+5)/18} \quad (2.101)$$

olmak üzere,

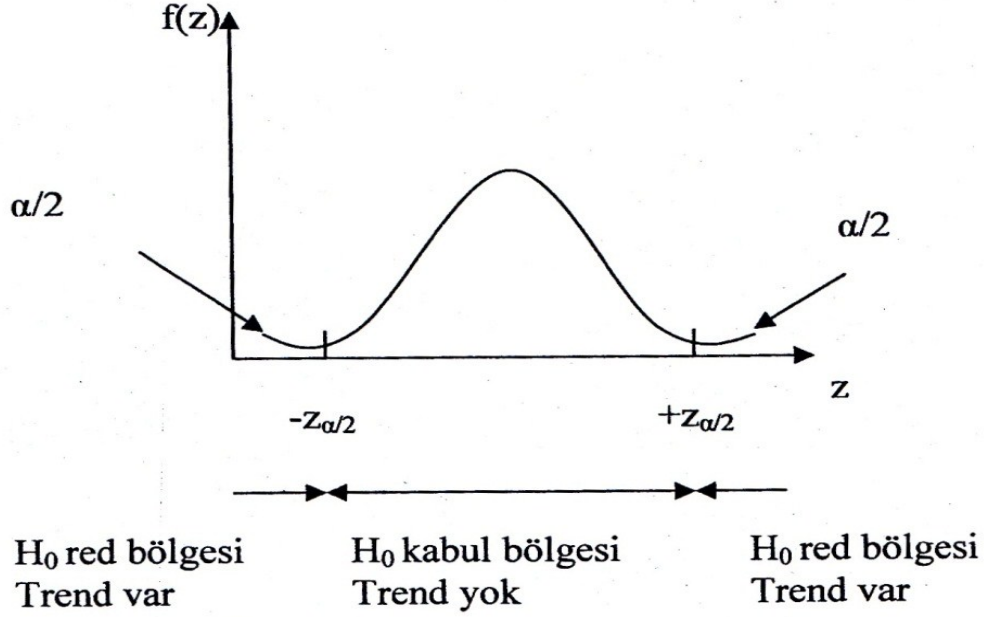
$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \quad (2.102)$$

Şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_s aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] / 18} \quad (2.103)$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa $t_i=5$, 3 gözlem aynı değerde ise $t_2=3$ ve ayrıca değerleri aynı olan 2 gözlemlik iki grup bulunuyorsa $t_3=2$, $t_4=2$ alınacaktır. Yukarıda anlatıldığı şekilde hesaplanan Z 'nin mutlak değeri seçilen α anlamlılık düzeyine karşı gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ değerinden küçükse sıfır hipotezi kabul edilmekte incelenen zaman serisinde trend olmadığı sonucuna varılmaktadır (Önöz, 2010).

Mann-Kendall testi H_0 hipotezinin kabul ya da reddedilmesi esasına dayanır. Gözlenen değerlerde bir trendin olmadığı sonucuna varılması durumunda H_0 hipotezi kabul edilmektedir. Gözlenen değerlerde bir trendin olması durumunda ise H_0 hipotezi kabul edilmemektedir. Hipotezin kabul ve ya reddedilmesinde seçilen anlamlılık düzeyinin önemi büyüktür. Bu çalışmada anlamlılık düzeyi 0,05 seçilmiştir. Buna göre trendin olmadığı sonucuna varıldığı durumda, trendin bulunma olasılığı %5' tir (Önöz, 2010).



Şekil 2.4 : Mann-Kendall hipotezleri (Cebe, 2007).

$\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi için $Z_{\alpha/2}=0,025$ değeri Çizelge A.7’de verilen t student çizelgesinde 1,96 olarak okunur ve denklemden hesapladığımız z değeri ile karşılaştırılıp H_0 hipotezi kabul ve ya reddedilir.

2.6 Bölgesel Taşkın Frekans Analizi

Bölgesel analiz bir anlamda bir istasyondaki verilerin sayısının çoğaltılmasına karşı gelir. Böylece daha büyük bir örnek analiz edilmiş gibi olur ve istatistik örnekleme hatası daha küçük olan tahminler yapılabilir.

2.6.1 Bölgesel analizin amacı ve yararları

Taşkın debisi gibi bir rastgele değişkenin istatistik özelliklerini belirlerken tek bir istasyonda ölçülen değerleri kullanmak her zaman yeterli olmaz. Eldeki verilerin az sayıda olması halinde söz konusu istasyonla homojen olan bir bölgedeki istasyonların ölçüm sonuçlarını da gözönüne almak yararlı olur. Bunun için istatistik açıdan homojen bölgeyi belirlemek gerekir. Böyle bir bölgede taşkın debisinin boyutsuz istatistik parametrelerinin değişmediği kabul edilmektedir. İstatistik açıdan homojen bir bölgede bütün istasyonlardaki verilerin bir arada istatistik analizine bölgesel analiz denir.

Hidrolojik bölgesel analizin hidroloji çalışmalarındaki yeri son yıllarda daha büyük

önem kazanmıştır. Bu konuda çok sayıda araştırma ve yayın yapılmaktadır. Böylece hidrolojik çalışmalarda karşılaşılan en büyük problemlerden biri olan verilerin yetersizliğine çözüm bulmak amaçlanmaktadır.

Bölgesel analiz için çeşitli yöntemler önerilmiştir. Öncelikle istatistik açıdan homojen bir bölgenin belirlenmesi gerekir. Bunun için çeşitli düşünceler ileri sürülmüş ve istatistik testler geliştirilmiştir. Bu testler bölgedeki bir istasyondaki verilerin diğer istasyonlardakilerden farklarının istatistik açıdan anlamlı olup olmadığını kontrol eder. Aralarında anlamlı istatistik farklar bulunmayan veriler bölgesel analize katılabilir.

Göz önüne alınan istasyonla ilişkili istatistik açıdan homojen bir bölge belirlendikten sonra bu bölgedeki istasyonların verileri bir arada analiz edilerek taşkın debisinin bölgesel ortalama istatistik özellikleri (olasılık dağılımı, ortalama, standart sapma, belli bir aşılma yüzdesine karşı gelen kuantil gibi) belirlenir. Bölgesel ortalamalardan bölgedeki bir istasyondaki değerlere geçilebilir.

Bölgesel analiz hidrolojide en çok taşkın frekans analizinde kullanılmıştır. Bu amaçla geliştirilen yöntemlerin birçok uygulaması yapılmıştır. İleride bölgesel analizin düşük akımlar ve diğer hidrolojik büyüklüklerle ilgili olarak da geniş uygulama alanları bulacağı düşünülmektedir. Yağışın alan üzerinde dağılımı orografik etkiler dışında oldukça üniform olduğundan yağışlar için bölgesel analiz uygulamak daha kolaydır. Buna karşılık havzanın topografyası ve jeolojisinin de etkileri girdiğinden taşkın frekans analizine ve özellikle düşük akımların analizine uygulamada daha büyük güçlüklerle karşılaşılır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.6.2 Homojen bölgenin belirlenmesi

Bir bölgedeki istasyonların hidrolojik verilerinin taşıdığı bilgileri bir araya getirerek analiz edebilmek için bölgenin meteorolojik, jeolojik ve jeomorfolojik açılardan benzer yapıda (homojen) olması gerekir. Araştırmalar bölge tam olarak homojen olmasa bile bölgesel analizin çoğu zaman tek bir istasyondaki verilerin analizine göre daha güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir. Yine de en iyi tahminlerin yapılabilmesi için olabildiğince homojen bir bölge belirlemek gerekir.

Homojen bölgenin birbirine coğrafi olarak yakın istasyonlardan oluşması gerektiği düşünülebilirse de bu her zaman doğru olmayabilir. Bitişik iki havzada bile havza

karakteristikleri çok farklı olabilir. Coğrafi özelliklerin (enlem, boylam) yanında kot, ortalama yıllık yağış, havza alanı, zemin cinsi gibi diğer jeomorfolojik, jeolojik ve meteorolojik özelliklerin de dikkate alınması gerekir. Ayrıca, istasyonların birbirine çok yakın olduğu bir bölgenin seçilmesi halinde istasyonlardaki ölçümler arasında yüksek korelasyonlar bulunacağından bölgesel analizle sağlanan bilgide büyük bir artış olması beklenemez.

Bölgesel analizde homojen bölgenin belirlenmesi en güç ve kişisel yargılara en açık olan yandır. Bu nedenle bu konuda çok sayıda yöntem önerilmiştir. Homojen bölgeyi belirlerken istasyonlarda ölçülen taşkınların istatistik özelliklerini (değişim katsayısı gibi) değil, fiziksel karakteristiklerini (kot, havza alanı, ortalama yağış yüksekliği) göz önüne almak daha doğru olur. İstatistik özellikler homojen bölge belirlendikten sonra bir istasyonun bu bölgeye ait olup olmadığına karar verirken kullanılmalıdır (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Wiltshire (1986) homojen bölgelerin belirlenmesi için aşağıdaki yöntemi önermiştir:

1. Önce istasyonlar fiziksel bir karakteristik (havza alanı, ortalama yıllık yağış, kot gibi) göz önüne alınarak gruplandırılır. M adet istasyon bu karakteristiğin o istasyon için değerine göre, yapılan bir kabulde $p(2,3,...)$ adet gruba ayrılır. Gruplara ayırırken bir yerine birkaç fiziksel karakteristiği göz önüne almak da mümkündür.

2. En iyi gruplandırma şekli taşkın debisinin değişim katsayısına göre belirlenir. Bunun için her istasyonda C_{vx} boyutsuz değişim katsayısı

$$C_{vx} = s_x / \bar{x} \quad (2.104)$$

hesaplanır.

3. Her bir grup için C_{vx} 'nin örnekleme dağılım varyansı

$$\bar{C}_v^2 (1 + 2\bar{C}_v^2) / 2n \quad (2.105)$$

olan normal dağılımı hesaplanır.

Bu dağılımda sıfır hipotezinin 0,05 anlamlılık düzeyinde kabul bölgesi

$$\bar{C}_v \mp 1,96[\bar{C}_v^2 (1 + 2\bar{C}_v^2) / 2n]^{0,5} \quad (2.106)$$

olur.

4. İstasyonlar o şekilde gruplandırılmalıdır ki grubun en büyük ve en küçük C_v değeri o grubun örnekleme dağılım varyansının sınırları içinde yer alsın.
5. İki bölgedeki ortalama C_v dağılımlarının aynı toplumdan gelmeleri halinde

$$F = \bar{C}_1^2 / \bar{C}_2^2 \quad (2.107)$$

istatistiğinin dağılımı serbestlik dereceleri n_1-1 , n_2-1 olan F dağılımı olduğu bilindiğine göre F dağılımı tablosunu kullanarak seçilen gruplama şeklinin istatistik açıdan anlamlı olup olmadığı araştırılır. Bunun için hesaplanan F istatistiğinin tablodan okunan $F_{0.05}$ kritik değerini aşması istenir.

6. Böylece en iyi gruplama şekli belirlenip anlamlı olduğu sonucuna varıldıktan sonra her bir grup içindeki istasyonların homojen olup olmadığı test edilir. Bir grup içindeki j . istasyonda değişim katsayısı C_{vj} , grup için ortalama değişim katsayısı $\bar{C}_{vj}$, j . istasyonda değişim katsayısının örnekleme varyansı $\text{Var}(C_{vj})$ ile gösterilirse

$$S = \sum_j \frac{(C_{vj} - \bar{C}_{vj})^2}{\text{var}(C_{vj})} \quad (2.108)$$

istatistiğinin dağılımının serbestlik derecesi “gruptaki istasyon sayısı-1” olan χ^2 dağılımı olduğu bilindiğine göre, her bir grup için hesaplanan S değerinin tablodan okunan $X_{0.05}^2$ kritik değerinden küçük olması istenir. Bu koşul sağlanmazsa o gruptaki bazı istasyonları çıkararak test tekrarlanır.

7. Bu testlerin olumlu sonuc vermesi halinde belirlenen her bir gruptaki istasyonların homojen birer bölge oluşturduğu kabul edilebilir.

Homojen bölgelerin belirlenmesinde kümeleme (cluster) analizi, faktör analizi, temel bileşenler (principal components) analizi gibi çok değişkenli istatistik analiz yöntemleri de kullanılmıştır (Hosking ve Wallis, 1997; Bayazıt, 2006).

Homojen bölgeler belirlendikten sonra bir bölgedeki bütün istasyonların homojen kabul edilebileceği istatistik testlerle kontrol edilir. Bunlardan biri yukarıda anlatılan S istatistiğine dayanan testtir (Bayazıt ve Önöz, 2008).

Homojen olduğu düşünölen bir bölgede istatistik testler bunu doğrulamazsa bölgeyi alt bölgelere bölerek ya da bazı istasyonları bölgeden çıkararak homojen bölge yeniden belirlenir ve testler tekrarlanır. Homojen bölgelerin seçilmesinde sadece istatistik düşöncelerle yetinilmemeli, fiziksel karakteristiklere öncelik verilmelidir.

2.7 Mevsimsellik Öölçümleri

Hidroloji ve su kaynakları mühendisliğinin pek çok uygulanmasında; mevsimsel akış tahminlerinde, dere yatağı taşkın korumalarında, taşkın yönetiminde ve su kaynakları altyapı çalışmalarında, taşkın mevsimselliğı bilgisi gerekir (Cundelik ve diğ., 2004). Taşkın mevsimselliğı, su kaynakları kontrolü ve değeriendirmesi amacıyla planlanacak olan tüm inşaat projelerinin, hazırlanması sırasında kullanılan bir bilgidir.

İlkbahar ve yaz'ın ilk dönemlerinde büyük ölçüde kar erimelerinden kaynaklanan debi yoğunluğu sadece taşkınların değeri, sulama için gerekli büyük miktardaki suyun ve yaz dönemi boyunca enerji üretiminde kullanılabilecek olan suyun kaybına sebep olmaktadır. Bu bağlamda dağılık olan İran'ın Güney Batısında, Büyük Karun Havzası ülkenin en önemli su potansiyeline sahip bir bölgesidir ve, enerji üretimi, taşkın kontrolü, biriktirme haznelerin bölgesi olarak işletmelerinde kullanmak üzere, bölgedeki kar erimelerinin mevsimsellik tahmini de ayrıca büyük önem arz etmektedir.

Tüm dünyada olduğı gibi, İran'da da gözlenmiş akım değeriilerinin kayıtları bulunmayan bölgelerde, su kaynakları yöntemine yönelik bir çalışma yapılması gerektiğinde, bölgeye ait projelendirme temellerini teşkil edecek olan taşkın değeriilerine ulaşmak, büyük bir önem taşır.

Taşkınların düzenliliğı ve oluş zamanlaması, hidrolojik olarak havza benzerliğinin bir büyüklüğü olarak kullanılabilmektedir. Taşkınların zamanlama ve mevsimsellik benzerlikleri gözlenen istasyonlarda, fiziki, coğrafi ve meteorolojik olarak da benzerlikler beklenebilir.

2.7.1 Açısai Mevsimsellik Analiz

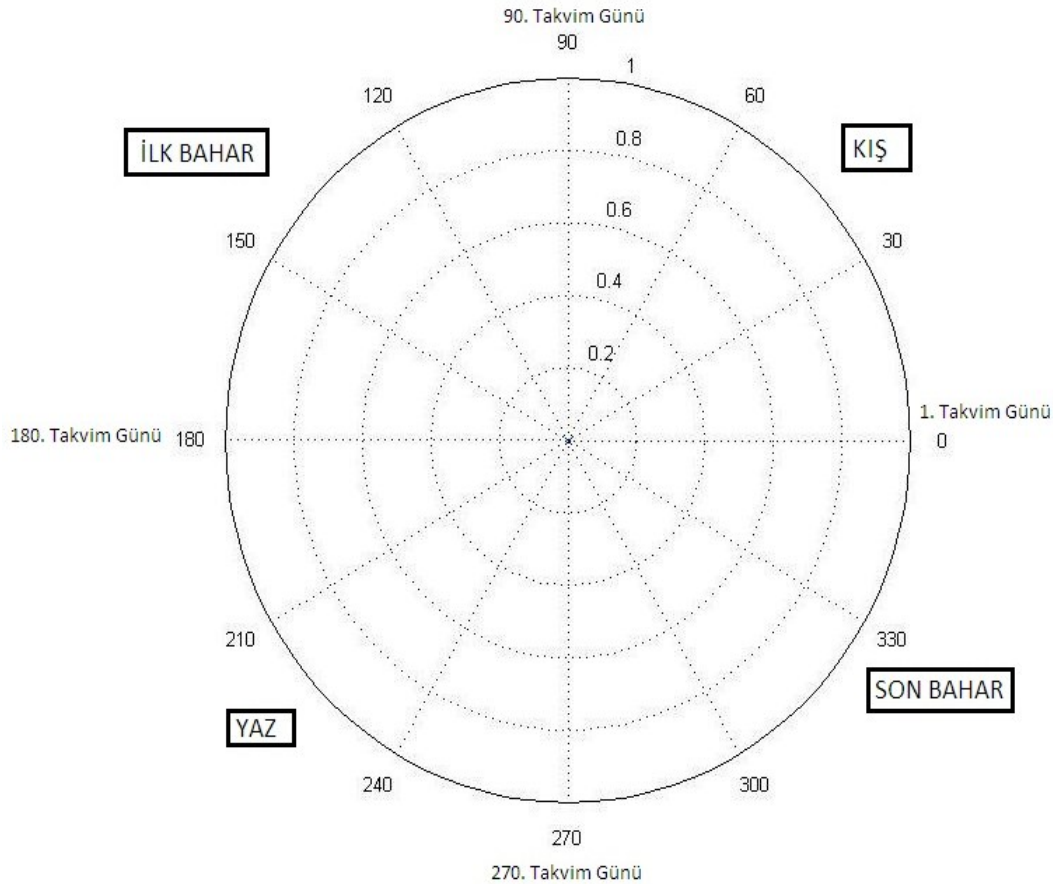
Bölgeselleştirme analizlerinde kullanılan homojen havzalar dikkete alınırken, coğrafi komşuluktan ziyade hidrolojik açıdan benzerlikleri dikkete alınır ve bu

yöntemde, havza homojenliğinin tespitinde taşkın karakteristikleri ve gerçekleşme zamanları kullanılmaktadır (Burn ve Goel, 1997).

Mevsimsellik analizi yapılan istasyonlarda, taşkın kaydı bulunan her yıl için yıllık taşkın gözlenme tarihlerini, radyan cinsinden açısal değeri olarak ifade edebilmek için, takvim günü, 1 Ocak tarihini yılın 1. Günü ve 31 Aralık tarihini, yılın 365 günü olarak alır ve aşağıdaki denklemle hesaplanır:

$$\theta_i = (Takvim\ Günü)_i \left(\frac{2\pi}{365} \right) \quad (2.109)$$

Bu denklemde θ değeri, i yılında gözlenen taşkın tarihinin, radyan cinsinden açısal değerini ifade eder. Taşkın tarihi birim büyüklükleri θ açısına sahip vektör ile gösterilebilmektedir. “n” sayıdaki taşkın değerine sahip örnekler üzerinde çalışırken, istasyon hidrolojik rejimin görsel olarak ifadesini sağlamak için, Şekil 2.4’de olduğu gibi her yıla ait takvim günlerinin radyan cinsinden açısal ifadeleri birim daire üzerinde işaretlenir.



Şekil 2.5 : Birim daire.

“n” sayıda taşkın değerine sahip örneklerden, istasyonun taşkın zamanının x ve y koordinatları hesaplanabilir (Burn ve Goel, 1997).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(\theta_i) \quad (2.110)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sin(\theta_i) \quad (2.111)$$

Yukarıdaki formüller ile hesaplanan $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ istasyon mevsimsellik koordinatları, istasyona ait MD taşkın takvim gününe ait değerlerdir. Taşkın zamanının, radyan cinsinden açısal değeri, $\left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}}\right)$ değeri pozitif iken 2.110 denklemi, açısal değeri negatif iken 2.111 denklemini kullanarak hesaplanır (Burn ve Goel, 1997).

$$\bar{\theta} = \tan^{-1} \left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}} \right) \quad (2.112)$$

$$\bar{\theta} = \tan^{-1} \left(\frac{\bar{y}}{\bar{x}} \right) + \pi \quad (2.113)$$

Bir istasyonun taşkın takvim gününü, radyan cinsinden açısal ifade eden $\bar{\theta}$ değerinden aşağıdaki denklemden hesaplayabiliriz.

$$MD = \bar{\theta} \left(\frac{365}{2\pi} \right) \quad (2.112)$$

Bu denklemle hesaplanan çeşitli MD değerleri, çalışılan istasyondaki taşkın değerlerinin gerçekleşme zamanının ortalama bir değerinin göstergesidir. Benzer MD değerlerine sahip istasyonların diğer hidrolojik parametreleri açısından da benzerlik göstermeler bekleniyor.

Özellikle, kar erimesi ile meydana gelen taşkınlara sahip havzaların, coğrafi yeri büyük önem taşımaktadır. Üzerinde çalışan istasyonlar kümesinde, kar erimelerinden dolayı meydana gelen taşkınlara sahip istasyonlar yaklaşık MD değerlerine sahip olacaktır.

İstasyonun farklı yıllarda gözlenen taşkınların oluş zamanlarının çeşitliğini gösteren bir parametre mevcuttur. Taşkınların değerlerini gösteren r değeri,

$$r = \sqrt{(\bar{x})^2 + (\bar{y})^2} \quad (2.114)$$

Denklemleri ile hesaplanmaktadır (Burn ve Goel, 1997).

r değeri, taşkın değerlerinin dağılımını gösteren, boyutsuz bir parametredir. Taşkın gözlem tarihlerinin homojen dağılımının da bir göstergesi olan r değeri, 0 ile 1 arasında değer alabilir. r değerinin 1 olması, istasyonda gözlenmiş taşkın tarihlerinin tam olarak aynı tarihte meydana geldiği anlamına gelirken, r değerinin sıfıra yaklaşması ise, taşkın tarihlerinin büyük bir homojen değişkenliğe sahip olduğu anlamına gelecektir.

Nitekim istasyonların taşkın gözlem tarihlerinin çeşitliğinin bir parametresi olan r parametresinin değerinin artması, yüksek taşkın düzenliliği anlamına gelmektedir.

Yukarıda sunulan mevsimsellik ölçütleri aynı zamanda, istasyonlar arasındaki benzerlik göstergeleri olarak tanımlanabilmektedir. Mevsimselliği incelenen iki istasyonun benzerliğini tanımlayabilmek için, tek bir sayısal değer gerekmektedir.

İstasyonların taşkın değerine ait $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ koordinatlarını kullanarak elde edilecek olan öklid mesafeleri, istasyonlar arası benzerlik parametresi olarak kullanılabilir.

Belirtilen öklid mesafesinin;

$$d_s^{ij} = \left[(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2 + (\bar{y}_i - \bar{y}_j)^2 \right]^{0,5} \quad (2.115)$$

denklemleri kullanarak elde edilen d_s^{ij} değeri, i ve j istasyonlar arasındaki mevsimsel benzerlik değerini ifade ederken, $\bar{x}_i$ ve $\bar{y}_i$ değerleri de i istasyonunun x ve y koordinatlarını göstermektedir. d_s^{ij} değeri, istasyonlar arasındaki mevsimsel farklılık mesafesi olarak tanımlanabilirken, istasyonlar arasındaki d_s^{ij} değerinin azalması, hidrolojik açıdan homojenliğin ve benzerliğin artışı olarak tanımlanır (Burn ve Goel, 1997).

2.7.2 Göreceli Frekans Analizi

Taşkın tahminlerinin takvim aylar ile ifadelerinin kümelenmesi, detaylı mevsimsellik analizin özünü oluşturmaktadır. Grup aralığı genelde, bir takvim ayı olacak şekilde seçilir. Bir hafta gibi daha kısa aralıklar uygunsuzdur çünkü, böyle kısa aralıklarda taşkın rejimlerinin örnekleri azalmaktadır. Üstelik uzun yıllık taşkın kayıtlarına sahip istasyonlarda da, 20-30 yıllık tipik istasyon kayıt

uzunluğuna sahip istasyonlar için bir ayrıma varılamamaktadır (Burn, 1997; Cunderlik, Ouarda ve Bobee, 2004).

Bu yöntemde, taşkın tarihleri aylık olarak gruplandırılmıştır ve her ay için, taşkınların göreceli frekansları hesaplanmaktadır. Veriler, aylar halinde

sınıflandırıldığında, zamanların açılara dönüşümü için bir düzenleme yapılmıştır.

Mardia (1972)'ya göre, frekanslar hesaplanabilir öyle ki aynı uzunluğa sahip tüm aylar ile birlikte, bir yıl 360 güne uyarlanır ve 1 derece, 1 güne eşit olur. Bu derecelere ulaşmak için, 31 günlük aylar için incelenen frekanslar, 30/31 ile şubat ayı için incelenen frekanslar, 30/28 veya 30/29 ile çarpılır. Yıl 360 günlük olacak şekilde azaltılmış olur ancak, f_i orjinal frekansların toplamı (s), f_i' ayarlanmış frekansların toplamına s' eşit değildir. s toplamalarını muhafaza etmek için, ayarlanmış frekans f' değerleri s/s' oranı ile çarpılır.

$$\sum_{i=1}^{12} f'_i = \sum_{i=1}^{12} f_i \left(\frac{s}{s'} \right) \quad (2.116)$$

Her bir aydaki taşkın veya yağış değerlerinin göreceli frekanslarını gösteren 12 değer, yıllık detaylı mevsimsellik modelini vermektedir. Diğer taraftan, bu gibi rejim tanımlayıcısı olarak kullanılacak hidrolojik model değişkenlik göstermemektedir (Ouarda, Cunderlik, Hilaire, Barbet, Bruneau ve Bobee, 2006).

Taşkın mevsimselliğinin ayarlanmış frekans değerleri ile tespit edilmesinden sonra, hesaplanan değerler aynı zamanda iki istasyonun benzerlik değeri olarak kullanılabilir. Üzerinde çalışılan iki benzerlikleri değerlendirilirken, yılın her bir ayı için ayarlanmış 12 frekans değerleri kullanılarak;

$$Sim_{(i,j)} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^{12} (f_k^i - f_k^j)^2}{12}} \quad (2.117)$$

denklemini ile hesaplanır. Bu denklemde, iki istasyonda her bir k ayı için ayarlanmış frekans değeri, i istasyonu için f_k^i , j istasyonu için f_k^j olarak gösterilmektedir (Ouarda, Cunderlik, Hilaire, Barbet, Bruneau ve Bobee, 2006).

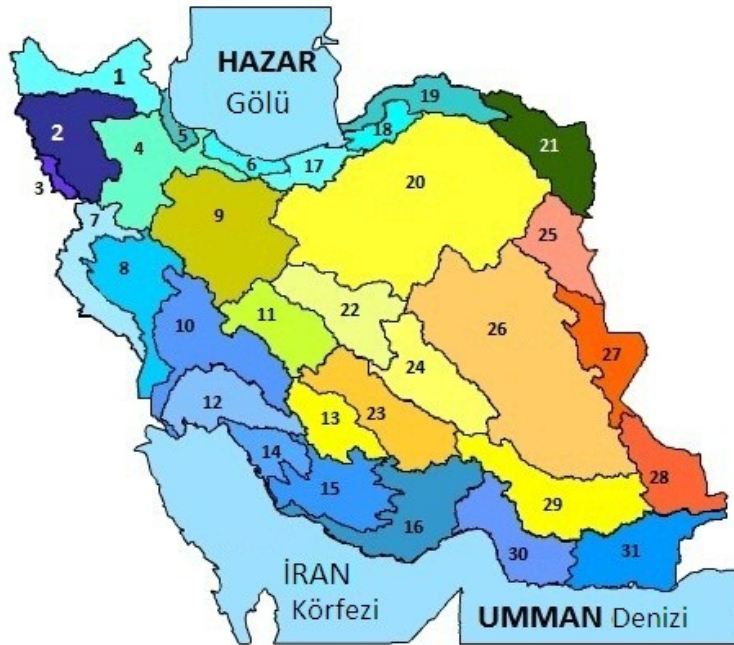
Benzerlik parametresi olarak hesaplanan $Sim_{(i,j)}$ değerlerinin sıfıra yakınlığı, iki istasyonun hidrolojik açıdan benzerliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

3. KARUN (İRAN) ÜST HAVZASI'NDA TAŞKIN ANALİZİ

Karun üst Havzası'na Bölüm 2'de anlatılan taşkın analiz yöntemleri bu bölümde uygulanmıştır ve her bir yöntemden elde edilen sonuçlar incelenerek yorumlanmıştır.

3.1 Uygulama Bölgesi

Karun nehri İran'ın güney batısında yer almaktadır. Ülkenin en uzun ve debisi en yüksek nehridir. 38104 km² toplam alanı ve 950 km uzunluğa sahip bu nehir yıllık ortalama 21 milyar m³ akış hacmine sahiptir ve bir kısmında gemi ile akarsu taşımacılığı yapılmaktadır. Ahvaz şehrinin içme suyu bu nehirden temin edilir. Bu bölgede Perslerin eski medeniyeti oluşmuştur. Karunun ana kolunun kaynağı Çahar Mahale Bahtiyari ilinde yer alan Zardkuhe Bahtiyari dağıdır. Hesrasn gibi diğer kollarının kaynağı ise Kohkiluye ve Boyerahmad ilinde yer alan Dena dağıdır. Bu nehir İran ve Irak sınırında Arvand Ruda nehrine dökülür (Url-1, Url-4).



Şekil 3.1 : İran'ın alt havzaları(10. Havza Büyük Karun Havzası'dır (Url-1)).

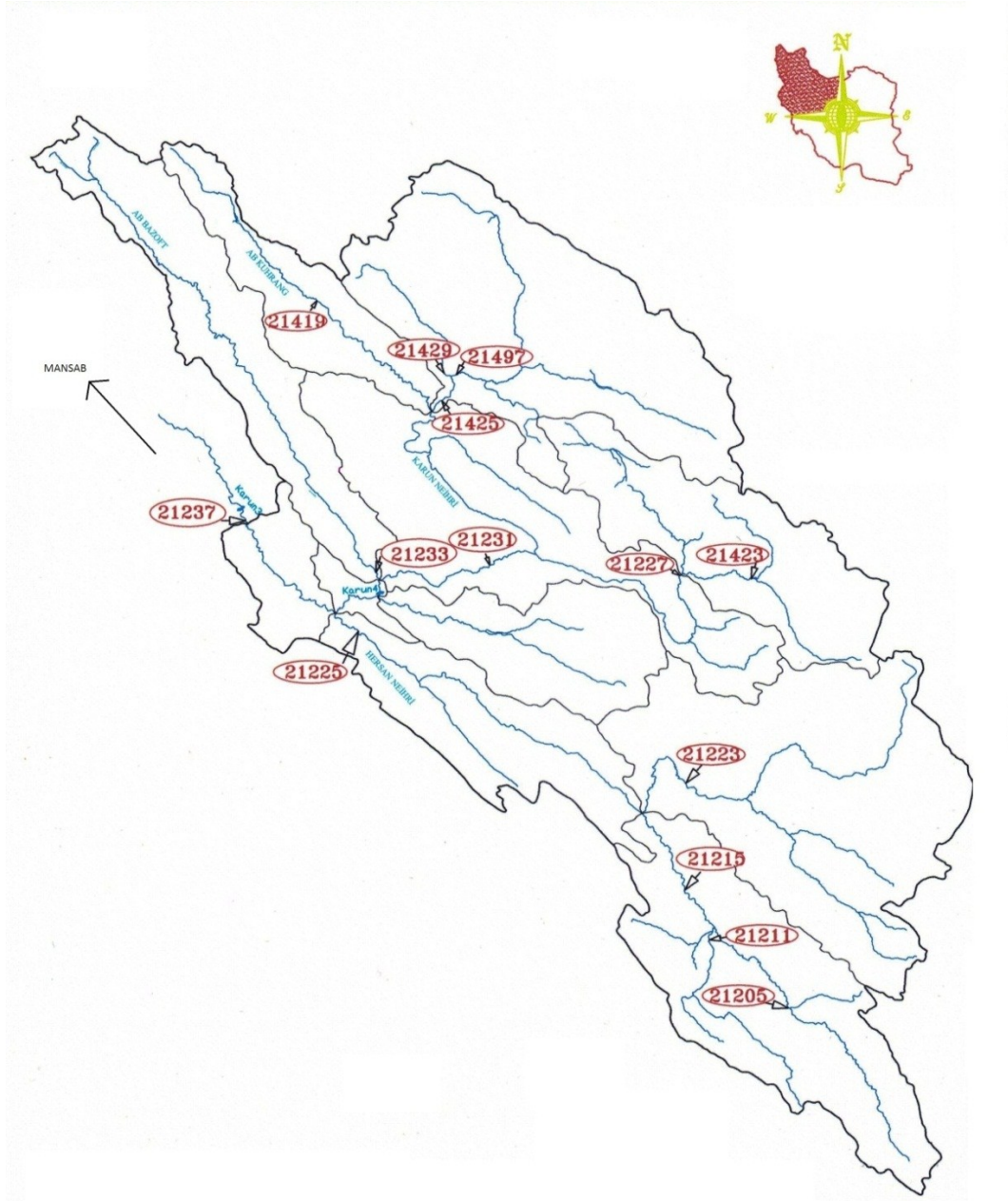
Karun Nehri üzerine çok sayıda baraj yapılmış olup, çok sayıda etüt ve inşaa halinde olan barajlar vardır. Bu nehirin üzerine ilk kez 1965 de Karun 1 baraj yapılmıştır. Hersan3 barajı şu anda inşaa halindedir.

Bu havzada 55 akım gözlem istasyonu(AGİ) mevcuttur ve bu çalışmada Karun'un üst Havzası'nın 14 istasyonu, (Çizelge 3.1) barajlardan etkilenmemiş ve uzun kayıtlara sahip olması nedeni ile seçilmiştir.

Çizelge 3.1 : Çalışmada kullanılan 14 adet AGİ ve özellikleri (Url-1 ve Url-3).

	Nehir Adı	AGİ Adı	AGİ No	Gözlem Aralığı	Kayıt olan yıl sayısı	Yağış Alanı (km ²)
1	Başar	Şah Mohtar	21-205	1970-2009	35	1057
2	Kabkian	Botari(Kabkian)	21-211	1970-2009	36	608
3	Başar	Patave	21-215	1972-2009	34	2662
4	Marbar	Kata	21-223	1972-2009	34	1928
5	Hersan	Barz	21-225	1971-2005	30	8900
6	Sulgan	Sulgan	21-227	1981-2009	28	1992
7	Karun	Armand	21-231	1972-2009	35	9900
8	Bazoft	Margak	21-233	1972-2009	36	2355
9	Karun	Pole şalu	21-237	1969-2004	34	23400
10	Birgan	Dazak abad	21-419	1985-2009	25	563
11	Gara Ağac	Tang Zard Alu	21-423	1984-2008	25	1112
12	Beheşt abad	Beheit abad	21-425	1983-2009	18	3825
13	Karun	Farsiat	21-429	1986-2009	22	901
14	Kiar(karun)	Kuhe suhte	21-497	1987-2009	23	2950

Kullanılan tüm yöntemlerde, en güncel taşkın verilerinin kullanması amaçlanmıştır. İran'ın Enerji Bakanlığı'nın Su Kaynakları Yönetimi'nin Etüt idaresinden alınan veriler 2009'a kadar güncellenmiş fakat 21-225 ve 21-237 No'lu AGİ ler inşası biten Karun 3 barajın haznesinde yer aldığı için 2004 ve 2005 yılında kapanmıştır. Ayrıca, taşkın değerleri kullanılan, 14 AGİ'nin yerleşkeleri, Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 : Karun üst Havzası'nın AGİ'lerin yerleşkeleri.

3.2 İstasyonların İstatistik Değerleri

Bu havzada seçilmiş olan 14 AGİ'nin İstatistik momentler, L-momentleri ve oranları hesaplanmıştır.

3.2.1 İstatistik momentlerin hesabı

Her bir istasyonda kayıt edilmiş debiler için istatistik parametreler (merkezi, yayılım ve çarpıklık parametreleri) 2.3, 2.4, 2.6, 2.7, 2.9 ve 2.11 denklemleri kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 : AGİ'lerin istatistik karakteristikleri.

AGİ No	En Büyük Debi (m ³ /s)	En Küçük Debi (m ³ /s)	$\bar{x}$ (m ³ /s)	Medyan	MAD	Varyans	σ	Cv	Cs
21-205	1048	19,5	387,43	400,00	200,58	56886,72	238,51	0,62	0,44
21-211	1981	26	421,33	297,50	262,15	150510,17	387,96	0,92	2,39
21-215	1312,7	98	669,93	607,50	275,16	104299,79	322,95	0,48	0,28
21-223	1191	60,9	336,10	339,00	154,30	49130,20	221,65	0,66	1,88
21-225	2710	160	1174,42	981,00	551,26	397579,38	630,54	0,54	0,27
21-227	714	11,1	150,17	117,50	98,30	21281,38	145,88	0,97	2,31
21-231	3000	160	889,33	700,00	480,13	436404,70	660,61	0,74	1,82
21-233	2220	282	1115,59	1026,50	444,55	287451,81	536,15	0,48	0,59
21-237	6230	846	2506,79	2351,00	898,48	1293198,52	1137,19	0,45	1,13
21-419	768	24,6	227,95	148,90	140,22	33158,26	182,09	0,80	1,39
21-423	510	3,63	86,71	39,00	81,69	13596,15	116,60	1,34	2,40
21-425	590	30,5	169,72	117,50	106,93	19528,89	139,75	0,82	1,72
21-429	305	29	114,31	97,75	57,54	5817,53	76,27	0,67	1,28
21-497	420	12,9	75,70	55,20	51,64	7173,60	84,70	1,12	3,30

Çizelge 3.2’de hesaplanan değerlere göre tüm istasyonlarda çarpıklık katsayıları pozitifdir ve netice olarak istasyonlar sağa çarpık bir olasılık dağılımına sahiptirler.

Ayrıca, 21-227, 21-423ve 21-497 istasyonlarında değişim katsayısı 1 den fazla olduğu için standart sapma, ortalamadan yüksektir ve bunun sebebi bu bölgelerde pik debilerin yıldan yıla çok farklı bir şekilde meydana gelmeleridir.

3.2.2 L-momentleri ve oranlarının hesabı

Bu bölgedeki 14 akım gözlem istasyonu için Bölüm 2’de verilen denklemler ile L-momentler hesaplanmış ve Çizelge 3.5’de gösterilmiştir.

3.3 Taşkın Debilerine Uyan Olasılık Dağılımların Parametreleri

Bu çalışmada kullanılan çeşitli dağılımlar için parametreler hesaplanmıştır. İki parametrelili dağılımların parametre tahminleri Çizelge 3.3’de ve üç parametrelili dağılımlarınki ise Çizelge 3.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : İki parametrelili dağılımların parametrelerinin tahmini.

AGİ	N		LN2		EV I	
	$\bar{x}$	S_x	$\bar{y}$	S_y	α	u
21-205	387	239	5.80	0.57	199	272
21-211	421	388	5.74	0.78	273	264
21-215	670	323	6.40	0.46	272	513
21-223	336	222	5.64	0.60	167	240
21-225	1174	631	6.94	0.50	531	868
21-227	150	146	4.68	0.82	104	90
21-231	889	661	6.57	0.66	488	608
21-233	1116	536	6.91	0.46	448	857
21-237	2507	1137	7.73	0.43	919	1976
21-419	228	182	5.18	0.70	140	147
21-423	87	117	3.95	1.02	78	41
21-425	170	140	4.88	0.72	105	109
21-429	114	76	4.55	0.61	60	80
21-497	76	85	3.92	0.90	52	46

Çizelge 3.4 : Üç parametrelî dağılımların parametrelerinin tahmini.

AGİ	LN 3			GEV			P3				LP3			
	$\bar{y}$	S_y	X_0	k	α	u	$K(C_{sx})$				$K(C_{sy})$			
							50	100	200	500	50	100	200	500
21-205	6.78	0.27	-521.7	0.20	231.91	291.84	2.29	2.66	3.00	3.41	1.39	1.46	1.51	1.56
21-211	5.80	0.78	-26.20	-0.30	189.48	233.25	3.00	3.83	4.63	5.70	1.84	2.04	2.20	2.39
21-215	7.53	0.17	-1222	0.19	316.13	538.65	2.21	2.54	2.84	3.21	1.49	1.60	1.67	1.74
21-223	5.89	0.51	-73.86	-0.04	159.50	236.55	2.88	3.58	4.26	5.15	1.85	2.05	2.22	2.41
21-225	7.40	0.38	-582.3	0.23	630.46	929.43	2.21	2.54	2.84	3.20	1.54	1.65	1.73	1.82
21-227	4.74	0.87	-12.00	-0.24	79.34	80.62	2.99	3.79	4.57	5.62	1.78	1.96	2.11	2.28
21-231	6.57	0.66	-5.68	-0.30	238.96	226.54	2.86	3.55	4.21	5.08	2.16	2.48	2.76	3.10
21-233	7.62	0.25	-952.5	0.02	456.43	862.21	2.37	2.77	3.14	3.60	1.78	1.96	2.10	2.27
21-237	7.78	0.43	-108.1	0.00	915.08	1973.0	2.61	3.14	3.63	4.27	2.00	2.26	2.48	2.74
21-419	5.17	0.78	-6.63	-0.19	114.34	136.35	2.71	3.31	3.86	4.58	1.93	2.16	2.36	2.58
21-423	3.66	1.32	0.76	-0.48	39.05	29.74	3.01	3.83	4.63	5.71	2.10	2.40	2.66	2.97
21-425	4.72	0.85	10.87	-0.27	76.62	98.22	2.83	3.50	4.14	4.97	2.14	2.45	2.72	3.05
21-429	4.60	0.62	-5.13	-0.14	51.62	76.23	2.67	3.24	3.76	4.44	1.99	2.25	2.47	2.73
21-497	3.75	0.97	7.35	-0.45	27.49	38.03	3.11	4.13	5.14	6.54	2.33	2.72	3.07	3.51

Çizelge 3.5 : L-moment değerleri.

AGİ No	b0	b1	b2	b3	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	LCv, τ_2	L-Çarpıklık, τ_3	L-Kurtosis, τ_4
21-205	387,43	262,79	199,38	161,11	387,43	138,15	6,96	6,94	0,35	0,050	0,050
21-211	421,32	305,35	247,03	211,03	421,32	189,38	71,39	52,70	0,44	0,377	0,278
21-215	669,93	429,38	319,39	255,48	669,93	188,83	9,98	10,70	0,28	0,053	0,057
21-223	336,1	225,75	173,55	142,87	336,10	115,40	22,90	23,78	0,34	0,199	0,206
21-225	1174,41	771,20	577,37	462,78	1174,41	367,99	11,46	14,32	0,31	0,031	0,039
21-227	150,16	111,11	90,03	76,72	150,16	72,04	23,75	16,54	0,48	0,330	0,230
21-231	889,33	613,77-	486,87	410,74	889,33	338,21	127,95	84,45	0,38	0,378	0,250
21-233	1115,59	712,99	535,16	431,54	1115,59	310,40	48,59	16,38	0,27	0,157	0,053
21-237	2506,79	1571,83	1172,37	944,89	2506,79	636,87	110,00	81,96	0,25	0,173	0,129
21-419	227,95	162,61	129,39	108,61	227,95	97,26	28,69	13,67	0,42	0,295	0,141
21-423	86,71	70,54	60,77	53,92	86,71	54,38	28,06	15,11	0,62	0,516	0,278
21-425	169,72	121,34	97,35	82,26	169,72	72,96	25,79	11,07	0,43	0,354	0,152
21-429	114,31	77,89	60,66	50,31	114,30	41,4	10,92	6,72	0,36	0,263	0,162
21-497	75,70	55,93	46,29	40,30	75,7	36,16	17,88	12,71	0,47	0,494	0,352

3.4 Çeşitli Dönüş Aralıklarında Taşkın Debilerinin Tahmini

Bu bölümde her bir istasyon için Normal, GEV ve Pearson aileleri ile hesaplanan 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklı taşkın değerleri, çizelge halinde aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 : 21-205 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	878	945	1002	1071
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	891	960	1019	1090
LN (m^3/s)	1060	1243	1424	1678
LN3 (m^3/s)	894	963	1022	1094
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	1050	1189	1328	1511
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	924	994	1055	1124
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	933	1022	1101	1200
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	999	1068	1118	1167

Çizelge 3.7 : 21-223 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	792	854	907	972
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	757	814	863	923
LN (m^3/s)	967	1144	1322	1574
LN3 (m^3/s)	800	864	918	983
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	889	1006	1121	1274
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	916	1050	1189	1378
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	973	1130	1279	1477
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	958	1101	1235	1411

21-205 ve 21-223 No’lu istasyonlarda dönüş aralıklarının en düşük taşkın debileri Normal (L-momentler) dağılımı ile tahmin edilmiştir ve en yüksek debi değerleri de LN dağılımı ile hesaplanmıştır. Bu iki istasyonun değişim katsayıları 0,62 ve 0,66’dır ve çeşitli dağılımlar için taşkın tahminlerinin en düşük ve en yüksek değerleri arasında %27 mertebesinde bir fark vardır.

Çizelge 3.8 : 21-211 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	1220	1329	1422	1534
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	1112	1206	1287	1384
LN (m^3/s)	1557	1939	2340	2937
LN3 (m^3/s)	1275	1391	1490	1610
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	1329	1520	1710	1961
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	1636	2110	2691	3670
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	1586	1907	2215	2633
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	1506	1801	2086	2472

21-211 No’lu istasyonda dönüş aralıklarının en düşük taşkın debileri Normal dağılım(L-momentler) ile hesaplanmış ve en yüksek debi değerleri GEV dağılımı ile tahmin edilmiştir.

500 yıllık dönüş aralığı için GEV dağılımı ile hesaplanan debi değeri, Normal dağılımının (L-momentler) hesapladığı değerden yaklaşık 3 kat daha büyüktür. Tahmin edilen debi değerlerindeki bu değişim, uygun dağılımı seçmek açısından zor olup yanlış seçimler büyük zararlara sebep olabilecektir

Çizelge 3.9 : 21-215 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	1335	1425	1503	1596
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	1359	1453	1533	1630
LN (m^3/s)	1547	1758	1962	2240
LN3 (m^3/s)	1342	1434	1512	1607
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	1575	1766	1955	2205
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	1406	1504	1589	1686
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	1382	1491	1587	1705
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	1403	1489	1556	1628

Çizelge 3.10 : 21-225 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	2473	2649	2801	2984
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	2518	2700	2857	3046
LN (m^3/s)	2917	3359	3790	4386
LN3 (m^3/s)	2633	2830	2999	3203
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	2939	3310	3680	4167
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	2554	2720	2861	3016
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	2564	2777	2964	3194
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	2792	3016	3195	3395

Çizelge 3.11 : 21-233 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	2220	2370	2498	2654
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	2248	2403	2535	2694
LN (m^3/s)	2571	2921	3259	3720
LN3 (m^3/s)	2258	2410	2540	2697
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	2604	2917	3229	3640
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	2571	2863	3149	3520
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	2383	2602	2798	3044
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	2447	2685	2895	3154

Çizelge 3.12 : 21-237 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	4849	5167	5440	5770
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	4832	5148	5419	5746
LN (m^3/s)	5565	6282	6969	7900
LN3 (m^3/s)	4940	5271	5554	5896
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	5562	6203	6843	7686
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	5574	6225	6875	7737
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	5474	6080	6637	7357
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	4849	5167	5440	5770

21-215, 21-225, 21-233 ve 21-237 No'lu istasyonlarda, Normal dağılım çeşitli dönüş aralıklarına en düşük debi değerlerini tahmin etmiştir. En yüksek tahminler ise LN dağılımına aittir. Bu istasyonlarda çeşitli dağılımların bir dönüş aralığı için tahminlerinin en düşük ve en yüksek değerleri arasında %16 mertebesinde fark görülmektedir.

Çizelge 3.13 : 21-231 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m ³ /s)	2250	2435	2593	2785
Normal D.(L-momentler) (m ³ /s)	2124	2292	2435	2609
LN (m ³ /s)	2796	3367	3948	4784
LN3 (m ³ /s)	2233	2417	2574	2764
Gumbel(L-momentleri) (m ³ /s)	2511	2852	3192	3640
GEV(L-momentleri) (m ³ /s)	2003	2605	3345	4592
Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	2777	3236	3670	4246
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	2983	3690	4440	5573

Çizelge 3.14 : 21-419 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m ³ /s)	603	654	697	750
Normal D.(L-momentler) (m ³ /s)	583	631	672	722
LN (m ³ /s)	757	921	1091	1337
LN3 (m ³ /s)	687	749	802	866
Gumbel(L-momentleri) (m ³ /s)	694	792	890	1019
GEV(L-momentleri) (m ³ /s)	792	969	1169	1477
Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	722	830	930	1062
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	850	1035	1220	1481

Çizelge 3.15 : 21-425 No'lu istasyonun çeşitli T'ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m ³ /s)	457	496	530	570
Normal D.(L-momentler) (m ³ /s)	436	472	503	540
LN (m ³ /s)	576	705	838	1032
LN3 (m ³ /s)	515	562	602	650
Gumbel(L-momentleri) (m ³ /s)	519	593	666	763
GEV(L-momentleri) (m ³ /s)	625	793	994	1323
Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	565	659	747	864
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m ³ /s)	678	865	1067	1381

Çizelge 3.16 : 21-429 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	271	292	311	333
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	265	286	304	325
LN (m^3/s)	331	393	455	542
LN3 (m^3/s)	284	307	327	351
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	313	355	396	451
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	344	410	482	588
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	317	361	401	453
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	357	425	492	586

21-231, 21-419, 21-425 ve 21-429 No’lu istasyonlarda en düşük debi değerini Normal (L-momentler) dağılım tahmin etmiştir ve en yüksek tahminlerde LP3 dağılımına aittir. Bu grupta yer alan istasyonların ortalama dağılım katsayıları, 0,75 ‘tir. Bir dönüş aralığı için en düşük ve en yüksek tahmin arasında, %100 mertebesinde daha yüksek oranda değişim vardır.

Çizelge 3.17 : 21-227 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	450	491	526	568
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	413	448	479	516
LN (m^3/s)	577	725	882	1117
LN3 (m^3/s)	520	570	612	664
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	495	568	640	736
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	587	738	915	1197
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	585	703	816	969
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	636	774	907	1086

Çizelge 3.18 : 21-423 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	327	360	388	421
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	285	312	335	363
LN (m^3/s)	420	558	712	956
LN3 (m^3/s)	513	569	618	677
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	348	402	457	529
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	474	682	970	1532
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	437	534	627	753
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	631	929	1298	1948

Çizelge 3.19 : 21-497 No’lu istasyonun çeşitli T’ler için tahminleri.

Dağılım	50 Yıl	100 Yıl	200 Yıl	500 Yıl
Normal D.(momentler) (m^3/s)	250	273	294	318
Normal D.(L-momentler) (m^3/s)	207	225	241	259
LN (m^3/s)	322	415	515	669
LN3 (m^3/s)	248	271	292	316
Gumbel(L-momentleri) (m^3/s)	249	285	321	369
GEV(L-momentleri) (m^3/s)	330	461	639	979
Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	339	425	510	629
Log-Pearson TipIII(momentleri) (m^3/s)	353	486	646	922

21-227, 21-423 ve 21-497 No’lu istasyonlarda en düşük tahmin Normal (L-momentler) dağılımın tahminleridir ve en yüksek tahminler LP3 dağılımına aittir. Bu istasyonlar, bir dönüş aralığı için en yüksek tahmin, en düşük tahminin 5 kattan daha yüksektir. 0,97, 1,34 ve 1,12 bu istasyonların değişim katsayılarıdır.

3.4.1 Sonuç

Bu bölgede yapılan taşkın tahminlerinde en düşük değerler Normal dağılım ile yapılmıştır. Ayrıca en yüksek değerlerde LN3 ve LP3 dağılımları ile çeşitli dönüş aralıklarında elde edilmiştir. Değişim katsayısı yükseldikçe belli bir dönüş aralığının taşkın debilerinin çeşitli dağılımlar ile tahminleri çok değişmektedir. Dönüş aralığı için çeşitli dağılımlar ile hesaplanan taşkın debi değerleri arasında önemli farklılıklar görülmektedir. 21-423 No’lu istasyonda 500 yıllık dönüş aralığında en düşük ve en yüksek tahmin değeri arasında 5,5 kata kadar varan değişim vardır.

Değişim katsayısı bir dağılımın ortalamasının standart sapmaya bölmesi ile elde edilir. Değişim katsayısı arttıkça değişkenin değerleri arasında değişim artmaktadır. Örnek olarak 21-423 istasyonunda en düşük taşkın yıllık pik değeri $3,63 m^3/s$ ve en yüksek taşkın yıllık pik değeri $510 m^3/s$ dir.

3.5 Dağılımlar İçin Uygunluk Testleri

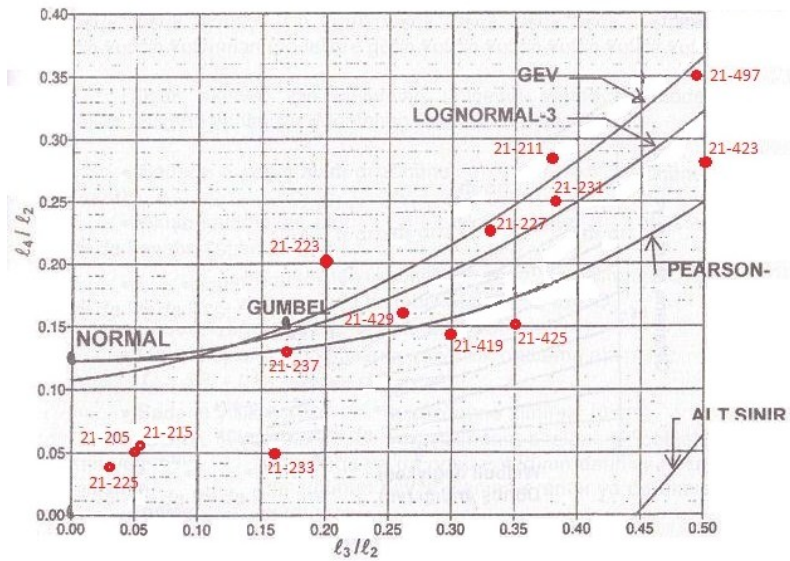
Eldeki gözlem sonuçlarına en iyi uyan olasılık dağılım fonksiyonu istatistik yöntemler kullanarak belirlenebilir. Dağılımların gözlemlere uygunluğunu kontrol etmek için çeşitli testler kullanılır.

Çalıştığımız bölgede dağılımların tahmin edildiği çeşitli dönüş aralıkları için taşkın debileri Bölüm 3.4’de hesaplanmış ve çizelge halinde gösterilmiştir. Bu bölgede su yapıları, akarsu yatağı düzenleme ve meskun bölge gibi çalışmalarda, bir dağılım ile elde edilen değerleri kullanmak gerekir. En uygun dağılımın seçimi büyük önem taşımaktadır. Yanlışlıkla küçük değerler üreten dağılım seçilirse ve yüksek taşkın meydana gelirse büyük can ve mal kaybına sebep olur. Tam tersini durumunda ise inşa edilen yapının maliyeti gereğinden fazla olup, optimizasyon açısından yanlış projelendirilmiş olur. Bu çalışmada uygun dağılımların seçimi için Kolmogorov-Smirnov ve Olasılık Çizgisi Korelasyon testi(Probability Correlation Coefficient testi, PPCC) kullanılmıştır.

3.5.1 L-moment testi

Her bir istasyon için L-moment değerleri Çizelge 3.5’de gösterilmiştir. L-moment değerlerinin oranları 2.17, 2.18, 2.19 denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. L-moment diagramı kullanılarak her bir istasyon için en uygun dağılım elde edilmiştir. Her istasyonun L- moment oranları Şekil 3.3’de noktalanmıştır ve bu şekilden elde edilen sonuçlar Çizelge 3.20’de gösterilmiştir.

Bu testin sonucunda üç parametrelili dağılımlar daha uygun görülmüştür. GEV dağılımı 7 istasyona uygun olarak %50, P3 dağılımı 5 istasyona uygun olarak %36 ve LN3 2 istasyona uygun olarak %14 oranı ile uygun görülmüştür.



Şekil 3.3 : İstasyonların değerlerinin L-moment diagramında yerleşimi.

Çizelge 3.20 : L-moment testi ile belirlenen en uygun dağılım.

AGİ	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231
Dağılım	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LN3

AGİ	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429	21-497
Dağılım	P3	P3	P3	LN3	P3	P3	GEV

3.5.2 Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi

Her bir istasyon için dağılımların eklenik dağılım fonksiyonu alınarak bulunan en yüksek Δ 'ları ve o istasyona karşı gelen Δ 'nın kritik değeri Çizelge A.2 ve A.3(Ek A.1)'den bulunmuş ve Çizelge 3.21'de gösterilmiştir. Bu çizelgenin sonucu ise Çizelge 3.22'de özetlenmiş hali ile verilmiştir.

Çizelge 3.21 : K-S testinin sonuçları ve kritik değerleri.

AGİ No		N	LN	LN3	Gumbel	GEV
21-205	Hesaplanan Δ	0,091	0,469	0,092	0,103	0,089
	Kritik Δ	0,150	0,150	0,150	0,150	0,230
21-211	Hesaplanan Δ	0,228	0,100	0,109	0,155	0,087
	Kritik Δ	0,148	0,148	0,148	0,148	0,226
21-215	Hesaplanan Δ	0,115	0,135	0,100	0,109	0,503
	Kritik Δ	0,152	0,152	0,152	0,152	0,232
21-223	Hesaplanan Δ	0,146	0,156	0,128	0,121	0,122
	Kritik Δ	0,152	0,152	0,152	0,152	0,232
21-225	Hesaplanan Δ	0,114	0,148	0,135	0,158	0,113
	Kritik Δ	0,161	0,161	0,161	0,164	0,240
21-227	Hesaplanan Δ	0,199	0,186	0,086	0,124	0,104
	Kritik Δ	0,168	0,168	0,168	0,172	0,252
21-231	Hesaplanan Δ	0,211	0,078	0,078	0,141	0,430
	Kritik Δ	0,150	0,150	0,150	0,150	0,230
21-233	Hesaplanan Δ	0,114	0,153	0,081	0,068	0,066
	Kritik Δ	0,180	0,180	0,180	0,148	0,226
21-237	Hesaplanan Δ	0,102	0,067	0,063	0,056	0,056
	Kritik Δ	0,152	0,152	0,152	0,152	0,232
21-419	Hesaplanan Δ	0,186	0,103	0,182	0,147	0,112
	Kritik Δ	0,173	0,173	0,173	0,183	0,270
21-423	Hesaplanan Δ	0,246	0,075	0,067	0,209	0,113
	Kritik Δ	0,173	0,173	0,173	0,183	0,270
21-425	Hesaplanan Δ	0,190	0,116	0,107	0,149	0,108
	Kritik Δ	0,190	0,190	0,190	0,210	0,310
21-429	Hesaplanan Δ	0,131	0,073	0,073	0,073	0,064
	Kritik Δ	0,180	0,180	0,180	0,194	0,282
21-497	Hesaplanan Δ	0,216	0,110	0,086	0,168	0,093
	Kritik Δ	0,178	0,178	0,178	0,191	0,278

Çizelge 3.22 : K-S Testinin sonuçları.

AGİ No	N	LN	LN3	Gumbel	GEV
21-205	+		+	+	+
21-211		+	+		+
21-215	+	+	+	+	
21-223	+		+	+	+
21-225	+	+	+	+	+
21-227			+	+	+
21-231		+	+	+	
21-233	+	+	+	+	+
21-237	+	+	+	+	+
21-419		+	+	+	+
21-423		+	+		+
21-425		+	+	+	+
21-429	+	+	+	+	+
21-497		+	+	+	+

Bu çizelgede "+" işareti ile belli olan hücreler, K-S testinden bulunan Δ değerinin kritik Δ değerinden küçük olanlarını göstermektedir ve boş hücreler tam tersini ifade eder. 3.22 çizelgesine göre tüm istasyonlarda LN3 dağılımı uygundur. Normal dağılım 7 istasyona uygun olarak, %50, LN dağılım 11 istasyona uygun olarak, %79, Gumbel ve GEV dağılımları da 12 istasyona uygun olarak, %86 oranında uygunluğa sahiptirler. P3 ve LP3 dağılımlarında eklenik dağılım fonksiyonları açık olarak yazılmadığı için bu test uygulanmamıştır.

3.5.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC Testi)

PPCC testini uygulamak için her bir istasyonun verileri artan sıra ile dizilmiş ve $F(x_i)$ değeri her bir dağılım için elde edilmiştir. Bu değerlere karşı gelen z değeri z çizelgesinden okunmuş ve sonuç olarak x_i ve bulunan z ler arasında korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Elde edilen korelasyon katsayısı ve kritik değerleri karşılaştırarak dağılımların verilere uyup uymadığı araştırılmıştır. Her bir istasyon için hesaplanan değerler ve onlara karşı gelen kritik değerler Çizelge 3.23'de gösterilmiştir. Çizelge 3.24'de özet olarak sonuçlar bir araya getirilmiştir. Bu çizelgeyi kullanarak PPCC testi yorumlanmış ve PPCC testi açısından uygun dağılımlar belirlenmiştir.

Çizelge 3.23 : PPCC testinin sonuçları ve onlara karşı gelen α değeri.

AGİ		N	LN	3 Ln	Extrem Değer	P3	LP3
21-205	korelasyon katsayısı	0,9735	0,9445	0,9835	0,9785	0,9782	0,9449
	$\alpha=0.05=$	0,9690	0,9690	0,9690	0,9560	0,9360	0,9360
21-211	korelasyon katsayısı	0,8680	0,9882	0,9933	0,8699	0,8700	0,9889
	$\alpha=0.05=$	0,9690	0,9690	0,9690	0,9570	0,925	0,925
21-215	korelasyon katsayısı	0,9833	0,9634	0,9876	0,9830	0,9824	0,9634
	$\alpha=0.05=$	0,9670	0,9670	0,9670	0,9560	0,931	0,931
21-223	korelasyon katsayısı	0,9129	0,9739	0,9772	0,9136	0,9144	0,9740
	$\alpha=0.05=$	0,9670	0,9670	0,9670	0,9560	0,947	0,947
21-225	korelasyon katsayısı	0,9785	0,9579	0,9768	0,9784	0,9780	0,9577
	$\alpha=0.05=$	0,9640	0,9640	0,9640	0,9530	0,928	0,928
21-227	korelasyon katsayısı	0,8779	0,9786	0,9857	0,8790	0,8798	0,9782
	$\alpha=0.05=$	0,9620	0,9620	0,9620	0,9510	0,931	0,931
21-231	korelasyon katsayısı	0,8968	0,9930	0,9929	0,8969	0,8975	0,9934
	$\alpha=0.05=$	0,9690	0,9690	0,9690	0,9560	0,946	0,946
21-233	korelasyon katsayısı	0,9710	0,9879	0,9857	0,9698	0,9697	0,9872
	$\alpha=0.05=$	0,9690	0,9690	0,9690	0,9570	0,959	0,959
21-237	korelasyon katsayısı	0,9621	0,9944	0,9946	0,9624	0,9627	0,9944
	$\alpha=0.05=$	0,9670	0,9670	0,9670	0,9560	0,953	0,953
21-419	korelasyon katsayısı	0,9257	0,9868	0,9878	0,9259	0,9263	0,9864
	$\alpha=0.05=$	0,9590	0,9590	0,9590	0,9460	0,940	0,940
21-423	korelasyon katsayısı	0,8307	0,9956	0,9964	0,8318	0,8331	0,9947
	$\alpha=0.05=$	0,9590	0,9590	0,9590	0,9460	0,925	0,925
21-425	korelasyon katsayısı	0,9005	0,9851	0,9860	0,9013	0,9017	0,9847
	$\alpha=0.05=$	0,9460	0,9460	0,9460	0,9330	0,917	0,917
21-429	korelasyon katsayısı	0,9374	0,9893	0,9898	0,9374	0,9375	0,9885
	$\alpha=0.05=$	0,9540	0,9540	0,9540	0,9410	0,933	0,933
21-497	korelasyon katsayısı	0,7755	0,9832	0,9894	0,7770	0,7792	0,9839
	$\alpha=0.05=$	0,9560	0,9560	0,9560	0,9430	0,910	0,910

Çizelge 3.24 : PPCC Testinin sonuçları.

AGİ No	N	LN	LN3	Extrem değer	P3	LP3
21-205	+		+	+	+	+
21-211		+	+		+	+
21-215	+		+	+	+	+
21-223		+	+			+
21-225	+	+	+	+	+	+
21-227	+	+	+			+
21-231		+	+			+
21-233	+	+	+	+	+	+
21-237		+	+	+	+	+
21-419		+	+			+
21-423		+	+			+
21-425		+	+			+
21-429		+	+		+	+
21-497		+	+			+

Bu çizelgede "+" işareti ile belli olan hücreler, PPCC testinden bulunan r değerinin kritik r değerinden küçük olduğunu göstermektedir ve boş hücreler tam tersini ifade etmektedir. Bu çizelgeye göre LN3 dağılımı ve LP3 dağılımı tüm istasyonların verilerine uygundur ve PPCC testi açısından çalıştığımız bölgede en iyi sonuca varmak için LN3 ve LP3 dağılımlarını kullanmak daha uygun görülmüştür.

Ayrıca Normal ve ekstrem değer dağılımlar, 5 istasyona uygun olarak, %36, LN dağılım 12 istasyona uygun olarak, %86 ve Pearson Tip III dağılım 7 istasyona uygun olarak, %50 uyumluluğa sahiptirler.

3.6 Trend Analizi

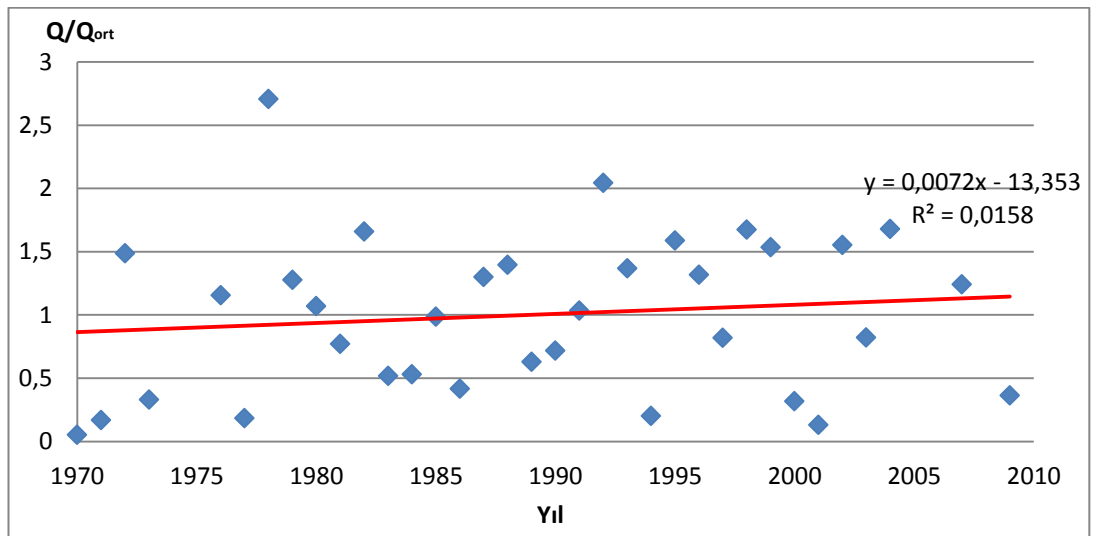
Bu bölgede taşkın verilerinde zaman içinde bir değişiklik olup olmadığının analizi Mann-Kendall yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Her istasyon için yapılan trend (gidiş) analizinin sonuçları Çizelge 3.25’de verilmiştir. Taşkın verileri ortalamalarına bölünerek boyutsuz hale getirilmiştir.

Çizelge 3.25 : Mann-Kendall trend analizinden elde edilen sonuçlar.

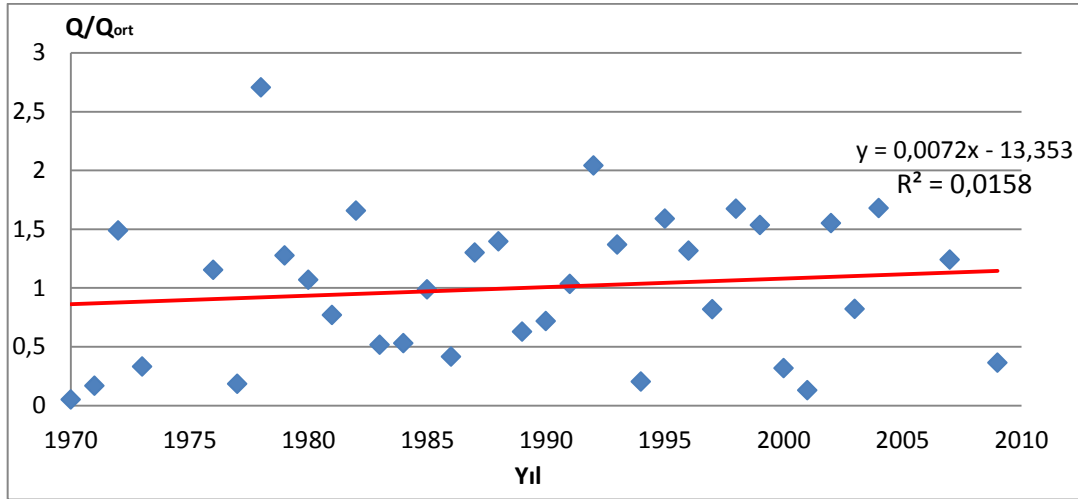
AGİ No	N	S	τ	σ_s	z	$Z_{\alpha/2}$	var	yok
21-205	35	69	0,116	70,41	0,97	1,96		+
21-211	36	69	0,109	73,40	0,93	1,96		+
21-215	34	78	0,139	67,45	1,14	1,96		+
21-223	34	66	0,117	67,44	0,96	1,96		+
21-225	30	88	0,202	56,04	1,55	1,96		+
21-227	28	-93	-0,246	50,60	-1,82	1,96		+
21-231	35	61	0,102	70,41	0,85	1,96		+
21-233	36	74	0,117	73,41	0,99	1,96		+
21-237	34	92	0,164	67,45	1,35	1,96		+
21-419	25	-12	-0,040	42,81	-0,26	1,96		+
21-423	25	-40	-0,133	42,81	-0,91	1,96		+
21-425	18	-11	-0,071	26,40	-0,38	1,96		+
21-429	22	-47	-0,203	35,46	-1,30	1,96		+
21-497	23	-21	-0,083	37,86	-0,53	1,96		+

Bu çizelgede gösterilen sonuçlara göre $\alpha=0,05$ kabul bölgesinde tüm istasyonlarda taşkın verilerinde H_0 hipotezi kabul edilir ve trend olmadığı sonucuna varılır.

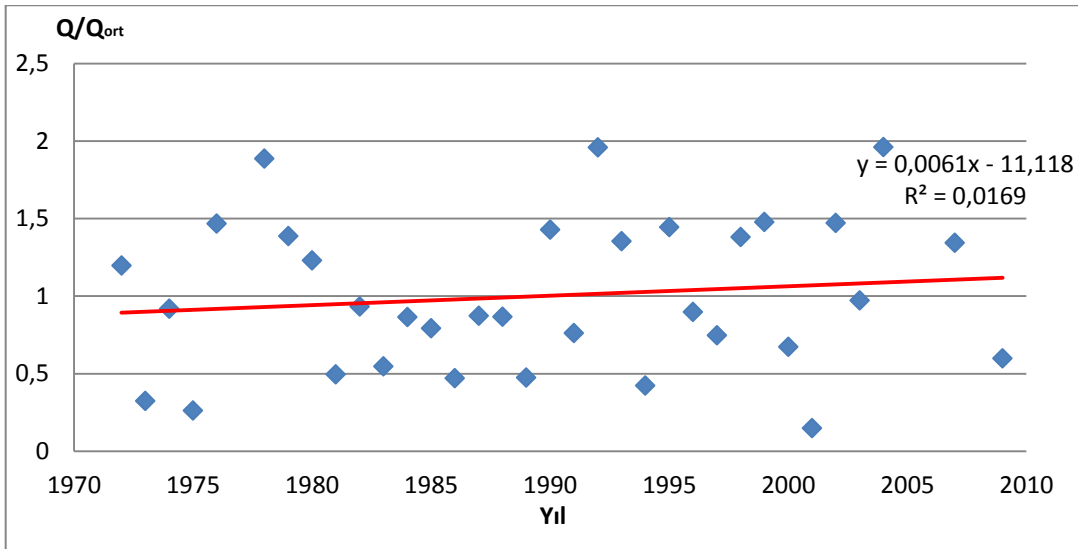
Bu sonuçları kontrol etmek için görsel olarak debiler, debilerin ortalamaları ile boyutsuz grafikleri ve doğrusal gidiş çizgileri çizilmiştir. Sonuçlar Mann-Kendall testini desteklemektedir.



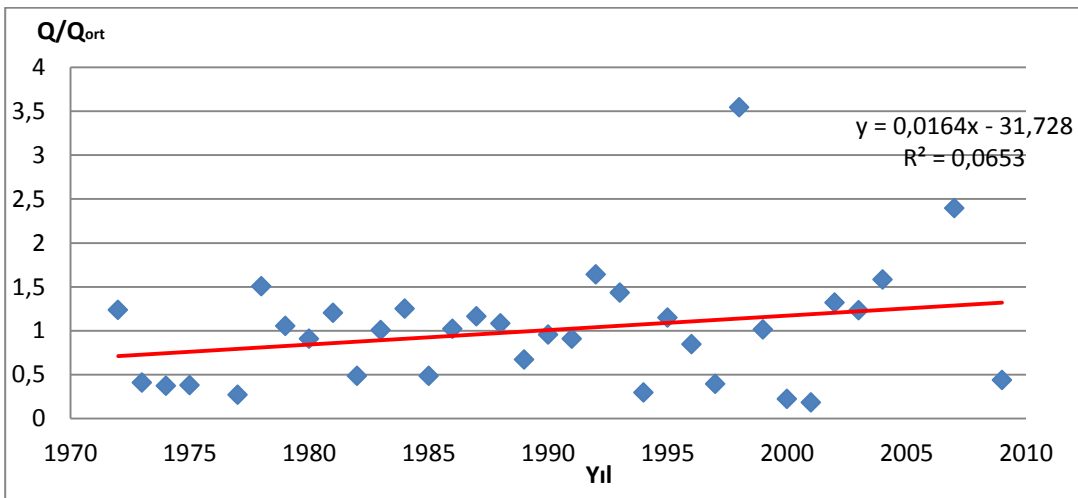
Şekil 3.4 : 21-205 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



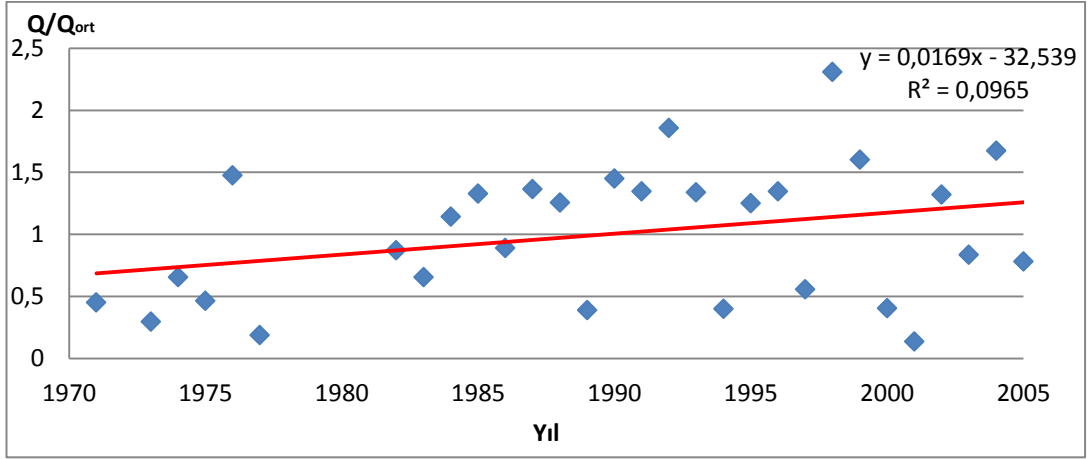
Şekil 3.5 : 21-211 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



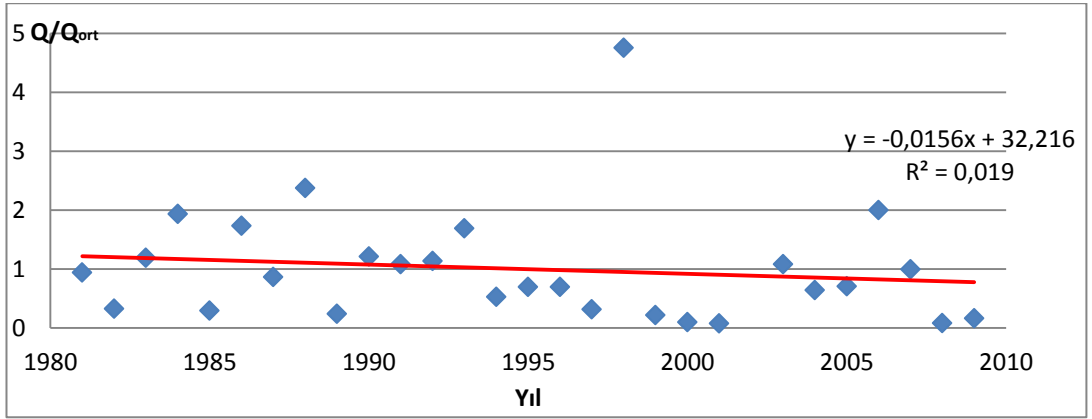
Şekil 3.6 : 21-215 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



Şekil 3.7 : 21-223 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.

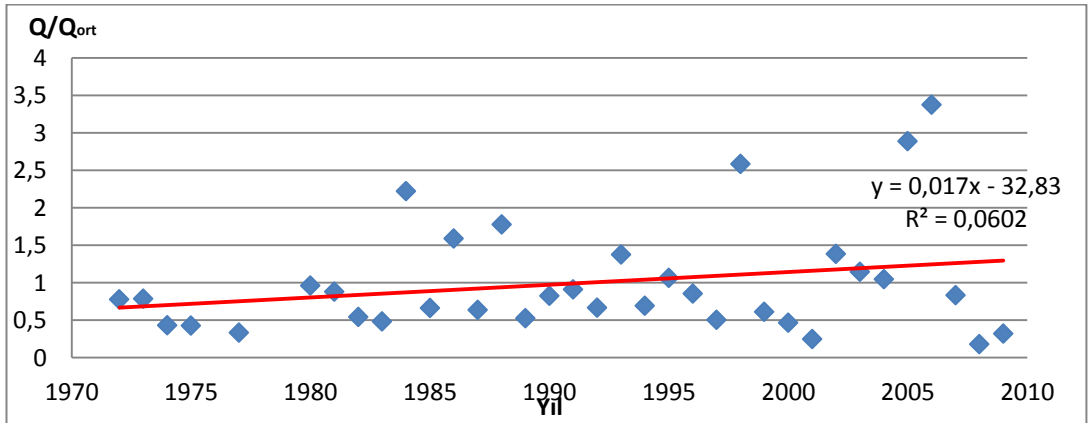


Şekil 3.8 : 21-225 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.

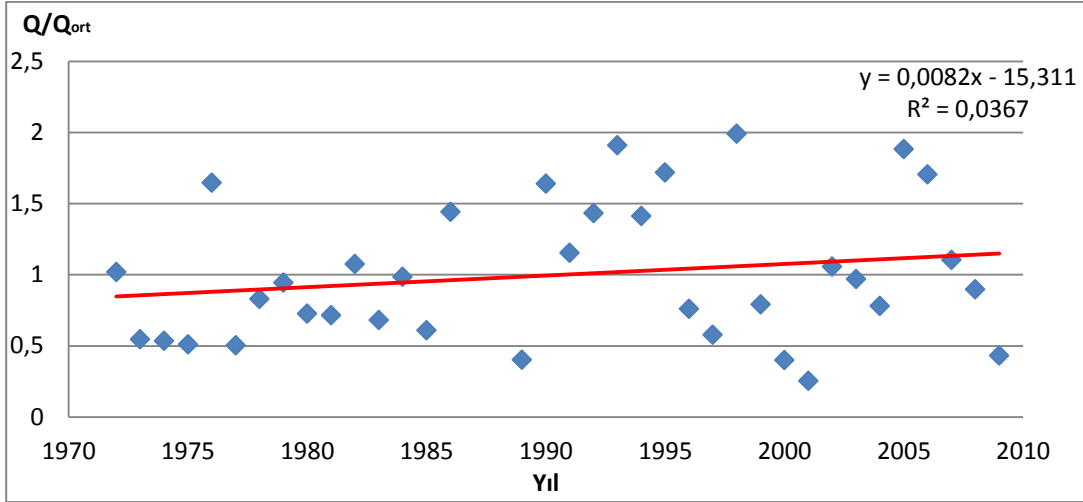


Şekil 3.9 : 21-227 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.

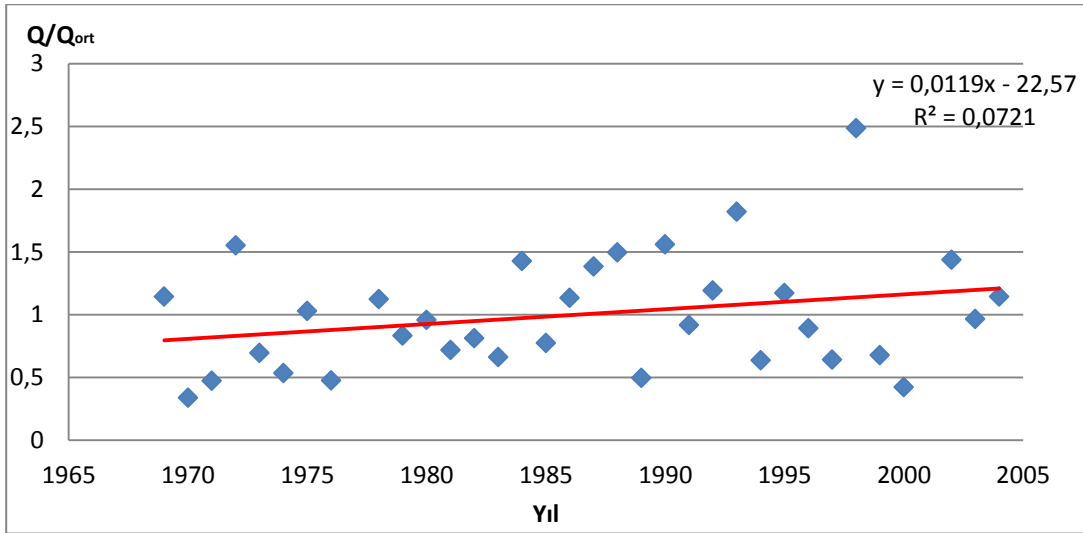
Şekil 3.9'da 21-227 No'lu istasyonunun boyutsuz grafiği gösterilmiştir. Çizelge 3.25'e bakarak hesaplanan z değeri, -1,85 ve 0,05 anlamlılık düzeyine karşı gelen 1,96'ya yakın bir değer olduğu görünmüştür ve Şekil 3.9'daki trend çizgisinin eğimi hesaplanan z değeri, anlamlılık düzeyine yakın olduğunu göstermektedir.



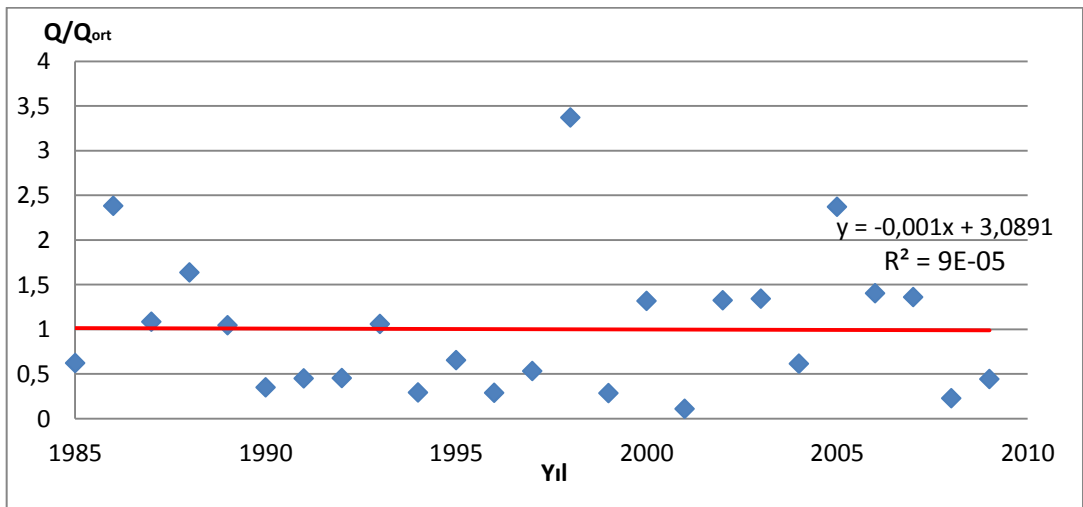
Şekil 3.10 : 21-231 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



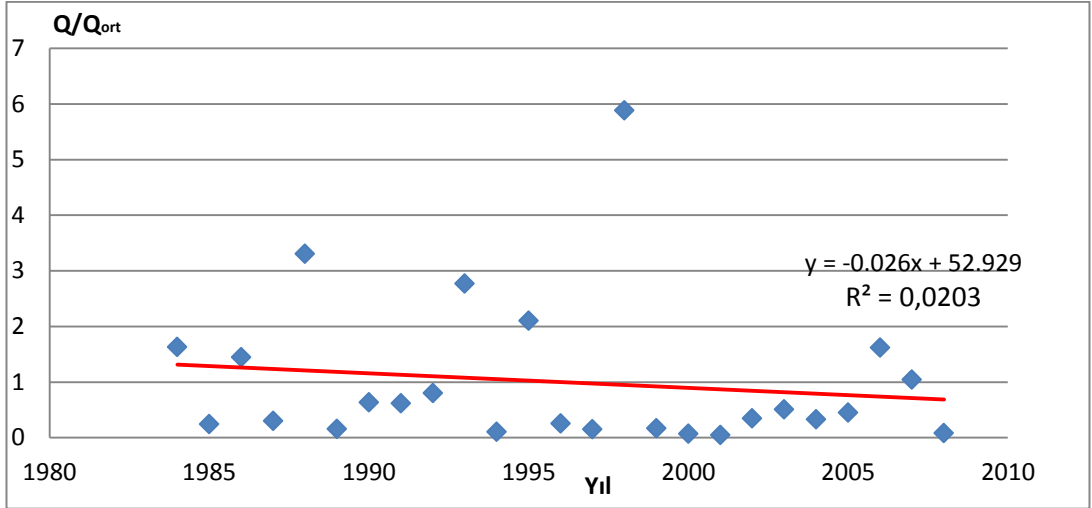
Şekil 3.11 : 21-233 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



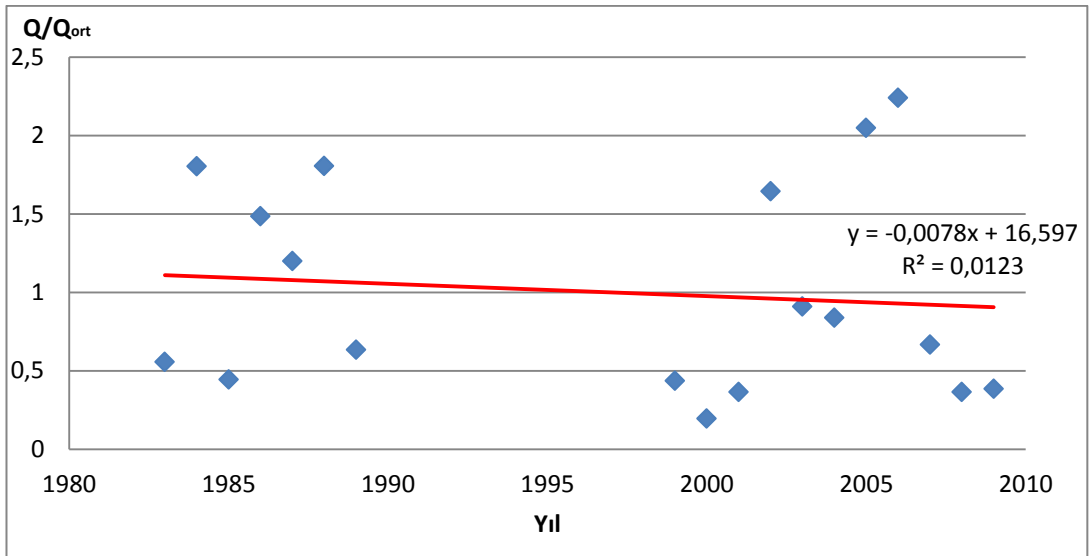
Şekil 3.12 : 21-237 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



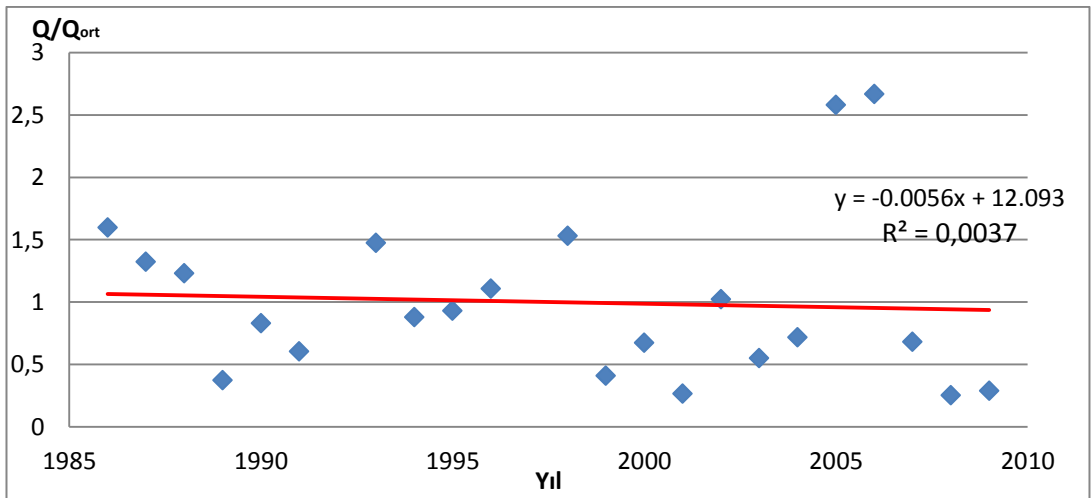
Şekil 3.13 : 21-419 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



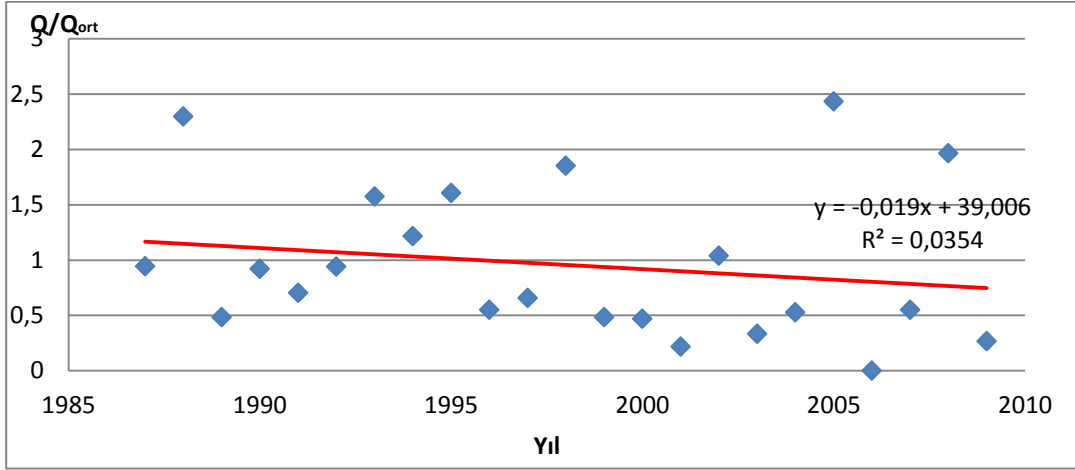
Şekil 3.14 : 21-423 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



Şekil 3.15 : 21-425 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



Şekil 3.16 : 21-429 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.



Şekil 3.17 : 21-497 No'lu istasyonun boyutsuz grafiği.

3.7 Bölgesel Analiz

Hidrolojik bölgesel analizin hidroloji çalışmalarındaki yeri son yıllarda daha büyük önem kazanmıştır. Bu konuda çok sayıda araştırma ve yayın yapılmaktadır. Böylece hidrolojik çalışmalarda karşılaşılan en büyük problemlerden biri olan verilerin yetersizliğine çözüm bulmak amaçlanmaktadır.

Bölgesel analiz bir anlamda bir istasyondaki verilerin sayısının çoğaltılmasına karşı gelir. Böylece daha büyük bir örnek analiz edilmiş gibi olur ve istatistik örnekleme hatası daha küçük olan tahminler yapılabilir.

Çizelge 3.26 : Tüm istasyonlar istatistik özellikleri.

Sıra	AGİ	n	$\bar{x}$	σ	C_{vx}
1	21-205	35	387.43	238.51	0.62
2	21-211	36	421.33	387.96	0.92
3	21-215	34	669.93	322.95	0.48
4	21-223	34	336.10	221.65	0.66
5	21-225	30	1174.42	630.54	0.54
6	21-227	28	150.17	145.88	0.97
7	21-231	35	889.33	660.61	0.74
8	21-233	36	1115.59	536.15	0.48
9	21-237	34	2506.79	1137.19	0.45
10	21-419	25	227.95	182.09	0.80
11	21-423	25	86.71	116.60	1.34
12	21-425	18	169.72	139.75	0.82
13	21-429	22	114.31	76.27	0.67
14	21-497	23	75.70	84.70	1.12

Karun üst Havzası'nda seçilmiş olan istasyonlar arasında istatistiksel açıdan ilişkiler belirlenecektir. Homojen bölge veya bölgeler oluşturmak için Wiltshire(1996), yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde en iyi gruplama değişim katsayılarına göre belirlenir.

Wiltshire yöntemine göre önce bütün havzaya homojen bir bölge olarak bakılıp bakılmayacağını araştırılmıştır. Havzanın ortalama değişim katsayısı $\bar{C}_v = 0,76$ olup havzadaki istasyonların ortalama kayıt uzunluğu $n = 30$ yıldır. En büyük değişim katsayısı 21-423 No'lu istasyona aittir. Kayıt uzunluğu 25 yıl olan bu istasyonda $C_v = 1,34$ 'dir. En küçük değişim katsayısı 21-237 No'lu istasyondadır ve kayıt uzunluğu 34 yıl olan bu istasyonda $C_v = 0,45$ 'tir. Bu iki istasyondaki ortalama değişim katsayısı $\bar{C}_v = 0,76$ olan bir toplumdaki gelmeleri halinde C_v 'nin örneklem dağılımı 2.106 denklemini kullanarak en yüksek değeri 1,04 ve en düşük değer 0,47 hesaplanmıştır. 0,45 ve 1,34 değerleri bu sınırların dışına çıktığından bütün havzaya homojen bir bölge olarak bakılmaz ve bu durumda havzayı birden fazla bölgeye ayırarak analiz yapılmıştır.

Çizelge 3.27 : 2 bölgenin özellikleri.

	AGİ	n	$\bar{x}$	σ	C_{vx}
1.bölge	205	35	387.43	238.51	0.62
	211	36	421.33	387.96	0.92
	215	34	669.93	322.95	0.48
	223	34	336.10	221.65	0.66
	225	30	1174.42	630.54	0.54
	233	36	1115.59	536.15	0.48
	237	34	2506.79	1137.19	0.45
2.bölge	227	28	150.17	145.88	0.97
	231	35	889.33	660.61	0.74
	419	25	227.95	182.09	0.80
	423	25	86.71	116.60	1.34
	425	18	169.72	139.75	0.82
	429	22	114.31	76.27	0.67
	497	23	75.70	84.70	1.12

İstasyonların coğrafi özelliklerine bakarak Çizelge 3.27'deki gibi 2 bölgeye ayırarak homojenlik testlerine devam edilmiştir ve 1. bölgenin ortalama değişim katsayısı $\overline{C_v} = 0,59$ olup havzadaki istasyonların ortalama kayıt uzunluğu $n = 34$ yıldır. En büyük değişim katsayısı 21-211 No'lu istasyona aittir. Kayıt uzunluğu 36 yıl olan bu istasyonda $C_v = 0,92$ 'dir. En küçük değişim katsayısı 21-237 No'lu istasyondadır ve kayıt uzunluğu 34 yıl olan bu istasyonda $C_v = 0,45$ 'tir.

Bu iki istasyondaki örneklemelerin değişim katsayısı $\overline{C_v} = 0,59$ olan bir toplumdan gelmeleri halinde C_v 'nin örneklem dağılımı 2.106 denklemini kullanarak en yüksek değeri 0,77 ve en düşük değer 0,41 hesaplanmıştır. 0,45 ve 0,92 değerleri bu sınırların dışına çıktığından 1. bölgeye homojen bir bölge olarak bakılmaz.

2.bölgenin ortalama değişim katsayısı $\overline{C_v} = 0,92$ olup havzadaki istasyonların ortalama kayıt uzunluğu $n = 25$ yıldır. En büyük değişim katsayısı 21-423 No'lu istasyona aittir. Kayıt uzunluğu 25 yıl olan bu istasyonda $C_v = 1,34$ 'dir. En küçük değişim katsayısı 21-429 No'lu istasyondadır ve kayıt uzunluğu 22 yıl olan bu istasyonda $C_v = 0,67$ 'dir.

Bu iki istasyondaki örneklemelerin değişim katsayısı $\overline{C_v} = 0,92$ olan bir toplumdan gelmeleri halinde C_v 'nin örneklem dağılımı 2.106 denklemini kullanarak en yüksek değeri 1,3440 ve en düşük değer 0,5037 hesaplanmıştır. 0,67 ve 1,3446 değerleri bu sınırların dışına çıktığından bu bölgeye homojen bir bölge olarak bakılmaz.

İki bölgeye ayrıldığı zaman, homojen bir gruplama yapılamadığı için 3 bölgeye ayırmaya karar verilmiştir. Bu bölgeler istasyonların coğrafi özelliklerine bakılarak ayrılmıştır ve Çizelge 3.28'de gösterilmiştir. Her bir bölgeye ait sonuçlar Çizelge 3.28'de verilmiştir.

Çizelge 3.29'u incelediğinde, her bölgede en büyük ve en küçük C_v 'ler örneklem değerinin arasında kaldığı görülür ve dolayısıyla 3 homojen bölge elde edilir. Belirlediğimiz 3 homojen bölge bir birinden farklı toplumlardan gelmesini kontrol etmek gerekir.

2.107 denklemi kullanarak bu 3 bölgenin bir birinden farklılığı incelenmiştir. F değeri ikili bölgeler arasında hesaplanıp ve Çizelge 2.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.28 : 3 bölgenin özellikleri.

	AGİ	süre	$\bar{X}$	σ	C_{vx}
1.Bölge	21-205	35	387.43	238.51	0.62
	21-211	36	421.33	387.96	0.92
	21-215	34	669.93	322.95	0.48
	21-223	34	336.10	221.65	0.66
	21-231	35	889.33	660.61	0.74
	21-227	28	150.17	145.88	0.97
2.Bölge	21-225	30	1174.4	630.54	0.54
	21-237	34	2506.8	1137.2	0.45
	21-419	25	228.0	182.09	0.80
	21-233	36	1115.6	536.15	0.48
	21-425	18	169.7	139.75	0.82
3.Bölge	21-423	25	86.71	116.60	1.34
	21-497	23	75.70	84.70	1.12
	21-429	22	114.31	76.27	0.67

Çizelge 3.29 : 3 bölgenin örnekleme değerleri ile karşılaştırma.

		Mevcut C_{vx}	Örnekleme değeri
1.bölge	En büyük C_{vx} =	0.9715	0.9837
	En küçük C_{vx} =	0.4821	0.4804
2. bölge	En büyük C_{vx} =	0.8234	0.8317
	En küçük C_{vx} =	0.4536	0.4056
3. bölge	En büyük C_{vx} =	1.3447	1.5774
	En küçük C_{vx} =	0.6673	0.5098

Çizelge 3.30 : Ayrılmış 3 bölgenin $F_{\alpha}=0,05$ değerleri ile karşılaştırma.

1.bölge ve 2. bölge	F=	0.7142
	$F_{\alpha=0,05}$ =	1.83
1.bölge ve 3. bölge	F=	2.0324
	$F_{\alpha=0,05}$ =	1.87
2.bölge ve 3. bölge	F=	2.8455
	$F_{\alpha=0,05}$ =	1.95

Çizelge 3.29’da görüldüğü gibi 1. bölge homojen bir bölgedir ve buna rağmen Çizelge 3.30’a bakarak 2. ve 3. Bölgeleri ile karşılaştırıldığında farklı bölgeler olarak bulunmamışlardır. Ancak, 2. ve 3. bölgeler bir birinden farklı olup, homojen bölge olarak kabul edilmiştirler.

İstasyonların sayısı az olduğu için fazla bölgelere bölmek iyi olmaz. Bu sebeple her 3 bölge bir homojen bölge olarak kabul edilip her homojen bölge için istasyonların bölge içinde homojen olup olmadığı incelenecektir. Bu test için 2.108 denklemi kullanılarak S değeri her bölge için hesaplanmış ve bu değerler Çizelge 3.31’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.31 : 3 bölgenin S değerlerinin karşılaştırması.

1.Bölge	S	0.2808
	$\chi^2_{0,05}$	11,07
2.Bölge	S	1.8852
	$\chi^2_{0,05}$	9,488
3.Bölge	S	0.0004
	$\chi^2_{0,05}$	5,991

Her bölgenin serbestlik derecesine karşı gelen $\chi^2_{0,05}$ değeri χ^2 çizelgesinden okunarak Çizelge 3.31’da yerleştirilmiştir. Bu çizelgeden her üç bölgenin kendi içinde homojen istasyonlara sahip oldukları görülmektedir. Sonuç olarak Şekil 3.18 ‘de 3 bölge gösterilmiştir.



Şekil 3.18 : Karun üst Havzası’nın 3 homojen bölgesi.

3.8 Mevsimsellik Analizi

Bu bölümde taşkın verilerine Açısal Mevsimsellik ve Göreceli Frekans Analizleri uygulanmıştır.

3.8.1 Açısal mevsimsellik analizi

Her bir istasyon için taşkınların olduğu günler yılın kaçınıcı gününe denk geldiği hesaplanmıştır. Tüm istasyonlar için 2.110 ve 2.111 denklemi kullanılarak her yıl için $\bar{x}$ ve $\bar{y}$ değeri, 2.112 ve 2.113 denklemi ile $\bar{\theta}$ değeri elde edilmiştir. Çizelge 3.32’de her bir istasyon için hesaplanan açısal parametreler gösterilmiştir.

Çizelge 3.32 : İstasyonların açısal parametreleri.

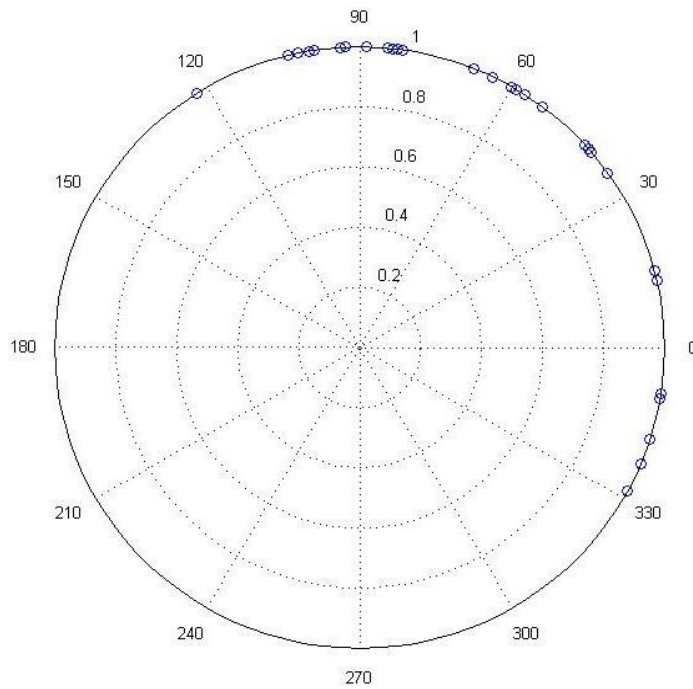
AGİ No	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$\bar{\theta}$ (Radyan)	r	MD	Taşkın takvim günü
21-205	0,370	0,683	1,074	0,776	62	03.Mar
21-211	0,600	0,540	0,733	0,807	43	12.Şub
21-215	0,454	0,513	0,847	0,685	49	18.Şub
21-223	0,270	0,594	1,145	0,653	66	07.Mar
21-225	0,483	0,559	0,858	0,738	50	19.Şub
21-227	0,369	0,634	1,045	0,734	61	02.Mar
21-231	0,117	0,692	1,403	0,702	82	23.Mar
21-233	0,466	0,498	0,818	0,682	48	17.Mar
21-237	0,361	0,525	0,968	0,637	56	25.Şub
21-419	0,089	0,630	1,430	0,636	83	24.Mar
21-423	0,283	0,629	1,148	0,690	67	08.Mar
21-425	0,175	0,847	1,368	0,865	79	20.Mar
21-429	0,306	0,737	1,178	0,798	68	09.Mar
21-497	0,381	0,605	1,009	0,714	59	28.Şub

Çizelge 3.32’de görüldüğü üzere, bu bölgede taşkınların ortalama olarak büyük oranda şubat ve mart ayı’nda gözleendiği tesbit edilmiştir. Şubat ve Mart ayları kış mevsiminde olduğu için gözlenen bu taşkınlar aşırı şiddetli yağmurlardan kaynaklanır. Hesaplanan "r" değeri, incelendiğinde, taşkın gözlem tarihlerinin yıl içinde dağılımının homojenliği hakkında bilgi edinilmektedir. Bu değer arttıkça o istasyonun gün olarak taşkınlarının homojenlik derecesi artar.

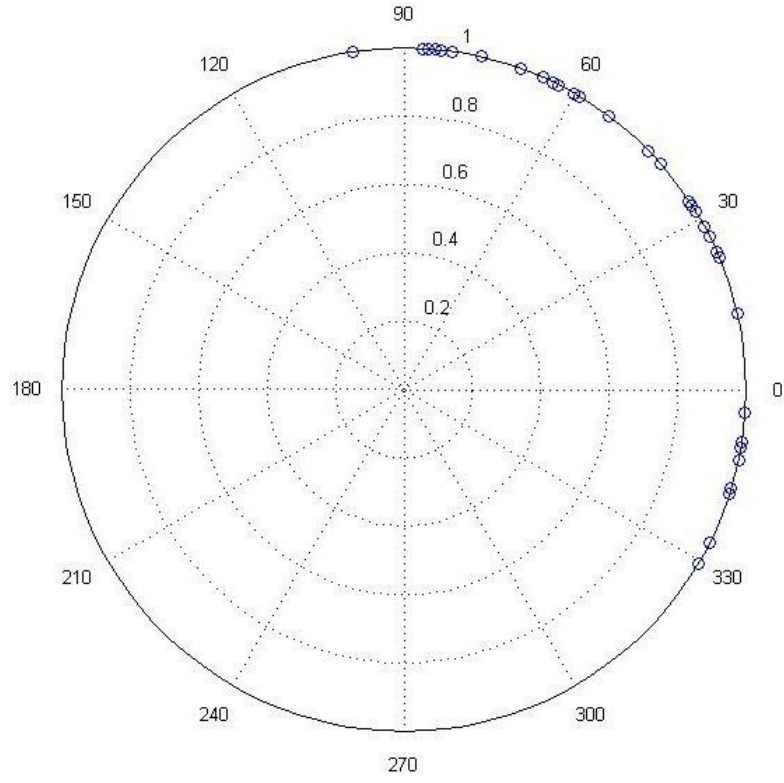
İstasyonlardan, farklı yıllarda gözlenen taşkınların, taşkın takvim günleri birbirlerine yakınlık göstermesi ile en büyük "r" değerine sahip olan 21-425 No’lu istasyonu, taşkınların gözlem zamanları açısından en çok homojenlik gösteren istasyondur. Bu bölgede "r" değeri az değişir ve en küçük ve en büyük "r" değeri arasında 0,229 fark vardır. Tüm istasyonların ortalama "r" değeri 0,72’dir. Bu sebeple bu bölge taşkınların gözlem zamanları açısından homojenlik gösterir.

3.8.1.1 Birim daireler

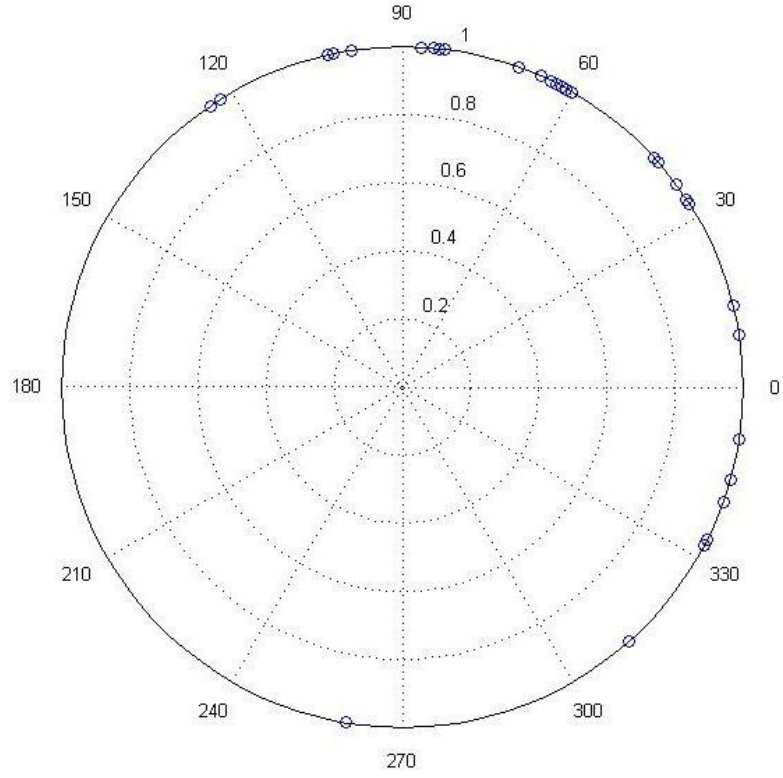
Her bir istasyona ait, Açısal Mevsimsellik Analizinin sonucunda hesaplanan mevsimsellik ölçütlerinin görsel ifadeleri olan AGİ’lerin birim daireleri aşağıda gösterilmiştir. Bu birim daireler incelenerek her istasyonun mevsimsel özellikleri ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 3.19 : 21-205 No’lu istasyonun birim dairesi.



Şekil 3.20 : 21-211 No'lu istasyonun birim dairesi.

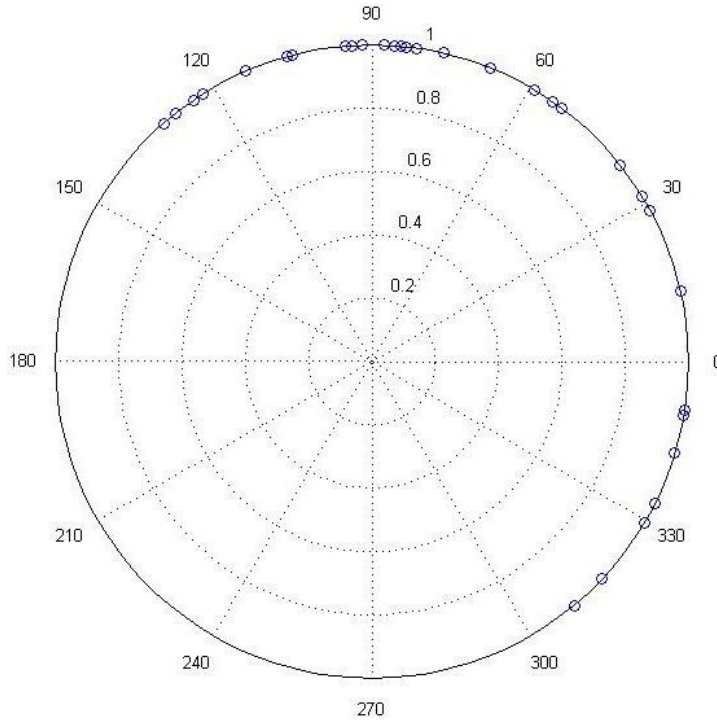


Şekil 3.21 : 21-215 No'lu istasyonun birim dairesi.

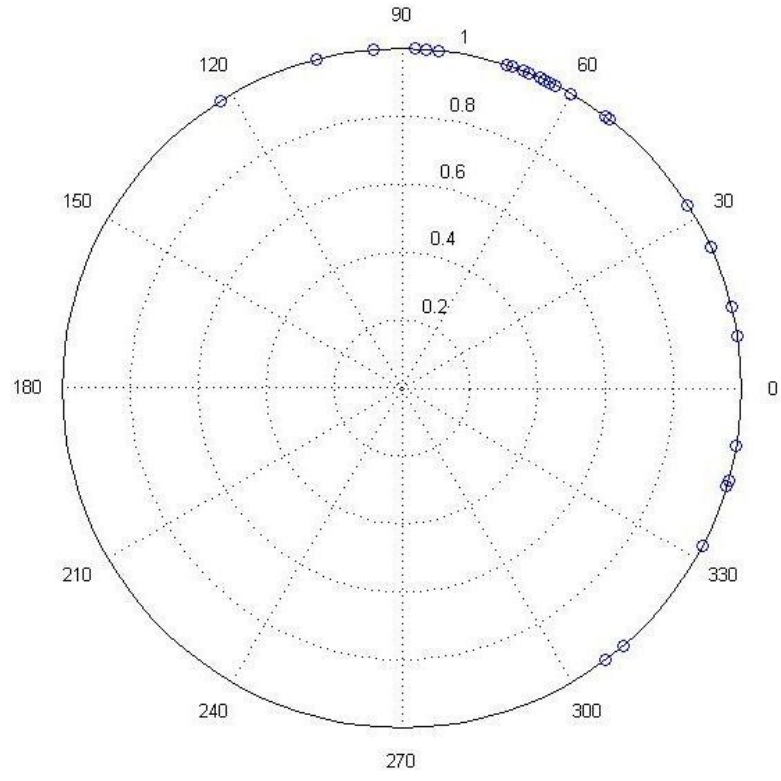
21-205 No'lu istasyonun MD değeri 62. gündür ve kayıt süresinde en erken taşkın 1987 yılında ve Aralık ayının 2. gününde meydana gelmiştir ve en geç taşkın 1973 yılında Mayıs ayının 3. gününde oluşmuştur. MD değeri kış mevsiminin ortaya çıkmasından dolayı taşkınların bu istasyonda ağırlık olarak şiddetli yağmurlardan kaynaklandığı söylenebilir. Bu istasyon homojenlik açısından 0,776 değerine sahiptir.

21-211 No'lu istasyonuna bakarak yılın ilk taşkını 2004 yılında Kasım ayın 30. gününde ve yılın son taşkını 10 Nisan 2009'de kayıt edilmiştir. Bu istasyon 0,807, r değeri ile bir homojen bölge olarak görünür ve taşkınların homojen meydana geldiği kabul edilir. Tüm istasyonlar içinde 2. yüksek "r" değerine sahip olan bu istasyonun MD değeri 43'tür kış mevsiminin 2. Ayına denk geldiği için taşkınların ana nedeni şiddetli yağmur olarak belirlenir.

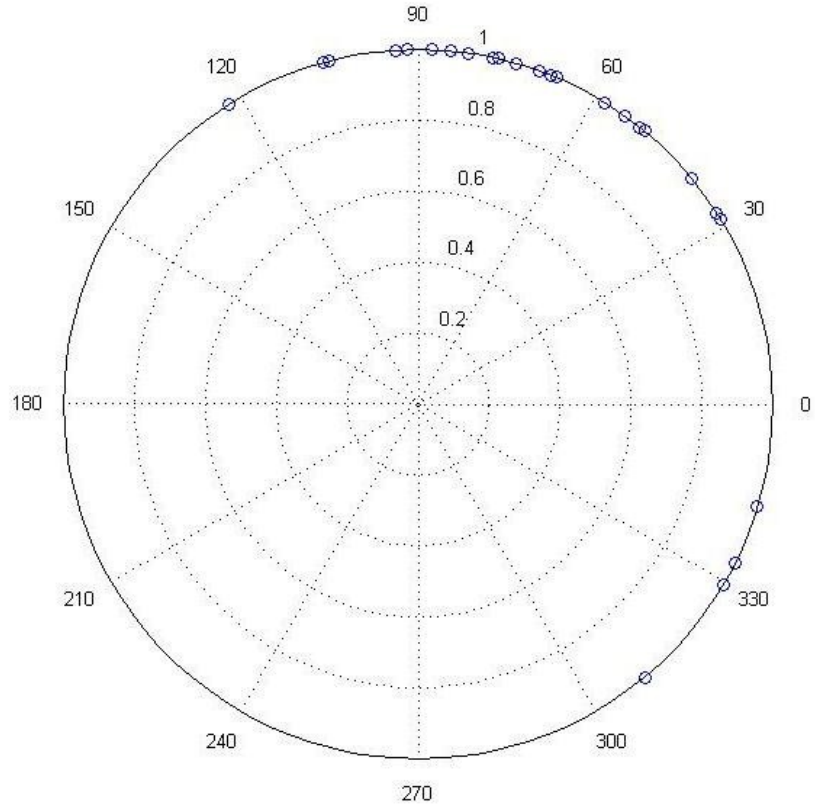
21-215 No'lu istasyonunu incelendiğinde kayıt süresinde taşkınların yalkaşıklık %67'i kış mevsiminde olduğu görülmüştür. Bu istasyonun en erken taşkını 21 Eylül 2001 ve yılın en geç oluşan taşkını 5 Nisan 1991 de meydana gelmiştir. Kullanılan 14 istasyonda sadece bu istasyonda yaz mevsiminde yani Eylül ayında taşkın gözükümüştür. MD değeri 49 olan 21-215 istasyonunun r değeri 0,685'tir.



Şekil 3.22 : 21-223 No'lu istasyonun birim dairesi.



Şekil 3.23 : 21-225 No'lu istasyonun birim dairesi.

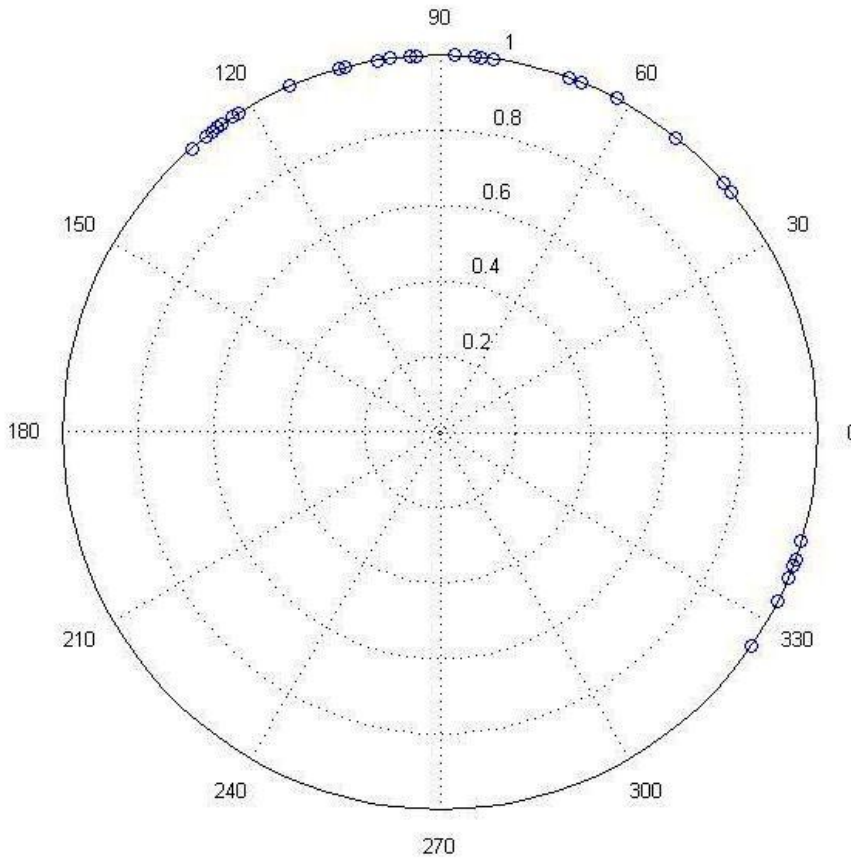


Şekil 3.24 : 21-227 No'lu istasyonun birim dairesi.

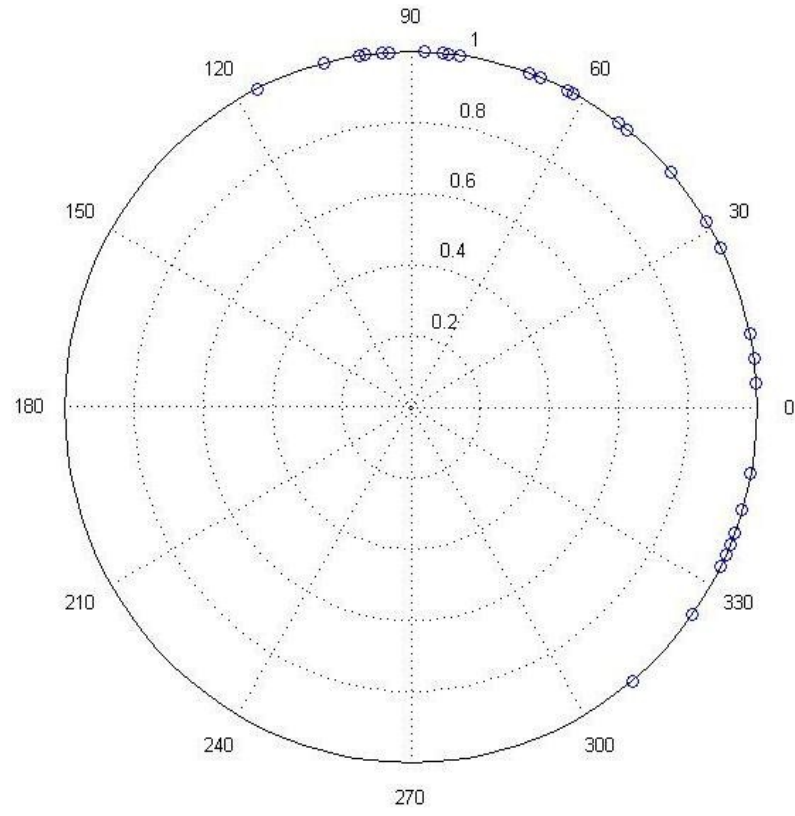
21-223 No'lu istasyonun birim dairesine bakıldığında taşkınların oluşum tarihinin dağılımı görünür. Taşkınlar ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimleri arasında yaklaşık olarak yakın oranda gözlenmiştir. Bu düzenli dağılımdan, yağmur ve yağmur ile kar erimesinin bir arada taşkınların meydana gelmesine neden olduğu sonucuna varılır. 21-223 istasyonu taşkın homojenliği açısından 0,653 değeri ile orta bir seviyede homojenliğe sahiptir.

21-225 No'lu istasyonda taşkınların yüksek kısmı kış mevsiminde ve mart ayında daha sık oluşmuştur. %70 taşkınlar bu istasyonda kış mevsiminde meydana gelmiş ve ilkbaharda az oranda taşkın görülmüştür. Bu nedenle istasyonda şiddetli yağmurlar ağırlıklı olarak taşkın oluşmasına sebep olmuştur. Taşkınlar bu istasyonda 0,738 değeri ile yüksek bir homojenliğe sahiptirler ve özellikle kış mevsiminin son ayında çok sayıda taşkın görülmektedir.

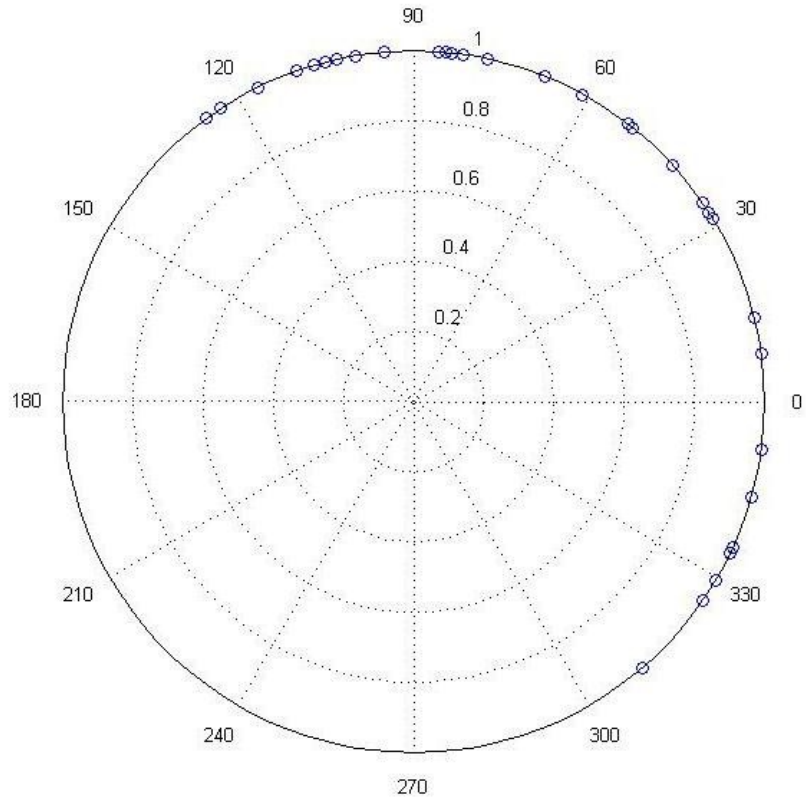
21-227 No'lu istasyonda birim dairede görüldüğü gibi kayıt süresinde yılın ilk ayında hiç taşkın olmamıştır. 0,734, r değeri ile yüksek seviyede homojen taşkınların oluşması ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.25 : 21-231 No'lu istasyonun birim dairesi.



Şekil 3.26 : 21-233 No'lu istasyonun birim dairesi.

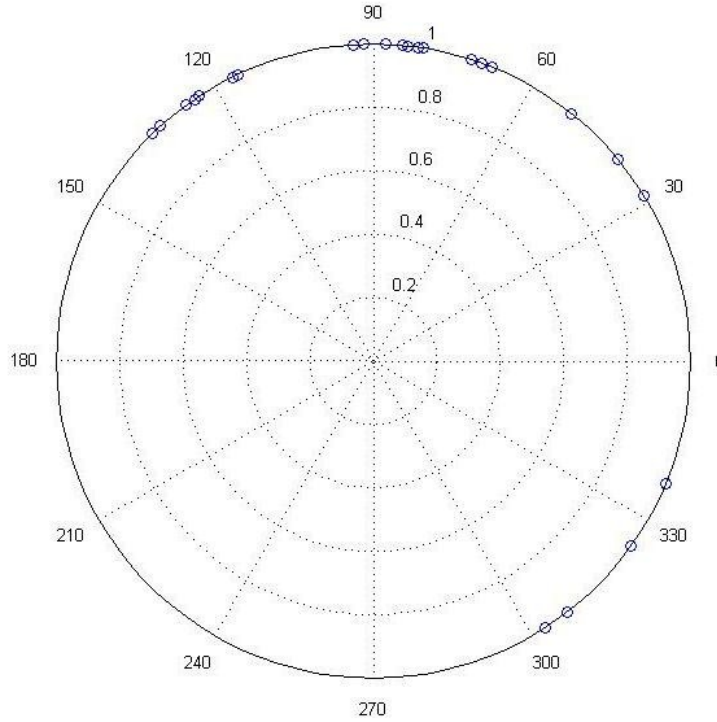


Şekil 3.27 : 21-237 No'lu istasyonun birim dairesi.

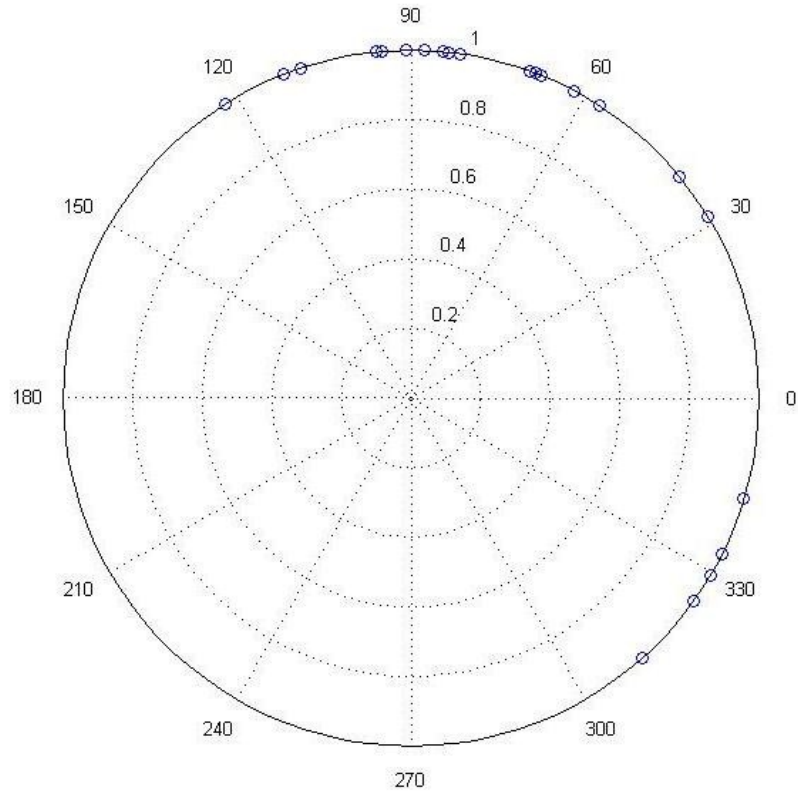
21-231 No'lu istasyonda MD değeri yılın 82. günü yani 23 Mart gününe denk gelir. Bu istasyon için yılın en erken taşkını 26 Kasım ve en geç taşkını Mayıs ayının 13. gününde meydana gelmiştir. 21-231 No'lu istasyonda kayıt süresince aynı 21-227 No'lu istasyon gibi kış mevsimin birinci ayında taşkın görülmemiştir ve taşkın birim dairesinde ilkbaharın 2. Ayında taşkın oluşma sıklığı görünür. Bu iki olaydan dolayı kış mevsiminde kar yağmış ve ilkbaharda yağmur ile kar erimesi bir araya geldiğinde daha sık taşkınlara sebep olmuştur. Bu istasyonda r değeri 0,702 olup taşkınların dağılımı iyi bir derecede homojenliğe sahiptir.

21-233 No'lu istasyonda taşkınlar yılın 7 ayında dağılmıştır ve MD değeri yılın 48. gününe denk gelir. Bu istasyonda yılın ilk taşkını 10 Kasım ve en son taşkın 28 Nisanda meydana gelmiştir. 21-233 istasyonda homojenlik değeri 0,682'dir ve diğer istasyonlara göre taşkınlar düşük seviyede homojendirler. Bu istasyonda taşkınların çoğu kış mevsiminde meydana gelmiştir.

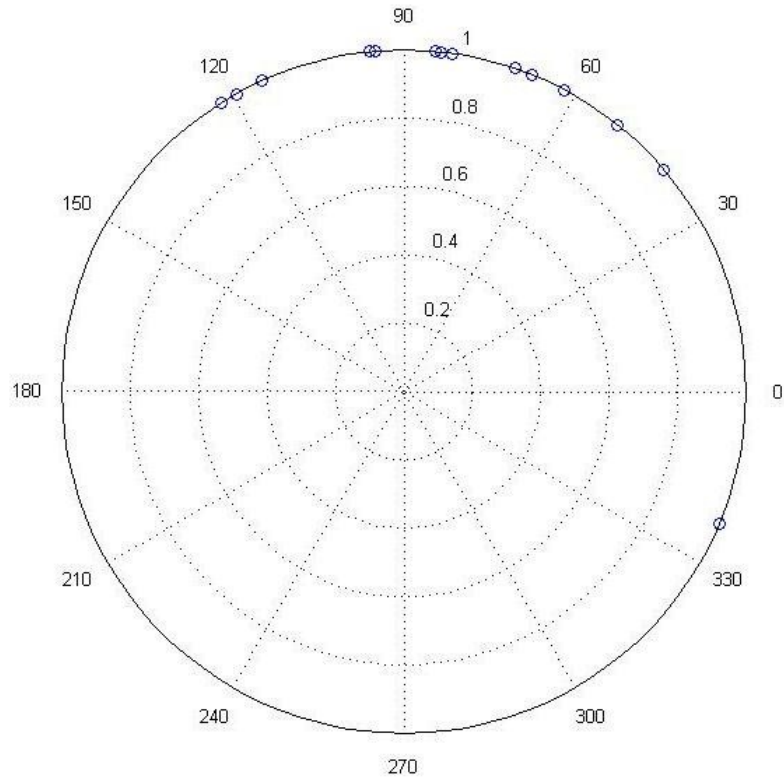
21-237 No'lu istasyonun MD değeri yılın 56. günü yani 25 Şubata denk gelir ve taşkınlar kayıt süresinde normal halde dağılmışlardır. Bu istasyonun taşkınları homojenlik açısından en düşükler arasında yer almıştır ama normal olarak 0,637 değeri ile orta derecede bir homojenliğe sahiptir.



Şekil 3.28 : 21-419 No'lu istasyonun birim dairesi.



Şekil 3.29 : 21-423 No'lu istasyonun birim dairesi.

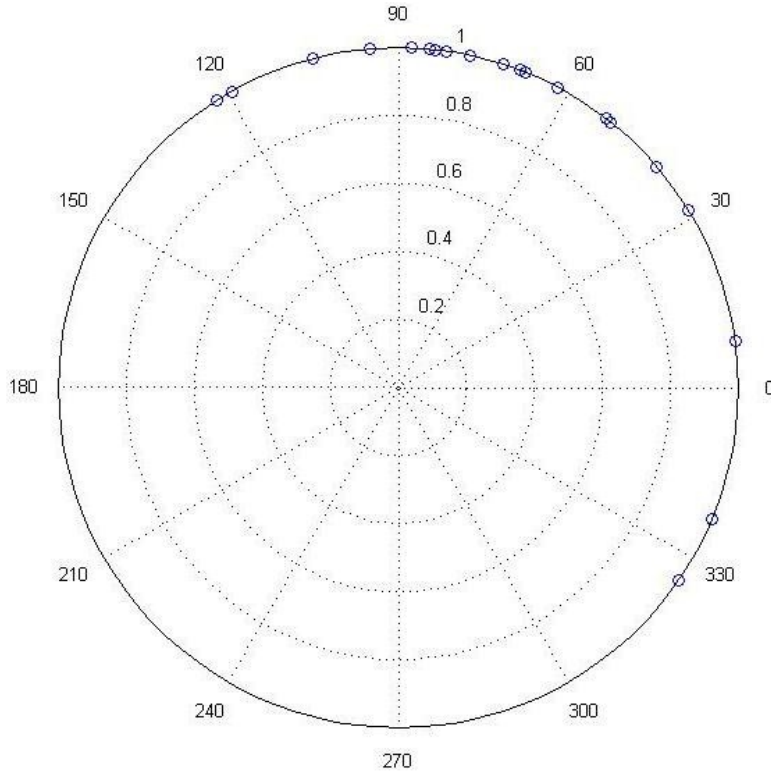


Şekil 3.30 : 21-425 No'lu istasyonun birim dairesi.

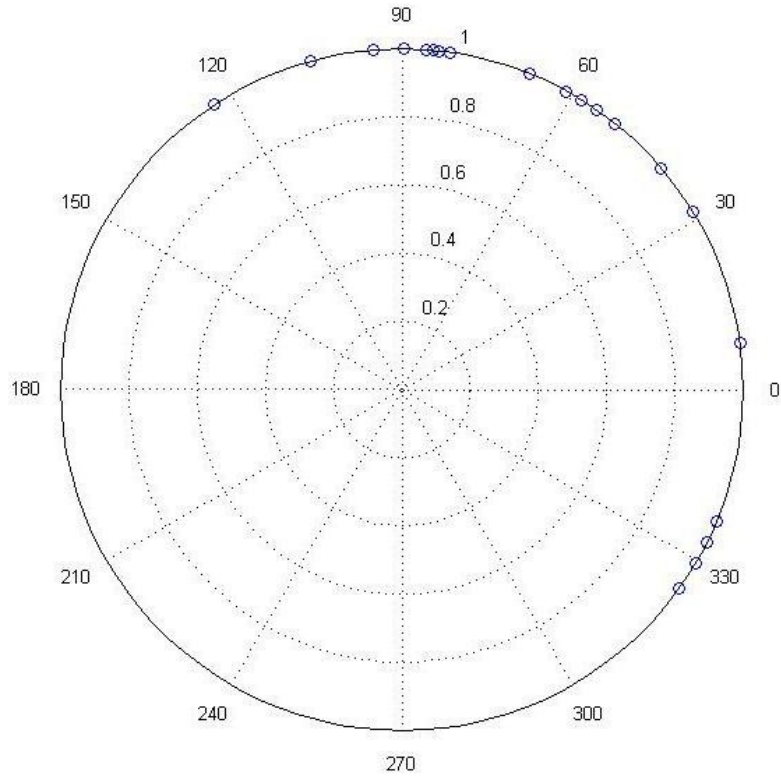
21-419 No'lu istasyonun MD değeri, 21-231 No'lu istasyonun değerine çok yakın ve bu değeri yılın 83. gününe denk gelir. Bu istasyonda kayıt süresinde en erken taşkın yılın 342. ve en geç 134. gününde meydana gelmiştir. Çalıştığımız istasyonlar içinde bu istasyon homojenlik açısından en düşük değere sahiptir ($r=0,636$). Bu istasyon, 21-227 ve 21-231 No'lu istasyonlar gibi yılın ilk ayında hiç taşkın kaydı olmamıştır.

21-423 No'lu istasyonun birim dairesi ise Şekil 3.29'de gösterilmiştir. Bu istasyonun taşkın takvim günü 8 marta denk gelmiştir ve homojenlik açısından r değeri 0,69'dır ve bu nedenle taşkınların gözlenmiş zamanlarının orta bir seviyede dağılımı vardır. Bu istasyon 21-227, 21-231 ve 21-419 No'lu istasyonlar gibi yılın ilk ayında taşkın değeri kayıt edilmemiştir ve kar erimesi ile şiddetli yağmurlar taşkınların kaynağıdır.

21-425 No'lu istasyonun birim dairesini inceliyerek sonbaharda sadece bir taşkın görülür ve taşkınlar çoğunlukta kışın 2. ayından itibaren meydana gelmiştir. Bu istasyonun MD değeri yılın 79. günü yani 20 Marttır. r değeri en yüksek olan bu istasyonda ($r=0,865$) bir gözlem hariç fazla dağılımlık görülmemektedir.



Şekil 3.31 : 21-429 No'lu istasyonun birim dairesi.



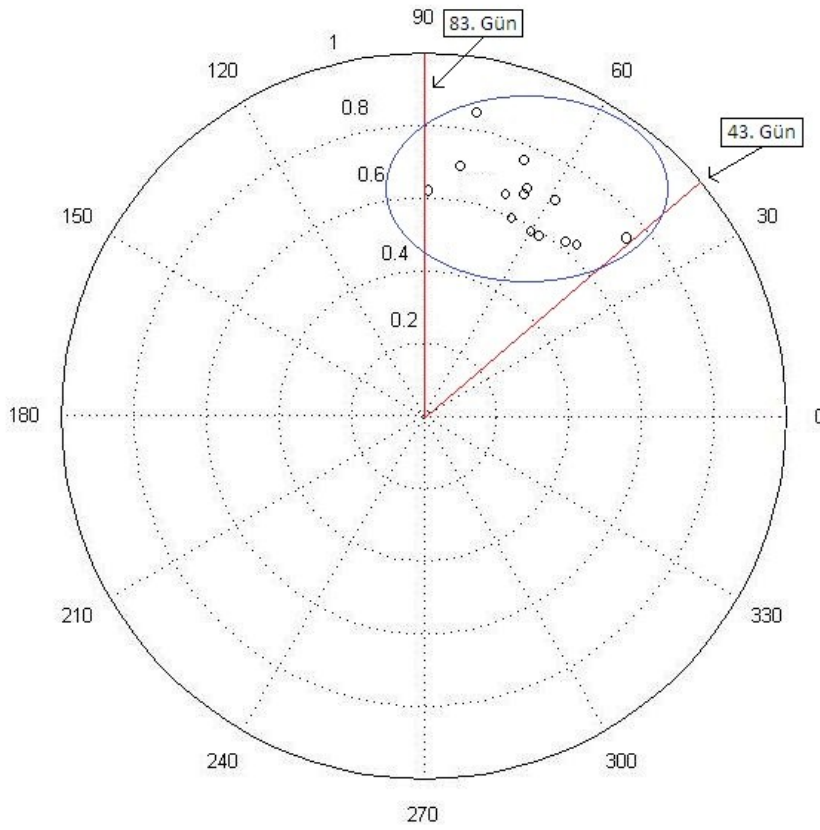
Şekil 3.32 : 21-497No'lu istasyonun birim dairesi.

21-429 No'lu istasyonun incelemesinde MD değeri yılın 68. gününde meydana gelmiştir. Bu istasyonda homojenlik değeri 0,798'dir ve bu değer, taşkınların üçü hariç küçük bir aralıkta yeraldığını göstermiştir.

21-497 No'lu istasyonun en erken taşkın 25 Kasım ve en geç taşkın 5 Mayısda gözlenmiştir. MD değeri yılın 59. gününe yani 28 Şubata denk gelmiştir. Homojenlik açısından 0,714, r değerine sahiptir. Bu istasyonun özellikleri, 21-227 AGİ'nin özelliklerine yakındır.

3.8.1.2 İstasyonların bir arada birim dairesi

Bir önceki bölümde her istasyon için birim daire gösterilip ve incelenmiştir. İstasyonlar bir araya geldiğinde mevsimsel açıdan bütün bölgenin özellikleri gösterebilir. Bu bölgede taşkınlar yılın 43. ve 83. günleri arasında değişir. Bu günler kış mevsimine denk gelir ve bölgede ağırlık olarak şiddetli yağmurlar, taşkınların kaynağıdır. Taşkınlar homojenlik açısından ortalaması 0,723, r değerine sahiptirler ve taşkınlar yaklaşık olarak aynı tarihlerde tekrar meydana gelmiştir. MD değerinin ortalama günü yılın 62. gün yani Martın 3. gününe denk geldiği tesbit edilmiştir.



Şekil 3.33 : İstasyonların bir arada mevsimlik gösterimi.

3.8.1.3 Açısal mevsimsellik analizi ile bölgeselleştirme

Bu çalışmada kullanılan tüm istasyonların açısal parametreleri Çizelge 3.32’de gösterilmiştir ve 3.8.1.1 bölümünde her bir istasyon incelenmiştir. Bu bölümde istasyonlar arası benzerliklerden bahsedilecektir.

İki istasyon arasında benzerliği bulmak için öklid mesafeleri ve 2.116 denklemini kullanarak hesaplanmıştır ve Çizelge 3.33’de gösterilmiştir. Bulunan benzerlik değeri ne kadar 0’a yaklaşırsa iki istasyonun arasındaki yüksek derecede benzerliliği ifade eder ve eğer 1’e yaklaşırsa iki istasyon arasında benzerlik az demektir.

Mevsimsellik analizi yapılan istasyonlar arasındaki benzerleri bir araya getirerek gruplamak için bir sınır değeri belirlemek gerekir. Bu çalışmada benzerlik değerleri çok düşük olduğundan en yüksek ve en düşük değerler arasını iki gruba ayırarak benzerlik sınırı olarak 0,273 kabul edilmiştir. İstasyonlar arası benzerliklerin değeri 0,273’den büyük olanlar benzer değil ve sınır değerinden düşük ise bir birine benzer demektir.

Bu bağlamda, açısal mevsimsellik analizi neticesinde istasyonlar arası benzerlik grupları, Çizelge 3.34’de gösterilmiştir. Çizelge 3.33’ya bakarak en yüksek değer 0,525 ve 21-215 ile 21-425 No’lu istasyonlar arasındadır ve buna karşı en düşük benzerlik değeri, 0,02 ve 21-223 ile 21-233 istasyonları arasındadır. Çizelge 3.33’ye bir bütün olarak bakarsak istasyonların yüksek seviyede birbirleri ile benzerlik oldukları ve bölgesellik açısından homojen bir bölge sayılabilecekleri görülmektedir.

Çizelge 3.33 ve Çizelge 3.34’de verilerin yerleşimi simetrik matris şeklinde olduğundan dolayı, çizelgelerin simetrik taraflarından biri kullanılmaktadır.

Çizelge 3.33 : İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik değerleri.

d_s^{ij}	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429
21-211	0.271												
21-215	0.189	0.148											
21-223	0.134	0.335	0.201										
21-225	0.167	0.119	0.054	0.216									
21-227	0.048	0.250	0.148	0.106	0.137								
21-231	0.253	0.506	0.381	0.181	0.389	0.258							
21-233	0.208	0.140	0.020	0.219	0.063	0.168	0.399						
21-237	0.158	0.240	0.094	0.114	0.127	0.110	0.295	0.109					
21-419	0.286	0.519	0.383	0.184	0.400	0.279	0.068	0.400	0.291				
21-423	0.102	0.329	0.206	0.037	0.212	0.086	0.177	0.225	0.130	0.194			
21-425	0.256	0.525	0.435	0.270	0.422	0.288	0.166	0.455	0.372	0.233	0.243		
21-429	0.084	0.354	0.268	0.147	0.251	0.120	0.194	0.288	0.219	0.241	0.110	0.171	
21-497	0.079	0.229	0.117	0.111	0.112	0.032	0.277	0.137	0.082	0.292	0.101	0.318	0.152

Çizelge 3.34 : İstasyonların öklid mesafeleri ile hesaplanmış benzerlik gruplar.

d_s^{ij}	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429
21-211	+												
21-215	+	+											
21-223	+	x	+										
21-225	+	+	+	+									
21-227	+	+	+	+	+								
21-231	+	x	x	+	x	+							
21-233	+	+	+	+	+	+	x						
21-237	+	+	+	+	+	+	x	+					
21-419	x	x	x	+	x	x	+	x	x				
21-423	+	x	+	+	+	+	+	+	+	+			
21-425	+	x	x	+	x	x	+	x	x	+	+		
21-429	+	x	+	+	+	+	+	x	+	+	+	+	
21-497	+	+	+	+	+	+	x	+	+	x	+	x	+

+: Benzer

x : Benzemez

3.8.2 Göreceli frekans analizi

İstasyonların taşkın kayıtları incelendiğinde, taşkınların gözlenme sıklığının aylara olan dağılımı istasyonların taşkın frekans yüzdeleri olarak gösterilmektedir. Her bir istasyon için 2.117 denklemi kullanılarak aylara düşen taşkın yüzdesi hesaplanır. Aylara düşen taşkınların yüzdesi Çizelge 3.35’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.35’i incelediğinde tüm istasyonlarda Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekimde hiç taşkın gözlenmemiştir ve sadece 21-215 No’lu istasyonunda Eylül ayında bir kez taşkın görülmüştür.

Ayrıca, taşkınların en yüksek frekansı Mart ayında olmuştur ve sadece 21-205 No’lu istasyonda Şubat ayı en yüksek frekansa sahiptir.

3.8.3 Göreceli frekans analizi ile bölgeselleştirme

İstasyonlar arasında benzerlikleri belirtmek için $Sim(i,j)$ değeri 2.118 denklemi kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 3.35’de gösterilmiştir. Bu değerler açısal mevsimsellik analizi yöntemindeki öklid mesafeleri ile hesaplanmış d_s^{ij} değeri gibi değerlendirilir. $Sim(i,j)$ değerleri de göreceli frekans analizi ile mevsimsellik araştırması yapılan istasyonlar arasındaki benzerlik parametreleridir.

Bu yöntem ile yapılan hesaplamalarda da gruplama gerekmektedir. Bu çalışmada en düşük benzerlik 21-205 ile 21-423 No’lu istasyonlar arasında ve en yüksek benzerlik 21-425 ile 21-429 No’lu istasyonlar arasında bulunmaktadır. En düşük benzerlik değeri 0,294 ve görüldüğü gibi 0’a çok yakın bir değerdir. Çizelge 3.37’de görüldüğü gibi tüm istasyonlar arasındaki $sim_{(i,j)}$ değerleri 0’a çok yakın bir değerdir olduğu nedenle 14 istasyon bir grup olarak bakılmıştır ve sınır belirtilmemiştir.

Çizelge 3.35 : İstasyonların ayarlanmış taşkın frekansları.

f_i	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429	21-497
OCAK	0.830	0.134	0.059	0.057	0.097	0.000	0.000	0.108	0.057	0.000	0.000	0.000	0.044	0.042
ŞUBAT	0.184	0.208	0.227	0.126	0.143	0.268	0.092	0.149	0.189	0.128	0.086	0.119	0.195	0.280
MART	0.360	0.403	0.352	0.313	0.452	0.346	0.304	0.323	0.256	0.310	0.387	0.538	0.484	0.295
NİSAN	0.171	0.028	0.091	0.176	0.067	0.179	0.229	0.167	0.206	0.200	0.280	0.167	0.091	0.131
MAYIS	0.553	0.000	0.059	0.114	0.032	0.036	0.194	0.000	0.057	0.200	0.039	0.108	0.088	0.084
HAZİRAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TEMMUZ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AĞUSTOS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EYLÜL	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EKİM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KASIM	0.000	0.028	0.030	0.088	0.067	0.107	0.029	0.056	0.088	0.120	0.120	0.000	0.045	0.087
ARALIK	0.138	0.188	0.147	0.114	0.129	0.069	0.138	0.188	0.142	0.039	0.077	0.054	0.044	0.084

Çizelge 3.36 : İstasyonların göreceli taşkın frekansları ile hesaplanmış benzerlik değerleri.

$Sim_{(i,j)}$	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429
21-211	0,277												
21-215	0,278	0,104											
21-223	0,269	0,112	0,089										
21-225	0,275	0,097	0,090	0,091									
21-227	0,291	0,100	0,075	0,073	0,086								
21-231	0,275	0,137	0,109	0,082	0,115	0,095							
21-233	0,280	0,120	0,105	0,095	0,103	0,090	0,117						
21-237	0,280	0,121	0,096	0,080	0,106	0,073	0,098	0,101					
21-419	0,269	0,116	0,087	0,055	0,094	0,071	0,059	0,095	0,073				
21-423	0,294	0,121	0,100	0,073	0,095	0,074	0,086	0,095	0,085	0,067			
21-425	0,283	0,106	0,091	0,087	0,077	0,087	0,093	0,105	0,107	0,084	0,078		
21-429	0,272	0,082	0,069	0,076	0,058	0,067	0,095	0,091	0,093	0,078	0,082	0,049	
21-497	0,276	0,100	0,074	0,074	0,091	0,052	0,096	0,094	0,075	0,070	0,091	0,098	0,072

Çizelge 3.37 : İstasyonların göreceli taşkın frekansları ile hesaplanmış benzerlik grupları.

$Sim_{(i,j)}$	21-205	21-211	21-215	21-223	21-225	21-227	21-231	21-233	21-237	21-419	21-423	21-425	21-429
21-211	+												
21-215	+	+											
21-223	+	+	+										
21-225	+	+	+	+									
21-227	+	+	+	+	+								
21-231	+	+	+	+	+	+							
21-233	+	+	+	+	+	+	+						
21-237	+	+	+	+	+	+	+	+					
21-419	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
21-423	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
21-425	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
21-429	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
21-497	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+: Benzer

x : Benzemez

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Karun(İRAN) nehri üzerinde ölçülmüş taşkın değerlerine kapsamlı bir taşkın analiz yapılmıştır. İran Su Kaynakları Müdürlüğüne ait olan 14 akım ölçme istasyonlarının yılın anlık pik debileri kullanılmıştır. 18-36 yıl arasında kaydedilmiş değerlere sahip olan 14 AGİ'nin en uygun dağılımı çeşitli testler ile belirlenmiştir, istasyonların çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahmini yapılmış ve her istasyonun zamana bağlı debilerinde artıp azalmasını incelemek için Trend Analizi uygulanmıştır. Ayrıca, istasyonları homojen bölgelere ayırarak Bölgesel Analizi yapılmıştır ve son olarak taşkınların gözlem tarihlerine göre Taşkın Mevsimsellik Analizi uygulanmıştır. Her bir analiz için sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Çeşitli Dönüş Aralıklarında Tahmin Edilen Taşkın Debileri

Her istasyon için Normal, Log-Normal, üç parametrelili Log-Normal, Gumbel, GEV, Pearson TipIII ve Log- Pearson TipIII dağılımları kullanılarak 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklarına taşkın tahmini yapılmıştır. Bu çalışmada çeşitli dönüş aralıklarına en yüksek tahminleri LN ve LP3 dağılımları ve en düşük tahminleri N dağılımı vermiştir.

Dağılımlar İçin Uygunluk Testleri

Bu bölgede taşkın verilerine en uygun dağılımı bulmak için L- moment, K-S ve PPCC testi yapılmıştır. L-moment testinde üç parametrelili dağılımlar daha uygun görülmüştür. GEV dağılımı 7 istasyona uygun olarak %50, P3 dağılımı 5 istasyona uygun olarak %36 ve LN3 2 istasyona uygun olarak %14 oranı ile uygun görülmüştür.

Kolmogorov-Smirnov testinin neticesinde bu bölgede en uygun dağılım üç parametrelili Log-Normal dağılımı ve %100 uygunluk derecesine sahiptir. Ayrıca, istasyonların taşkın verilerine Normal dağılım 7 istasyona uygun olarak, %50, LN dağılım 11 istasyona uygun olarak, %79, Gumbel ve GEV dağılımları da 12

istasyona uygun olarak, %86 oranında uygunluğa sahiptirler.

Pearson Tip III ve Log-Pearson TipIII dağılımlarına eklenik dağılım fonksiyonları açık olmadığı için K-S testi uygulanamamıştır.

PPCC testi ile üç parametrelili Log-Normal ve Log-Pearson Tip III dağılımları verilere en uygun dağılım olarak bulunmuştur. Bu dağılımlar tüm istasyonlarda %100 uygunluk göstermiştir. Ayrıca, Normal ve ekstrem değer dağılımlar, 5 istasyona uygun olarak, %36, LN dağılım 12 istasyona uygun olarak, %86 ve Pearson Tip III dağılım 7 istasyona uygun olarak, %50 uyumluluğa sahiptirler.

Trend Analizi

Bu bölgede taşkın verilerinde zaman içinde bir değişiklik olmadığını incelemek için Mann-Kendall yöntemi kullanılmıştır. Bu test $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi kabul edilerek tüm istasyonlarda trendin olmadığını ifade etmiştir.

Bölgesel Analiz

Karun üst Havzası'nda seçilmiş 14 akım ölçme istasyonu arasındaki istatistik açıdan ilişkiler belirlenmiştir. Homojen bölge veya bölgeler oluşturmak için Wiltshire(1996), yöntemi kullanılmıştır. En iyi bölgeselleştirme sonucu bu bölgeyi 3 alt homojen bölgeye ayırarak elde edilmiştir.

Mevsimsel Analiz

Her bir istasyonun taşkın verilerine Açısal Mevsimsellik ve Göreceli Frekans Analizleri uygulanmıştır.

Bu bölgenin Açısal Mevsimsellik Analizinde MD değeri yılın 43. ve 83. gününün arasında değişmektedir ve taşkınlar ağırlıklı olarak Mart ayında meydana gelmiştir. Benzerlik açısından en düşük benzerlik değeri 0,636 olarak 21-419 No'lu istasyona ve en yüksek benzerlik değeri 0,865 ve 21-425 No'lu istasyona aittir. Ortalama benzerlik değeri bu havzada 0,723 olduğundan, taşkınların iyi bir şekilde tekrarlandıkları söylenebilir.

Genel olarak Karun üst Havzası Açısal Mevsimsellik ile bölgeselleştirme sonucunda tüm istasyonların taşkın meydana gelme zamanları yüksek bir derecede homojenliğe sahiptirler.

Göreceli Frekans Analizini yaparken istasyonların taşkın kayıtları incelendiğinde,

taşkınların gözlenme sıklığının aylara olan dağılımı istasyonların taşkın frekans yüzdeleri olarak gösterilmiştir. Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve ekim aylarında kayıt süresinde 21-215 No’lu istasyon haricinde taşkın gözlenmemiştir.

Göreceli Frekans Analizi ile bölgeselleştirmede bölge çapında taşkınların oluşma tarihleri arasında yüksek bir derecede benzerlik gözlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan taşkın analiz yöntemleri ile elde edilmiş çok sayıdaki sonuçlar, Büyük Karun Havzası’nda su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarında ve mevcut barajların işletmesinde (taşkın kontrolü ve enerji üretim) kullanılabilir. Ayrıca, etüt aşamasında olan barajların hazne optimizasyonu ve savak yapılarının tasarımında bu sonuçların önemli katkıları sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyer, M. K.** (1995). Regional flood frequency analysis of the büyük menderes river basin. DEU Graduate School of Natural and Applied Sciences, M.Sc. Thesis in Civil Engineering. İzmir. (Adv: E. Benzeden).
- Alizadeh, A.** (2001). Principles of applied hydrology. Vol. 13. Imam reza university, Mashhad, Iran.
- Altıbostan, A.** (2007). *Yüksek ve düşük akımların mevsimselliği orta Fırat Havzası uygulaması* (yüksek lisans tezi). Adres: İ.T.Ü. Mustafa İNAN kütüphanesi.
- Altıparmak, B.** (2008). *Fırat Havzası taşkın mevsimselliğinin belirlenmesi* (yüksek lisans tezi). Adres: İ.T.Ü. Mustafa İNAN kütüphanesi.
- Atiem, A. and Harmancıoğlu, N. B.** (2006). Assessment of regional floods using l-moments approach: The Case of the River Nile. Water Resources Management. Cilt **20**. Sf. 723–747.
- Bayazıt, M.** (1996). İnşaat mühendisliğinde olasılık yöntemleri. İ.T.Ü İnşaat fakültesi matbaası.
- Bayazıt, M.** (1998). Hidrolojik modeller. İ.T.Ü İnşaat fakültesi matbaası.
- Bayazıt, M. Cıgızoğlu, H.K. ve Önöz, B.** (2002). Türkiye akarsularında trend analizi. Türkiye mühendislik haberleri. Cilt **420-421-422**. Sf. 8-10.
- Bayazıt, M. ve Önöz, B.** (2004). Sampling variances of regional flood quantiles affected by intersite correlation. *J. Hydrol.* Cilt **291**. Sf. 42-51.
- Bayazıt M. ve Önöz, B.** (2007). To prewhiten or not to prewhiten in trend analysis?. Hydrological Sciences Journal, IAHS. Cilt **52 (4)**. Sf. 611-624.
- Bayazit, M. ve Önöz, B.** (2008). Taşkın ve kuraklık hidrolijisi. Nobel yayın dağıtım, Ankara.
- Bayazit, M. ve Yeğen Oğuz, E.B.** (2005). Mühendisler için istatistik. Birsan yayınevi, İstanbul.
- Beard, L.R.** (1974). Flood flow frequency trechniques. *Center for res.in water resour, Univ. of Texas.* Austin, Tex.
- Benson, M.A.** (1968). Uniform flood-frequency estimating methods for federal agencies. *Water. Resour. Res.* Cilt **4(5)**, Sf. 212-230.
- Burn, D.H.** (2000). The formation of groups for regional flood frequency analysis. *J. Hydrol.* Cilt **202**, Sf. 212-230.

- Burn, D.H. ve Goel, N.K.** (1997). Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures. *Hydrolojik Sciences Journal*. Cilt **45(1)**, Sf. 97-112.
- Cebe, E.N.** (2007). *Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi* (yüksek lisans tezi). Adres: İ.T.Ü. Mustafa İNAN kütüphanesi.
- Chowdhury, J.U., Stedinger, J.R., Lu, L-H** (1991). Goodness-of-fit tests for regional generalized extreme value flood distributions. *Water Resour. Res.* Cilt **27(7)**, Sf. 1765-1776.
- Cığızoğlu, H.K., Bayazit, M., Önöz, B., Malkaç, Y. ve Yıldız, M.** (2002). Türkiye nehirlerinde taşkın , ortalama ve düşük akımlardaki trendler. İTÜ araştırma fonu projesi.
- Cicioni, G., Guiliano, G. ve Spaziani, F.M.,** (1973). *Best fitting of Probability functions to a set of data for flood studies. Floods and Droughts, Proc. Of the second int. Symp. İn Hydrol.,* Water Resour. Publ, Fort collins, Colo., Sf. 304-314.
- Cunderlik, J.M. , Ouarda, T.B.M.J. ve Bobee, B.** (2004). Determination of flood seasonality from hydrological records. *Hydrolojik-Sciences-Journal de Sciences Hydrologiques*. Cilt **49(3)**, Sf. 511-526.
- Dinpashoh, Y., Jhajharia, D., Fakheri-Fard, A., P. Singh, V. ve Kahya, E.** (2011). Trends in reference crop evapotranspiration over Iran. *J. Hydrol.* Cilt **399**. Sf. 422-433.
- Falkenmark, M. ve Lindh, G.** (1976). Water for saving word, westview pres, Boldur, Co, USA.
- Fıstıkoğlu, O., ve Tariyan, Ş.** (1992). Ege Bölgesindeki Taşkınların Bölgesel Frekans Analizi. DEÜ İnşaat Müh. Böl., Hidroloji ve Su Yapıları Bitirme Projesi, İzmir. Cilt **95**. (Yön.: E. Benzedem).
- Gedikli, D.** (1994). Analysis of Floods in the Scope of GAP. DEU Graduate School of Natural and Applied Sciences, M.Sc. Thesis in Civil Engineering. İzmir. (Adv: E. Benzedem).
- Hirsch, R.M. ve Slack, J.R.** (1984). A non-parametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water resour. Res.* Sf. 727-732.
- Kahya, E. ve Kalaycı, S.** (2002). Trend analysis of streamflow in Turkey. *J. Hydrol.* Cilt **289**. Sf. 128-144.
- Lettenmaier, D.P., Potter, K.W.** (1985). Testing flood frequency estimation methods using a regional flood generation model. *Water Resour. Res.* Cilt **21(2)**. Sf. 1903-1914.
- Mardia, K.V.** (1972). Statistics of Directional Data. Academic Press, London, UK.
- McCuen, R.H. ve Beighley, R.E.** (2003). Seasonal flow frequency analysis. *J. Hydrol.* Cilt **279**, Sf. 43-56.
- McMahon, T.A. ve Srikanthan, R.** (1981). LP3 distribution-is it applicable to flood frequency analysis of Australian streams?. *J. Hydrol.* Cilt **52**, Sf. 139-149.

- Ouarda, T.B.M.J., Cunderlik, J.M., Hilaire, A., Barbet, M., Bruneau, P., Bobee, B.** (2006). Data-based comparison of seasonality-based regional flood frequency methods. *J. Hydrol.* Cilt **330**, Sf. 329-339.
- Önöz, B.** (1991). Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. Su Mühendisliğinde Bilgisayar uygulamaları semineri, DSİ, GAP. Cilt **1**, Sf. 1-23.
- Önöz, B.** (1991). *Bölgesel taşkın frekans analiz* (doktora tezi). Adres: İ.T.Ü. Mustafa İNAN kütüphanesi.
- Önöz, B.** (2010). Taşkın ve kuraklık hidrolijisi ders notları.
- Önöz, B., Bayazit M.** (1995). Best-Fit Distributions of Largest Available Flood Samples. *J. Hydrol.* Cilt **167**. Sf. 195-208.
- Saf, B.** (1995). Regional flood frequency analysis of west mediterranean river basins. DEU graduate school of natural and applied sciences, M.Sc. Thesis in Civil Engineering. İzmir. (Adv: E. Benzeden).
- Shaban, F.** (1995). *Türkiye akarsularının taşkın debilerine en yugun dağılımın araştırması* (yüksek lisans tezi). Adres: İ.T.Ü. Mustafa İNAN kütüphanesi.
- Şen, Z.** (2009). Taşkın afet ve modern hesaplama yöntemleri. Su vakfı yayınları, İstanbul.
- Tekeli, E., Akyürek, Z., Şorman, A., Şensoy, A., Şorman, Ü.** (2005). Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey. *Remote sensing of environment*. Cilt **97**, Sf. 216-230.
- Van Belle, G. ve Hughes, J.P.** (1984). Non- parametric test for trend in water quality, Water resour. Res. Cilt **20**, Sf. 127-136.
- Vogel, R.W.** (1991). Probability plot correlation coefficient test for the Normal, log- normal and Gumbel distributional hypotheses. Water resour. Res. Cilt **27(12)**, Sf. 3149-3158.
- Vogel, R.W. ve Kroll, C.N.** (1989). Low-flow frequency analysis using probability- plot correlation coefficients, J.WARP ASCE. Cilt **115(3)**, 338-357.
- Vogel, R.W. ve McMartin, D.E.** (1991). Probability plot goodness-of-fit and skewness estimation procedure for the pearson type 3 distribution, Water resour. Res. Cilt **27(12)**, Sf. 3149-3158.
- Vogel, R.W. ve McMohon, T.A., Chiew, F.H.S.** (1993). Flood flow frequency model selection in Australia, *J. Hydrol.* Cilt **146**. Sf. 421-449.
- Vogel, R.W. ve Thomas, Jr., McMohon, T.A.** (1993). Flood flow frequency model selection in southwestern USA, *J. Water. Resour. Planning and management, ASCE*. Cilt **119(3)**. Sf. 353-366.
- Wiltshire, S.W.** (1986). Identification of homogeneous regions for flood frequency analysis. *J. Hydrol.* Cilt **84**. Sf. 287-302.
- Yanık, B. ve Avcı, İ.** (2005). Bölgesel debi süreklilik eğrilerinin elde edilmesi. *İTÜ dergisi/d mühendislik*. Cilt **5**. Sf. 19-30.

Yıldız, M., Saraç, M., Malkoç, Y. ve Uçar. İ. (2004). Türkiye akarsularındaki akımların trendleri ve bu trendlerin hidroelektrik enerji üretimine etkileri. IV ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ, İstanbul 23-25 Haziran. Sf. 59-70.

Url-1 <<http://www.wrm.ir>>, alındığı tarih: 29.09.2011.

Url-2 <<http://www.iwpcu.ir>>, alındığı tarih: 10.10.2011.

Url-3 <<http://www.wikipedia.org>>, alındığı tarih: 15.10.2011.

Url-4 <<http://www.ce.yildiz.edu.tr>> alındığı tarih: 06.08.2011

Url-5 <<http://www.istanbul.edu.tr/edebiyat/eskicag/eskiiran.html>> alındığı tarih: 10.09.2011.

EKLER

EK A : Çizelgeler

EK A

Çizelge A.1 : Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü.

C _s	T dönme aralığı (yıl)													
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	20	25	40	50	100	200	1000
	Aşılma olasılığı (%)													
	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2.5	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.003	2.278	2.867	3.152	4.051	4.970	7.152
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.007	2.277	2.855	3.134	4.013	4.909	7.034
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.010	2.275	2.841	3.114	3.973	4.847	6.915
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.012	2.272	2.827	3.093	3.932	4.783	6.794
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.013	2.267	2.811	3.071	3.889	4.718	6.672
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.012	2.262	2.793	3.048	3.845	4.652	6.548
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.011	2.256	2.775	3.023	3.800	4.584	6.423
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.009	2.248	2.755	2.997	3.753	4.515	6.296
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.006	2.240	2.735	2.970	3.705	4.444	6.168
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.001	2.230	2.712	2.942	3.656	4.372	6.039
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	1.996	2.219	2.689	2.912	3.605	4.298	5.908
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	1.989	2.207	2.664	2.881	3.553	4.223	5.775
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	1.981	2.193	2.638	2.848	3.499	4.147	5.642
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	1.972	2.179	2.611	2.815	3.444	4.069	5.507
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	1.962	2.163	2.582	2.780	3.388	3.990	5.371
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	1.951	2.146	2.552	2.743	3.330	3.910	5.234
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	1.938	2.128	2.521	2.706	3.271	3.828	5.095
1.3	-1.383	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	1.925	2.108	2.489	2.666	3.211	3.745	4.955
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	1.910	2.087	2.455	2.626	3.149	3.661	4.815
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	1.894	2.066	2.420	2.585	3.087	3.575	4.673
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	1.877	2.043	2.384	2.542	3.022	3.489	4.531
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	1.859	2.018	2.346	2.498	2.957	3.401	4.388
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.839	1.993	2.308	2.453	2.891	3.312	4.244
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.819	1.967	2.268	2.407	2.824	3.223	4.100
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.797	1.939	2.227	2.359	2.755	3.132	3.956
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.774	1.910	2.185	2.311	2.686	3.041	3.811
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.750	1.880	2.142	2.261	2.615	2.949	3.666
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.726	1.849	2.098	2.211	2.544	2.856	3.521
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.700	1.818	2.053	2.159	2.472	2.763	3.377
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.673	1.785	2.007	2.107	2.400	2.670	3.233
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.645	1.751	1.960	2.054	2.326	2.576	3.090

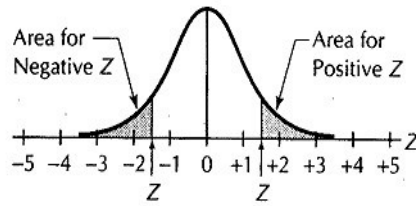
Çizelge A.2 : K-S Testinin $\Delta\alpha$ değerleri.

N	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,57
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
>50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Çizelge A.3 : Normal dağılım ve Gumbel dağılımı için K-S testinin $\Delta\alpha$ değerleri(Crutcher,1975).

DAĞILIM	n	α				
		0,2	0,15	0,1	0,05	0,01
Normal	25	0,142	0,147	0,158	0,173	0,2
	30	0,131	0,136	0,144	0,161	0,187
	>30	$\frac{0,736}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,768}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,805}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,886}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,031}{\sqrt{n}}$
Gumbel	25	0,152	0,157	0,17	0,183	0,209
	30	0,134	0,14	0,149	0,164	0,15
	>30	$\frac{0,738}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,769}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,816}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,888}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,041}{\sqrt{n}}$

Çizelge A.4 : z çizelgesi.



Z (hundredths)										
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
Z (tenths)	TAIL AREA									
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2207	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1057	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.0014	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
3.50 to 3.61: Area = .0002.										
3.62 to 3.89: Area = .0001.										
	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
3.9	.000048	.000046	.000044	.000043	.000041	.000039	.000038	.000036	.000035	.000033
4.0	.000032	.000030	.000029	.000028	.000027	.000026	.000025	.000024	.000023	.000022
4.1	.000021	.000020	.000019	.000018	.000017	.000017	.000016	.000015	.000015	.000014
4.2	.000013	.000013	.000012	.000012	.000011	.000011	.000010	.000010	.000009	.000009
4.3	.000009	.000008	.000008	.000008	.000007	.000007	.000007	.000006	.000006	.000006
4.4	.000005	.000005	.000005	.000005	.000005	.000004	.000004	.000004	.000004	.000004
4.5	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000002	.000002	.000002
4.6	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000001	.000001
4.7	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001
4.8	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001
4.9	ZERO	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Çizelge A.5 : Normal dağılım PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri (Helsel ve Hiesich,1992).

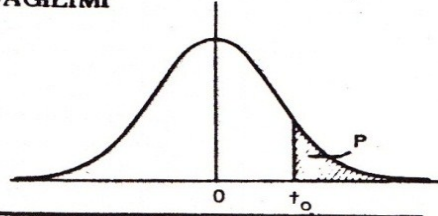
n	α					
	0.005	0.010	0.025	0.050	0.100	0.250
3	0.867	0.869	0.872	0.879	0.891	0.924
4	0.813	0.824	0.846	0.868	0.894	0.931
5	0.807	0.826	0.856	0.880	0.903	0.934
6	0.820	0.838	0.866	0.888	0.910	0.939
7	0.828	0.850	0.877	0.898	0.918	0.944
8	0.840	0.861	0.887	0.906	0.924	0.948
9	0.854	0.871	0.894	0.912	0.930	0.952
10	0.862	0.879	0.901	0.918	0.934	0.954
11	0.870	0.886	0.907	0.923	0.938	0.957
12	0.876	0.892	0.912	0.928	0.942	0.960
13	0.885	0.899	0.918	0.932	0.945	0.962
14	0.890	0.905	0.923	0.935	0.948	0.964
15	0.896	0.910	0.927	0.939	0.951	0.965
16	0.899	0.913	0.929	0.941	0.953	0.967
17	0.905	0.917	0.932	0.944	0.954	0.968
18	0.908	0.920	0.935	0.946	0.957	0.970
19	0.914	0.924	0.938	0.949	0.958	0.971
20	0.916	0.926	0.940	0.951	0.960	0.972
21	0.918	0.930	0.943	0.952	0.961	0.973
22	0.923	0.933	0.945	0.954	0.963	0.974
23	0.925	0.935	0.947	0.956	0.964	0.975
24	0.927	0.937	0.949	0.957	0.965	0.976
25	0.929	0.939	0.951	0.959	0.966	0.976
26	0.932	0.941	0.952	0.960	0.967	0.977
27	0.934	0.943	0.953	0.961	0.968	0.978
28	0.936	0.944	0.955	0.962	0.969	0.978
29	0.939	0.946	0.956	0.963	0.970	0.979
30	0.939	0.947	0.957	0.964	0.971	0.979
31	0.942	0.950	0.958	0.965	0.972	0.980
32	0.943	0.950	0.959	0.966	0.972	0.980
33	0.944	0.951	0.961	0.967	0.973	0.981
34	0.946	0.953	0.962	0.968	0.974	0.981
35	0.947	0.954	0.962	0.969	0.974	0.982
36	0.948	0.955	0.963	0.969	0.975	0.982
37	0.950	0.956	0.964	0.970	0.976	0.983
38	0.951	0.957	0.965	0.971	0.976	0.983
39	0.951	0.958	0.966	0.971	0.976	0.983
40	0.953	0.959	0.966	0.972	0.977	0.984
41	0.953	0.960	0.967	0.973	0.977	0.984
42	0.954	0.961	0.968	0.973	0.977	0.984
43	0.956	0.961	0.968	0.974	0.978	0.984
44	0.957	0.962	0.969	0.974	0.978	0.985
45	0.957	0.963	0.969	0.974	0.979	0.985
46	0.958	0.963	0.970	0.975	0.979	0.985
47	0.959	0.965	0.971	0.976	0.980	0.986
48	0.959	0.965	0.971	0.976	0.980	0.986
49	0.961	0.966	0.972	0.976	0.980	0.986
50	0.961	0.966	0.972	0.977	0.981	0.986
55	0.965	0.969	0.974	0.979	0.982	0.987
60	0.967	0.971	0.976	0.980	0.984	0.988
65	0.969	0.973	0.978	0.981	0.985	0.989
70	0.971	0.975	0.979	0.983	0.986	0.990
75	0.973	0.976	0.981	0.984	0.987	0.990
80	0.975	0.978	0.982	0.985	0.987	0.991
85	0.976	0.979	0.983	0.985	0.988	0.991
90	0.977	0.980	0.984	0.986	0.988	0.992
95	0.979	0.981	0.984	0.987	0.989	0.992
100	0.979	0.982	0.985	0.987	0.989	0.992

Çizelge A.6 : Gumbel dağılımı için PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri (Vogel,1986).

n	α				
	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50
10	0.8630	0.9084	0.9260	0.9504	0.9680
20	0.9060	0.9390	0.9517	0.9667	0.9783
30	0.9191	0.9526	0.9622	0.9746	0.9831
40	0.9286	0.9594	0.9689	0.9786	0.9862
50	0.9389	0.9646	0.9729	0.9818	0.9879
60	0.9467	0.9685	0.9760	0.9839	0.9894
70	0.9506	0.9720	0.9787	0.9856	0.9906
80	0.9525	0.9747	0.9804	0.9869	0.9914
90	0.9554	0.9764	0.9819	0.9881	0.9920
100	0.9596	0.9779	0.9831	0.9888	0.9926

Çizelge A.7 : t student çizelgesi.

t DAĞILIMI



n	P	0.45	0.40	0.35	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1		0.158	0.325	0.510	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66
2		0.142	0.289	0.445	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3		0.137	0.277	0.424	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4		0.134	0.271	0.414	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5		0.132	0.267	0.408	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6		0.131	0.265	0.404	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7		0.130	0.263	0.402	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8		0.130	0.262	0.399	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9		0.129	0.261	0.398	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10		0.129	0.260	0.397	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11		0.129	0.260	0.396	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12		0.128	0.259	0.395	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13		0.128	0.259	0.394	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14		0.128	0.258	0.393	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15		0.128	0.258	0.393	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16		0.128	0.258	0.392	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17		0.128	0.257	0.392	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18		0.127	0.257	0.392	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19		0.127	0.257	0.391	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20		0.127	0.257	0.391	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21		0.127	0.257	0.391	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22		0.127	0.256	0.390	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23		0.127	0.256	0.390	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24		0.127	0.256	0.390	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25		0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26		0.127	0.256	0.390	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27		0.127	0.256	0.389	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28		0.127	0.256	0.389	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29		0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30		0.127	0.256	0.389	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40		0.126	0.255	0.388	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60		0.126	0.254	0.387	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120		0.126	0.254	0.386	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞		0.126	0.253	0.385	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576
n	P	0.45	0.40	0.35	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005

n: serbestlik derecesi

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Yasin ABDOLLAHZADEHMORADI

Doğum Yeri ve Tarihi: SHANDABAD (TABRİZ-İRAN) - 01,12,1982

Adres: Sadat Sok-23 No. – Shandabad -Tabriz-İran

E-Posta: Yasina.itu@gmail.com

Lisans: İnşaat Mühendisliği Baraj ve İlgili Tesisler (Birjand University,İran).2005

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

ADLOMRAN (İran), inşaat şirketinde teknik ofis (4 yıl).

Iran Water and Power Resources Development Company'nın (IWPCO) KARUN 4 baraj projesinde, hidroelektrik santralın inşaat bölümünün sorumlusu (2 yıl).