İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDAKİ DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Farrokh MAHNAMFAR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik Ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDAKİ DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Farrokh MAHNAMFAR
(501091514)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Hidrolik Ve Su Kaynakları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ

24 OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091514 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Farrokh MAHNAMFAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDAKİ DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Bihrat ÖNÖZ** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Doç. Dr. Mehmet ÖZGER** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Sibel MENTEŞ İstanbul Teknik Üniversitesi	.....

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

ÖNSÖZ

İnsan yaradılışından itibaren hep suya gerek duymuş ve suyun az olduğu konumlardan göç ederek su kenarlarına yerleşmiş ve buralarda sosyal hayat ve bunun sonucunda da medeniyetler doğrulmuştur. Kuraklık medeniyetlerin temel sorunlarının merkezinde yer almaktadır.

Bu çalışmada kuraklık analizi üzerine çalışılmış ve İran'ın karun üst havzasında minimum düşük akımlar tahmin edilmiştir. Umarım bu çalışmanın ülkemin gelişmesinde ve geleceğinde katkısı olur.

Yükseklisans ve bu çalışma boyunca, fikir ve tecrübeleri ile yol gösteren, ışığını ve desteğini benden esirgemeyen çok değerli ve kıymetli hocam sayın Prof.Dr. Bihrat ÖNÖZ'e en derin şükranlarımı borç bilirim.

Çok anlayışlı, tecrübeli ve desteklerini şu ana kadar benden esirgemeyen anabilim dalı başkanı Prof.Dr. Necati AĞIRALİOĞLU'na en derin şükranlarımı borç bilirim. Çok mutluyum ki istanbul teknik üniversitesine ilk geldiğimde bu kıymetli hocayla karşılaştım ve bu üniversitede devam etmeye karar verdim.

Her zaman fikirlerini ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bir kardeş gibi zor durumlarda beni yanlız bırakmayan çok değerli arkadaşım Yasin ABDOLLAHZADEMORADİ' ye teşekkür ederim.

Değerli ablam ve küçük kardeşime manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasında bana destek olan arkadaşlarım sayın Yük. Müh. Olgay ŞEN, Müh. Selin ŞAHİN' e de teşekkür ederim.

Anne ve babama …

Aralık 2011

Farrokh MANAMFAR
(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 Kuraklık Tanımı 1
1.2 Kuraklığın Türleri 2
1.3 Düşük Akım Analizi 3
1.4 Tezin Amacı 3
1.5 İran'da Su Kaynakları 3
1.6 Literatür Araştırması 6
2. YÖNTEMLER……..……9
2.1 Korelasyon Analizi..... 9
2.2 Doğrusal Regresyon 10
2.2.1 Basit doğrusal regresyon 10
2.3 Debi Süreklilik Çizgisi 11
2.4 Düşük Akımlar 13
2.4.1 7- Günlük minimum akımların elde edilmesi 13
2.5 Yıl İçi Debi Frekans Çizgisi..... 14
2.6 Verilerin İstatistik Analizi..... 15
2.6.1 Bir rastgele değişkenin istatistik momentleri 16
2.6.1.1 Merkezi parametreleri 16
2.6.1.2 Yayılım parametreleri 17
2.6.1.3 Çarpıklık parametreleri 19
2.6.1.4 L-Momentlerinin hesabı..... 19
2.7 Düşük Akımlar İçin Önemli Olasılık Dağılım Fonksiyonları..... 21
2.7.1 İki parametreli dağılımlar..... 23
2.7.1.1 Lognormal dağılımı (LN2)..... 23
2.7.1.2 Weibull dağılımı (W2) 23
2.7.1.3 Üstel dağılımı (Ü2) 24
2.7.2 Üç parametreli dağılımlar 25
2.7.2.1 Lognormal dağılımı (LN3)..... 25
2.7.2.2 Weibull dağılımı (W3) 26
2.7.2.3 Pearson tip III dağılımı (P3)..... 27
2.7.2.4 Logpearson tip III dağılımı (LP3) 28
2.7.2.5 Genel ekstrem değer dağılımı (GEV) 28
2.7.2.6 Genel lojistik dağılımı (GL)..... 29

2.8 İstatistik Testler 30
2.8.1 L-Momentler testi 30
2.8.2 K-S testi 32
2.8.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC testi) 32
2.9 Trend Analizi 33
Mann-Kendall trend analizi 34
3. İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDA DÜŞÜK AKIM ANALİZİ…….....37
3.1 Uygulama Bölgesi 37
3.2 Doğrusal Regresyonla Günlük Akımların Tamamlanması 40
3.2.1 Korelasyon katsayısı 40
3.2.2 Doğrusal regresyon 40
3.3 Debi Süreklilik Çizgisi 42
3.4 7 Günlük Minimum Akım 48
3.5 İstasyonların İstatistik Değerleri 49
3.5.1 İstatistik momentlerin hesabı 49
3.5.2 L-momentlerin hesabı 49
3.6 Yıl İçi Debi Frekans Çizgisi 51
3.7 Çeşitli Dönüş Aralıkları İçin Düşük Akımların Tahmini 57
3.7.1 Dağılımların parametreleri 57
3.7.2 7-Günlük minimum akımların tahmini 59
3.8 Yıl İçi Debi Frekans ve Tahmin Edilen Sonuçların Karşılaştırması 65
3.9 Dağılımlar İçin Uygunluk Testleri 68
3.9.1 L-Momentler testi 68
3.9.2 Kolmogorov-Smirnov Testi 70
3.9.3 PPCC testi 72
3.10 Trend Analizi 74
4. SONUÇ VE ÖNERİLER……..……..79
KAYNAKLAR…… …83
EKLER……...…..85
ÖZGEÇMİŞ…….……..…111

KISALTMALAR

AGİ	**:** Akım Ölçme İstasyonu
İSKM	**:** İranın Su Kaynakları Müdürlüğü
K-S	**:** Kolmogorov-Simirnov
PPCC	**:** Probability Plot Correlation Coefficient
LN2	**:** İki parametreli Lognormal dağılımı
W2	**:** İki parametreli Weibull dağılımı
Ü2	**:** İki parametreli Üstel dağılımı
LN3	**:** Üç parametreli lognormal dağılımı
W3	**:** Üç parametreli Weibull dağılımı
P3	**:** Üç parametreli Pearson tip III dağılımı
LP3	**:** Üç parametreli Logpearson tip III dağılımı
GEV	**:** Üç parametreli Genel ektrem değer dağılımı
GL	**:** Üç parametreli Genel lojistik dağılımı
Y.İ.D.F	**:** Yıl içi debi frekans

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : İran'ın su kaynakları potansiyeli (İSKM, 2011) (Url-2, Url-3, Url-4)..5
Çizelge 3.1 : Çalışmada kullanılan 12 adet AGİ ve özellikleri (Url-2, Url-3)…….38
Çizelge 3.2 : İstasyonlar arası günlük akım korelasyon katsayısı……41
Çizelge 3.3 : Q_{90} aralığı (m^3/s)……..48
Çizelge 3.4 : 7 günlük minimum akımların istatistikleri……..49
Çizelge 3.5 : 7 günlük minimum akımların L-momentleri……...50
Çizelge 3.6 : Dağılımların parametreleri (iki parametreli dağılımlar)……..57
Çizelge 3.7 : Dağılımların parametreleri (üç parametreli dağılımlar)……..58
Çizelge 3.8 : 21-205 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……59
Çizelge 3.9 : 21-211 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları tahminler……...59
Çizelge 3.10 : 21-215 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..60
Çizelge 3.11 : 21-217 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..60
Çizelge 3.12 : 21-223 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..60
Çizelge 3.13 : 21-225 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..61
Çizelge 3.14 : 21-231 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..61
Çizelge 3.15 : 21-233 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..61
Çizelge 3.16 : 21-235 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..62
Çizelge 3.17 : 21-419 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..62
Çizelge 3.18 : 21-497 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..62
Çizelge 3.19 : 21-931 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler……..63
Çizelge 3.20 : 12 istasyon için en düşük tahminler (m^3/s)……...64
Çizelge 3.21 : 12 istasyon için en yüksek tahminler (m^3/s)……..64
Çizelge 3.22 : 21-205 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……65
Çizelge 3.23 : 21-211 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……65
Çizelge 3.24 : 21-215 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……65
Çizelge 3.25 : 21-217 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……66
Çizelge 3.26 : 21-223 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……66
Çizelge 3.27 : 21-225 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……66
Çizelge 3.28 : 21-231 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……67
Çizelge 3.29 : 21-233 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……67
Çizelge 3.30 : 21-235 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……67
Çizelge 3.31 : 21-419 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……67
Çizelge 3.32 : 21-497 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……68
Çizelge 3.33 : 21-931 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması……68
Çizelge 3.34 : L-Momentler testi……69
Çizelge 3.35 : K-S testi Δ ve Δc değerleri ($\alpha = 0.05$)……71
Çizelge 3.36 : PPCC testi sonucu ($\alpha = 0.05$)……..72
Çizelge 3.37 : PPCC testi r ve rc değerleri ($\alpha = 0.05$)……..73
Çizelge 3.38 : Mann-Kendall trend analizi sonuçları……...74
Çizelge A.1 : Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü……...86

Çizelge A.2 : K-S Testinin Δα değerleri……..87
Çizelge A.3 : Normal dağılım ve Gumbel dağılımı için K-S testinin Δα değerleri(Crutcher,1975)…….87
Çizelge A.4 : Z çizelgesi……..88
Çizelge A.5 : Normal dağılım PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri (Helsel ve Hiesich,1992). ……...89
Çizelge A.6 : t dağılımı……90
Çizelge B.1 : 21-205 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..91
Çizelge B.2 : 21-211 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..92
Çizelge B.3 : 21-215 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..93
Çizelge B.4 : 21-217 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..94
Çizelge B.5 : 21-223 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..95
Çizelge B.6 : 21-225 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..96
Çizelge B.7 : 21-231 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..97
Çizelge B.8 : 21-233 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..98
Çizelge B.9 : 21-235 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..…..…..99
Çizelge B.10 : 21-419 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri…..…..……99
Çizelge B.11 : 21-497 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..100
Çizelge B.12 : 21-931 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri……..100
Çizelge C. 1 : 21-205 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……101
Çizelge C. 2 : 21-211 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……102
Çizelge C. 3 : 21-215 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……103
Çizelge C. 4 : 21-217 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……104
Çizelge C. 5 : 21-223 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……105
Çizelge C. 6 : 21-225 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……106
Çizelge C. 7 : 21-231 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……107
Çizelge C. 8 : 21-233 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……108
Çizelge C. 9 : 21-235 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……109
Çizelge C. 10 : 21-419 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……..109
Çizelge C. 11 : 21-497 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……..110
Çizelge C. 12 : 21-931 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi……..110

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : İran'ın haritası (Url-5)……...4
Şekil 1.2 : İran'ın ana havzaları (Url-2)……5
Şekil 2.1 : r gösterileri (Url-1)……9
Şekil 2.2 : debi süreklilik çizgisinin elde edilmesi (Bayazit, 1999)……11
Şekil 2.3 : debi süreklilik çizgisi (Bayazit ve Önöz, 2008)……..12
Şekil 2.4 : yıl içi debi frekans çizgileri (Bayazit ve Önöz, 2008)…….15
Şekil 2.5 : Negatif, simetrik ve pozitif C_S gösterimi (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).....19
Şekil 2.6 : İki parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008). . ……31
Şekil 2.7 : Üç parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008). ……..31
Şekil 2.8 : Mann-kendall hipotezleri (Cebe, 2007)……..35
Şekil 3.1 : İran'ın Alt Havzaları (10. Havza Büyük Karun Havzası) (Url-1)……..37
Şekil 3.2 : Karun Üst Havzasının AGİ Yerleşkeleri (10. havza)…….39
Şekil 3.3 : 215 ve 225 günlük akımlarının diyagrami……..40
Şekil 3.4 : 21-205 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...42
Şekil 3.5 : 21-211 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...42
Şekil 3.6 : 21-215 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...43
Şekil 3.7 : 21-217 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...43
Şekil 3.8 : 21-223 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...44
Şekil 3.9 : 21-225 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……...44
Şekil 3.10 : 21-231 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……45
Şekil 3.11 : 21-233 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……45
Şekil 3.12 : 21-235 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……46
Şekil 3.13 : 21-419 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……46
Şekil 3.14 : 21-497 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……47
Şekil 3.15 : 21-931 istasyonu için debi süreklilik çizgisi……47
Şekil 3.16 : 21-205 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..51
Şekil 3.17 : 21-211 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..51
Şekil 3.18 : 21-215 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..52
Şekil 3.19 : 21-217 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..52
Şekil 3.20 : 21-223 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..53
Şekil 3.21 : 21-225 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..53
Şekil 3.22 : 21-231 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..54
Şekil 3.23 : 21-233 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..54
Şekil 3.24 : 21-235 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..55
Şekil 3.25 : 21-419 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..55
Şekil 3.26 : 21-497 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..56
Şekil 3.27 : 21-931 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi……..56

Şekil 3.28 : İki parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı……...69
Şekil 3.29 : Üç parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı……..70
Şekil 3.30 : 21-205 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..75
Şekil 3.31 : 21-211 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..75
Şekil 3.32 : 21-215 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..75
Şekil 3.33 : 21-217 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..76
Şekil 3.34 : 21-223 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..76
Şekil 3.35 : 21-225 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..76
Şekil 3.36 : 21-231 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..77
Şekil 3.37 : 21-233 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..77
Şekil 3.38 : 21-235 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..77
Şekil 3.39 : 21-419 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..78
Şekil 3.40 : 21-497 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..78
Şekil 3.41 : 21-931 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği……..78

İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDAKİ DÜŞÜK AKIMLARIN ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada, İran'ın Karun üst Havzası'nda en az 15 yılık kayıt süresi olan ve barajlardan etkilenmeyen akım ölçme istasyonlarının günlük değerleri kullanılmıştır. Ayrıca, seçilen tüm istasyonlarda günlük veri ve sadece bir istasyonda (21-233) 2 su yılı (1987,1988) veri eksikliği vardır. Sonuç olarak 12 istasyon seçilmiştir.

Çalışmada, 21-215, 21-223, 21-225, 21-231, 21-233, 21-497 istasyonları için günlük akım değerleri doğrusal regresyon ile tamamlanmış ve düşük akım değerleri (7 günlük minimum akım) hesaplanmıştır.

İstasyonlarda günlük akım değerleri üzerine süreklilik çizgileri (debi süreklilik, yıl içi debi frekans) elde edilmiştir. Debi süreklilik çizgisi gözlenmiş verilere göre akarsularda belli bir debinin aşıldığı zaman yüzdesini gösterir. Burada 39 yıl (21-205 istasyonu örnek olarak) için günlük verileri (14245 günük veri) kullanarak bu çizgiler elde edilmiştir. Yıl içi debi frekans çizgisi 7 günlük minimum akımlar için elde edilmiştir. Burada her yıl için dönüş aralığını bulunmuş ve 7 günlük minimum akımlarla noktalanmıştır. Bu noktalara bir çizgi uydurarak, yıl içi debi frekans çizgisi elde edilmiştir.

Her istasyon için çeşitli dönüş aralıklarında, düşük akım değerini tahmin etmek için iki parametreli (Lognormal, Weibul, Üstel) ve üç parametreli (Lognormal, Weibul, Pearson Tip 3, Logpearson Tip 3, Genel Ekstreme, Genel Lojistik) dağılımlar kullanılmıştır. İstasyonların verilerine Kolmogorov-Smirnov ve Olasılık Çizgisi Korelasyon katsayısı (PPCC) testini uygulayarak verilere en uygun dağılım seçilmiştir ve çeşitli dönüş aralıklarında düşük debiler tahmin edilmiştir.

Verilerin zaman değişimi ile artış ve azalışlarını araştırmak için Mann-Kendall trend analizi yapılmıştır.

Sonuç olarak Karun havzasında yürütülen düşük akımların analizi çalışmasının bulguları mevcut yapıların işletmesi ve havza da yapılabilecek su kaynakları çalışmaları açısından da yorumlanmıştır.

LOW FLOW ANALYSIS OF IRAN'S KARUN UPPER BASIN

SUMMARY

Drought is a normal, recurrent feature of climate, although many erroneously consider it a rare and random event. It occurs in virtually all areas, whatever their normal climate may be, and the characteristics of a drought may be very different from one region to another. Technically, drought is a "temporary" condition, even though it may last for long periods of time.

Drought is an insidious hazard of nature. Unlike many disasters which are sudden, droughts result when there is less than normal precipitation over an extended period of time, usually a season or more. The decreased water input results in a water shortage for some activity, group, or environmental sector. Drought can also occur when the temperature is higher than normal for a sustained period of time; this causes more water to be drawn off by evaporation. Other possible causes are delays in the start of the rainy season or timing of rains in relation to principal crop growth stages (rain at the "wrong" time). High winds and low relative humidity can make matters much worse.

Drought is not a disaster for nature itself, the disaster occurs when we consider the demand people place on their water supply. Human beings often increase the impact of drought because of high use of water which cannot be supported when the natural supply decreases. Droughts occur in both developing and developed countries and can result in economic and environmental

impacts and personal hardships. All societies are vulnerable to this "natural" hazard.

Drought is difficult to define precisely, but operational definitions often help define the onset, severity, and end of droughts. No single operational definition of drought works in all circumstances, and this is a big part of why policy makers, resource planners and others have more trouble recognizing and planning for drought than for other natural disasters. In fact, most drought planners now rely on mathematic indices to decide when to start implementing water conservation or measures in response to drought.

Meteorological drought is usually measured by how far from normal the precipitation has been over some period of time. These definitions are usually region-specific, and presumably based on a thorough understanding of regional climates.

Agricultural drought occurs when there isn't enough soil moisture to meet the needs of a particular crop at a particular time. Agricultural drought happens after meteorological drought but before hydrological drought. Agriculture is usually the first economic sector to be affected by drought.

Hydrological drought refers to deficiencies in surface and subsurface water supplies. It is measured as streamflow, and as lake, reservoir and ground water levels. There is a time lag between lack of rain and less water in streams, rivers, lakes and reservoirs, so hydrological measurements are not the earliest indicators of drought. When precipitation is reduced or deficient over an extended period of time,

this shortage will be reflected in declining surface and subsurface water levels.
Socioeconomic drought is what happens when physical water shortage starts to affect people, individually and collectively. Or, in more abstract terms, most socioeconomic definitions of drought associate it with the supply and demand of an economic good.
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 generatehydroelectric power and provide flood control.
In this study, iran's karun upper basin, at least 15 years of recording time and not affected by dams, daily value stations were used. Furthermore, all selected stations have daily missing data and only 21-233 station has 2 years value missing data. As a result, 12 stations were selected.
In this study, 21-215 ,21-223, 21-225, 21-231, 21-233, 21-497 stations were completed by linear regression for daily flow values and low flow values (7 day minimum flow) were calculated.
Duration curves on the daily flow values (flow duration curve, flow frequency in year) were obtained. Flow duration curve based on the observed data shows the flow rate exceeded a certain percentage of the time in streams.
Here, 21-205 station as an example, flow duration curves were obtained using daily values for 39 years (14245 daily values). Flow frequency in year was obtained for 7 day minimum flow values. Return period was found for each year and this value punctuated with 7 day minimum flow values. Passing a line through these points, flow frequency in year was obtained.
Each station for various return periods (2,5,10,25), low flow value to was estimated by two-parameter 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. Lognormal
2. Weibull
3. Exponential

3-parameters probability distributions which include:

1. Lognormal
2. Weibull
3. Pearson type III
4. Logpearson type III
5. Generalized extreme value
6. Generalized logistic

The parameters of 7 day minimum flow values 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- kturtosis.
Various methods were used for estimation of the parameters of probability distributions. The parameters of the N distribution are the mean $\bar{x}$ aid standard deviation Sx. 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=lnx), In this case logarithmic mean $\bar{y}$ and

standard deviation Sy, will be the parameters of the LN2 distribution.
For the EVl distribution, α, u scale and location parameters were estimated by PWMs and L-moments.
Just as the Lognormal distribution represents the Normal distribution of the logarithms of the variable x, so the 3-parameter Log-normal distribution represents the Normal distibution of the Logarithms of the variable $(x-x_o)$ where x_o 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.
By applying L-Moment test, Kolmogorov-Smirnov test and probability plot correlation coefficient test (PPCC) for stations' data, the most appropriate distribution was chosen. Low flows were estimated for various return periods.
In the Kolmogoror-Smirnov (K-S) test the test statistic D İs based on the maximum absolute difference between the theoretical and sample cumulative distribution fiınctions. D values will be compared by critical values at the %5 level of significance which depend on the sample size for each distribution. The probability distribution will be accepted if the value of $D/D_{0.05}$, is smaller than one.
The probability plot correlation coefficient (PPCC) test is known to be more powerful than X^2 and K-S tests. This test statistic is the correlation coefficient r which measures and evaluates the linearity between the ordered observations x_i and the İnverse values of the hypothesized cumulative distribution function M_i (statistic medians). r values is compared with the critical values taken from various references. If the values of $r_{0.05}/r$ is smaller than one the hypothesized probability distribution is accepted at the %5 level of significance.
The linearity between the ordered observations and the statistic median values is more powerful if the value of the correlation coefficient r is closed to one.
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 stream flow 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.
As a consequence of this study, GEV distribution for 9 stations, W3 for 2 stations and LN2 for 1station has been estimated minimum value to different return intervals.
In the L-moment diagrams the GEV distribution was acceptable to the 25% of the stations, the P3 distribution was acceptable to the 25% of the stations, GL distribution was acceptable to the 41% of the stations, LN3 distribution was acceptable to the 9% of the stations, W2 distribution was acceptable to the 58% of the stations and LN2 distribution was acceptable to the 42% of the stations.

As a result of K-S test, it is seen that W2 andGL distributions, is the only one that accepted at all stations, and has the best-fit at 12 stations. All the distributions were acceptable at stations 21-497 and 21-931.
By applying PPCC tests to the upper Karun basin, P3 and LP3 have been the most appropriate distributions. P3 and LP3 distributions accepted at the all stations. All the distributions were acceptable at 7 stations.
As a result of Mann-Kendall trend analysis at 8 stations, not increased and decreased in the time series at the 0.05 significant level. Despite this, at 3 stations decrease trend and 1 station increase trend was observed.
consequently, knowledge obtained about Karun basin low flows analysis can be used for current structures management and water resource activities in basin.

1. GİRİŞ

İnsan, yaradılışından itibaren hep suya gereksınım duymuştur. Suyun az olduğu konumlardan göç ederek su kenarlarına yerleşmiş ve buralarda sosyal hayat ve bunun sonucunda da medeniyetler doğurmuştur. Kuraklıklar medeniyetlerin temel sorunlarının merkezinde yer almaktadır. Yerleşim konumlarını seçmek insanın kendi dışındaki doğal olaylardan kaynaklanmaktadır. Zamanla uç (aşırı) su salınımlarını bir şekilde depolayarak daha sonraki sıkıntılı günlerde kullanmanın yolunu aramış ve halen de aramaya devam etmektedir. İşte su sıkıntılarının ortaya çıktığı bu sürelere kurak devreler adı verilir ve bu devreler boyunca su kaynaklarının azalmasına ve zaman zaman talepten daha az seviyelere düşmesine sebep olabilmektedir. Dünya nüfusunun artması, kentleşmede artış yaşanması, sanayi üretimi ihtiyacının artması, ekolojik etkilerde (kirlenme, bazı kaynakların tükenmesi) artış ve küresel ısınma önemli su sıkıntısını ortaya çıkarmaktadır (Şen,2009).

1.1 Kuraklık Tanımı

Kuraklık bir bölge üzerinde su miktarında bir süre boyunca normal düzeye göre belli bir miktarı aşan bir eksiklik görülmesidir (Da Cunha ve diğ., 1983). Kuraklık için böyle genel bir tanım verilmekle birlikte, neredeki suyun göz önüne alınacağına (yağış, akış, zemin nemi, yeraltı suyu, baraj haznelerindeki su), hangi sürenin seçileceğine, eksikliğin aşılması gereken değer için yapılan kabule ve kuraklığın kaplaması gereken bölge için seçilen büyüklüğe göre farklı tanımlara varılabilir.

Kuraklığın mevcut su miktarı ile gerekli su miktarı arasındaki farka göre tanımlanması gerekir. Kuraklığın tanımında kullanılacak hidrolojik büyüklük (genelde akış) seçildikten sonra bu büyüklüğün ne büyüklükte bir bölge üzerindeki değerlerinin göz önüne alınacağına, kuraklığın aradaki farkın hangi değerinde görülmeye başlanacağına ve hangi zaman aralığı (ay, mevsim, yıl) ile çalışılacağına karar verilir. Kuraklığın başını ve sonunu belirlemek güç olabilir. Yeraltı biriktirme

sisteminin katkısıyla hidrolojik kuraklık yağışın kesilmesinden uzun bir süre sonra başlayabilir.

Yeraltı suyundaki kuraklık yağışın az (ve evapotranspirasyonun çok) olduğu dönemlerde zemin neminin ve akiferlerin beslenmesinin azalmasından kaynaklanır.

Geçirimsiz tabaka üzerindeki zemin kalınlığı ve bitki örtüsü az olan çok eğimli havzalarda akarsulardaki akış yağışlardan hemen etkilendiğinden düşük yağışlar kısa sürede kuraklığa yol açar, ancak kuraklık tekrar yağışın başlamasıyla sona erdiğinden şiddetli ve uzun süreli kuraklıklar görülmez (Bayazit ve Önöz, 2008).

1.2 Kuraklığın Türleri

Kuraklık oluşum türü bakımından 4 temel başlığa ayrılabilir. Bunlar Meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklıklardır.

I. Meteorolojik Kuraklık: Bir bölgede gözlemlenen yağış değerlerinin uzun yıllık ortalama değerlerden daha düşük olması durumunda ortaya çıktığı kabul edilen kuraklık türüdür.

II. Tarımsal Kuraklık: Bitkinin gelişiminde kullanabileceği su miktarı ile ilgili olarak topraktaki nem miktarının az olması ve bunun bitki gelişimine etki etmesi sonucunda düşük verim elde edilmesi sonucunda oluşacak kuraklıktır.

III. Hidrolojik Kuraklık: Yer altı veya yüzeysel su miktarının uzun dönem ortalamalarından düşük olması sonucunda ortaya çıkan kuraklıktır.

IV. Sosyo-Ekonomik Kuraklık: Bir ülkedeki insanların su kullanım miktarına göre değişen bir durumdur. Ülkeler kişi başına düşen yıllık su miktarına göre, su zengini, yeterli suyu olan, su sıkıntısı çeken, su fakiri, olmak üzere sınıflandırılabilir. Bu kuraklık türü de kişi başına düşen yıllık su miktarının az olması sonucunda toplum içinde oluşabilecek sosyal ve ekonomik sıkıntıları ifade eder.

Bütün bu kuraklık türleri en yukardan aşağıya doğru etkileşim içerisindedir. Geniş çapta atmosferik olaylara müdahale etmek zor ve pahalı olduğu için günümüzde çoğunlukla meteorolojik kuraklık çalışmaları yerine hidrolojik kuraklıklar ve bunların belirlenmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Hidrolojik kuraklıklarda

özellikle düşük akım ölçümleri ve kurak dönemlerin belirlenmesi konularıyla ilgilenilmektedir (Bayazit ve Önöz, 2008).

1.3 Düşük Akım Analizi

Düşük akımlar akarsulardaki derinlik, hız ve debi değerlerinin uzun dönem ortalama değerlerden daha düşük olması halinde oluşabilecek durumdur. Düşük akım hidrolojisinde günlük debilere hidrolojik ve istatistik analiz olmak üzere iki tip analiz yöntemi uygulanabilmektedir (Bayazit ve Önöz, 2008).

I. Hidrolojik analizde, gözlenmiş d-günlük debiler (1,7,10,15,...) kullanılarak minimum ortalama düşük akım değerleri elde edilmektedir ve bunların debi süreklilik çizgileri çizilmektedir. Düşük akım göstergesi olarak, debi süreklilik çizgilerinden, gözlem periyodunun %90, %95, 99 'luk dilimlerinde akarsuda mevcut olan akım değerleri belirlenmektedir.

II. İstatik analizde, yukarıda verilen çeşitli günlerdeki akım değerinin frekans analizi yaparak olasılık dağılımları belirlenmektedir.

1.4 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı İran'ın Karun havzasının akarsularının davranışını incelemektir.bunun için literatürde en çok kullanılan istatistik yöntemler kullanılarak düşük akımların (7 günlük minimum akımlar) analizi yapılmıştır. Bu bölgedeki araştırmaların sonuçları İranın geleceği için çok önemlidir. İranın enerji bakanlığına ait su kaynakları müdürlüğünden alınan verilerinden 12 AGİ seçilmiştir ve bu istasyonlar Karun üst havzasının tümünü temsil edeceği düşünülerek istatistik yöntemler uygulanmıştır. Bu istatistik yöntemlerin, çeşitli testlerle uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir ve sonuçta çeşitli dönüş aralıkları için düşük akım değerleri tahmin edilmiştir.

1.5 İran'da Su Kaynakları

İran Asya kıtasının güney batısının Ortadoğu bölgesinde bulunmaktadır ve Azerbaycan, Ermenistan, Türkiye, Irak, Türkminist an, Afganistan ve Pakistan ile kara sınırı, İran körfez ve Umman denizinde de Kuveyt, Suudi arabistan , Katar,

Bahrein, Umman ve Birleşik Arab Emirlikleri ile de su sınırı bulunmaktadır.



Şekil 1.1 : İran'ın 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 70472000 kişi ve başkenti Tahrandır (Url-2, Url-3, Url-4).

İran 6 büyük havza ve 30 alt havzaya bölünmüştür. Çizelge 1.1'de büyük havzaların özellikleri verilmiştir. İranın çölleri 325000 km^2 ve İran alanının yaklaşık %20'sini kapsamaktadır. Bu yüzden kurak ülkeler arasında yer almaktadır.

İran'ın ortalama yağış miktarı 282 mm (dünya ortalaması 800 mm) ve bunun %70 yağmur ve %30 kar dan oluşur. Bu ülkede dünyanın ortalamasından çok fazla

buharlaşma vardır ve toplam yağışın %71 buharlaşma nedeniyle kullanılmaz hale gelir. İran'da en düşük 40 mm ve en fazla 1000 mm yıllık yağış görülmüştür (Url-2, Url-3, Url-4).



Şekil 1.2 : İran'ın ana havzaları (Url-2).

Çizelge 1.1 : İran'ın su kaynakları potansiyeli (İSKM, 2011) (Url-2, Url-3, Url-4).

Havza	Su Hacmi (km^3) 34 yılın ortalaması	akış hacmi (km^3)	Alan (km^2)	Akış yüzdesi (33Yılın ortalamas)
İRAN(toplam)	412,025	94,98	1623000	23,1
HAZAR denizi	73,121	18,6	175000	25,4
İran körfezi ve Umman denizi	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

1.6 Literatür Araştırması

Kuraklık dünyada gittikçe etkisini artırmış ve düşük akımların incelenmesinin önemini ortaya çıkarmıştır. Bu düşük akımlar üzerinde yapılan çalışmalar son yıllarda daha yoğunlaşmıştır. Amerika'da düşük akım ile ilgili yapılan çalışmalarda en çok kullanılan veriler de, ortalama 10 yıl periyotta görülen 7 günlük yıllık ortalama düşük akım debisidir (Vogel ve Kroll, 1989).

Bu çalışmada 7 günlük minimum akımlar üzerine çalışmalar yapılmış ve en uygun dağılımlar seçilmiştir. Düşük akımların hidrolojik ve istatistik analizinde ilk çalışmalar Gumbel tarafından (1954, 1958) yapılmıştır. Weibul dağılımı momentler yöntemi ile ve Pearson Tip III dağılımı maksimum olabilirlik parametre tahmin yöntemi ile tavsiye edilmiştir. Joseph (1970) iki parametreli gamma ve weibull dağılımlarının verilere iyi uyduğu sonucuna varmıştır. Conide ve Nix'e göre kabul edilebilir alt sınırlar sıfır ile gözlenmiş minimum akış arasında olmalıdır. Bu kriterleri temel olarak, 3-parametreli weibull dağılımı, maksimum olabilirlik, en küçük gözlenmiş kuraklık veya momentler yöntemi tavsiye edilmiştir. Stedinger (1980) parametreleri uygun bir yöntemle tahmin edildiğinde üç parametreli lognormal dağılımın da minimum akımlar için kullanabileceğini göstermiştir. Tasker (1987) de logpearson tip III kullanmıştır. Nathan ve McMahon (1990) üç ve iki parametreli Weibull dağılımını, Gustard ve diğ. (1992) iki parametreli weibul dağılımını kullanmışlar. Önöz ve Bayazıt (1999) minimumlar için genel ekstrem değer dağılımını önermişlerdir. 2001 yılında Önöz ve Bayazıt üstel dağılımı kullanmışlardır.

Önöz ve Bulu (1996), Bulu ve diğ. (1997) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda weibul dağılımının Türkiye'de seçilen bazı akarsuların düşük akımlarına uyduğu görülmüştür. Durak (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz havzalarında seçilen istasyonlarda Weibul dağılımının ve üstel dağılımın gözlemlerden düşük akım değerlerine uygun olduğu görülmektedir.

İran'ın kuzey bölgesindeki Sefidrud barajı havzasında fizyografik ve hidrolojik özelliklerine dayalı bulanık grup analizi (Fuzzy Cluster Analysis) yöntemi ile havza doğu ve batı olarak iki bölgeye ayrılmıştır. Hidrolojik kuraklık indisi olarak 7 günlük düşük akımlar incelemeye alınmıştır. L-momentler analizi sonuçlarına göre

doğu bölgesi homojen bulunmuş, batı bölgesi ise Gilvan, Yengikend ve Fıruzabad istasyonları göz ardı edilerek homojen olması sağlanmıştır. Z uygunluluk ölçüsü istatistiği sonuçlarına göre Genelleştirilmiş lojistik (GL) ve Pearson Tip 3 (P3) dağılımları sırasıyla doğu ve batı alt bölgeleri için en uygun dağılımlar olarak seçilmiştir. Sonuç olarak seçilen uygun dağılımların Sefidrud havzası bölgesel düşük akımlarının tahmininde kullanılmaları önerilmiştir.

Toros (1993) aylık sıcaklık ve yağış verilerini kullanarak Türkiye'de iklim değişimini incelemiştir. Sonuçta önemli sayılabilecek oranda trende rastlayamamıştır.

Lettenmeir ve diğ. (1994), ABD' deki aylık yağış, akış ve sıcaklık verilerine uyguladığı analiz sonucunda Kasım-Nisan dönemindeki aylık nehir akımlarında 1984-1988 yılları arasında artış bulmuşlardır.

Von Storch ve Navarra (1995) serisel korelasyonu ortadan kaldırmak için zaman serisine Pre-Whitening yöntemini uygulamıştır. Çalışma sonucunda yıllık ortalama akımlarda bir azalma olduğunu bulmasına rağmen Kanada'da iklimlerde aşırı değişimlerden söz edilemeyeceği savunulmuştur (Zang ve diğ., 2001).

Lins ve Slack (1999) ABD'de orjinal Mann-Kendall testi ile trend analizi yaparak akışta ve yağışta artan yönde trend olduğunu bulmuşlardır.

Douglas ve diğ. (2000), ABD' deki taşkın ve düşük akımlarda bölgesel bazda trend olup olmadığını incelemiştir ve bölgesel çapraz korelasyon dikkate alınmadığında bütün ülke genelinde taşkın akım analizlerinin üçte ikisinde, düşük akım analizlerinin ise ikisi dışında tamamında artan yönde trend bulmuşlardır.

Burn ve Elnur (2002) iklim değişiminde hidroloji ve meteoroloji arasındaki ilişkiyi göstermek için hidrolojik değişkenlere ait trendlerle, meteorolojik değişkenlere ait trendler arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Cığızoğlu 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 öoğunun 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.

Yue ve Pilon (2003), serisel korelasyonun etkisini kaldırmak için daha güvenli bir yöntem olan trend-free pre-whitening yöntemini kullanmıştır.

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

2. YÖNTEMLER

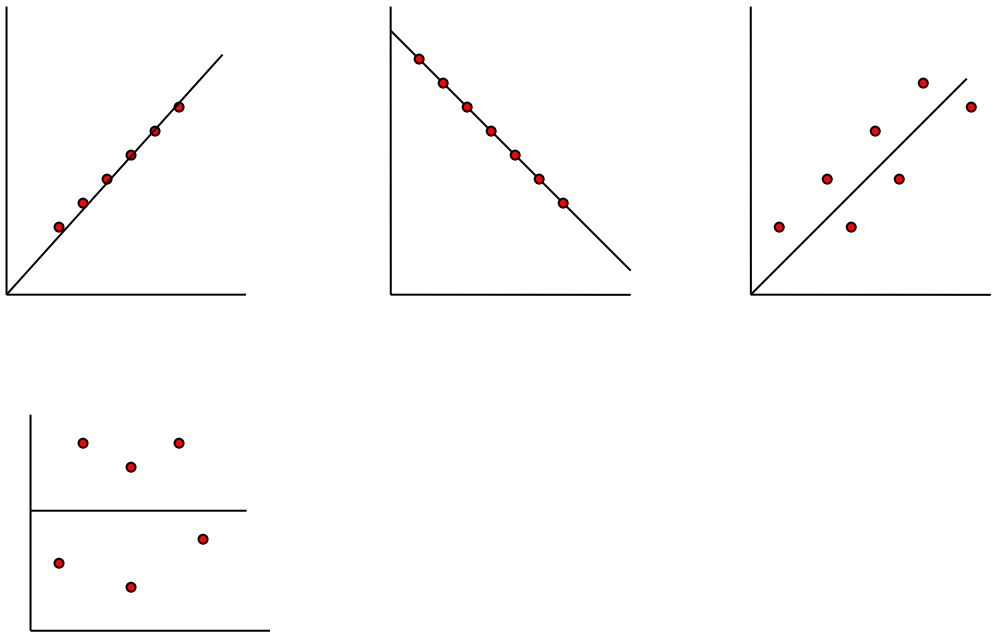
Düşük akımların analizinde literatürde çeşitli yöntemler vardır. Bu çalışmada kullanılan yöntemlere ait teorik bilgiler açıklanmıştır.

2.1 Korelasyon Analizi

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. Aşağıdaki şekillerde bu durumlar gösterilmektedir:



Şekil 2.1 : r gösterileri (Url-1).

Korelasyon katsayısı geliştirilen değişik formüller yardımıyla hesaplanmaktadır. Aşağıda verilen formül bunlardan bir tanesidir:

$$r = \frac{n * (\sum x * y) - (\sum x) * (\sum y)}{\sqrt{n * (\sum x^2) - (\sum x)^2} * \sqrt{n * (\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad \textbf{(2-1)}$$

2.2 Doğrusal Regresyon

Regresyon analizinde serbest değişken sayısı bir ise " basit regresyon modeli", iki veya daha fazla ise " çoklu regresyon modeli" olarak adlandırılır.

2.2.1 Basit doğrusal regresyon

Değişkenler arasında bulunduğu varsayılan gerçek doğrusal ilişki,tek bir serbest değişken içeren bir doğru denklemi ile gösterilirse basit doğrusal regresyon modeli elde edilir. Ana kütle için bu denklem şu şekilde yazılabilir:

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon \quad \textbf{(2-2)}$$

Burada ε ile gösterilen değer hata(error) terimidir.

Bu modelin "α ve β" parametrelerini bulmak için x serbest değişkeni ve Y bağımlı değişkeni ile ilgili gözlemlere ihtiyaç vardır. Bu değişkenlerin ana kütlelerini oluşturan bütün değerleri bilmek imkansız olduğu için örneklemeye başvurulur. Böylelikle α ve β parametrelerinin tahmini olan " a ve b" katsayıları bulunabilir. Örnek için de aynı denklem ;

$$y = a + bx + e \quad \textbf{(2-3)}$$

Şeklinde yazılır.

α ve β parametrelerinin bir tahmini olan "a ve b" katsayıları "en küçük kareler yöntemi" kullanılarak hesaplanabilir.

Elimizde gözlemle elde ettiğimiz n adet ikili değerler(x ve y) varsa ve aralarında doğrusal bir ilişkinin olduğu tahmin ediliyorsa bunları bir doğru denklemi ile ifade edebiliriz. Bu durumda her x değeri için iki tane y değeri olacaktır. Bunlardan birincisi ölçülen gerçek y değeri, diğeri ise denklemle elde edilen teorik y değeridir. Bu iki değer arasındaki farklar i. gözlem için:

$$e = y_i - (a + b x_i) \quad \textbf{(2-4)}$$

şeklindedir. Farkların kareleri toplamının minimum olması gerektiğinden

$\Sigma e^2 = \Sigma (y_i - (a + b x_i))^2$ = minimum yazılır. (i= 1,...,n)

Denklemi minimum yapmak için a ve b katsayılarına göre kısmi türev alınarak sıfıra eşitlenir.

$$\frac{de}{da} = 2\sum(-1)(y - a - bx) = -\sum y + n * a + b\sum x = 0 \quad \textbf{(2-5)}$$

$$\frac{de}{db} = 2\sum(-x)(y - a - bx) = -\sum xy + a\sum x + b\sum x^2 = 0 \quad \textbf{(2-6)}$$

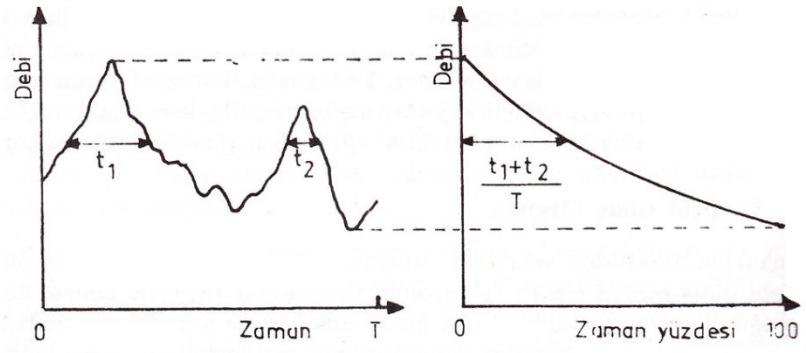
Negatif işaretli terimler eşitliğin sağ tarafına geçirilir ve normal denklemler aşağıdaki gibi elde edilir (Url-1).

$$\Sigma y = n*a + b \Sigma x \quad \textbf{(2-7)}$$

$$\Sigma xy = a \Sigma x + b \Sigma x^2 \quad \textbf{(2-8)}$$

2.3 Debi Süreklilik Çizgisi

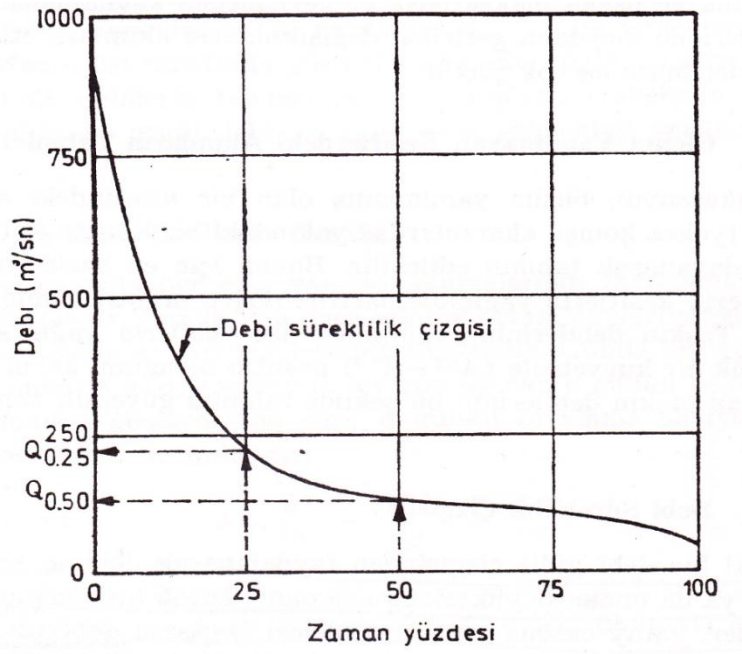
Eldeki bir debi gidiş çizgisinden faydalanarak debinin belli bir değere eşit ya da ondan büyük olduğu zaman yüzdesi hesaplanıp düşey eksene debiler , yatay eksene zaman yüzdeleri taşınırsa debi süreklilik çizgisi elde edilir (şekil 2.2). Süreklilik çizgisini elde ederken mümkün olduğu kadar uzun bir süreye ait debi gidiş çizgisini kullanmak uygun olur (Bayazit, 1999).



Şekil 2.2 : debi süreklilik çizgisinin elde edilmesi (Bayazit, 1999).

Eksenlerin logaritmik seçilmesi, ya da düşey eksenin logaritmik , yatay eksen ise normal dağılım olasılık kağıdının özel ekseni olarak alınması halinde çizginin iki ucundaki değerler (düşük ve yüksek akımlar) daha presizyolu bir şekilde okunabilir, ayrıca böyle bir grafikte süreklilik çizgisinin bir doğruya yaklaşması beklenebilir.

Debi süreklilik çizgisi uzun bir gözlem süresindeki günlük akımları kullanarak çizilmelidir. Verilerin sayısı çok olduğundan veriler uygun sayıda sınıf aralığına ayrılarak her bir aralık için gözlenen debilerin frekansları hesaplanır . Bu frekanslar en büyük debiden başlayarak toplanıp aşılma yüzdeleri elde edilir . Bu yüzdeleri sınıf aralıklarının alt sınırlarına karşı gelecek şekilde noktalayarak süreklilik çizgisi çizilir (şekil 2.3) . Günlük akımlar yerine aylık akımlar kullanılırsa ayların içinde debinin değişimi göz önüne alınmamış olur , bu bazı akarsularda (büyük havzalarda) önemli bir fark yaratmaz.



Şekil 2.3 : debi süreklilik çizgisi (Bayazit ve Önöz, 2008).

Debi süreklilik çizgisini çizmekle akarsudaki debilerin zaman içinde dizilişi ile ilgili bilgiler kaybolur. Bu çizgi debinin eklenik dağılım fonksiyonuna benzemekle birlikte, günlük (aylık) akımlar stasyoner bir süreç oluşturmayıp ortalama, standart sapma gibi parametreleri yıl boyunca peryodik olarak değiştiğinden istatistik anlamda bir olasılık dağılım çizgisi değildir. Bu çizgiden %50 aşılma yüzdesine karşı okunan debi yılın bir gününde aşılması olasılığı %50 olan debi değil, zamanın %50'sinde aşılması beklenen debidir.

Debi süreklilik çizgisi belirlendikten sonra bu çizgiden zamanın belli bir yüzdesinde akarsuda mevcut olan debi okunabilir. Zamanın %90 (%95,%99) gibi bir yüzdesinde aşılan $Q_{0.90}$ ($Q_{0.95}, Q_{0.99}$) debisi akarsuyun düşük akım potansiyelini ifade eder. Bu bilgiler biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde, su alma yapılarında, su kalitesi ile ilgili çalışmalarda proje debisinin seçilmesinde kullanılır.

Debi süreklilik çizgisinin düşük akım bölgesinde (0.50'den büyük yüksek aşılma yüzdesinde) dik olması taban akışının katkısının büyük olduğunu gösterir. Geçirimsiz zeminlerde süreklilik çizgisi dik, geçirimli zeminlerde yatık olur.

Çeşitli akarsuların debi süreklilik çizgilerini birbirleriyle karşılaştırarak bölgesel analizde kullanabilmek için debiler birim havza alanından gelen özgül debi olarak ($m^3/s\text{-}km^2$) ifade eder, ya da debiler yıllık ortalama (veya medyan) debiye bölerek boyutsuz hale getirilir.

Süreklilik çizgisinden seçilen bir riske (risk=1-aşılma yüzdesi) karşı gelen debi okunup akarsudan alınmak istenen suyun debisi ile karşılaştırarak biriktirme haznesi yapmak gerekip gerekmediğine karar verilir. Biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde enerji üretimi debi süreklilik çizgisini kullanarak hesaplanır. Süreklilik çizgisi akımların düşük (yada yüksek) olduğu bir yılın gözlemlerine dayanarak çizilirse kurak (yağışlı) yıllardaki durum belirlenmiş olur (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.4 Düşük Akımlar

Akarsuyun normalden az su taşıdığı dönemleri incelerken iki yaklaşım söz konusu olabilir. Ilk yaklaşımda bir düşük akım indeksi ile tanımlanan düşük akımlar incelenir. Kuraklıktan farklı olarak düşük akım her yıl görülen bir büyüklüktür.

Diğeri ise akarsuda yılda belli bir süre boyunca görülen minimum akımın olasılık dağılımının belirlenmesi önem taşır. d-günlük minimum akımlar için 1,7,10,15,… gibi değerler alınabilir (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.4.1 7- Günlük minimum akımların elde edilmesi

7 günlük düşük akımlar ise birbirini izleyen 7 günlük ortalama akımların en düşük değeridir. Böylece $\left((Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_7)/7\right)$, $\left((Q_2 + Q_3 + \cdots + Q_8)/7\right)$, $\left((Q_3 + Q_4 + \cdots + Q_9)/7\right)$, … bir yıl için hesaplanıp ve bu değerlerin minimum değeri, o yılın 7 günlük minimum değeri olarak alınır (Önöz, 2010).

2.5 Yıl İçi Debi Frekans Çizgisi

Akarsuyun kurak dönemlerindeki akım potansiyelini belirlemekte süreklilik çizgisinin yanında yıl içi debi frekans ve kısmi süreklilik frekans çizgileri de yardımcı olur . Yıl içi debi frekans çizgisi d-günlük minimum akımlar için çizilir . d için 1,7,10,15,... gibi değerler alınabilir . Belli bir d değeri için gözlenmiş akım serisinden her yılın minimum d-günlük ortalama debisi belirlenir.bu değerler küçükten büyüğe doğru sıralanır . N-yıllık gözlemler mevcutsa büyüklük sırasında m-inci olan değerin dönüş aralığı:

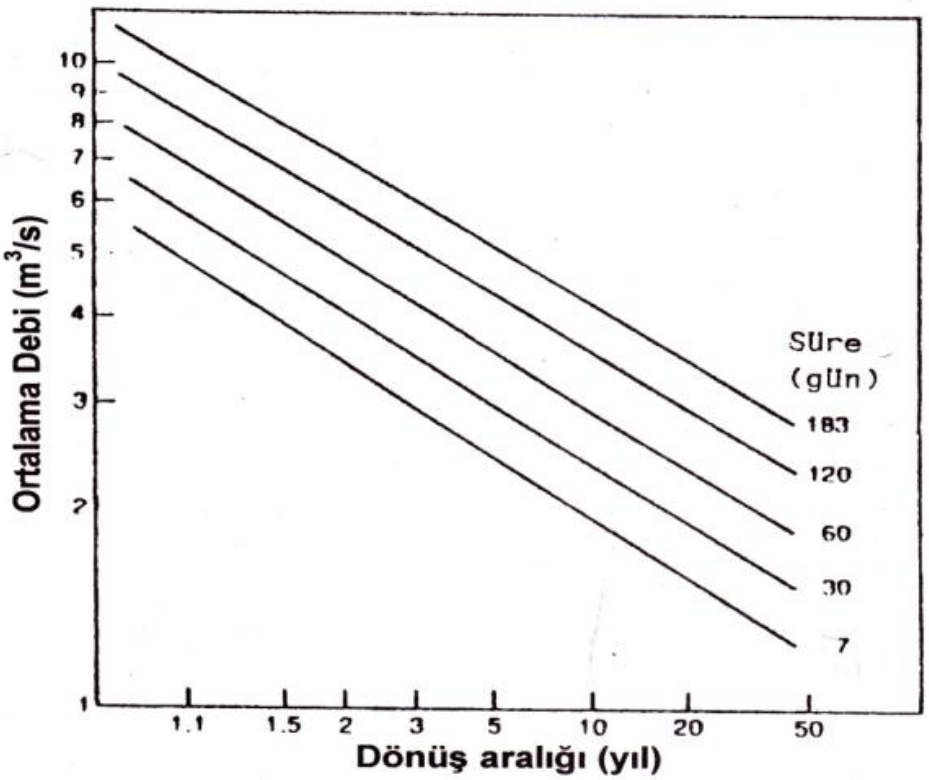
$$T = \frac{N + 1 - 2a}{m - a} \qquad \textbf{(2.9)}$$

İfadesi ile hesaplanır (formülde a=0 alınırsa Weibull, a=0.40 alınırsa Cunnane, a=0.44 alınırsa Gringorten, a=0.375 alınırsa Blom, a=0.5 alınırsa Hazen formülü elde edilir). Normal ve lognormal dağılımlar için Blom veya Cunnane, ekstrem değer ve Weibull dağılımları için Gringorten, gamma dağılımları için Hazen formülünün kullanılması önerilmiştir . Hesaplanan T değeri , m-inci sırasında olan d-günlük akım değerlerinin altına ortalama kaç yılda bir inilmesinin beklendiğini gösterir.

(2.9) Formülüyle hesaplanan dönüş aralıkları debilere karşı noktalandıktan sonra noktaların arasından bir eğri geçirerek d-günlük minimum akımların (yıl içi) frekans çizgisi elde edilir (şekil 2.4) . Bu çizgiden gözlem süresini aşmayan dönüş aralıkları ($T \leq N$) için T yılda bir görülen d-günlük minimum ortalama debi okunabilir. Daha büyük dönüş aralıkları için tahmin yaparken frekans çizgilerine bir olasılık dağılım fonksiyonu uydurmak gerekir . Bu çizgilerin çift logaritmik kağıda veya debi ekseni logaritmik olmak üzere normal dağılım ya da Gumbel dağılımının olasılık kağıdına çizilmesi uygun olur.

Bir yıldan uzun süreler için minimum akımları tahmin ederken kısmi süreklilik frekans çizgileri kullanılabilir. Gözlenmiş serideki n-aylık ($n \geq 12$) minimum akımlı dizi bulunur, bu süredeki ortalama debiye m=1 sıra numarası verilir. Bu dizideki elemanlar atıldıktan sonra serinin geriye kalan kısmındaki n-aylık minimum akımlı dizi belirlenir ve bu süredeki ortalama debiye m=2 sıra numarası verilerek bu şekilde devam edilir. N yıllık bir seride n-aylık bağımsız dizilerin sayısı en fazla 12

N/n olabileceğinden sıra numarası m olan n-aylık minimum debinin dönüş aralığı (2.9) denkleminde N yerine 12N/n koyarak hesaplanır (n=12 ay için (2.9) denklemine dönülmüş olur). Bu şekilde belirlenen dönüş aralıklarını yıl içi debi frekans çizgisinde olduğu gibi debilere karşı noktalayarak kısmi süreklilik frekans çizgisi elde edilir (Bayazit ve Önöz, 2008).



Şekil 2.4 : yıl içi debi frekans çizgileri (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.6 Verilerin İstatistik Analizi

Bir rastgele değişken, çeşitli gözlemlerde farklı değerler alabilir. Alınan değerlere bağlı olarak değişkenin olasılık dağılımı oluşturulabilir. 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 gözlemlemek mümkün olmamasından dolayı bilinmeyebilir. Bu durumda, gerçeğe en yakın değere ulaşabilmek için eldeki örnekten tahmin yapılır. Tahmin sonucu ulaşılan değerlere istatistikler denir. Tahmin yöntemlerinde en çok İstatistik Momentleri yöntemi kullanılmaktadır (Bayazit, 1996).

2.6.1 Bir rastgele değişkenin istatistik momentleri

Bir rastgele değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu eğrisi ile x ekseni 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 momenti:

$$\mu_x^{(m)} = E((X-\mu_x)^m) = \int_{-\infty}^{+\infty} (X-\mu_x)^m f(x)dx \qquad \textbf{(2.10)}$$

Şeklinde tanımlanır. Denklemdeki μ_x rastgele değişkenin ortalamasını belirtirken E(.) ise beklenen değeri göstermektedir.

Pratikte ilk dört moment kullanır. 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).

2.6.1.1 Merkezi 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 kümelendiği değerdir. Ortalama dağılımın merkezini ifade etmekte kullanılır ve 1.mertebeden istatistik momenttir. Şu şekilde tanımlanır:

$$\mu_x = E[x] = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x)\, dx \qquad \textbf{(2.11)}$$

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

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \qquad \textbf{(2.12)}$$

Denklemiyle 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 $x_1<x_2<...<x_N$ olacak şeklinde sıralanmış olması gerekmektedir. N örnek sayısının çift veya tek olmasına göre medyan şu şeklide hesaplanır:

$$\text{Med}_x = x_{0,50} = \begin{cases} X_{(N+1)/2} & \text{N tek ise} \\ \frac{1}{2}\left[x_{(n/2)} + x_{(n/2)+1}\right] & \text{N çift ise} \end{cases} \quad \textbf{(2.13)}$$

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) çarpık olması durumunda ise küçüktür (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

2.6.1.2 Yayılım parametreleri

Varyans

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

$$\text{Var(x)} = \sigma_x^2 = E((x-\mu_x)^2) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-\mu_x)^2 f(x)dx \quad \textbf{(2.14)}$$

X rastgele değişkenin toplumundan alınmışN elemanlı bir örnek için (x_1,x_2,...,x_n) Var(x) varyans ve σ_x standart sapma parametrelerine karşı gelen istatistik ise

$$Var(X) = s_x^2 = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2 \quad \textbf{(2.15)}$$

Denklemiyle belirlenir. Bu denklemde eğer örnekteki eleman sayısı N<30 ise paydada N yerine N-1 kullanılır (Bayazıt ve Önöz, 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:

$$S_x = \sqrt{Var(x)} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2} \quad \textbf{(2.16)}$$

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

$$C_{vx} = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad \textbf{(2.17)}$$

Şeklinde ifade edilir.

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

$$C_{vx} = \frac{S_x}{\bar{x}} \quad \textbf{(2.18)}$$

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

2.6.1.3 Çarpıklık parametreleri

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

Çarpıklık katsayısı şu şekilde ifade edilir:

$$C_{sx} = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \tag{2.19}$$

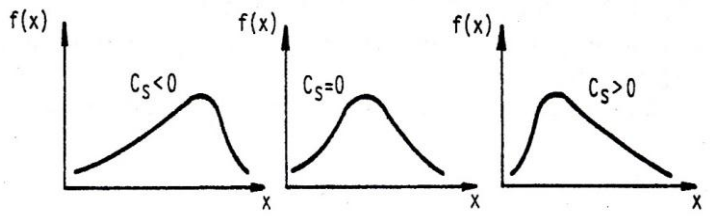
X rastgele değişkenin toplumundan alınmış N elemanlı bir örnek için (x_1,x_2,...,x_n) çarpıklık katsayısı parametresine (C_{sx}) karşı gelen istatistik ise şu şekilde ifade edilir:

$$C_{sx} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^3}{S_x^3} \tag{2.20}$$

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 2.5 : Negatif, simetrik ve pozitif C_S gösterimi (Bayazıt ve Yeğen Oğuz,2005).

2.6.1.4 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,McMohon,Chiew;1993). "PWM" ler aşağıdaki fonksiyon ile ifade edilir.

$$\beta_r = E\{x[F_x(x)]^r\} \quad \textbf{(2.21)}$$

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:

$$\beta_r = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N-r}\frac{\binom{N-j}{r}x_j}{\binom{N-1}{r}} \quad \textbf{(2.22)}$$

Buna göre

$$\beta_0 = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} x_j = \bar{x} \quad \textbf{(2.23a)}$$

$$\beta_1 = \sum_{j=1}^{N-1}\frac{(N-j)x_j}{N(N-1)} \quad \textbf{(2.23b)}$$

$$\beta_2 = \sum_{j=1}^{N-1}\frac{(N-j)(N-j-1)x_j}{N(N-1)(N-2)} \quad \textbf{(2.23c)}$$

$$\beta_3 = \sum_{j=1}^{N-1}\frac{(N-j)(N-j-1)(N-j-2)x_j}{N(N-1)(N-2)(N-3)} \quad \textbf{(2.23d)}$$

X_j düzenlenmiş (büyüklük sırasına konmuş) örnekte j. Sıradaki debi değeridir.

Olasılık ağırlıklı momentlerin tarafsız tahminlerinin L-moment grafiklerinde ve bölgesel analizde kullanılması tavsiye edilmektedir.

L-momentleri olasılık ağırlıklı momentler kullanarak hesaplanabilir.

$\lambda_1 = \beta_0$ **(2.24a)**

$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0$ **(2.24b)**

$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0$ **(2.24c)**

$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 + \beta_0$ **(2.24d)**

Herhangi bir mertebeden L-momentleri hesaplamak için aşagıdaki genel denklem kullanabilir.

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^{r} \beta_r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad \textbf{(2.25)}$$

Daha önce tanımlanan değişim katsayısı C_{vx} , çarpıklık katsayısı C_{sx} ve kurtosis katsayısı K_s , L-momentlerinin oranları cinsinden yazılabilir (Bayazıt ve Önöz, 2008):

$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$; L-değişim katsayısı; **(2.26)**

$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2}$; L-çarpıklık katsayısı; **(2.27)**

$\tau_3 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2}$; L-Kurtosis katsayısı; **(2.28)**

2.7 Düşük Akımlar İçin Önemli Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Düşük akımlar için iki ve üç parametreli çeşitli dağılım fonksiyonları önerilmiştir. Üç parameteli dağılımların gözlenmiş verilere uydurulması daha kolaydır . Ancak parametre tahmininde kullanılması gereken çarpıklık katsayısının küçük örneklerden hesaplanan değerlerinin örnekleme varyansı büyük olduğundan parametre tahminlerindeki hata da büyük olabilir . Ayrıca alt sınır parametresi için tahmin edilen değerin negatif olması (akımlar negatif değer almayacağından), ya da gözlenmiş en küçük akımdan büyük çıkması sorunlara neden olabilir . Bu durumda alt sınırı sıfır alarak iki parametreli bir dağılım kullanmak daha uygun olabilir.

Seçilen bir dağılım fonksiyonunun parametreleri çeşitli yöntemlerle hesaplanabilir. Momentler yönteminde hesaplar kolay olmakla birlikte tahminlerin taraflılığı ve varyansı genellikle yüksektir. Maksimum olabilirlik yöntemi daha az hatalı tahminler verse de hesaplar güçtür. L- momentleri yönteminin kullanılışı kolay olduğu gibi güvenilir tahminler verir . Bu nedenle aşağıda çeşitli dağılım fonksiyonlarının parametrelerinin gerek momentler, gerekse L-momentleri yöntemleriyle tahmini için denklemler verilmiştir.

Minimum akımlara iyi uyan olasılık dağılım fonksiyonlarını belirlemek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır . Vogel ve Kroll (1989) tarafından belirtildiğine göre Condie ve Nix, parametreleri maksimum olabilirlik yöntemiyle belirlenen üç parametreli Weibull dağılımının hesaplanan alt sınırının sıfır ile gözlenen en küçük akım değeri arasında çıkması halinde uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Bu parametre tahmin yönteminin uygun bir sonuç vermemesi halinde gözlenmiş en küçük değer ya da momentler yönteminin kullanılmasını önermişlerdir . Tasker üç parametreli dağılımlar arasında parametreleri momentler yöntemiyle hesaplanan logpearson tip III dağılımını uygun bulmuştur. Matalas momentler yöntemiyle Pearson tip III dağılımını kullanmıştır. Stedinger (1980) parametreleri uygun bir yöntemle tahmin edildiğinde üç parametreli lognormal dağılımın da minimum akımlar için kullanılabileceğini göstermiştir . Nathan ve McMahon (1990) üç parametreli Weibull dağılımını , Önöz ve Bayazıt (1999) minimumlar için genel ekstrem değer dağılımını önermişlerdir.

Genel lojistik dağılımının zemini geçirimli olan havzalarda (minımum akımın ortalama akıma oranı büyük olduğunda) iyi sonuç verdiği gösterilmiştir . Geçirimsiz havzalarda ise yağışın fazla olması halinde genel ekstrem değer, yağışın az olması halinde pearson tip III dağılımı daha uygun olmaktadır.

Yukarıda belirtilen üç parametreli dağılımlar yanında daha basit olan iki parametreli dağılımlar da minimum akımlar için önerilmiştir . Joseph (1970) iki parametreli gamma ve Weibull dağılımlarının verilere iyi uyduğu sonucuna varmıştır . Vogell ve Kroll (1989) iki parametreli lognormal dağılımı, Nathan ve McMahon (1990) ile Gustard ve diğ. (1992) iki parametreli Weibull dağılımını, Önöz ve Bayazıt (2001)

üstel dağılımı kullanmışlardır.

Dağılımın alt kuyruğundaki gözlemlerin (çok düşük akımlar) sayıca az olması ve

olasılık dağılımın fonksiyonlarının kuyruk olasılıkları için yanlı tahminler vermesi nedeniyle gözlenmiş en küçük değere karşı gelen dönüş aralığından daha büyük dönüş aralıkları için tahmin yapılmasında belirsizliklere karşılaşılır.

Minimum akımlar için bugüne kadar kullanılmış olan olasılık dağılım fonksiyonları ve parametre tahmin denklemleri aşağıda verilmiştir (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.7.1 İki parametreli dağılımlar

2.7.1.1 Lognormal dağılımı (LN2)

Minimum akımların (X) logaritmalarının (Y=lnX) normal dağıldığı kabul edilir. Y değişkeninin parametrelerini tahmin için iki yol vardır:

I. gözlenen akımların x_i logaritmalarının $y_i = \ln x_i$ ortalamasi $\bar{y}$ ve standart sapması s_y hesaplanıp normal dağıldığı kabul edilen Y değişkeninin μ_y ve σ_y parametreleri olarak alınır.

II. gözlenen akımların x_i ortalaması $\bar{x}$ ve standart sapması s_x hesaplanıp ve Y'nin parametreleri şu denklemlerle tahmin edilir.

$$\mu_y = \ln\left\{\frac{\bar{x}}{(1+(s_x/\bar{x})^2)^{0.5}}\right\} \quad \textbf{(2.29)}$$

$$\sigma_Y^2 = \ln[1+(s_x/\bar{x})^2] \quad \textbf{(2.30)}$$

verilen bir p olasılığı için X_p kuantili aşağıdaki ifadesi ile belirlenir.

$$x_p = \exp(\mu_y + \sigma_y . z_p) \quad \textbf{(2.31)}$$

Stedinger (1980)'e göre 25'den fazla elemanı olan örneklerde I. Yol biraz daha iyi sonuçlar vermekle birlikte özellikle küçük örneklerde iki yol arasında önemli bir fark yoktur (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.7.1.2 Weibull dağılımı (W2)

bu dağılımın olasılık yoğunluk ve dağılım fonksyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha k}\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{1}{k}-1}\exp\left(-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\frac{1}{k}}\right) \qquad x \geq 0, k > 0 \quad \textbf{(2.32)}$$

$$F(X) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{1/k}\right) \qquad x \geq 0, k > 0 \qquad \textbf{(2.33)}$$

Parametreler momentler ya da L-momentleri yöntemiyle tahmin edilebilir.

I. Momentler yöntemiyle: α ve k parametreleri şu denklemlerden deneme-yanılma ile hesaplanır:

$$\bar{x} = \alpha\Gamma(1 + k) \qquad x \geq 0, k > 0 \qquad \textbf{(2.34)}$$

$$s_x^2 = \alpha^2\{\Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2\} \qquad x \geq 0, k > 0 \qquad \textbf{(2.35)}$$

II. L-momentleri yöntemile: parametre tahmin denklemleri stedinger ve diğ. tarafindan verilmiştir:

$$\lambda_1 = \alpha\Gamma(1 + k) \qquad x \geq 0, k > 0 \qquad \textbf{(2.36)}$$

$$\lambda_2 = \alpha(1 - 2^{-k})\Gamma(1 + k) \qquad x \geq 0, k > 0 \qquad \textbf{(2.37)}$$

(2.34, 2.35) ve (2.36, 2.37) denklem takımlarını deneme-yanılma ile çözmek için($\bar{x}^2/s_x^2$) veya (λ_2/λ_1) oranlarının ifadeleri elde edilir. Bu ifadelerdeki tek bilinmeyen olan k deneme-yanılma ile belirlenir. Daha sonra $\bar{x}$ ya da λ_1 için verilen denklemlerden α elde edilir (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.7.1.3 Üstel dağılımı (Ü2)

Olasılık yoğunluk ve dağılım fonksiyonu:

$$f(x) = \frac{c.\,x^{c-1}}{x_0^c} \qquad 0 \leq x \leq x_0 \qquad \textbf{(2.38)}$$

$$F(x) = \left(\frac{x}{x_0}\right)^c \qquad 0 \leq x \leq x_0 \qquad \textbf{(2.39)}$$

x_0 ,X değişkeninin üst sınırıdır.

Parametreler momentler ya da L-momentleri ile elde edilebilir(Önöz ve Bayazıt ,

2001).

I. Momentler yöntemi: c ve x_0 parametreleri şu iki denklemi çözerek bulunur:

$$\bar{x} = \frac{c.x_0}{(c+1)} \quad \textbf{(2.40)}$$

$$s_x^2 = \frac{c{x_0}^2}{(c+2)(c+1)^2} \quad \textbf{(2.41)}$$

II. L-momentleri yöntemi: c ve x_0 parametreleri aşağıdaki denklemlerle doğrudan doğruya hesaplanabilir (Bayazit ve Önöz, 2008).

$$c = \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} - 1\right) \quad \textbf{(2.42)}$$

$$x_0 = \frac{(c+1)\lambda_1}{c} \quad \textbf{(2.43)}$$

2.7.2 Üç parametreli dağılımlar

2.7.2.1 Lognormal dağılımı (LN3)

Üç parametreli lognormal dağılımda $Y = \ln(x - x_0)$ değişkenin normal dağıldığı kabul edilir. . x_0 değişkenin alt sınırıdır $(x \geq x_0)$. Parametre tahmini için şu yöntemler kullanılabilir:

I. Momentler yöntemi: Y değişkeninin dağılımının parametreleri şu denklemlerle hesaplanır:

$$\exp(\sigma_y^2) = \left\{1 + \frac{1}{2}\left[C_{sx}^2 + C_{sx}(4 + C_{sx}^2)^{1/2}\right]\right\}^{1/3} + \left\{1 + \frac{1}{2}\left[C_{sx}^2 - C_{sx}(4 + C_{sx}^2)^{1/2}\right]\right\}^{1/3} - 1 \quad \textbf{(2.44)}$$

$$\mu_y = \frac{1}{2}\ln\left\{\frac{s_x^2}{\exp(\sigma_y^2)\left[\exp(\sigma_y^2) - 1\right]}\right\} \quad \textbf{(2.45)}$$

$$x_0 = \bar{x} - \exp\left[\mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2}\right] \quad \textbf{(2.46)}$$

Bu yöntemle hesaplanan x_0 alt sınırı negatif ya da gözlenen en küçük değerden daha büyük çıkabilir.

II. Stedinger (1980) x_0 alt sınırının tahmini için şu denklemi önermiştir:

$$x_o = \frac{x_{max}\, x_{min} - x^2{}_{med}}{x_{max} + x_{min} - 2x_{med}} \quad \textbf{(2.47)}$$

Burada x_{max} , x_{min} ve x_{med} sırasıyla örnekteki en büyük ,en küçük ve medyan değerlerdir. Bu şekilde hesaplanan x_0 değeri daima x_{min}'den küçük olacaktır, ancak negatif çıkabilir. (2.47) denklemiyle x_0 hesaplandıktan sonra $Y = \ln(x_i - x_0)$ değerlerinin ortalama ve standart sapması hesaplanıp Y'nin parametreleri olarak alınır (Bayazit ve Önöz, 2008).

Verilen bir p olasılığı için x_p kuantili aşağıdaki ifadesi ile belirlenir.

$$x_p = \exp(\mu_Y + z_p \sigma_Y) + x_0 \quad \textbf{(2.48)}$$

2.7.2.2 Weibull dağılımı (W3)

Üç parametreli weibull dağılımının f(x) ve F(x) fonksyonlari iki parametreli dağılımın (2.32, 2.33) denklemlerinde x yerine x-u koyarak elde edilir. u değişkenin alt sınırıdır($x \geq u$) (Bayazit ve Önöz, 2008).

Parametre tahmini için üç yöntem önerilmiştir:

I. Momentler yöntemi: $\bar{x}$, s_x ,c_{sx} ile dağılımın α , k ve x_0 parametreleri arasındaki ilişkiler Kite (1977) tarafından verilmiştir:

$$\bar{x} = u + \alpha\Gamma(1 + k) \quad \textbf{(2.49)}$$

$$s_x^2 = \alpha^2\{\Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2\} \quad \textbf{(2.50)}$$

$$c_{sx} = \{\Gamma(1 + 3k) - 3\Gamma(1 + 2k)\Gamma(1 + k) + 2[\Gamma(1 + k)]^3\}\{\Gamma(1 + 2k) - \Gamma^2(1 + k)\}^{-3/2} \quad \textbf{(2.51)}$$

k parametresi şu denklemden yaklaşık olarak tahmin edilebilir($-1 < c_s < 2$):

$$k = 0.2778 + 0.3133C_{sx} + 0.0576C_{sx}^2 - 0.0013C_{sx}^3 - 0.0082C_{sx}^4 \quad \textbf{(2.52)}$$

II. L-momentleri yöntemi: λ_1 , λ_2 , λ_3 momentleri ile dağılımın parametreleri arasındaki ilişkiler:

$$\lambda_1 = u + \alpha\Gamma(1 + k) \quad \textbf{(2.53)}$$

$$\lambda_2 = \alpha\left(1 - 2^{-k}\right)\Gamma(1+k) \quad \textbf{(2.54)}$$

$$\lambda_3 = \alpha\left(1 - 3 \times 2^{-k} + 2 \times 3^{-k}\right)\Gamma(1+k) \quad \textbf{(2.55)}$$

III. x_0 alt sınırının N elemanlı örnekteki en küçük değer olan x_{med} den küçük kalmasını sağlamak için parametreler şu denklemlerle tahmin edilebilir.

$$k = 1 - \frac{\log\frac{\bar{x} - x_{min}}{s_x}}{\log(0.07 + 1.73\log N)} \quad \textbf{(2.56)}$$

$$u = x_{min} - \frac{\bar{x} - x_{min}}{N^k - 1} \quad \textbf{(2.57)}$$

$$\alpha = \frac{\bar{x} - u}{\Gamma(1+k)} \quad \textbf{(2.58)}$$

2.7.2.3 Pearson tip III dağılımı (P3)

Olasılık yoğunluk fonksyonu:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}(x - x_0)^{\alpha-1}e^{(-(x-x_0)/\beta)} \qquad x \geq x_0 \quad \textbf{(2.59)}$$

Üç parametreli gamma dağılımının dağılım fonksyonu F(x) için analitik bir ifade elde edilemez (Bayazit ve Önöz, 2008).

Parametre tahmini momentler ya da maksimum olabilirlik yöntemleriyle yapılabilir:

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

$$\bar{x} = x_0 + \alpha\beta \quad \textbf{(2.60)}$$

$$s_x^2 = \alpha\beta^2 \quad \textbf{(2.61)}$$

$$c_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad \textbf{(2.62)}$$

II. Maksimum olabilirlik yöntemi: parametreler aşağıdaki denklemleri çözerek elde edilir:

$$\frac{1}{\beta^2}\sum_{i=1}^{N}(x_i - x_0) - \frac{N\alpha}{\beta} = 0 \qquad \textbf{(2.63)}$$

$$-N\frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} + \sum_{i=1}^{N}\ln(x_i - x_0) - N\ln\beta = 0 \qquad \textbf{(2.64)}$$

$$\frac{N}{\beta} - (\alpha - 1)\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{(x_i - x_0)} = 0 \qquad \textbf{(2.65)}$$

$\left(\Gamma'(\alpha)/\Gamma(\alpha)\right)$ digamma (psi) fonksiyonu olarak bilinir. $x_i (i = 1,2,\dots,N)$ gözlenmiş N elemanlı örnekteki verilerdir. Kite (1977) bu denklem takımının çözümü için çeşitli yaklaşımlar önermiştir. Bu dağılımın parametrelerinin L-momentleri yöntemiyle tahmini için denklemler verilmiştir (Bayazit ve Önöz, 2008).

Burada x_p için analitik bir ifade olmadığından aşağıdaki formülü kullanılır.

$$x_p = \mu_x + \sigma_x . K_p(c_{sx}) \qquad \textbf{(2.66)}$$

2.7.2.4 Logpearson tip III dağılımı (LP3)

Y=lnX değişkeninin pearson tip III dağılımına uyduğu kabul edilir. Parametreler gözlemlerin logaritmalarını kullanarak (2.60, 2.61, 2.62) veya (2.63, 2.64, 2.65) denklemleri ile ve x_p aşağıdaki formül ile hesaplanır (Bayazit ve Önöz, 2008).

$$x_p = \exp\left(\mu_y + \sigma_y . K_p(C_{sy})\right) \qquad \textbf{(2.67)}$$

2.7.2.5 Genel ekstrem değer dağılımı (GEV)

Minimumlar için teorik asimptotik dağılım olan genel ektreme değer (GEV) dağılımının ifadesi Önöz ve Bayazıt(1999) tarafından elde edilmiştir (Bayazit ve Önöz, 2008):

$$F(X) = 1 - \exp\left\{-\left[1 + k\frac{x-u}{\alpha}\right]^{1/k}\right\} \qquad k \neq 0 \qquad \textbf{(2.68)}$$

$$F(X) = 1 - \exp\left[-\exp\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)\right] \qquad k = 0 \qquad \textbf{(2.69)}$$

$k \neq 0$ için dağılımın bir alt sınırı vardır $\left(x \geq -\left(x_0 + \frac{\alpha}{k}\right)\right)$. Parametreler L-momentleri yöntemiyle şu denklemlerden hesaplanabilir:

$$\lambda_1 = \frac{\alpha}{k}\Gamma(1+k) - \frac{\alpha}{k} - u \quad \textbf{(2.70)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{k}\left(1 - 2^{-k}\right)\Gamma(1+k) \quad \textbf{(2.71)}$$

$$\lambda_3 = \frac{\alpha}{k}\left(1 + 2 \times 3^{-k} - 3 \times 2^{-k}\right)\Gamma(1+k) \quad \textbf{(2.72)}$$

k'nın hesabı için şu yaklaşık denklem verilmiştir$(-0.3 \leq k \leq 2.0)$:

$$k = 5.153\left(\frac{\lambda_3 + 3\lambda_2}{2\lambda_2}\right)^2 - 11.73\left(\frac{\lambda_3 + 3\lambda_2}{2\lambda_2}\right) + 6.26 \quad \textbf{(2.73)}$$

k bu denklemden bulunduktan sonra α ve u şu şekilde hesaplanır:

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

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

2.7.2.6 Genel lojistik dağılımı (GL)

Bu dağılımın denklemi (Bayazit ve Önöz, 2008):

$$F(x) = 1/(1 + e^{-y}) \quad \textbf{(2.76)}$$

Burada:

$$y = \left(-\ln(1 - k\frac{x-u}{\alpha})\right)/k \qquad k \neq 0 \quad \textbf{(2.77)}$$

$$y = \frac{x-u}{\alpha} \qquad k = 0 \quad \textbf{(2.78)}$$

k>0 için dağılımın üst sınırı $\left(x \leq u + \frac{\alpha}{k}\right)$, k<0 için alt sınırı $\left(u + \frac{\alpha}{k} \leq x\right)$ vardır.

L-momentleri yöntemiyle parametre tahmin denklemleri(Robson,Reed,1999):

$$k = -\lambda_3/\lambda_2 \quad \textbf{(2.79)}$$

$$u = x_{0.50} \quad \textbf{(2.80)}$$

$$\alpha = u\frac{(\lambda_2/\lambda_1)k\sin\pi k}{\pi k\left(k + (\lambda_2/\lambda_1)\right) - (\lambda_2/\lambda_1)\sin\pi k} \quad \textbf{(2.81)}$$

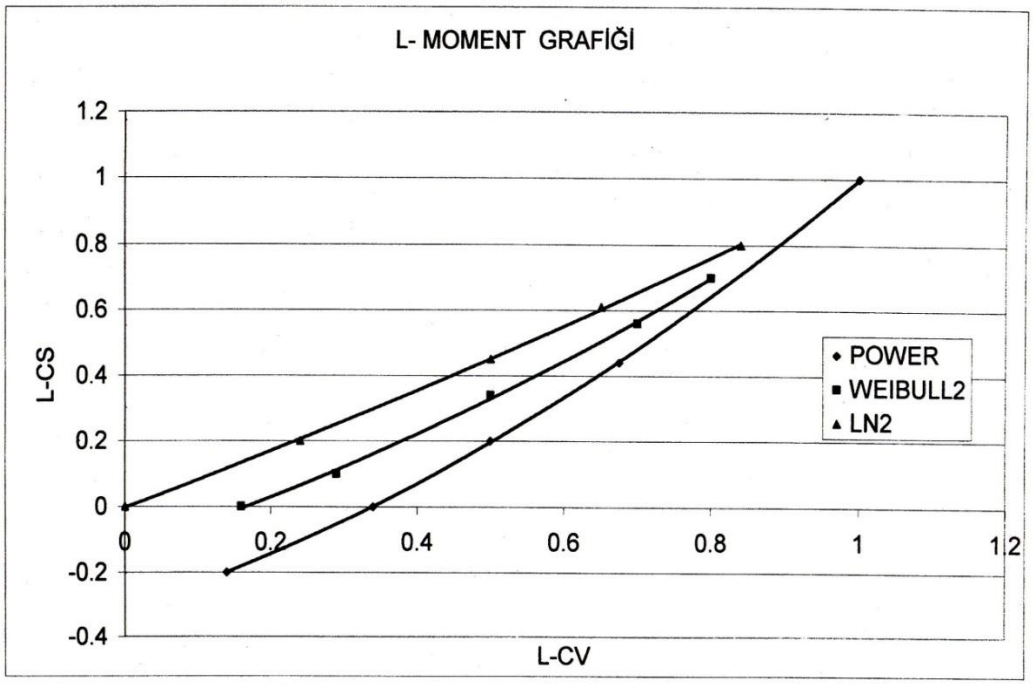
2.8 İstatistik Testler

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

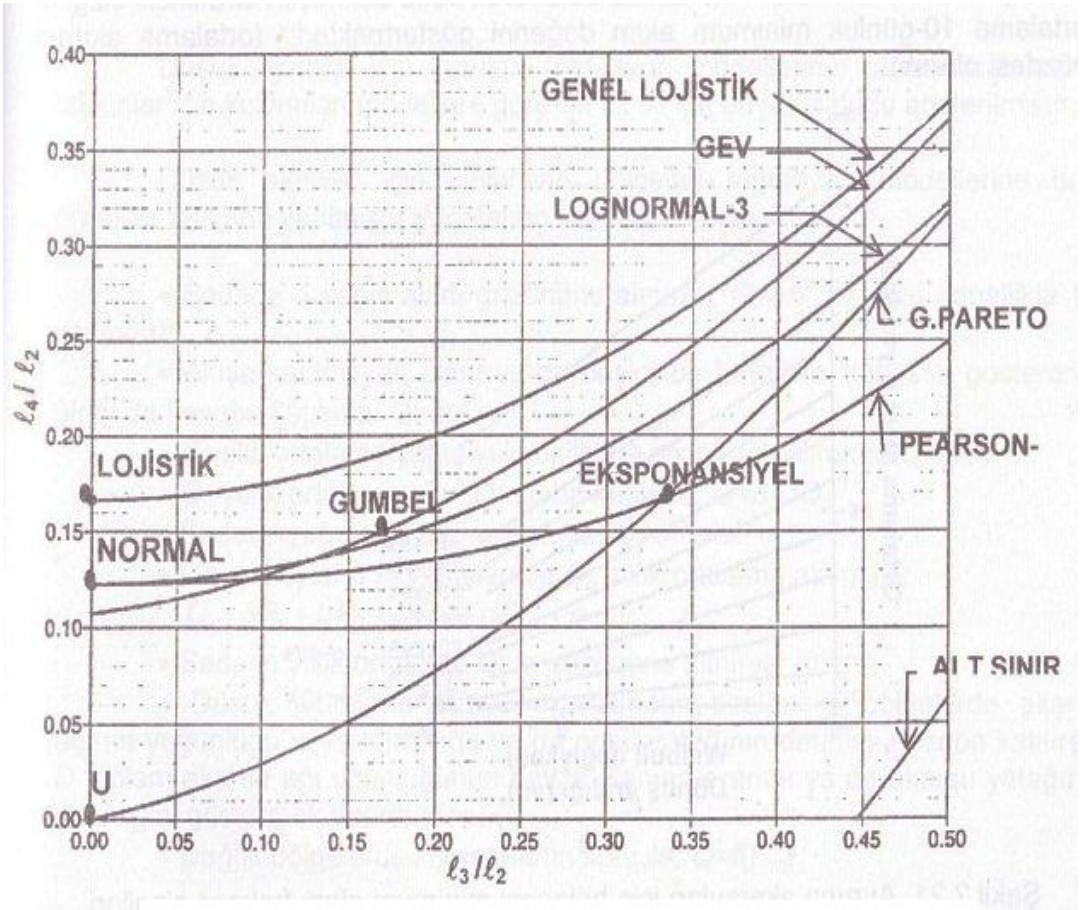
Yapılacak istatistik testler L-momentleri, Kolmogorov-Smirnov (K-S), PPCC (Probability Plot Correlation Coefficient), X2 (ki-kare) ve Anderson-Darling (AD) testleridir. Bu çalışmada L-momentleri, PPCC ve K-S testlerini yaparak Karun havzası verilerine uyan en uygun dağılım belirlenmiştir.

2.8.1 L-Momentler testi

L-Momentler bir çok olasılık dağılımı için hesaplanmıştır. Şekil 2.6 ve 2.7' de τ_3, τ_4 L-Momentler oranı görülmektedir. 7 günlük akım verilerinin hesaplanan L-moment oranları iki parametreli dağılımları test etmek için şekil 2.6 da ve 3 parametreli dağılımlara uygunluğunu kontrol etmek için şekil 2.7 üzerine işaretlenir. İşaretlenen nokta hangi dağılımın eğrisine en yakınsa o dağılımın uygun olduğu kabul edilebilir (Bayazıt ve Önöz, 2008).



Şekil 2.6 : İki parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008).



Şekil 2.7 : Üç parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008).

2.8.2 K-S testi

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

$$D=\max|F(x_i)-F^*(x_i)| \quad \textbf{(2.82)}$$

Burada $F(X_i)$ seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun x_i'e karşi 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 W2 (2.33 denklemi), Ü2 (2.39 denklemi), W3 (2.33 denkleminde x yerine x-u koyarak), GEV (2.68 ve 2.69 denklemleri), GL (2.76 denklemi) için hesaplanır.

Normal dağılımı için eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f) analitik olarak elde edilemediğinden sayısal integrasyon yoluyla tablo halinde getirilmiştir. Tek tablo hazırlayabilmek için rastgele değişken standard değişken (z) haline getirilmiştir. Normal ailesinde eklenik dağılım fonksiyonunu elde etmek için önce her bir x_i için z değerini hesaplayıp ve z çizelgesinden (EK-A.4) $F(x_i)$ değeri okunur. Pearson ailesi için analitik bir ifade olmadığından test uygulanamaz.

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 çizelge EK(A.2) ve EK(A.3) 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 (bayazıt 1996).

K-S den elde edilen D istatistik değeri 5% anlamlılık düzeyine ait kritik değerlere bölünecektir ve çıkan değer 1 den küçük ise seçilen dağılımın gözlem sonuçlarına uyduğu kabul edilecek, aksi halde reddedilecektir.

2.8.3 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 ($x_1 \leq x_2 \leq ... \leq x_i \leq ... \leq x_N$) ve düzenlenmiş örnekteki her bir (x_i) elemanı için $F(x_i)$ küçük kalma olasılığı çesitli dağılımlar için (2.83)(lognormal, logpearson tip III), (2.84)(weibul, GEV), (2.85)(üstel) denklemleri ile hesaplanır.

$$F(x_i) = \frac{i - 0.375}{n + 0.25} \quad \textbf{(2.83)}$$

$$F(x_i) = \frac{i - 0.44}{n + 0.12} \quad \textbf{(2.84)}$$

$$F(x_i) = \frac{i}{n + 1} \quad \textbf{(2.85)}$$

2.83, 2.84 ve 2.85 formüllerinden hesaplanan $F(x_i)$ değerine karşı gelen x'_i değeri bulunur. Sonuç olarak x_i ve x'_i değerleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) hesaplanır ve r_c kritik değeri ile karşılaştırılır. Normal , lognormal ve üç parametreli lognormal için bu katsayının değerinin α anlamlılık düzeyine ve örnekteki N eleman sayısına bağlı olarak çizelge (EK-A.5)'de verilen r_c değerlerinden büyük olması halinde verilen normal dağılıma uyduğu hipotezi kabul ve küçük olması halinde reddedilir. pearson tip III ve log pearson tip III dağılımları için Vogel ve McMartin (1991) de r_c değeri verilmiştir (Bayazit ve Önöz, 2008).

2.9 Trend 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).

Mann-Kendall trend analizi

Mann Kendall testi nonparametrik bir test olduğundan rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır. Test, korelasyon katsayısı τ'nun 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,.....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 :

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)} \qquad \textbf{(2.86)}$$

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≤10 için S'in aşılması (küçük kalması) olasılığı p olan x(-x) değerleri tablo halinde verilmiştir. n≥10 için S istatistiğin ortalama ve standart sapması:

$$\mu_s = 0 \qquad \sigma_s = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} \qquad \textbf{(2.87)}$$

olmak üzere,

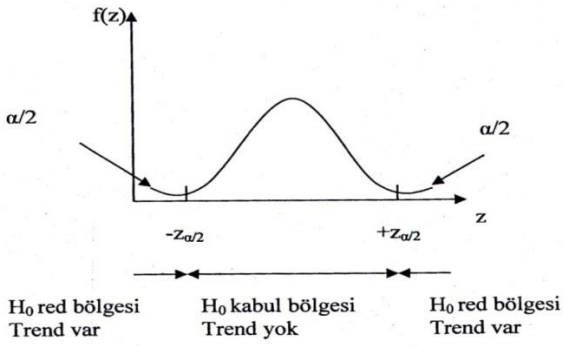
$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sigma_s & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ (S+1)/\sigma_s & S < 0 \end{cases} \qquad \textbf{(2.88)}$$

şeklinde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır. Örnekte

birbirine eşit olan gözlemler varsa σ_s aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\sigma_s = \sqrt{\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5)\right]/18} \qquad \textbf{(2.89)}$$

Burada t_i değeri eşit olan gözlemlerin sayısını göstermektedir. Örneğin 5 gözlem aynı değeri taşıyorsa t_1=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).



Şekil 2.8 : Mann-kendall hipotezleri (Cebe, 2007).

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 veya 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).

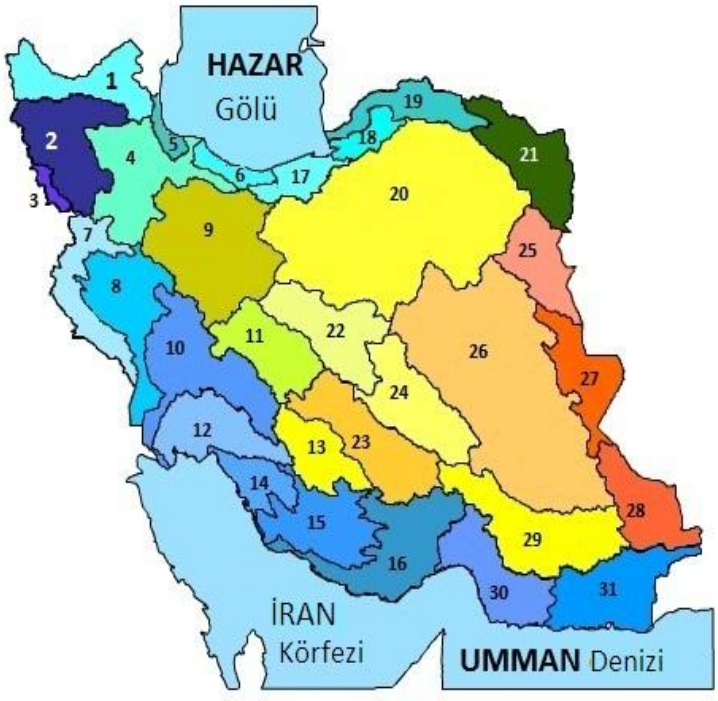
α=0,05 anlamlılık düzeyi için $Z_{\alpha/2} = Z_{0.025}$ değeri EK(A.6) verilen standard normal dağılım çizelgesinde 1,96 olarak okunur ve denklemden hesapladığımız Z değeri ile karşılaştırılıp H_0 hipotezi kabul veya reddedilir.

3. İRAN'IN KARUN ÜST HAVZASINDA DÜŞÜK AKIM ANALİZİ

Bu bölümde Karun üst havzasına bölüm ikide anlatılan düşük akım analiz yöntemleri uygulanmıştır ve her bir yöntemden elde edilen sonuçlar incelenerek yorumlanmıştır.

3.1 Uygulama Bölgesi

Karun nehri İran'ın güney batısında yer alıp, ülkenin en uzun ve debisi en çok olan nehridir. Bu nehir 38104 km^2 alan, 950 km uzunluk ve 21 milyar m^3 yıllık ortalama akış hacmine sahiptir. Ayrıca bir kısmında gemi nakliyesi yapılır. Ahvaz metropolisinin içme suyu bu nehirden temin edilir. Bu bölgede Perslerin eski medeniyeti yaşamıştır. Karun'un ana kolunun kaynağı Zardkuhe Bahtiyari adlı dağdır (Çahar Mahale Bahtiyari ilinden) ve Hesrasn gibi diğer kolları da Dena dağından (Kohkiluye ve Boyerahmad ilinden) kaynaklanır. Bu nehir İran ve Irak sınırında Arvand Rudada dökülür (Url-1, Url-4).



Şekil 3.1 : İran'ın Alt Havzaları (10. Havza Büyük Karun Havzası) (Url-1).

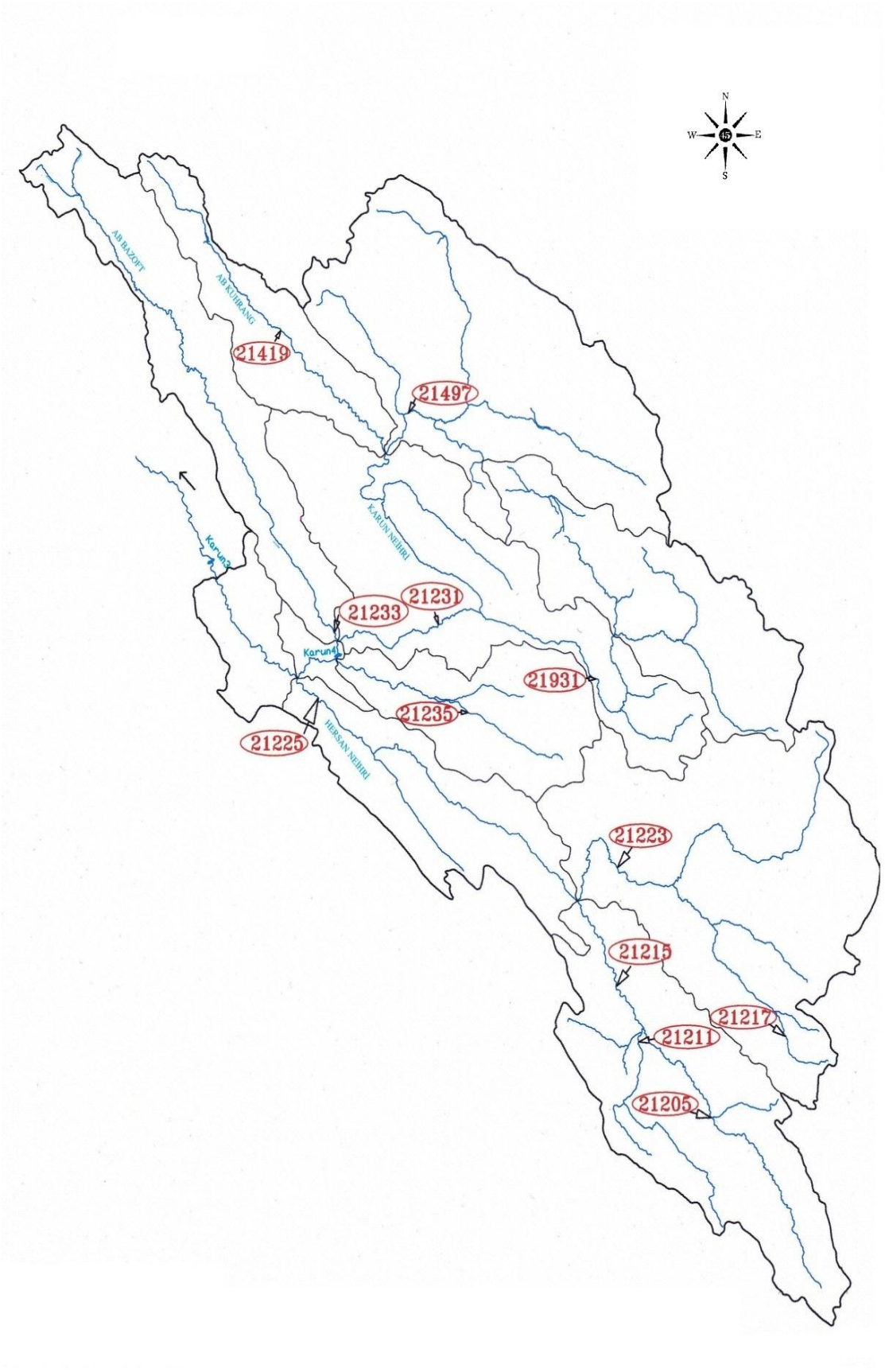
Karun nehri üzerinde çok sayıda baraj yapılmıştır ve çok sayıda etüt ve inşa halinde olan baraj bulunmaktadır. Bu nehrin üzerine ilk kez 1965 de Karun 1 adlı baraj yapılmıştır ve Hersan3 inşa halindeki barajdır.

Havzada 55 akım ölçme istasiyonu(AGİ) mevcuttur. Bu çalışmada Karunun üst havzasının 14 istasyonu, barajlardan etkilenmemiş ve uzun kayıtlara sahip olması nedeni ile seçilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 : Çalışmada kullanılan 12 adet AGİ ve özellikleri (Url-2, Url-3).

No.	Nehir Adı	AGİ Adı	AGİ No	Gözlem Aralığı(su yılı)	yıl sayısı
1	Başar	Şah Mohtar	21-205	(1970-2008)	39
2	Kabkian	Botari(Kabkian)	21-211	(1970-2008)	39
3	Başar	Patave	21-215	(1973-2008)	36
4	Marbar	Dehkedeh şehid	21-217	(1962-2008)	47
5	Marbar	Kata	21-223	(1973-2008)	36
6	Hersan	Barz	21-225	(1958-2005)	48
7	Karun	Armand	21-231	(1958-2008)	51
8	Bazoft	Margak	21-233	(1970-2008)	39
9	Çellehane	lordegan	21-235	(1986-2008)	23
10	Birgan	Dazak abad	21-419	(1985-2008)	24
11	Kiyar	Kuhe suhte	21-497	(1986-2008)	23
12	Abvanak	Pole karebas	21-931	(1994-2008)	15

Bu çalışmada yukarıdaki 12 istasyonda, günlük akımlar üzerine çalışılmıştır ve AGİ yerleşkeleri şekil 3.2 de gösterilmiştir. İran Enerji Bakanlığının Su Kaynakları Yönetiminin Etüt idaresinden alınan veriler 2008'e kadar güncellenmiştir. 21-215, 21-223, 21-225, 21-231, 21-497 istasyonlarında bazı yıllarda günlük veri eksikliği bulunmaktadır ve sadece 21-233 istasyonunda 2 yıl (1987,1988) veri eksikdir. Bu eksik veriler doğrusal regresyonla tamamlanmıştır.



Şekil 3.2 : 10. Karun Üst Havzasının AGİ Yerleşkeleri.

3.2 Doğrusal Regresyonla Günlük Akımların Tamamlanması

Veri tamamlama için çok sayıda yöntem vardir ve bu çalışmada günlük akım verileri aşağıdaki gibi doğrusal regresyon ile tamamlanmıştır.

3.2.1 Korelasyon katsayısı

Karun üst havzasında korelasyon katsayısı her bir istasyon için diğer 11 istasyonla hesaplanmış ve sonuçlar çizelge 3.2 de gösterilmiştir. Burada korelasyon katsayısı günlük akımlarda, aynı gün ve aynı süre arasında yapılmıştır.

3.2.2 Doğrusal regresyon

Regresyon yapmak için en yüksek korelasyon katsayısından faydalanarak iki istasyon arasında regresyon denkleminde a ve b değerlerini bulup ve böylece istasyonun verileri tamamlanır. Örnek olarak 215 istasyonu tamamlanmıştır.

y = Bağımlı değişkenin değeri (21-215 istasyonun günlük değerleri)

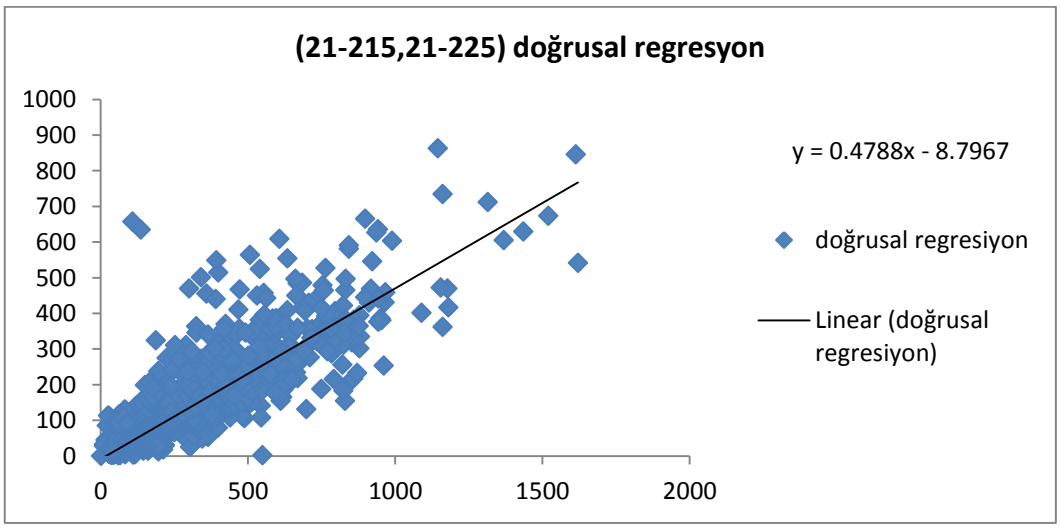
a = Regresyon doğrusunun kesişim değeri (Sabit değer)

b = Regresyon doğrusunun eğimi

x = Bağımsız değişkenin değeri (21-225 istasyonun günlük değerleri)

sonuç olarak doğrusal regresyondan bulunan denklem aşağıdaki gibidir.

y = 0.4788x - 8.7967



Şekil 3.3 : 215 ve 225 günlük akımlarının diyagrami.

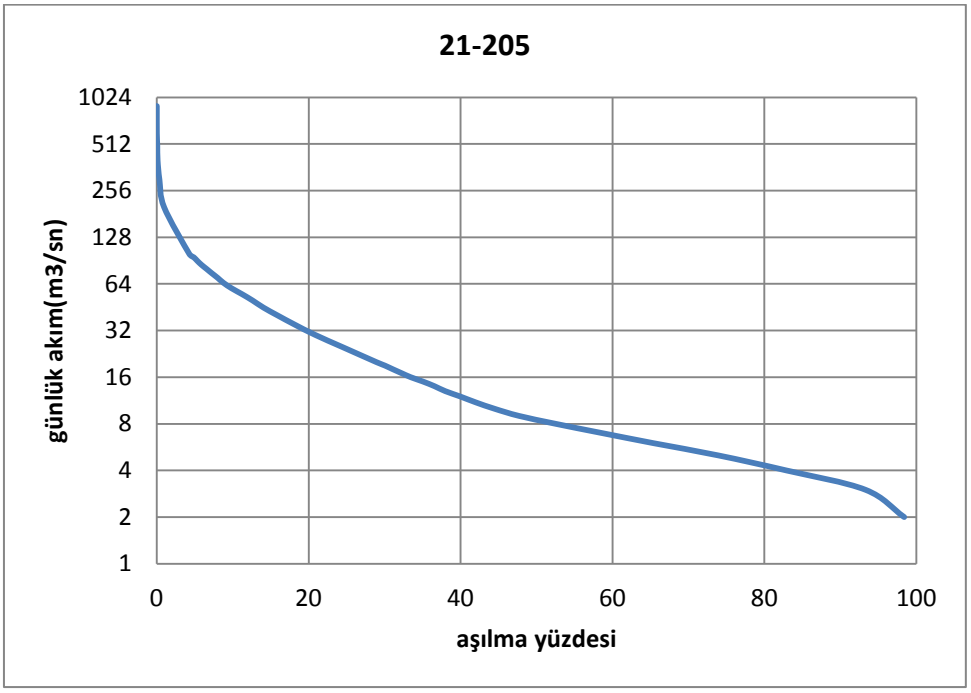
Bu denklem kullanarak eksik veriler tamamlanabilmektedir.

Çizelge 3.2 : İstasyonlar arası günlük akım korelasyon katsayısı.

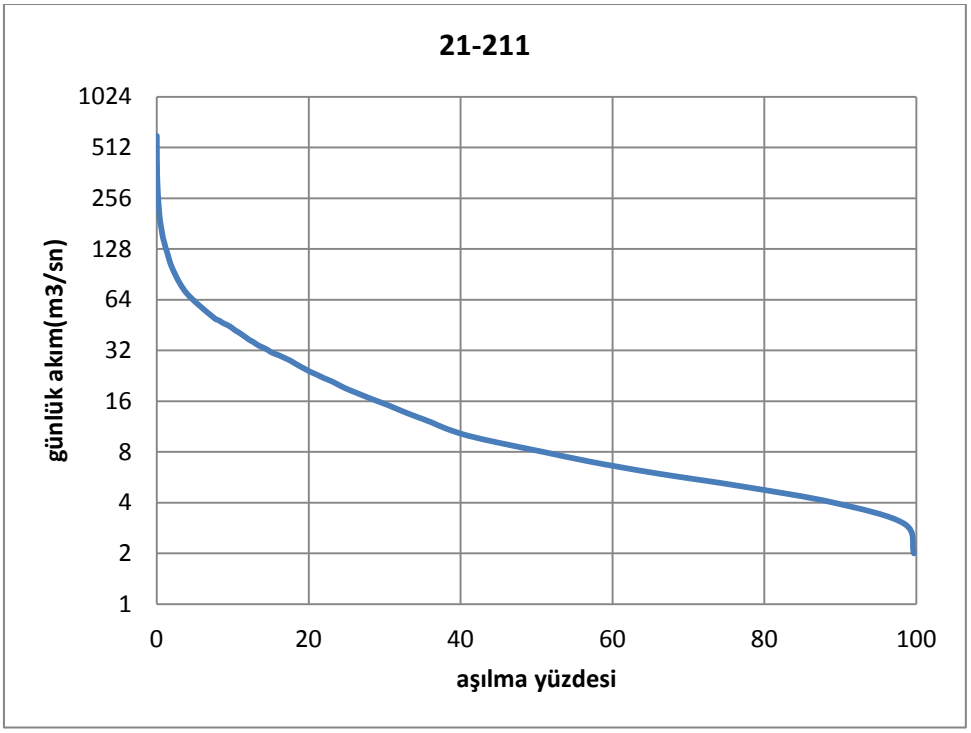
No.	AGİ	AGİ No	21-205	21-211	21-215	21-217	21-223	21-225	21-231	21-233	21-235	21-419	21-497	21-931
1	Şah Mohtar	21-205	1	0.84	0.87	0.66	0.71	0.83	0.63	0.69	0.11	0.36	0.65	0.66
2	Botari(Kabkian)	21-211	0.84	1	0.89	0.62	0.69	0.84	0.58	0.67	0.12	0.32	0.63	0.69
3	Patave	21-215	0.87	0.89	1	0.65	0.77	0.92	0.69	0.73	0.13	0.39	0.70	0.74
4	Dehkedeh şehid	21-217	0.66	0.62	0.65	1	0.77	0.71	0.68	0.64	0.21	0.54	0.54	0.80
5	Kata	21-223	0.71	0.69	0.77	0.77	1	0.83	0.84	0.78	0.18	0.61	0.69	0.80
6	Barz	21-225	0.83	0.84	0.92	0.71	0.83	1	0.79	0.77	0.14	0.46	0.76	0.79
7	Armand	21-231	0.63	0.58	0.69	0.68	0.84	0.79	1	0.83	0.18	0.72	0.84	0.85
8	Margak	21-233	0.69	0.67	0.73	0.64	0.78	0.77	0.83	1	0.13	0.67	0.75	0.78
9	lordegan	21-235	0.11	0.12	0.13	0.21	0.18	0.14	0.18	0.13	1	0.09	0.12	0.26
10	Dazak abad	21-419	0.36	0.32	0.39	0.54	0.61	0.46	0.72	0.67	0.09	1	0.56	0.67
11	Kuhe suhte	21-497	0.65	0.63	0.70	0.54	0.69	0.76	0.84	0.75	0.12	0.56	1	0.80
12	Pole karebas	21-931	0.66	0.69	0.74	0.80	0.80	0.79	0.85	0.78	0.26	0.67	0.80	1

3.3 Debi Süreklilik Çizgisi

Debi süreklilik çizgileri her bir istasyon için hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir.

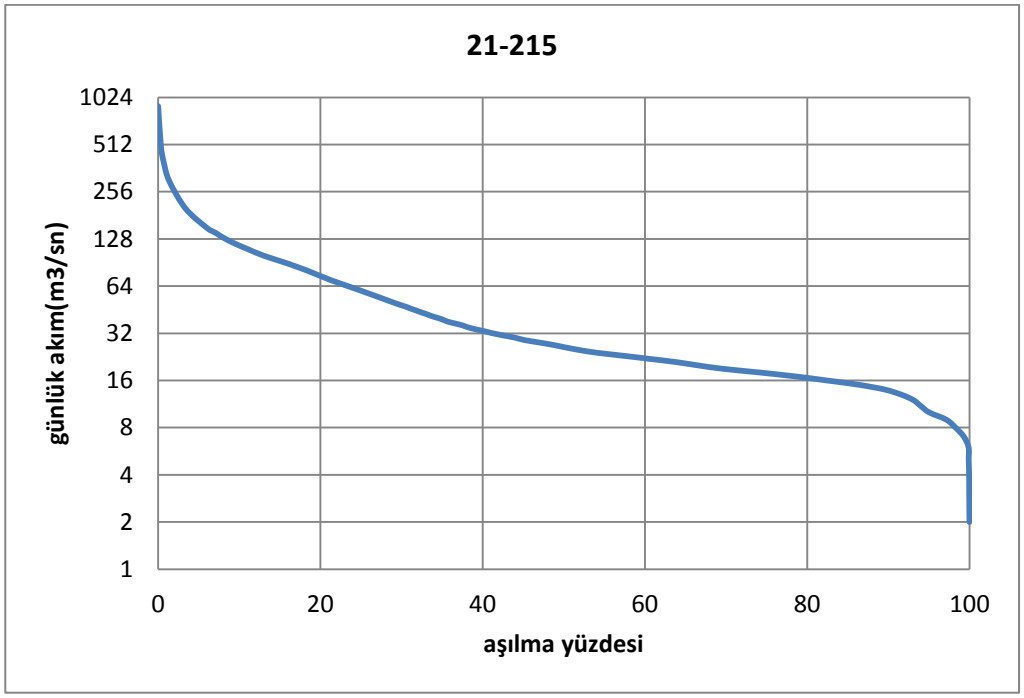


Şekil 3.4 : 21-205 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.



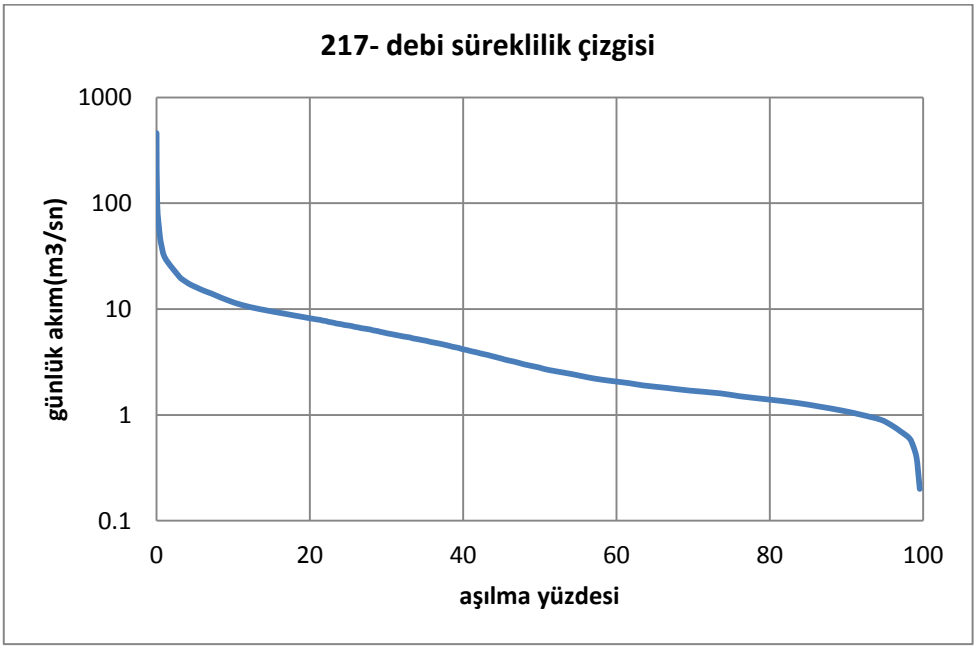
Şekil 3.5 : 21-211 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

205, 211 istasyonlarında debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin düşük olduğu ve düşük akım bölgesinde dik olması taban akışının az olduğunu göstermektedir.



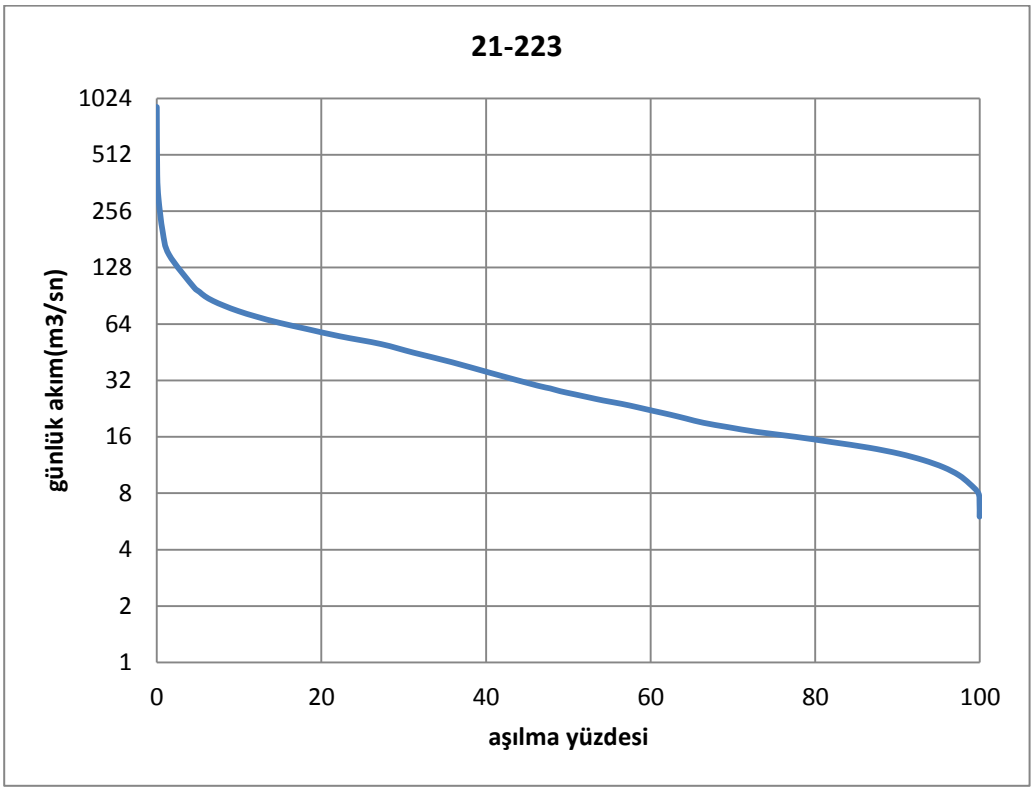
Şekil 3.6 : 21-215 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

215 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin yüksek olduğu ve düşük akım bölgesinde dik olması taban akışının az olduğunu göstermektedir.

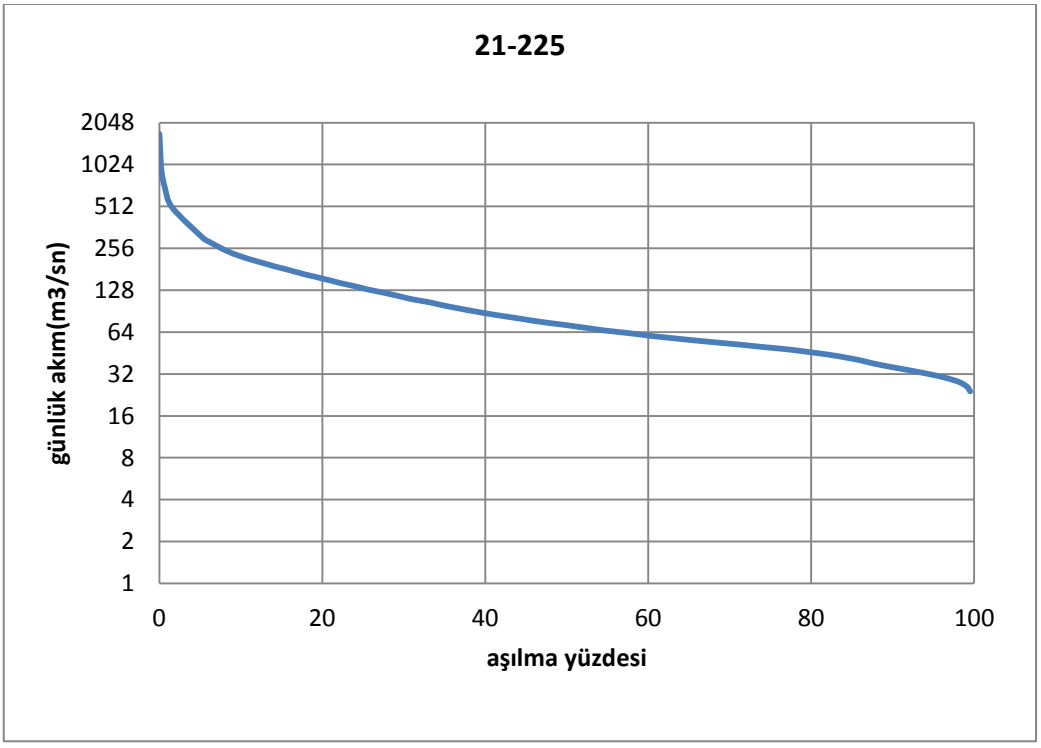


Şekil 3.7 : 21-217 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

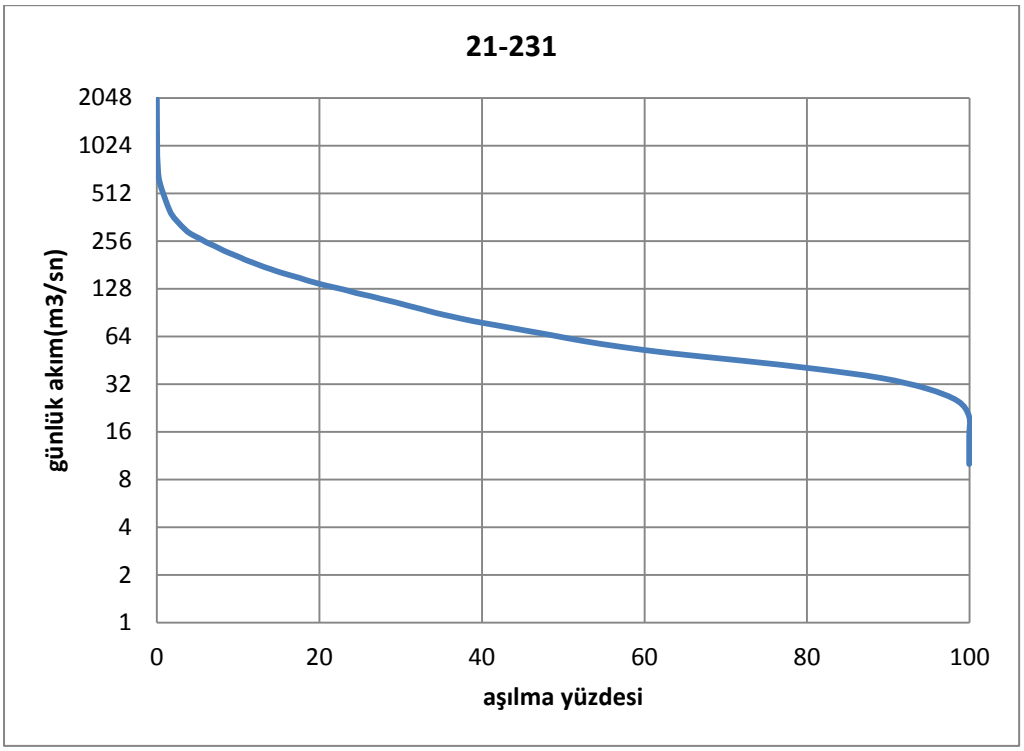
217 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin düşük olduğu ve düşük akım bölgesinde yatık olması taban akışının çok olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.8 : 21-223 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

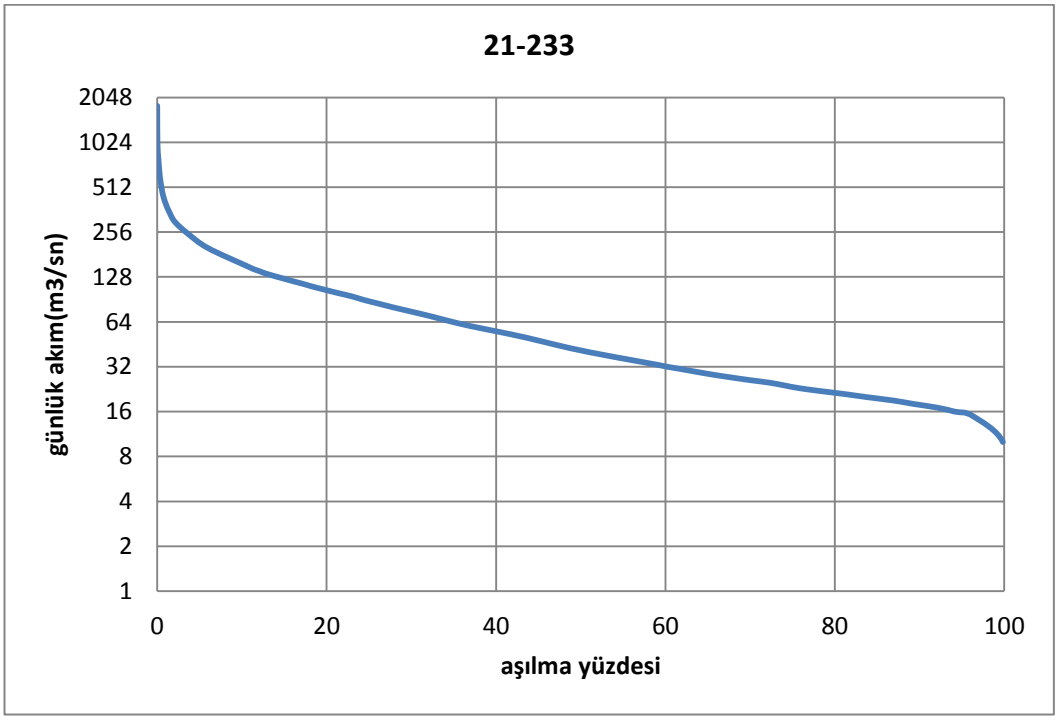


Şekil 3.9 : 21-225 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.



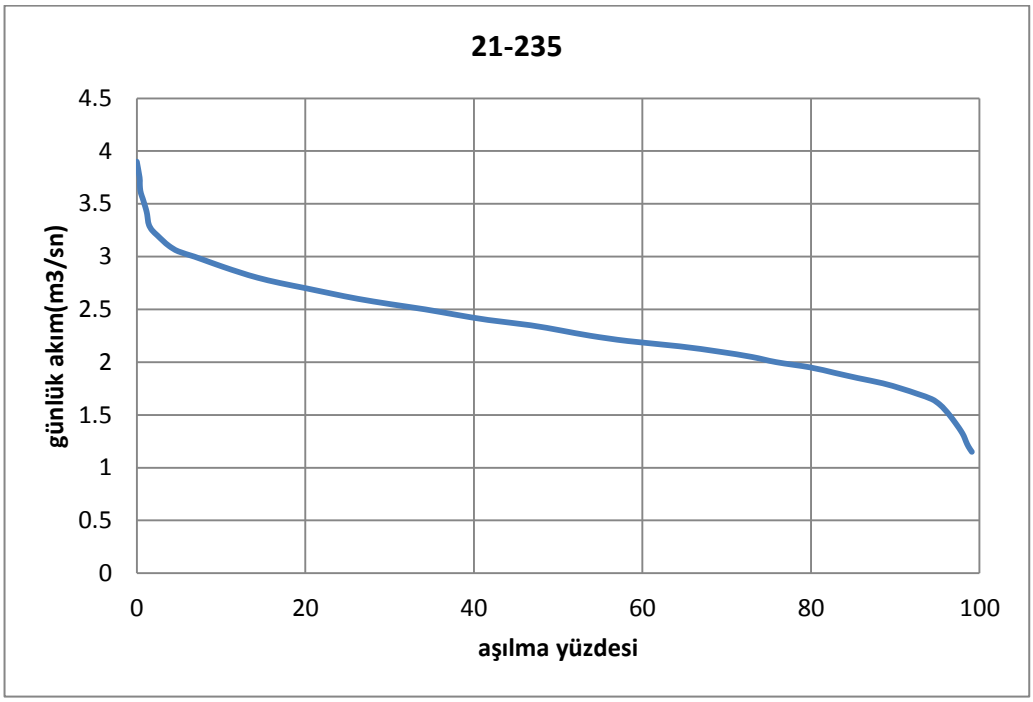
Şekil 3.10 : 21-231 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

223, 225 ve 231 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin yüksek olduğu ve düşük akım bölgesinde yatık olması taban akışının çok olduğunu göstermektedir.



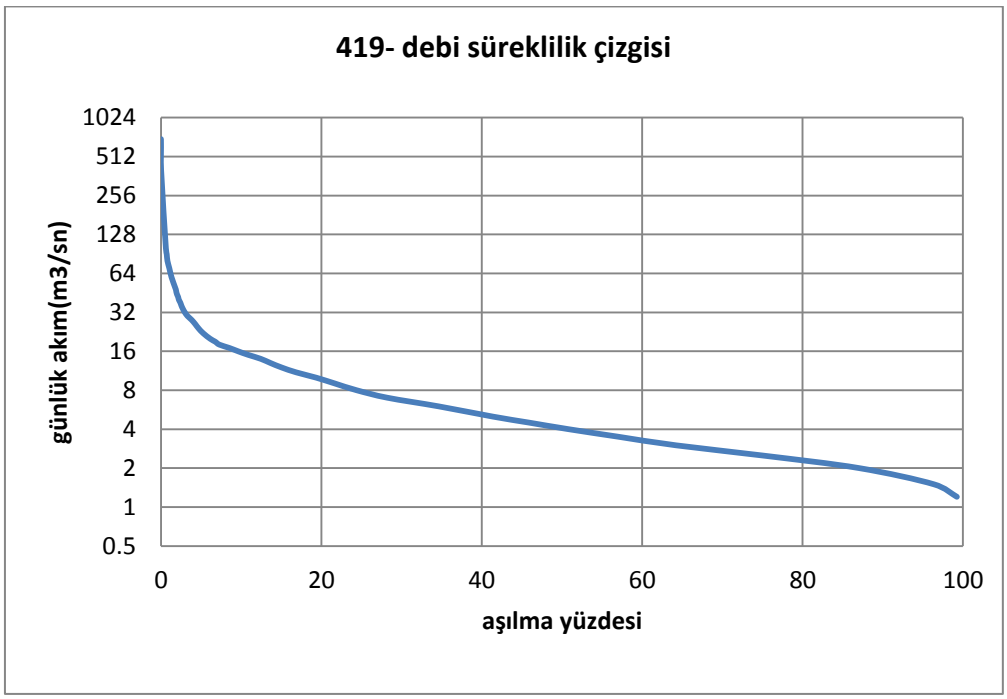
Şekil 3.11 : 21-233 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

233 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin yüksek olduğu ve düşük akım bölgesinde dik olması taban akışının az olduğunu göstermektedir.

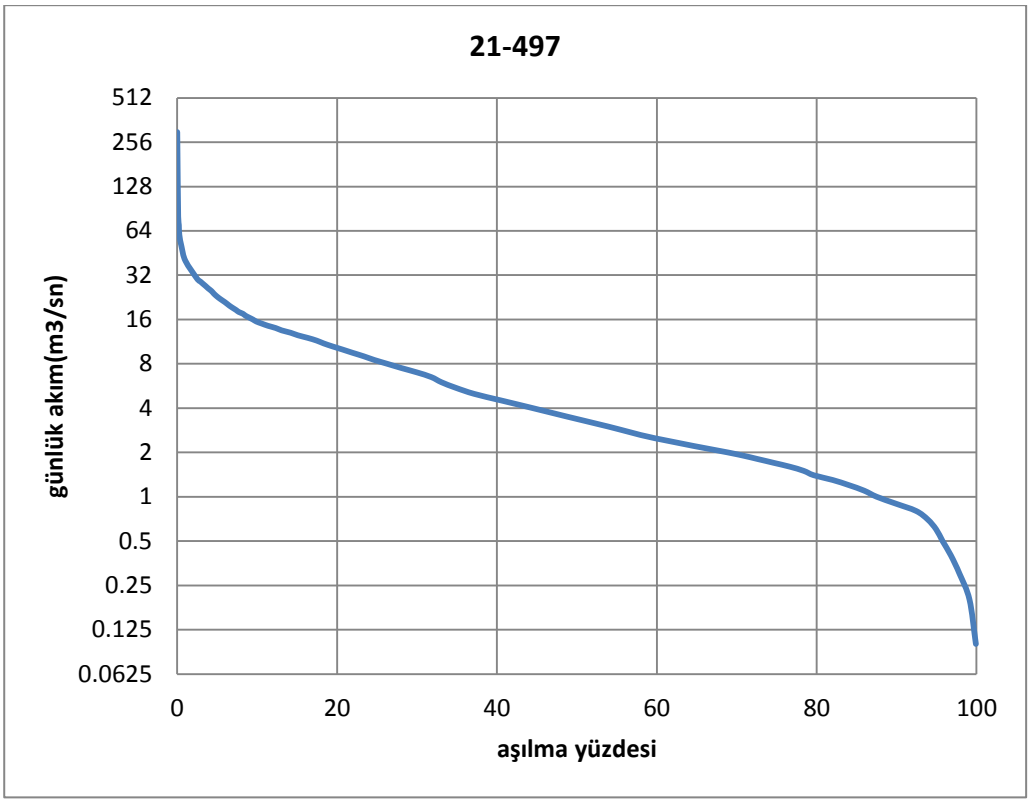


Şekil 3.12 : 21-235 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

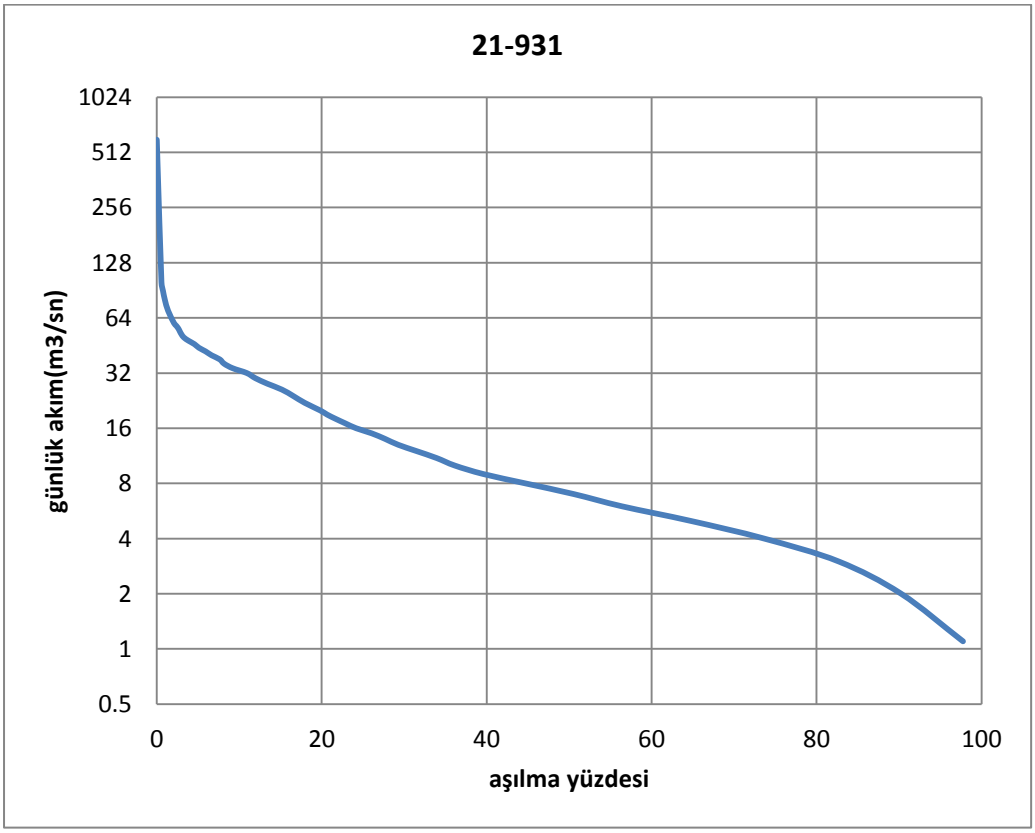
235 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin düşük olduğu ve düşük akım bölgesinde yatık olması taban akışının çok olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.13 : 21-419 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.



Şekil 3.14 : 21-497 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.



Şekil 3.15 : 21-931 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.

419, 497 ve 931 istasyonunda debi süreklilik çizgilerine bakarak Q_{90} debisinin düşük olduğu ve düşük akım bölgesinde dik olması taban akışının az olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çizgilerde zamanın belli bir yüzdesinde akarsularda mevcut olan debi okunabilir. Tüm istasyonlarda zamanın %90 ya da %95 yüzdesinde aşılan debi, akarsuyun düşük akım potansiyelini ifade eder. Çizelge 3.3 de Q_{90} aralığı gösterilmiştir. 205, 211, 217, 235, 419, 497, 931 istasyonlarında Q_{90} debisinin çok düşük olduğu ve diğer istasyonlarda (215, 223, 225, 231, 233) bu değerin yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.3 : Q_{90} aralığı (m^3/s).

AGİ No	Q_{90} aralığı (m^3/s)
21-205	$2 < Q_{90} < 4$
21-211	$3 < Q_{90} < 4$
21-215	$13 < Q_{90} < 14$
21-217	$0.9 < Q_{90} < 1.1$
21-223	$9 < Q_{90} < 10$
21-225	$34 < Q_{90} < 36$
21-231	$25 < Q_{90} < 35$
21-233	$16 < Q_{90} < 18$
21-235	$1.7 < Q_{90} < 1.75$
21-419	$1 < Q_{90} < 2$
21-497	$0.7 < Q_{90} < 0.9$
21-931	$1.1 < Q_{90} < 2$

205, 211, 215, 233, 419, 497, 931 istasyonlarında debi süreklilik çizgilerine bakarak düşük akım bölgesinde (0.50'den yüksek aşılma yüzdelerinde) dik olması taban akışının az olduğunu ve zeminin geçirimsiz olduğunu göstermektedir. Ayrıca, 217, 223, 225, 231, 235 istasyonlarında düşük akım bölgesinde yatık olması taban akışının çok olduğunu ve zeminin geçirimli olduğu şeklinde yorumlanabilir.

3.4 7 Günlük Minimum Akım

7 günlük minimum akımlar 2.3.1 bölümünde açıklandığı gibi hesaplanmıştır ve EK(B) de çizelge halinde gösterilmiştir.

3.5 İstasyonların İstatistik Değerleri

12 istasyon için istatistik değerler hesaplanmıştır. Burada 12 istasyonda L-momentler hesabı yapılmış ve çizelge halinde verilmiştir.

3.5.1 İstatistik momentlerin hesabı

Her bir istasyon için 7 günlük minimum akımların istatistik parametreleri (merkezi, yayılım ve çarpıklık Parametreleri) 2.5.1 bölümündeki denklemler kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.4 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 de hesaplanan çarpıklık katsayısı değerlerine bakarak, 21-211 ve 21-217 istasyonları hariç tüm istasyonlarda çarpıklık katsayıları pozitif olup istasyonlar sağa çarpık bir olasılık dağılımına sahiptir. 21-211 ve 21-217 istasyonlarının çarpıklık katsayıları negatif olup sola doğru bir olasılık dağılımına sahiptir. 21-215, 21-231 ve 21-419 istasyonlarında çarpıklık katsayısının sıfıra yakın olup dağılımları simetrik dağılım olarak düşünülebilir.

3.5.2 L-momentlerin hesabı

12 istasyonda L-momentler hesabı çizelge 3.5 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 : 7 günlük minimum akımların istatistikleri.

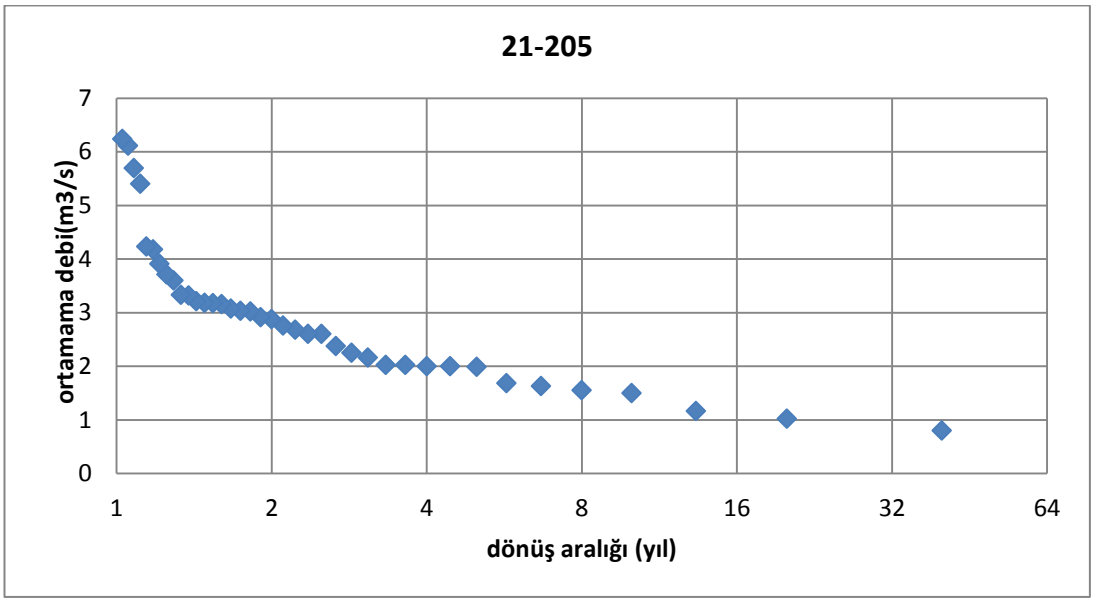
AGİ No	Max (m^3/s)	Min (m^3/s)	$\overline{x}$ (m^3/s)	Med	MAD	Var.	σ	C_{vx}	C_{sx}
21-205	6.23	0.8	2.93	2.88	0.97	1.67	1.29	0.44	0.955
21-211	5.82	0.76	3.64	3.74	0.75	1.05	1.03	0.28	-0.37
21-215	22.25	6.16	12.85	13.35	2.69	12.73	3.57	0.28	0.083
21-217	1.78	0.08	0.99	1.01	0.34	0.17	0.42	0.42	-0.21
21-223	19.11	7.72	11.57	11.35	1.98	6.17	2.48	0.21	0.753
21-225	59.14	23	38.64	37.52	7.82	82.02	9.06	0.23	0.325
21-231	49.29	20.21	33.31	34.29	5.45	46.16	6.79	0.20	0.042
21-233	29.36	7.8	16.13	15.46	2.88	15.44	3.93	0.24	0.899
21-235	2.56	1.12	1.72	1.65	0.27	0.12	0.35	0.21	0.425
21-419	2.92	1.07	1.82	1.96	0.45	0.28	0.53	0.29	0.060
21-497	2.51	0.12	1.04	0.93	0.56	0.48	0.69	0.66	0.510
21-931	4.07	0.7	2.09	2.05	0.78	1.00	1.00	0.48	0.543

Çizelge 3.5 : 7 günlük minimum akımların L-momentleri.

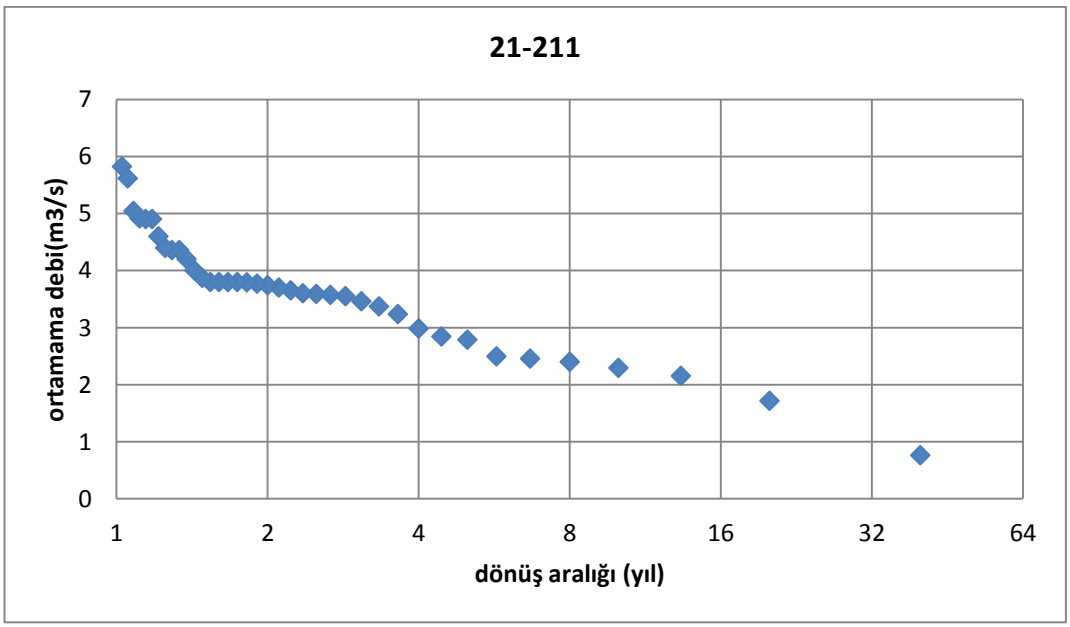
AGİ No	b_0	b_1	b_2	b_3	L_1	L_2	L_3	L_4	L-değişim(LC_v), τ_2	L-çarpıklık, τ_3	L-kurtosis, τ_4
21-205	2.9265	1.8225	1.3546	1.0916	2.9265	0.7186	0.1190	0.1368	0.2456	0.1655	0.1904
21-211	3.6442	2.1104	1.4976	1.1686	3.6442	0.5765	-0.0323	0.1242	0.1582	-0.0561	0.2154
21-215	12.8535	7.4367	5.2850	4.1279	12.8535	2.0199	-0.0568	0.3945	0.1571	-0.0281	0.1953
21-217	0.9936	0.6179	0.4503	0.3556	0.9936	0.2422	-0.0120	0.0254	0.2437	-0.0496	0.1050
21-223	11.5744	6.4970	4.5931	3.5782	11.5744	1.4196	0.1511	0.1595	0.1226	0.1065	0.1124
21-225	38.6422	21.9572	15.5990	12.1595	38.6422	5.2722	0.4930	0.0642	0.1364	0.0935	0.0122
21-231	33.3132	18.6122	13.0549	10.1055	33.3132	3.9111	-0.0305	0.4972	0.1174	-0.0078	0.1271
21-233	16.1334	9.1438	6.4957	5.0897	16.1334	2.1542	0.2448	0.5164	0.1335	0.1136	0.2397
21-235	1.7160	0.9587	0.6754	0.5255	1.7160	0.2013	0.0164	0.0365	0.1173	0.0813	0.1815
21-419	1.8232	1.0638	0.7594	0.5922	1.8232	0.3044	-0.0032	0.0044	0.1670	-0.0106	0.0144
21-497	1.0437	0.7214	0.5563	0.4550	1.0437	0.3991	0.0533	0.0229	0.3824	0.1335	0.0573
21-931	2.0940	1.3389	1.0037	0.8103	2.0940	0.5838	0.0827	0.0680	0.2788	0.1417	0.1165

3.6 Yıl İçi Debi Frekans Çizgisi

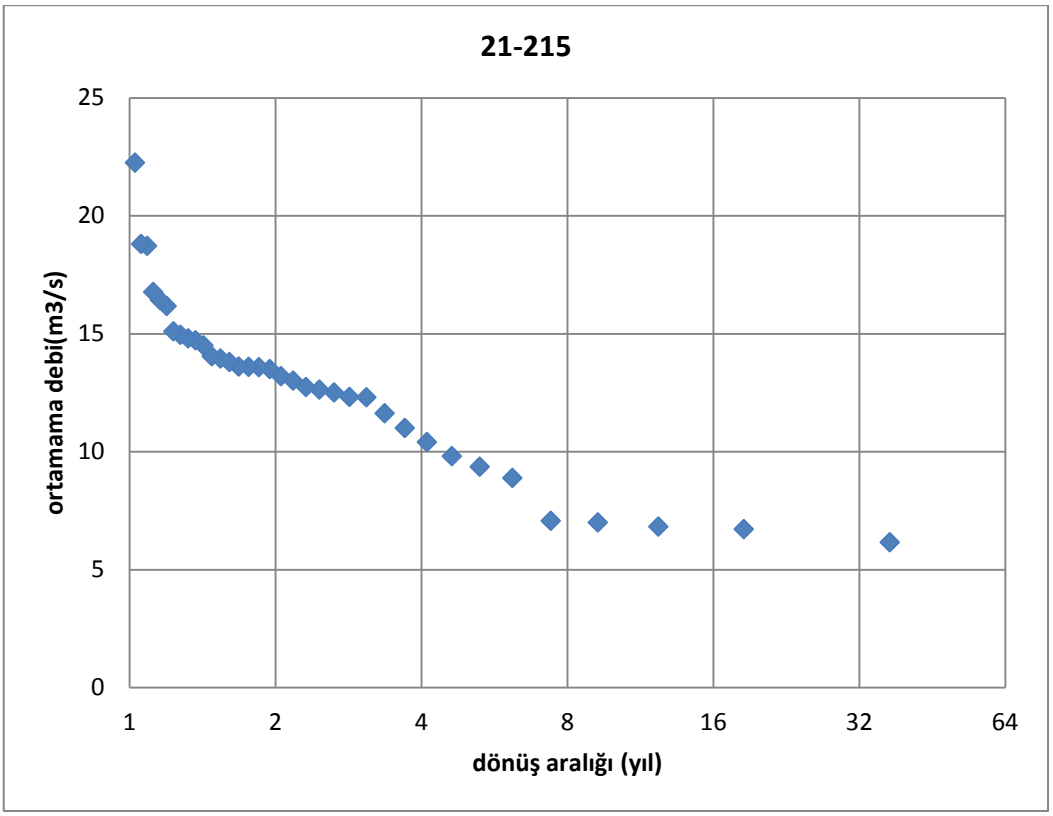
Bu çalışmada 7-günlük minimum akımlar için debi frekans çizgileri bölüm 2.5 de anlatıldığı gibi elde edilmiştir. Bunların çizelgeleri de EK(C) de verilmiştir. Burada her istasyonda 2.9 formülü ile hesaplanan dönüş aralığı (T) değeri, m-inci sırada olan 7-günlük minimum akım değerlerinin altına ortalama olarak kaç yılda bir inilmesinin beklendiğini göstermektedir.



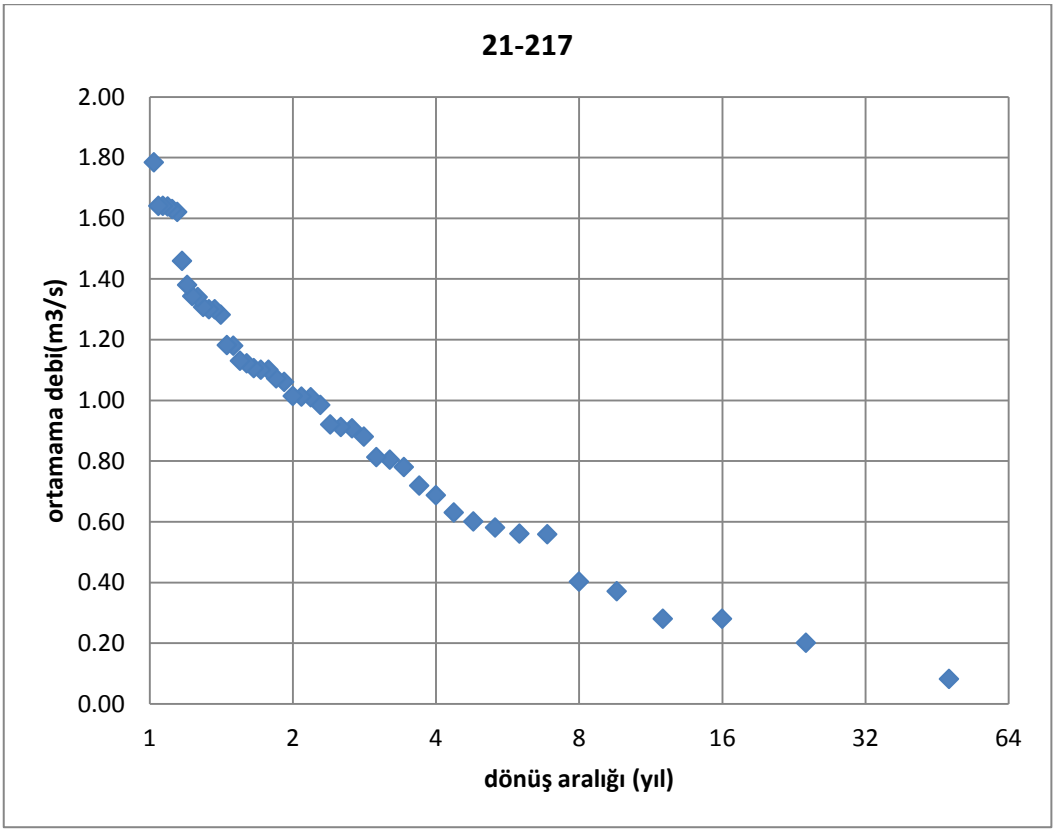
Şekil 3.16 : 21-205 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.



Şekil 3.17 : 21-211 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

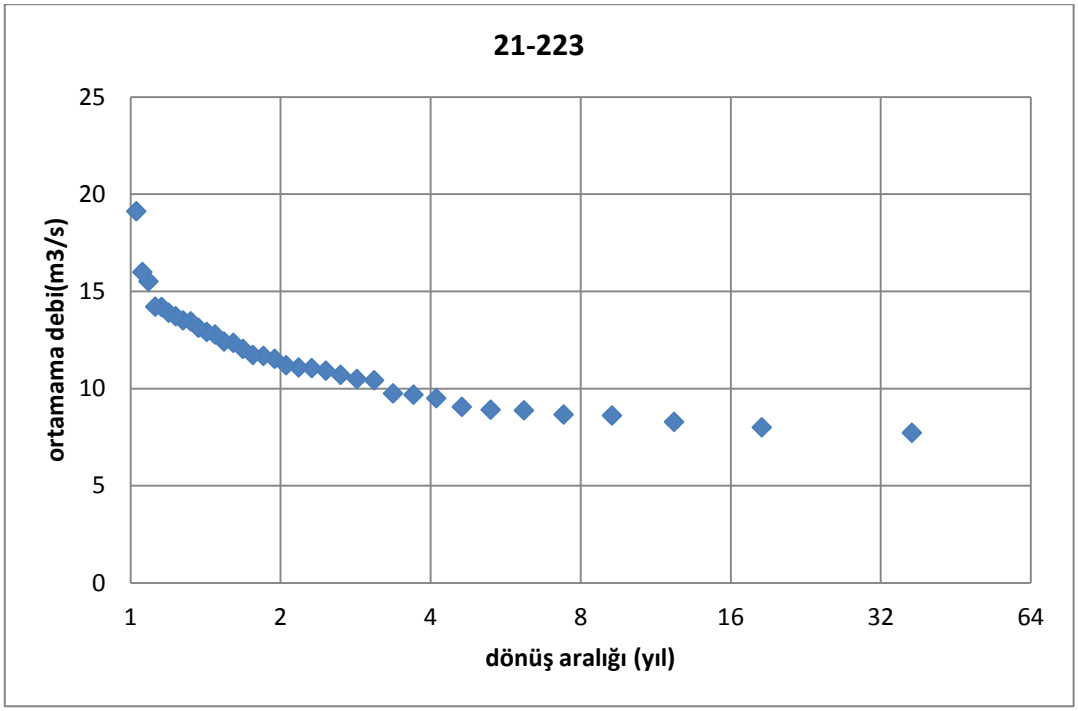


Şekil 3.18 : 21-215 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

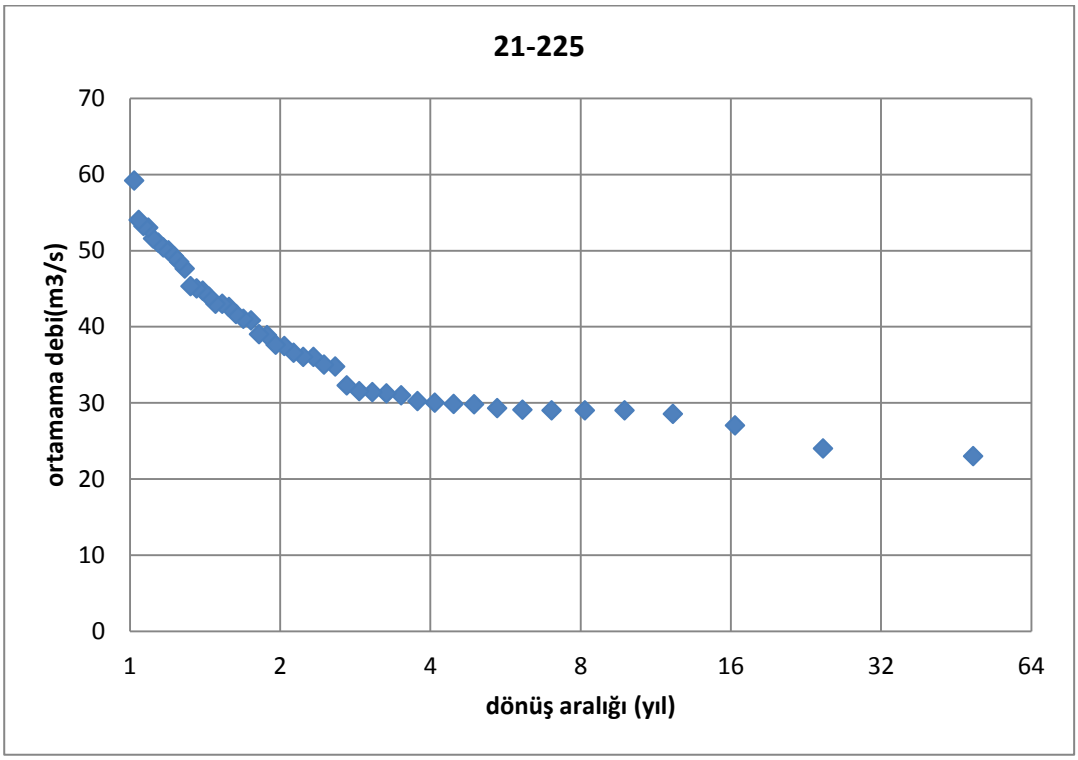


Şekil 3.19 : 21-217 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

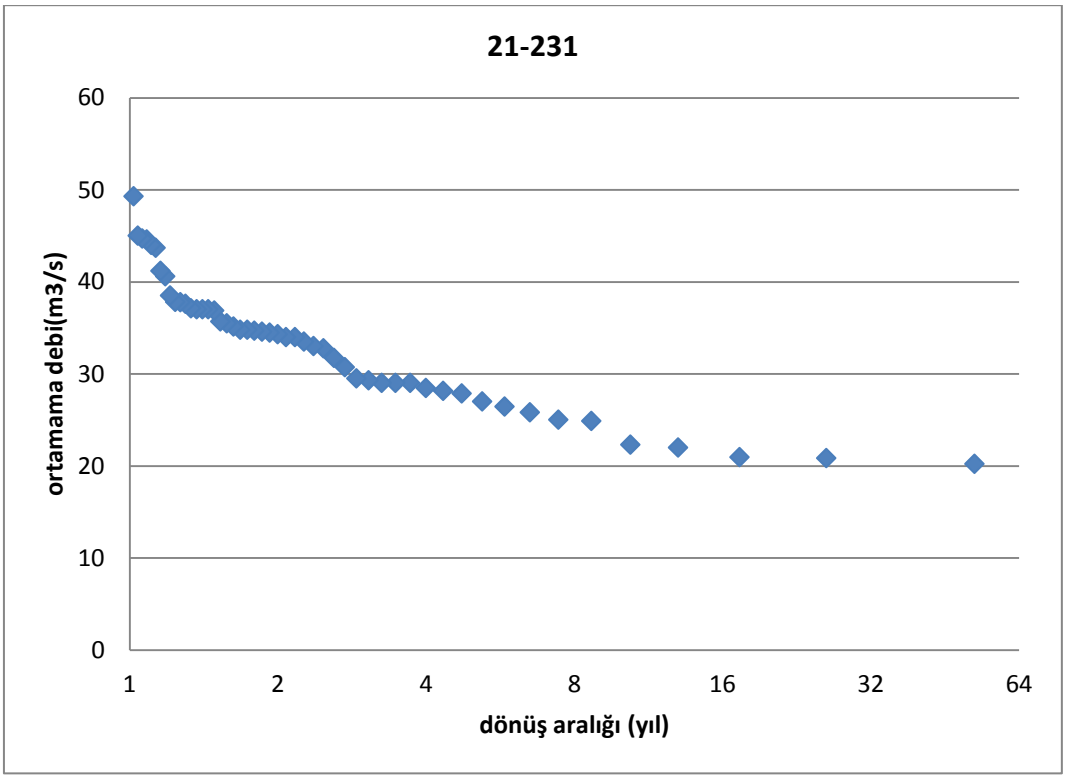
21-205, 21-211, 21-215 ve 21-217 istasyonlarına bakarak 2. Sırada olan 1.02 (m^3/s), 1.71 (m^3/s), 6.71 (m^3/s) ve 0.20 (m^3/s) akımlarının ortalama olarak 20, 20, 19 ve 24 yılda bir görülmesi beklenmektedir.



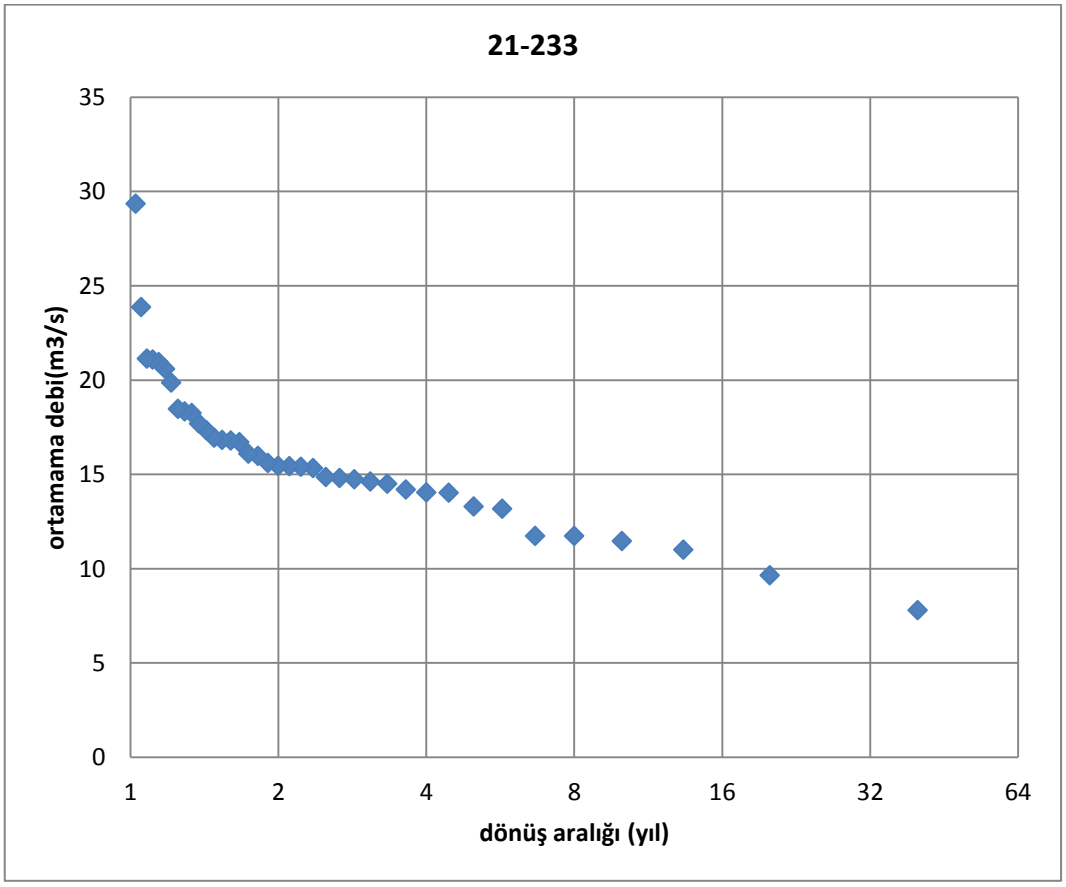
Şekil 3.20 : 21-223 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.



Şekil 3.21 : 21-225 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

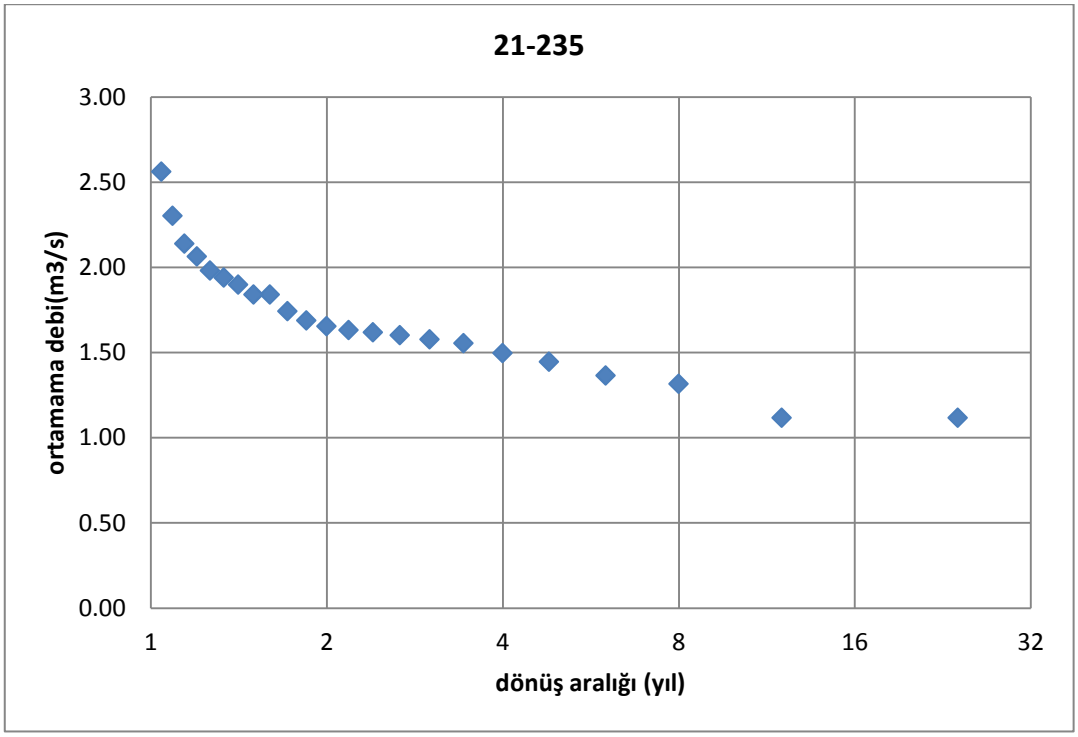


Şekil 3.22 : 21-231 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

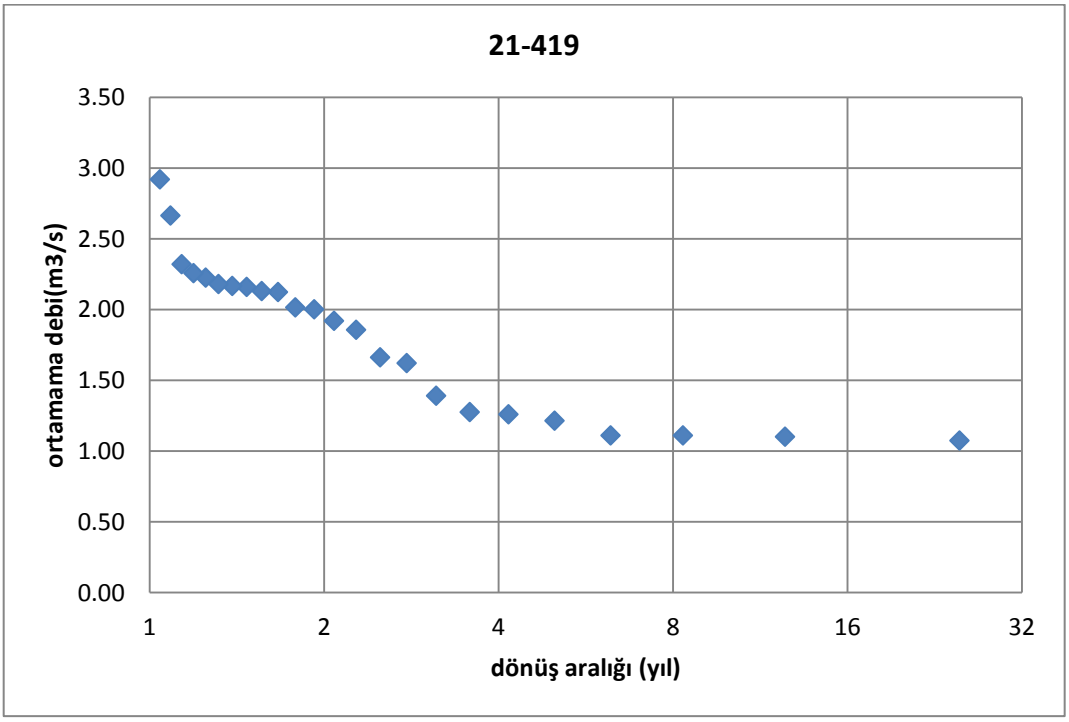


Şekil 3.23 : 21-233 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

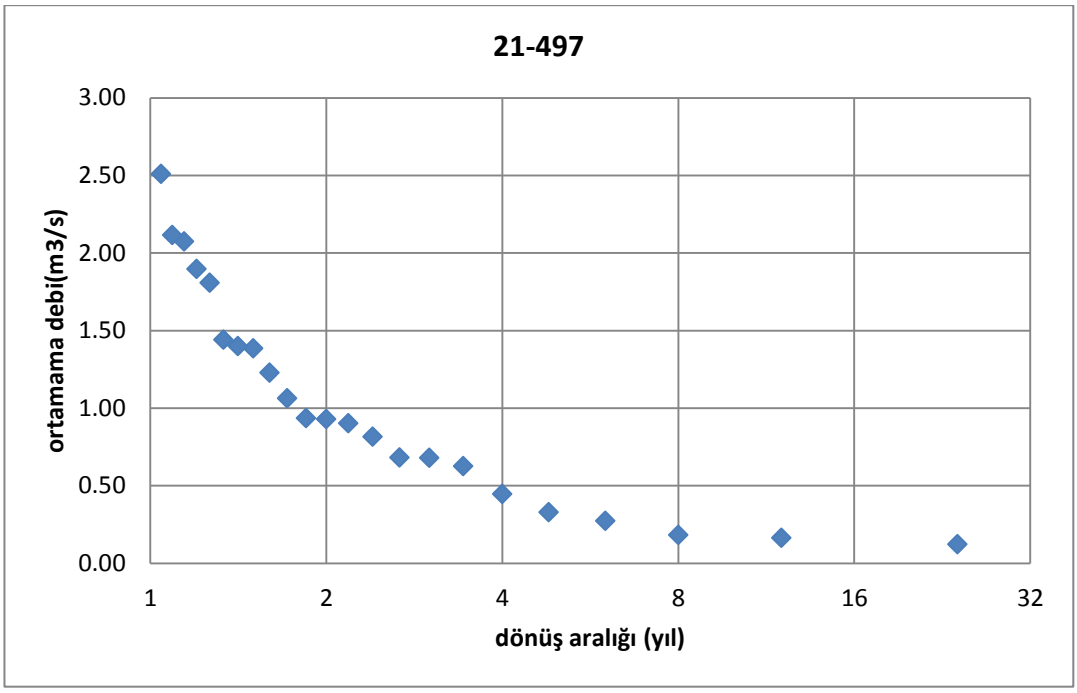
21-223, 21-225, 21-231 ve 21-233 istasyonlarına bakarak 5. Sırada olan 8.64 (m^3/s), 29 (m^3/s), 22.29 (m^3/s) ve 11.74 (m^3/s) akımlarının ortalama olarak 7, 10, 10 ve 8 yılda bir görülmesi beklenmektedir.



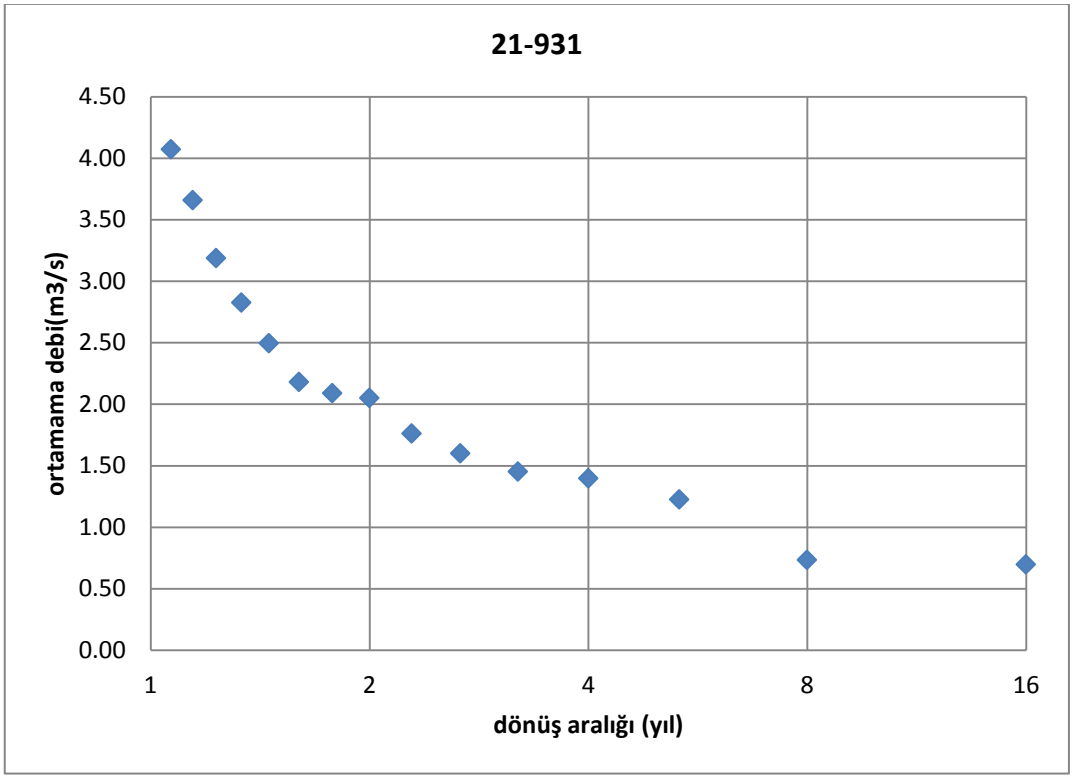
Şekil 3.24 : 21-235 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.



Şekil 3.25 : 21-419 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.



Şekil 3.26 : 21-497 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.



Şekil 3.27 : 21-931 istasyonu için yıl içi debi frekans çizgisi.

21-235, 21-419, 21-497 ve 21-931 istasyonlarına bakarak 10. Sırada olan 1.62 (m^3/s), 1.66 (m^3/s), 0.82 (m^3/s) ve 2.18 (m^3/s) akımlarının ortalama olarak 2, 3, 2 ve 2 yılda bir görülmesi beklenmektedir.

3.7 Çeşitli Dönüş Aralıkları İçin Düşük Akımların Tahmini

Bü bölümde düşük akımlara literatürde uygunluğu bilinen olasılık dağılım fonksiyonları uygularak çeşitli dönüşüm aralıkları için akım tahminleri yapılmıştır. Kullanılan dağılımlar, iki parametreli (LN2-W2-Ü2) ve üç parametreli (LN3-W3-P3-LP3-GEV-GL) dağılımlarıdır.

3.7.1 Dağılımların parametreleri

Her istasyon için dağılımların parametreleri hesaplanmış ve çizelge 3.6 ve 3.7 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 : Dağılımların parametreleri (iki parametreli dağılımlar).

Ist. NO.	**İki Parametreli Dağılımlar**					
	LN2		**W2**		**Ü2**	
	$\bar{y}$	s_y	k	α	c	x_0
205	0.975	0.458	0.407	3.300	1.536	4.832
211	1.241	0.360	0.248	4.019	2.661	5.014
215	2.511	0.304	0.247	14.171	2.682	17.646
217	-0.142	0.605	0.403	1.120	1.551	1.634
223	2.427	0.210	0.189	12.565	3.577	14.811
225	3.627	0.236	0.212	42.226	3.165	50.853
231	3.484	0.213	0.180	36.067	3.759	42.176
233	2.752	0.243	0.207	17.606	3.245	21.106
235	0.520	0.207	0.180	1.858	3.762	2.172
419	0.557	0.307	0.264	2.018	2.495	2.554
497	-0.243	0.866	0.695	1.150	0.808	2.336
931	0.621	0.524	0.472	2.364	1.294	3.713

Çizelge 3.7 : Dağılımların parametreleri (üç parametreli dağılımlar).

Ist. NO.	Üç Parametreli Dağılımlar																	
	LN2			W2			P3			LP3			GEV			GL		
	$\bar{y}$	s_y	x_0	k	u	α	$\bar{x}$	s_x	C_{sx}	$\bar{y}$	s_y	C_{sy}	k	α	u	k	u	α
205	1.679	0.226	-2.572	0.481	0.357	2.90	2.926	1.292	0.956	0.975	0.458	-0.416	0.603	1.419	2.677	0.016	2.818	0.506
211	-	-	10.600	0.997	0.686	2.96	3.644	1.024	-0.374	1.241	0.356	-2.147	0.159	0.944	3.229	0.056	3.743	0.581
215	3.606	0.097	-24.15	0.620	5.342	8.38	12.85	3.567	0.083	2.511	0.304	-0.771	0.208	3.416	11.47	0.028	13.35	2.080
217	-	-	5.428	0.720	0.021	1.06	0.994	0.417	-0.209	-0.142	0.605	-1.864	0.170	0.400	0.821	0.047	1.014	0.241
223	1.889	0.358	4.532	0.432	6.681	5.52	11.57	2.484	0.753	2.427	0.210	0.164	0.472	2.712	10.91	-0.106	11.35	1.396
225	3.792	0.200	-6.612	0.501	20.37	20.6	38.64	9.056	0.325	3.627	0.236	-0.027	0.445	9.979	36.08	-0.094	37.51	5.153
231	5.422	0.030	-193.1	0.593	18.81	16.2	33.31	6.794	0.043	3.484	0.213	-0.466	0.245	6.761	30.76	0.008	34.29	4.019
233	2.851	0.219	-1.592	0.725	7.169	9.81	16.13	3.929	0.899	2.752	0.243	-0.272	0.488	4.134	15.17	-0.114	15.46	2.072
235	0.290	0.262	0.3359	0.599	1.007	0.79	1.716	0.353	0.425	0.520	0.207	-0.167	0.419	0.378	1.614	-0.081	1.653	0.195
419	2.425	0.047	-9.486	0.384	0.760	1.19	1.823	0.530	0.060	0.557	0.307	-0.335	0.240	0.525	1.623	0.011	1.960	0.326
497	0.493	0.400	-0.721	0.328	-0.392	1.60	1.044	0.690	0.510	-0.243	0.866	-0.763	0.531	0.775	0.880	-0.133	0.927	0.376
931	1.388	0.241	-2.023	0.446	0.102	2.25	2.094	1.002	0.543	0.621	0.524	-0.473	0.549	1.139	1.863	-0.142	2.049	0.590

3.7.2 7-Günlük minimum akımların tahmini

Bu çalışmada 12 istasyon üzerinde çeşitli olasılık dağılım fonksiyonlarını kullanarak 2,5,10 ve 25 yıllık dönüş aralıkları için tahminler yapılmış. Burada 9 dağılım fonksiyonunu (iki parametreli (LN2-W2-Ü2), üç parametreli (LN3-W3-P3-LP3-GEV-GL)) kullanarak tahminler yapılmıştır ve sonuçlar çizelge (3.8-3.19) ile verilmiştir.

Çizelge 3.8 : 21-205 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

205	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	2.65	2.84	3.08	2.79	2.79	2.73	2.74	2.21	2.82
5	1.47	1.32	1.08	1.44	1.34	1.46	1.45	0.93	1.69
10	1.19	0.90	0.59	1.03	0.98	1.13	1.11	0.67	1.17
25	1.03	0.68	0.38	0.79	0.80	0.95	0.93	0.55	0.79

Çizelge 3.8 incelendiğinde en düşük tahminler yaklaşık olarak GEV dağılımına aittir ve en yüksek tahminler LN2 dağılımına aittir. Ancak sonuç olarak dağılımlar ile yapılan tahminler arasında çok büyük farklılıklar bulunmamaktadır.

Çizelge 3.9 : 21-211 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları tahminler.

211	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	3.46	3.67	3.86	-	2.74	3.71	3.87	2.89	3.74
5	2.18	2.30	2.11	-	1.00	2.30	2.20	1.44	2.39
10	1.84	1.82	1.50	-	0.81	1.72	1.56	0.86	1.72
25	1.65	1.52	1.15	-	0.75	1.33	1.19	0.48	1.22

Çizelge 3.9 da En düşük tahminler W3 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir ve en yüksek tahminler LP3 (T=2) ve GL (T=5) ve LN2 (T=10,25) dağılımlarına aittir. Burada GEV ve W3 dağılımları düşük değerler vermiştir ve birbirine yakındırlar, diğer dağılımlar da birbirlerine benzer sonuçlar vermiştir. LN3 dağılımında x_0 değeri

büyük olduğundan hesaplar yapılamamıştır.

Çizelge 3.10 : 21-215 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

215	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	12.31	12.95	13.63	12.68	12.02	12.80	12.80	10.27	13.35
5	8.34	8.13	7.48	8.37	7.42	8.32	8.21	5.34	8.64
10	7.22	6.44	5.31	6.90	6.50	6.69	6.72	3.49	6.44
25	6.58	5.41	4.10	5.99	6.09	5.65	5.84	2.34	4.80

Çizelge 3.10 da en düşük tahminler GEV dağılımına aittir ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2), GL (T=5) ve LN2 (T=10,25) dağılımlarına aittir. GEV dağılımı diğer dağılımlara göre daha küçük değerler vermiştir.

Çizelge 3.11 : 21-217 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

217	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	0.87	0.97	1.05	-	0.84	1.01	1.03	0.68	1.01
5	0.40	0.45	0.37	-	0.23	0.45	0.40	0.07	0.45
10	0.30	0.31	0.21	-	0.13	0.23	0.23	-	0.18
25	0.25	0.23	0.13	-	0.08	0.09	0.15	-	-

Çizelge 3.11 de en düşük tahminler W3 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2) ve W2 (T=5,10) ve LN2 (T=25) dağılımlarına aittir. GEV ve GL dağılımlarında tahmin edilen bazı değerler negatif çıktığından bu istasyona uymadığı görülmüştür. Ayrıca LN3 dağılımında x_0 değeri büyük olduğundan hesaplar çözülmez hale gelmiştir ve bu istasyona uygun olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.12 : 21-223 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

223	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	11.32	11.72	12.20	11.15	11.39	11.27	11.26	10.01	11.35
5	8.65	8.22	7.78	8.71	8.77	8.66	8.68	7.16	8.61
10	7.83	6.87	6.02	8.06	8.07	7.92	7.92	6.44	7.58
25	7.34	6.02	4.96	7.69	7.70	7.49	7.48	6.09	6.90

Çizelge 3.12 de en düşük tahminler GEV (T=2,5) ve Ü2 (T=10,25) dağılımlarına aittir ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2) ve W2 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir.

Çizelge 3.13 : 21-225 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

225	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	37.59	39.07	40.85	37.75	37.53	38.15	37.63	32.71	37.51
5	27.79	26.23	24.57	27.72	27.05	27.40	27.77	21.89	27.28
10	24.84	21.46	18.39	24.60	24.53	23.80	24.79	19.05	23.35
25	23.11	18.49	14.77	22.74	23.29	21.58	23.03	17.60	20.70

Çizelge 3.13 de en düşük tahminler GEV (T=2,5) ve Ü2 (T=10,25) dağılımlarına aittir ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2), LN2 (T=5,10) ve W3 (T=25) dağılımlarına aittir. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerlere sahiptir.

Çizelge 3.14 : 21-231 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

231	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	32.59	33.76	35.07	33.21	31.88	33.27	33.13	28.39	34.29
5	24.82	24.05	22.86	24.67	23.08	24.64	24.62	19.06	25.38
10	22.44	20.27	17.91	21.59	21.24	21.48	21.73	15.76	21.35
25	21.02	17.86	14.90	19.62	20.41	19.45	19.96	13.77	18.41

Çizelge 3.14 de en düşük tahminler GEV (T=2,5,10,25) dağılımına aittir ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2), GL (T=5) ve LN2 (T=10,25) dağılımları ile elde edilmiştir. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerlere sahiptir.

Çizelge 3.15 : 21-233 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

233	İki parametreli			Üç parametreli					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	15.67	16.32	17.05	15.71	14.69	15.56	15.84	13.78	15.46
5	11.47	11.06	10.38	11.47	9.09	11.63	11.40	9.52	11.43
10	10.22	9.09	7.83	10.17	8.14	10.58	10.00	8.47	9.93
25	9.48	7.86	6.32	9.41	7.75	10.00	9.16	7.95	8.94

Çizelge 3.15 de en düşük tahminler GEV (T=2), W3 (T=5) ve Ü2 (T=10,25) dağılımlarına ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2) ve P3 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerlere sahiptir.

Çizelge 3.16 : 21-235 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

235	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	1.68	1.74	1.81	1.67	1.64	1.69	1.69	1.49	1.65
5	1.29	1.24	1.18	1.29	1.21	1.28	1.28	1.06	1.26
10	1.17	1.04	0.92	1.18	1.12	1.15	1.15	0.95	1.11
25	1.10	0.92	0.77	1.11	1.08	1.07	1.08	0.89	1.00

Çizelge 3.16 de en düşük tahminler GEV (T=2,5) ve Ü2 (T=10,25) dağılımlarına ve en yüksek tahminler Ü2 (T=2) ve LN3 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerlere sahiptir.

Çizelge 3.17 : 21-419 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

419	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	1.75	1.83	1.93	1.81	1.80	1.82	1.78	1.44	1.96
5	1.18	1.11	1.01	1.15	1.26	1.15	1.17	0.71	1.23
10	1.02	0.87	0.70	0.92	1.11	0.90	0.98	0.45	0.91
25	0.93	0.72	0.53	0.77	1.03	0.75	0.88	0.29	0.66

Çizelge 3.17 de en düşük tahminler GEV (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek tahminler ise GL (T=2) ve W3 (T=5,10,25) dağılımları ile elde edilmiştir. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerlere sahiptir.

Çizelge 3.18 : 21-497 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

497	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	0.78	0.89	0.99	0.92	1.03	0.99	0.87	0.62	0.93
5	0.26	0.24	0.14	0.26	0.38	0.21	0.25	-	0.21
10	0.17	0.12	0.04	0.09	0.17	-	0.14	-	-
25	0.13	0.08	0.02	0.00	0.05	-	0.09	-	-

Çizelge 3.18 de En düşük tahminler LN2 (T=2), Ü2 (T=5,10) ve LN3 (T=25) dağılımları ile elde edilmiştir. En yüksek tahminler ise W3 (T=2,5,10) ve LN3 (T=25) dağılımlarına aittir. Ancak genel olarak LN2 dağılımı düşük değerlere sahiptir. Çizelge 3.18'e bakarak P3, GEV ve GL dağılımlarında tahmin edilen bazı değerler negatif çıktığından, bu istasyon için uygun olmadığı görülmüştür.

Çizelge 3.19 : 21-931 istasyonda çeşitli dönüş aralıkları için tahminler.

931	**İki parametreli**			**Üç parametreli**					
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
2	1.86	1.99	2.17	1.98	2.01	2.00	1.94	1.49	2.05
5	0.95	0.82	0.63	0.92	0.93	0.88	0.93	0.39	0.93
10	0.74	0.52	0.31	0.60	0.64	0.53	0.68	0.15	0.54
25	0.63	0.38	0.18	0.41	0.50	0.33	0.55	0.03	0.28

Çizelge 3.19 da en düşük tahminler GEV (T=2,5,10,25) dağılımına ait olup, en yüksek tahminler Ü (T=2) ve 2p.LN (T=5,10,25) dağılımları ile bulunmuştur. Ancak genel olarak GEV dağılımı düşük değerler vermiştir.

Çizelge 3.20, 3.21 ile en düşük ve en yüksek tahmin edilen değerleri gösterilmiştir.

Bu çizelgeler incelendiğinde dönüş aralığı 2 yıl için GEV dağılımı %75, W2, W3 ve LN2 dağılımları %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 5 yıl için GEV dağılımı %66.66, W3 dağılımı %16.66, W2 dağılımı %8.3, Ü2 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 10 yıl için Ü2 dağılımı %50, GEV dağılımı %33.33, W3 dağılımı %8.3, W2 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 25 yıl için Ü2 dağılımı %41.66, GEV dağılımı %33.33, W3 dağılımı %8.3, W2 dağılımı %8.3, LN3 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Çizelge 3.20 : 12 istasyon için en düşük tahminler (m^3/s).

T	12 istasyon için en düşük tahminler (m^3/s)											
	205	**211**	**215**	**217**	**223**	**225**	**231**	**233**	**235**	**419**	**497**	**931**
2	2.21(GEV)	2.74(W3)	10.27(GEV)	0.84(W2)	10.01(GEV)	32.71(GEV)	28.39(GEV)	13.78(GEV)	1.49(GEV)	1.44(GEV)	0.78(LN2)	1.49(GEV)
5	0.93(GEV)	1.00(W3)	5.34(GEV)	0.23(W2)	7.16(GEV)	21.89(GEV)	19.06(GEV)	9.09(W3)	1.06(GEV)	0.71(GEV)	0.14(Ü2)	0.39(GEV)
10	0.59(Ü2)	0.81(W3)	3.49(GEV)	0.13(W2)	6.02(Ü2)	18.39(Ü2)	15.76(GEV)	7.83(Ü2)	0.92(Ü2)	0.45(GEV)	0.04(Ü2)	0.15(GEV)
25	0.38(Ü2)	0.75(W3)	2.34(GEV)	0.08(W2)	4.96(Ü2)	14.77(Ü2)	13.77(GEV)	6.32(Ü2)	0.77(Ü2)	0.29(GEV)	0.00(LN3)	0.03(GEV)

Çizelge 3.21 : 12 istasyon için en yüksek tahminler (m^3/s).

T	12 istasyon için en yüksek tahminler (m^3/s)											
	205	**211**	**215**	**217**	**223**	**225**	**231**	**233**	**235**	**419**	**497**	**931**
2	3.08(Ü2)	3.87(LP3)	13.63(Ü2)	1.05(Ü2)	12.20(Ü2)	40.85(Ü2)	35.07(Ü2)	17.05(Ü2)	1.81(Ü2)	1.96(GL)	1.03(W3)	2.17(Ü2)
5	1.69(GL)	2.39(GL)	8.64(GL)	0.45(W2)	8.77(W3)	27.79(LN2)	25.38(GL)	11.63(P3)	1.29(LN3)	1.26(W3)	0.38(W3)	0.95(LN2)
10	1.19(LN2)	1.84(LN2)	7.22(LN2)	0.31(W2)	8.07(W3)	24.84(LN2)	22.44(LN2)	10.58(P3)	1.18(LN3)	1.11(W3)	0.17(W3)	0.74(LN2)
25	1.03(LN2)	1.65(LN2)	6.58(LN2)	0.25(LN2)	7.70(W3)	23.29(W3)	21.02(LN2)	10.00(P3)	1.11(LN3)	1.03(W3)	0.13(LN2)	0.63(LN2)

3.8 Yıl İçi Debi Frekans ve Tahmin Edilen Sonuçların Karşılaştırması

İstasyonunlarda yıl içi debi frekans çizgisine (bölüm 3.6) bakarak 2,5,10 ve 25 yıllarına karşı gelen 7 günlük minimum değerler, olasılık dağılım fonksiyonları ile elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu değerler çizelge halinde gösterilmiştir ve bu çizelelerde yıl içi debi frekans değerleri, Y.İ.D.F ile gösterilmiştir.

Çizelge 3.22 : 21-205 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-205										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	2.65	2.84	3.08	2.79	2.79	2.73	2.74	2.21	2.82	2.88
5	1.47	1.32	1.08	1.44	1.34	1.46	1.45	0.93	1.69	1.99
10	1.19	0.90	0.59	1.03	0.98	1.13	1.11	0.67	1.17	1.5
25	1.03	0.68	0.38	0.79	0.80	0.95	0.93	0.55	0.79	0.83

Çizelge 3.22’ ye bakarak en yakın dağılım GL dağılımı bulunmuştur. Ayrıca, yaklaşık olarak yıl içi debi frekans ile bulunan değerler üst sınır olarak kabul edilebilir.

Çizelge 3.23 : 21-211 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-211										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	3.46	3.67	3.86	-	2.74	3.71	3.87	2.89	3.74	3.74
5	2.18	2.30	2.11	-	1.00	2.30	2.20	1.44	2.39	2.79
10	1.84	1.82	1.50	-	0.81	1.72	1.56	0.86	1.72	2.29
25	1.65	1.52	1.15	-	0.75	1.33	1.19	0.48	1.22	1.39

Çizelge 3.23’ e bakarak yıl içi debi frekansdan bulunan değerler üst sınır olarak Kabul edilebilir.

Çizelge 3.24 : 21-215 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-215										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	12.31	12.95	13.63	12.68	12.02	12.80	12.80	10.27	13.35	13.82
5	8.34	8.13	7.48	8.37	7.42	8.32	8.21	5.34	8.64	10.46
10	7.22	6.44	5.31	6.90	6.50	6.69	6.72	3.49	6.44	8.47
25	6.58	5.41	4.10	5.99	6.09	5.65	5.84	2.34	4.80	6.41

Çizelge 3.24’ e bakarak yıl içi debi frekansdan bulunan değerler üst sınır olarak kabul edilebilir. T=5,10,25 dönüş aralığı ile tahmin edilen değerler ile yıl içi debi frekansdan bulunan değerler arasında önemli farklılıklar vardır.

Çizelge 3.25 : 21-217 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-217										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	0.87	0.97	1.05	-	0.84	1.01	1.03	0.68	1.01	1.01
5	0.40	0.45	0.37	-	0.23	0.45	0.40	0.07	0.45	0.55
10	0.30	0.31	0.21	-	0.13	0.23	0.23	-	0.18	0.34
25	0.25	0.23	0.13	-	0.08	0.09	0.15	-	-	0.18

Çizelge 3.25’ e bakarak yıl içi debi frekansdan bulunan değerler üst sınır olarak kabul edilebilir.

Çizelge 3.26 : 21-223 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-223										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	11.32	11.72	12.20	11.15	11.39	11.27	11.26	10.01	11.35	11.99
5	8.65	8.22	7.78	8.71	8.77	8.66	8.68	7.16	8.61	9.76
10	7.83	6.87	6.02	8.06	8.07	7.92	7.92	6.44	7.58	8.35
25	7.34	6.02	4.96	7.69	7.70	7.49	7.48	6.09	6.90	6.79

Çizelge 3.26’ e bakarak yıl içi debi frekansdan bulunan değerler üst sınır olarak kabul edilebilir.

Çizelge 3.27 : 21-225 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-225										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	37.59	39.07	40.85	37.75	37.53	38.15	37.63	32.71	37.51	37.30
5	27.79	26.23	24.57	27.72	27.05	27.40	27.77	21.89	27.28	29.50
10	24.84	21.46	18.39	24.60	24.53	23.80	24.79	19.05	23.35	29.20
25	23.11	18.49	14.77	22.74	23.29	21.58	23.03	17.60	20.70	23.80

Çizelge 3.27’ e bakarak T=5,10,25 için yıl içi debi frekans değeri bir üst sınır kabul edilebilir.

Çizelge 3.28 : 21-231 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-231										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	32.59	33.76	35.07	33.21	31.88	33.27	33.13	28.39	34.29	34.29
5	24.82	24.05	22.86	24.67	23.08	24.64	24.62	19.06	25.38	28.06
10	22.44	20.27	17.91	21.59	21.24	21.48	21.73	15.76	21.35	23.91
25	21.02	17.86	14.90	19.62	20.41	19.45	19.96	13.77	18.41	19.35

Çizelge 3.28' e bakarak T=5,10 için yıl içi debi frekans değeri üst sınır kabul edilebilir.

Çizelge 3.29 : 21-233 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-233										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	15.67	16.32	17.05	15.71	14.69	15.56	15.84	13.78	15.46	15.46
5	11.47	11.06	10.38	11.47	9.09	11.63	11.40	9.52	11.43	13.30
10	10.22	9.09	7.83	10.17	8.14	10.58	10.00	8.47	9.93	11.47
25	9.48	7.86	6.32	9.41	7.75	10.00	9.16	7.95	8.94	8.59

Çizelge 3.29' e bakarak T=5,10 için yıl içi debi frekans değeri üst sınır kabul edilebilir.

Çizelge 3.30 : 21-235 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-235										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	1.68	1.74	1.81	1.67	1.64	1.69	1.69	1.49	1.65	1.65
5	1.29	1.24	1.18	1.29	1.21	1.28	1.28	1.06	1.26	1.43
10	1.17	1.04	0.92	1.18	1.12	1.15	1.15	0.95	1.11	1.21
25	1.10	0.92	0.77	1.11	1.08	1.07	1.08	0.89	1.00	0.97

Çizelge 3.30' e bakarak T=5,10 için yıl içi debi frekans değeri üst sınır Kabul edilebilir.

Çizelge 3.31 : 21-419 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-419										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	1.75	1.83	1.93	1.81	1.80	1.82	1.78	1.44	1.96	1.89
5	1.18	1.11	1.01	1.15	1.26	1.15	1.17	0.71	1.23	1.38
10	1.02	0.87	0.70	0.92	1.11	0.90	0.98	0.45	0.91	1.09
25	0.93	0.72	0.53	0.77	1.03	0.75	0.88	0.29	0.66	1.07

Çizelge 3.31’ e bakarak yaklaşık olarak T=5,10 ve 25 için üst sınır Kabul edilebilir. Çünkü değerler çok farklı değildir.

Çizelge 3.32 : 21-497 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-497										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	0.78	0.89	0.99	0.92	1.03	0.99	0.87	0.62	0.93	0.93
5	0.26	0.24	0.14	0.26	0.38	0.21	0.25	-	0.21	0.39
10	0.17	0.12	0.04	0.09	0.17	-	0.14	-	-	0.19
25	0.13	0.08	0.02	0.00	0.05	-	0.09	-	-	0.07

Çizelge 3.32’ e bakarak yıl içi debi frekans değerleri, dağılım fonksiyonları değerlerine genelde çok yakındır.

Çizelge 3.33 : 21-931 istasyonu için 7günlük minimum akım karşılaştırması.

21-931										
T	**LN2**	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**	**Y.İ.D.F**
2	1.86	1.99	2.17	1.98	2.01	2.00	1.94	1.49	2.05	2.05
5	0.95	0.82	0.63	0.92	0.93	0.88	0.93	0.39	0.93	1.18
10	0.74	0.52	0.31	0.60	0.64	0.53	0.68	0.15	0.54	0.75
25	0.63	0.38	0.18	0.41	0.50	0.33	0.55	0.03	0.28	0.41

Çizelge 3.33’ e bakarak T=5,10 için yıl içi debi frekans değerleri üst sınır Kabul edilebileceği görülmektedir.

3.9 Dağılımlar İçin Uygunluk Testleri

Dağılımların gözlemlere uygunluğunu kontrol etmek için çeşitli testler kullanılır.

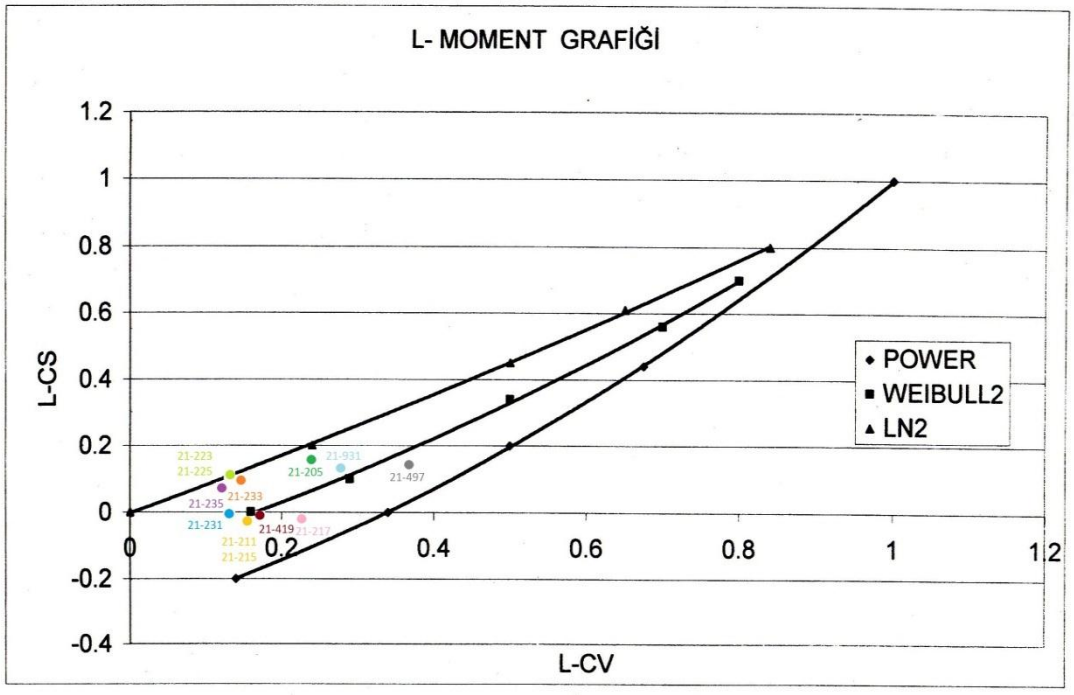
12 istasyon üzerinde düşük akım tahminleri için iki uygunluk testi kullanarak uygun olup olmadığı araştırılmıştır. En uygun dağılımı seçmek çok önemlidir. Çünkü yanlışlıkla seçilen değerler önemli tasarım ve işletme hatalarına ve de maddi kayıplara sebep olabilir.

3.9.1 L-Momentler testi

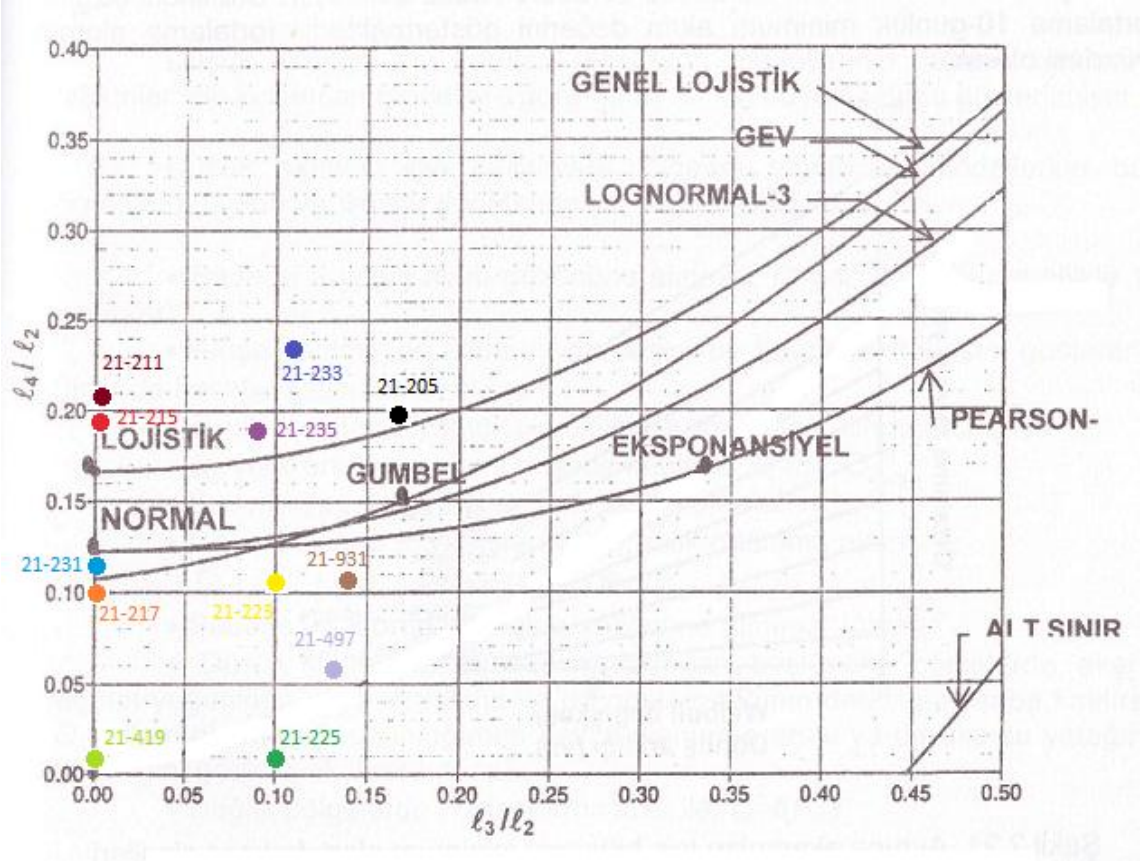
2.7.1 bölümünde açıkladığı gibi iki parametreli dağılımlar için ($\tau_2=\lambda_2/\lambda_1$) ve ($\tau_3=\lambda_3/\lambda_2$) oranları ve üç parametreli dağılımlar için ($\tau_3=\lambda_3/\lambda_2$) ve ($\tau_4=\lambda_4/\lambda_2$) oranları bulunup ve şekil 3.28 ve 3.29 üzerine işaretlenir. İşaretlenen nokta hangi dağılıma yakın ise en uygun dağılım seçilir. τ_2, τ_3, τ_4 değerleri çizelge 3.5’de verilmiştir. Bu değerlere göre elde edilen sonuçlar çizelge 3.34’ de verilmiştir.

Çizelge 3.34 : L-Momentler testi.

AGİ	İki parametreli	Üç parametreli
21-205	LN2	Gl
21-211	W2	Gl
21-215	W2	Gl
21-217	W2	GEV
21-223	LN2	GEV
21-225	LN2	P3
21-231	W2	LN3
21-233	LN2	GL
21-235	LN2	GL
21-419	W2	GEV
21-497	W2	P3
21-931	W2	P3



Şekil 3.28 : İki parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı.



Şekil 3.29 : Üç parametreli dağılımlar için L-momenti diyagramı.

3.9.2 Kolmogorov-Smirnov Testi

Dağılımlarda her bir istasyon için eklenik dağılım fonksiyonu hesaplanıp, en yüksek Δ'lar seçilir. O istasyona karşı gelen Δ'nın kritik değeri $\alpha = 0.05$ için çizelge (EK A.2, EK A.3)'den okunup bulunan Δ değeri ile karşılaştırılır. Eğer $\Delta < \Delta_c$ ise o dağılım istasyon verilerine uygun olduğu seçilen α değerinde kabul edilir . Burada Pearson ve logpearson dağılımının eklenik dağılım fonksiyonu açık bir şekilde olmadığı için K-S testi uygulanamamıştır.

Çizelge 3.35 de bu hesaplar yapılmış ve verilen uygun dağılımlar (+) işaretli hücreler ile ve uymayanlar (-) işaretli hücreler ile gösterilmiştir.

Bu çizelgede W2 ve GL tüm istasyonlara uygundur (%100). LN2 dağılımı %83, Ü2 dağılımı %25, LN3 dağılımı %91, W3 dağılımı %83 ve GEV dağılımı %25 uygunluğa sahiptir.

Çizelge 3.35 : K-S testi Δ ve Δ_c değerleri ($\alpha = 0.05$).

İst.	Δ	İki parametreli			Üç parametreli			
		LN2	W2	Ü2	LN3	W3	GEV	GL
205	Δ	0.1475	0.1284	0.4793	0.1028	0.1179	0.2247	0.1338
	Δ_c	0.1419	0.2140	0.2140	0.1419	0.2140	0.2140	0.2140
	uygunluk	-	+	-	+	+	-	+
211	Δ	0.1052	0.1170	0.4867	0.1028	0.3157	0.3926	0.1420
	Δ_c	0.1419	0.2140	0.2140	0.1419	0.2140	0.2140	0.2140
	uygunluk	+	+	-	+	-	-	+
215	Δ	0.1031	0.1076	0.8619	0.1229	0.1896	0.3847	0.1325
	Δ_c	0.1477	0.2260	0.2260	0.1477	0.2260	0.2260	0.2260
	uygunluk	+	+	-	+	+	-	+
217	Δ	0.0499	0.0707	0.1462	1.0000	0.1715	0.3265	0.0563
	Δ_c	0.1292	0.1960	0.1960	0.1292	0.1960	0.1960	0.1960
	uygunluk	+	+	+	-	+	-	+
223	Δ	0.0760	0.0850	1.4869	0.0799	0.0917	0.2268	0.0827
	Δ_c	0.1477	0.2260	0.2260	0.1477	0.2260	0.2260	0.2260
	uygunluk	+	+	-	+	+	-	+
225	Δ	0.1394	0.1327	0.6128	0.1276	0.1010	0.2452	0.1290
	Δ_c	0.1279	0.1940	0.1940	0.1279	0.1940	0.1940	0.1940
	uygunluk	-	+	-	+	+	-	+
231	Δ	0.0781	0.0957	0.7960	0.0749	0.1274	0.3246	0.1188
	Δ_c	0.1241	0.1904	0.1904	0.1241	0.1904	0.1904	0.1904
	uygunluk	+	+	-	+	+	-	+
233	Δ	0.1091	0.1281	1.9175	0.0884	0.2259	0.2941	0.0970
	Δ_c	0.1419	0.2140	0.2140	0.1419	0.2140	0.2140	0.2140
	uygunluk	+	+	-	+	-	-	+
235	Δ	0.0971	0.1221	0.8555	0.0691	0.1114	0.2680	0.0693
	Δ_c	0.1778	0.2780	0.2780	0.1778	0.2780	0.2780	0.2780
	uygunluk	+	+	-	+	+	+	+
419	Δ	0.1471	0.1312	0.3966	0.1471	0.1870	0.3248	0.1823
	Δ_c	0.1754	0.2740	0.2740	0.1754	0.2740	0.2740	0.2740
	uygunluk	+	+	-	+	+	-	+
497	Δ	0.1288	0.0653	0.1060	0.0903	0.1377	0.1983	0.0749
	Δ_c	0.1778	0.2780	0.2780	0.1778	0.2780	0.2780	0.2780
	uygunluk	+	+	+	+	+	+	+
931	Δ	0.1308	0.0981	0.1649	0.0874	0.1000	0.2009	0.1127
	Δ_c	0.1970	0.3400	0.3400	0.1970	0.3400	0.3400	0.3400
	uygunluk	+	+	+	+	+	+	+

3.9.3 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. Elde edilen $F(x_i)$ değerini kullanarak, x_i' değeri hesaplanır. Hesaplanan x_i' değeri ile x_i (7 günlük minimum akım) değeri arasında korelasyon katsayısı hesaplanır (r). bu değer (r), kritik r (r_c) değeri ile karşılaştırılır. Eğer $r_c < r$ olursa o dağılımın istasyon verilerine uygun olduğu Kabul edilir.

Bu test, 9 dağılımdan sadece iki ve üç parametreli lognormal, pearson tip III ve logpearson tip III üzerine yapılmıştır. Çünkü r_c değerleri literatürde sadece bu 4 dağılım için mevcuttur. Çizelge 3.37 de tüm dağılımlar için r değeri hesaplanmıştır. Çizelge 3.36 de sadece kritik değerleri bilinen 4 dağılım için sonuçlar verilmiştir. (+) işaretli olan hücreler verilere uygun olduğunu ve (-) işaretli olan hücreler verilere uygun olmadığını göstermektedir.

Çizelge 3.36 : PPCC testi sonucu ($\alpha = 0.05$).

AGİ No.	Üç parametreli	İki parametreli		
	LN2	LN3	P3	LP3
21-205	-	+	+	+
21-211	-		+	+
21-215	-	+	+	+
21-217	-		+	+
21-223	+	+	+	+
21-225	+	+	+	+
21-231	+	+	+	+
21-233	+	+	+	+
21-235	+	+	+	+
21-419	+	+	+	+
21-497	-	+	+	+
21-931	+	+	+	+

Görüldüğü gibi LN2 dağılımı için %58, LN3 dağılımı için %100, P3 dağılımı için %100 ve LP3 dağılımı için %100 uyum göstermektedir.

Literatürde olmayan r değerleri için EK(A.5) bakacak olursak ($\alpha = 0.05$) yıl sayısı artarken r_c değerinin büyüdüğü görülmektedir. Ancak oradaki fark çok azdır. Çizelge 3.37'e bakarak bazı dağılımların istasyonlara yaklaşık olarak uyup uymadığı kontrol edilebilir, ancak kesin bir değerlendirme mümkün değildir. r = 0.98 değerinin üzerindekilere bir fikir vermek amaci ile (*) işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 3.37 : PPCC testi r ve r_c değerleri ($\alpha = 0.05$).

PPCC test ($\alpha = 0.05$)										
İst.	**r**	**Iki parametreli**			**Üç parametreli**					
		LN2	**W2**	**Ü2**	**LN3**	**W3**	**P3**	**LP3**	**GEV**	**GL**
205	r	0.9620	0.9766	0.9179	0.9928	0.9813	0.9860	0.9856	0.9844	0.9620
	r_c	0.9710			0.9710		0.9600	0.9700		
	uygunluk	-			+	*	+	+	*	
211	r	0.9332	0.9838	0.9630		0.8811	0.9869	0.9608	0.9865	0.9911
	r_c	0.9710					0.9660	0.9520		
	uygunluk	-	*				+	+	*	*
215	r	0.9602	0.9792	0.9493	0.9919	0.9609	0.9804	0.9785	0.9778	0.9800
	r_c	0.9690			0.9690		0.9680	0.9650		
	uygunluk	-			+		+	+		*
217	r	0.8709	0.9847	0.9895		0.9381	0.9937	0.9924	0.9937	0.9881
	r_c	0.9760					0.9730	0.9590		
	uygunluk	-	*	*			+	+	*	*
223	r	0.9928	0.9647	0.9058	0.9725	0.9901	0.9925	0.9928	0.9914	0.9914
	r_c	0.9690			0.9690		0.9590	0.9730		
	uygunluk	+			+	*	+	+	*	*
225	r	0.9833	0.9737	0.9298	0.9825	0.9866	0.9843	0.9829	0.9877	0.9737
	r_c	0.9760			0.9760		0.9720	0.9820		
	uygunluk	+			+	*	+	+	*	
231	r	0.9799	0.9877	0.9546	0.9965	0.9729	0.9913	0.9913	0.9910	0.9874
	r_c	0.9770			0.9770		0.9820	0.9760		
	uygunluk	+	*		+		+	+	*	*
233	r	0.9867	0.9579	0.8916	0.9893	0.9740	0.9817	0.9782	0.9767	0.9901
	r_c	0.9710			0.9710		0.9610	0.9720		
	uygunluk	+			+		+	+		*
235	r	0.9906	0.9781	0.9293	0.9842	0.9880	0.9937	0.9936	0.9926	0.9955
	r_c	0.9560			0.9560		0.9580	0.9610		
	uygunluk	+			+	*	+	+	*	*
419	r	0.9631	0.9688	0.9508	0.9919	0.9708	0.9681	0.9671	0.9674	0.9602
	r_c	0.9570			0.9570		0.9650	0.9600		
	uygunluk	+			+		+	+		
497	r	0.8764	0.9871	0.9886	0.9688	0.9837	0.9889	0.9825	0.9922	0.9826
	r_c	0.9560			0.9560		0.9570	0.9560		
	uygunluk	-	*	*	+	*	+	+	*	*
931	r	0.9564	0.9936	0.9660	0.9921	0.9929	0.9927	0.9939	0.9944	0.9906
	r_c	0.9390			0.9390		0.9500	0.9510		
	uygunluk	+	*		+	*	+	+	*	*

3.10 Trend Analizi

Bu çalışmada Mann-Kendall yöntemi (bölüm 2.9) kullanarak her bir istasyon için trend (gidiş) analizi yapılmıştır. Sonuçlar çizelge 3.38 de gösterilmiştir.

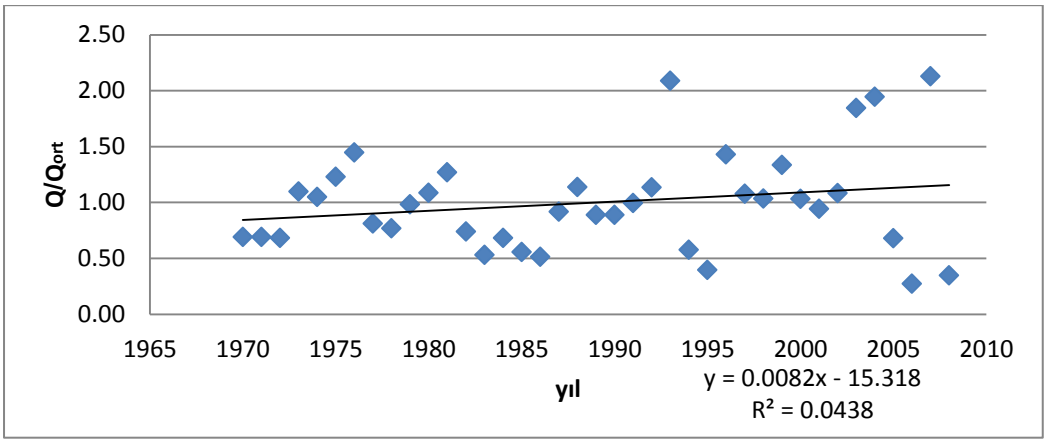
Çizelge 3.38 : Mann-Kendall trend analizi sonuçları.

AGİ	N	S	τ	σ_s	z	$z\alpha_{/2}$	trend
21-205	39	62	0.0837	82.65	0.74	1.96	Yok
21-211	39	-47	-0.0634	82.60	-0.06	1.96	Yok
21-215	36	-95	-0.1508	73.41	-1.28	1.96	Yok
21-217	47	-290	-0.2683	108.99	-2.65	1.96	Var
21-223	36	-104	-0.1651	73.42	-1.40	1.96	Yok
21-225	48	254	0.2252	112.48	2.25	1.96	Var
21-231	51	62	0.0486	123.11	0.50	1.96	Yok
21-233	39	-118	-0.1592	82.66	-1.41	1.96	Yok
21-235	23	31	0.1225	37.84	0.79	1.96	Yok
21-419	24	-81	-0.2935	40.30	-1.98	1.96	Var
21-497	23	-90	-0.3557	37.85	-2.35	1.96	Var
21-931	15	-21	-0.2000	20.20	-0.98	1.96	Yok

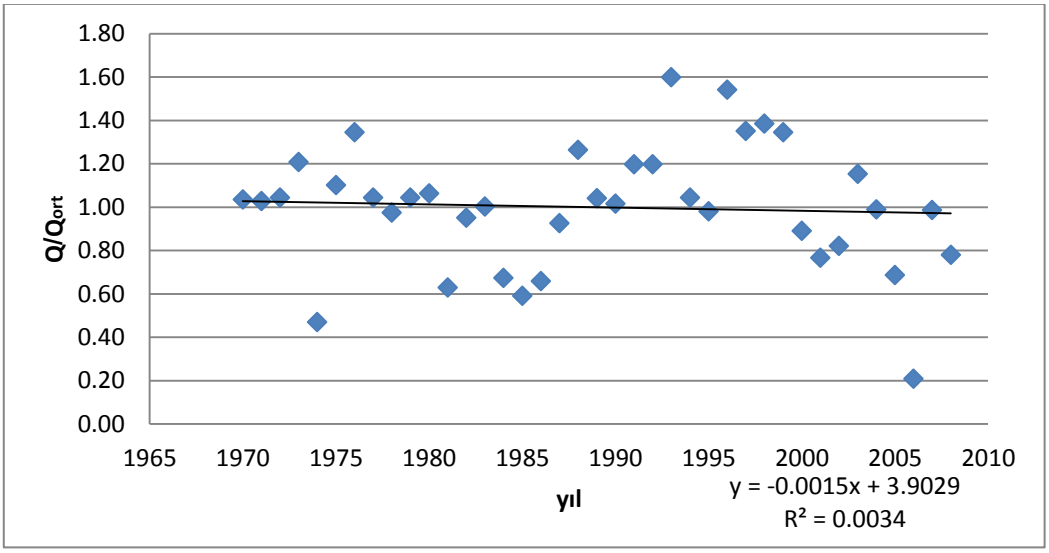
Z'nin mutlak değeri seçilen α=0.05 düzeyine karşı gelen standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ =1.96 değeri ile karşılaştırılmıştır. Eğer $|z| > z\alpha_{/2}$ olursa "trend var" sonucuna varılmıştır. Eğer z değeri pozitif ise zaman için akımlarda artma trendi ve eğer negatif ise azalma trendi vardır.

İstasyonlara bakarsak 21-217, 21-419 ve 21-497 istasyonlarında azalma ve sadece 21-225 istasyonunda zaman içinde artış olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçları kontrol etmek için görsel olarak her istasyonda 7 günlük minimum debileri, 7 günlük minimum debilerin ortalamasına bölerek boyutsuz halde getirilmiş ve doğrusal trend çizgileri ile birlikte çizilmiştir (şekil 3.30-3.41).

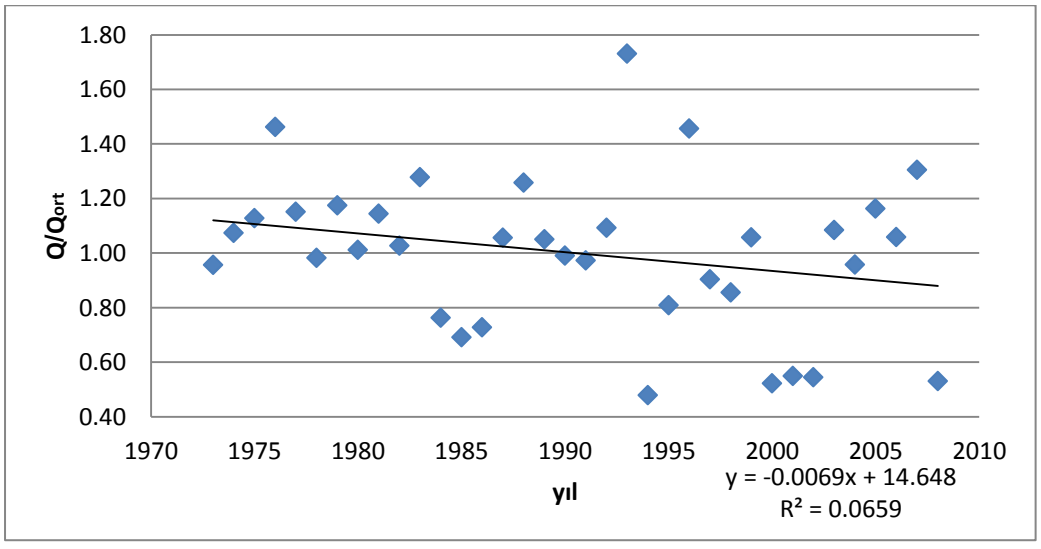
Sonuçta haritaya (şekil 3.2) bakarak trend var olan istasyonlar gösterilmiştir. Burada genel olarak bazı küçük alt havzalarda trend olduğu belirtilmiştir (çizelge 3.38). havza genelinde 7 günlük akımlarda zaman içinde önemli bir değişim yoktur. Sadece 21-225 havzasında bir artış belirlenmiştir.



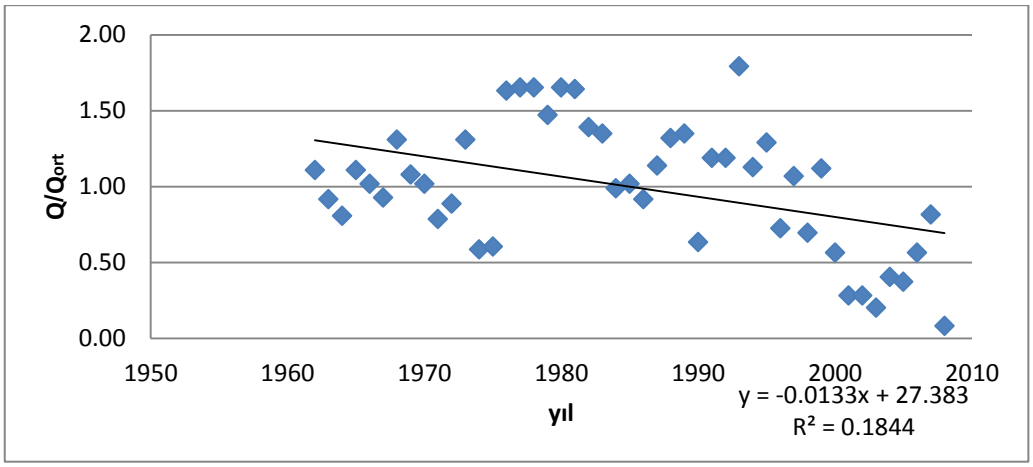
Şekil 3.30 : 21-205 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.



Şekil 3.31 : 21-211 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

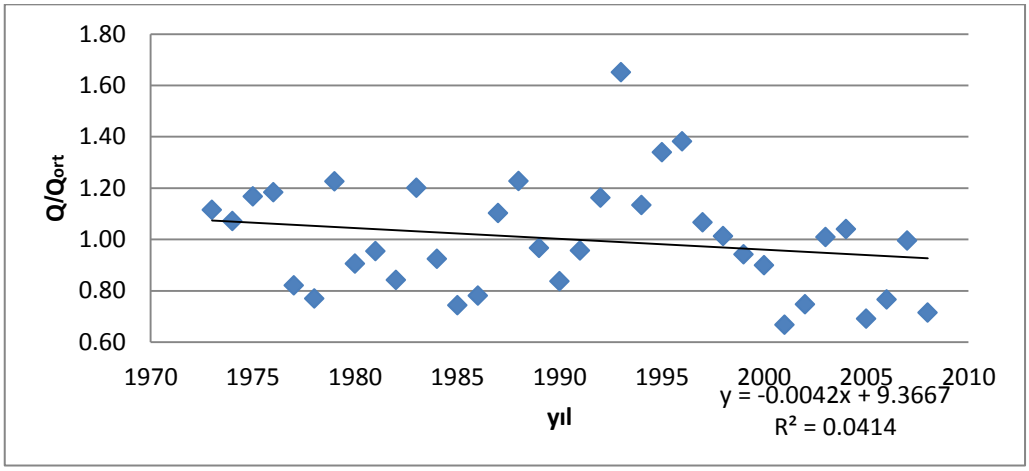


Şekil 3.32 : 21-215 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

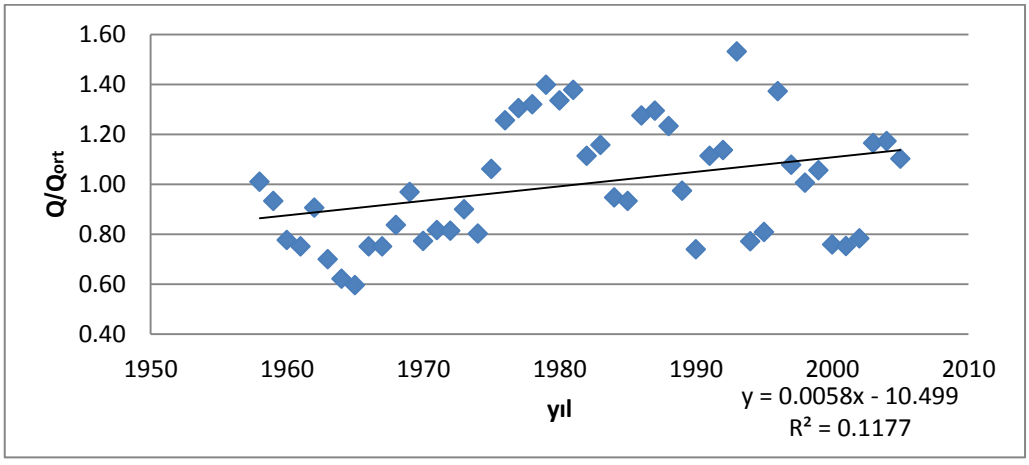


Şekil 3.33 : 21-217 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

Şekil 3.33'e bakıldığında, görsel olarak 21-217 istasyonunda zaman içinde azalma gözlenmiştir.

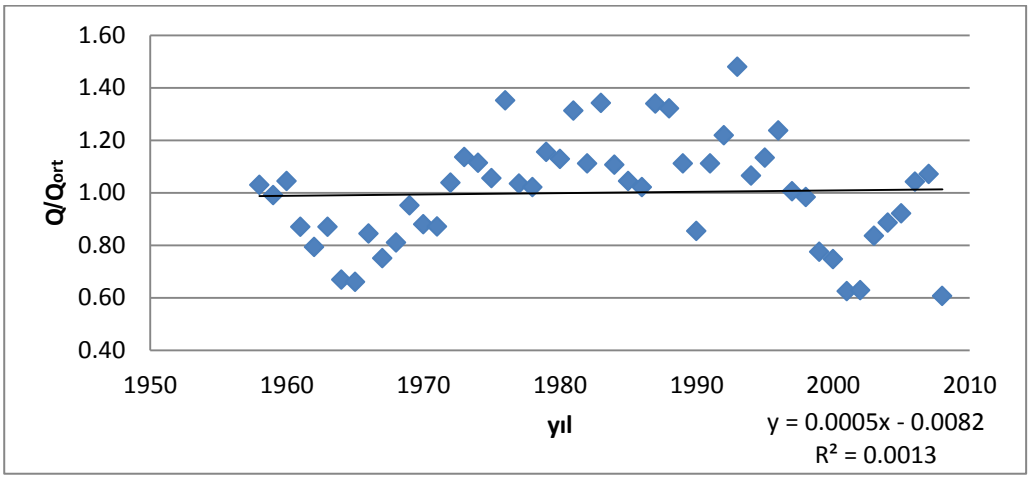


Şekil 3.34 : 21-223 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

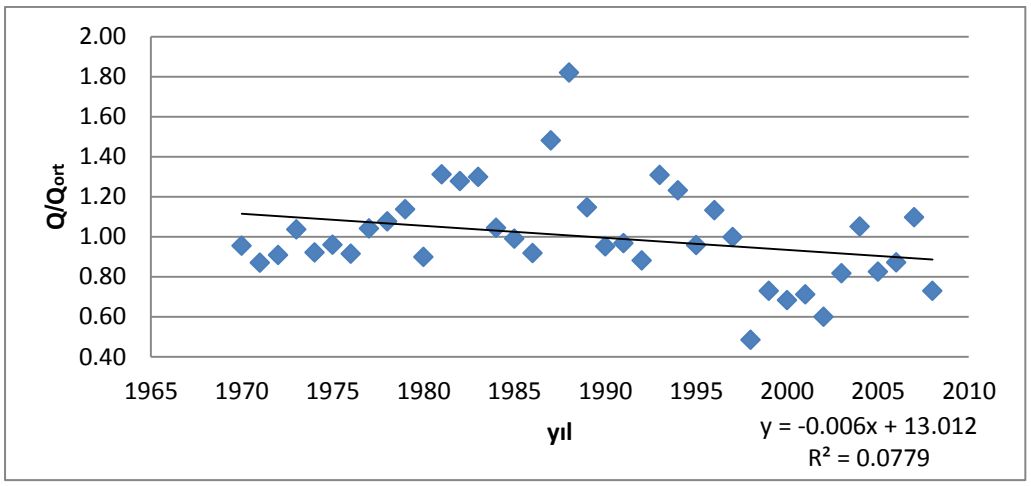


Şekil 3.35 : 21-225 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

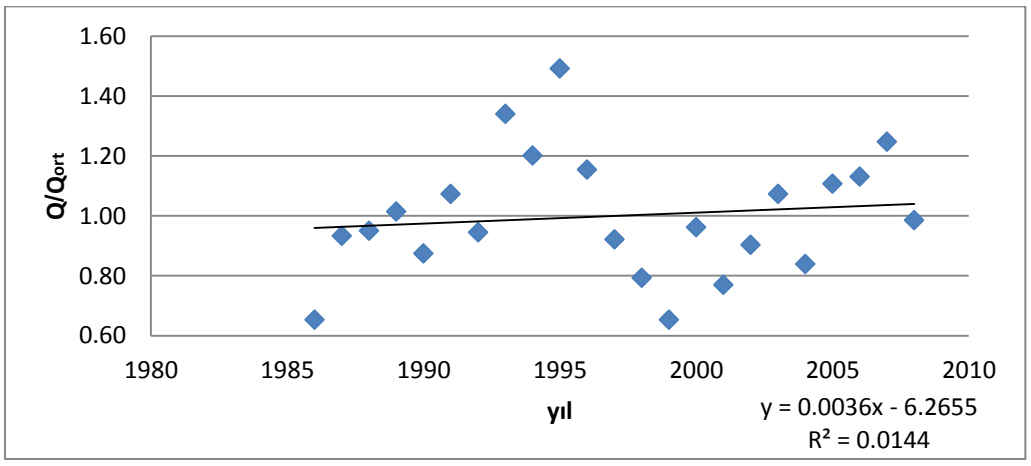
Şekil 3.35'e bakıldığında, görsel olarak 21-225 istasyonunda zaman içinde artış gözlenmiştir.



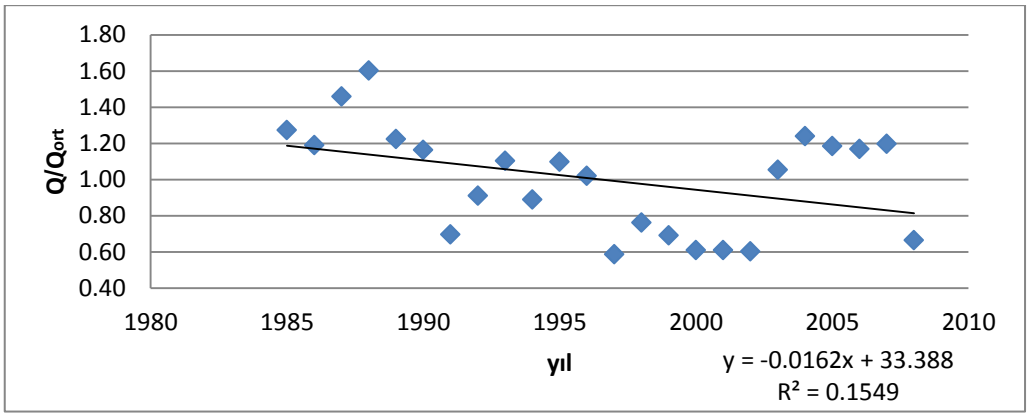
Şekil 3.36 : 21-231 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.



Şekil 3.37 : 21-233 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

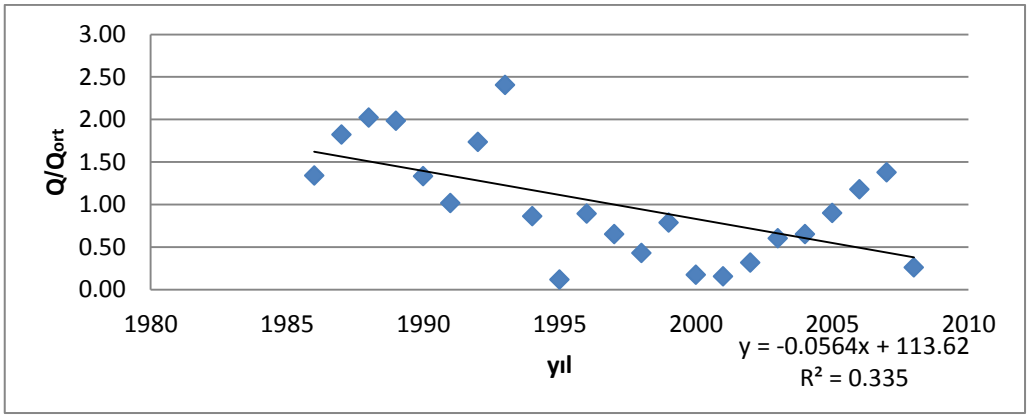


Şekil 3.38 : 21-235 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.



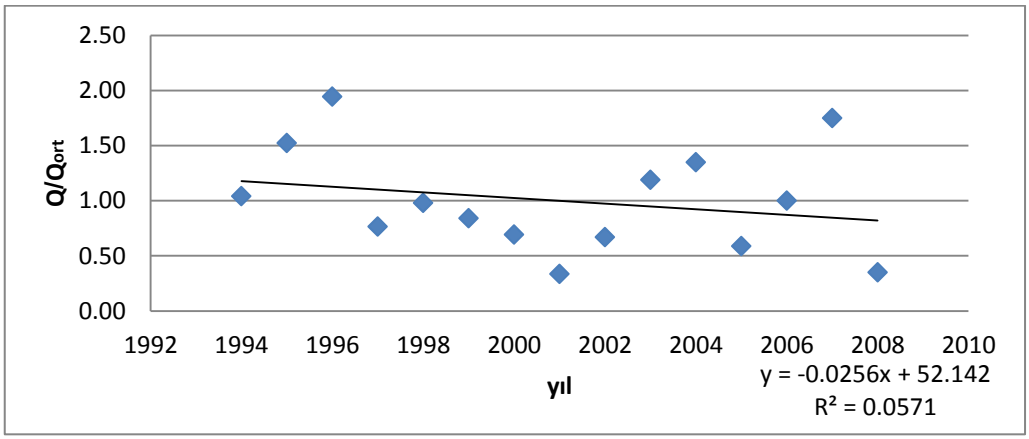
Şekil 3.39 : 21-419 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

Şekil 3.39'a bakıldığında, görsel olarak 21-419 istasyonunda zaman içinde azalma gözlenmiştir.



Şekil 3.40 : 21-497 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

Şekil 3.40'a bakıldığında, görsel olarak 21-497 istasyonunda zaman içinde azalma gözlenmiştir.



Şekil 3.41 : 21-931 istasyonu için boyutsuz 7 günlük debi gidiş grafiği.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada İran'ın Karun nehri üzerinde düşük akım analizi yapılmıştır. 12 istasyonda, günlük akımlar üzerine çalışılmıştır ve AGİ yerleşkeleri şekil 3.2 de gösterilmiştir. İran Enerji Bakanlığının Su Kaynakları Yönetiminin Etüt idaresinden alınan veriler 2008'e kadar güncellenmiştir. 21-215, 21-223, 21-225, 21-231, 21-497 istasyonlarındaki eksik veriler doğrusal regresyonla tamamlanmıştır ve istasyonların debi süreklilik çizgileri çizilmiştir. 7 günlük minimum akımlar her istasyon için elde edilmiştir ve yıl içi debi frekans çizgisi elde edilmiştir. Ayrıca, çeşitli dönüş aralıklarında düşük akım tahmini yapılmış ve her istasyonun zamana bağlı debilerinde artıp azalmasını incelemek için trend analizi uygulanmıştır.

Tüm istasyonlarda zamanın %90 ya da %95 yüzdesinde aşılan debi, akarsuyun düşük akım potansiyelini ifade etmede kullanılabilmektedir. Çizelge 3.5 de Q_{90} aralığı gösterilmiştir. 205, 211, 217, 235, 419, 497, 931 istasyonlarında Q_{90} debisinin düşük olduğu ve diğer istasyonlarda (215, 223, 225, 231, 233) bu değerin yüksek olduğu görülmektedir.

205, 211, 215, 233, 419, 497, 931 istasyonlarında debi süreklilik çizgilerine bakarak düşük akım bölgesinde (0.50'den yüksek aşılma yüzdelerinde) dik olması taban akışının az olduğunu ve zeminin geçirimsiz olduğu ve 217, 223, 225, 231, 235 istasyonlarında düşük akım bölgesinde yatık olması taban akışının çok olduğunu ve zeminin geçirimli olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Akımlara literatürde uygunluğu bilinen olasılık dağılım fonksiyonları uygulanarak çeşitli dönüşüm aralıkları için akım tahminleri yapılmıştır. Kullanılan dağılımlar, iki parametreli (LN2-W2-Ü2) ve üç parametreli (LN3-W3-P3-LP3-GEV-GL) dağılımlarıdır.

Genel olarak bu tahminler sonucunda 21-205, 21-215, 21-223, 21-225, 21-231, 21-233, 21-235, 21-419, 21-931 istasyonlarında GEV dağılımı, 21-211, 221-217 istasyonlarında W3 dağılımı ve 21-497 istasyonunda LN2 dağılımı en düşük akım değerleri elde edilmiştir.

21-205 istasyonunda LN3 dağılımında x_0 değeri büyük olduğundan hesaplar yapılamamıştır.

21-217 istasyonunda GEV ve GL dağılımlarında tahmin edilen değerler negatif çıktığından bu istasyonda kullanılamayacağı görülmüştür. Ayrıca LN3 dağılımında x_0 değeri büyük olduğundan bu dağılımın bu istasyona uygun olmadığı görülmüştür.

Benzer şekilde 21-497 istasyonunda P3, GEV ve GL dağılımlarında tahmin edilen bazı değerler negatif çıktığından, bu dağılımların uygun olmadığı görülmüştür.

Burada sonuç olarak 3.20, 3.21 de iki çizelge ile en düşük ve en yüksek tahmimler verilmiştir.

Dönüş aralığı 2 yıl için GEV dağılımı %75, W2 dağılımı %8.3, W3 dağılımı %8.3, LN2 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 5 yıl için GEV dağılımı %66.66, W3 dağılımı %16.66, W2 dağılımı %8.3, Ü2 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 10 yıl için Ü2 dağılımı %50, GEV dağılımı %33.33, W3 dağılımı %8.3, W2 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Dönüş aralığı 25 yıl için Ü2 dağılımı %41.66, GEV dağılımı %33.33, W3 dağılımı %8.3, W2 dağılımı %8.3, LN3 dağılımı %8.3 düşük değer oranlarına sahiptir.

Yıl içi debi frekans çizgisinden T=2,5,10,25 yıl için okunan düşük akım değerlerinin, olasılık dağılımlarından tahmin edilen değerlerle karşılaştırılması sonucunda, çoğunlukta yıl içi debi frekans çizgisinden okunan 7 günlük minimum akım değerlerin bu T için bir üst sınır olarak kabul edilebileceği görülmüştür.

Daha sonraki aşamada 7 günlük minimum akım verilerine en uygun dağılımı bulmak için K-S ve PPCC testi yapılmıştır. Ayrıca L-momentlerin oranları ile de bir uygunluk çalışması yapılmıştır.

Çizelge 3.34 de en uygun iki ve üç parametreli dağılımlar gösterilmiştir.

K-S testi sonucunda W2 ve GL tüm istasyonların verilerine uygundur (%100). LN2 dağılımı %83, Ü2 dağılımı %25, LN3 dağılımı %91, W3 dağılımı %83 ve GEV dağılımı %25 uygunluğa sahiptir.

PPCC testi ile de 9 dağılımdan sadece iki ve üç parametreli lognormal, pearson tip

III ve logpearson tip III üzerine yapılmıştır. Çünkü r_c değerleri literatürde sadece bu 4 dağılım için mevcuttur. Çizelge 3.36 de tüm dağılımlar için r değeri hesaplanmıştır. Çizelge 3.35 de sadece anlattığımız 4 dağılım için sonuçlar verilmiştir.

Görüldüğü gibi LN2 dağılımı için %58, LN3 dağılımı için %100, P3 dağılımı için %100 ve LP3 dağılımı için %100 uyum göstermektedir.

Çizelge 3.37'e bakarak bazı dağılımların istasyonlara yaklaşık olarak uyup uymadığı kontrol edilebilir, ancak kesin bir değerlendirme mümkün değildir. r = 0.98 değerinin üzerindekilere bir fikir vermek amaci ile seçilmiş ve bu değerin üzerinde kalanlar (*) işareti ile gösterilmiştir.

İstasyonlardaki verilere trend analizi Mann-Kendall testi ile yapılmıştır. 21-217, 21-419 ve 21-497 istasyonlarında zaman içinde azalma ve sadece 21-225 istasyonunda artış gözlenmiştir. Bu sonuçları kontrol etmek için görsel olarak her istasyonda 7 günlük minimum debileri, 7 günlük minimum debilerin ortalamasına bölerek boyutsuz hale getirilmiş ve doğrusal trend çizgileri çizilmiştir.

Sonuçta haritaya (şekil 3.2) bakarak trend var olan istasyonlar gösterilmiştir. Genel olarak bazı küçük alt havzalarda trend olduğu diğer havzalarda ise bir değişim olmadığı söylenebilir. Ayrıca, 3 menba havzalarında (21-217,21-419,21-497) azalma ve sadece ana kollarının birinin (21-225) havzasında artış görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan düşük akım analiz yöntemleri ile elde edilmiş çok sayıdaki sonuçlar, Büyük Karun havzasında su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarında ve mevcut barajların işletmesinde kullanılabilecektir.

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)

Akyürek, M. (2003). Türkiye nehirleri ortalama akımlarının trend analizi (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Alizadeh, A. (2001). Principles of applied hydrology. Vol. 13. Imam reza university, Mashhad,Iran

Bayazıt, M. (1996)**.** İnşaat mühendisliğinde olasılık yöntemleri. İ.T.Ü İnşaat fakültesi matbaası.

Bayazıt, M. (1998). Hidrolojik modeller. İstanbul teknik üniversitesi inşaat fakültesi matbaası, İstanbul

Bayazıt, M. (1999). Hidroloji. İstanbul teknik üniversitesi inşaat fakültesi matbaası, İstanbul

Bayazıt, M. (1999). Hidrolojide istatistik yöntemler. İstanbul teknik üniversitesi matbaası, İstanbul

Bayazıt, M., Avcı, İ., Şen, Z. (2001). Hidroloji uygulamaları. Birsen yayınevi, İstanbul

Bayazıt, M. Cığızoğlu, 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. (2008). Taşkın ve kuraklık hidrolijisi. Nobel yayın dağıtım, Ankara

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.

Bayazıt, M. ve Yeğen Oğuz, E. B. (2005). Mühendisler için istatistik. Birsen yayınevi, İstanbul

Benson, M. A. (1968). Uniform flood-frequentcy estimating methods for federal agencies. *Water. Resour. Res.* Cilt ***4(5)***, Sf. 212-230

Cebe, E. N. (2007). Türkiye akarsularında mevsimsel trend analizi (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Cığızoğlu, H.K., Bayazıt, M., Önöz, B., Malkaç, Y. ve Yıldız, M. (2002). Türkiye nehirlerinde taşkın , ortalama ve düşük akımlardaki trendler. İTÜ araştırma fonu projesi.

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.

Durak, S., (2000). Düşük akım hidroloji ve Ege bölgesi uygulaması (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Kahya, E. ve Kalaycı, S. (2002). Trend analysis of streamflow in Turkey. *J. Hydrol.* Cilt ***289***. Sf. 128-144.

Önöz, B. (2010): Taşkın ve kuraklık hidrolojisi ders notları, hidrolik ve su kaynakları mühendisliği, istanbul

Önöz, B., Bayazıt, M. (1995). Best-Fit distributions of largest available flood samples. J. Hydrol. Cilt **167**. Sf. 195-208.

Önöz, B. ve Bayazıt, M. (1998): Düşük akımlar için üstel dağılım, II. Ulusal hidroloji kongresi, İTÜ

Önöz, B., Bayazıt, M. (1999): GEV-PWM model For distribution of minimum flows,J.of Hidrol. Eng.,ASCE,**4**(3), 289-292

Önöz, B. ve Bayazıt, M. (2001): Power distribution for low streamflows,J.of hydrol.Eng ASCE,**6**(5), 429-435

Öztürk,S., (2004). Çoruh havzası kuraklık analizi (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Saraçoğlu, Ö. (2002). Düşük akım hidroloji ve Akdeniz bölgesi uygulaması (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Shaban, F. (1995). Türkiye akarsularının taşkın debilerine en uygun dağılımın araştırması (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Şen, Z. (2009). Kuraklık afet ve modern hesaplama yöntemleri. Su vakfı yayınları, İstanbul

Vogel, R.W. ve Kroll, C.N. (1989). Low-flow frequency analysis using probability- plot correlation coefficients, J.WARP ASCE, 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., 27(12), Sf. 3149-3158.

Vogel, R.W. (1991). Probability plot correlation coefficient test for the normal, log-normal and Gumbel distributional hypotheses. Water resour. Res.,27(12). Sf. 3149-3158.

Url-1 <http://www.ce.yildiz.edu.tr> alındığı tarih: 06.08.2011.

Url-2 <http://www.*wrm.ir* >, alındığı tarih: 29.09.2011.

Url-3 <http://www.iwpco.ir >, alındığı tarih: 10.10.2011.

Url-4 <http:// *www.wikipedia.org*>, alındığı tarih: 15.10.2011.

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

EKLER

EK A : çizelgeler

EK B : Tüm istasyonlar için 7 günlük minimum akım çizelgeleri

EK C : Tüm istasyonlar için yıl içi debi frekans çizelgeleri

EK A

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

	T dönüş aralığı (yıl)													
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	20	25	40	50	100	200	1000
	Aşılma olasılığı (%)													
C_s	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

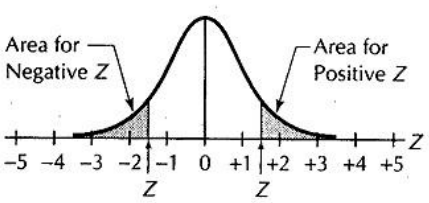
Çizelge A.2 : K-S Testinin Δα değerleri.

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 Δα 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 (tenths)	Z (hundredths) .00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
	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.

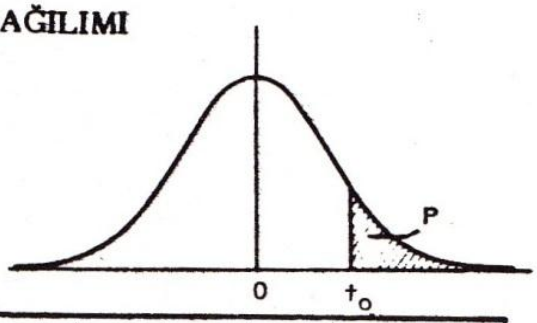
	Z (hundredths) .00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
3.9	.000048	.000046	.000044	.000043	.000041	.000039	.000038	.000036	.000035	.000033
4.0	.000032	.000030	.000029	.000028	.000027	.000026	.000025	.000024	.000023	.000022
4.1	.000021	.000020	.000019	.000018	.000017	.000017	.000016	.000015	.000015	.000014
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 : t dağılımı.

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

EK B

Çizelge B.1 : 21-205 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-205					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1970	2.02	21	1990	2.60
2	1971	2.02	22	1991	2.91
3	1972	2.00	23	1992	3.32
4	1973	3.21	24	1993	6.11
5	1974	3.07	25	1994	1.69
6	1975	3.60	26	1995	1.16
7	1976	4.23	27	1996	4.18
8	1977	2.37	28	1997	3.16
9	1978	2.25	29	1998	3.03
10	1979	2.88	30	1999	3.91
11	1980	3.18	31	2000	3.02
12	1981	3.71	32	2001	2.76
13	1982	2.16	33	2002	3.17
14	1983	1.55	34	2003	5.40
15	1984	2.00	35	2004	5.69
16	1985	1.63	36	2005	1.99
17	1986	1.50	37	2006	0.80
18	1987	2.68	38	2007	6.23
19	1988	3.33	39	2008	1.02
20	1989	2.60			

Çizelge B.2 : 21-211 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-211					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1970	3.77	21	1990	3.70
2	1971	3.74	22	1991	4.36
3	1972	3.80	23	1992	4.36
4	1973	4.40	24	1993	5.82
5	1974	1.71	25	1994	3.80
6	1975	4.01	26	1995	3.57
7	1976	4.90	27	1996	5.61
8	1977	3.80	28	1997	4.92
9	1978	3.55	29	1998	5.04
10	1979	3.80	30	1999	4.90
11	1980	3.87	31	2000	3.24
12	1981	2.29	32	2001	2.79
13	1982	3.46	33	2002	2.99
14	1983	3.65	34	2003	4.20
15	1984	2.45	35	2004	3.60
16	1985	2.15	36	2005	2.50
17	1986	2.40	37	2006	0.76
18	1987	3.37	38	2007	3.59
19	1988	4.60	39	2008	2.84
20	1989	3.79			

Çizelge B.3 : 21-215 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-215					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1973	12.30	19	1991	12.50
2	1974	13.80	20	1992	14.04
3	1975	14.50	21	1993	22.25
4	1976	18.80	22	1994	6.16
5	1977	14.80	23	1995	10.40
6	1978	12.63	24	1996	18.72
7	1979	15.10	25	1997	11.62
8	1980	13.00	26	1998	11.00
9	1981	14.71	27	1999	13.59
10	1982	13.20	28	2000	6.71
11	1983	16.43	29	2001	7.06
12	1984	9.80	30	2002	7.00
13	1985	8.88	31	2003	13.94
14	1986	9.35	32	2004	12.31
15	1987	13.58	33	2005	14.94
16	1988	16.17	34	2006	13.60
17	1989	13.50	35	2007	16.77
18	1990	12.73	36	2008	6.82

Çizelge B.4 : 21-217 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-217					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1962	1.10	25	1986	0.91
2	1963	0.91	26	1987	1.13
3	1964	0.80	27	1988	1.31
4	1965	1.10	28	1989	1.34
5	1966	1.01	29	1990	0.63
6	1967	0.92	30	1991	1.18
7	1968	1.30	31	1992	1.18
8	1969	1.07	32	1993	1.78
9	1970	1.01	33	1994	1.12
10	1971	0.78	34	1995	1.28
11	1972	0.88	35	1996	0.72
12	1973	1.30	36	1997	1.06
13	1974	0.58	37	1998	0.69
14	1975	0.60	38	1999	1.11
15	1976	1.62	39	2000	0.56
16	1977	1.64	40	2001	0.28
17	1978	1.64	41	2002	0.28
18	1979	1.46	42	2003	0.20
19	1980	1.64	43	2004	0.40
20	1981	1.63	44	2005	0.37
21	1982	1.38	45	2006	0.56
22	1983	1.34	46	2007	0.81
23	1984	0.98	47	2008	0.08
24	1985	1.01			

Çizelge B.5 : 21-223 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-223					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1973	12.90	19	1991	11.07
2	1974	12.40	20	1992	13.45
3	1975	13.50	21	1993	19.11
4	1976	13.70	22	1994	13.11
5	1977	9.50	23	1995	15.50
6	1978	8.90	24	1996	15.98
7	1979	14.19	25	1997	12.34
8	1980	10.48	26	1998	11.71
9	1981	11.04	27	1999	10.90
10	1982	9.74	28	2000	10.41
11	1983	13.89	29	2001	7.72
12	1984	10.70	30	2002	8.64
13	1985	8.60	31	2003	11.67
14	1986	9.04	32	2004	12.03
15	1987	12.76	33	2005	7.99
16	1988	14.20	34	2006	8.86
17	1989	11.18	35	2007	11.51
18	1990	9.68	36	2008	8.27

Çizelge B.6 : 21-225 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-225					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1958	39.00	25	1982	43.00
2	1959	36.00	26	1983	44.70
3	1960	30.00	27	1984	36.57
4	1961	29.00	28	1985	36.00
5	1962	35.00	29	1986	49.26
6	1963	27.00	30	1987	50.00
7	1964	24.00	31	1988	47.60
8	1965	23.00	32	1989	37.60
9	1966	29.00	33	1990	28.54
10	1967	29.00	34	1991	43.00
11	1968	32.29	35	1992	43.90
12	1969	37.43	36	1993	59.14
13	1970	29.83	37	1994	29.80
14	1971	31.50	38	1995	31.20
15	1972	31.40	39	1996	53.00
16	1973	34.73	40	1997	41.63
17	1974	30.96	41	1998	38.87
18	1975	41.00	42	1999	40.80
19	1976	48.49	43	2000	29.30
20	1977	50.40	44	2001	29.06
21	1978	51.00	45	2002	30.21
22	1979	54.00	46	2003	45.00
23	1980	51.57	47	2004	45.30
24	1981	53.20	48	2005	42.56

Çizelge B.7 : 21-231 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-231					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1958	34.29	27	1984	36.86
2	1959	33.00	28	1985	34.77
3	1960	34.80	29	1986	34.00
4	1961	29.00	30	1987	44.60
5	1962	26.43	31	1988	44.00
6	1963	29.00	32	1989	37.03
7	1964	22.29	33	1990	28.45
8	1965	22.00	34	1991	37.00
9	1966	28.14	35	1992	40.60
10	1967	25.00	36	1993	49.29
11	1968	27.00	37	1994	35.47
12	1969	31.71	38	1995	37.77
13	1970	29.30	39	1996	41.19
14	1971	29.01	40	1997	33.50
15	1972	34.57	41	1998	32.77
16	1973	37.82	42	1999	25.80
17	1974	37.12	43	2000	24.89
18	1975	35.14	44	2001	20.83
19	1976	45.00	45	2002	20.94
20	1977	34.47	46	2003	27.86
21	1978	34.00	47	2004	29.50
22	1979	38.50	48	2005	30.70
23	1980	37.60	49	2006	34.69
24	1981	43.70	50	2007	35.69
25	1982	37.00	51	2008	20.21
26	1983	44.69			

Çizelge B.8 : 21-233 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-233					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1970	15.40	21	1990	15.34
2	1971	14.03	22	1991	15.60
3	1972	14.63	23	1992	14.20
4	1973	16.70	24	1993	21.09
5	1974	14.86	25	1994	19.86
6	1975	15.46	26	1995	15.43
7	1976	14.74	27	1996	18.26
8	1977	16.79	28	1997	16.09
9	1978	17.34	29	1998	7.80
10	1979	18.33	30	1999	11.74
11	1980	14.50	31	2000	11.00
12	1981	21.14	32	2001	11.47
13	1982	20.60	33	2002	9.65
14	1983	20.94	34	2003	13.17
15	1984	16.83	35	2004	16.94
16	1985	15.97	36	2005	13.30
17	1986	14.80	37	2006	14.04
18	1987	23.87	38	2007	17.70
19	1988	29.36	39	2008	11.74
20	1989	18.48			

Çizelge B.9 : 21-235 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-235					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1986	1.12	13	1998	1.36
2	1987	1.60	14	1999	1.12
3	1988	1.63	15	2000	1.65
4	1989	1.74	16	2001	1.32
5	1990	1.50	17	2002	1.55
6	1991	1.84	18	2003	1.84
7	1992	1.62	19	2004	1.44
8	1993	2.30	20	2005	1.90
9	1994	2.06	21	2006	1.94
10	1995	2.56	22	2007	2.14
11	1996	1.98	23	2008	1.69
12	1997	1.58			

Çizelge B.10 : 21-419 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-419					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1985	2.32	13	1997	1.07
2	1986	2.17	14	1998	1.39
3	1987	2.66	15	1999	1.26
4	1988	2.92	16	2000	1.11
5	1989	2.23	17	2001	1.11
6	1990	2.12	18	2002	1.10
7	1991	1.27	19	2003	1.92
8	1992	1.66	20	2004	2.26
9	1993	2.01	21	2005	2.16
10	1994	1.62	22	2006	2.13
11	1995	2.00	23	2007	2.18
12	1996	1.86	24	2008	1.21

Çizelge B.11 : 21-497 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-497					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1986	1.40	13	1998	0.45
2	1987	1.90	14	1999	0.82
3	1988	2.11	15	2000	0.18
4	1989	2.07	16	2001	0.16
5	1990	1.39	17	2002	0.33
6	1991	1.06	18	2003	0.63
7	1992	1.81	19	2004	0.68
8	1993	2.51	20	2005	0.94
9	1994	0.90	21	2006	1.23
10	1995	0.12	22	2007	1.44
11	1996	0.93	23	2008	0.27
12	1997	0.68			

Çizelge B.12 : 21-931 istasyonu için 7 günlük minimum akım değeri.

21-931					
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)
1	1994	2.18	9	2002	1.40
2	1995	3.19	10	2003	2.49
3	1996	4.07	11	2004	2.82
4	1997	1.60	12	2005	1.23
5	1998	2.05	13	2006	2.09
6	1999	1.76	14	2007	3.66
7	2000	1.45	15	2008	0.73
8	2001	0.70	9	2002	1.40

EK C

Çizelge C. 1 : 21-205 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-205							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2006	0.80	40.0000	21	1991	2.91	1.9048
2	2008	1.02	20.0000	22	2000	3.02	1.8182
3	1995	1.16	13.3333	23	1998	3.03	1.7391
4	1986	1.50	10.0000	24	1974	3.07	1.6667
5	1983	1.55	8.0000	25	1997	3.16	1.6000
6	1985	1.63	6.6667	26	2002	3.17	1.5385
7	1994	1.69	5.7143	27	1980	3.18	1.4815
8	2005	1.99	5.0000	28	1973	3.21	1.4286
9	1972	2.00	4.4444	29	1992	3.32	1.3793
10	1984	2.00	4.0000	30	1988	3.33	1.3333
11	1970	2.02	3.6364	31	1975	3.60	1.2903
12	1971	2.02	3.3333	32	1981	3.71	1.2500
13	1982	2.16	3.0769	33	1999	3.91	1.2121
14	1978	2.25	2.8571	34	1996	4.18	1.1765
15	1977	2.37	2.6667	35	1976	4.23	1.1429
16	1989	2.60	2.5000	36	2003	5.40	1.1111
17	1990	2.60	2.3529	37	2004	5.69	1.0811
18	1987	2.68	2.2222	38	1993	6.11	1.0526
19	2001	2.76	2.1053	39	2007	6.23	1.0256
20	1979	2.88	2.0000				

Çizelge C. 2 : 21-211 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-211							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2006	0.76	40.0000	21	1970	3.77	1.9048
2	1974	1.71	20.0000	22	1989	3.79	1.8182
3	1985	2.15	13.3333	23	1994	3.80	1.7391
4	1981	2.29	10.0000	24	1979	3.80	1.6667
5	1986	2.40	8.0000	25	1972	3.80	1.6000
6	1984	2.45	6.6667	26	1977	3.80	1.5385
7	2005	2.50	5.7143	27	1980	3.87	1.4815
8	2001	2.79	5.0000	28	1975	4.01	1.4286
9	2008	2.84	4.4444	29	2003	4.20	1.3793
10	2002	2.99	4.0000	30	1991	4.36	1.3333
11	2000	3.24	3.6364	31	1992	4.36	1.2903
12	1987	3.37	3.3333	32	1973	4.40	1.2500
13	1982	3.46	3.0769	33	1988	4.60	1.2121
14	1978	3.55	2.8571	34	1976	4.90	1.1765
15	1995	3.57	2.6667	35	1999	4.90	1.1429
16	2007	3.59	2.5000	36	1997	4.92	1.1111
17	2004	3.60	2.3529	37	1998	5.04	1.0811
18	1983	3.65	2.2222	38	1996	5.61	1.0526
19	1990	3.70	2.1053	39	1993	5.82	1.0256
20	1971	3.74	2.0000				

Çizelge C. 3 : 21-215 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-215							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1994	6.16	37.0000	19	1989	13.50	1.9474
2	2000	6.71	18.5000	20	1987	13.58	1.8500
3	2008	6.82	12.3333	21	1999	13.59	1.7619
4	2002	7.00	9.2500	22	2006	13.60	1.6818
5	2001	7.06	7.4000	23	1974	13.80	1.6087
6	1985	8.88	6.1667	24	2003	13.94	1.5417
7	1986	9.35	5.2857	25	1992	14.04	1.4800
8	1984	9.80	4.6250	26	1975	14.50	1.4231
9	1995	10.40	4.1111	27	1981	14.71	1.3704
10	1998	11.00	3.7000	28	1977	14.80	1.3214
11	1997	11.62	3.3636	29	2005	14.94	1.2759
12	1973	12.30	3.0833	30	1979	15.10	1.2333
13	2004	12.31	2.8462	31	1988	16.17	1.1935
14	1991	12.50	2.6429	32	1983	16.43	1.1563
15	1978	12.63	2.4667	33	2007	16.77	1.1212
16	1990	12.73	2.3125	34	1996	18.72	1.0882
17	1980	13.00	2.1765	35	1976	18.80	1.0571
18	1982	13.20	2.0556	36	1993	22.25	1.0278

Çizelge C. 4 : 21-217 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-217							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2008	0.08	48.0000	25	1997	1.06	1.9200
2	2003	0.20	24.0000	26	1969	1.07	1.8462
3	2001	0.28	16.0000	27	1962	1.10	1.7778
4	2002	0.28	12.0000	28	1965	1.10	1.7143
5	2005	0.37	9.6000	29	1999	1.11	1.6552
6	2004	0.40	8.0000	30	1994	1.12	1.6000
7	2006	0.56	6.8571	31	1987	1.13	1.5484
8	2000	0.56	6.0000	32	1992	1.18	1.5000
9	1974	0.58	5.3333	33	1991	1.18	1.4545
10	1975	0.60	4.8000	34	1995	1.28	1.4118
11	1990	0.63	4.3636	35	1968	1.30	1.3714
12	1998	0.69	4.0000	36	1973	1.30	1.3333
13	1996	0.72	3.6923	37	1988	1.31	1.2973
14	1971	0.78	3.4286	38	1989	1.34	1.2632
15	1964	0.80	3.2000	39	1983	1.34	1.2308
16	2007	0.81	3.0000	40	1982	1.38	1.2000
17	1972	0.88	2.8235	41	1979	1.46	1.1707
18	1986	0.91	2.6667	42	1976	1.62	1.1429
19	1963	0.91	2.5263	43	1981	1.63	1.1163
20	1967	0.92	2.4000	44	1980	1.64	1.0909
21	1984	0.98	2.2857	45	1977	1.64	1.0667
22	1985	1.01	2.1818	46	1978	1.64	1.0435
23	1970	1.01	2.0870	47	1993	1.78	1.0213
24	1966	1.01	2.0000				

Çizelge C. 5 : 21-223 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-223							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2001	7.72	37.0000	19	2007	11.51	1.9474
2	2005	7.99	18.5000	20	2003	11.67	1.8500
3	2008	8.27	12.3333	21	1998	11.71	1.7619
4	1985	8.60	9.2500	22	2004	12.03	1.6818
5	2002	8.64	7.4000	23	1997	12.34	1.6087
6	2006	8.86	6.1667	24	1974	12.40	1.5417
7	1978	8.90	5.2857	25	1987	12.76	1.4800
8	1986	9.04	4.6250	26	1973	12.90	1.4231
9	1977	9.50	4.1111	27	1994	13.11	1.3704
10	1990	9.68	3.7000	28	1992	13.45	1.3214
11	1982	9.74	3.3636	29	1975	13.50	1.2759
12	2000	10.41	3.0833	30	1976	13.70	1.2333
13	1980	10.48	2.8462	31	1983	13.89	1.1935
14	1984	10.70	2.6429	32	1979	14.19	1.1563
15	1999	10.90	2.4667	33	1988	14.20	1.1212
16	1981	11.04	2.3125	34	1995	15.50	1.0882
17	1991	11.07	2.1765	35	1996	15.98	1.0571
18	1989	11.18	2.0556	36	1993	19.11	1.0278

Çizelge C. 6 : 21-225 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-225							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1965	23.00	49.0000	25	1989	37.60	1.9600
2	1964	24.00	24.5000	26	1998	38.87	1.8846
3	1963	27.00	16.3333	27	1958	39.00	1.8148
4	1990	28.54	12.2500	28	1999	40.80	1.7500
5	1961	29.00	9.8000	29	1975	41.00	1.6897
6	1966	29.00	8.1667	30	1997	41.63	1.6333
7	1967	29.00	7.0000	31	2005	42.56	1.5806
8	2001	29.06	6.1250	32	1982	43.00	1.5313
9	2000	29.30	5.4444	33	1991	43.00	1.4848
10	1994	29.80	4.9000	34	1992	43.90	1.4412
11	1970	29.83	4.4545	35	1983	44.70	1.4000
12	1960	30.00	4.0833	36	2003	45.00	1.3611
13	2002	30.21	3.7692	37	2004	45.30	1.3243
14	1974	30.96	3.5000	38	1988	47.60	1.2895
15	1995	31.20	3.2667	39	1976	48.49	1.2564
16	1972	31.40	3.0625	40	1986	49.26	1.2250
17	1971	31.50	2.8824	41	1987	50.00	1.1951
18	1968	32.29	2.7222	42	1977	50.40	1.1667
19	1973	34.73	2.5789	43	1978	51.00	1.1395
20	1962	35.00	2.4500	44	1980	51.57	1.1136
21	1959	36.00	2.3333	45	1996	53.00	1.0889
22	1985	36.00	2.2273	46	1981	53.20	1.0652
23	1984	36.57	2.1304	47	1979	54.00	1.0426
24	1969	37.43	2.0417	48	1993	59.14	1.0208

Çizelge C. 7 : 21-231 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-231							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2008	20.21	52.0000	27	1977	34.47	1.9259
2	2001	20.83	26.0000	28	1972	34.57	1.8571
3	2002	20.94	17.3333	29	2006	34.69	1.7931
4	1965	22.00	13.0000	30	1985	34.77	1.7333
5	1964	22.29	10.4000	31	1960	34.80	1.6774
6	2000	24.89	8.6667	32	1975	35.14	1.6250
7	1967	25.00	7.4286	33	1994	35.47	1.5758
8	1999	25.80	6.5000	34	2007	35.69	1.5294
9	1962	26.43	5.7778	35	1984	36.86	1.4857
10	1968	27.00	5.2000	36	1982	37.00	1.4444
11	2003	27.86	4.7273	37	1991	37.00	1.4054
12	1966	28.14	4.3333	38	1989	37.03	1.3684
13	1990	28.45	4.0000	39	1974	37.12	1.3333
14	1961	29.00	3.7143	40	1980	37.60	1.3000
15	1963	29.00	3.4667	41	1995	37.77	1.2683
16	1971	29.01	3.2500	42	1973	37.82	1.2381
17	1970	29.30	3.0588	43	1979	38.50	1.2093
18	2004	29.50	2.8889	44	1992	40.60	1.1818
19	2005	30.70	2.7368	45	1996	41.19	1.1556
20	1969	31.71	2.6000	46	1981	43.70	1.1304
21	1998	32.77	2.4762	47	1988	44.00	1.1064
22	1959	33.00	2.3636	48	1987	44.60	1.0833
23	1997	33.50	2.2609	49	1983	44.69	1.0612
24	1978	34.00	2.1667	50	1976	45.00	1.0400
25	1986	34.00	2.0800	51	1993	49.29	1.0196
26	1958	34.29	2.0000				

Çizelge C. 8 : 21-233 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-233							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1998	7.80	40.0000	21	1991	15.60	1.9048
2	2002	9.65	20.0000	22	1985	15.97	1.8182
3	2000	11.00	13.3333	23	1997	16.09	1.7391
4	2001	11.47	10.0000	24	1973	16.70	1.6667
5	1999	11.74	8.0000	25	1977	16.79	1.6000
6	2008	11.74	6.6667	26	1984	16.83	1.5385
7	2003	13.17	5.7143	27	2004	16.94	1.4815
8	2005	13.30	5.0000	28	1978	17.34	1.4286
9	1971	14.03	4.4444	29	2007	17.70	1.3793
10	2006	14.04	4.0000	30	1996	18.26	1.3333
11	1992	14.20	3.6364	31	1979	18.33	1.2903
12	1980	14.50	3.3333	32	1989	18.48	1.2500
13	1972	14.63	3.0769	33	1994	19.86	1.2121
14	1976	14.74	2.8571	34	1982	20.60	1.1765
15	1986	14.80	2.6667	35	1983	20.94	1.1429
16	1974	14.86	2.5000	36	1993	21.09	1.1111
17	1990	15.34	2.3529	37	1981	21.14	1.0811
18	1970	15.40	2.2222	38	1987	23.87	1.0526
19	1995	15.43	2.1053	39	1988	29.36	1.0256
20	1975	15.46	2.0000				

Çizelge C. 9 : 21-235 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-235							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1986	1.12	24.0000	13	2008	1.69	1.8462
2	1999	1.12	12.0000	14	1989	1.74	1.7143
3	2001	1.32	8.0000	15	1991	1.84	1.6000
4	1998	1.36	6.0000	16	2003	1.84	1.5000
5	2004	1.44	4.8000	17	2005	1.90	1.4118
6	1990	1.50	4.0000	18	2006	1.94	1.3333
7	2002	1.55	3.4286	19	1996	1.98	1.2632
8	1997	1.58	3.0000	20	1994	2.06	1.2000
9	1987	1.60	2.6667	21	2007	2.14	1.1429
10	1992	1.62	2.4000	22	1993	2.30	1.0909
11	1988	1.63	2.1818	23	1995	2.56	1.0435
12	2000	1.65	2.0000				

Çizelge C. 10 : 21-419 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-419							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1997	1.07	25.0000	13	1995	2.00	1.9231
2	2002	1.10	12.5000	14	1993	2.01	1.7857
3	2000	1.11	8.3333	15	1990	2.12	1.6667
4	2001	1.11	6.2500	16	2006	2.13	1.5625
5	2008	1.21	5.0000	17	2005	2.16	1.4706
6	1999	1.26	4.1667	18	1986	2.17	1.3889
7	1991	1.27	3.5714	19	2007	2.18	1.3158
8	1998	1.39	3.1250	20	1989	2.23	1.2500
9	1994	1.62	2.7778	21	2004	2.26	1.1905
10	1992	1.66	2.5000	22	1985	2.32	1.1364
11	1996	1.86	2.2727	23	1987	2.66	1.0870
12	2003	1.92	2.0833	24	1988	2.92	1.0417

Çizelge C. 11 : 21-497 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-497							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	1995	0.12	24.0000	13	2005	0.94	1.8462
2	2001	0.16	12.0000	14	1991	1.06	1.7143
3	2000	0.18	8.0000	15	2006	1.23	1.6000
4	2008	0.27	6.0000	16	1990	1.39	1.5000
5	2002	0.33	4.8000	17	1986	1.40	1.4118
6	1998	0.45	4.0000	18	2007	1.44	1.3333
7	2003	0.63	3.4286	19	1992	1.81	1.2632
8	1997	0.68	3.0000	20	1987	1.90	1.2000
9	2004	0.68	2.6667	21	1989	2.07	1.1429
10	1999	0.82	2.4000	22	1988	2.11	1.0909
11	1994	0.90	2.1818	23	1993	2.51	1.0435
12	1996	0.93	2.0000				

Çizelge C. 12 : 21-931 istasyonu için yıl içi debi frekans çizelgesi.

21-931							
Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)	Sıra	Yıl	Akım (m^3/s)	T(weibul)
1	2001	0.70	16.0000	9	2006	2.09	1.7778
2	2008	0.73	8.0000	10	1994	2.18	1.6000
3	2005	1.23	5.3333	11	2003	2.49	1.4545
4	2002	1.40	4.0000	12	2004	2.82	1.3333
5	2000	1.45	3.2000	13	1995	3.19	1.2308
6	1997	1.60	2.6667	14	2007	3.66	1.1429
7	1999	1.76	2.2857	15	1996	4.07	1.0667
8	1998	2.05	2.0000				



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Farrokh MAHNAMFAR

Doğum Yeri ve Tarihi: İRAN (SHABESTAR) 1983/02/16

Adres: Şeyh Mahmut Cad.- Bahuner Sok.- No. 183- Şabestar -İran

E-Posta: mahnam668@yahoo.com

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

Mesleki Deneyim ve Ödüller: Karun 4 baraji (Iran Water & Power Resources Development Company) – Gavshan tüneli (JTMA Company-İRAN) – hidroelektrik santralleri (IRAN Water & Power Resources Development Company)