

DÜŞÜK AKIM HİDROLOJİSİ VE EGE BÖLGESİ UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Meteoroloji Müh. Serpil Dilek DURAK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 30.05.2000

Tezin Savunulduğu Tarih: 23.06.2000

100 866

Tezin Danışmanı : Doç Dr. Bihrat ÖNÖZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Necati AĞIRALIOĞLU

Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL

HAZİRAN 2000

ÖNSÖZ

XX. yüzyılda ülkeler arasındaki ilişkilere yön veren bir etken haline gelen su kaynaklarının azalmaya başlaması, hidrolojik çalışmalarının oldukça önem kazanmasına neden olmuştur. Çevre bilincinin gittikçe artması, sulama ve içme suyu kalitesinin artırılması çalışmaları ise düşük akım hidrolojisi çalışmalarının önemini ortaya koymuştur. Su kaynakları bakımından zengin olan ve üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin, su politikasının belirlenmesi ise daha sonraki yıllarda kaliteli su bulmakta zorlanmamızın önüne geçecektir.

Tez çalışmam dolayısı ile bana sürekli yol gösteren hocam Sn. Doç. Dr. Bihrat Önöz'e ve bu konu ile ilk tanışmamı sağlayan Sn. hocam Prof. Dr. Atıl Bulu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İlk günden itibaren bana teşvik edici tavır sergileyen ve destek olan sevgili eşim Murat ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim sevgili aileme teşekkür ederim.

Haziran 2000

Serpil Dilek DURAK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv

1.GİRİŞ 1

1.1. Hidroloji Bilimi	1
1.2. Düşük Akımlar ve Su Kaynakları	1
1.3. Düşük Akım Veri Analizi	2
1.4. Bölgesel Düşük Akım Analizi	4
1.5. Dünyada Düşük Akım Çalışmaları	4
1.6. Çalışmanın Amacı	5

2. DÜŞÜK AKIMLARIN İSTATİSTİK ANALİZİ 7

2.1. Giriş	7
2.2. Parametrelerin Özellikleri	7
2.2.1. Ortalama	8
2.2.2. Yayılım Parametreleri	8
2.2.3. Çarpıklık Katsayısı	9
2.2.4. L-Momentleri	9
2.3. Olasılık Dağılım Fonksiyonları	11
2.3.1. Normal Dağılım	11
2.3.2. Lognormal Dağılım	12
2.3.3. Weibull Dağılımı	13
2.3.4. Üniiform Dağılım	14
2.3.5. Üstel Dağılım	15
2.4. Dağılımların Parametrelerinin Tahmini	16
2.4.1. Normal Dağılım	17
2.4.1.1. Momentler Yöntemi	17

2.4.1.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi	17
2.4.1.3. L-Momentler Yöntemi	17
2.4.2. Lognormal Dağılım	17
2.4.2.1. Momentler Yöntemi	17
2.4.2.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi	18
2.4.3. Weibull Dağılımı	18
2.4.3.1. Momentler Yöntemi	18
2.4.3.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi	19
2.4.3.3. L-Momentler Yöntemi	19
2.4.4. Üniorm Dağılım	20
2.4.5. Üstel Dağılım	20
2.4.5.1. L-Momentler Yöntemi	20
3. OLASILIK DAĞILIMI İLE İLGİLİ TESTLER	22
3.1. Giriş	22
3.2. Ki-Kare (X^2) Testi	22
3.3. Kolgomorov-Smirnov (K-S) Testi	23
3.4. Olasılık Çizgisi Korelasyon Tesi (PPCC)	24
3.4.1. Normal ve Lognormal Dağılım	24
3.4.2. Weibull Dağılımı	26
3.4.3. Üniorm Dağılımı	27
3.4.4. Üstel Dağılım	28
3.5. L-Moment Diyagramları	30
4. DÜŞÜK AKIM ANALİZİ VE EGE BÖLGESİ UYGULAMASI	31
4.1. Giriş	31
4.2. Hidrolojik Analiz	33
4.3. İstatistik Analiz	39
4.4. Olasılık Dağılımları Testi	50
4.5. Bölgesel Analiz	63
4.6. Olasılık Dağılımları ile Tahminler	80
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	85

KAYNAKLAR

87

EKLER

90

ÖZGEÇMİŞ

138



KISALTMALAR

e.d.f.	: Eklenik dağılım fonksiyonu
K-S	: Kolmogorov-Smirnov
LN	: Lognormal dağılım
LN2	: 2- parametrelili lognormal dağılım
MOM	: Momentler yöntemi
N	: Veri sayısı
o.y.f.	: Olasılık yoğunluk fonksiyonu
POT	: Peak Over Threshold
PPCC	: Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı
PWM	: Olasılık Ağırlık Momentleri (Probability Weighted Moments)
s.d.	: Serbestlik derecesi
W2	: 2-parametrelili Weibull dağılımı
W3	: 3-parametrelili Weibull dağılımı

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Normal Dağılım Hipotezi İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı Testindeki Kritik Değerleri	25
Tablo 3.2. İki Parametrelili Weibull Dağılımı İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı r 'nin $[1000(1-r)]$ Şeklindeki Kritik Değerleri	26
Tablo 3.3. Üniorm Dağılım İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı r 'nin $[1000(1-r)]$ Şeklindeki Kritik Değerleri	28
Tablo 4.1. Gediz Havzasında Verileri Kullanılan İstasyonların Bazı Özellikleri	32
Tablo 4.2. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarında Verileri Kullanılan İstasyonların Bazı Özellikleri	33
Tablo 4.3. 509 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	35
Tablo 4.4. 510 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	34
Tablo 4.5. 515 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	34
Tablo 4.6. 515 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	34
Tablo 4.7. 523 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	35
Tablo 4.8. 524 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	35
Tablo 4.9. 525 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	35
Tablo 4.10. 601 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	36
Tablo 4.11. 701 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	36
Tablo 4.12. 703 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	36
Tablo 4.13. 713 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	37
Tablo 4.14. 726 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	37
Tablo 4.15. 728 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	37
Tablo 4.16. 730 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	38
Tablo 4.17. 731 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	38
Tablo 4.18. 732 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri	38

Tablo 4.19. 509 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	39
Tablo 4.20. 510 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	39
Tablo 4.21. 514 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	40
Tablo 4.22. 515 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	40
Tablo 4.23. 523 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	40
Tablo 4.24. 524 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	41
Tablo 4.25. 525 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	41
Tablo 4.26. 601 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	41
Tablo 4.27. 701 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	42
Tablo 4.28. 703 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	42
Tablo 4.29. 713 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	42
Tablo 4.30. 726 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	43
Tablo 4.31. 728 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	43
Tablo 4.32. 730 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	43
Tablo 4.33. 731 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	44
Tablo 4.34. 732 Nolu İstasyonun İstatistikleri.....	44
Tablo 4.35. 509 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	45
Tablo 4.36. 510 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	45
Tablo 4.37. 514 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	46
Tablo 4.38. 515 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	46
Tablo 4.39. 523 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	46
Tablo 4.40. 524 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	47
Tablo 4.41. 525 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	47
Tablo 4.42. 601 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	47
Tablo 4.43. 701 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	48
Tablo 4.44. 703 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	48
Tablo 4.45. 713 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	48
Tablo 4.46. 726 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	49
Tablo 4.47. 728 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	49
Tablo 4.48. 730 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	49
Tablo 4.49. 731 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	50
Tablo 4.50. 732 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.....	50
Tablo 4.51. Gediz Havzasındaki İstasyonların 1-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.....	58
Tablo 4.52. Gediz Havzasındaki İstasyonların 3-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.....	58
Tablo 4.53. Gediz Havzasındaki İstasyonların 7-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.....	59
Tablo 4.54. Gediz Havzasındaki İstasyonların 10-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.....	59
Tablo 4.55. Gediz Havzasındaki İstasyonların 30-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.....	60
Tablo 4.56. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 1-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC test istatistikleri.....	60
Tablo 4.57. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 3-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC test istatistikleri.....	61
Tablo 4.58. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 7-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC test istatistikleri.....	61
Tablo 4.59. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 10-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC test istatistikleri.....	62

Tablo 4.60. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 30-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC test istatistikleri.	63
Tablo 4.61. Gediz Havzası 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	67
Tablo 4.62. Gediz Havzası 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	67
Tablo 4.63. Gediz Havzası 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	68
Tablo 4.64. Gediz Havzası 10-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	68
Tablo 4.65. Gediz Havzası 30-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	69
Tablo 4.66. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	72
Tablo 4.67. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	73
Tablo 4.68. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	73
Tablo 4.69. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 10-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	74
Tablo 4.70. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 30-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.	74
Tablo 4.71. 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.....	78
Tablo 4.72. 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.....	78
Tablo 4.73. 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.....	79
Tablo 4.74. 10-günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.....	79
Tablo 4.75. 30-günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC test İstatistikleri.....	80
Tablo 4.76. 7-günlük Düşük Akımlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıklarında Weibull2 Dağılımı Kullanılarak Yapılan Tahminler	82
Tablo 4.77. 7-günlük Düşük Akımlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıklarında Üstel Dağılım Kullanılarak Yapılan Tahminler	84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Üniform Dağılımın Olasılık Yoğunluk ve Eklenik Dağılım Fonksiyonu	16
Şekil 3.1. Üstel Dağılım İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı r 'nin Çeşitli Anlamlılık Düzeyleri İçin Kritik Değerleri.....	29
Şekil 3.2. L-Moment diyagramı	30
Şekil 4.1. Gediz Havzası ve K.Menderes Havzasında verileri kullanılan istasyonlar	31
Şekil 4.2. Büyük Menderes Havzalarında Verileri Kullanılan İstasyonlar	32
Şekil 4.3. Gediz Havzası İstasyonları 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	51
Şekil 4.4. Gediz Havzası İstasyonları 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	51
Şekil 4.5. Gediz Havzası İstasyonları 7- Günlük Düşük akımların L-Diyagramı.....	52
Şekil 4.6. Gediz Havzası İstasyonları 10-Günlük Düşük akımların L-Diyagramı.....	53
Şekil 4.7. Gediz Havzası İstasyonları 30-Günlük Düşük akımların L-Diyagramı.....	53
Şekil 4.8. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası İstasyonları 1-Günlük Düşük Akımlarının L-Diyagramı	54
Şekil 4.9. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 3- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı	55
Şekil 4.10. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası İstasyonları 7- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı	55
Şekil 4.11. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası İstasyonları 10- Günlük Düşük Akımlarının L-Diyagramı	56
Şekil 4.12. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası İstasyonları 30- Günlük Düşük Akımlarının L-Diyagramı	57
Şekil 4.13. Üniform Dağılım Eğrileri	64
Şekil 4.14. Gediz Havzası 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	64
Şekil 4.15. Gediz Havzası 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	65
Şekil 4.16. Gediz Havzası 7- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	65
Şekil 4.17. Gediz Havzası 10- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	66
Şekil 4.18. Gediz Havzası 30- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.....	66
Şekil 4.19. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	70
Şekil 4.20. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	70
Şekil 4.21. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası 7- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	71
Şekil 4.22. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası 10- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	71
Şekil 4.23. Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzası 30- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	73
Şekil 4.24. 1-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	75

Şekil 4.25. 3-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	76
Şekil 4.26. 7-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	76
Şekil 4.27. 10-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	77
Şekil 4.28. 30-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı	77



SEMBOL LİSTESİ

μ_x	: Rastgele değişkeninin ortalamasının toplum değeri
α	: Şekil parametresi
σ_x	: Standart sapmanın toplum değeri
λ	: L-momenti
C_{sx}	: Çarpıklık katsayısı
C_{vx}	: Değişim (varyasyon) katsayısı
$f(x)$	: Olasılık dağılım fonksiyonu
$F(x)$	: Eklenik dağılım fonksiyonu
$Q_{7,10}$	: 10 yıl periyotta görülen yıllık 7 günlük ortalama düşük akım
r	: Olasılık çizgisi korelasyon katsayısı test istatistiği (PPCC)
χ^2	: Ki-kare test istatistiği

DÜŞÜK AKIM HİDROLOJİSİ VE EGE BÖLGESİ'NE UYGULAMASI

ÖZET

İnsanoğlunun hidrolojiye olan ilgisi Milattan Önce (M.Ö.) 3000'li yıllara dayanmaktadır. Bunun nedeni ise ilkçağlardan beri insanların yerleşim alanı olarak akarsu çevrelerini seçmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu bölgeler çevresindeki toprakların verimli olması böyle bir tercih yapılmasına neden olmuş, ancak bu akarsularda zaman zaman meydana gelen taşkınlar insanların çeşitli araştırmalar yapmalarına neden olmuştur. Günümüzde ise su kaynakları ülkeler arasında gerginlik ya da savaş çıkmasına kadar giden kötü ilişkilere neden olmaktadır. Su kaynaklarının iyi kullanılmaması sonucu önümüzdeki 10-20 yıl sürecinde su kaynaklarının tükeneyeceği ve bu yüzden ülkeler arasında bir çok savaş çıkacağı tahmin edilmektedir. Bir akarsudaki akım değerleri yılın belli zamanlarında çok düşük değerler alabildiği gibi bazen de kuruyabilmektedir. Bu genellikle sulamanın önemli olduğu yaz aylarında meydana gelir. Aynı zamanda düşük akım dönemlerinde atık suların yüzeysel sulara verilmesinde seyrelme bakımından önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Son yıllarda çevre bilincinin artması ve yaşam kalitesinin yükselmesiyle düşük akım çalışmaları önem kazanmaya başlamıştır.

Yaz aylarında Ege Bölgesinde oldukça yoğun bir şekilde düşük akım, hatta sıfır akım görülmekte ve akarsuların bir çoğu kurumaktadır. Sulama, çevre ve su kalitesi için önemli olan bu durum nedeniyle, bu bölgede bulunan Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarında yer alan istasyonlarda yapılan ölçümlerden faydalanarak düşük akım çalışması yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan istasyonlar belirlenirken veri uzunluğu, baraj etkisi olup olmadığı dikkate alınmıştır. İlk etapta istasyonlarda ölçülen akım değerlerinin 1, 3, 7, 10 ve 30- günlük düşük akım değerleri belirlenmiştir. Belirlenen düşük akım değerlerine hidrolojik analizde ilk adımı olan, debi süreklilik çizgileri çizilerek, düşük akım göstergesi olan Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} debileri bu eğrilerden okunmuştur. İstasyonlarda ölçülen akım değerlerinden oluşturulan, düşük akım değerlerinin istatistik özelliklerini yansıtan ortalama, standart sapma ve çarpıklık katsayısı, L_1 ve L_2 momentleri hesaplanmıştır. Bu düşük akım değerlerine, düşük akım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan 2-parametrelili dağılımlardan lognormal dağılım, Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım uydurulmaya çalışılmıştır. Bu dağılımların parametreleri çeşitli istatistik yöntemler ile hesaplanmıştır. Havzalara uygulanan bu dağılımların uygunluğu ise, oldukça etkin sonuçlar veren L-diyagramları ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı Testi ile araştırılmıştır. Her iki yöntem ile yapılan test sonuçlarının birbirini genellikle desteklediği görülmüştür. Bu dağılımların parametreleri

ve test sonuçları Bölüm 4’de anlatılmış ve yapılan testler sonucunda Lognormal dağılımın, Ege Bölgesinde bulunan Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarında yer alan istasyonlara genellikle uymadığı ortaya çıkmıştır. İstasyon bazında yapılan çalışmalarda, Weibull2 dağılımı ve üstel dağılımın uygun olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. İstasyonlarda yapılan testlerde genellikle üstel dağılım daha iyi sonuçlar vermektedir. İstasyonlarda elde edilen sonuçlardan faydalanarak yapılan bölgesel analiz çalışmasında ise Weibull2 dağılımı ve üstel dağılımın her ikisinin de uygun olduğu görülmüş, ancak sonuçlar birbirine çok yakın olduğundan kesin bir ayırım yapılamamıştır.

Ege Bölgesinde yer alan bu havzalar için belirlenen her iki dağılım da kullanılarak, 7-günlük düşük akımlar için 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık dönüş aralıklarında akım tahminleri yapılmıştır. Havzalarda bulunan istasyonların bir çoğunun sıfır akım içermesi nedeniyle tahminler yapılırken sıfır akım düzeltmesi yapılmıştır. Sıfır akım içeren istasyonlarda dönüş aralığı arttıkça tahmin yapılamaz duruma gelmiştir. Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım kullanılarak yapılan tahminler karşılaştırıldığında üstel dağılım ile yapılan tahminlerin Weibull2 dağılımına göre daha düşük olduğu dikkati çekmiştir.

Bu çalışmada yapılan düşük akımların tahmini neticesinde, bu istasyonların bulunduğu akarsulara ne şekilde atıkların bırakılması gerektiği, sulama ve içme suyu temininde, akarsularda doğal yaşama engel olmadan alınabilecek su miktarının belirlenerek, ekolojik denge korunmuş ve çevre kirliliğinin önüne geçilmiş olacaktır. Bu nedenle Üstel dağılım daha düşük sonuçlar vermesi nedeni ile, bu bölgede yapılacak herhangi bir projede, düşük akım değerleri için Üstel dağılımı ile yapılan tahminlerin dikkate alınması tavsiye edilebilir.

Ayrıca elde edilen debi süreklilik çizgileri de akarsuda planlanabilecek su yapıları için, zamanın yüzde 90, 95, 99’unda akarsularda bulunacak debilerin görülmesi açısından faydalı olacaktır.

LOW FLOW HYDROLOGY AND APPLICATION TO AEGEAN AREA

SUMMARY

Man has been interested in hydrology since 3000 (B.C.). This is why from the early ages mankind tended to live close to the water flowing areas, because these areas were fertile and they attracted people easily. Sometimes there were floodflows which were fatal to inhabitants and these occurrences motivated people some kind of researches. Today, water resources cause some disputes and even wars with neighboring countries. Due to mismanagement of water resources it is assumed that in 10-20 years there will be water shortage and even its results will cause war between countries. During some season of the year, flow values in the waterflow may decrease and can take very low values and also sometimes they can be even dried. This occurs especially in the summer time during which irrigation is vital for life and activities. At the mean time, in low flow periods, there are many difficulties in waste water infiltration to the ground water. Recently, with increasing environment values and life standart low flow studies gain momentum and importance.

In summer time, in Aegean side there is intensive low flow and even zero flows have been observed which cause dried waterflow. Since of irrigation, environment, and water quality management are crucial in Büyük Menderes, Küçük Menderes and Gediz watersheds, station values that located in the aforesaid watersheds have been thought for low flow studies. In the study, when selecting stations data length and dam effect criterias have been taken into account. Firstly, station recorded flow values 1, 3, 7, and 30-day low flows values are determined. After that, flow duration curves are drawn, then indicator of low flows Q_{90} , Q_{95} , Q_{99} discharges read form these curves. From the observed station values, revealing indicator features such as, mean, standart deviation, skewness L_1 and L_2 moments have been calculated. Weibull, Lognormal and Power distributions are applied to the these low flows values. Aforesaid distributions parameters are calculated according to the some kind of statistical methods. Applied distributions' goodness of fit to the models are tested with L-moment diagrams and Probability Plot Correlation Coefficient (PPCC) models which are very effective in such studies. Both methods' results support each other. Tested distributions results are explained in detail in Chapter 4 and it is found that Lognormal distribution is not applicable for the Gediz, Büyük Menderes and Küçük Menderes watersheds; whereas Weibull2 and Power distributions are appropriate for the watersheds. In station based

studies, Power distribution has more accurate results. Both Weibull 2 and Power distributions have very similar results so that there is no precise distinction between two methods.

For both watersheds using distributions for 7-day low flows 5, 10, 25, 50 and 100 return periods estimates have been made. There are some zero flow records at observed stations, so that zero flow correction has been done. As zero flow return period gets longer, estimation can not be applicable. It is observed that comparing estimates with Weibull2 and Power distributions, it is found that Power distribution gives smaller values than Weibull2 distribution.

Low flow estimates carried out through this study, are important for infiltrate on irrigation and water supply, protection of wildlife and also environmental pollution prevented. It is recommended that, since Power distribution gives smaller results, when studying low flow analysis in these areas, Power distribution estimates should be preferred.



1.GİRİŞ

1.1. Hidroloji Bilimi

İnsanoğlunun hidrolojiye olan ilgisi Milattan Önce (M.Ö.) 3000’li yıllara dayanmaktadır. Mısır kitabelerinde Nil Nehrinin taşmasına ait bilgiler göze çarpmaktadır (Linsley ve vd. 1949). Yine M.Ö. Hindistan’da yağış verilerinin alındığı bilinmektedir. Homeros, Platon ve Aristo gibi filozoflar hidrolojik çevrimi açıklamaya çalışmışlardır. Fakat hidrolojik çevrimle ilgili –günümüzde de kullanılan anlamda- ciddi çalışmalar milattan sonra 1500 li yıllarda Vinci ve Palissy gibi bilim adamları tarafından yapılmıştır.

Torricelli, Pitoti Berboulli, de Chezy, Venturi gibi araştırmacılar hidrolik alanında çalışmalar yaparak hidroloji ve hidrolik bilimlerinin karşılıklı sinerji içinde hızlı gelişmeler kaydetmesini sağlamışlardır. Hidroloji bilimi, diğer birçok bilim dalları ile etkileşim halinde disiplinlerarası bir bilimdir. Bu bilim dalları arasında matematik, fizik, kimya, meteoroloji, oşinoğrafi, istatistik, ekoloji ve jeoloji ilk akla gelenlerdir.

Hidroloji bilimi de kendi içerisinde çok farklı alanlara ayrılmaktadır; örneğin hidrometeoroloji, hidrojeoloji, limnoloji, uygulamalı hidroloji, teorik hidroloji, düşük akım hidrolojisi vb gibi çok geniş bir spektruma yayılmış bir bilim dalıdır.

Düşük akım hidrolojisi, yüzeysel akışların düşük olduğu dönemlerin rejimleriyle ilgilenir. Düşük akım dönemlerinde akarsudan ekolojik dengeyi bozmadan alınacak su miktarlarının belirlenmesi ve atık suların arıtmasız yüzeysel akışlara verilmesinde, seyrelme oranlarının belli bir değerin altına düşmemesi tahminleri düşük akım hidrolojisinin yardımıyla yapılır.

1.2. Düşük Akımlar ve Su Kaynakları

Uzun süre yağmurun mevsim normalinin altında yağması (meteorolojik kuraklık) hidrolojik kuraklığa veya düşük akımlara neden olur (Pavlovic and Vukmirovic, 1998). Bu zaman zarfında, yüzey akışları yeraltı su kaynaklarından (akifer) beslenir, debiler de normal veya tahmini değerlerin çok altında gerçekleşir.

Düşük akımlar meydana geldiğinde içme suları, endüstri ve tarım amaçlı kullanılan sular, nehir taşımacılığı ve ekosistemler olumsuz yönde etkilenir. Düşük akımlar, yüksek hava sıcaklıkları ile ilişkilendirilirler. Yüzey akışlarındaki organik bozulma oksijen kullanımını artırarak nehir yatağında anerobik koşullar meydana getirir. Bunun sonucunda sudaki bazı canlıların yaşamını güçleştirir ve hatta yok olmalarına yola açar. Nehir çevresinin estetik görünümünü bozar.

Düşük akım karakteristikleri su kaynakları ve su kalite yönetimi çalışmaları için çok önemlidir. Bu yüzden düşük akım karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Düşük akım, doğal havza koşulları veya insan aktivitelerinin sonucunda meydana gelebilir. Düşük akımlar doğal yapı, meteorolojik, klimatolojik, hidrolojik, hidrojeolojik olayların etkileşimi sonucunda meydana gelir. Aynı zamanda orman yangınları, deprem, volkanik etkileşimler gibi ani doğal olayların da etkisi vardır. Düşük akıma insan etkisi, özellikle yerleşim birimlerinin yoğun olduğu yerlerde suyun insanlar tarafından çekilmesiyle meydana gelir. İnsan kaynaklı faktörlerin etkileri aşağıdaki başlıklar altında açıklanabilir:

- Baraj yapımı,
- Yeraltı suyu çekilmesi,
- Belediye ve endüstriyel kullanım,
- Tarımsal faaliyetler,
- Şehirleşme.

Düşük akımlara yapay etkiler tedrici ve ani olmak üzere ikiye ayrılır. Tedrici etkiye şehirleşme örnek verilebilirken; ani değişimlere de büyük haznelerin açılması, su alımı veya yüzey akışını düzenleyen faktörlerin bozulması örnek verilebilir.

Su kaynaklarının azalması üzerine birçok ülke hem kalite hem de miktar olarak bazı düşük akım tasarımları oluşturmuştur. Bununla beraber, literatürde düşük akımları 10~20 yıllık zaman dilimi içerisinde 1, 3, 7.. günlük ortalama debiler olarak incelenirler.

1.3. Düşük Akım Veri Analizi

Düşük akım verileri, hidroloji enstitüleri, çevre koruma müdürlükleri, belediye su idareleri, hidroelektrik çalışmalar, nehir taşıma sistemi ile uğraşan şirketler vb. için

gerekmektedir. Ne tür verinin gerektiği ise, çözülecek probleme göre değişmektedir. Araştırmacılar, aşağıdaki aşamalara göre hareket etmektedirler:

- Çözülecek problemin tanımlanması,
- Düşük akım parametrelerinin seçimi,
- Veri işlem yöntemlerinin seçimi,
- Yapılacak analizde amaçlanan doğruluğa ulaşılması.

Düşük akım verisinin istatistik analizi için t-günlük (1, 3, 7, ...) minimum ortalama düşük akım değerleri gerekmektedir. Diğer bir analiz yöntemi seçilen akımların hidrografından anlık akım değerleridir. Bölgesel istatistik analizde akış verilerinin yanında havza verileri de kullanılır. Topoğrafik, meteorolojik, klimatolojik vb gibi havza karakteristiklerine de gereksinim vardır. En yaygın kullanılan veriler (Chang and Boyer, 1977; Wiltshire, 1986):

- Havza alanı,
- Havzanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği,
- Ana nehir uzunluğu,
- Yıllık ortalama yağış miktarı,
- Toprağın yağışı absorblama potansiyeli,
- Göl altında kalan havza alanı,
- Jeolojik havza indeksi,
- Havza çevresi,
- Ortalama havza büyüklüğü

sayılabilir.

Bazı uygulamalarda ek verilere de gerek duyulabilir. Bunlara örnek olarak nehir yatağı stabilitesi, biyolojik indeksler ve vejetasyon gelişimi verilebilir. Düşük akım verileri istatistiki olarak yeterli ve güvenilir olmalıdır. İstatistiki analizler için, verilerin rastgelelik, homojenlik, bağımsızlık stasyonerlik ve yüksek aykırı değer (outlier) tekrarlılığı hesaplanmalıdır (Nathan ve McMahon, 1990). Eğer test sonuçları olumlu çıkıyorsa uygun dağılım fonksiyonu belirlenir. Düşük akımlar rastgele

bulunacağı gibi (Yevjevich, 1972); POT (Peak Over Threshold) teorisi yardımıyla da bulunabilir. POT yöntemi ile aşağıda verilen düşük akım karakteristikleri bulunabilir:

- t-günlük ortalama düşük akımların dağılım fonksiyonu,
- Belirli zaman aralığında düşük akımların meydana gelme sayısı $[0, t]$,
- Düşük akımın oluş süresi ve hacim açığı.

1.4. Bölgesel Düşük Akım Analizi

Bölgesel düşük akım analizinin amacı, ölçüm olmayan noktalarda veya verilerin kısa olduğu durumlarda güvenilir düşük akım tahminleri yapmaktır. Bölgesel analiz yardımıyla ölçüm istasyonu bulunmayan yerlerde düşük akım karakteristikleri belirlenebilir. Bunu için öncelikli yöntem, havza karakteristikleri ve regresyon modellerinin kullanımı ile düşük akımların tahmin edilmesidir. Düşük akımlar, havza karakteristiklerinin önemli ölçüde değişmediği bölgelerde bölgesel analiz ile tahmin edilebilir. Diğer bir yöntem de jeolojik indisler kullanarak farklı havza karakteristiklerinin düşük akımların çoklu regresyonlarının bulunmasıdır. Bununla beraber, ölçüm olmayan yerlerde kullanılmaları büyük hatalara yol açabilir. Çoklu regresyon analizi bazı düşük akım karakteristiklerini fizyografik (havza alanı ve şekli, akifer parametreleri örn. filtrasyon katsayısı, kalınlık ve akifer tabakalarının yersel dağılımı, hidrolik iletkenlik) ve iklim parametreleri (yıllık ortalama yağış miktarı, yağış şiddeti, yıllık/aylık ortalama sıcaklık vb).

Regresyon modellerinin doğruluğu, formülasyonun bulunmasında kullanılan verinin kalitesine bağlıdır. Pratikte, regresyon modellerini kullanırken yapılan yanlışlar genellikle topografik değişkenlerin girilmesiyle elde edilir.

Bir başka yöntem de istatistik olarak homojen bölgelerin belirlenmesi ve bölgedeki düşük akım değerlerinin dağılımını temsil edecek bir olasılık dağılımının seçimidir.

1.5. Dünyada Düşük Akım Çalışmaları

Yüzey su kalitesi yönetimine ilginin gittikçe arttığı günümüzde birçok araştırmacı, bugün, T-yıl, düşük akım gibi konularda çalışmaktadır. Amerika'da düşük akım ile ilgili yapılan çalışmalarda en çok kullanılan yöntemlerden biri de, ortalama 10 yıl periyotta görülen yıllık 7 günlük ortalama düşük akım ($Q_{7,10}$) debisidir (Vogel ve Kroll, 1989). Tanım olarak, ortalama 10 yılda meydana gelen yıllık ardarda 7 günlük debilerin ortalamasının minimum olanı 7 günlük düşük akımdır. Yüzey akışı

verilerinden $Q_{7,10}$ 'un tahmini için, yıllık ardarda meydana gelen 7 günlük ortalama düşük akımın olasılık dağılımlarının belirlenerek parametrelerin hesaplanması gerekmektedir (Riggs vd, 1980).

İstatistiki olarak konu ile ilgili geniş bir literatür bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle taşkın dağılımları ile ilgilidir. Sadece birkaç çalışma (Gumbel, 1954, 1958; Matalas, 1963; Condie ve Nix, 1975) yıllık minimum 7 günlük düşük akımları inceleyerek farklı parametre tahmin yöntemleri ile çalışmışlardır. Yapılan çalışmalarda kabul edilebilir 4 adet 3-parametrelilik olasılık dağılımları alternatif parametre tahmin yöntemleri kullanılarak alt sınırlar belirlenmeye çalışılmıştır (Condie ve Nix, 1975). Condie ve Nix'e göre, kabul edilebilir alt sınırlar sıfır ile gözlenmiş minimum akış arasında olmalıdır. Bu kriteri temel alarak, 3-parametrelilik Weibull (W3) dağılımı, maksimum olabirlik (W3-MLE), en küçük gözlenmiş kuraklık (W3-MSOD) veya momentler yöntemi (W3-MM) tavsiye etmiştir. Tasker (1987), alternatif 3-parametrelilik olasılık dağılımları ve uygunluk (fitting) yöntemleri bootstrap yöntemleriyle karşılaştırılarak Log-Pearson Tip III (LP3), Momentler Yöntemiyle (MM) kullanılmasını tavsiye etmiştir. Matalas (1963), W3 dağılımının kullanımını veya Pearson Tip III (P3) ile beraber maksimum olabirlik (P3-MLE) yönteminin kullanımını tavsiye etmiştir. Matalas, W3-MLE yöntemini veya LP3 dağılımını dikkate almamıştır. Bu üç önemli çalışma 72 istasyonu kapsayacak şekilde olmuştur.

Seçilen dağılımların istasyon bazında uygunluğunun araştırılmasında ve bölgesel analiz çalışmaları için PPCC testi uygulanabilir (Vogel ve Kroll, 1989). Vogel ve Kroll, yaptıkları çalışmada seçtikleri dağılımların uygunluğunu PPCC testi ile denemişlerdir. Bölgesel analizde ise, her istasyon için buldukları α anlamlılık düzeylerinin uniform olarak dağıldığı kabul edilerek bu anlamlılık düzeylerine PPCC testini uygulamışlardır.

1.6. Çalışmanın Amacı

Bir akarsudaki akım değerleri yılın belli zamanlarında çok düşük değerler alabildiği gibi bazen de kuruyabilmektedir. Bu genellikle sulamanın önemli olduğu yaz aylarında meydana gelir. Aynı zamanda düşük akım dönemlerinde atık suların yüzeysel sulara verilmesinde seyrelme bakımından önemli sorunlar ortaya çıkar. Düşük akım istatistikleri, arıtma tesislerinin yerinin belirlenmesinde, sulama ve içme suyu temininde, akarsularda doğal yaşama engel olmadan alınabilecek su miktarının

belirlenmesinde kullanılmaktadır. Düşük akım frekans analizlerinin diğer uygulama alanları ise hidroelektrik santraller, su biriktirme yapıları ve soğutma tesislerinde minimum etek suyu bırakma hesaplarıdır.

Bu çalışmada, yazın önemli ölçüde sorunların yaşandığı ve zaman zaman kuruyan Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz havzalarında bulunan istasyonlardaki ölçümlere dayanarak düşük akım hidrolojisi çalışması yapılmıştır. Çalışmada izlenen adımlar şöyle sıralanabilir:

a) Veri Toplama: Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz havzalarında EİEİ'nin ölçüm yaptığı istasyonlar belirlenerek, buralarda yapılan ölçümlerin yeterli uzunlukta olup olmadığı ve bu istasyonlarda baraj etkisinin olup olmadığı kontrol edilmiştir. Baraj etkisi olan ve 14 yıldan kısa gözlemleri olan istasyonlar çalışma haricinde tutulmuştur.

b) Verilerin Hidrolojik Analizi: İstasyonlardan alınan verilerin 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük düşük akım değerleri bulunmuştur. Bu düşük akımların her istasyon için debi süreklilik çizgileri çizilerek bu çizgilerden, düşük akım göstergesi olarak kullanılan %90, 95 ve 99 akım değerleri elde edilmiştir.

c) Verilerin İstatistik Analizi: Bölgede çalışmada kullandığımız her istasyon için belirlenen çeşitli günlerdeki düşük akım değerlerine düşük akım çalışmalarında sıkça kullanılan üç olasılık dağılımı, log-normal2, Weibull2, üstel dağılımları uygulanmıştır. Düşük akım değerlerine en iyi uyan iki olasılık dağılım fonksiyonu kullanılarak, her bir istasyon için ve çeşitli günlerdeki düşük akımlar için çeşitli dönüş aralıklarına karşı gelen debi değerleri hesaplanarak sonuçlar tartışılmıştır.

d) Düşük Akımların Bölgesel Analizi: Düşük akım debilerine istasyon bazında uygulanan olasılık dağılımlarından sonra, bu dağılımların bölgesel olarak da uygun olup olmadığı istatistik testlerle araştırılmıştır.

2. DÜŞÜK AKIMLARIN İSTATİSTİK ANALİZİ

2. 1. Giriş

Bir akarsuyun gözlenmiş günlük debileri bir veri tabanında oluşturulduktan sonra, her bir yılın en düşük 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük ortalama debileri belirlenir. Örneğin bir yılın 10-günlük düşük akım debisini belirlemek için, o yılın ardışık 10 günlük debileri toplanarak ortalaması alınır. Bu ortalamaların en küçüğü o yılın 10 günlük düşük akım değeridir. Elimizde gözlenmiş N yıllık veri varsa, bu şekilde diğer yıllarda hesaplanarak N elemanlı bir örnek oluşturulur. Bu örneklerin istatistik analizi yapılır.

2. 2. Parametrelerin Özellikleri

Bir rastgele değişkenin olasılık dağılımının başlıca istatistik özelliklerini yansıtan büyüklükler olan parametreler değişkenin alabileceği değerlerin merkezini, bu değerlerin merkez çevresindeki yayılımının büyüklüğünü, çarpıklığını ifade ederler. Parametrelerin toplum değerleri bilinemezse de eldeki örnekten bunlara karşı gelen istatistik değerleri tahmin edilebilir (Bayazıt,1996).

En çok kullanılan parametreler (ortalama, varyans, çarpıklık katsayısı) istatistik moment tipinden parametrelerdir. X rastgele değişkenin n-inci mertebeden (n=2,3,..) merkezsel istatistik momenti,

$$\mu_x^{(n)} = E [(x-\mu_x)^n] \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır. Burada μ_x rastgele değişkeninin ortalamasıdır. E[.] beklenen değeri göstermekte olup $E[x] = \mu_x$, yani bir rastgele değişkenin beklenen değeri ile ortalaması aynıdır.

2.2.1. Ortalama

Elimizde x rastgele değişkeninin toplumundan alınmış n elemanlı bir örnek bulunduğunu kabul edelim $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$. Toplumun ortalama değeri μ_x ,

$$\mu_x = E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \quad (2.2)$$

ve μ_x ortalama parametresine karşılık gelen $\bar{x}$ istatistiği ise :

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

şeklinde hesaplanır. Ortalama dağılımın merkezini ifade etmek için en çok kullanılan parametredir.

2.2.2. Yayılım Parametreleri

Rastgele değişkenin merkez değerinin çevresindeki yayılımın büyüklüğünü ifade eden istatistik tipi parametre $\text{Var}(x)$, varyans veya varyansın karekökü olan σ_x , standart sapmadır. Rastgele değişkenin yayılımını ölçen varyans ortalama etrafındaki ikinci momenttir. Toplumun varyansı ;

$$\sigma_x^2 = E[(x - \mu_x)^2] \quad (2.4)$$

Varyansın S_x^2 istatistiği eldeki örnekten;

$$S_x^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n \quad (2.5)$$

denklemiyle hesaplanır. Elimizdeki örneğin küçük olması ($n < 30$) durumunda (2.5) formülünde n yerine $(n-1)$ kullanılır.

Yayılım parametrelerinden bir diğeri de standart sapmanın ortalamaya oranı olan varyasyon katsayısıdır. Varyasyon (değişim) katsayısının toplum değeri,

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (2.6)$$

Değişim katsayısının istatistiği ise eldeki örnekten aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$C_{vx} = \frac{s_x}{\bar{x}} \quad (2.7)$$

denklemlerle ifade edilen değişim (varyasyon) katsayısıdır. Değişim katsayısı değişkenin yayılmasını ölçen boyutsuz bir katsayıdır. Bu katsayının değeri ne kadar büyük olursa rastgele değişkenin yayılması da o kadar büyük demektir.

2.2.3. Çarpıklık Katsayısı

Rastgele değişkenin olasılık dağılım fonksiyonunun çarpıklığı C_{sx} çarpıklık katsayısı ile ölçülebilir.

$$C_{sx} = \mu_x^{(3)} / \sigma_x^3 \quad (2.8)$$

Bu boyutsuz sayının sıfır olması dağılımın simetrik, pozitif olması sağa çarpık, negatif olması sola çarpık olduğunu gösterir. Çarpıklık katsayısının istatistik değeri;

$$C_{sx} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{S_x^3} \quad (2.9)$$

denklemlerle hesaplanır.

2.2.4. L-Momentleri

L-momentleri dağılımın başlıca özelliklerini ifade eden ve bilinen istatistik momentlere benzer olan büyüklüklerdir. L-momentleri olasılık ağırlıklı momentler (Probability Weighted Moments, PWM) cinsinden hesaplanır. Çünkü L-momentleri PWM'lerin lineer fonksiyonlarıdır (Stedinger vd., 1993). PWM'ler aşağıdaki fonksiyon ile tarif edilir;

$$\beta_r = E \left\{ x[F(x)]^r \right\} \quad (2.10)$$

Bu ifadede r , PWM mertebesi, $F(x)$, x 'in eklenik dağılım fonksiyonudur. $r=0$, β_0 değeri toplum ortalaması μ_x 'e eşittir.

PWM'lerin örnekten tahminlerini hesap edebilmek için büyüklük sırasına göre düzenlenmiş $(x_n, \leq \dots \leq x_1)$ örneğe aşağıdaki denklemler uygulanarak ilk üç PWM momentleri belirlenir.

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{x} \\ b_1 &= \sum_{j=1}^{n-1} \frac{(n-j)x_j}{n(n-1)} \\ b_2 &= \sum_{j=1}^{n-2} \frac{(n-j)(n-j-1)x_j}{n(n-1)(n-2)} \end{aligned} \quad (2.11)$$

PWM'leri kullanarak ilk üç L-moment değerleri aşağıdaki ifadelerle hesaplanır.

$$\begin{aligned} L_1 &= b_0 \\ L_2 &= 2b_1 - b_0 \\ L_3 &= 6b_2 - 6b_1 + b_0 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Daha önce tanımlanan C_{vx} değişim (varyasyon) katsayısı, C_{sx} çarpıklık katsayısı L-momentlerinin oranları cinsinden yazılabilir;

$$t_2 = \frac{L_2}{L_1} ; \quad \text{L-değişim katsayısı} \quad (2.13)$$

$$t_3 = \frac{L_3}{L_2} ; \quad \text{L-çarpıklık katsayısı} \quad (2.14)$$

Olasılık ağırlıklı momentler yardımıyla parametre tahminleri özellikle kısa kayıtlar için tarafsız olup, aykırı değerlere (outliers) karşı hassas değildirler. Ayrıca verilerin

lineer fonksiyonu olmaları nedeniyle diğer momentlere göre örnekleme değişimlerinden daha az etkilenmektedirler. Bu özellikle klasik yöntemlerin yanında önemli bir avantaj sağlamaktadır (Önöz ve Bayazıt, 1998).

2. 3. Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Bir istatistik örneğin frekans analizi ile elde edilen frekans histogramına uyan teorik bir $f(x)$ olasılık yoğunluk fonksiyonunun (ya da $F(x)$ eklenik dağılım fonksiyonunun) belirlenmesi istatistik uygulamalarda çok karşılaşılan problemlerden biridir. Aldığı değer $F(-\infty) = 0$ 'dan $F(\infty) = 1$ 'e doğru sürekli olarak artan herhangi bir $F(x)$ fonksiyonu bir eklenik dağılım fonksiyonu (e.d.f) ve bunun türevi olan, her yerde

$f(x) \geq 0$ ve $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$ koşullarını sağlayan bir $f(x)$ fonksiyonu da bir olasılık

yoğunluk fonksiyonu (o.y.f.) olabilir.

Bu çalışmada kullanılan olasılık dağılım fonksiyonları aşağıda tanıtılmıştır.

2.3.1. Normal Dağılım

Normal dağılım bilim adamları ve mühendisler tarafından oldukça yaygın kullanılan bir dağılımdır. Gauss tarafından geliştirildiği için “Gauss Dağılımı” olarak da adlandırılır. Normal dağılım simetrik, sürekli ve teorik olarak bütün reel sayıları içeren bir dağılımdır.

Normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki denklemle verilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp\left[-(x - \mu_x)^2 / 2\sigma_x^2\right], \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.15)$$

μ_x ve σ_x^2 ortalama ve varyans olup, normal dağılımın parametreleridir. Normal dağılım simetrik olduğundan çarpıklık katsayısı ($C_{sx} = 0$) sıfırdır. Normal dağılımın $F(x)$ eklenik dağılım fonksiyonunun ifadesi analitik olarak elde edilemez ancak sayısal integrasyon yoluyla hesaplanarak tablo haline getirilmiştir. Tek bir tablo hazırlayabilmek için rastgele değişken aşağıdaki dönüşümle standart hale getirilir.

$$z = \frac{x - \mu_x}{\sigma_x} \quad (2.16)$$

eşitlikte;

z: x'in dönüştürülen değeri,

μ : x değerinin ortalaması

σ : x değerlerinin standart sapmasıdır.

Standart normal dağılım ortalaması 0 ve varyansı 1 olan bir dağılımdır. z'nin standart normal dağılımının eklenik dağılım fonksiyonu tablo haline getirilmiştir (Bayazıt ve Oğuz, 1994).

Standart normal dağılım eğrisinin altındaki alan 1'e eşit olduğundan, buradaki alanlar standart normal dağılımdan olan rastgele gözlemin olasılığını verir.

Normal dağılım, merkezi limit teoreminden ortaya çıkmıştır. Bu teoreme göre, bağımsız değişkenlerden oluşmuş x_i serisi, bağımsız μ ortalama ve σ^2 varyansına sahip ise, n adet veriye sahip bir seride

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.17)$$

n μ ortalama ve n σ^2 varyans değeri büyüdükçe dağılımı normal dağılıma yaklaşır. Hidrolojik değişkenler, örneğin yıllık yağış birçok bağımsız olayın toplamından oluşur ve normal dağılıma uyar (Chow vd., 1988). Normal dağılımın hidrolojik uygulamalarda kullanılmasında karşılaşılan temel zorluklardan birisi, dağılımın $[-\infty, +\infty]$ arasında değişmesine karşın, hidrolojik değişkenlerin negatif değer almaması gösterilebilir. Negatif uygulamalarda dağılımda simetriklik görülürken; hidrolojik uygulamalarda, çarpıklık meydana gelmektedir.

2.3.2. Lognormal Dağılım

Normal dağılımın özelliklerinin iyi bilinmesi ve kullanılmasının kolay oluşu, çarpık dağılmış değişkenlerin de uygun bir dönüşümle normal dağılıma uydurulmaya çalışılmasına neden olur. Bu amaçla en çok kullanılan dönüşüm logaritmik dönüşümdür.

x değişkeninin logaritması alınırsa, $y = \ln(x)$, y değişkeninin dağılımı normal dağılıma uyarsa, x değişkeninin dağılımı lognormaldir (Bayazıt ve Oğuz, 1994). Bu

dağılım $0 < x < \infty$ değerleri için tanıflıdır. Eğer x değişkeninin x_0 gibi bir alt limiti varsa, $y = \ln(x - x_0)$, 3-parametrelı lognormal dağılım elde edilir. 3-parametrelı lognormal dağılım $x_0 \leq x < \infty$ değerleri için tanıflıdır.

Lognormal dağılım, gözenekli ortamda hidrolik dağılım iletkenliğin tanımlanmasında, fırtına içerisindeki yağmur damlalarının büyüklüğünün dağılımında ve diğer hidrolojik değişkenlerde kullanılmaktadır. Normal dağılımdan üstünlüğü ise sıfırdan büyük değerler için tanımlanmış olması ve hidrolojik verilerin de sıfırdan büyük değerler almasıdır.

Düşük akımlar için lognormal dağılım (LN) kullanılmaktadır. Önöz ve Bulu (1996) bu dağılımı Trakya Bölgesinin ve Vogel ve Kroll (1989) ABD'deki çeşitli akarsuların düşük akımlarına uygulamıştır.

2.3.3. Weibull Dağılımı

Weibull dağılımı incelenen veri kümesindeki, artış, azalış ve sabit olmak üzere her üç durumun da analizinde yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Weibull dağılımının α ve β olmak üzere iki adet parametresi vardır. Şekil parametresi olarak da bilinen α , dağılımın şekline karar verir. $\alpha > 1$ ise, risk oranı (hazard rate) zamanla artar; $\alpha < 1$ ise, risk oranı zamanla azalır; eğer, $\alpha = 1$ ise, sabit risk oranı ile elde edilir.

β , ölçek parametresi olarak da bilinir ve verilerin yayılışını belirler.

Weibull dağılımının kullanılmasında karşılaşılan en büyük güçlük ise, parametrelerin tahmininin zor olmasıdır. Maksimum olabilirlik tekniğinin kullanılması için 2 non-lineer eşitliğin çözümü gerekmektedir.

Ekstrem Değer Tip III dağılımı olarak bilinen Weibull dağılımının, olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \alpha (x-u)^{\alpha-1} (\beta-u)^{-\alpha} \exp \left[- \left\{ (x-u) / (\beta-u) \right\}^{\alpha} \right] \quad (2.18)$$

olup, eklenik dağılım fonksiyonu;

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \left\{ (x-u) / (\beta-u) \right\}^{\alpha} \right] \quad (2.19)$$

şeklindedir. Bu ifadelerde yer alan u alt sınır değişkeni, sıfır alınırsa 2-parametrelili Weibull (W2) dağılımı elde edilir. 2-parametrelili Weibull dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(x) = \alpha x^{\alpha-1} \beta^{-\alpha} \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right] \quad x \geq 0 \quad \alpha, \beta > 0 \quad (2.20)$$

eklenik dağılım fonksiyonu ise,

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}\right] \quad (2.21)$$

şeklinde verilmektedir.

Bu dağılım düşük akımların frekans analizi için önerilmektedir (Gumbel,1958; Gustard vd., 1989).

3-parametrelili Weibull (W3) dağılımı Matalas (1963) ve Tasker (1987) düşük akımların frekans analizlerinde kullanmıştır. 2-parametrelili Weibull (W2) dağılımını Vogel ve Kroll (1989), Bulu ve Önöz (1996) düşük akımlara uygulamıştır.

2.3.4. Üniorm Dağılım

Eğer x rastgele değişkeni belirli bir aralıkta her değeri aynı olasılıkla alıyorsa dağılımı üniormdur. (0,1) aralığında üniorm dağılmış olan bir değişkenin olasılık dağılım fonksiyonu :

$$f(x) = 1 \quad , \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (2.22)$$

Bu olasılık dağılım fonksiyonunun şekli dikdörtgene benzediğinden dikdörtgen dağılım veya üniorm dağılım olarak adlandırılır. Eklenik dağılım fonksiyonu ise üçgendir:

$$F_x(x) = \begin{cases} 0 & x < 0 \\ x & 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & x > 1 \end{cases} \quad (2.23)$$

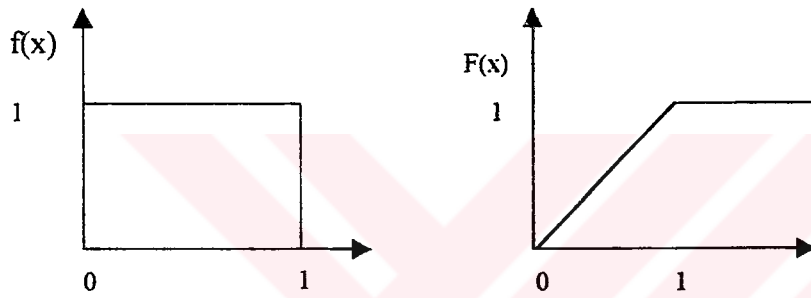
Üniorm dağılımın ortalama ve varyansı;

$$\mu_x = 1/2 \quad (2.24)$$

$$\sigma_x^2 = 1/12$$

Rastgele değişkenin (a,b) aralığında dağılmış olduğunu kabul ederek genelleştirme yapılırsa olasılık dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \text{diğerlerinde} & 0 \end{cases} \quad (2.25)$$



Şekil 2.1. Üniorm Dağılımın Olasılık Yoğunluk ve Eklenik Dağılım Fonksiyonu

2.3.5. Üstel Dağılım

Gottschalk ve Perzyna (1989) düşük akımların dağılımını olayın fiziksel yönünü ele alarak açıklamaya çalışmışlardır. Kurak dönemde akarsudaki akımlar çekilme eğrisi boyunca azalmakta ve bu dönemin sonunda ($t = T$) minimum akım görülmektedir. x minimum akımının $F_x(x)$ dağılım fonksiyonu,

$$F_x(x) = P[X \leq x] = P[T \geq t] = 1 - F_T(t) \quad (2.26)$$

Burada $F_T(t)$ kurak dönem uzunluğunun dağılım fonksiyonudur. Gottschalk ve Perzyna (1989) çekilme eğrisinin eksponansiyel olduğunu, kurak dönem uzunluğunun ise Gumbel dağılımına uyduğunu kabul ederek (2.19) denkleminde düşük akımlar için 2 parametreleri Weibull dağılımını elde etmişlerdir.

Kurak dönem uzunluğu tam sayı değerler alabilen kesikli bir değişken olarak göz önüne alındığında geometrik dağılıma uyduğu bilinmektedir (Bayazıt ve Şen, 1979).

Sürekli bir değişken olarak düşünüldüğünde geometrik dağılıma karşı gelen eksponansiyel dağılımın geçerli olması beklenebilir. T kurak dönem uzunluğunun eksponansiyel dağıldığı kabul edilirse,

$$F_t(t) = 1 - \exp(-\lambda t) \quad t \geq 0 \quad (2.27)$$

Çekilme eğrisi için doğrusal haznenin boşalmasına karşılık gelen eksponansiyel denklem alınır ;

$$X(t) = x_0 \exp(-t/k) \quad x \leq x_0 \quad (2.28)$$

(2.27) ve (2.28) ifadeleri (2.19) denkleminde yerleştirilirse minimum akımlar için parametreleri x_0 ve c olan üstel dağılıma varılır (Önöz ve Bayazit, 1998) ;

$$F_x(x) = (x / x_0)^c, \quad x \leq x_0 \quad (2.29)$$

2. 4. Dağılımların Parametrelerinin Tahmini

Seçilen bir dağılım fonksiyonunu gözlenmiş bir örneğe uydurmak için fonksiyonunu parametrelerinin değerlerini eldeki verilere dayanarak tahmin etmek gerekir. Parametre tahminlerinin tarafsız olması (yani beklenen değer in toplum değerine eşit olması) ve etkin olması (yani toplum değerinden farkların karelerinin toplamının en küçük olması) istenir. Fonksiyonun parametre sayısı ne kadar fazla olursa gözlemlere uydurulması o kadar kolaylaşır, buna karşılık parametre tahminlerindeki hatalar büyür. Parametrelerin tahmini için en çok kullanılan tahmin yöntemleri;

1. Momentler yöntemi (MOM),
2. Maksimum olabilirlik yöntemi,
3. L-momentleri yöntemidir.

Momentler yöntemi ile elde edilen parametre tahminleri, normal dağılım dışında diğer dağılımlar için etkin tahminler değildir. Ancak uygulanması kolay olduğu için bu yöntem çok kullanılır. Maksimum olabilirlik yöntemiyle seçilen dağılım fonksiyonuna göre gözlenen olayların görülme olasılıklarını en büyük yapacak şekilde parametrelerin değerleri belirlenir. Asimptotik olarak etkin tahminler verirse

de uygulaması oldukça zordur. L-momentleri yönteminin uygulanması kolay olduğu gibi genellikle momentler yöntemine göre daha az hatalı tahminler vermektedir (Bayazit, 1996).

2.4.1. Normal Dağılım

2.4.1.1. Momentler Yöntemi

Normal dağılımın ortalama μ_x ve standart sapma σ_x olmak üzere iki parametresi vardır. (2.2) ve (2.3) denklemleriyle hesaplanan örnek tahminleri kullanılır.

2.4.1.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi

Bu yöntemle bulunan ortalama μ_x ve standart sapma σ_x tahminleri MOM yöntemi ile bulunan parametre tahminleri ile aynıdır (Kite, 1977). Bu nedenle μ_x ve σ_x parametrelerinin tahminleri (2.2) ve (2.3) denklemleri ile yapılır.

2.4.1.3 L-Momentleri Yöntemi

Büyüklik sırasına göre düzenlenen örneğin (2.8) denklemleriyle verilen olasılık ağırlıklı momentleri (PWM), b_0 , b_1 hesaplanır. daha sonra L-momentleri (2.9) denklemleriyle bulunur. L-momentleri ile normal dağılımın μ_x ve σ_x parametreleri arasındaki ilişki (Stedinger vd., 1993) aşağıda verildiği gibi;

$$L_1 = \bar{x}, \quad L_2 = \frac{S_x}{\sqrt{\pi}} \quad (2.30)$$

olup, hesaplanan L_1 ve L_2 'den μ_x ve σ_x parametrelerinin örnek tahminleri $\bar{x}$ ve S_x bulunur.

2.4.2. Lognormal Dağılım

2.4.2.1. Momentler Yöntemi

$y = \ln x$ dönüşümüyle hesaplanan y değerlerine normal dağılım uydurulur. Bu dağılımın μ_y ve σ_y değerlerinin tahminleri, x verilerinden (2.2) ve (2.3) denklemleriyle hesaplanan $\bar{x}$ ve S_x ;

$$\bar{y} = Ln \left[\bar{x} / \left(\frac{S_x^2}{\bar{x}^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (2.31)$$

$$S_y = \left[Ln \left(\frac{S_x^2}{\bar{x}^2} + 1 \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

μ_y ve σ_y parametrelerinin örnek tahminleri $\bar{y}$ ve S_y elde edilir.

2.4.2.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi

Bu yöntemle $y = Ln x$ dönüşümüyle elde edilen normal dağılıma uyan y değişkeninin μ_y ortalaması ve σ_y standart sapmasının örnek tahminleri,

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n Lnx_i}{n} \quad (2.32)$$

$$S_y = \frac{\sum_{i=1}^n (Lnx_i - \bar{y})^2}{n-1}$$

denklemlerinden bulunur.

2.4.3. Weibull Dağılımı

2.4.3.1. Momentler Yöntemi

Elimizdeki n adet verinin μ_x ve σ_x^2 varyansı hesaplandıktan sonra, 2-parametrelili Weibull dağılımının α ve β katsayıları aşağıdaki denklemlerin beraberce çözümüyle elde edilir.

$$\begin{aligned} \mu_x &= \beta \Gamma(1 + 1/\alpha) \\ \sigma_x^2 &= \beta^2 [\Gamma(1 + 2/\alpha) - \Gamma^2(1 + 1/\alpha)] \end{aligned} \quad (2.33)$$

2.4.3.2. Maksimum Olabilirlik Yöntemi

2-parametrelili Weibull dağılımının parametrelerinin bu yöntemle tahmininde,

$$\lambda = \beta^{-\alpha}$$
$$\lambda = \frac{n}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^{\alpha}\right)} \quad (2.34)$$

$$\alpha = \frac{n}{\lambda \sum_{i=1}^n x_i^{\alpha} \ln x_i - \sum_{i=1}^n \ln x_i} \quad (2.35)$$

(2.34) ve (2.35) denklemleri α ve λ için beraberce çözülürler. β değeri ise

$$\beta = (\lambda)^{-1/\alpha} \quad (2.36)$$

ifadesinden elde edilir (Bulu ve Önöz, 1996).

2.4.3.3. L-Momentler Yöntemi

Elimizdeki serinin $y = \ln x$ değerleri alındıktan sonra, bu y değerlerinin L-momentleri (2.11) ve (2.12) denklemlerinden elde edilir. Dağılımın α ve β katsayıları,

$$\alpha = \frac{\ln(2)}{L_2}$$
$$\beta_1 = \exp\left(L_1 + \frac{0.5772}{k}\right) \quad (2.37)$$

ifadelerinden elde edilir (Önöz ve Bulu, 1996).

2.4.4. Üniform Dağılım

(a,b) aralığında üniform olarak dağılan değişkenin ortalaması ve varyansı,

$$\mu_x = E(x) = \frac{b+a}{2} \quad (2.38)$$

$$\sigma_x = \text{Var}(x) = \frac{(b-a)^2}{12} \quad (2.39)$$

2.4.5. Üstel Dağılım

2.4.5.1. L-Momentler Yöntemi

Düzenlenmiş rastgele değişkenlere ait ilk iki L-momentleri (Wang, 1997);

$$\lambda_1 = E[X_{1,1}] = E[X] \quad (2.40)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2} E[X_{2,2} - X_{1,2}]$$

L-momentleri ve dağılım fonksiyonu $F(x)$ arasındaki bağıntı (Hosking, 1990);

$$E[X_{j,r}^{(j)}] = \frac{r}{(j-1)(r-j)} \int_0^1 x(F) F^{j-1} (1-F)^{r-j} dF \quad (2.41)$$

(2.42) ve (2.43) denklemlerinden,

$$\lambda_1 = \int_0^1 x(F) dF \quad (2.42)$$

$$\lambda_2 = \int_0^1 x(F) (2F-1) dF$$

(2.44) denklemlerini üstel dağılım denklemine uyguladığımızda;

$$\lambda_1 = \int_0^1 x_0 F^{1/c} dF = \frac{cx_0}{c+1} \quad (2.43)$$

$$\lambda_2 = \int_0^1 x_0 F^{1/c} (2F-1) dF = \frac{cx_0}{(c+1)(2c+1)}$$

x_0 ve c parametreleri yukarıdaki denklemlerin çözümü ile aşağıdaki denklemlerden elde edilir.

$$c = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} - 1 \right) \quad (2.44)$$

$$x_0 = \frac{(c+1)\lambda}{c}$$

3. OLASILIK DAĞILIMLARI İLE İLGİLİ TESTLER

3.1. Giriş

Gözlenmiş bir örnekteki verilerin frekans dağılımının seçilen bir dağılım fonksiyonuna uygun olup olmadığını kontrol etmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en basiti seçilen dağılım fonksiyonuna ait olasılık kağıdı üzerinde grafik kontrol yapmaktır. Ayrıca örnekten hesaplanan yüksek mertebeden momentlerin (çarpıklık katsayısı, kurtosis) seçilen fonksiyonun teorik moment değerleriyle karşılaştırılması da uygunluk konusunda bir fikir verir. Eldeki örnekten hesaplanan L-momentleri L-moment diyagramlarında noktalanarak, bu noktaların teorik eğrilere yakınlığının ölçüsü de dağılımın uygunluğuna karar verilmesi aşamasında yardımcı olur. Ancak bu yöntemler güvenilir yöntemler değildir. Bu nedenle olasılık dağılımının uygunluğunun kontrolünde istatistik testler kullanmak gerekir (Bayazıt, 1994).

Burada χ^2 (ki-kare) testi, Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı (PPCC) testinden bahsedilecektir.

3.2 Ki-Kare (χ^2) Testi

Bir rastgele değişkene ait n elemanlı bir örneği m sınıfa ayırarak her bir sınıftaki N_i eleman sayısı hesaplanıp, seçilen o.y.f. na göre aynı sınıf aralıklarında bulunma olasılıkları P_i ile gösterilirse;

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i} \quad (3.1)$$

istatistiğinin örnekleme dağılımı asimptotik olarak s.d. = $m-1$ olan χ^2 dağılımıdır. (Np_i rastgele değişkenin dağılımının seçilen dağılıma uyması halinde i inci sınıfa düşecek eleman sayısıdır). Bütün sınıf aralıklarında gözlenen eleman sayısının (N_i) teorik sayıya (Np_i) eşit olması halinde $\chi^2 = 0$ olacaktır. Aradaki farkların

büyümesiyle χ^2 değeri de artar. Buna göre hesaplanan χ^2 değeri m-1 serbestlik derecesinde aşılma olasılığı α olan χ^2_α değerinden küçükse gözlenen dağılımın seçilen teorik dağılıma uygunluğu hipotezi kabul, aksi halde reddedilir. Pratikte seçilen teorik dağılımın parametreleri bilinmediği için eldeki örnekten tahmin edilmeleri gerekir. Bu durumda gözlenen verilerin seçilen dağılıma uyma olasılığı arttırılmış olur ve parametre sayısı ne kadar çoksa bu etki o kadar önemli olur. Bu etkiyi göz önüne alabilmek için χ^2 dağılımının serbestlik derecesi tahmin edilen parametre sayısı (n) kadar azaltılmalıdır, yani s.d. = m-1 alınmalıdır (Bayazıt, 1994).

Bu test uygulanırken sınıf aralıklarını p_i olasılıkları eşit ($p_i = 1/m$) olacak şekilde seçmek uygundur. $m \geq 5$, $n_i \geq 5$ olması gerektiğinden bu test ancak büyük örneklerde kullanılabilir. χ^2 dağılımında aşılma olasılığı p olan değerler tablolaştırılmıştır (Bayazıt,1996).

3.3 Kolgomorov- Smirnov (K-S) Testi

Gözlenen verilerin eklenik frekans dağılımının teorik bir dağılıma uygunluğunda kullanılan Kolmogorov-Smirnov testinde kullanılan istatistik;

$$\Delta = \max_i |F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (3.2)$$

Burada $F^*(x_i)$ gözlenen düzenlenmiş örnekten $F^*(x_i) = i / N$ formülüyle hesaplanan eklenik frekans dağılımı ordinatlarıdır. $F(x_i)$ ise seçilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun aynı x_i lere karşı gelen ordinatlarıdır. Buna göre Δ istatistiği gözlenen ve teorik eklenik dağılımların arasındaki farkların en büyüğüdür. Δ istatistiğinin dağılımı rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olup sadece örnekteki N eleman sayısına bağlıdır. N'nin çeşitli değerleri için aşılma olasılığı α olan Δ_α değerleri tablolaştırılmıştır. Buna göre hesaplanan Δ istatistiği tablodan okunacak Δ_α değerinden küçükse dağılımın uygunluğu α anlamlılık düzeyinde kabul, aksi halde reddedilir. Kolmogorov-Smirnov testinin üstünlüğü verilerin sınıflara ayrılmasını gerektirmediğinden bilgilerin tümünün kullanılmasına imkan vermesidir (Bayazıt,1994).

Pratikte hemen her zaman yapıldığı gibi dağılımın parametrelerinin örnekteki verilerden hesaplanması halinde ise kritik değerler bir miktar küçülür. Bu durumda Δ_α değerleri seçilen dağılıma bağlıdır (Bayazıt, 1996).

3.4. Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi (PPCC)

Olasılık çizgisi korelasyon katsayısı testi su kaynakları literatüründe ve istatistiksel çalışmalarda yaygınca kullanılan güçlü bir testtir. Bu teste r korelasyon katsayısı olasılık çizgisinin doğrusallığını ölçen bir test istatistiğidir. r küçükten büyüğe doğru düzenlenmiş gözlenmiş değerler ile kabul edilen dağılımın eklenik dağılım fonksiyonunun invers değerleri arasında elde edilir. Hesaplanan r değeri kabul edilen anlamlılık düzeyinde kritik değerden büyük ise elimizdeki örnek seçilen dağılıma uygundur. Test istatistiği r aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (Önöz ve Bulu, 1996).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(M_i - \bar{M})}{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2 \right]^{1/2}} \quad (3.3)$$

x_i ($x_1 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_n$) düzenlenmiş i inci değer, $\bar{x}$ gözlenmiş değerlerin ortalamasıdır.

$$M_i = F_x^{-1}(p_i) \quad (3.4)$$

olmak üzere, F seçilen dağılımın küçük kalma olasılığı olup, p_i çeşitli olasılık dağılımları için önerilen tarafsız formüllerden hesaplanan değerlerdir. $\bar{M}$ ise (3.4) denklemiyle hesaplanan M_i değerlerinin ortalamasıdır.

3.4.1. Normal ve Lognormal Dağılım

Normal dağılım için PPCC testi uygulanırken (3.3) denkleminde kullanılacak olan M_i , Standart normal dağılımın inversi için aşağıdaki ifade kullanılabilir (Joiner ve Rosenblatt, 1971).

$$M_i = 4.91 \left[p_i^{0.14} - (1 - p_i)^{0.14} \right] \quad (3.5)$$

Normal dağılım için p_i değerleri ise aşağıdaki ifadelerden hesaplanabilir (Filliben, 1975).

$$\begin{aligned} P_i &= 1 - (0.5)^{1/n} & i &= 1 \text{ için} \\ P_i &= (i - 0.3175) / (n + 0.365) & i &= 2, \dots, n-1 \\ P_i &= (0.5)^{1/n} & i &= n \end{aligned} \quad (3.6)$$

(3.5) ve (3.6) denklemlerinden bulunan invers değerler ile sıraya dizilmiş gözlemler arasında (3.3) denklemi ile hesaplanan PPCC test istatistiği r , seçilen anlamlılık düzeyinde Tablo 3.1'den okunan kritik değerden büyükse gözlenmiş değerlerin normal dağılıma uyduğu hipotezi kabul edilir (Bulu ve diğerleri, 1996).

Tablo 3.1. Normal Dağılım Hipotezi İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı
Testindeki Kritik Değerler (Vogel, 1986).

n	α - Anlamlılık Düzeyleri					
	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
10	0.862	0.879	0.901	0.918	0.934	0.954
15	0.896	0.910	0.927	0.939	0.951	0.965
20	0.916	0.926	0.940	0.951	0.960	0.972
25	0.929	0.939	0.951	0.959	0.966	0.976
30	0.939	0.947	0.957	0.964	0.971	0.979
40	0.953	0.959	0.966	0.972	0.977	0.984
50	0.961	0.966	0.972	0.977	0.981	0.986
60	0.967	0.971	0.976	0.980	0.984	0.988
80	0.975	0.978	0.982	0.985	0.987	0.991
100	0.979	0.982	0.985	0.987	0.989	0.992

Lognormal dağılım için ise $y = \ln(x)$ dönüşümü yapılmış ve küçükten büyüğe sıralanmış örnek ile (3.5) ve (3.6) denklemleriyle hesaplanan invers değerler arasında r katsayısı hesaplanır. Lognormal dağılım için kritik değerler Tablo 3.1'den alınabilir.

3.4.2. Weibull Dağılımı

2- parametrelili Weibull dağılımı için invers değerler aşağıdaki formül ile hesaplanabilir (Bulu vd, 1997).

$$M_i = F_y^{-1}(p_i) = \ln \alpha + \frac{1}{k} \ln[-\ln(1 - p_i)] \quad (3.7)$$

Bu denklemde kullanılacak olan P_i değerleri ise

$$P_i = \frac{i - 0.44}{n + 0.22} \quad (3.8)$$

denklemi ile hesaplanabilir. PPCC test istatistiği $r = \ln(x)$ dönüşümü uygulanmış gözlemler ile (3.7) denklemiyle hesaplanan invers değerler arasında hesaplanır. Eğer x değişkeni Weibull dağılmış ise $y = -\ln(x)$ değişkeni Gumbel dağılmıştır. Bu nedenle dağılımların biri için kullanılan ifadeler diğeri için de kullanılır hale gelmektedir (Wadsworth, 1990). Weibull Dağılımı için kritik değerler Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. İki Parametrelili Weibull Dağılımı İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı r ’nin $[1000(1-r)]$ Şeklindeki Kritik Değerleri (Vogel ve Kroll, 1989).

N	α - Anlamlılık Düzeyleri								
	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99
10	132.00	90.90	73.80	49.60	31.90	20.00	12.70	9.66	5.80
15	107.00	72.60	58.00	39.40	25.60	16.50	11.00	8.65	5.59
20	97.20	61.60	48.90	33.30	21.70	14.20	9.71	7.68	5.09
25	86.00	54.00	42.30	28.70	18.90	12.60	8.70	6.97	4.75
30	77.10	47.50	37.50	25.50	16.80	11.20	7.85	6.32	4.24
35	71.90	44.10	34.40	23.20	15.30	10.20	7.14	5.83	3.98
40	66.60	40.10	31.30	21.10	13.90	9.28	6.59	5.36	3.70
45	62.60	37.00	28.70	19.30	12.80	8.64	6.12	4.97	3.42
50	60.10	35.30	27.20	18.20	12.00	8.06	5.71	4.71	3.24
55	55.50	33.10	25.50	17.00	11.30	7.61	5.40	4.44	3.15
60	53.20	30.70	23.80	16.10	10.96	7.18	5.14	4.21	2.96
65	51.10	29.10	22.50	15.10	9.99	6.80	4.86	4.00	2.78
70	48.20	27.80	21.40	14.40	9.53	6.45	4.62	3.78	2.69
75	48.10	26.70	20.50	13.70	9.06	6.11	4.40	3.62	2.54
80	44.80	25.80	19.70	13.20	8.63	5.87	4.20	3.47	2.46
90	42.10	23.40	17.90	11.90	7.93	5.41	3.88	3.20	2.27
100	39.40	22.30	16.90	11.30	7.41	5.06	3.62	2.99	2.11
200	24.10	13.20	10.10	6.68	4.43	3.04	2.22	1.86	1.35
500	12.20	6.60	4.96	3.30	2.20	1.52	1.11	0.93	0.69
1000	3.73	3.79	2.82	1.90	1.27	0.88	0.64	0.54	0.41

Kritik değer tablodan okunurken, n veri sayısı ve seçilen α anlamlılık düzeyine karşılık gelen rakam tablodan alınır ve 10^{-3} ile çarpılarak 1'den çıkarılır. $N=50$ ve $\alpha=0.05$ için kritik değer $r = 1 - 35.3 \times 10^{-3} = 0.9647$ olarak hesaplanır (Vogel ve Kroll, 1989) .

3.4.3. Üniform Dağılım

Bu dağılım için PPCC test istatistiğinin r tahmini, (a,b) aralığında dağılan ve sıraya dizilmiş gözlenmiş değerler ile invers değerler arasında (3.3) denklemiyle hesaplanır.

$$M_i = F_x^{-1}(p_i) = a + (b-a) p_i \quad (3.9)$$

$$P_i = \frac{i}{n+1} \quad (3.10)$$

PPCC test istatistiği dağılımın a ve b parametrelerinin tahmininde kullanılan parametre tahmin yöntemlerinden bağımsız olup (3.3) denklemini aşağdaki şekilde ifade edilebilir (Vogel ve Kroll, 1989).

$$r = \frac{Cov(x_i, p_i)}{[Var(x_i)Var(p_i)]^{0.5}} \quad (3.11)$$

Üniform dağılıma ait test istatistiğinin kritik değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir. Görüleceği gibi, dağılım için kritik değer tablodan okunurken, n veri sayısı ve seçilen α anlamlılık düzeyine karşılık gelen rakam tablodan alınır ve 10^{-3} ile çarpılarak 1'den çıkarılır. $N=50$ ve $\alpha=0.05$ için kritik değer $r = 1 - 17.6 \times 10^{-3} = 0.982$ olarak hesaplanır (Vogel ve Kroll, 1989) .

Tablo 3.3. Üniform Dağılım İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısır'nin $[1000(1-r)]$ Şeklindeki Kritik Değerleri (Vogel ve Kroll, 1989).

n	α - Anlamlılık Düzeyi								
	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99
10	124.00	81.00	64.00	42.70	27.30	17.40	11.70	9.18	5.79
15	83.60	56.30	44.40	30.20	19.60	12.80	8.94	7.21	4.87
20	63.30	42.40	34.00	23.10	15.20	10.10	7.09	5.80	4.02
25	50.90	34.20	27.40	18.80	12.40	8.29	5.88	4.82	3.39
30	43.20	28.80	23.10	15.80	10.50	7.03	5.02	4.13	2.95
35	36.80	24.80	19.90	13.60	9.04	6.10	4.36	3.62	2.55
40	32.10	21.80	17.50	12.00	7.98	5.40	3.88	3.21	2.30
45	28.70	19.40	15.50	10.70	7.12	4.81	3.47	2.88	2.08
50	25.90	17.60	14.10	9.71	6.43	4.37	3.15	2.61	1.90
55	23.80	15.90	12.80	8.80	5.87	3.98	2.87	2.40	1.72
60	21.70	14.60	11.70	8.09	5.39	3.66	2.65	2.21	1.61
65	20.00	13.40	10.80	7.48	4.99	3.39	2.46	2.05	1.49
70	18.40	12.50	10.00	6.96	4.65	3.17	2.30	1.91	1.39
75	17.30	11.80	9.45	6.53	4.35	2.96	2.15	1.79	1.30
80	16.40	11.00	8.86	6.11	4.07	2.78	2.01	1.67	1.23
90	14.40	9.84	7.92	5.45	3.64	2.47	1.80	1.49	1.09
100	13.20	8.78	7.09	4.91	3.27	2.24	1.63	1.36	0.995
200	6.58	4.45	3.58	2.47	1.65	1.13	0.824	0.688	0.503
500	2.61	1.77	1.43	0.993	0.666	0.457	0.333	0.280	0.205
1000	1.32	0.888	0.714	0.494	0.333	0.229	0.167	0.140	0.104

3.4.4. Üstel Dağılım

Üstel dağılım için sıraya dizilmiş gözlemlerin $(x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_j \leq \dots \leq x_n)$ küçük kalma olasılıkları aşağıdaki formülle hesaplanır (Önöz ve Bayazıt, 1998).

$$F(x_j) = \left[\prod_{i=0}^{n-j} \frac{i+j}{i+j+\frac{1}{c}} \right]^c \quad (3.12)$$

Yukarıdaki ifade c parametresine bağlı olduğundan üstel dağılımın PPCC testi istatistiği bulunurken kullanılacak olan invers değerlerin hesabı

$$M_i = F_x^{-1}(p_i) = P_i \quad (3.13)$$

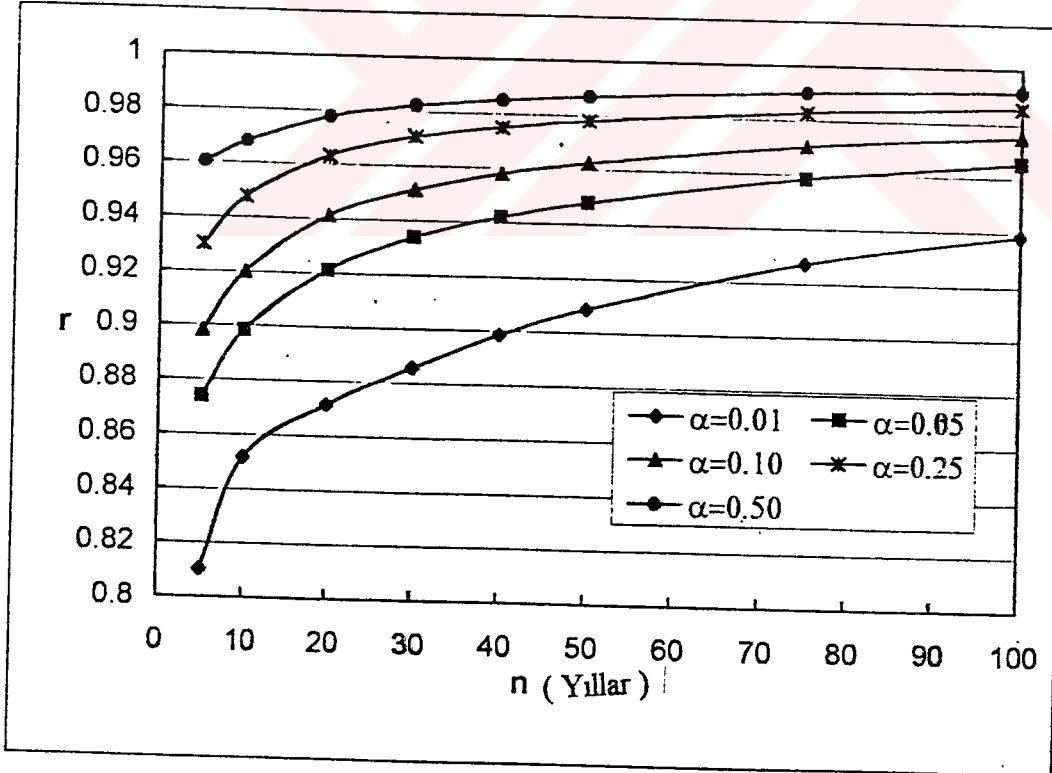
$$P_i = \frac{i}{n+1} \quad (3.14)$$

denklemleri ile hesaplanabilir. PPCC test istatistiği r ise

$$r = \frac{Cov(x_i, p_i)}{[Var(x_i)Var(p_i)]^{0.5}} \quad (3.15)$$

denklemiyle hesaplanabilir. r 'nin hesabı sırasında gözlenmiş verilerde yer alan x_0 'dan büyük değerler örnekten çıkarılmalıdır.

Üstel dağılım için PPCC test istatistiğinin çeşitli anlamlılık düzeylerinde kritik değerleri örnekteki n eleman sayısına bağlı olarak simülasyonla belirlenmiş ve aşağıdaki grafik oluşturulmuştur (Önöz ve Bayazıt, 1998). Kritik test değeri aşağıdaki grafikten okunabilir.



Şekil 3.1. Üstel Dağılım İçin Olasılık Çizgisi Korelasyon Katsayısı r 'nin Çeşitli Anlamlılık Düzeyleri İçin Kritik Değerleri.

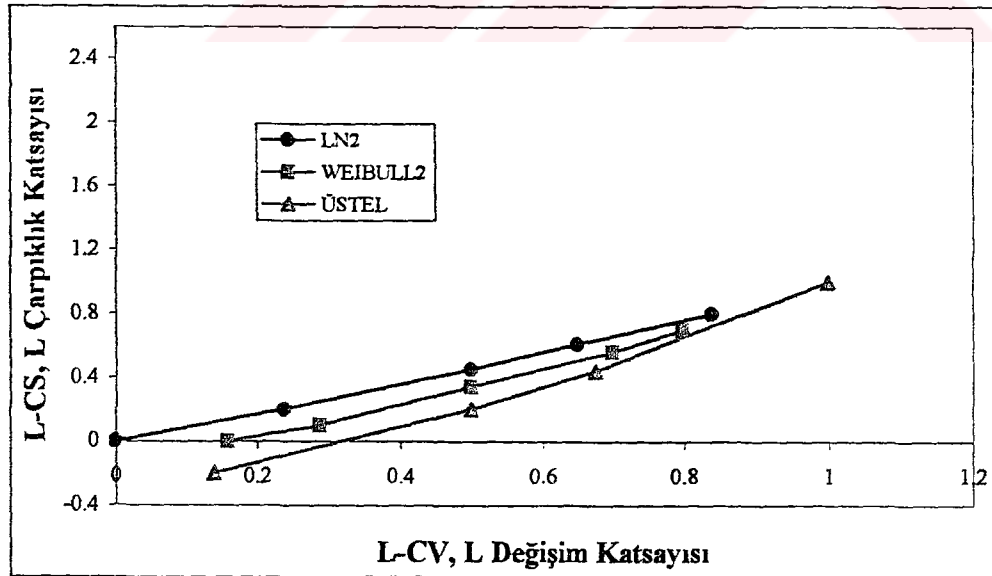
3.5. L- Moment Diyagramları

Elimizdeki örnek için seçtiğimiz dağılımın uygunluğunun araştırılması sırasında, istatistik yöntemlerin uygulanmasının yanı sıra grafik yöntem olan L-Moment Diyagramları da kullanılabilir. L-Moment diyagramlarında x-ekseni L-CV, L değişim katsayısı; y-ekseni ise L-CS, L çarpıklık katsayısıdır. L-CV ve L-CS aşağıdaki formüller ile hesaplanabilir.

$$L-CV = \frac{L_2}{L_1} \quad (3.16)$$

$$L-CS = \frac{L_3}{L_2} \quad (3.17)$$

Burada L_1 , L_2 , L_3 (2.12) denklemleri ile hesaplanan L-momentleridir. Bu formüllerden hesaplanan L-CV ve L-CS Şekil 3.2.'de verilen diyagram üzerinde noktalanır. Noktalanmış değerler diyagram üzerinde verilen dağılımların eğrileri ile karşılaştırılarak uygunluk kontrolü yapılabilir.

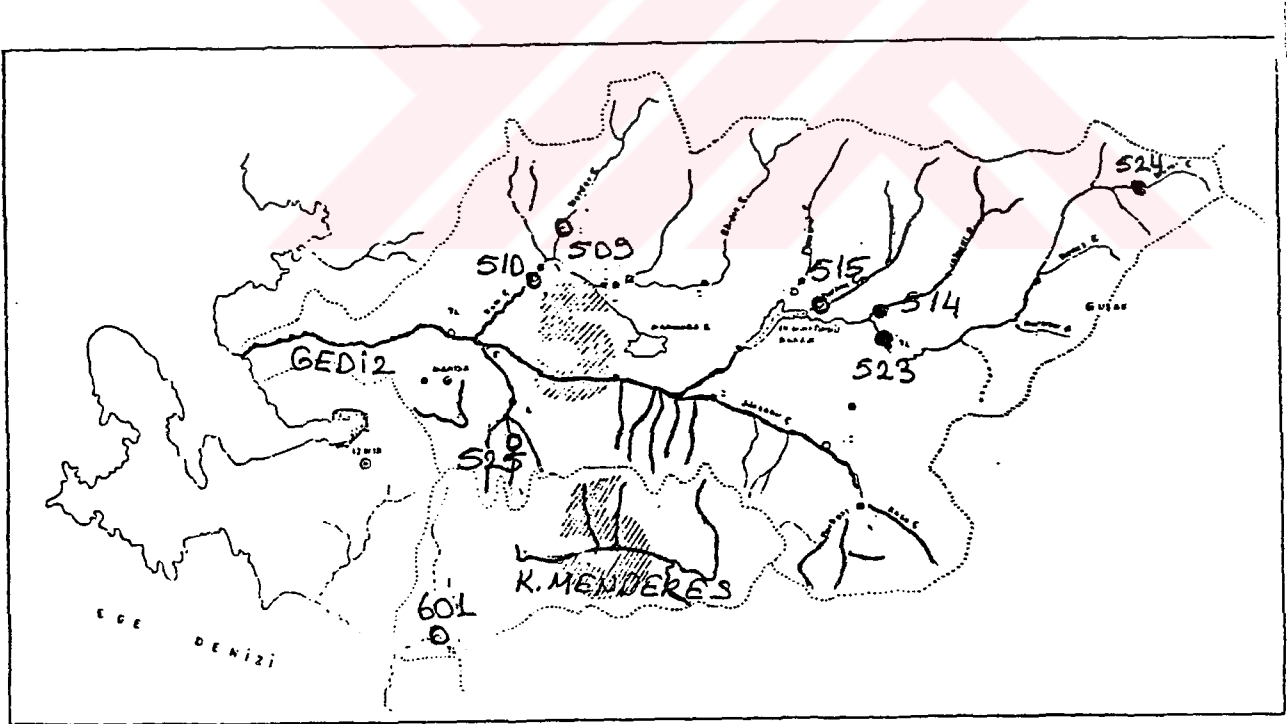


Şekil 3.2. L-Moment diyagramı

4. DÜŞÜK AKIM ANALİZİ VE EGE BÖLGESİ UYGULAMASI

4.1 Giriş

Ege Bölgesi'nin düşük akımlarının incelendiği bu çalışmada Gediz havzası, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarında yer alan istasyonlarda ölçülen veriler kullanılmıştır. Gediz havzası tek başına değerlendirilirken, Küçük Menderes havzasında tek bir istasyon olduğu için Küçük Menderes ve Büyük Menderes havzası tek bir havza olarak ele alınmıştır. Şekil 4.1'de Gediz Havzası düşük akım verilerinin incelenmesi sırasında verileri kullanan istasyonlar verilmiştir. Tablo 4.1'de ise Şekil 4.1'de verilen istasyonların bazı özellikleri gösterilmiştir.



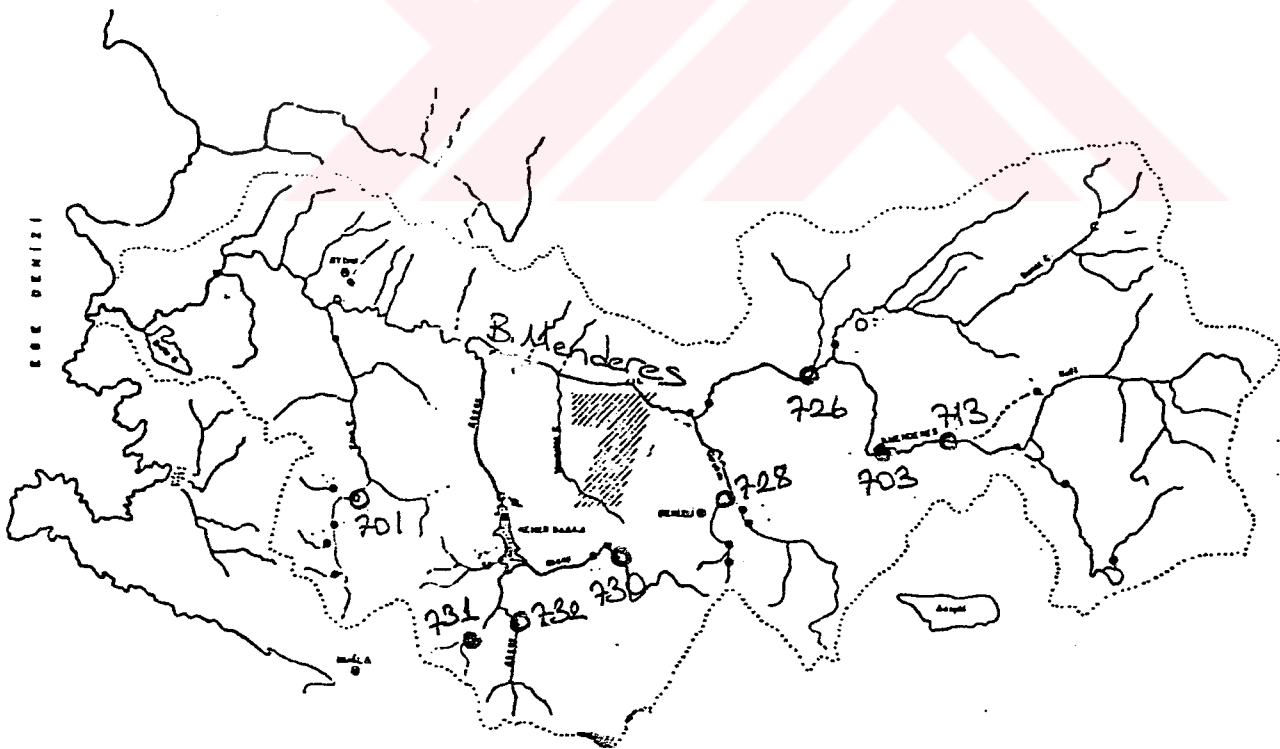
Şekil 4.1. Gediz Havzası ve K. Menderes Havzasında verileri kullanılan istasyonlar.

Tablo 4.1. Gediz Havzasında Verileri Kullanılan İstasyonların Bazı Özellikleri.

İstasyon No	Gözlem sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Drenaj Alanı (km ²)
509	33	0	901,6
510	24	0	3.184,8
514	30	0	689,6
515	30	0	739,6
523	25	1	3.272,4
524	22	0	176,0
525	19	4	64,0

Tablo 4.1’de verilen istasyonların sıfır akım sayıları 7 günlük düşük akımlara ait sıfır akım değerleridir.

Küçük Menderes ve Büyük Menderes havzalarında çalışmada verileri kullanılan istasyonlar Şekil 4.2’de, bu istasyonlara ait bazı özellikler ise Tablo 4.2’de verilmiştir. Sıfır akım sayıları verilirken 7 günlük düşük akım verilerine ait değerler göz önüne alınmıştır.



Şekil 4.2. Büyük Menderes Havzasında Verileri Kullanılan İstasyonlar.

Tablo 4.2. K.Menderes ve B.Menderes Havzalarında Verileri Kullanılan İstasyonların Bazı Özellikleri.

İstasyon No	Gözlem sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Drenaj Alanı (km ²)
601	40	24	3.255,2
701	57	0	948,0
703	23	0	1.570,0
713	43	3	3.945,6
726	23	0	9.633,6
728	20	1	256,0
730	14	0	668,8
731	14	1	167,2
732	14	0	854,8

4.2. Hidrolojik Analiz

Hidrolojik analiz yapılırken ilk adım olarak, debi süreklilik çizgileri oluşturulmuştur. N yıllık debilerin tümü alınarak büyükten küçüğe doğru sıralanarak oluşturulan debi süreklilik çizgisi, debinin belli bir değere eşit veya büyük olduğu zaman yüzdesini verir. Akarsuyun düşük akım göstergesi olarak debi süreklilik çizgilerindeki %90, %95 ve %99 akım değerleri kullanılmaktadır. Bu nedenle elimizdeki 16 istasyona ait günlük debiler büyükten küçüğe dizilerek 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük ardışık ortalamaları alınarak, bu değerlerin debi süreklilik çizgileri elde edilmiş ve bunlar EK-1'de verilmiştir. Bu debi süreklilik çizgilerinden faydalanarak düşük akım göstergesi olan, aşılma olasılığı %90, %95 ve %99 için akım değerleri okunmuş ve bu değerler aşağıda topluca verilmiştir. Gediz Havzası için bu değerler Tablo 4.3 ve Tablo 4.9 arasında verilmiştir.

Tablo 4.3. 509 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.18	0.18	0.19	0.19	0.2
Q(95)	0.11	0.11	0.12	0.12	0.14
Q(99)	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06

Tablo 4.4. 510 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.85	0.85	0.86	0.88	0.94
Q(95)	0.54	0.54	0.55	0.55	0.59
Q(99)	0.13	0.13	0.13	0.14	0.16

Tablo 4.5. 515 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.05	0.05	0.06	0.06	0.10
Q(95)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Q(99)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02

Tablo 4.6. 515 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.06	0.06	0.07	0.08	0.13
Q(95)	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06
Q(99)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Tablo 4.7. 523 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.54	0.57	0.64	0.69	1.01
Q(95)	0.21	0.23	0.24	0.26	0.52
Q(99)	0.02	0.03	0.04	0.06	0.10

Tablo 4.8. 524 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.45	0.45	0.46	0.46	0.51
Q(95)	0.32	0.32	0.34	0.34	0.36
Q(99)	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14

Tablo 4.9. 525 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Q(95)	0.004	0.004	0.006	0.008	0.01
Q(99)	0	0	0	0	0

Küçük Menderes ve Büyük menderes havzasında yer alan istasyonlara ait olan ve düşük akım göstergesi olan aşılma olasılığı %90, %95 ve %99 için akım değerleri EK-1'den okunarak aşağıda topluca verilmiştir.

Tablo 4.10. 601 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0	0	0	0	0
Q(95)	0	0	0	0	0
Q(99)	0	0	0	0	0

Tablo 4.11. 701 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.87	0.88	0.90	0.92	1.00
Q(95)	0.60	0.61	0.63	0.65	0.69
Q(99)	0.15	0.15	0.16	0.16	0.18

Tablo 4.12. 703 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	6.58	6.63	6.73	6.82	7.34
Q(95)	3.68	3.84	4.34	4.48	5.91
Q(99)	0.97	0.98	1.03	1.05	1.1

Tablo 4.13. 713 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin

Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	1.61	1.71	1.81	1.87	2.11
Q(95)	0.53	0.56	0.61	0.63	0.79
Q(99)	0	0	0.02	0.04	0.18

Tablo 4.14. 726 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin

Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	2.04	2.29	2.85	3.09	3.93
Q(95)	0.54	0.54	0.59	0.6	0.63
Q(99)	0.41	0.41	0.44	0.45	0.48

Tablo 4.15. 728 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin

Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.82	0.85	0.87	0.88	0.92
Q(95)	0.49	0.48	0.50	0.50	0.63
Q(99)	0.14	0.15	0.16	0.16	0.19

Tablo 4.16. 730 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13
Q(95)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1
Q(99)	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06

Tablo 4.17. 731 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.06	0.07	0.07	0.07	0.09
Q(95)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06
Q(99)	0.002	0.006	0.01	0.01	0.03

Tablo 4.18. 732 Nolu İstasyonda 5 Farklı Düşük Akım Gün Sayısı İçin
Aşılma Olasılığı %90, %95 ve %99 Olan Debi Değerleri.

Debi m ³ /s	Düşük Akım Gün Sayısı				
	1	3	7	10	30
Q(90)	0.5	0.52	0.57	0.58	0.68
Q(95)	0.3	0.32	0.34	0.35	0.41
Q(99)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.23

4.3. İstatistik Analiz

Elimizdeki günlük debilerin her bir yıl için 1, 3, 7, 10, 30 günlük ardışık ortalamaları alınarak bunların en küçüğü seçilip, o yılın 1, 3, 7, 10, 30 günlük düşük akım değerleri elde edilerek, her bir istasyon için 5 adet örnek oluşturulmuştur. Seçilen bu istasyonlar için Bölüm 2’de verilen parametre tahmin yöntemleri kullanılarak ortalama $\bar{x}$, standart sapma S_x , ve asimetri katsayısı C_{sx} ’ler ile L_1 ve L_2 L-momentleri hesaplanmış, aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Gediz Havzasında yer alan istasyonların istatistikleri Tablo 4.19-Tablo 4.25’de verilmiştir. Havzada bulunan 7 adet istasyonun 4 tanesinde hiç sıfır akım ölçülmemiştir.

Tablo 4.19. 509 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_x	C_{sx}	L_2	L_3
1	0	0.130	0.076	-0.037	0.0443	-0.0008
3	0	0.141	0.082	-0.044	0.0481	-0.0005
7	0	0.155	0.087	-0.116	0.0507	-0.0018
10	0	0.163	0.088	-0.134	0.0516	-0.0023
30	0	0.187	0.089	-0.261	0.0516	-0.0041

Tablo 4.20. 510 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_x	C_{sx}	L_2	L_3
1	0	0.602	0.388	0.504	0.2224	0.0284
3	0	0.615	0.387	0.453	0.2210	0.0247
7	0	0.642	0.389	0.367	0.2245	0.0198
10	0	0.654	0.392	0.373	0.2265	0.0203
30	0	0.726	0.427	0.266	0.2493	0.0169

Tablo 4.21. 514 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	1	0.038	0.035	1.505	0.0182	0.0061
3	1	0.042	0.038	1.654	0.0196	0.0070
7	0	0.047	0.041	1.771	0.0204	0.0079
10	0	0.048	0.042	1.709	0.0213	0.0082
30	0	0.07	0.06	1.852	0.0307	0.0110

Tablo 4.22. 515 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	0	0.054	0.060	1.856	0.0310	0.0109
3	0	0.056	0.061	1.784	0.0315	0.0111
7	0	0.062	0.063	1.534	0.0334	0.0111
10	0	0.068	0.066	1.481	0.0352	0.0107
30	0	0.102	0.086	0.971	0.0474	0.0976

Tablo 4.23. 523 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	1	0.58	0.626	1.701	0.324	0.108
3	1	0.605	0.635	1.598	0.333	0.107
7	1	0.642	0.648	1.481	0.344	0.104
10	1	0.67	0.676	1.519	0.357	0.111
30	1	0.868	0.9	1.862	0.458	0.163

Tablo 4.24. 524 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	0	0.372	0.192	-0.420	0.1112	-0.0136
3	0	0.379	0.195	-0.342	0.1130	-0.0115
7	0	0.392	0.192	-0.435	0.1103	-0.0139
10	0	0.402	0.191	-0.501	0.1094	-0.0155
30	0	0.454	0.210	-0.340	0.1212	-0.0128

Tablo 4.25. 525 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	4	0.015	0.021	1.878	0.0099	0.0052
3	4	0.018	0.022	1.748	0.0113	0.0050
7	4	0.022	0.024	1.238	0.0129	0.0045
10	4	0.025	0.025	0.962	0.0139	0.0041
30	3	0.034	0.032	0.850	0.0179	0.0045

Küçük Menderes ve B.Menderes Havzalarında yer alan istasyonların istatistikleri Tablo 4.26-Tablo 4.34’de verilmiştir. K. Menderes Havzasını temsil eden 601 nolu istasyonda ölçülen 40 yıllık verinin büyük bir kısmı sıfır akımdan oluşmaktadır. Havzada bulunan 5 adet istasyonda ise sıfır akım bulunmamaktadır.

Tablo 4.26. 601 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	27	0.056	0.117	2.415	0.0473	0.0328
3	25	0.062	0.128	2.466	0.0522	0.0359
7	24	0.070	0.144	2.640	0.0584	0.0400
10	23	0.074	0.150	2.637	0.0611	0.0416
30	19	0.101	0.191	2.590	0.0808	0.0515

Tablo 4.27. 701 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	2	1.070	0.849	0.883	0.4699	0.1004
3	0	1.191	0.835	0.798	0.4638	0.0937
7	0	1.215	0.842	0.778	0.4685	0.0940
10	0	1.229	0.852	0.799	0.4729	0.0971
30	0	1.324	0.898	0.798	0.4999	0.1010

Tablo 4.28. 703 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	0	4.916	3.033	-0.277	1.7463	-0.1437
3	0	4.999	3.062	-0.252	1.7673	-0.1303
7	0	5.190	2.927	-0.251	1.7010	-0.1354
10	0	5.401	2.803	-0.350	1.6358	-0.1761
30	0	6.244	2.750	-0.795	1.5398	-0.3040

Tablo 4.29. 713 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	4	2.495	2.258	0.815	1.2610	0.2614
3	3	2.715	2.263	0.703	1.2762	0.2183
7	3	3.061	2.377	0.652	1.3462	0.1900
10	3	3.192	2.485	0.772	1.3938	0.2126
30	3	3.904	3.065	0.836	1.7116	0.2921

Tablo 4.30. 726 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	0	8.137	4.636	-0.818	2.525	-0.549
3	0	8.415	4.918	-0.626	2.710	-0.435
7	0	8.950	5.315	-0.518	2.941	-0.381
10	0	9.145	5.407	-0.564	2.993	-0.422
30	0	10.391	6.054	-0.651	3.392	-0.525

Tablo 4.31. 728 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	1	0.824	0.584	0.405	0.3386	0.0306
3	1	0.867	0.608	0.347	0.3537	0.0266
7	1	0.902	0.636	0.348	0.3706	0.0291
10	1	0.928	0.643	0.317	0.3746	0.0262
30	0	1.021	0.643	0.351	0.3741	0.0296

Tablo 4.32. 730 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_X	C_{SX}	L_2	L_3
1	0	0.498	0.417	0.129	0.2438	0.0133
3	0	0.506	0.422	0.125	0.2458	0.0118
7	0	0.517	0.428	0.158	0.2494	0.0160
10	0	0.521	0.427	0.176	0.2482	0.0182
30	0	0.542	0.424	0.117	0.2469	0.0130

Tablo 4.33. 731 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_x	C_{sx}	L_2	L_3
1	1	0.046	0.036	0.834	0.0206	0.0048
3	1	0.049	0.038	0.814	0.0219	0.0054
7	1	0.052	0.040	0.872	0.0227	0.0059
10	1	0.055	0.042	0.868	0.0236	0.0060
30	0	0.071	0.048	0.518	0.0278	0.0046

Tablo 4.34. 732 Nolu İstasyonun İstatistikleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Sıfır Akım Sayısı	Merkez momentleri			L Momentleri	
		$\bar{X}$	S_x	C_{sx}	L_2	L_3
1	0	0.960	0.962	1.037	0.5172	0.2048
3	0	1.013	1.018	0.939	0.5480	0.2049
7	0	1.048	1.045	0.923	0.5651	0.2048
10	0	1.074	1.064	0.899	0.5784	0.2056
30	0	1.190	1.130	0.815	0.6238	0.1992

Bu çalışmada Bölüm 3 de anlatılan olasılık dağılım fonksiyonlarından 2-parametrelili lognormal dağılım (LN2), 2- parametrelili Weibull (W2) dağılımı ve üstel (POWER) dağılım kullanılmıştır.

2-parametrelili lognormal dağılımın (LN2) parametrelerinin hesabı maksimum olabilirlik yöntemi ile hesaplanmış, logaritması alınan ve büyükten küçüğe dizilen debilerin (2.34) denklemi ile $\bar{x}$ ortalamaları ve S_x standart sapmaları ve (2.9) denklemleriyle C_{sy} çarpıklık katsayıları hesaplanmıştır. Her bir istasyon için elde edilen bu değerler Tablo 4.35-4.41’de verilmiştir.

2-parametrelili Weibull (W2) dağılımın parametreleri L-momentler yöntemiyle (2.42) denklemleri kullanılarak yapılmıştır. Her bir istasyon için elde edilen bu dağılımın parametreleri Tablo 4.35-4.41’de verilmiştir.

Üstel dağılımın parametreleri L-momentler kullanılarak ve $m=0$ için (2.49) denklemleri ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada yer alan bütün istasyonlar için elde edilen dağılım parametreleri Tablo 4.35-4.41’de verilmiştir.

Tablo 4.35. 509 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri ($m=0$)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-1.436	-2.333	0.950	1.205	0.156	0.971	0.265
3	-1.410	-2.251	0.935	1.213	0.169	0.963	0.287
7	-1.494	-2.132	0.898	1.264	0.187	1.026	0.306
10	-1.382	-2.052	0.823	1.348	0.197	1.075	0.314
30	-1.768	-1.852	0.715	0.591	0.225	1.314	0.329

Tablo 4.36. 510 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri ($m=0$)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-1.425	-0.816	0.968	1.408	0.666	0.854	1.308
3	-1.459	-0.785	0.952	1.437	0.682	0.884	1.310
7	-1.558	-0.727	0.935	1.488	0.712	0.930	1.332
10	-1.598	-0.699	0.921	1.524	0.725	0.945	1.347
30	-1.484	-0.585	0.889	1.578	0.802	0.955	1.486

Tablo 4.37. 514 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
Gün Sayısı	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	-0.266	-3.604	0.925	1.037	0.047	0.546	0.108
3	-0.079	-3.466	0.848	1.123	0.052	0.576	0.115
7	-0.089	-3.381	0.826	1.177	0.056	0.643	0.119
10	-0.078	-3.348	0.827	1.175	0.057	0.636	0.124
30	-0.080	-2.984	0.838	1.213	0.081	0.637	0.179

Tablo 4.38. 515 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
Gün Sayısı	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	-0.564	-3.734	1.556	0.709	0.054	0.376	0.199
3	-0.478	-3.633	1.441	0.756	0.057	0.385	0.201
7	-0.386	-3.424	1.299	0.826	0.066	0.424	0.208
10	-0.484	-3.276	1.247	0.867	0.073	0.462	0.215
30	-0.699	-2.774	1.165	0.943	0.115	0.574	0.279

Tablo 4.39. 523 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
Gün Sayısı	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	-0.843	-1.261	1.551	0.874	0.548	0.396	2.044
3	-0.929	-1.184	1.522	0.896	0.583	0.408	2.085
7	-0.801	-1.039	1.381	0.987	0.635	0.434	2.121
10	-0.747	-0.961	1.320	1.038	0.667	0.439	2.195
30	-0.430	-0.598	1.114	1.303	0.857	0.448	2.804

Tablo 4.40. 524 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	-1.513	-1.226	0.855	1.442	0.438	1.175	0.690
3	-1.546	-1.203	0.842	1.478	0.444	1.176	0.701
7	-1.626	-1.146	0.801	1.572	0.459	1.280	0.699
10	-1.674	-1.110	0.781	1.627	0.470	1.338	0.703
30	-1.485	-0.957	0.690	1.849	0.525	1.375	0.785

Tablo 4.41. 525 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	0.445	-4.570	1.110	0.697	0.024	0.238	0.076
3	-0.130	-4.288	1.072	0.714	0.031	0.283	0.080
7	-0.055	-3.951	0.921	0.783	0.040	0.346	0.085
10	-0.076	-3.771	0.845	0.826	0.046	0.390	0.088
30	-1.314	-3.570	1.015	0.814	0.057	0.451	0.001

Küçük Menderes ve Büyük Menderes havzalarında bulunan istasyonlar için olasılık dağılım parametreleri, Lognormal dağılım, Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım için Tablo 4.42-4.50’de verilmiştir.

Tablo 4.42. 601 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X ₀
1	-1.015	-2.177	1.040	0.971	0.206	0.095	0.650
3	-3.673	-2.604	1.774	0.669	0.175	0.098	0.701
7	-2.121	-2.547	1.633	0.715	0.176	0.100	0.770
10	-1.501	-2.603	1.634	0.709	0.167	0.102	0.792
30	-0.916	-2.571	1.646	0.726	0.169	0.124	0.915

Tablo 4.43. 701 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-1.733	-0.330	1.195	1.215	1.156	0.639	2.746
3	-1.953	-0.210	1.149	1.313	1.258	0.784	2.710
7	-1.833	-0.163	1.076	1.382	1.290	0.797	2.740
10	-1.844	-0.147	1.066	1.397	1.305	0.800	2.767
30	-1.679	-0.040	0.984	1.496	1.413	0.824	2.930

Tablo 4.44. 703 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-0.935	1.268	0.965	0.080	4.689	0.908	10.332
3	-0.962	1.296	0.945	0.150	4.780	0.914	10.466
7	-1.180	1.394	0.848	0.605	5.030	1.026	10.251
10	-1.424	1.464	0.807	0.966	5.254	1.151	10.094
30	-1.709	1.657	0.724	0.376	5.984	1.528	10.332

Tablo 4.45. 713 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-1.095	0.469	1.307	1.152	2.637	0.489	7.594
3	-1.202	0.576	1.257	1.224	2.852	0.564	7.531
7	-1.387	0.786	1.130	1.422	3.292	0.637	7.867
10	-1.428	0.839	1.114	1.466	3.429	0.645	8.140
30	-1.410	1.046	1.098	1.526	4.156	0.641	9.999

Tablo 4.46. 726 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ _y	σ _y	α	β	C	X ₀
1	-1.449	1.555	1.486	1.491	6.972	1.111	15.460
3	-1.443	1.586	1.485	1.500	7.176	1.052	16.412
7	-1.446	1.639	1.499	1.485	7.597	1.022	17.710
10	-1.448	1.658	1.505	1.478	7.756	1.028	18.042
30	-1.375	1.837	1.393	1.659	8.892	0.032	20.461

Tablo 4.47. 728 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ _y	σ _y	α	β	C	X ₀
1	-1.608	-0.500	1.084	1.398	0.916	0.717	1.974
3	-1.416	-0.429	1.028	1.467	0.965	0.726	2.062
7	-1.364	-0.387	1.016	1.485	1.002	0.718	2.160
10	-1.126	-0.329	0.940	1.599	1.032	0.738	2.184
30	-0.827	-0.250	0.852	1.752	1.083	0.865	2.202

Tablo 4.48. 730 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C _{SY}	μ _y	σ _y	α	β	C	X ₀
1	-0.963	-1.471	1.682	0.745	0.498	0.520	1.453
3	-0.846	-1.393	1.563	0.794	0.514	0.530	1.462
7	-0.709	-1.292	1.418	0.873	0.532	0.536	1.481
10	-0.572	-1.219	1.300	0.949	0.543	0.549	1.469
30	-0.555	-1.108	1.198	1.041	0.575	0.598	1.449

Tablo 4.49. 731 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

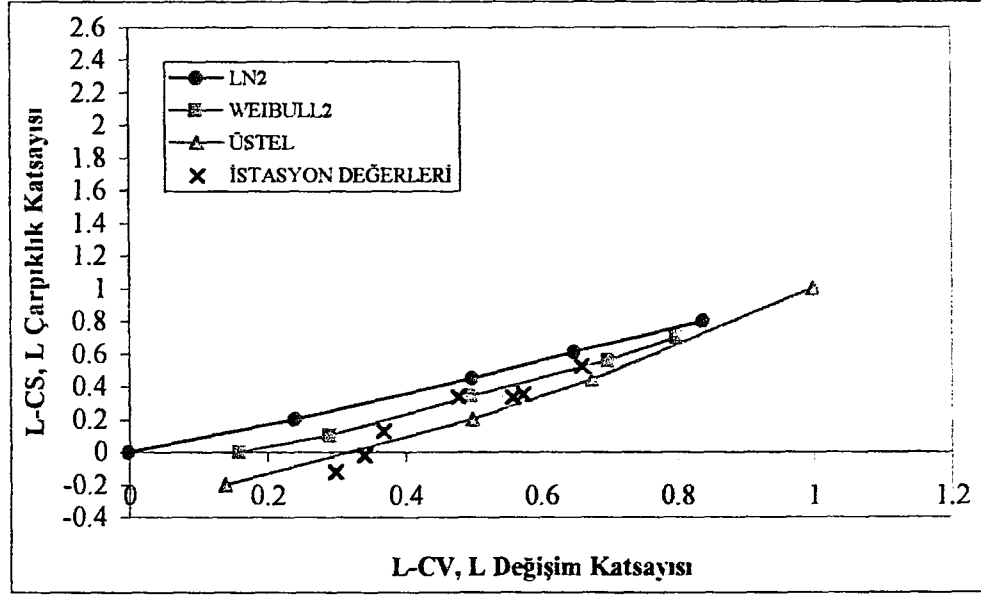
Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	-0.963	-1.471	1.682	0.745	0.498	0.622	0.120
3	-0.846	-1.393	1.563	0.794	0.514	0.632	0.128
7	-0.709	-1.292	1.418	0.873	0.532	0.653	0.133
10	-0.572	-1.219	1.300	0.949	0.543	0.660	0.138
30	-0.555	-1.108	1.198	1.041	0.575	0.768	0.163

Tablo 4.50. 732 Nolu İstasyonun Olasılık Dağılım Parametreleri.

Düşük Akım Gün Sayısı	Logaritmaların Merkez momenteleri			Weibull Dağılımının Parametreleri		Üstel Dağılımın Parametreleri (m=0)	
	C_{SY}	μ_y	σ_y	α	β	C	X_0
1	0.417	-0.531	1.032	1.527	0.858	0.428	3.203
3	0.399	-0.500	1.062	1.496	0.892	0.424	3.401
7	0.353	-0.464	1.065	1.494	0.925	0.427	3.501
10	0.319	-0.439	1.069	1.482	0.952	0.429	3.580
30	0.218	-0.313	1.057	1.511	1.072	0.454	3.812

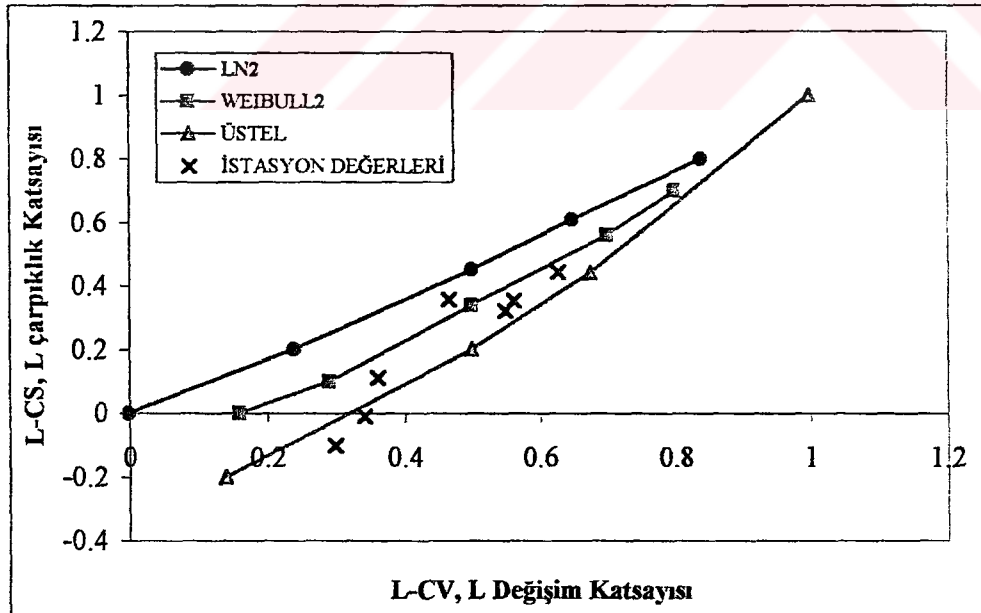
4.4. Olasılık Dağılımları Testi

Çalışmada kullanılan istasyonlarda 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük düşük akım değerlerine uyguladığımız lgnormal dağılım, Weibull2 ve üstel dağılımlarından hangisinin daha iyi uyduğunu belirlemek amacıyla L-moment diyagramları ve güçlü bir test olan PPCC testi kullanılmıştır. L-momentleri ile oluşturulmuş olan L-diyagramları dağılımların uygunluğu hakkında bir fikir edinmemize yardımcı olur. Gediz bölgesi için 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük düşük akımlar için oluşturulan L-diyagramları Şekil 4.3-Şekil 4.7’de verilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde Gediz Bölgesinde bulunan istasyonlarda Lognormal sadece birkaç istasyonda uygun olmakla beraber, Weibull2 ve üstel dağılımın daha uygun olabileceği fikrini vermektedir.



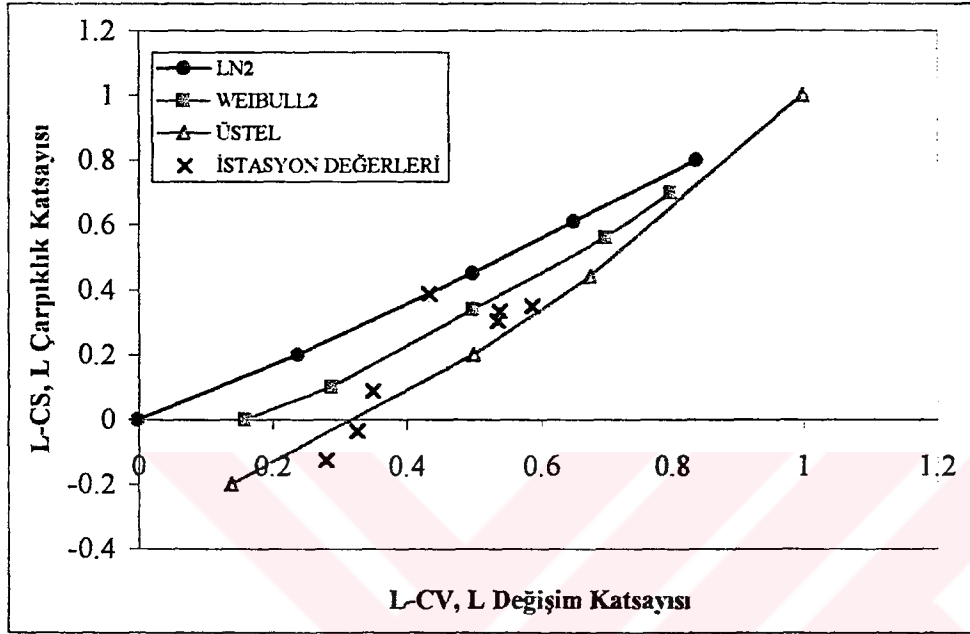
Şekil 4.3. Gediz Havzası İstasyonları 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

Gediz Havzasında yer alan istasyonların 1 günlük düşük akımlarının L-moment diyagramı olan Şekil 4.3 incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull dağılıma yakın dağıldığı görülmüştür. Ancak noktalar üstel dağılıma daha yakındır.



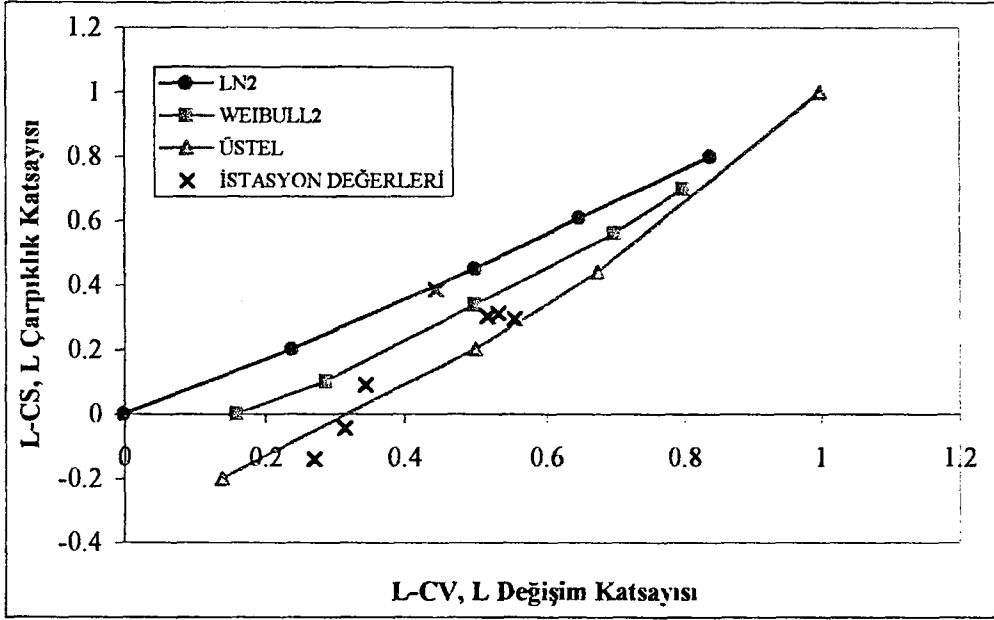
Şekil 4.4. Gediz Havzası İstasyonları 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

Gediz Havzasında yer alan istasyonların 3 günlük düşük akımlarının L-moment diyagramı olan Şekil 4.4. incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull dağılıma yakın dağıldığı görülmüştür. Lognormal dağılım çizgisine bir nokta yaklaşmıştır. Noktalar daha çok üstel dağılıma yakın görünmektedir.



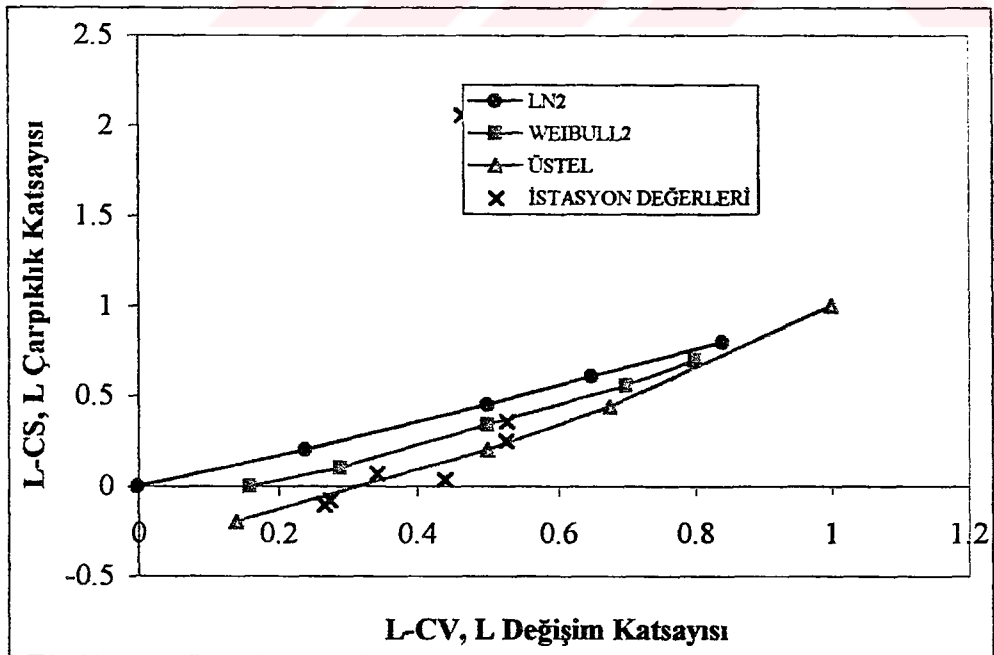
Şekil 4.5. Gediz Havzası İstasyonları 7- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

Gediz Havzasında yer alan istasyonların 7 günlük düşük akımlarının L-moment diyagramı olan Şekil 4.5. incelendiğinde sadece bir nokta Lognormal dağılıma yakın gelmiştir. Diğer noktalar ise üstel dağılım ve Weibull dağılıma yakın dağılmışlardır. Noktalar üstel dağılıma daha yakın görünmektedir.



Şekil 4.6. Gediz Havzası İstasyonları 10-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

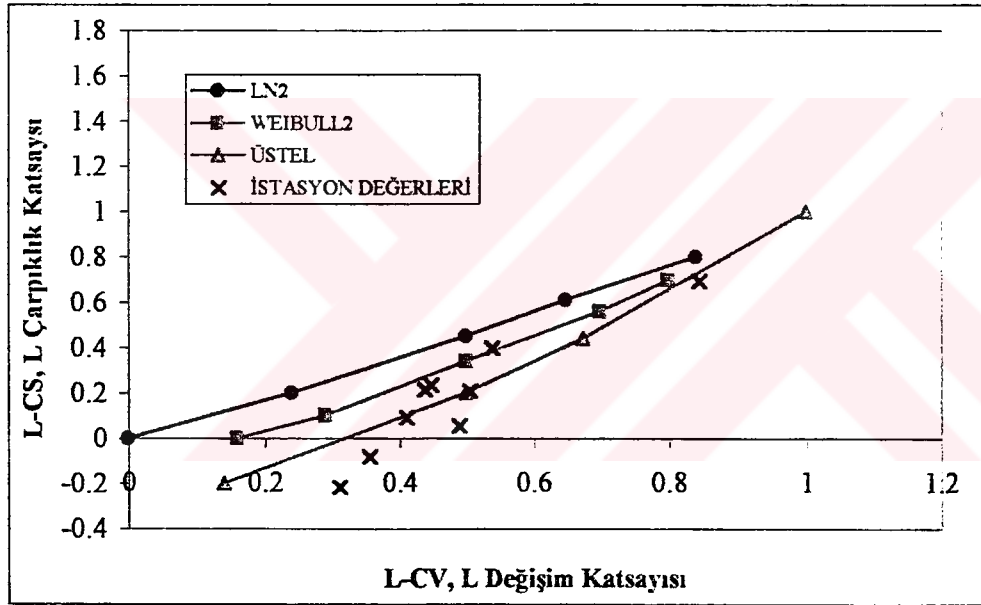
Gediz Havzasında yer alan istasyonların 10 günlük düşük akımlarının L-moment diyagramı olan Şekil 4.6. incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull dağılıma yakın dağıldığı görülmüştür. Sadece bir nokta lognormal dağılım eğrisinin üstünde kalmıştır. Ancak noktalar üstel dağılıma daha yakındır.



Şekil 4.7. Gediz Havzası İstasyonları ait 30-Günlük Düşük Akımların L- Diyagramı.

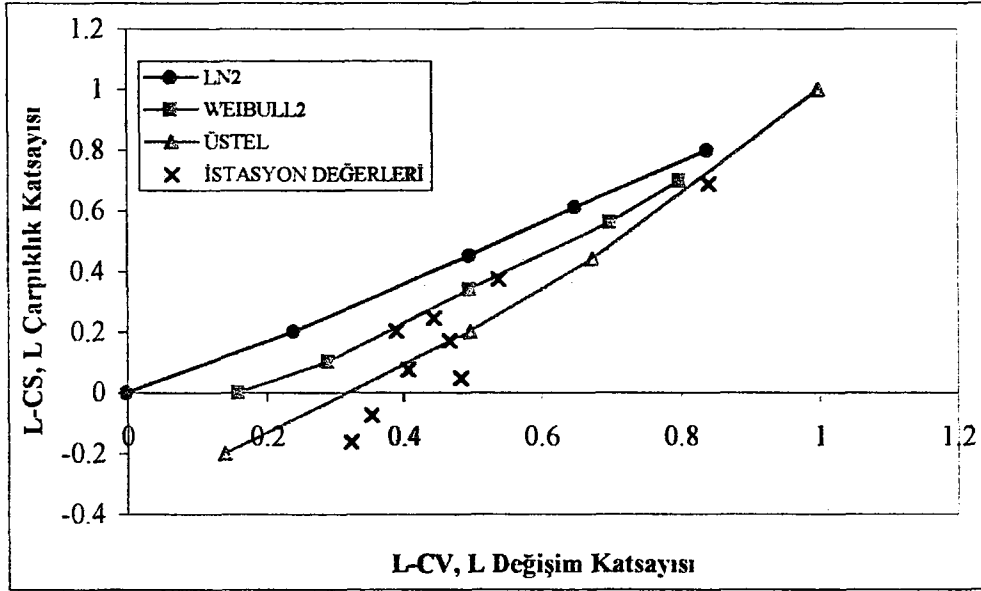
Gediz Havzasında yer alan istasyonların 30 günlük düşük akımlarının L-moment diyagramı olan Şekil 4.7 incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull dağılıma yakın dağıldığı görülmüştür. Ancak noktalar üstel dağılıma daha yakındır.

Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzasında yer alan istasyonların L-diyagramları Şekil 4.8 - Şekil 4.12’de verilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde noktaların ağırlıklı olarak Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım eğrilerine yakın olduğu, lognormal dağılım eğrisi civarında ise hiç nokta bulunmadığı dikkati çekmektedir. Bu durum lognormal dağılımın B. Menderes ve K. Menderes Havzasında bulunan istasyonlara uymadığı fikrini vermekle beraber, ayrıca PPCC testi uygulanacaktır.



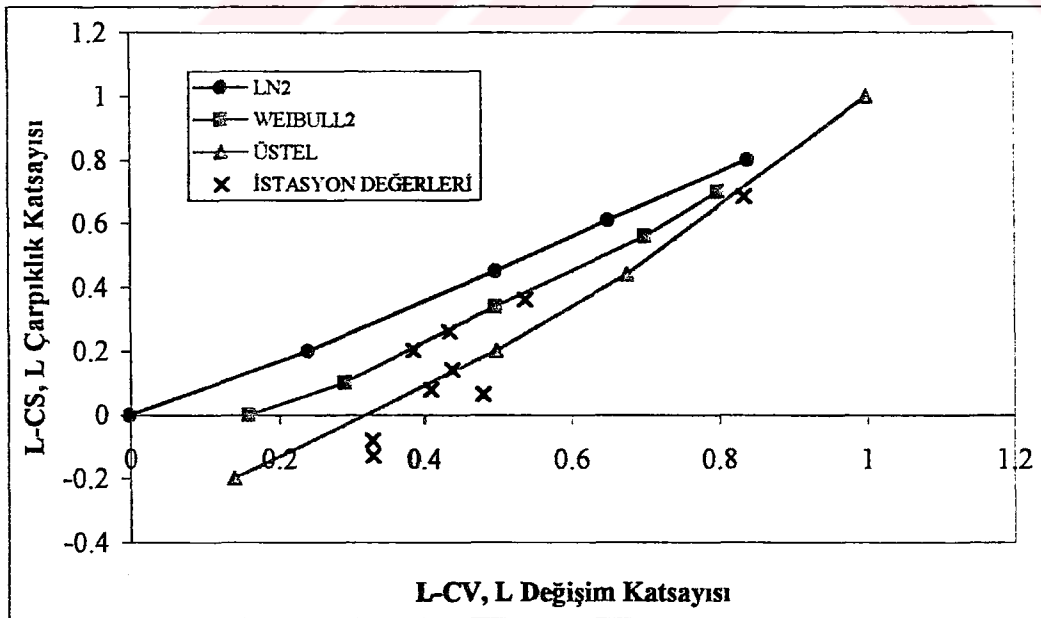
Şekil 4.8. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 1- Günlük Düşük Akımlarının L-Diyagramı.

Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzasında yer alan istasyonların 1- günlük düşük akımlarının L-diyagramı olan Şekil 4.8 incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull2 dağılımı civarında dağıldığı görülmektedir.



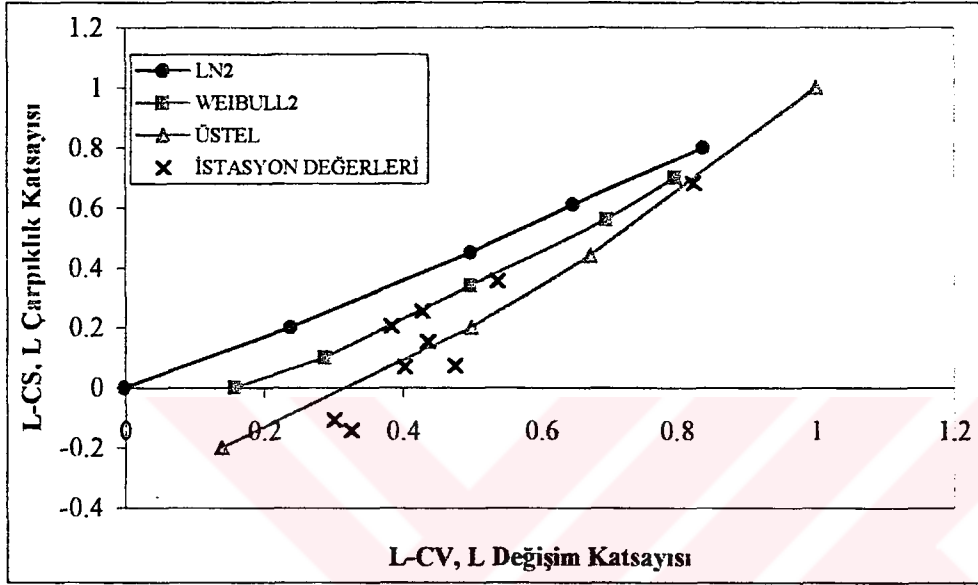
Şekil 4.9. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 3- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı.

Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzasında yer alan istasyonların 3- günlük düşük akımlarının L-diyagramı olan Şekil 4.9 incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull2 dağılımı civarında dağıldığı görülmektedir.



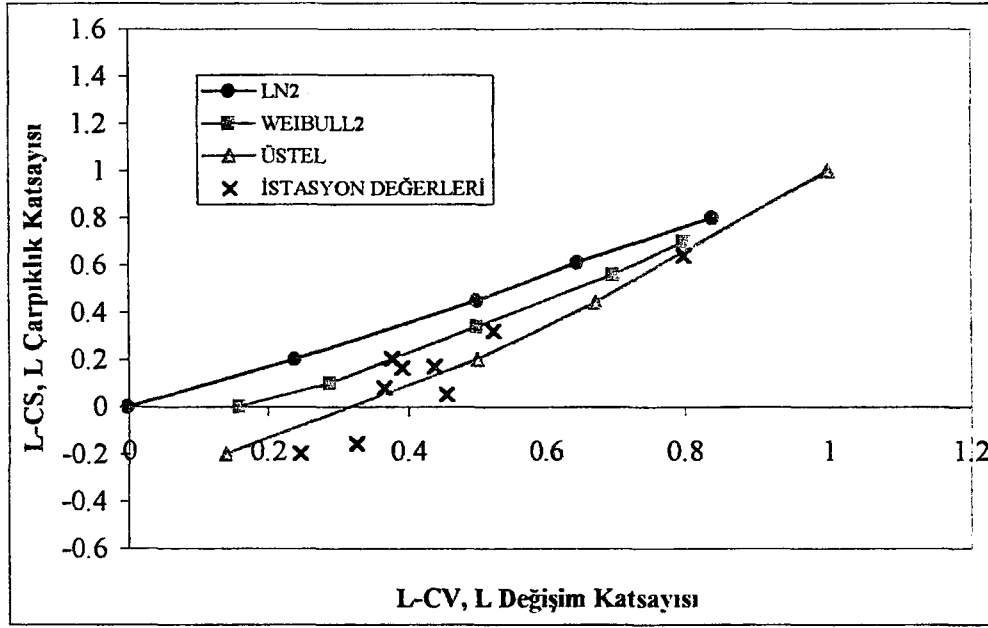
Şekil 4.10. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 7- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı.

Şekil 4.10 incelendiğinde noktaların üstel dağılım ve Weibull2 dağılımı civarında dağıldığı görülmekte olup 7-günlük düşük akımlar için bu iki dağılımın daha uygun olduğu fikrini vermektedir.



Şekil 4.11. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 10- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı.

Şekil 4.11 incelendiğinde B. Menderes ve K.Menderes Havzalarındaki istasyonların 10-günlük düşük akımları için Weibull2 dağılımının üç istasyon için uygun olduğu, diğer istasyonlar için ise üstel dağılımın uygun olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaktadır.



Şekil 4.12. B. Menderes ve K.Menderes Havzası İstasyonları 30- Günlük Düşük Akımlarının Ait L-Diyagramı.

B. Menderes ve K.Menderes Havzalarındaki istasyonların 30-günlük düşük akımları için L-diyagramı olan Şekil 4.12 incelendiğinde, noktaların Weibull2 ve üstel dağılım civarında dağıldığı görülmektedir.

L- diyagramları ile istasyonlardaki verilere uygun olan dağılım hakkında bilgi edinilmiştir. Bu istasyonlara PPCC testi uygulanarak sonuçlara varılmaya çalışılmıştır. Bölüm 3’de anlatılan bu testi uygularken (3.3) denklemini kullanılarak hesaplanan r test istatistiği ile tablolardan elde edilen kritik değer karşılaştırılmıştır. Kritik değeri okuma aşamasında sabit bir anlamlılık düzeyi belirlenmemiş olup, r test istatistiğinin hangi anlamlılık düzeyinde kritik değeri aştığı kontrol edilmiştir. Alınan sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Gediz Havzasında bulunan istasyonlardaki 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük düşük akımlara uygulanan PPCC testi sonuçları Tablo 4.51- Tablo 4.55’de verilmiştir.

Tablo 4.51. Gediz Havzasındaki İstasyonların 1-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α -anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
509	33	0.915	0.972	0.990	0.000	0.150	0.500
510	24	0.922	0.976	0.973	0.003	0.250	0.400
514	30	0.989	0.975	0.929	0.250	0.250	0.050
515	30	0.972	0.979	0.950	0.100	0.400	0.100
523	25	0.955	0.985	0.974	0.030	0.500	0.400
524	22	0.897	0.961	0.978	0.001	0.190	0.450
525	19	0.970	0.933	0.805	0.250	0.040	0.000

Gediz Havzasındaki istasyonların 1-günlük düşük akımları için Tablo 4.51 incelendiğinde 525 nolu istasyonda lognormal dağılımın uygun olduğu, üç istasyonda Weibull2 dağılımın, diğer üç istasyonda ise üstel dağılımın uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 4.52. Gediz Havzasındaki İstasyonların 3-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α -anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
509	33	0.921	0.976	0.995	0.000	0.250	0.500
510	24	0.920	0.982	0.974	0.004	0.500	0.300
514	30	0.995	0.978	0.916	0.250	0.250	0.025
515	30	0.979	0.982	0.948	0.200	0.500	0.150
523	25	0.860	0.896	0.976	0.000	0.000	0.380
524	22	0.901	0.965	0.977	0.001	0.200	0.320
525	19	0.976	0.972	0.852	0.250	0.300	0.008

Gediz Havzasındaki istasyonların 3-günlük düşük akımlarının PPCC test istatistikleri incelendiğinde 514 nolu istasyon için lognormal dağılım ve Weibull2 dağılımında aynı anlamlılık düzeyinde kritik değeri geçtiği görülmektedir. Diğer istasyonların üçünde Weibull2, üçünde de üstel dağılım uygun sonucu çıkmaktadır.

Tablo 4.53. Gediz Havzasındaki İstasyonların 7-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
509	33	0.915	0.974	0.996	0.000	0.200	0.500
510	24	0.926	0.979	0.981	0.005	0.400	0.500
514	30	0.992	0.976	0.944	0.250	0.250	0.080
515	30	0.982	0.979	0.950	0.250	0.400	0.100
523	25	0.960	0.978	0.978	0.050	0.350	0.350
524	22	0.891	0.958	0.969	0.000	0.100	0.250
525	19	0.973	0.955	0.916	0.250	0.150	0.045

İstasyonların 7- günlük düşük akım değerlerinde 515 nolu istasyonda lognormal dağılım uygun, 514 nolu istasyonda ise PPCC test istatistiği lognormal ve Weibull2 dağılımlarında aynı anlamlılık düzeyinde kritik değeri geçmektedir. 523 nolu istasyonda Weibull2 ve üstel dağılımlar aynı anlamlılık düzeyinde kabul görmektedir. İki istasyonda üstel dağılım, diğer istasyonlarda ise Weibull2 dağılımı uygundur.

Tablo 4.54. Gediz Havzasındaki İstasyonların 10-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	N	r- PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
509	33	0.926	0.983	0.995	0.001	0.500	0.500
510	24	0.926	0.983	0.982	0.005	0.500	0.500
514	30	0.994	0.978	0.945	0.250	0.250	0.080
515	30	0.978	0.983	0.961	0.200	0.500	0.180
523	25	0.963	0.976	0.980	0.090	0.300	0.500
524	22	0.886	0.954	0.965	0.000	0.090	0.250
525	19	0.962	0.910	0.941	0.100	0.025	0.100

Gediz havzasında verileri kullanılan istasyonlardan sadece 514 nolu istasyonda lognormal dağılım ve Weibull2 dağılımının uygun olduğu görülmektedir. 509 ve 510 nolu istasyonlarda Weibull2 ve üstel dağılım aynı anlamlılık düzeyinde kritik değeri

aşmaktadır. Kalan dört istasyonun ikisinde Weibull2 dağılımı, diğer ikisinde ise üstel dağılım uygundur.

Tablo 4.55. Gediz Havzasındaki İstasyonların 30-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r- PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
509	33	0.907	0.974	0.994	0.000	0.200	0.500
510	24	0.932	0.960	0.993	0.005	0.100	0.500
514	30	0.997	0.978	0.976	0.250	0.250	0.400
515	30	0.967	0.960	0.972	0.007	0.090	0.250
523	25	0.981	0.977	0.985	0.250	0.300	0.500
524	22	0.910	0.969	0.974	0.001	0.200	0.500
525	19	0.932	0.899	0.956	0.015	0.010	0.250

Gediz Havzasındaki istasyonları 30- günlük düşük akım verileri için PPCC test istatistiği incelendiğinde bütün istasyonlarda üstel dağılımın uygun olduğu görülmektedir.

Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki çalışmada verileri kullanılan istasyonların 1, 3, 7, 10 ve 30 günlük düşük akımlarına uydurulmaya çalışılan dağılımlar için PPCC test istatistikleri Tablo 4.56- Tablo 4.60'da verilmiştir.

Tablo 4.56. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 1-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α -anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
601	40	0.975	0.962	0.693	0.050	0.050	0.000
701	57	0.919	0.981	0.966	0.000	0.200	0.100
703	23	0.916	0.955	0.976	0.002	0.090	0.400
713	43	0.758	0.778	0.969	0.000	0.000	0.170
726	23	0.815	0.882	0.913	0.000	0.000	0.035
728	20	0.915	0.971	0.984	0.004	0.250	0.500
730	14	0.924	0.959	0.977	0.020	0.250	0.450
731	14	0.311	0.346	0.946	0.000	0.000	0.180
732	14	0.950	0.899	0.899	0.090	0.010	0.035

Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarında bulunan istasyonların 1-günlük düşük akımları için PPCC test istatistiğine bakıldığında 732 nolu istasyonda lognormal dağılımın uygun olduğu, 601 nolu istasyonda ise lognormal ve üstel dağılım aynı anlamlılık düzeyinde kritik değeri aşmaktadır. Diğer istasyonlarda ise üstel dağılım daha yüksek anlamlılık düzeyinde kabul edilmektedir.

Tablo 4.57. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 3-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α -anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
601	40	0.925	0.973	0.698	0.000	0.150	0.000
701	57	0.899	0.964	0.961	0.000	0.040	0.090
703	23	0.918	0.958	0.979	0.001	0.100	0.400
713	43	0.934	0.694	0.977	0.000	0.000	0.200
726	23	0.824	0.890	0.925	0.000	0.000	0.045
728	20	0.925	0.976	0.988	0.010	0.400	0.500
730	14	0.929	0.956	0.974	0.025	0.200	0.400
731	14	0.963	0.932	0.950	0.250	0.060	0.180
732	14	0.945	0.896	0.900	0.070	0.015	0.040

İstasyonların 3- günlük düşük akım verilerinin PPCC test istatistikleri Tablo 4.57'dan okunduğunda 731 ve 732 nolu istasyonlarda lognormal dağılımın, 601 nolu istasyonda ise Weibull2 dağılımının uygun olduğu belirlenmiştir. Diğer istasyonlarda ise üstel dağılım uygundur sonucuna varılabilir.

Tablo 4.58. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 7-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r-PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
601	40	0.948	0.973	0.692	0.003	0.150	0.000
701	57	0.912	0.973	0.961	0.000	0.100	0.090
703	23	0.923	0.973	0.985	0.004	0.250	0.500
713	43	0.935	0.973	0.987	0.000	0.150	0.500
726	23	0.828	0.894	0.929	0.000	0.000	0.045
728	20	0.931	0.979	0.988	0.010	0.500	0.500
730	14	0.941	0.964	0.974	0.050	0.300	0.500
731	14	0.971	0.938	0.945	0.250	0.090	0.150
732	14	0.951	0.905	0.905	0.100	0.020	0.040

Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarındaki istasyonların 7- günlük düşük akımların PPCC test istatistikleri incelenirse iki istasyonda lognormal dağılım, iki istasyonda Weibull2 dağılımı uygun olup bir istasyonda da Weibull2 ve üstel dağılım aynı değeri göstermektedir. Diğer istasyonlarda ise üstel dağılım uygundur.

Tablo 4.59. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 10-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

İSTASYON NO	n	r- PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
601	40	0.907	0.974	0.696	0.000	0.170	0.000
701	57	0.912	0.972	0.960	0.000	0.080	0.100
703	23	0.914	0.972	0.990	0.001	0.250	0.500
713	43	0.930	0.970	0.988	0.000	0.100	0.500
726	23	0.827	0.893	0.929	0.000	0.000	0.050
728	20	0.940	0.975	0.988	0.025	0.350	0.500
730	14	0.941	0.954	0.974	0.050	0.180	0.500
731	14	0.980	0.924	0.949	0.250	0.050	0.200
732	14	0.953	0.909	0.910	0.100	0.030	0.045

İstasyonların 10- günlük düşük akım verilerinin PPCC test istatistikleri incelendiğinde iki istasyonda lognormal dağılımın uygun olduğu, 730 nolu istasyonda da lognormal ve üstel dağılımın aynı anlamlılık düzeyinde kritik değeri aşmaktadır. 10- günlük düşük akımlarda Weibull2 dağılımı sadece 601 nolu istasyonda uygun görünmektedir. Diğer istasyonlarda ise üstel dağılımın uygun sonucu çıkarılabilir.

Küçük menderes ve Büyük Menderes Havzalarında yer alan istasyonların 30- günlük düşük akımları için aşağıda verilen Tablo 4.60'daki PPCC test istatistikleri incelenirse bir istasyonda lognormal dağılım, iki istasyonda Weibull2 dağılımı diğer istasyonlarda ise üstel dağılımın uygun olduğu görülür.

Tablo 4.60. Küçük Menderes ve Büyük Menderes Havzalarındaki İstasyonların 30-Günlük Düşük Akımları İçin PPCC Test İstatistikleri.

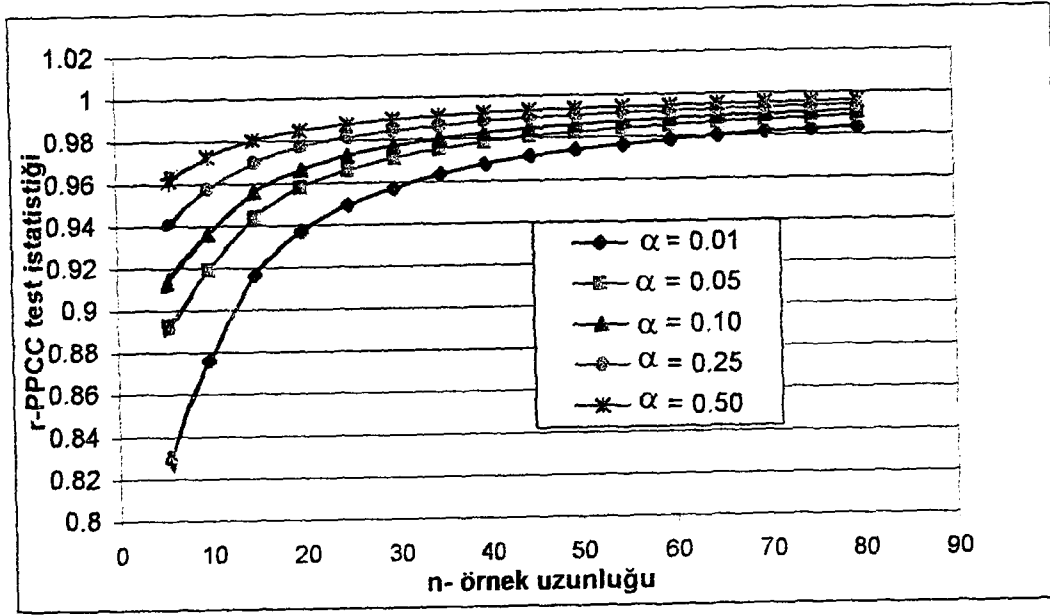
İSTASYON NO	n	r- PPCC test istatistiği			α - anlamlılık düzeyi		
		LN2	W2	ÜSTEL	LN2	W2	ÜSTEL
601	40	0.971	0.971	0.923	0.050	0.150	0.080
701	57	0.927	0.981	0.974	0.000	0.200	0.200
703	23	0.868	0.942	0.946	0.000	0.050	0.150
713	43	0.930	0.966	0.991	0.000	0.060	0.500
726	23	0.824	0.878	0.926	0.000	0.000	0.060
728	20	0.956	0.978	0.988	0.050	0.050	0.500
730	14	0.935	0.944	0.926	0.030	0.100	0.150
731	14	0.863	0.937	0.946	0.001	0.070	0.250
732	14	0.956	0.918	0.887	0.100	0.040	0.090

4.5. Bölgesel Analiz

Her istasyon için uygunluğunu kontrol ettiğimiz olasılık dağılımlarının bölgesel olarak uygunluğunun kontrolünde de L- moment diyagramlarından faydalanılmış ve PPCC testi kullanılmıştır. Bölgesel analiz çalışmasında ilk etapta Gediz Havzası ile Büyük Menderes ve Küçük Menderes için ayrı test yapılmış, daha sonra hepsi birleştirilerek tek bir havza gibi düşünülmüştür.

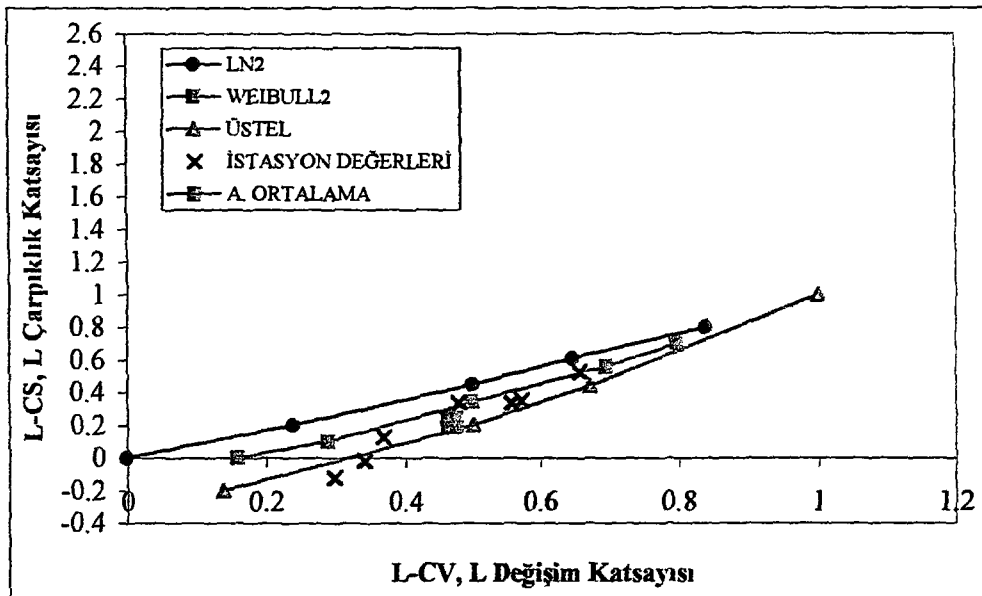
L-moment diyagramları bölgesel analiz çalışmasında kullanılırken, L-moment diyagramları üzerinde yer alan istasyon değerlerinin ağırlıklı ortalamaları alınmış, bu ortalama değer L-diyagramı üzerinde noktalanarak hangi eğriye daha yakın olduğu kontrol edilmiştir.

Bölgesel analizde ise PPCC testi uygulanırken, test analiz kısmında verilen α -anlamlılık düzeylerine uygulanmıştır. α -anlamlılık düzeylerinin üniform dağıldığı (Vogel ve Kroll, 1989) kabul edilerek burada elde edilen test istatistiği, üniform dağılım tablosundan elde edilen kritik değer ile karşılaştırılarak bölgesel olarak uygun olan dağılım tespit edilmeye çalışılmıştır. Gediz ile Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzaları iki farklı havza olarak değerlendirilirken eleman sayısı az olduğundan kritik değer tablodan okunamamış olup, tablo yardımıyla oluşturulan eğriler eğrinin gidiş şekline göre uzatılarak Şekil 4.13 oluşturulmuş ve kritik değerler bu şekilde yer alan eğrilerden saptanmaya çalışılmıştır. Bütün bölgeyi tek bir havza olarak değerlendirdiğimizde ise kritik değer tablodan okunmuştur.

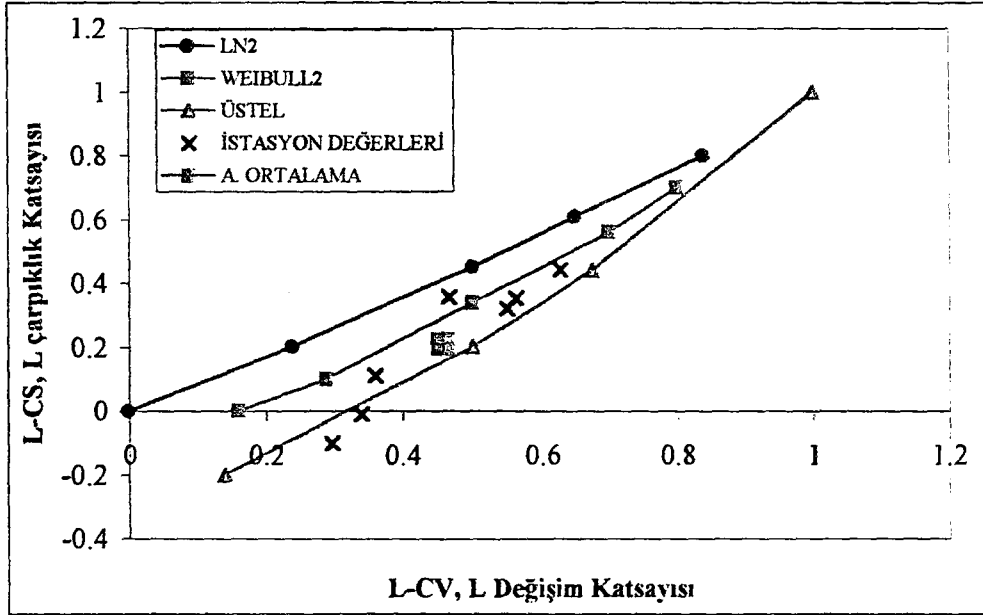


Şekil 4.13. Üniform Dağılım Eğrileri.

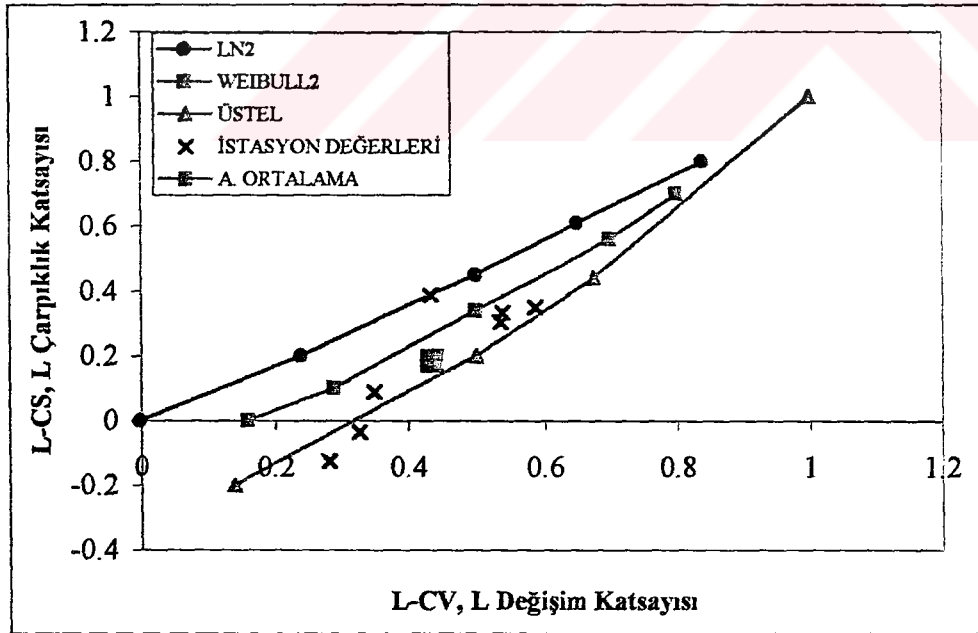
Gediz Havzasının bölgesel analizi için oluşturulan L-moment diyagramları Şekil 4.14- Şekil 4.18'de verilmiştir. Bu şekiller incelenecek olursa 1, 3, 7ve 10 düşük akımlar için hesaplanan ağırlıklı ortalamanın Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım arasında olup, üstel dağılım eğrisine daha yakın olduğu görülmektedir. 30 günlük düşük akımlarda ise aykırı değerlerin etkisi ile ortalama lognormal eğrisinin üstünde çıkmaktadır.



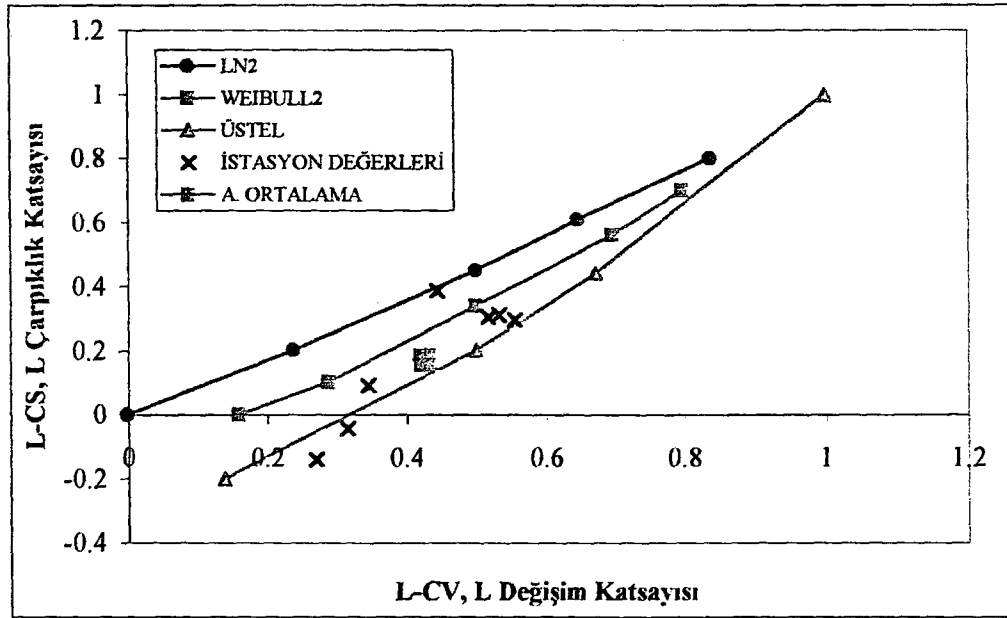
Şekil 4.14. Gediz Havzası 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



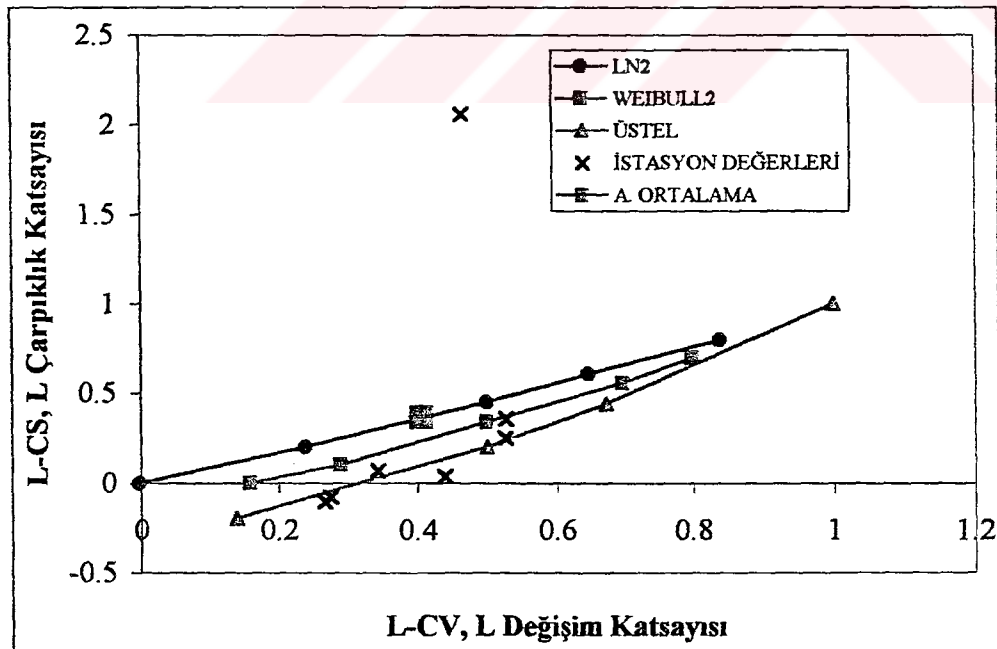
Şekil 4.15. Gediz Havzası 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.16. Gediz Havzası 7- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.17. Gediz Havzası 10- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.18. Gediz Havzası 30- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

Gediz Havzasında yapılan bölgesel analizde PPCC test istatistikleri sonuçları Tablo 4.61- Tablo 4.65’de verilmiştir. Bu tabloların incelenerek karar verilmesi aşamasında dikkat edilecek husus, dağılımların ortalama ve standart sapmalarının teorik değerlere yakınlığı, r PPCC test istatistiğinin değerinin yüksekliği ve α - anlamlılık düzeyidir. Gediz havzası için 1-günlük düşük akımların PPCC test istatistiklerini gösteren Tablo 4.61 incelenecek olursa, bu çalışmada kullanılan dağılımlar içerisinde ortalama ve standart sapma değeri teorik dağılımın değerine en yakın olan üstel dağılımdır. Ancak Weibull2 dağılımı ile üstel dağılımın standart sapmaları arasında önemli bir fark yoktur. r test istatistiği ve α - anlamlılık düzeyi Weibull2 dağılımı için daha büyüktür. Bu nedenle Weibull2 dağılımı Gediz havzası 1-günlük düşük akımları için uygundur şeklinde değerlendirilebilir.

Tablo 4.61. Gediz Havzası 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.091	0.289	0.114	0.907	0.050
W2	0.500	0.254	0.289	0.154	0.971	0.500
ÜSTEL	0.500	0.407	0.289	0.159	0.945	0.250

Tablo 4.62. Gediz Havzası 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.101	0.289	0.125	0.893	0.040
W2	0.500	0.286	0.289	0.175	0.948	0.250
ÜSTEL	0.500	0.450	0.289	0.132	0.982	0.500

Gediz havzası 3-günlük düşük akımlarının PPCC test istatistik değerlerini veren Tablo 4.62 incelendiğinde üstel dağılım ortalaması teorik ortalamaya daha yakın, Weibull2 dağılımının ise standart sapması teorik dağılımın standart sapmasına daha

yakındır. r PPCC test istatistiği incelenirse üstel dağılıma karşı gelen r değeri ve α - anlamlılık düzeyi daha büyük değerdedir. Bu nedenle üstel dağılım Gediz Havzası 3-günlük düşük akımlar için uygundur denilebilir.

Tablo 4.63. Gediz Havzası 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.115	0.289	0.127	0.905	0.050
W2	0.500	0.264	0.289	0.121	0.984	0.500
ÜSTEL	0.500	0.396	0.289	0.153	0.972	0.500

Gediz Havzası 7-günlük düşük akımlarının test istatistiklerini veren Tablo 4.63 incelenirse üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik ortalama ve standart sapmaya daha yakın olmakla beraber, Weibull2 dağılımının r test istatistik değeri daha büyüktür. Ancak üstel dağılım ve Weibull2 dağılımın α - anlamlılık düzeyi aynı değerdedir. Burada üstel dağılım ve Weibull2 dağılım sonuçları birbirine çok yakın olduğundan kesin bir ayırım yapmak mümkün olmamaktadır.

Tablo 4.64. Gediz Havzası 10-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.092	0.289	0.101	0.951	0.250
W2	0.500	0.309	0.289	0.201	0.959	0.350
ÜSTEL	0.500	0.400	0.289	0.141	0.948	0.250

Tablo 4.64'deki 10-günlük düşük akımların test istatistikleri incelenecek olursa üstel dağılımın ortalaması teorik değere yakın, Weibull2 dağılımının ise standart sapması teorik değere daha yakındır. Çalışmada kullanılan üç dağılımın r test istatistikleri ve α - anlamlılık düzeyleri burada birbirine çok yakın olmakla beraber Weibull2

dağılımının değerleri en büyüktür. Bu nedenle Weibull2 dağılımı daha uygun görünmektedir.

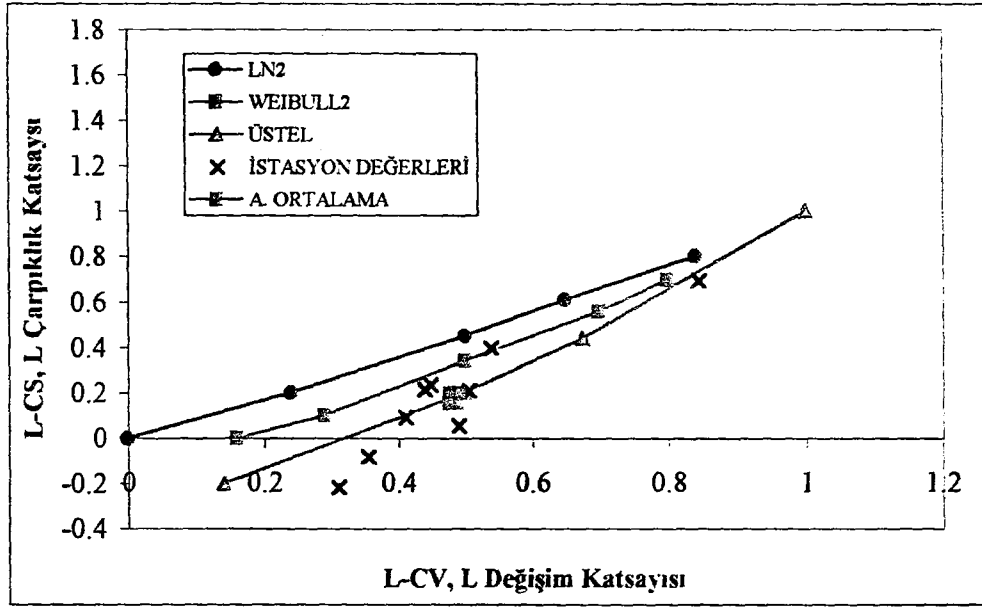
Tablo 4.65. Gediz Havzası 30-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.075	0.289	0.119	0.813	0.000
W2	0.500	0.164	0.289	0.101	0.981	0.500
ÜSTEL	0.500	0.414	0.289	0.118	0.882	0.030

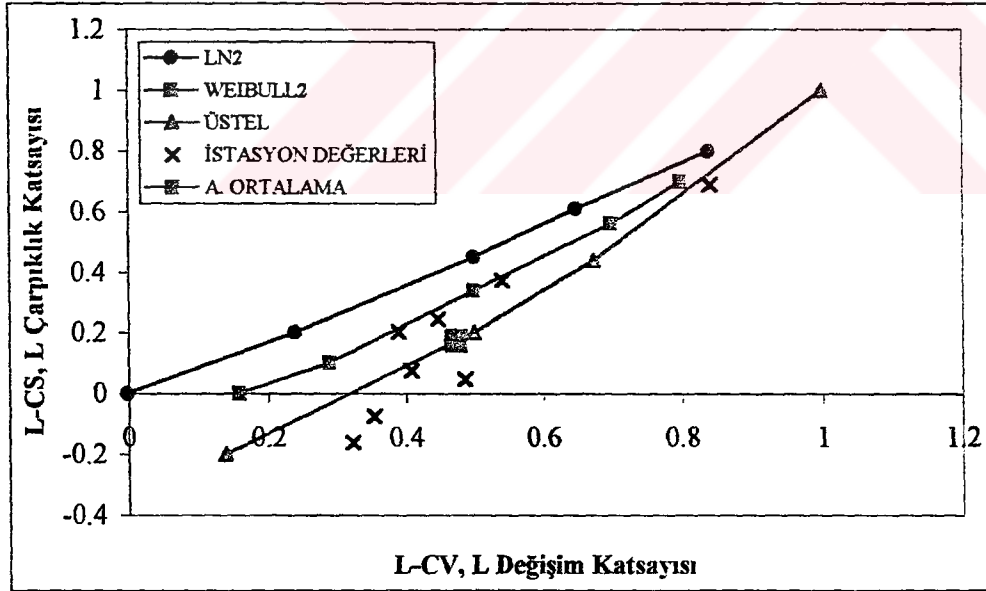
30-günlük düşük akımların değerleri Tablo 4.65'den incelendiğinde üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik değere daha yakın olmasına rağmen, r test istatistiği düşük çıkmıştır. Lognormal ve üstel dağılım için r istatistik değerleri oldukça düşük çıkmasına karşın Weibull2 dağılımın r test istatistiği ve α - anlamlılık düzeyi yüksek çıkmıştır. Bu nedenle Weibull2 dağılımı daha uygundur şeklinde karar verilebilir.

Gediz havzası için L-diyagramları ve PPCC test sonuçlarını birlikte değerlendirildiğinde; lognormal dağılımın bu havza için uygun bir dağılım olmadığı açık bir şekilde görülmektedir. L-diyagramında üstel dağılım daha etkin görülmekle beraber, PPCC test istatistikleri incelendiğinde Weibull2 dağılımı daha uygundur. Bu nedenle hangi dağılımın daha uygun olduğu konusunda kesin karar vermek mümkün olmamaktadır.

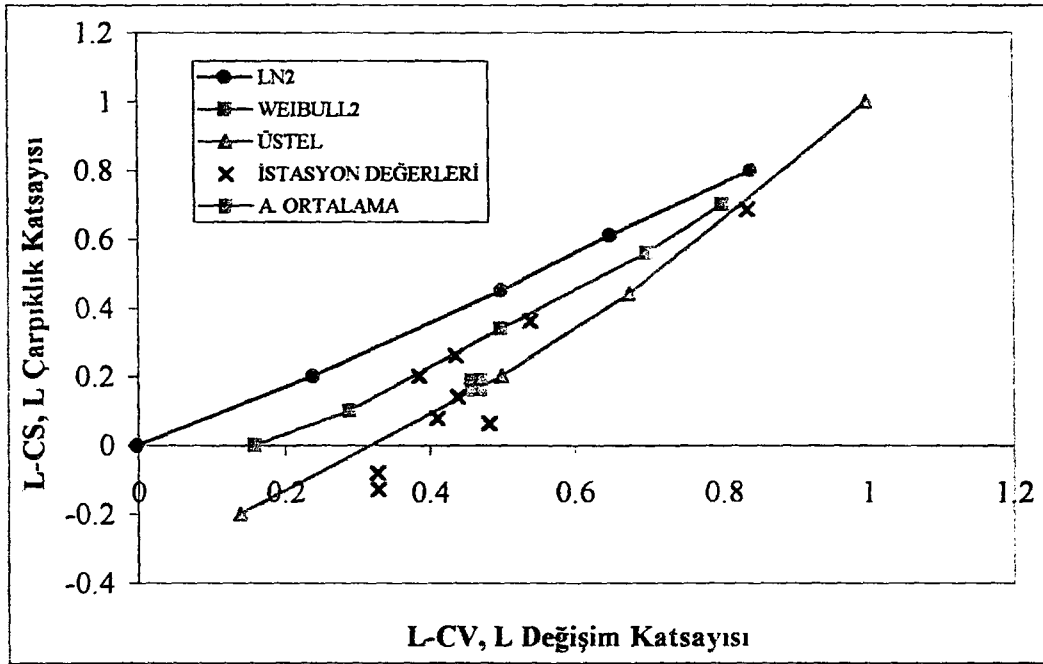
Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarının bölgesel analizi için oluşturulan L-moment diyagramları Şekil 4.19- Şekil 4.23'de verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde 1, 3, 7, 10 ve 30- günlük düşük akımlar için hesaplanan ağırlıklı ortalamanın üstel dağılım çizgisine çok yakın hatta eğrinin üstünde olduğu görülmektedir. Bu bölge için üstel dağılımın daha uygun olduğu fikrini verir.



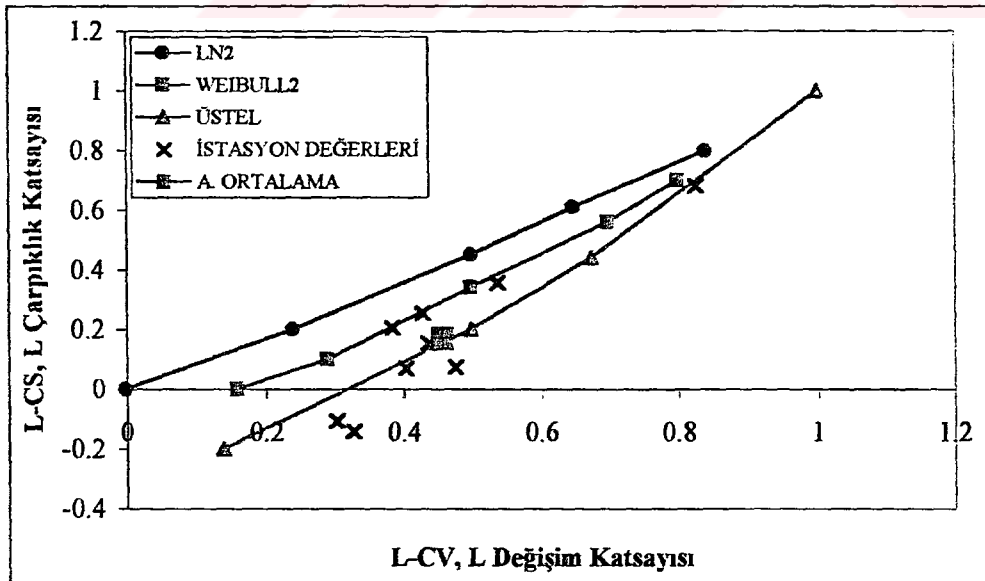
Şekil 4.19. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 1- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



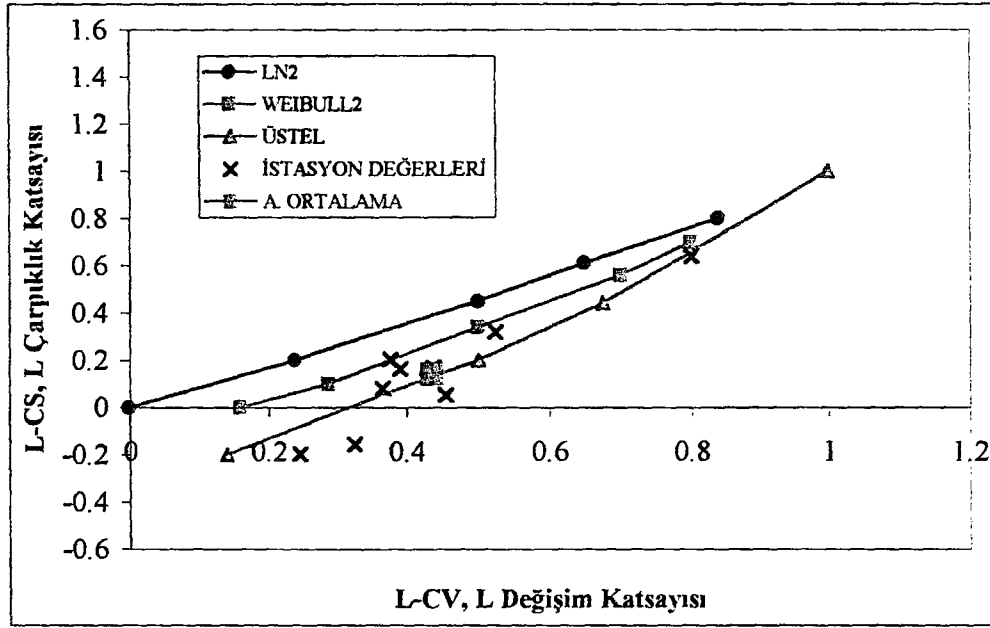
Şekil 4.20. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 3- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.21. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 7- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.22. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 10- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.23. B. Menderes ve K. Menderes Havzası 30- Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

B. Menderes ve K. Menderes Havzaları için çalışmada kullanılan dağılımlara uygulanan PPCC testinin sonuçları olan test istatistikleri Tablo 4.66 – Tablo 4.70’de verilmiştir. Bu kısımda tablolardan okunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tablo 4.66. B. Menderes ve K. Menderes Havzası 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				R	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.018	0.289	0.032	0.802	0.000
W2	0.500	0.094	0.289	0.109	0.932	0.150
ÜSTEL	0.500	0.263	0.289	0.200	0.959	0.250

Yukarıdaki Tablo 4.66’ da görüleceği gibi üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik değerlere diğer dağılımlara göre daha yakındır. r PPCC test istatistiği lognormal dağılım için en küçük olup, anlamlılık düzeyi de sıfırdır. Üstel dağılım ise en büyük r değerine ve en yüksek anlamlılık düzeyine sahiptir.

Tablo 4.67. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.039	0.289	0.082	0.705	0.000
W2	0.500	0.107	0.289	0.130	0.891	0.020
ÜSTEL	0.500	0.271	0.289	0.206	0.968	0.450

B. Menderes ve Küçük Menderes Havzalarındaki 3-günlük düşük akımların test istatistikleri Tablo 4.67’de incelenirse lognormal dağılım test istatistiği oldukça düşük çıkmış olup, bu değere karşılık gelen herhangi bir anlamlılık düzeyi belirlenemediği için sıfır değeri verilmiştir. Üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik değere en yakın olup, PPCC test istatistiği ve α - anlamlılık düzeyi de en yüksektir. Bu nedenle B. Menderes ve K.Menderes Havzalarının 3-günlük düşük akım verileri için üstel dağılımının daha uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 4.68. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.046	0.289	0.084	0.769	0.000
W2	0.500	0.173	0.289	0.156	0.937	0.150
ÜSTEL	0.500	0.263	0.289	0.213	0.922	0.080

7-günlük düşük akımların test istatistiklerinin verildiği Tablo 4.68 incelenirse lognormal dağılım test istatistik değeri oldukça düşüktür ve buna karşılık gelen anlamlılık düzeyi belirlenememiştir. Üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik ortalama ve standart sapmaya daha yakındır. Buna karşın Weibull2 dağılımının test istatistiği ve α - anlamlılık düzeyi yüksek çıkmıştır.

Tablo 4.69. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 10-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.072	0.289	0.106	0.859	0.010
W2	0.500	0.134	0.289	0.114	0.967	0.400
ÜSTEL	0.500	0.286	0.289	0.207	0.932	0.100

Tablo 4.69’da verilen 10-günlük düşük akımlar için PPCC test istatistikleri incelenirse Weibull2 dağılımının r değeri ve α - anlamlılık düzeyi daha yüksektir. Üstel dağılımın ise ortalama ve standart sapması teorik değerlere daha yakındır. Bu değerlere bakıldığında Weibull2 dağılımının daha uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 4.70. B. Menderes ve K.Menderes Havzası 30-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

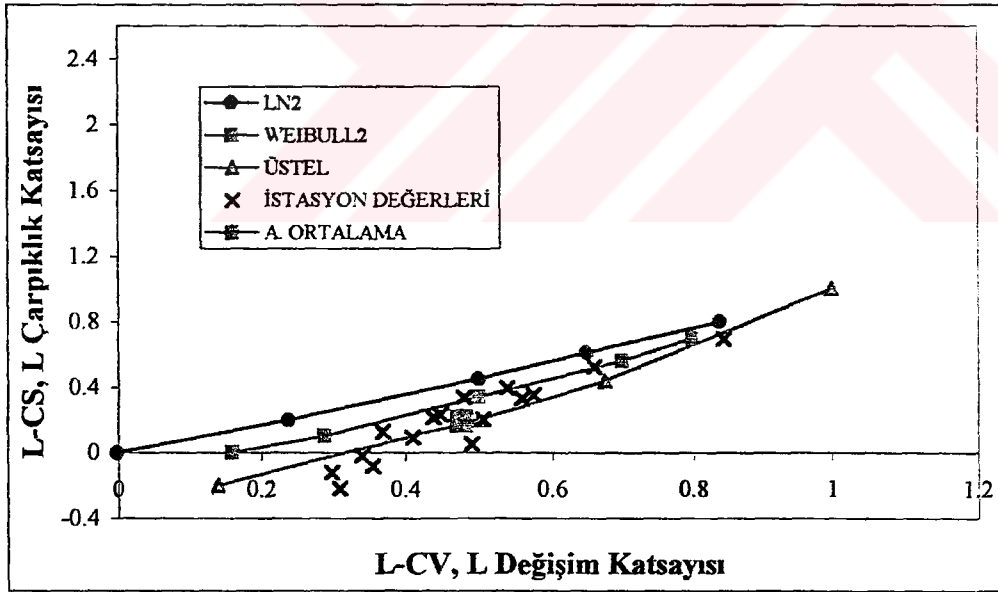
Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.026	0.289	0.035	0.879	0.020
W2	0.500	0.080	0.289	0.062	0.932	0.100
ÜSTEL	0.500	0.220	0.289	0.170	0.913	0.050

B. Menderes ve K. Menderes Havzalarının 30-günlük düşük akım verilerinin test istatistikleri Tablo 4.70’den incelenirse üstel dağılımın ortalama ve standart sapmasının teorik değerlere yakın olmasına karşın, Weibull2 dağılımının r istatistiği ve buna karşılık gelen α - anlamlılık düzeyi daha yüksek çıkmıştır. Burada Weibull2 dağılımının daha uygun olduğuna karar verilebilir.

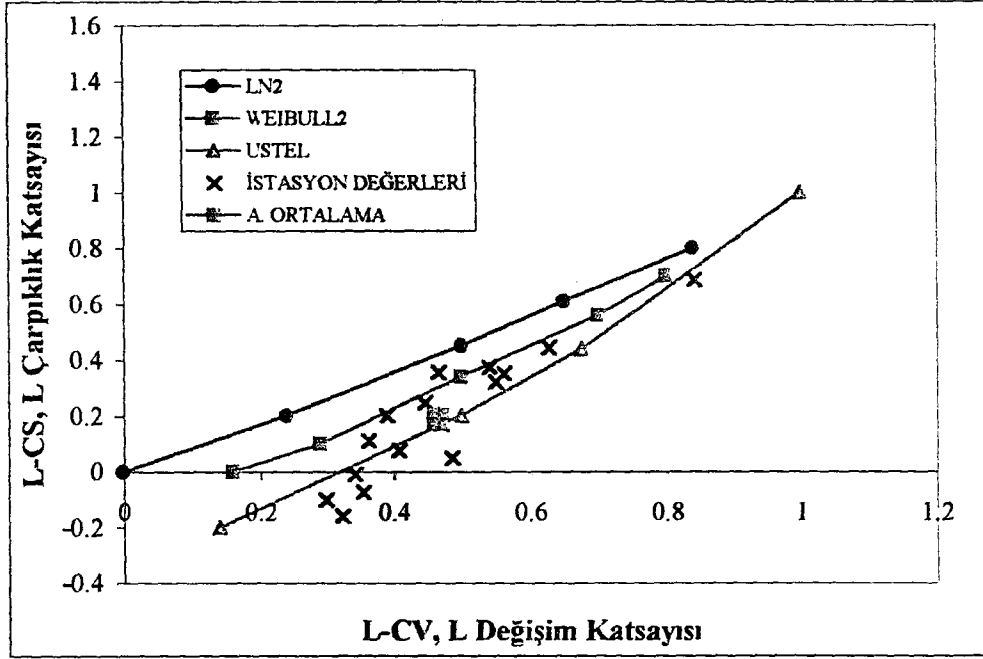
B. Menderes ve K. Menderes Havzalarının L-diyagramlarını ve PPCC test istatistiklerini beraber değerlendirdiğimizde, lognormal dağılımın bu havza için uygun olmadığı hemen fark edilmektedir. L-diyagramlarında üstel dağılım daha uygun görünmektedir. PPCC test istatistiklerinin verildiği tablolardan da görüleceği gibi Weibull2 dağılımının r test istatistikleri ve α - anlamlılık düzeyleri daha yüksek

çıkarak bu dağılımın uygunluk olasılığını arttırmakla beraber, ortalama ve standart sapmaların teorik değerlere üstel dağılımda daha yakın olması L-diyagramlarından çıkan üstel dağılımın uygunluğu fikrini desteklemektedir. Bu havza için dağılımlar arasında testler sırasında büyük farklar çıkmadığı için herhangi bir dağılımın uygunluğu konusunda kesin yargıya varılması mümkün olmamaktadır.

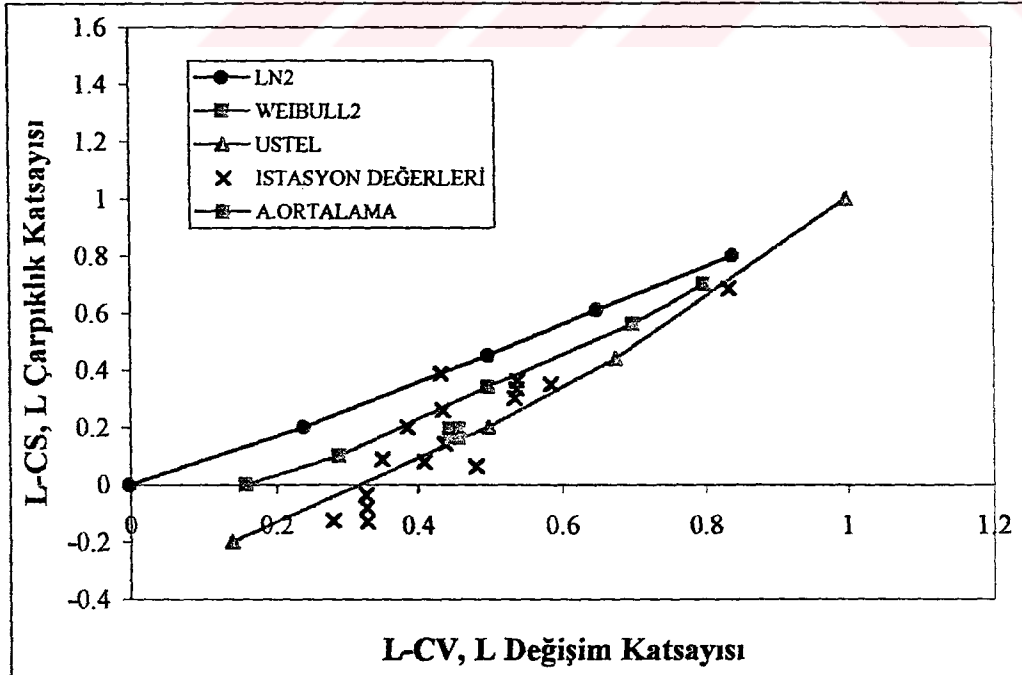
Gediz, B. Menderes ve K. Menderes Havzaları tek bir bölge olarak ele alındığında oluşturulan L-diyagramları Şekil 4.24-4.28’de verilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde istasyonların L- diyagram üzerindeki değerlerinin ağırlıklı ortalamalarının üstel dağılım eğrisine çok yakın oldukları, hatta eğrinin tam üstünde oldukları dikkati çekmektedir. Sadece 30- günlük düşük akımlar için ağırlıklı ortalama Weibull2 dağılımı eğrisine daha yakındır. Ancak Şekil 4.28’de verilen 30- günlük düşük akımların L- diyagramına bakıldığında bir aykırı değeri görmek mümkün olmaktadır. Bu aykırı değer nedeniyle ağırlıklı ortalama yukarı doğru kaymıştır.



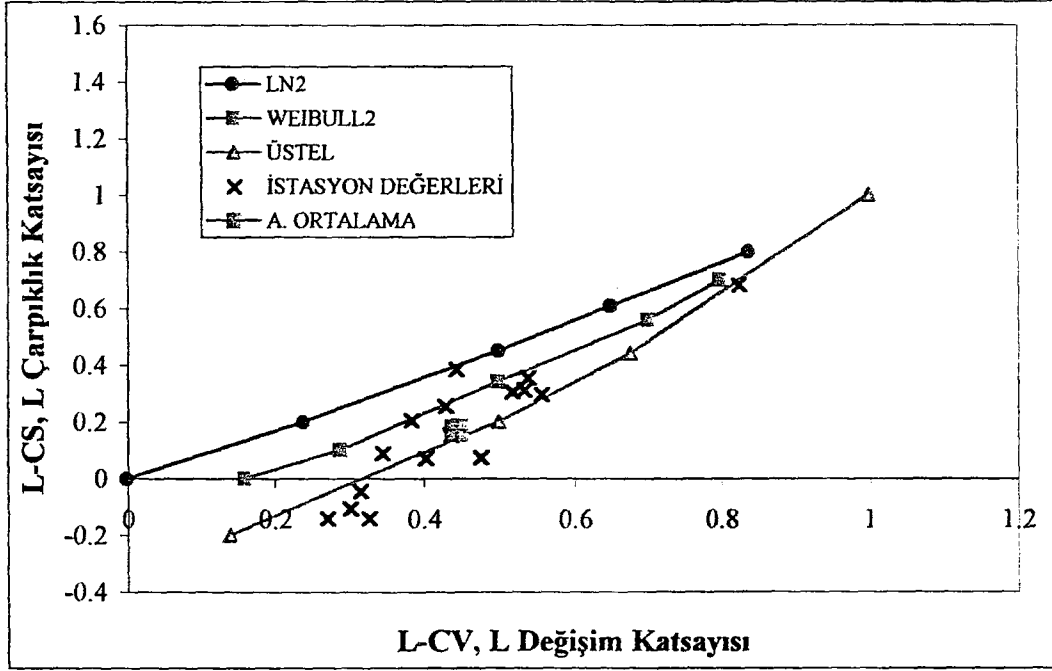
Şekil 4.24. 1-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



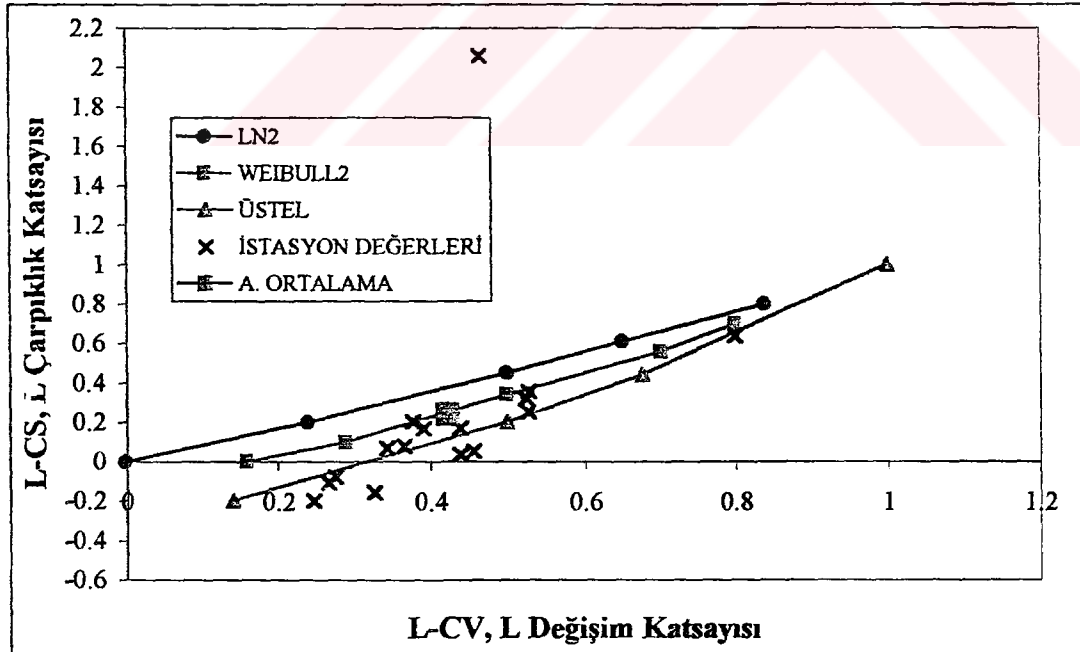
Şekil 4.25. 3-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.26. 7-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.27. 10-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.



Şekil 4.28. 30-Günlük Düşük Akımların L-Diyagramı.

Üç havzayı birleştirerek tek bir havza olarak kabul ettiğimizde, çalışmada kullanılan dağılımlar için PPCC testi uyguladığımızda elde edilen test istatistikleri Tablo 4.71-Tablo 4.75’de verilmiştir.

Tablo 4.71. 1-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.050	0.289	0.084	0.784	0.00
W2	0.500	0.164	0.289	0.150	0.953	0.05
ÜSTEL	0.500	0.326	0.289	0.192	0.965	0.15

Gediz, B. Menderes ve K. Menderes Havzaları tek bir bölge olarak ele alınarak yapılan PPCC test istatistiklerinin verildiği Tablo 4.71 incelendiğinde lognormal dağılımın bu bölgeye uygun olmadığı açıkça görülüyor. En yüksek r istatistik değeri ve α - anlamlılık düzeyi veren dağılımın üstel dağılım olduğu görülmektedir. Ancak Weibull2 dağılımının r test istatistiği üstel dağılımın r istatistik değerine yakındır. Bu bölgenin 1- günlük düşük akımları için üstel dağılımın uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 4.72. 3-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				R	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.066	0.289	0.104	0.820	0.00
W2	0.500	0.185	0.289	0.172	0.966	0.18
ÜSTEL	0.500	0.349	0.289	0.195	0.986	0.50

3- günlük düşük akımların PPCC test istatistikleri incelendiğinde üstel dağılımın ortalama ve standart sapmasının teorik değerlere yakın olduğu dikkati çekmektedir. Weibull2 dağılımı 0.966 r değeri ile 0.18 anlamlılık düzeyinde kritik değeri geçmesine rağmen, üstel dağılım 0.986 ve 0.50 anlamlılık düzeyinde kritik değeri

geçmektedir. Burada 3- günlük düşük akımlar için üstel dağılımın uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 4.73. 7-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analizi İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.076	0.289	0.107	0.856	0.00
W2	0.500	0.213	0.289	0.105	0.980	0.45
ÜSTEL	0.500	0.321	0.289	0.196	0.948	0.05

Tablo 4.73’de verilen 7- günlük düşük akımların PPCC test istatistikleri incelendiğinde lognormal dağılımın bu bölge için uygun olmadığı görülmektedir. Üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik değerlere yakın olmasına rağmen, r test istatistiği ve α - anlamlılık düzeyi Weibull2 dağılımına göre düşüktür. Weibull2 dağılımı 0.980 r değeri ile 0.45 anlamlılık düzeyinde kritik değeri geçmektedir. Bu bölgede 7- günlük düşük akımlar için Weibull2 dağılımının uygun olduğu söylenebilir.

Tablo 4.74. 10-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.067	0.289	0.091	0.877	0.001
W2	0.500	0.211	0.289	0.176	0.968	0.20
ÜSTEL	0.500	0.336	0.289	0.185	0.942	0.03

10- günlük düşük akımların PPCC test istatistikleri Tablo 4.74’de incelenirse Weibull2 dağılımının uygun olduğu görülmektedir. Ortalama ve standart sapması teorik değerlere daha yakın olan üstel dağılım ise 0.942 r değerine karşılık gelen 0.03 anlamlılık düzeyi ile kritik değeri geçmektedir.

Tablo 4.75. 30-Günlük Düşük Akımların Bölgesel Analiz İçin PPCC Test İstatistikleri.

Bölgesel Dağılım	ANLAMLILIK DÜZEYLERİ				r	Bölgesel Anlamlılık Düzeyi
	Ortalama		Standart Sapma			
	Teorik	Gözlenen	Teorik	Gözlenen		
LN2	0.500	0.047	0.289	0.084	0.780	0.00
W2	0.500	0.117	0.289	0.089	0.966	0.20
ÜSTEL	0.500	0.305	0.289	0.176	0.967	0.15

30- günlük düşük akımların PPCC test istatistikleri incelendiğinde Weibull2 ve üstel dağılımının r test istatistikleri ve α - anlamlılık düzeylerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte üstel dağılımın ortalama ve standart sapması teorik değerlere daha yakındır. Weibull2 dağılımı ve üstel dağılımın her ikisi de 30-günlük düşük akımlar için uygun olup, değerler birbirine çok yakından kesin bir ayırım yapmak mümkün değildir. Lognormal dağılım ise bu bölge için uygun değildir.

Gediz, B. Menderes ve K. Menderes Havzaları tek bir bölge olarak ele alındığında oluşturulan L- diyagramları incelendiğinde bu bölge için üstel dağılımın daha uygun olduğu görülmektedir. PPCC test istatistikleri incelendiğinde ise Weibull2 dağılımı ve üstel dağılımların test istatistikleri sonuçları da yakın çıkmıştır. Bu havza için Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım uygundur. Lognormal dağılımın ise uygun olmadığı açıkça görülmektedir.

4.6. Olasılık Dağılımları İle Düşük Akım Tahminleri

Bu çalışmada, genellikle düşük akım çalışmalarında kullanılan lognormal, Weibull2 ve üstel dağılımların istasyonlarda ve bölgesel olarak uygunluğu test edilmiş ve lognormal dağılımın Gediz, B. Menderes ve K. Menderes Havzaları için uygun olmadığı kabul edilmiştir. Weibull2 dağılımı ve üstel dağılımın istasyonlarda ve de bölgesel olarak uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak sonuçlar birbirine yakın olduğundan kesin bir sonuca varılamamıştır. Bu nedenle her iki dağılım da kullanılarak istasyonlarda literatürde en çok kullanılan 7- günlük düşük akımlar için çeşitli dönüş aralıklarında tahmin yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan istasyonların büyük bir kısmının düşük akım verileri, sıfır akım değerleri içermektedir. Dağılımların uygunluğunun test edilmesi sırasında sıfır akımlar dikkate alınmamıştır. Bu nedenle yapılan tahmin çalışmalarında bunların da dikkate alınması ve dağılımlar için sıfır akım düzeltmelerinin yapılması gerekmektedir. İstasyonlarda yer alan sıfır akımlar için yapılacak düzeltme için aşağıdaki formülden faydalanılabilir;

$$F(x) = F(0) + [1 - F(0)] \cdot F(x|x > 0) \quad (4.1)$$

$$F(x) = \frac{N_0}{N} + \frac{N - N_0}{N} F(x|x > 0) \quad (4.2)$$

(4.2) denkleminde N istasyonlardaki veri sayısı, N_0 ise sıfır akım sayısıdır (Bayazit v.d., 2000). (4.2) denkleminde $F(x|x \geq 0)$ çekilerek olasılık dağılımı denklemine konularak sıfır akım düzeltmesi yapılmış olur.

Weibull2 dağılım ile tahmin yapılması çalışmalarında kullanılacak olan Weibull2 eklenik dağılımı fonksiyonunun formülü;

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x}{\beta} \right)^\alpha \right] \quad (4.3)$$

şeklindedir. Herhangi bir x düşük akımının T dönüş aralığı;

$$T = \frac{1}{F(x)} \quad (4.4)$$

şeklinde tanımlanır. Herhangi bir dönüş aralığındaki x debisi ise;

$$x = \beta \left[- \ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]^{1/\alpha} \quad (4.5)$$

denklemini ile elde edilir. Sıfır akım düzeltmesi yapılmış debi ise,

$$x = \beta \left[- \ln (1 - F(x|x > 0)) \right]^{1/\alpha} \quad (4.6)$$

formülü ile hesaplanır.

Bu denklemler kullanılarak çalışmada kullandığımız Gediz, B. Menderes ve K. Menderes Havzalarında yer alan istasyonların 7- günlük düşük akımları için çeşitli dönüş aralıklarında yapılan tahminler Tablo 4.76’de verilmiştir.

Tablo 4.76. 7-Günlük Düşük Akımlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıklarında Weibull2 Dağılımı Kullanılarak Yapılan Tahminler.

İstasyon No	N	N ₀	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
509	33	0	0.057	0.032	0.015	0.009	0.005
510	24	0	0.260	0.157	0.083	0.052	0.032
514	30	0	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001
515	30	0	0.011	0.004	0.001	0.001	0.000
523	25	1	0.113	0.040	0.000	-	-
524	22	0	0.177	0.110	0.060	0.038	0.025
525	19	4	-	-	-	-	-
601	40	24	-	-	-	-	-
701	57	0	0.436	0.253	0.127	0.077	0.046
703	23	0	0.422	0.122	0.025	0.008	0.003
713	43	3	0.870	0.299	-	-	-
726	23	0	2.767	1.669	0.881	0.549	0.343
728	20	1	0.306	0.140	-	-	-
730	14	0	0.095	0.040	0.014	0.006	0.003
731	14	1	0.060	0.010	-	-	-
732	14	0	0.339	0.205	0.109	0.068	0.043

Weibull2 dağılımı ile istasyonlarda yapılan tahminlerin verildiği Tablo 4.76 incelendiğinde 525 ve 601 nolu istasyonlarda hiç tahmin yapılamadığı dikkati çekmektedir. 525 nolu istasyonda 19 düşük akım verisinin 4 tanesinin sıfır akım olması, 601 nolu istasyonda ise düşük akım verilerinin yarısından fazlasının sıfır akımdan oluşması bu istasyonlarda tahmin yapılmasını önlemiştir. Sıfır akım içeren diğer istasyonlarda ise dönüş aralığı arttıkça tahmin yapılamaz duruma gelmiştir. Bu istasyonlarda 50 ve 100 yıllık dönüş aralıklarında tahmin yapılamamıştır.

Üstel dağılım ile tahmin yapılması çalışması da birkaç evreden oluşmaktadır. Üstel dağılımın eklenik dağılım fonksiyonu;

$$F(x) = \left(\frac{x}{x_0} \right)^c \quad (4.7)$$

şeklinde ve bu denklemden T dönüş aralığındaki x debisi (4.8) denklemi ile ifade edilebilir.

$$x_T = x_0 \cdot F(x)^{1/c} \quad (4.8)$$

Üstel dağılımın uygunluğu test edilirken, üstel dağılımın parametrelerinden biri olan x_0 'dan büyük elemanlar çıkarılarak test yapılmıştır. Bu nedenle üstel dağılım ile tahmin yapılırken x_0 düzeltilmesinin yapılması gerekmektedir. x_0 düzeltmesi ise N_i x_0 'dan büyük eleman sayısı olmak üzere;

$$F(x) = \frac{N - N_i}{N} F(x|x \leq x_0) \quad (4.9)$$

denklemi ile yapılabilir. Üstel dağılım için sıfır akım düzeltmesinde ise (4.2) denklemi kullanılabilir. Hem sıfır akım hem de x_0 'dan büyük veri olan istasyonlarda ise (4.10) denklemi ile verilen düzeltme yapılabilir (Bayazit v.d., 2000).

$$F(x) = \frac{N_0}{N} + \frac{N - N_0}{N} \left\{ \frac{N - N_i}{N} F(x|x \leq x_0 \cap x > 0) \right\} \quad (4.10)$$

(4.10) denklemden $F(x|x \leq x_0 \cap x > 0)$ çekilerek (4.8) denkleminde yerine konularak hem sıfır akım hem de x_0 'dan büyük veri içeren istasyonlarda tahmin yapılabilir. Üstel dağılımla istasyonlarda gerekli düzeltmeler yapılarak oluşturulan tahminler Tablo 4.77'de verilmiştir.

Tablo 4.77. 7-Günlük Düşük Akımlar İçin Çeşitli Dönüş Aralıklarında Üstel Dağılım Kullanılarak Yapılan Tahminler.

İstasyon No	N	N ₀	N _i	T=5	T=10	T=25	T=50	T=100
509	33	0	0	0.064	0.032	0.013	0.007	0.003
510	24	0	1	0.247	0.117	0.044	0.021	0.010
514	30	0	3	0.011	0.004	0.001	0.000	0.000
515	30	0	1	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000
523	25	1	2	0.041	0.004	0.000	-	-
524	22	0	1	0.206	0.120	0.059	0.034	0.020
525	19	4	0	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
601	40	24	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
701	57	0	4	0.398	0.167	0.053	0.022	0.009
703	23	0	0	2.136	1.087	0.445	0.226	0.115
713	43	3	2	0.387	0.039	-	-	-
726	23	0	1	3.830	1.944	0.793	0.402	0.204
728	20	1	1	0.177	0.038	-	-	-
730	14	0	0	0.074	0.020	0.004	0.001	0.000
731	14	1	0	0.011	0.004	0.001	0.000	0.000
732	14	0	0	0.081	0.016	0.002	0.000	0.000

Üstel dağılım kullanılarak yapılan tahminlerde, hem sıfır akım düzeltmesi hem de x_0 düzeltmesi yapılan istasyonlarda T dönüş aralığı büyüdükçe tahmin yapılamaz duruma gelmiştir. 713 ve 728 nolu istasyonlarda T=25'den sonra, 523 nolu istasyonda ise T=50'den sonra tahmin yapılamamıştır. 525 ve 601 nolu istasyonlarda bütün dönüş aralıkları için tahmin edilen değer sıfırdır.

Weibull2 dağılımı ve üstel dağılım ile elde edilen tahminler karşılaştırıldığında, üstel dağılımın daha düşük tahminler verdiği görülmektedir. Bu nedenle, bu bölge ile ilgili düşük akımların önemli olduğu herhangi bir proje yapılması aşamasında, üstel dağılım ile elde edilen tahminlerin kullanılması önerilebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada ülkemizin önemli tarım bölgelerinden olan ve dolayısıyla sulamanın büyük önem taşıdığı Ege Bölgesinde yer alan Gediz, Büyük Menderes ve Küçük Menderes Havzalarında düşük akım çalışmaları yapılmıştır. Dünyada düşük akım çalışmalarında yaygın olarak kullanılan olasılık dağılımlarından olan lognormal, Weibull2 ve üstel dağılım uygulanarak tahminler yapılmıştır. Bulunan sonuçlar karşılaştırılarak, adı geçen havzalarda incelenen yöntemlerden Weibull2 ve üstel dağılımın uygun olduğuna karar verilmiştir. İncelenen her bir istasyonda 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık dönüş aralıkları için 7- günlük düşük akım tahminleri yapılmaya çalışılmış ve elde edilen değerler Bölüm 4'de tablolar halinde verilmiştir. Çalışmada kullanılan istasyonlar için oldukça düşük hatta sıfır akımlar elde edilmiştir.

Ülkemiz ılıman iklim kuşağında olması nedeniyle akarsularımızın çoğu genellikle sulamanın önemli olduğu yaz aylarında kuruyabilmektedir. Ayrıca son yıllarda çevre kirliliği nedeniyle kullanılabilir su azalmaya başlamıştır. Bu nedenlerden dolayı su kalitesini arttırmak ve akarsulardan minimum suyu çekmek amacıyla tüm akarsu havzalarımız için düşük akım çalışmalarını yapmak gerekmektedir. Bu çalışma için uygun olduğu belirlenen Weibull2 ve üstel dağılımlarının ülkemizde bulunan diğer akarsu havzalarında da uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Özellikle Çukurova ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan havzalarda ve ülkemizin önemli projelerinden olan GAP projesi kapsamında da düşük akım ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler, Elektrik İşleri Etüd İdaresi akım yıllıklarından alınmış olup, veri uzunluğu yeterli büyüklükte değildir. Suyun öneminin arttığı hatta ülkeler arasındaki ilişkileri bile etkilediği günümüzde, akarsu havzalarındaki hidrolojik

alışmalara gereken önem verilmeli ve bu akarsuları tanıyarak çalışma yapılabilmesi için ölçüm istasyonlarının sayısı arttırılmalıdır. Son yıllarda ülkemizin de içinde bulunduğu coğrafyada suyun stratejik önemi daha da iyi anlaşılmış olup, su kaynakları ile ilgili çalışmalarda artış görülmüştür. Bununla beraber, düşük akım ile ilgili çalışmaların sayısı yeterli düzeyde değildir, konu ile ilgili gerekli planlama ve çalışmalar desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.



KAYNAKLAR

- Bayazıt, M.**, 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.
- Bayazıt, M. ve Oğuz, B.**, 1994. Mühendisler için İstatistik, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Bayazıt, M. ve Şen, Z.**, 1979. Dry Period Statistics of Monthly Flow Models, Modelling Hydrologic Processes, ed. H.T. Morel-Seytoun, Water Resources Publications.
- Bayazıt, M., Önöz, B., Oğuz, B.**, 2000. Methodology for Regional Low Flow Analysis An Application, Hydrology of the Mediterranean Regions, 11-13 October, France.
- Benjamin, J. R. and Cornell, C. A.** 1970. Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Bulu, A. vd.**, 1997. Trakya Bölgesi Düşük Akımlarının Hidrolojik ve İstatistik Analizi.
- Bulu, A. ve Önöz, B.**, 1996. Düşük Akım Hidrolojisi. IX. Mühendislik Sempozyumu. Süleyman Demirel Üniversitesi. Isparta.
- Bulu, A.**, 1998. Düşük Akım Hidrolojisi. II. Ulusal Hidroloji Kongresi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Chang, M. and Boyer, D.G.**, 1977. Estimates of Low Flow Using Watershed and Climatic Parameters, Water Resources Research, Vol 13: 997-1001.
- Chow, T. V., Maidment, R. M., Mays, W. L.** 1988. Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- Condie, R., and Nix, G. A.** 1975. Modeling of Low Flow Frequency Distributions and Parameter Estimation, Water Resources Symposium, Water for Arid Lands, Teheran, Iran, December 8-9.
- Filliben, J.J.**, 1975, The Probability Plot Correlation Test for Normality, Tecnometrics, vol.17, no.1, 111-117.
- Gottschalk, L. and Perzyna, G.** 1989. A Physically Based Distribution Function for Low Flows. Hydrological Sci. J., 34(5), 559-573.
- Gumbel, E. J.**, 1954. Statistical Theory of Droughts. Proc. Hydr. Div. ASCE, 80, 1-19.
- Gumbel, E. J.**, 1958 Statistics of Extremes. Colombia Univ. Press, New York.
- Gustard, A., Roald, L.A., Demuth, S., Lumadjeng, H. S., and Gross, R.**, 1989. Flow Regimes from Experimental and Network Data (FRIEND), Vol. I, Hydrologic Studies, Institute of Hydrology, Wallingford, UK.

- Haan, C.T.**, 1979. Statistical Methods in Hydrology, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Hosking, J.R.M.**, 1990. L-moments: Analysis and Estimation of Distributions Using Linear Combination of Order Statistics, J. Royal Statistical Soc. 52(2), 105-124.
- Kite, G. W.**, 1977. Frequency and Risk Analysis in Hydrology, Water Resources Publication, Fort Collins, Colo.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A. and Paulhus, J. L. H.** 1949. Applied Hydrology, McGraw Hill Book Company Inc., Tokyo.
- Matalas, N. C.**, 1963. Probability Distribution of Low Flows. Professional Paper 434-A, U.S. Geological Survey, Washington, D.C.
- Nathan, R.J. and McMahon, T.A.**, 1990. Practical Aspects of Low-Flow Frequency Analysis, Water Resources Research, Vol.26: 2135-2141.
- Önöz, B. ve Bayazit. M.**, 1998. Düşük Akımlar için Üstel Dağılım. II. İulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi, 22-24 Haziran.
- Önöz, B. ve Bulu, A.**, 1996. Trakya Bölgesinde Düşük Akımların Frekans Analizi. İMO Teknik Dergi, Yazı 93, 1243-1254.
- Pavlovic, D., Vukmirovic, V.**, 1998. A Review of Approaches for Low Flows Analysis, Low Flows Expert Meeting, 10-12 June, Belgrade.
- Riggs, H. C. et al.** 1980. Characteristics of Low Flows. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 106(5), 717-731.
- Stedinger, J. L., Vogel, R. M., and Foufoula-Georgiou, E.**, 1993. Frequency Analysis of Extreme Events, Chap. 18 in Handbook of Hydrology, D.R. Maidment (Ed.), pp. 18.1-18.66, McGraw Hill.
- Tasker, G. D.**, 1987. A Comparison of Methods for Estimating Low Flow Characteristics of Streams. Water Resources Bulletin, 23 (6), 1077-1083.
- Vogel, M. R., and Kroll, C. N.**, 1989. Low Flow Frequency Analysis Using Probability Plot Correlation Coefficients, Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 115, No. 3, ASCE.
- Wadsworth, M. H.**, 1990. Statistical Methods for Engineers and Scientists, McGraw-Hill Book Co., USA.
- Wang, Z.J.**, 1997. L- Moments for Statistical Analysis of Extreme Events. Water Resources, Resarch, 33 (12), 2841-2848.
- Wiltshire, S.E.**, 1986. Identification of Homogenous Region for Flood Frequency Analysis, Journal of Hydrology, 84:287-302.

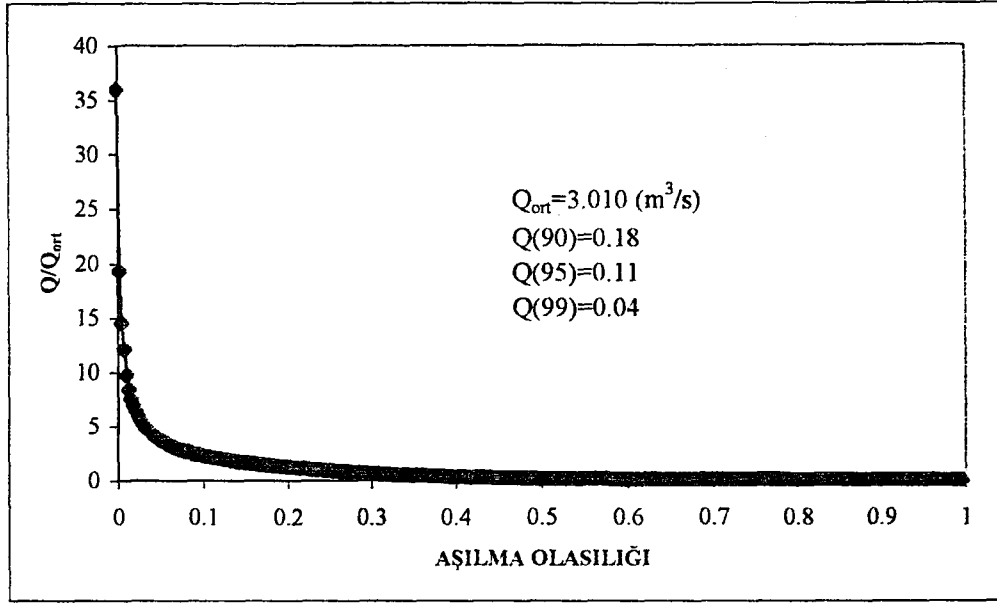
Yevjevich, V., 1972. Stochastic Processes in Hydrology, Water Resources Publication, Littleton, Colorado, USA.



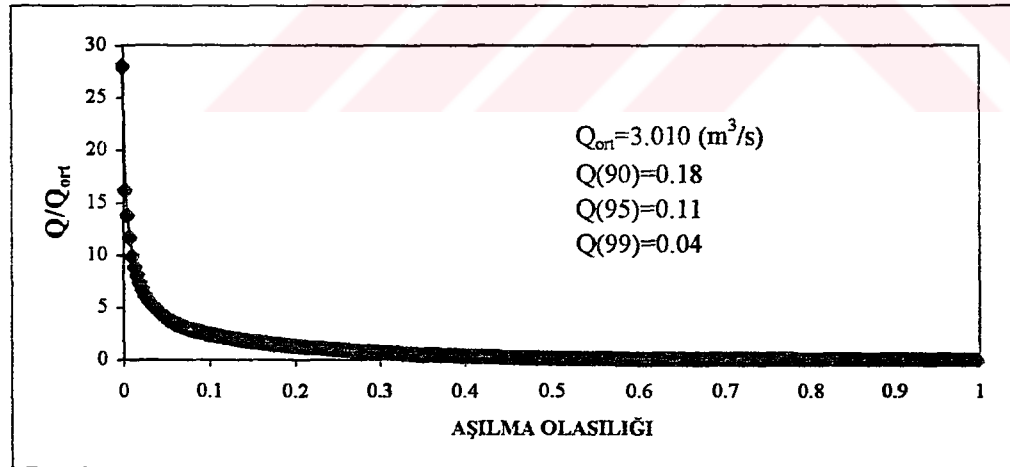
EKLER

İSTASYONLARDAKİ DÜŞÜK AKIMLARIN DEBİ
SÜREKLİLİK ÇİZGİLERİ

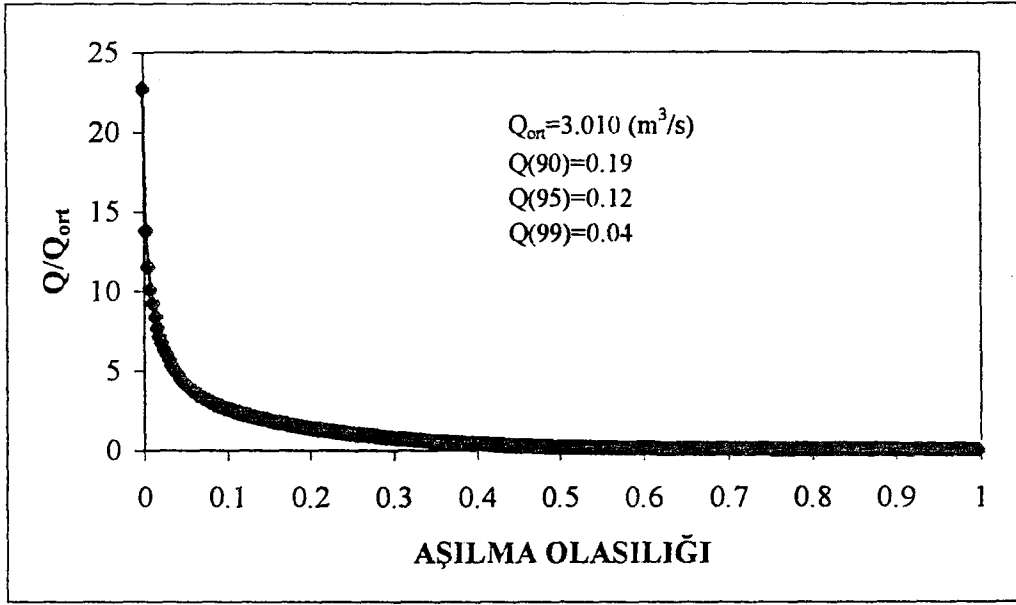




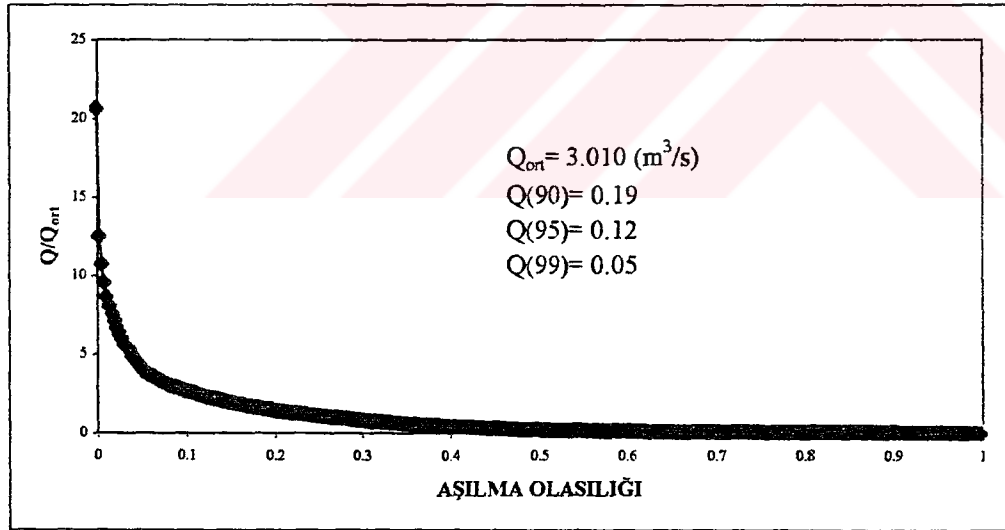
Şekil 1. 509 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



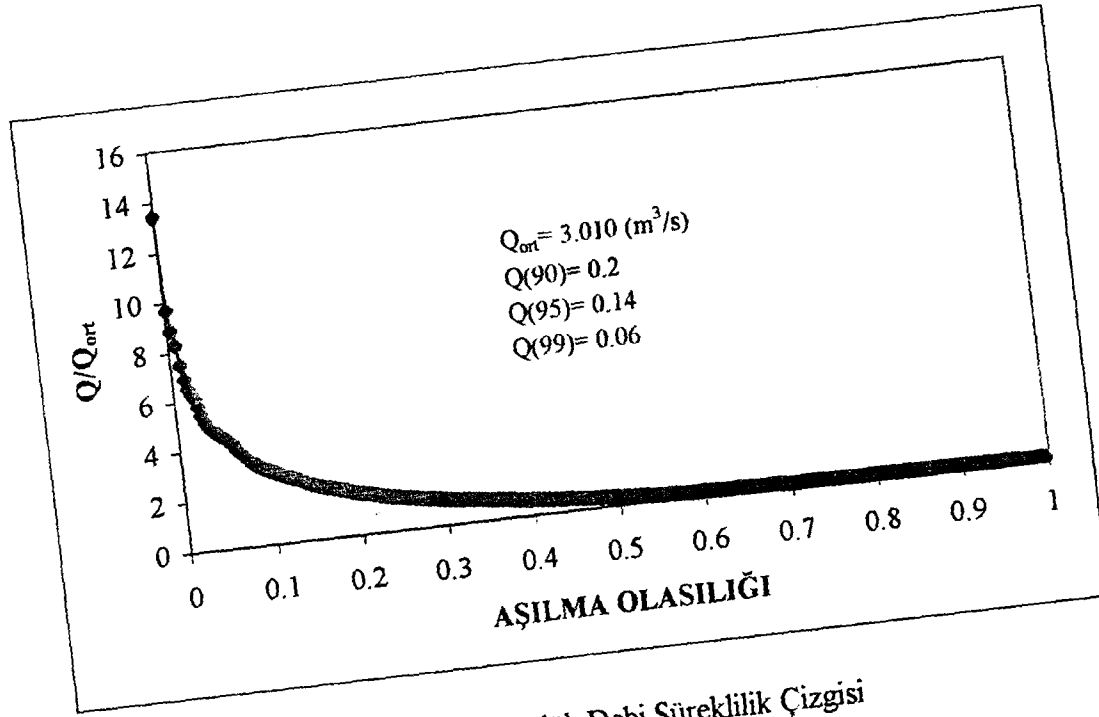
Şekil 2. 509 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



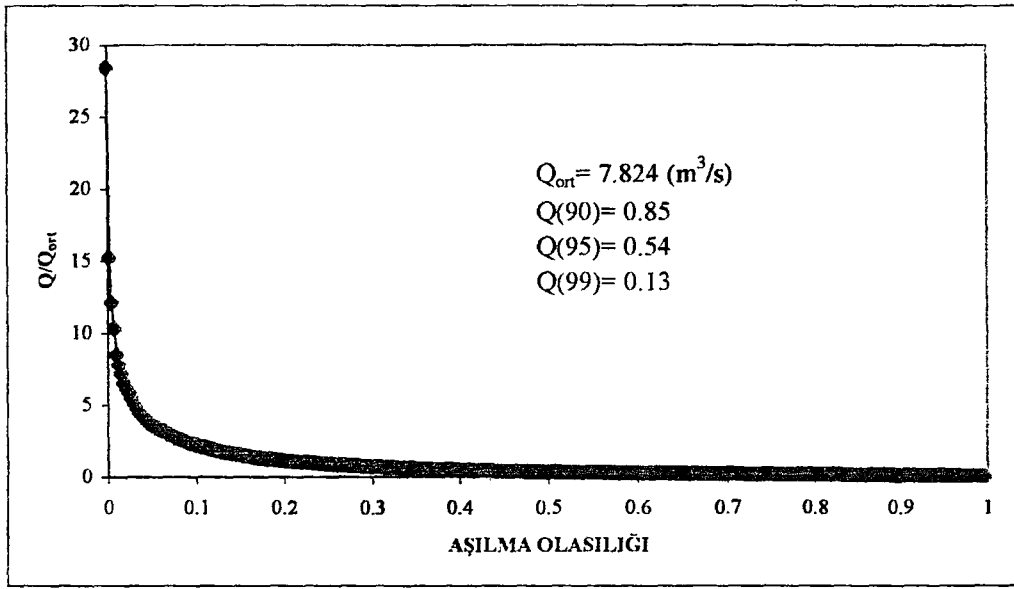
Şekil 3. 509 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



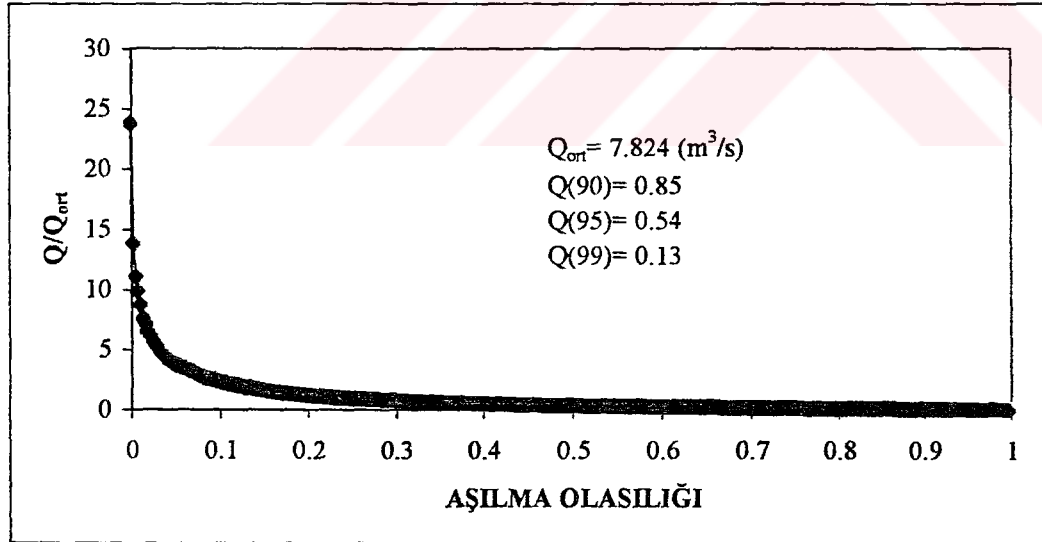
Şekil 4. 509 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



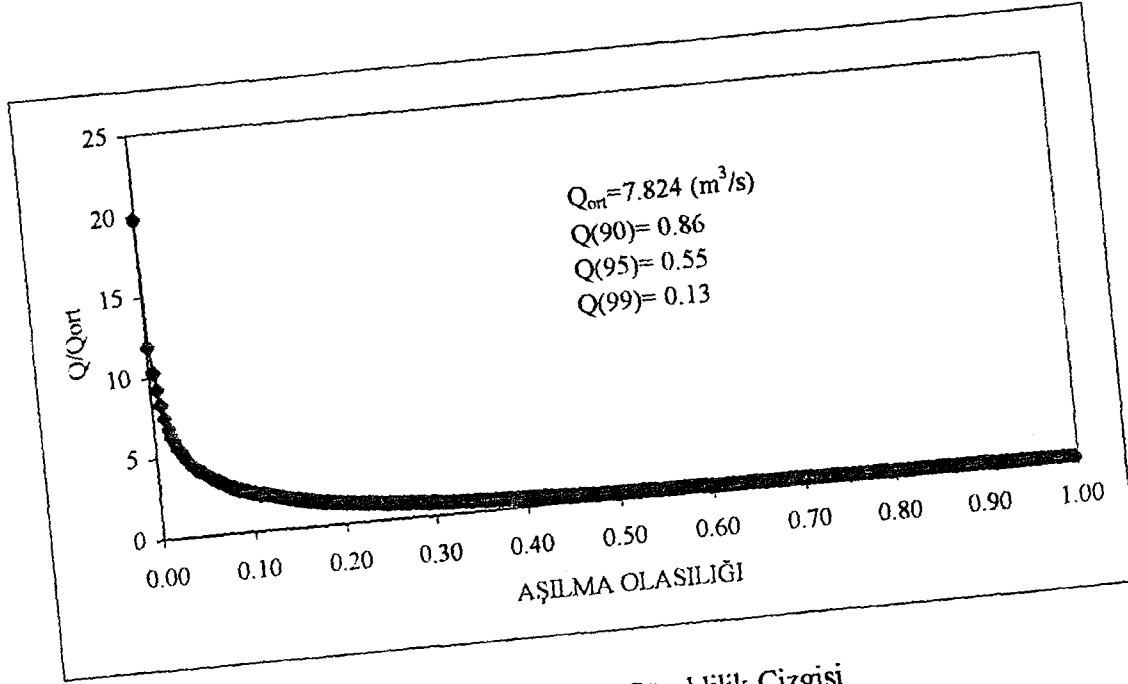
Şekil 5. 509 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



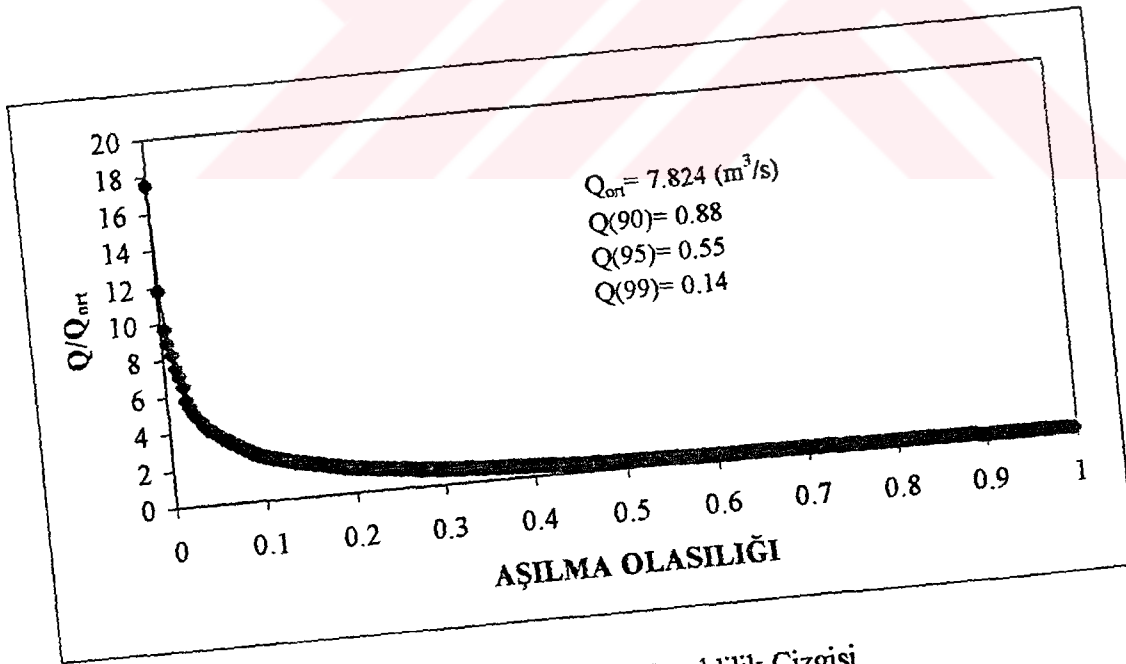
Şekil 6. 510 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



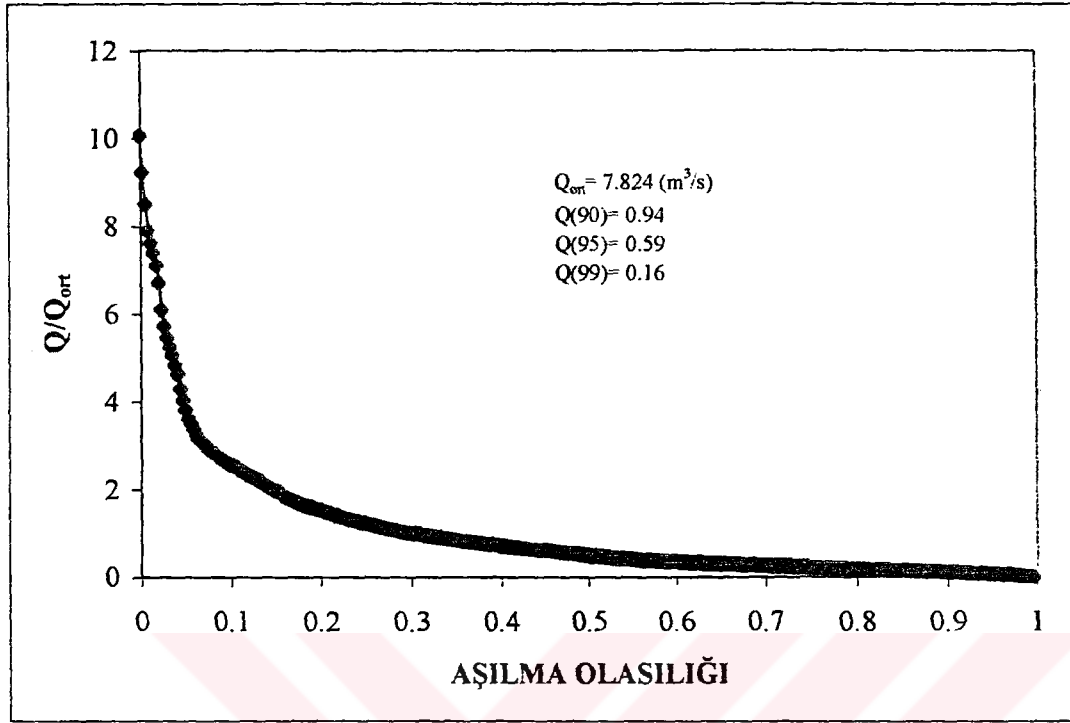
Şekil 7. 510 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



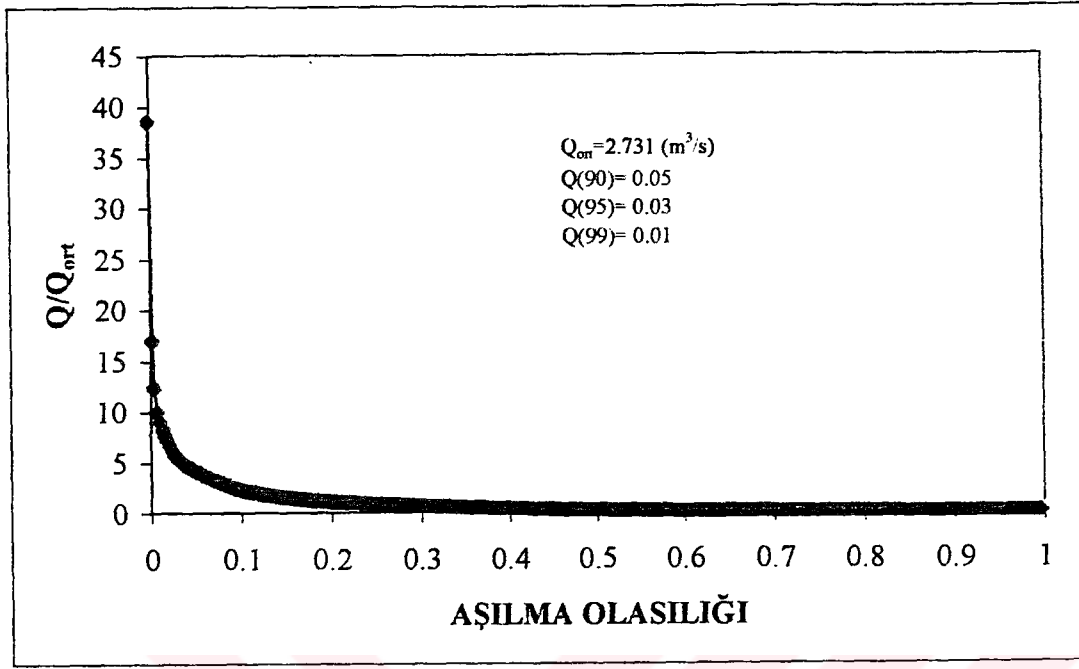
Şekil 8. 510 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



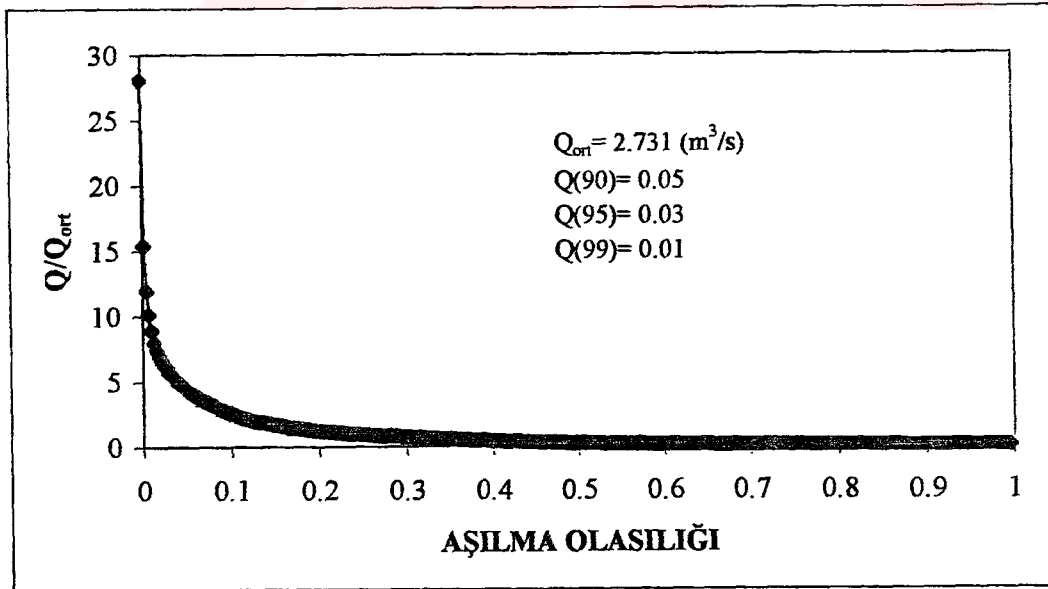
Şekil 9. 510 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



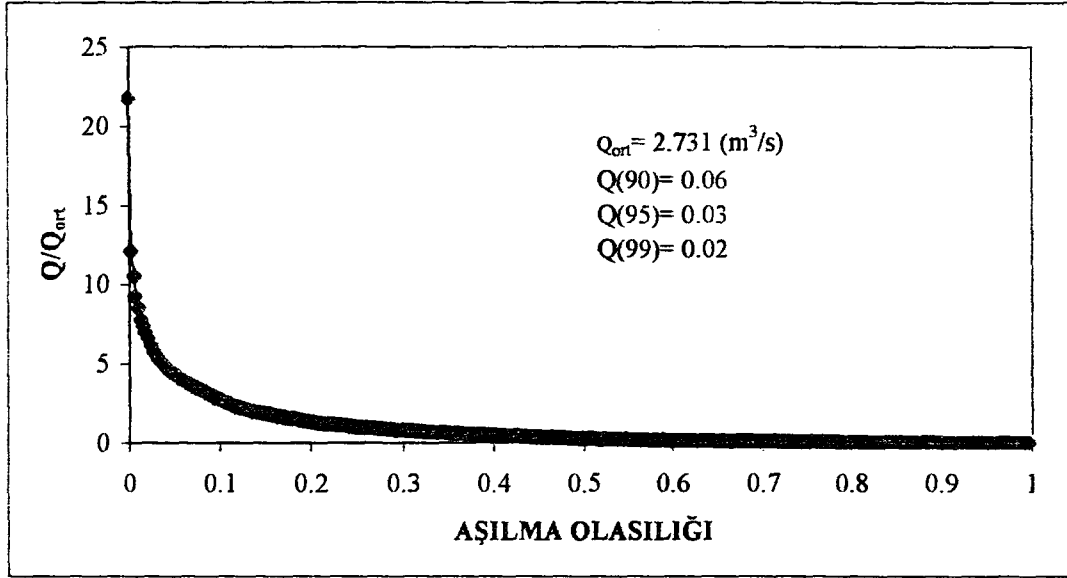
Şekil 10. 510 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



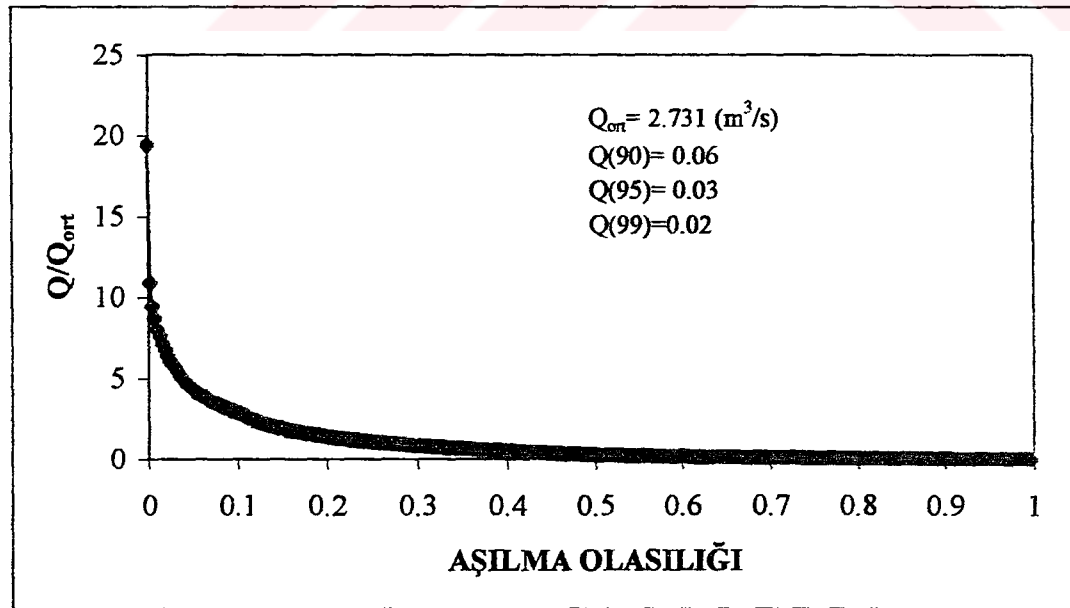
Şekil 11. 514 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



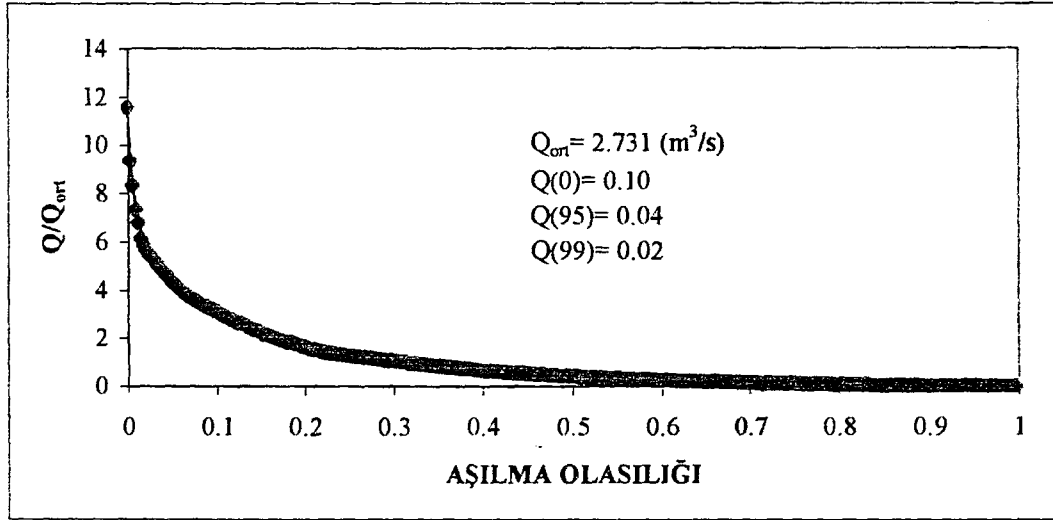
Şekil 12. 514 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



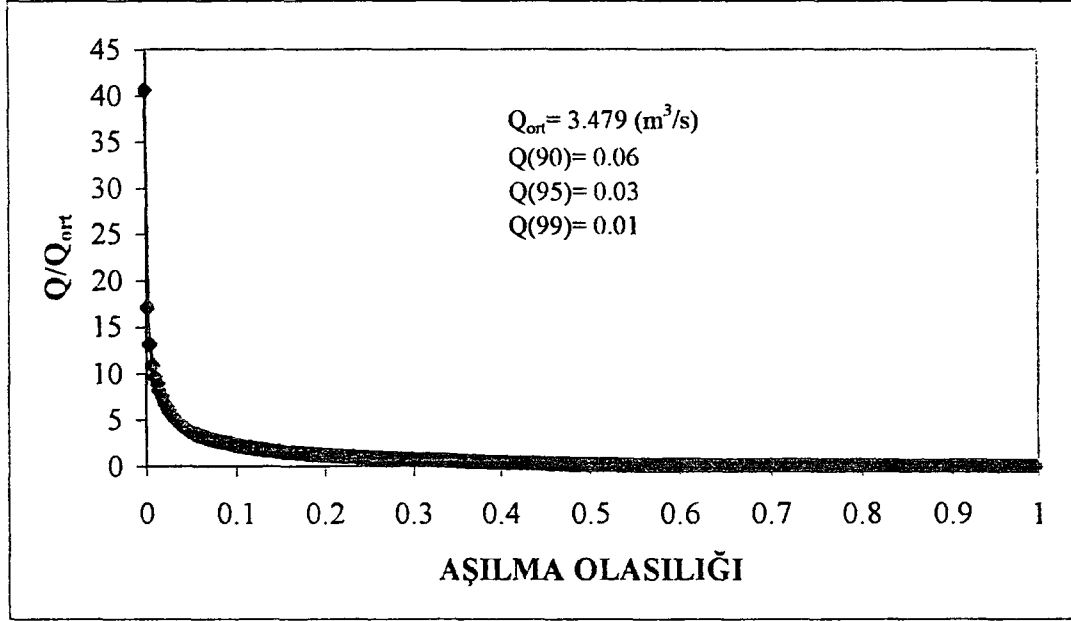
Şekil 13. 514 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



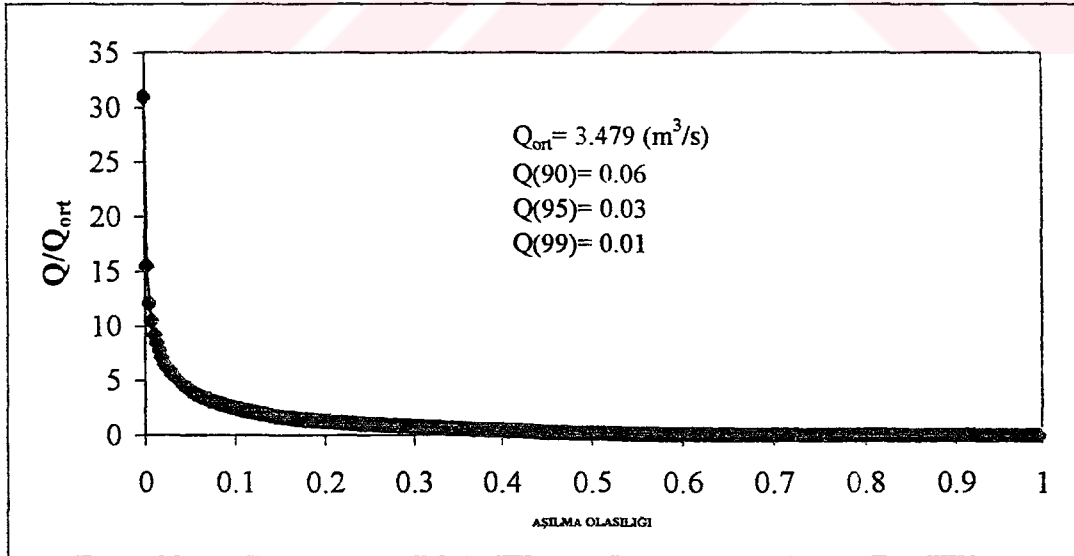
Şekil 14. 514 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



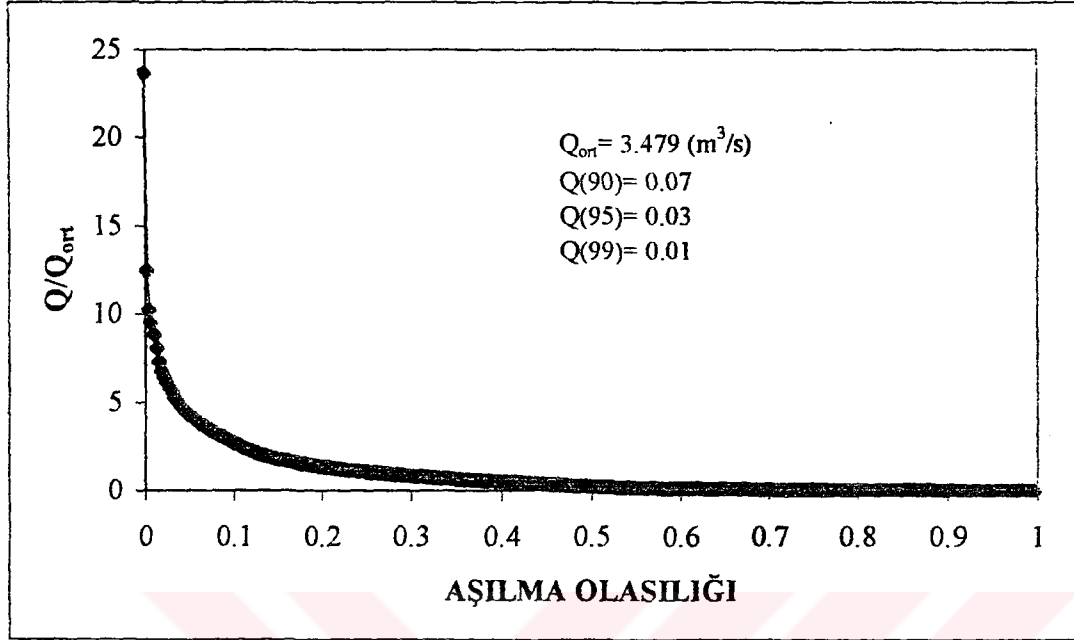
Şekil 15. 514 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



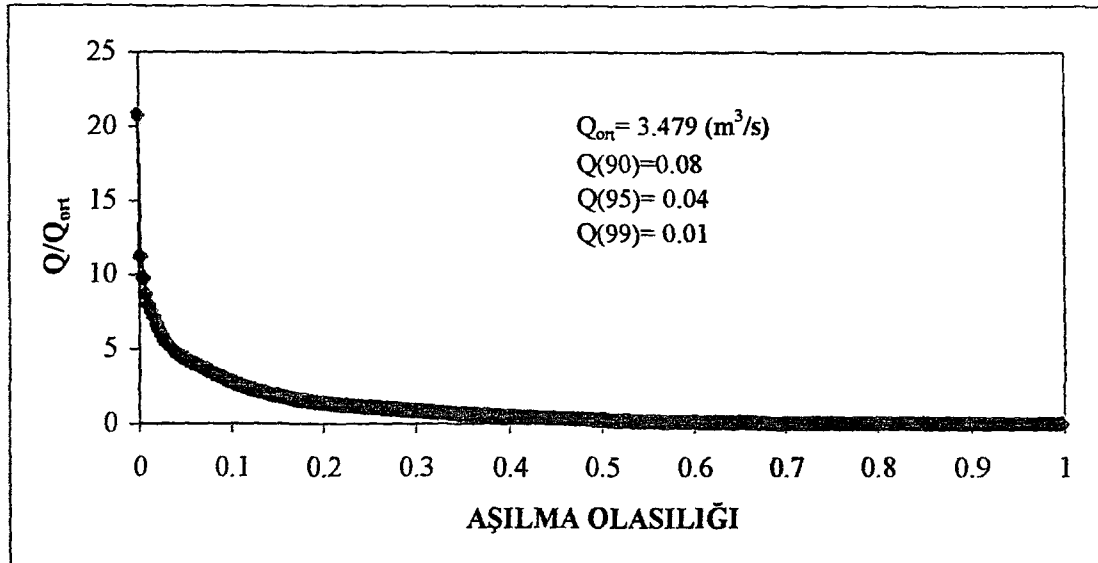
Şekil 16. 515 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



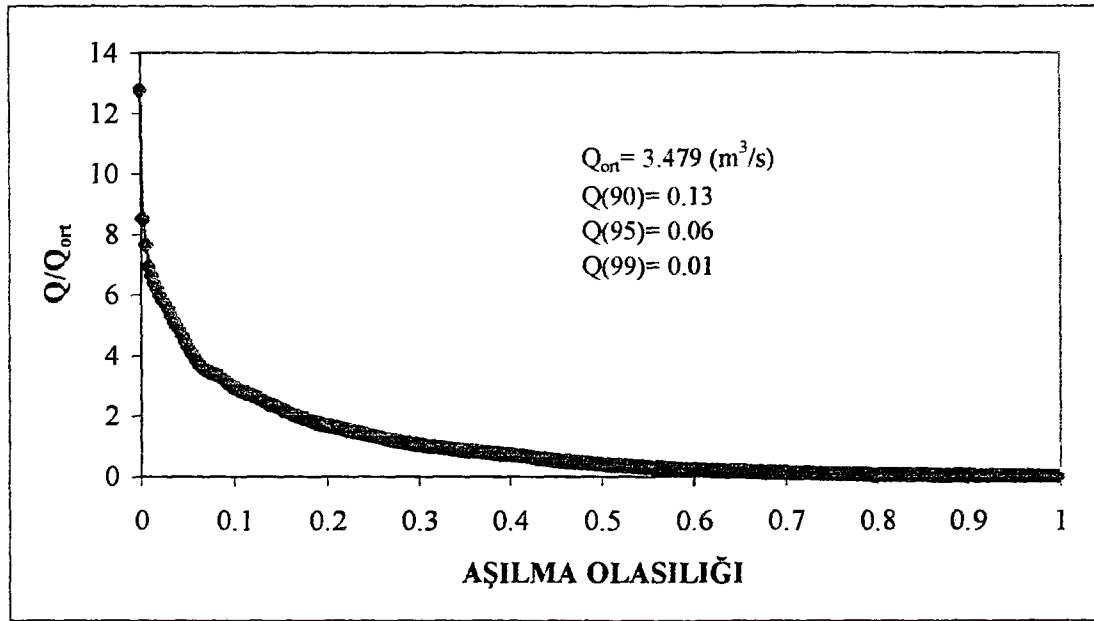
Şekil 17. 515 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



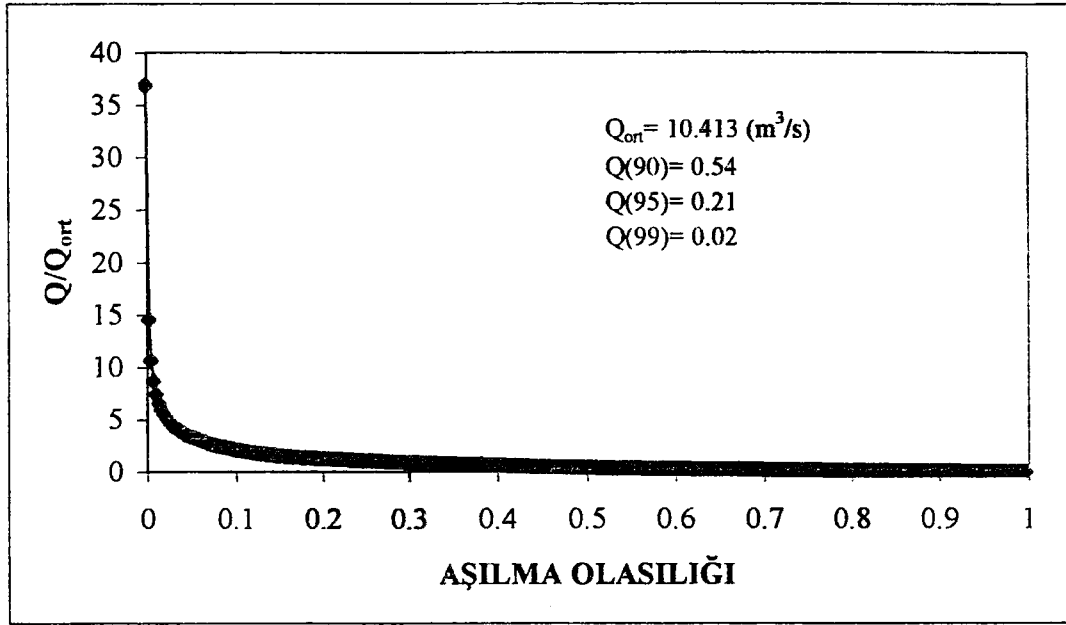
Şekil 18. 515 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



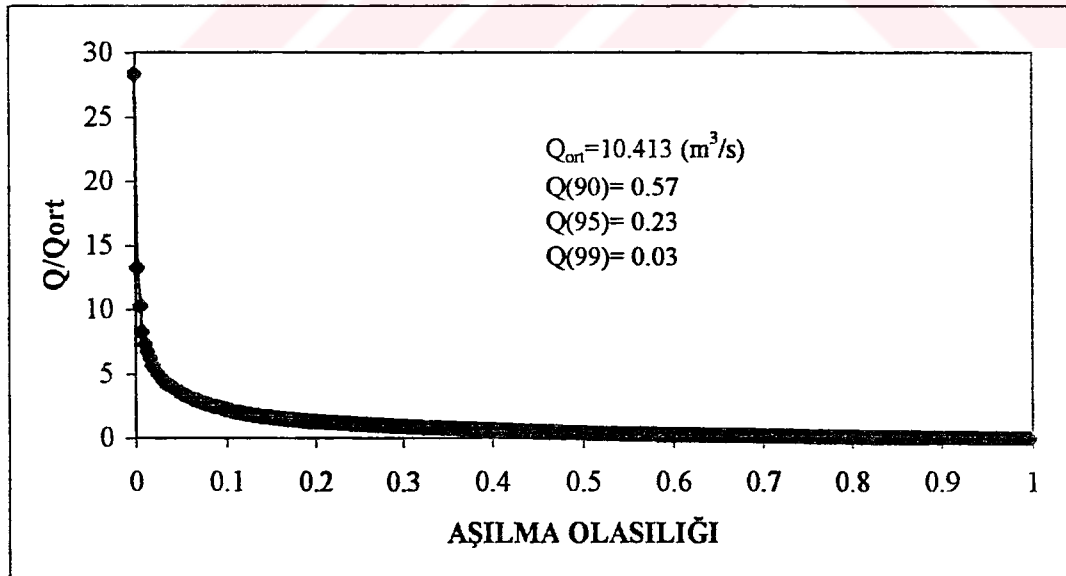
Şekil 19. 515 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



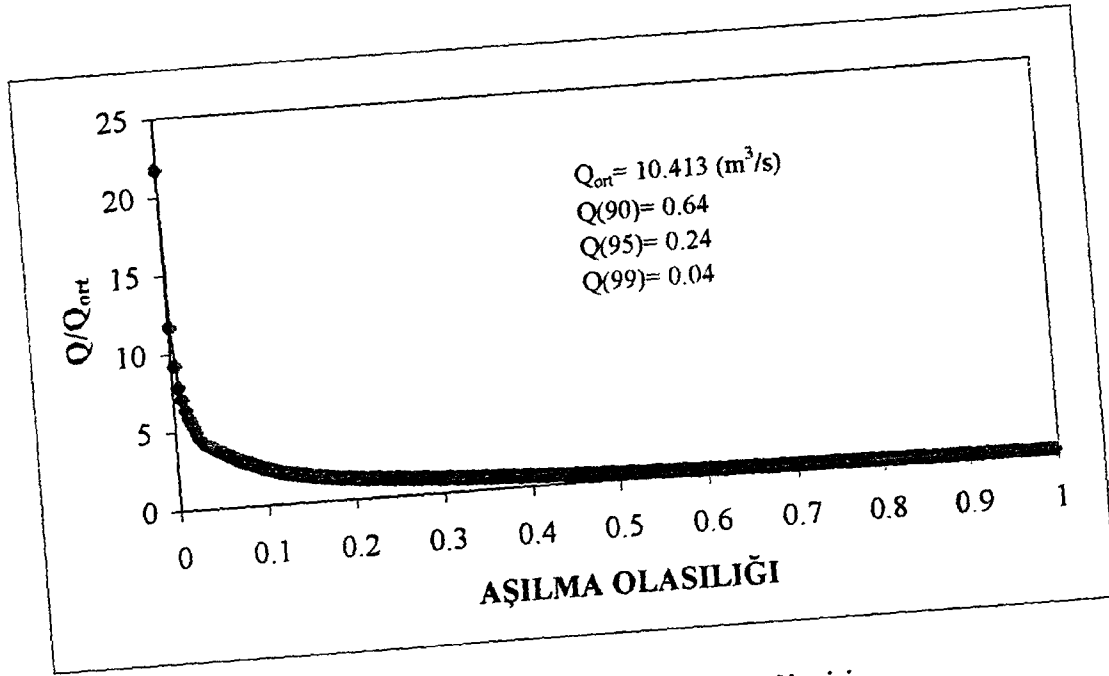
Şekil 20. 515 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



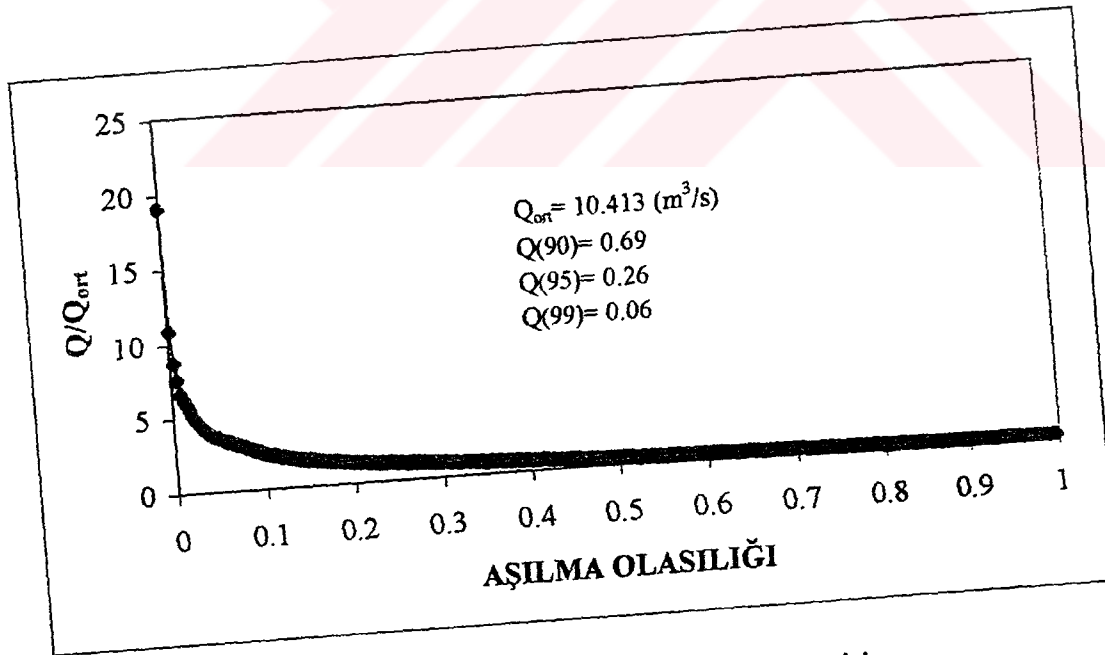
Şekil 21. 523 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



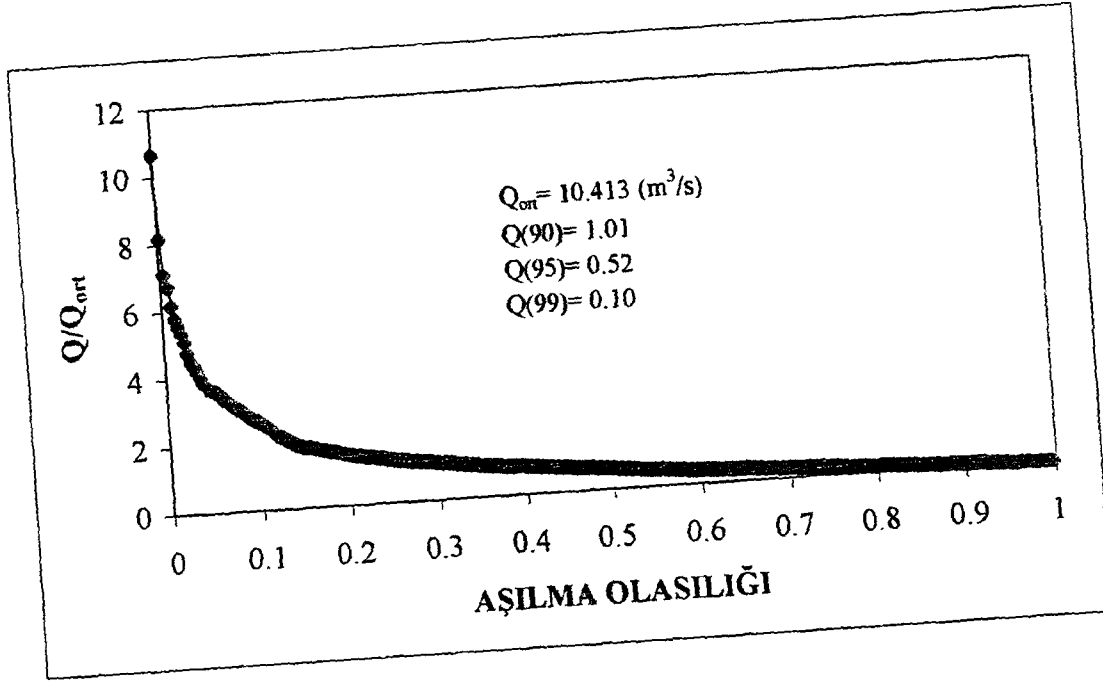
Şekil 22. 523 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



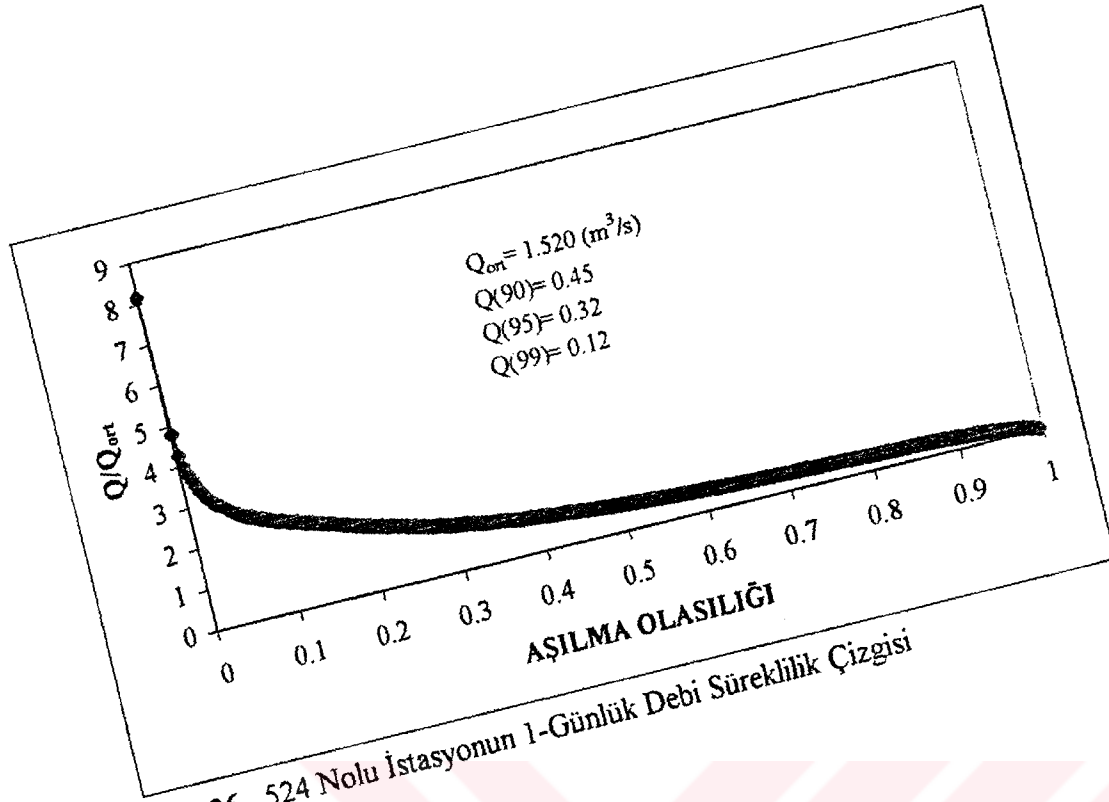
Şekil 23. 523 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



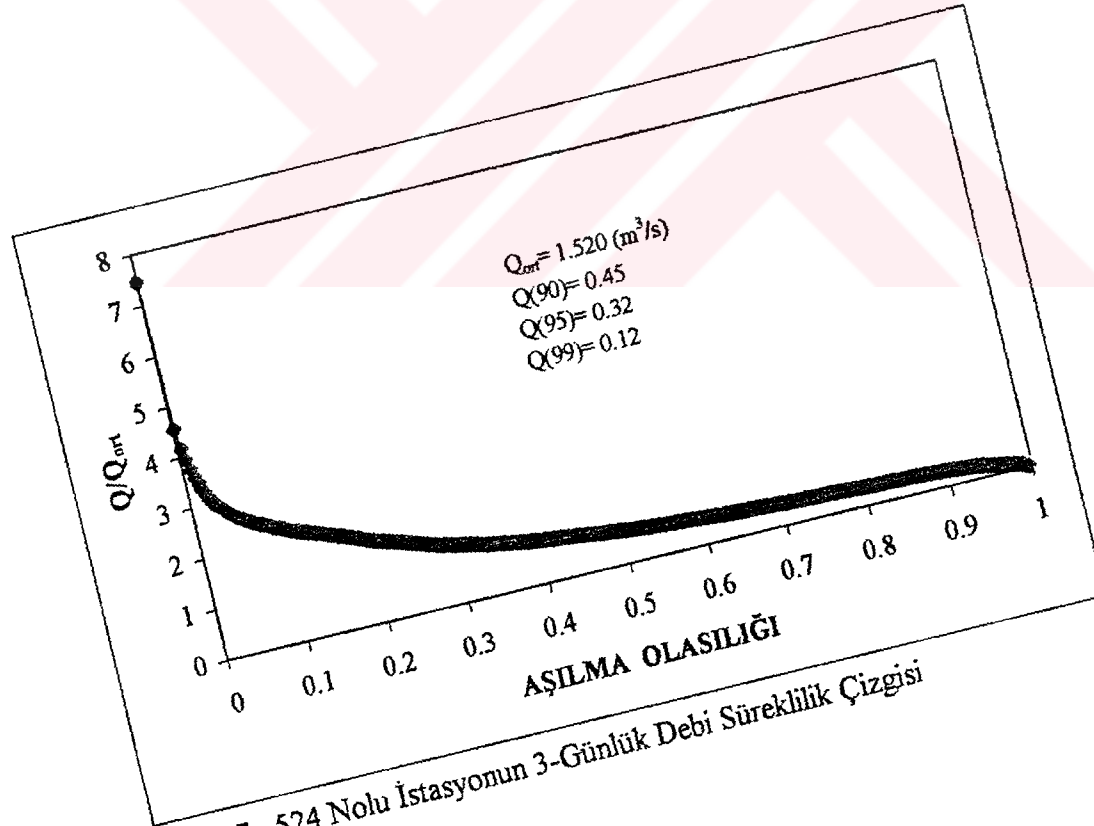
Şekil 24. 523 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



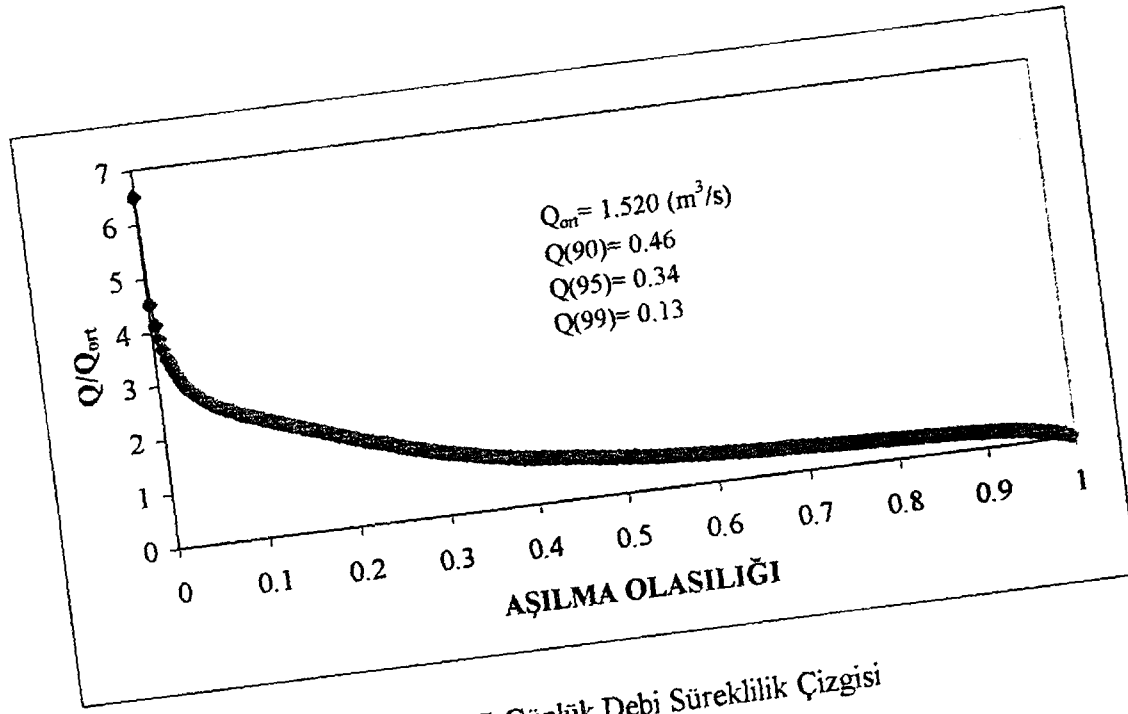
Şekil 25. 523 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



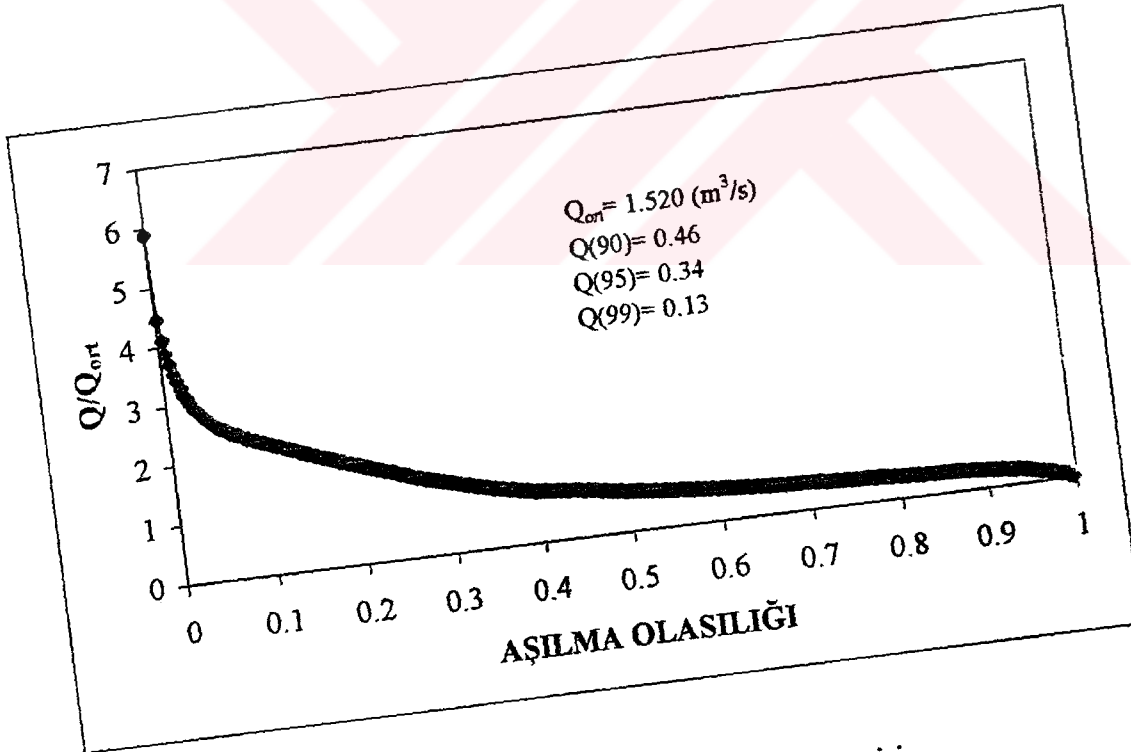
Şekil 26. 524 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



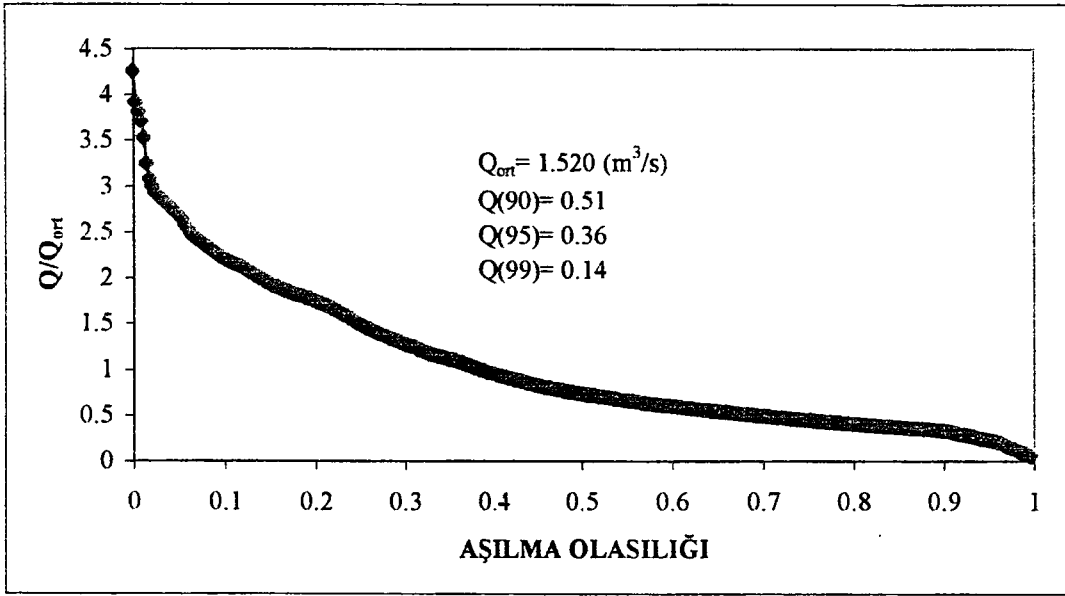
Şekil 27. 524 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



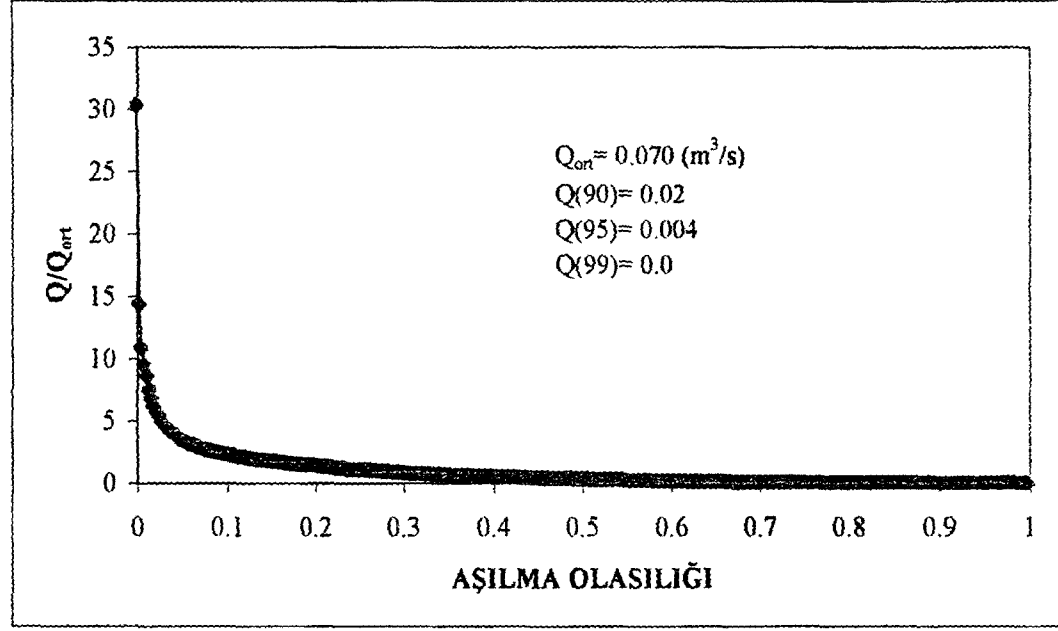
Şekil 28. 524 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



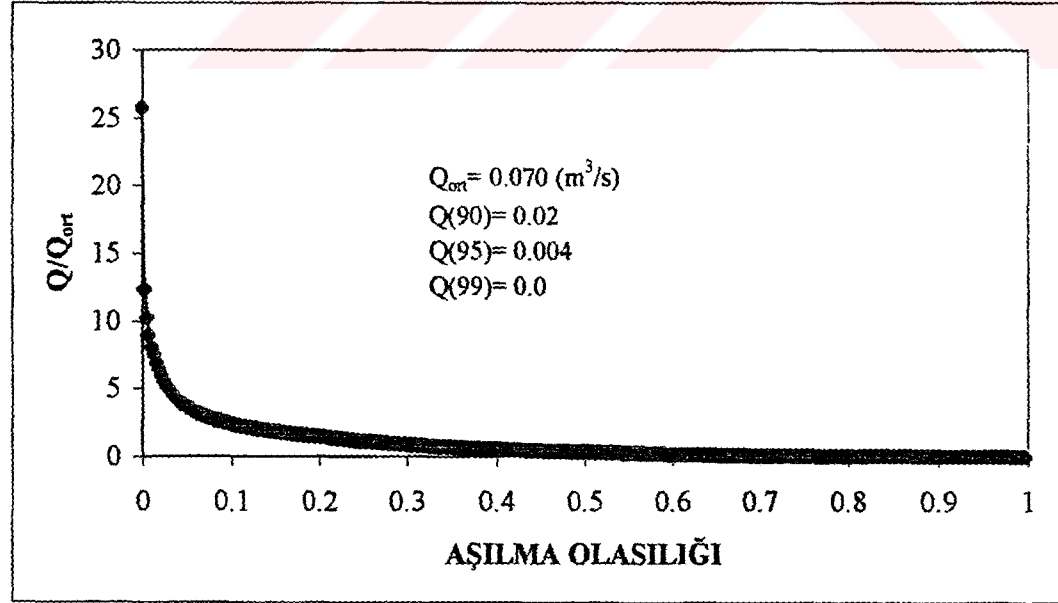
Şekil 29. 524 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



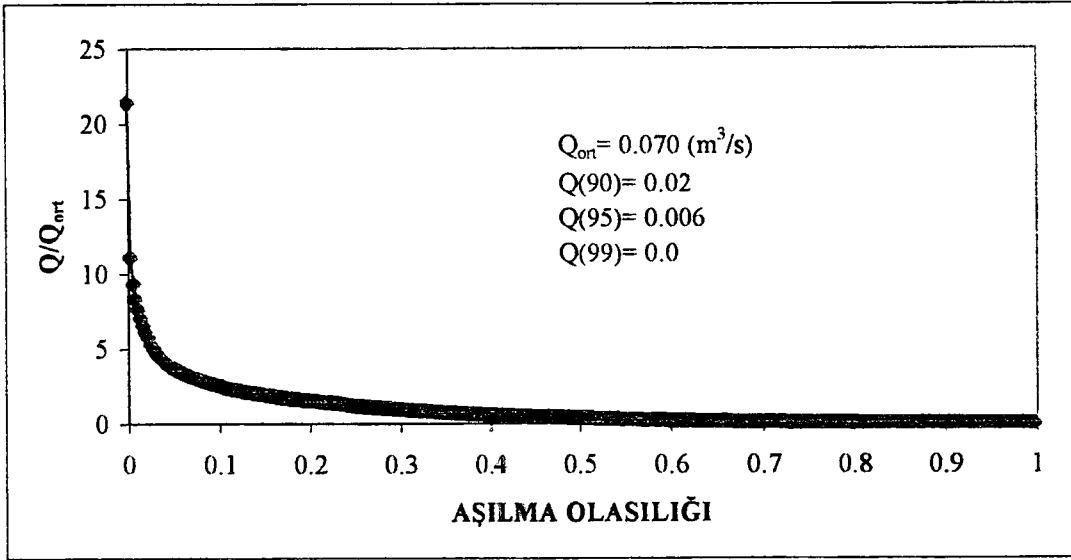
Şekil 30. 524 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



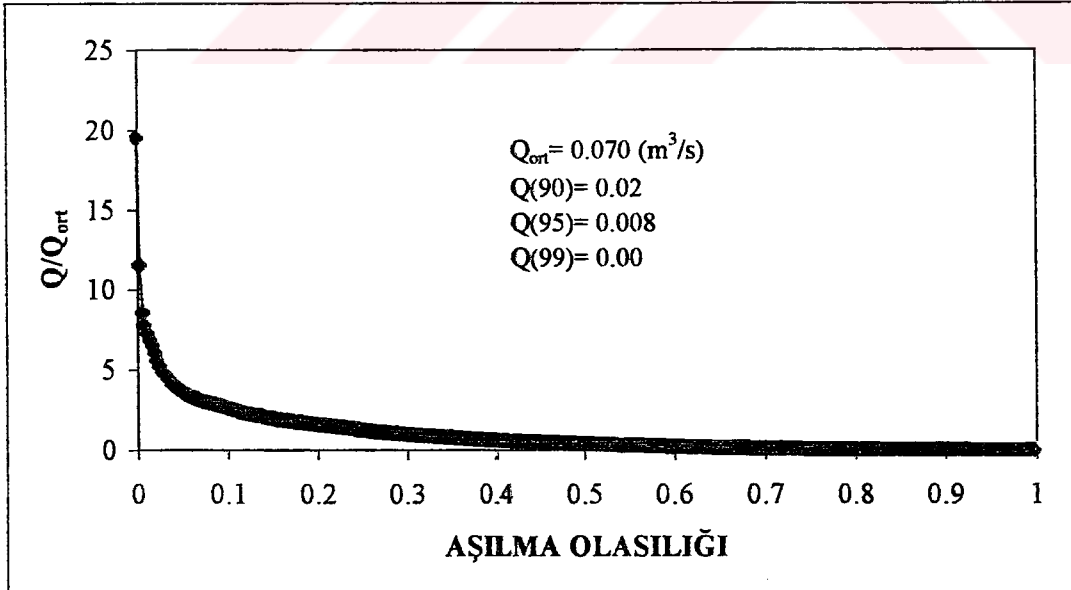
Şekil 31. 525 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



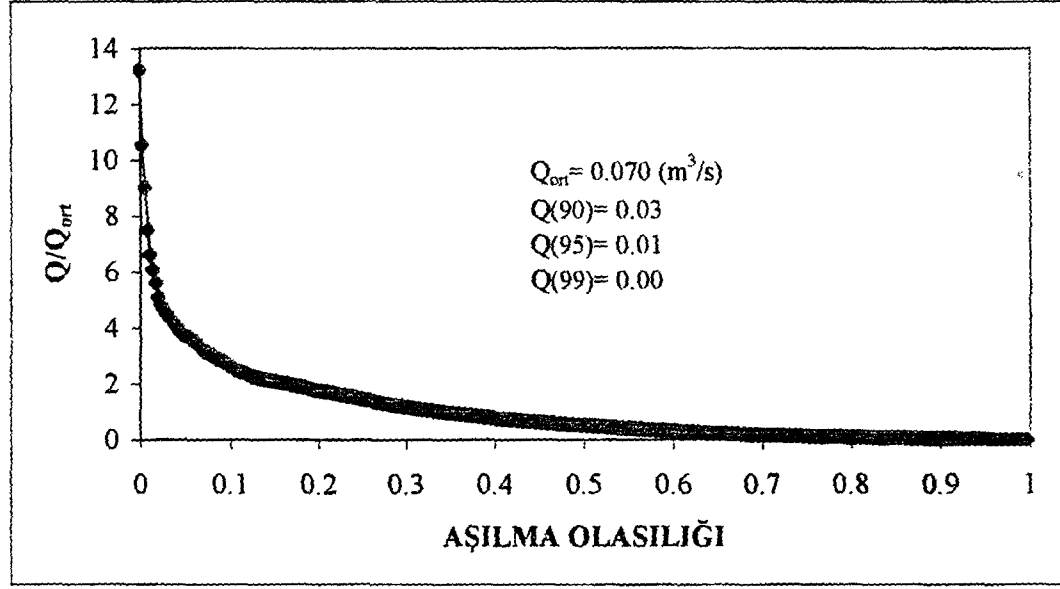
Şekil 32. 525 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



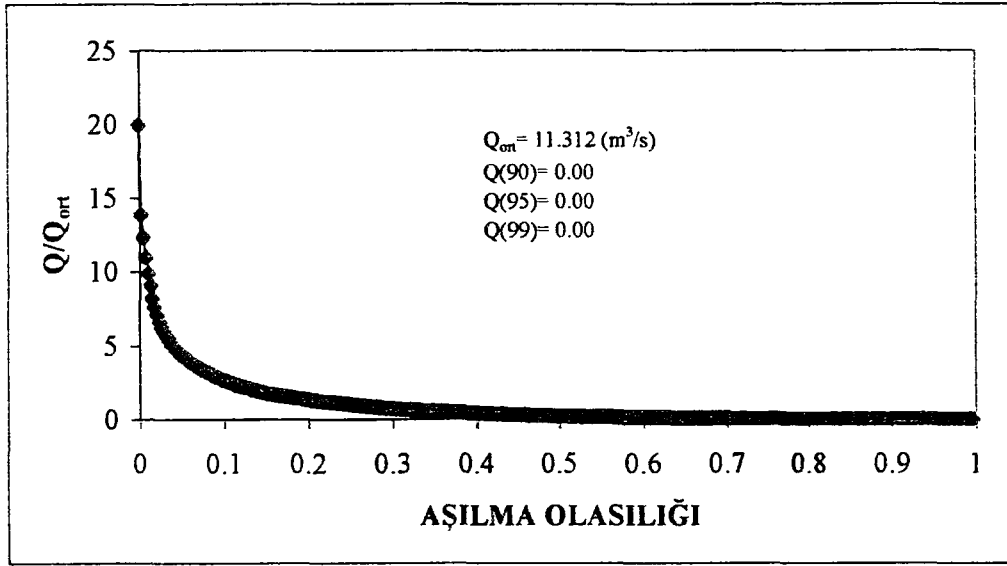
Şekil 33. 525 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



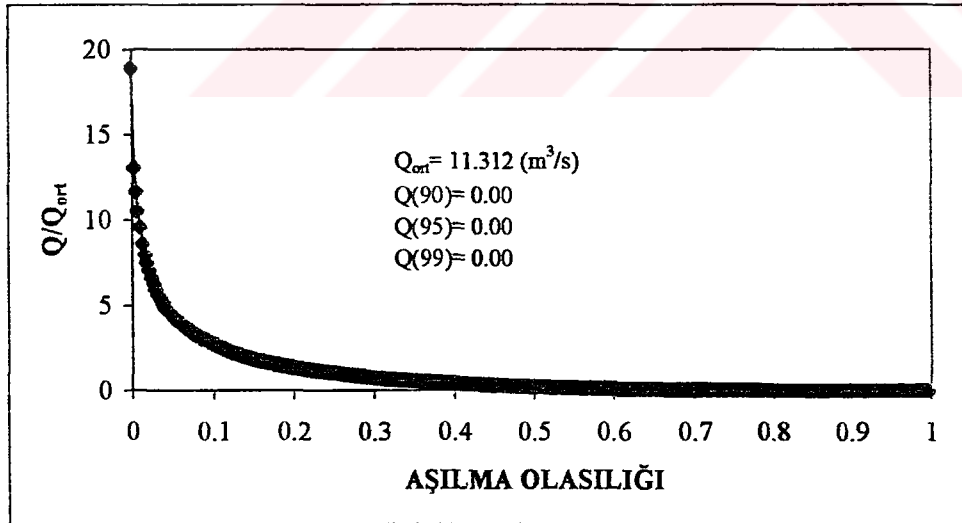
Şekil 34. 525 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



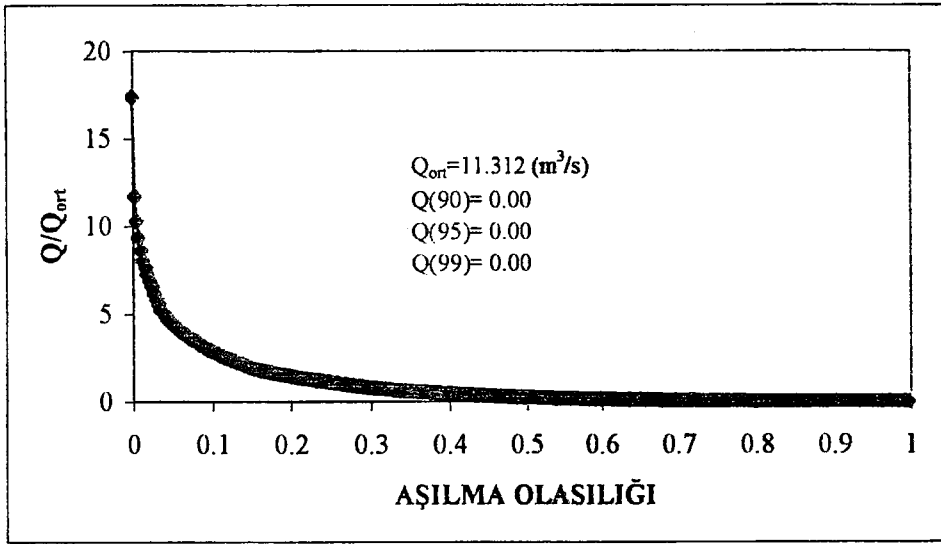
Şekil 35. 525 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



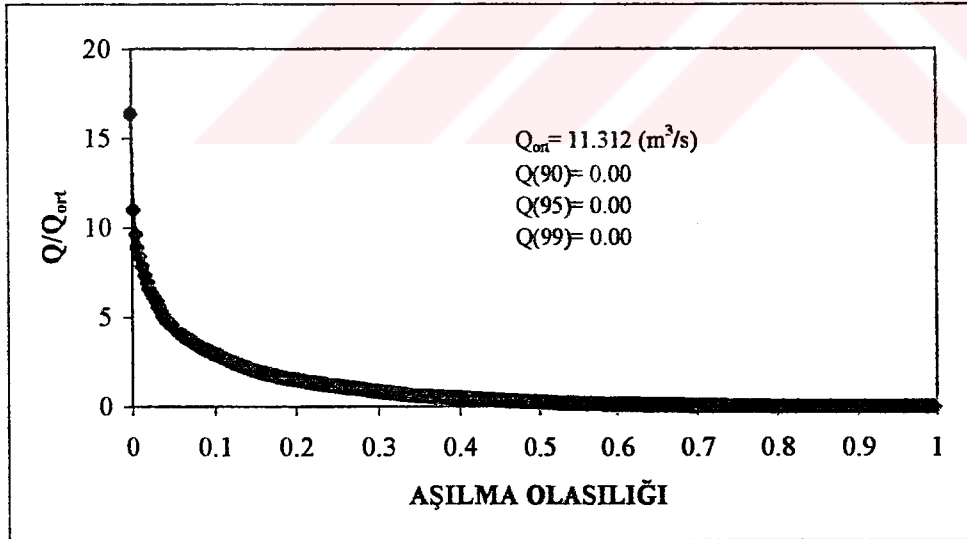
Şekil 36. 601 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



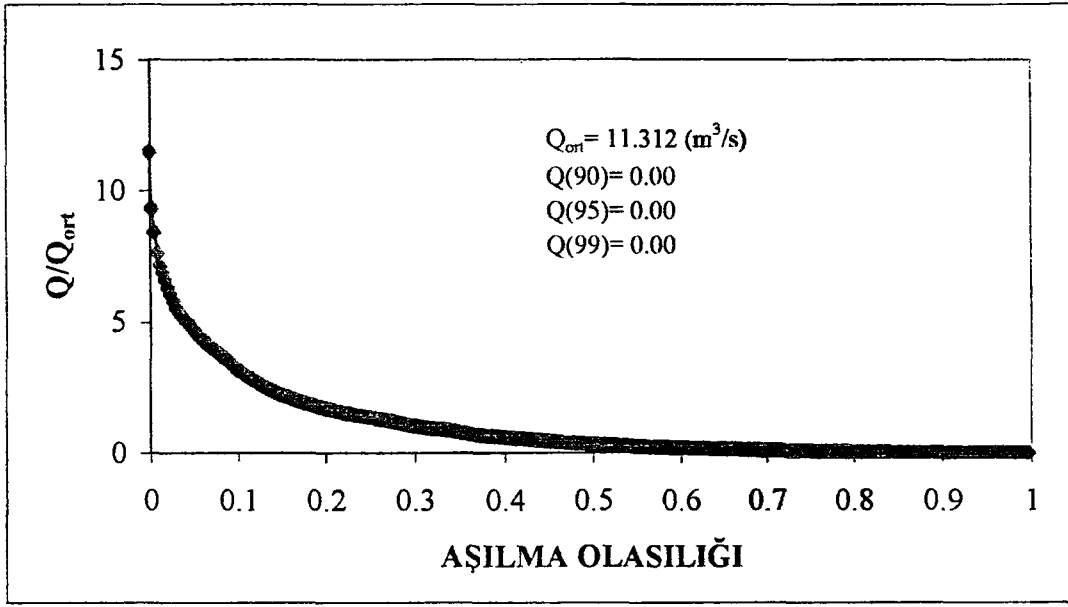
Şekil 37. 601 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



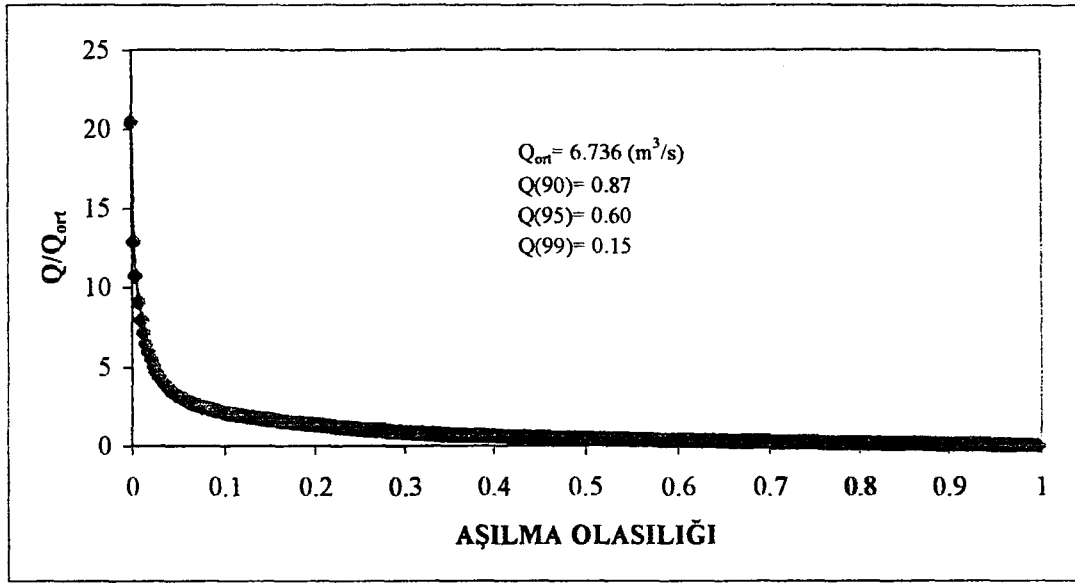
Şekil 38. 601 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



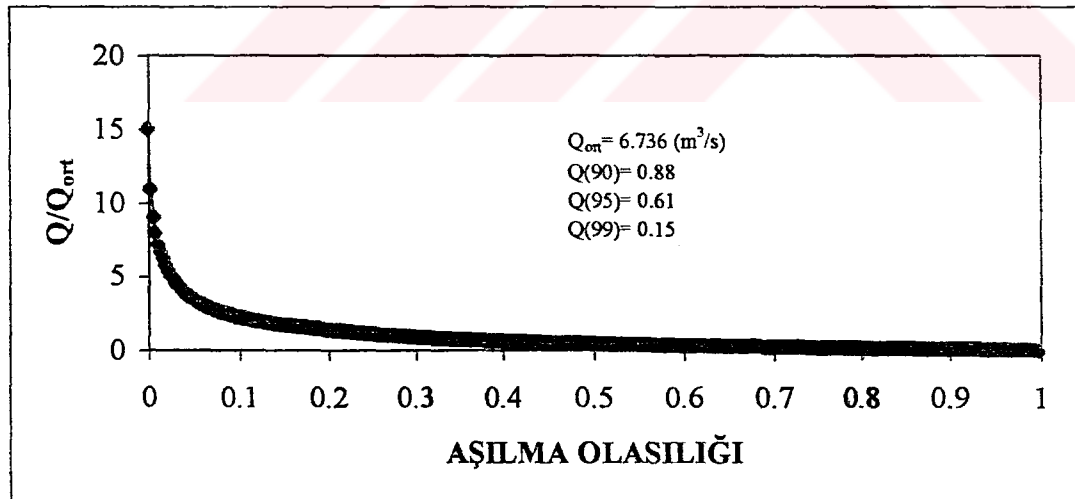
Şekil 39. 601 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



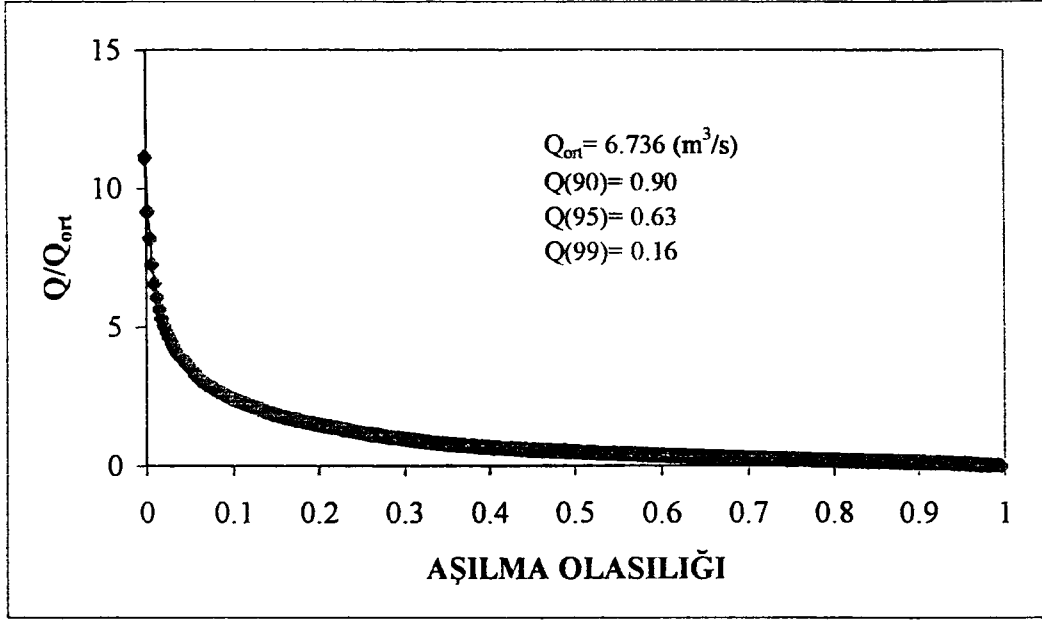
Şekil 40. 601 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



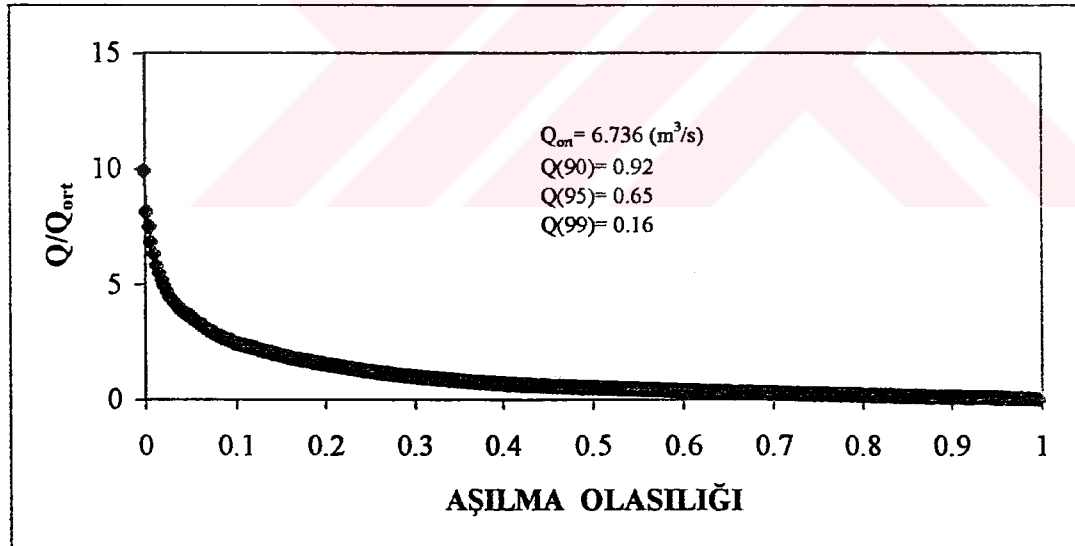
Şekil 41. 701 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



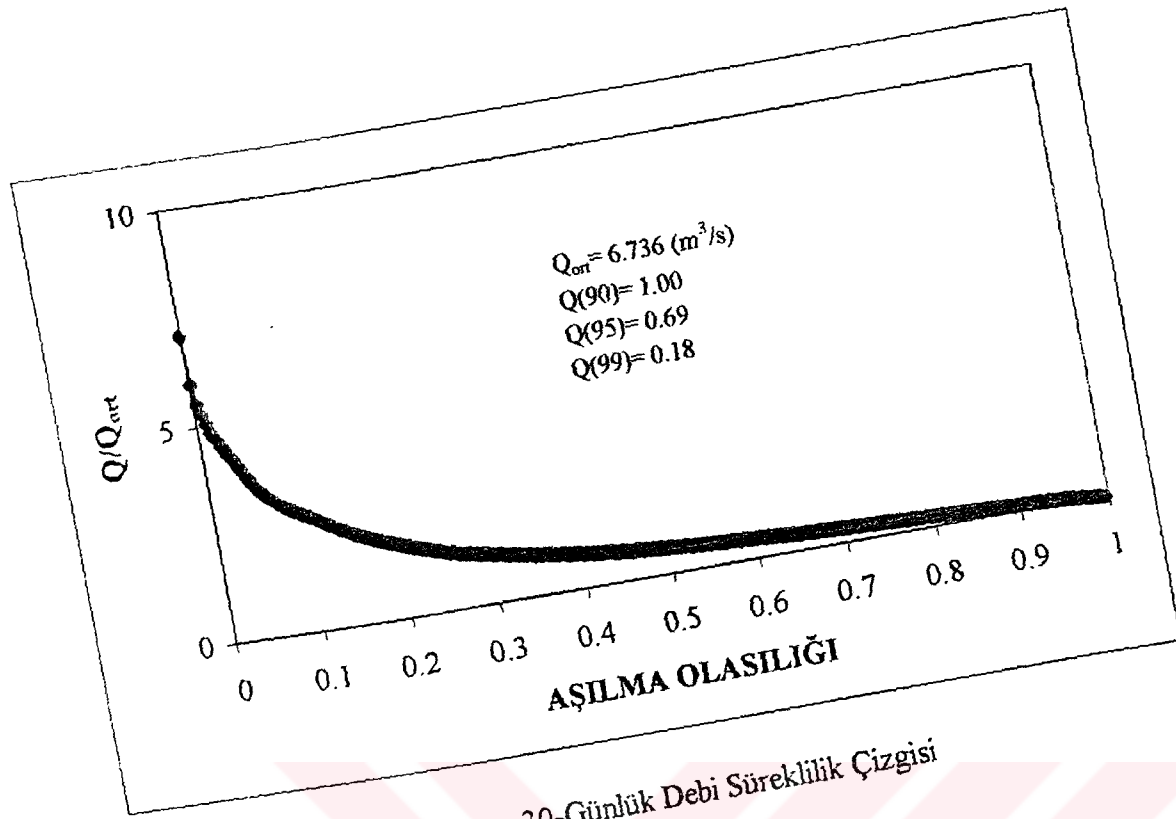
Şekil 42. 701 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



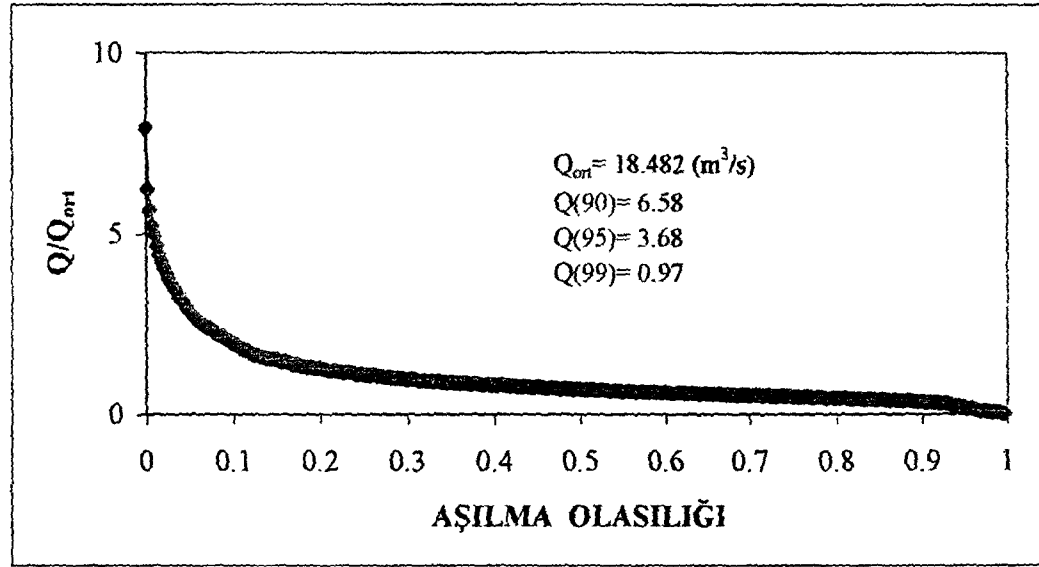
Şekil 43. 701 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



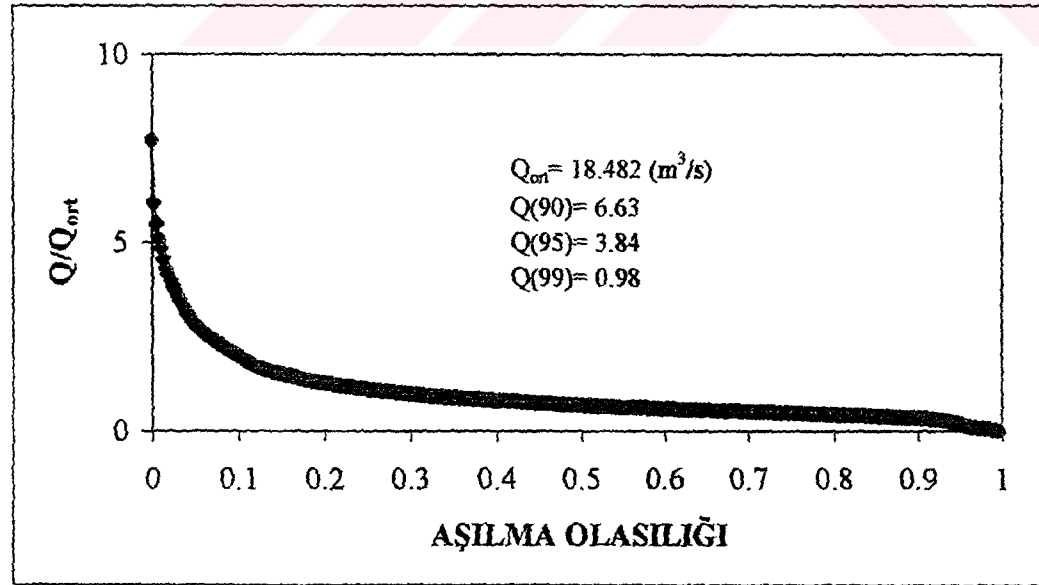
Şekil 44. 701 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



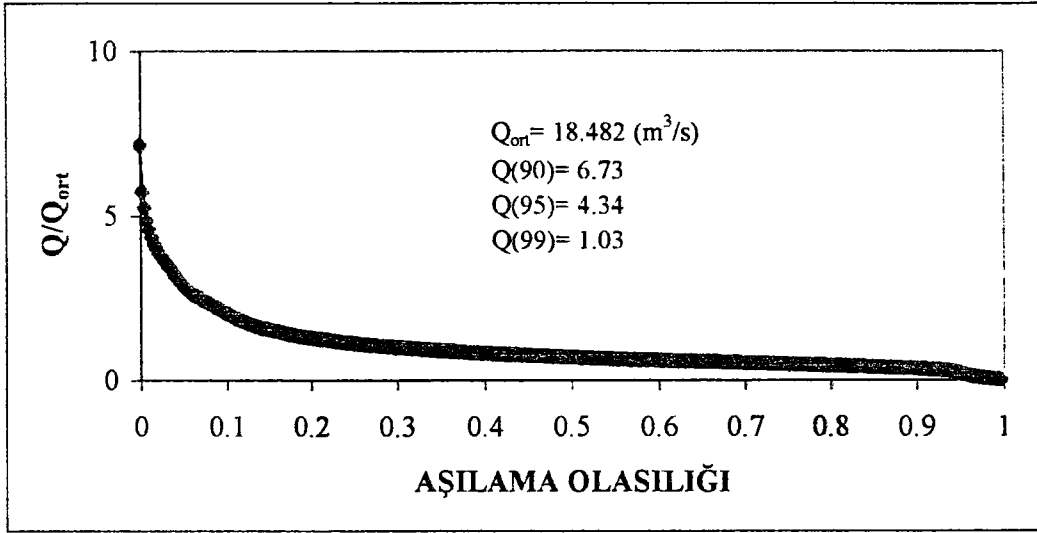
Şekil 45. 701 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



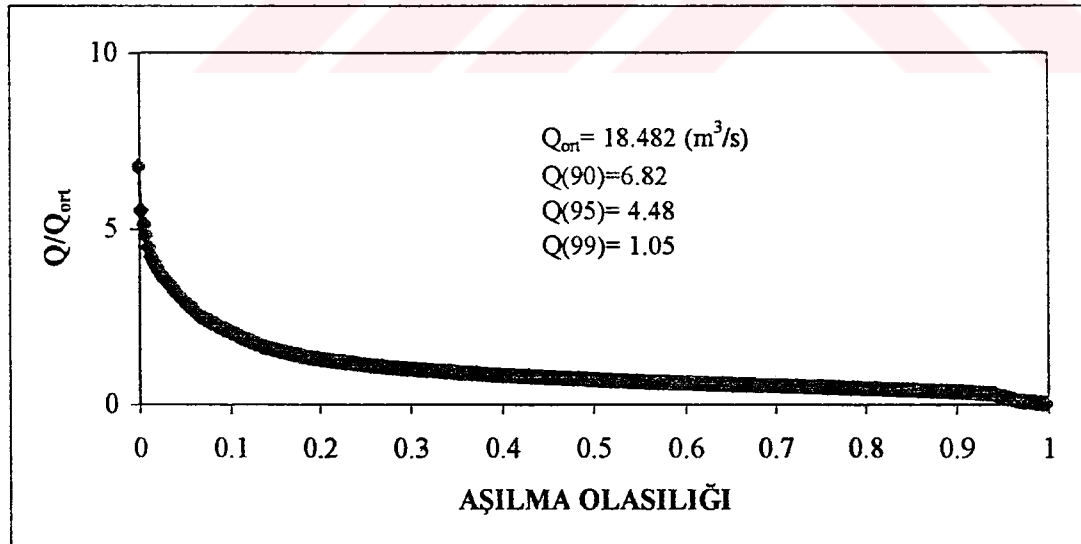
Şekil 46. 703 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



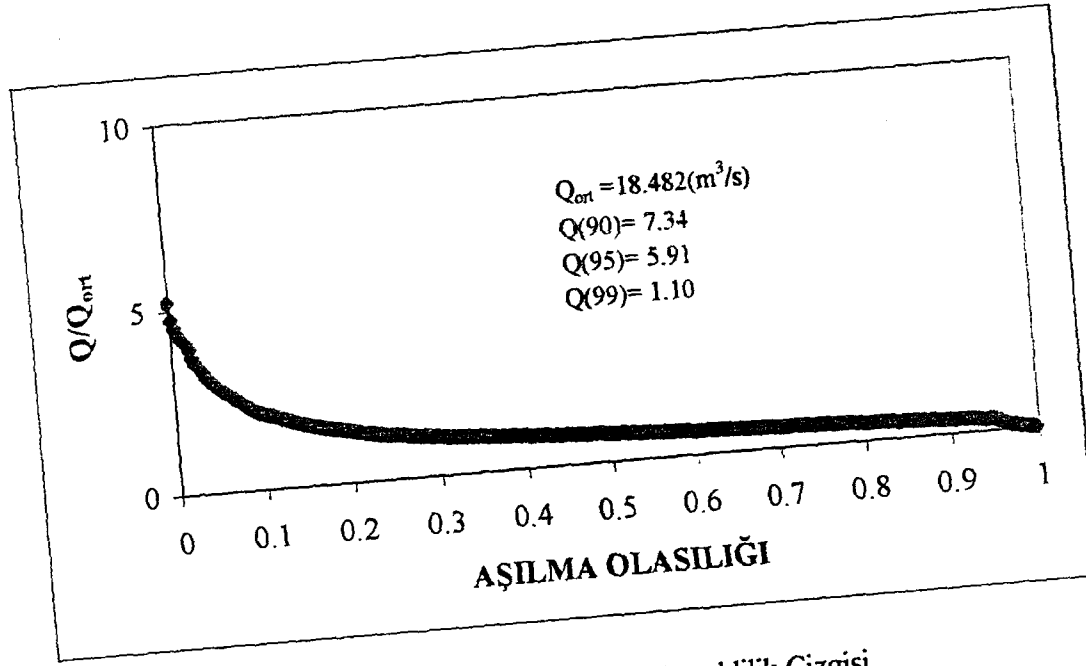
Şekil 47. 703 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



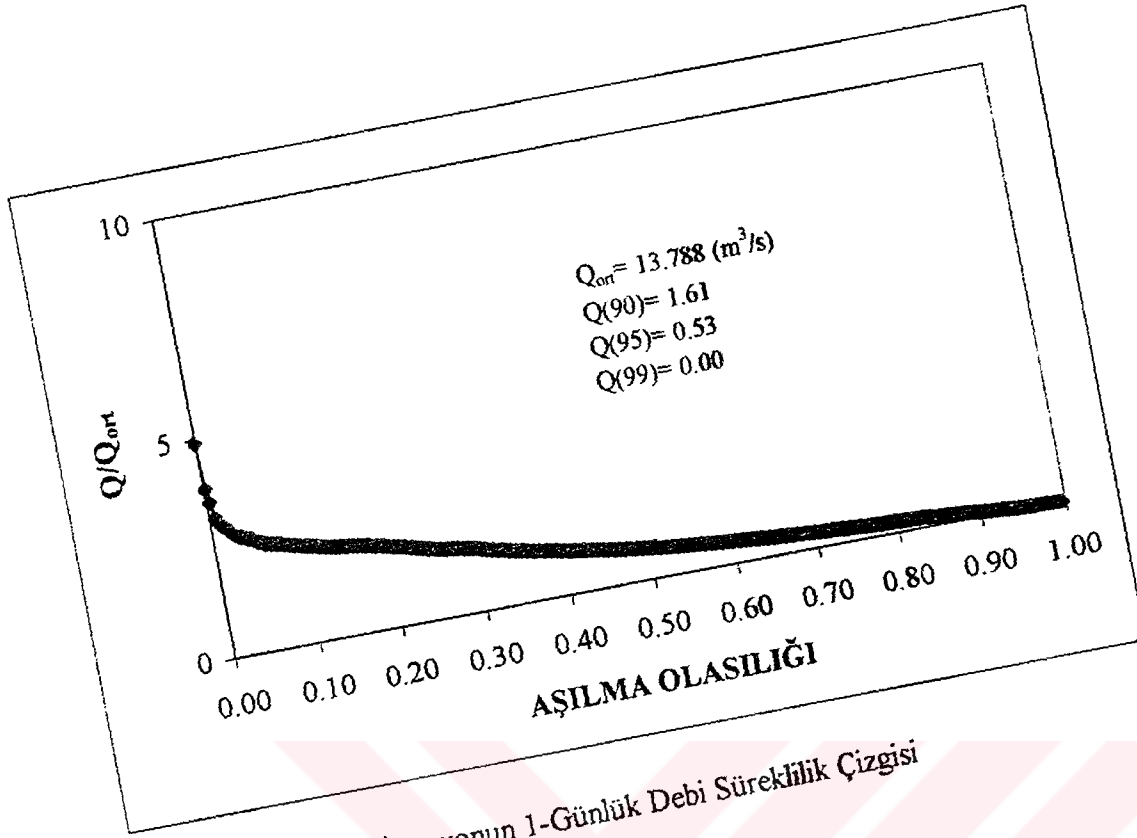
Şekil 48. 703 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



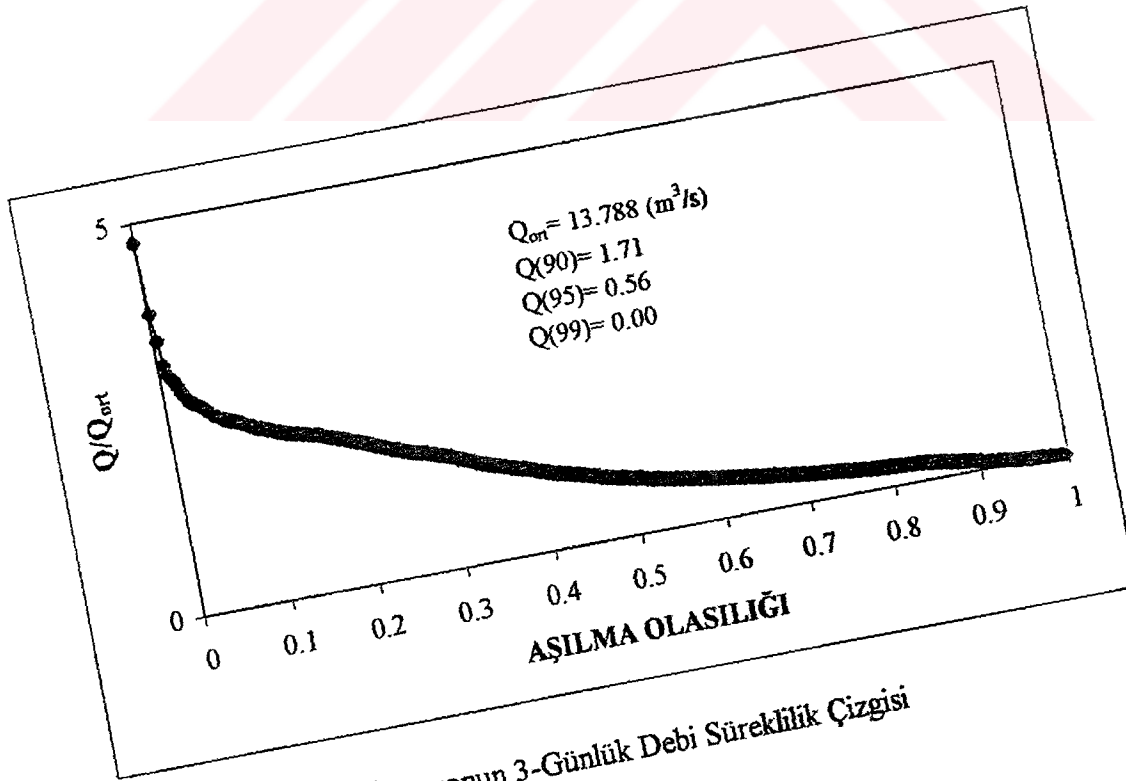
Şekil 49. 703 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



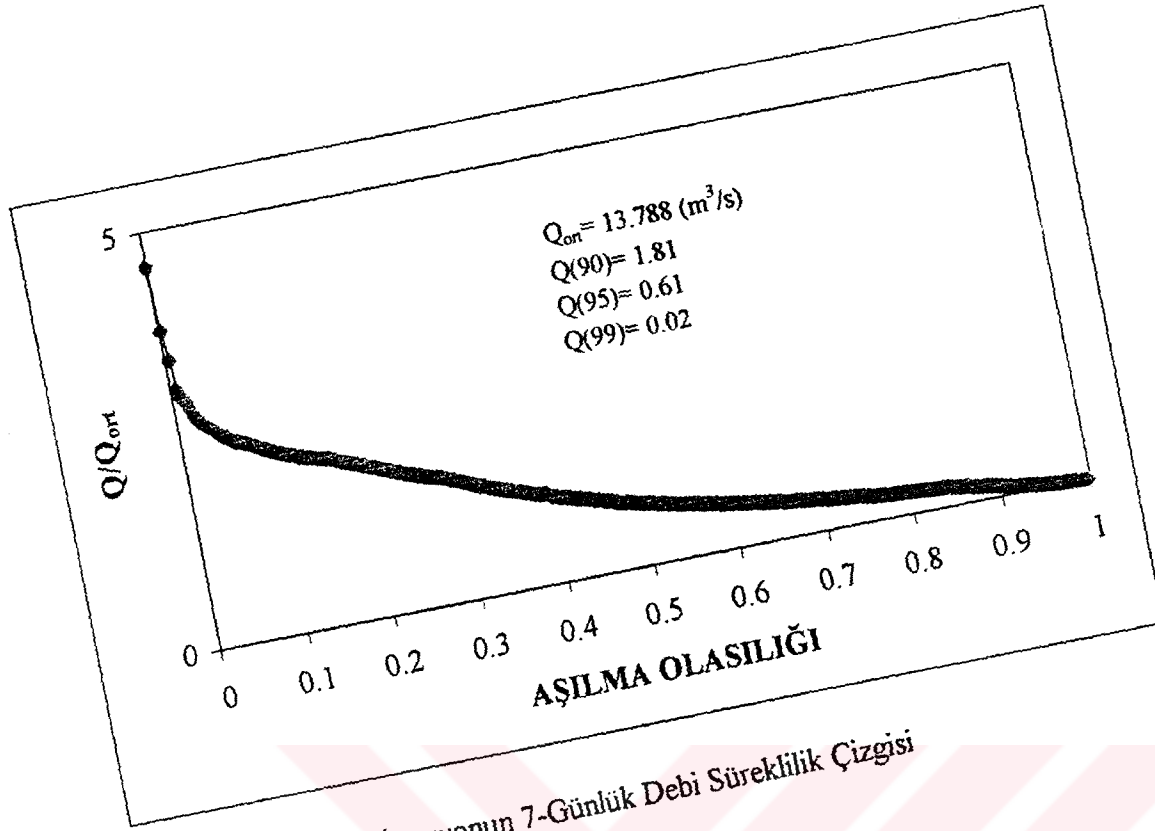
Şekil 50. 703 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



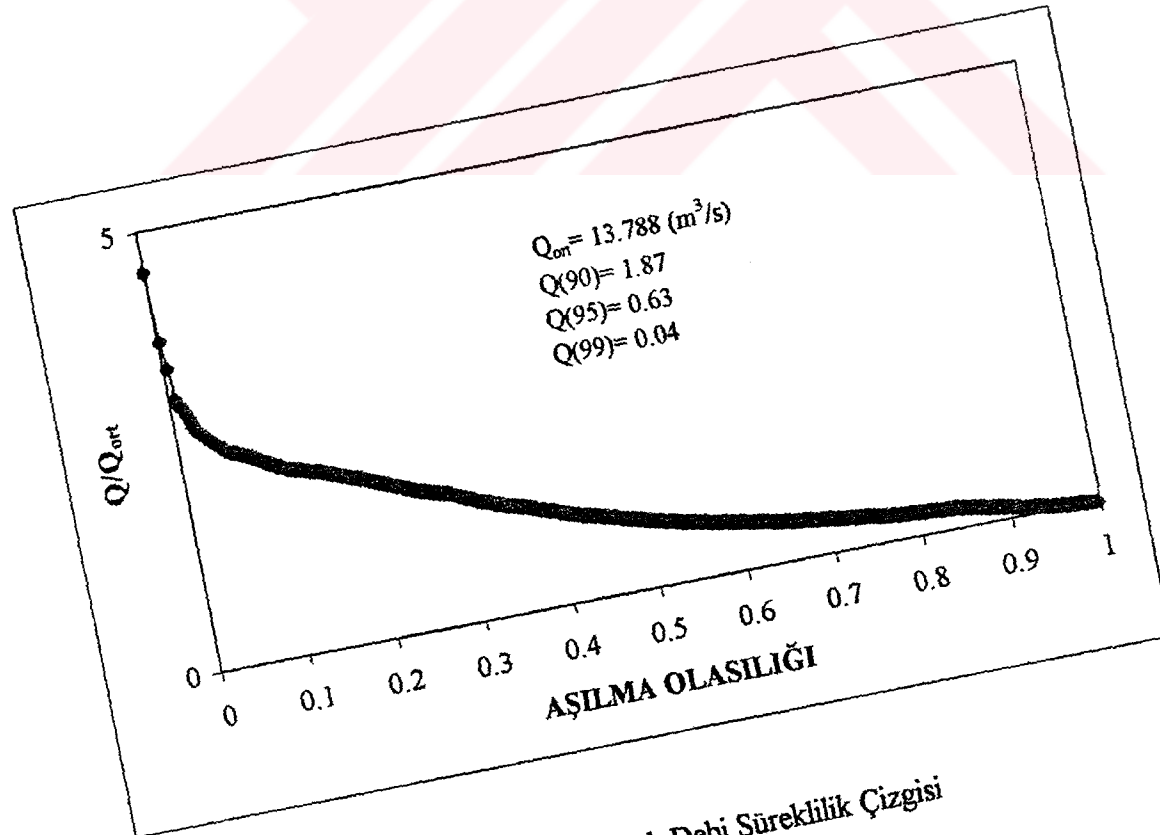
Şekil 51. 713 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



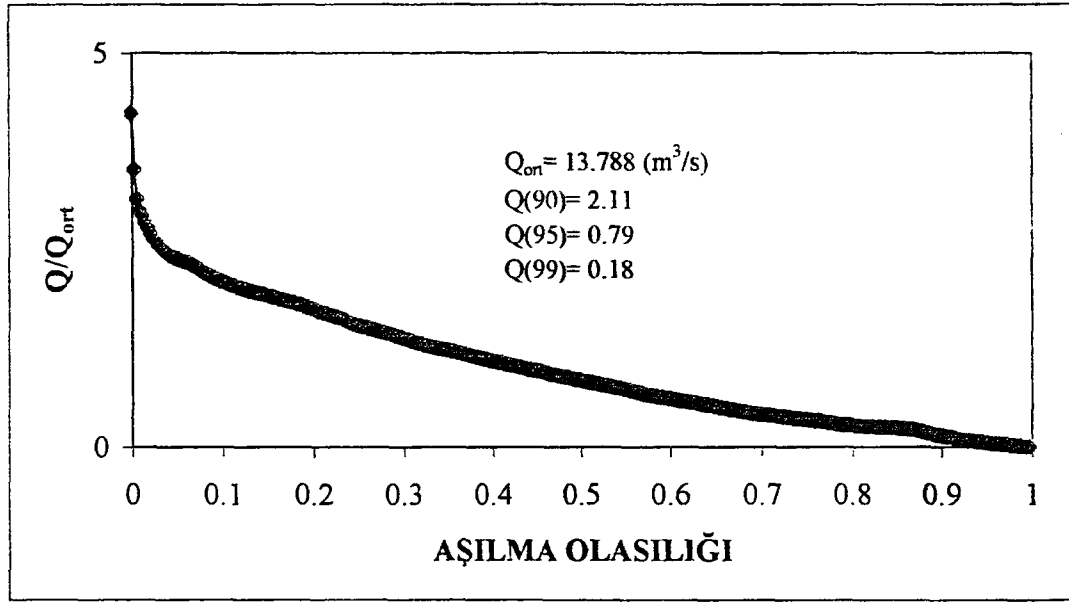
Şekil 52. 713 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



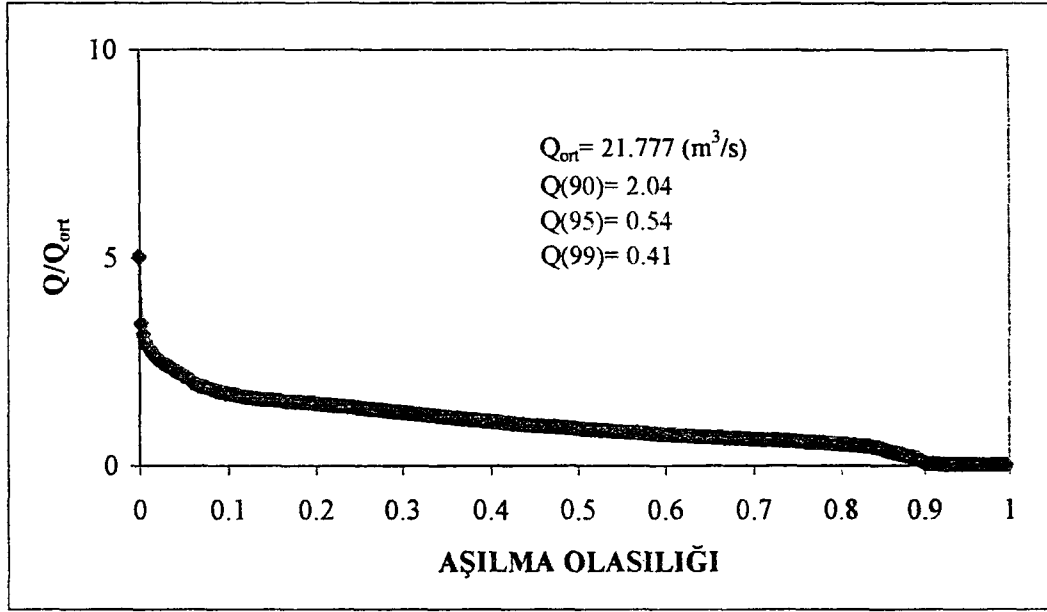
Şekil 53. 713 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



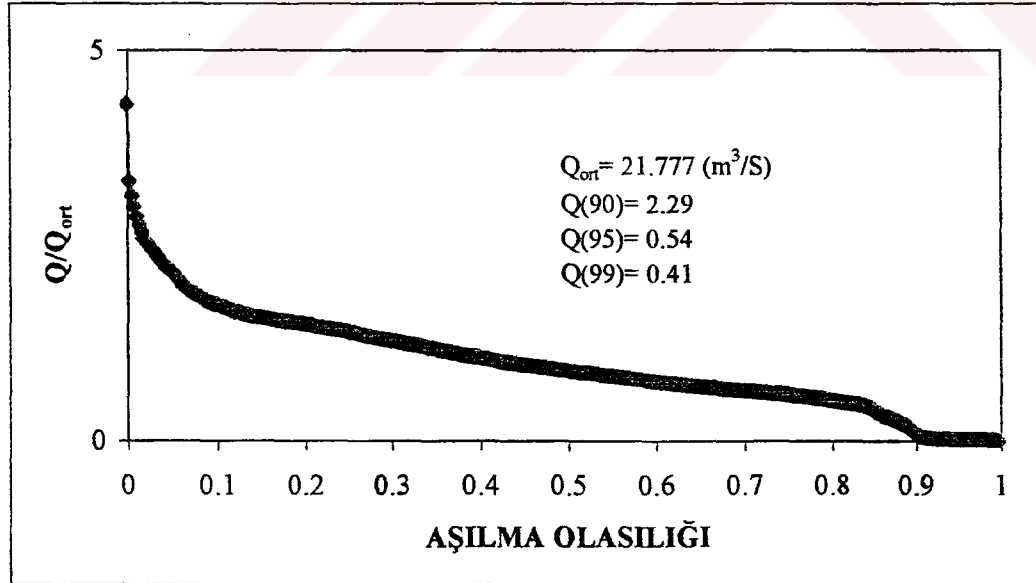
Şekil 54. 713 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



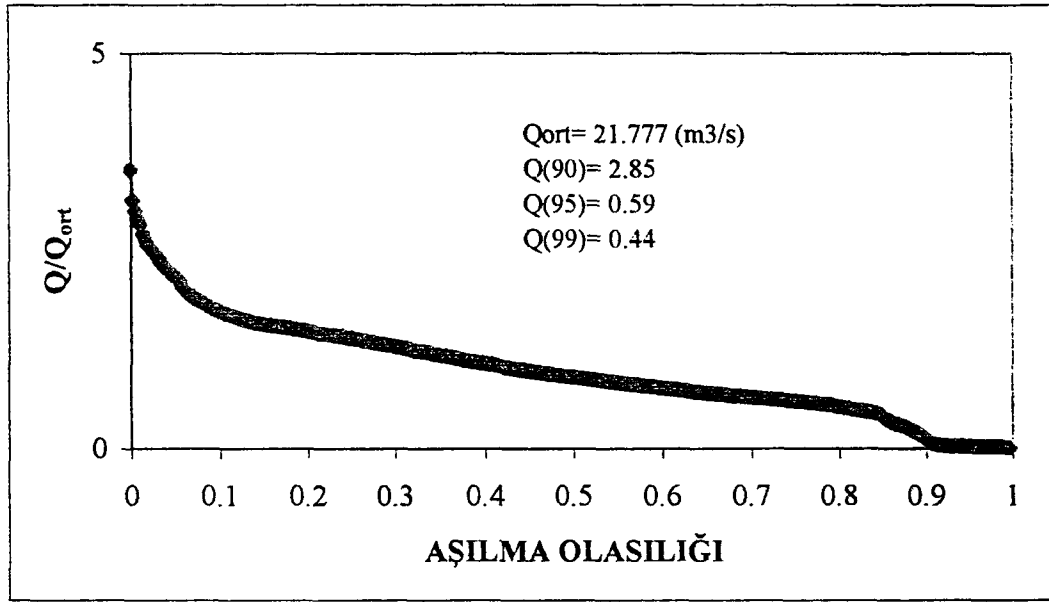
Şekil 55. 713 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



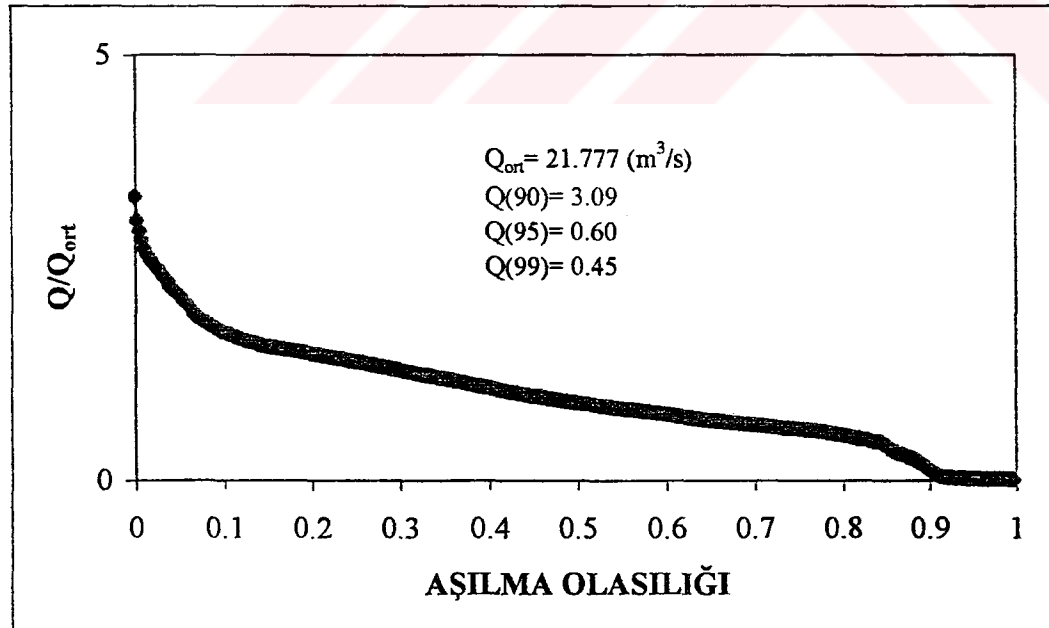
Şekil 56. 726 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



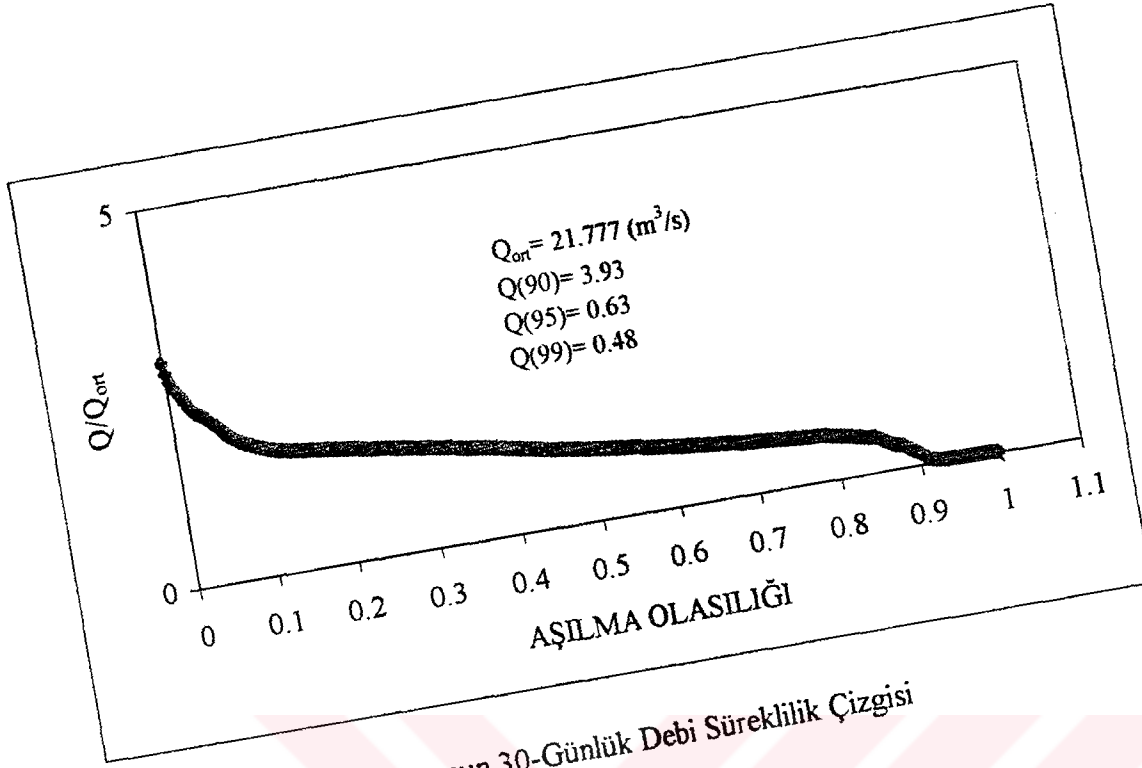
Şekil 57. 726 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



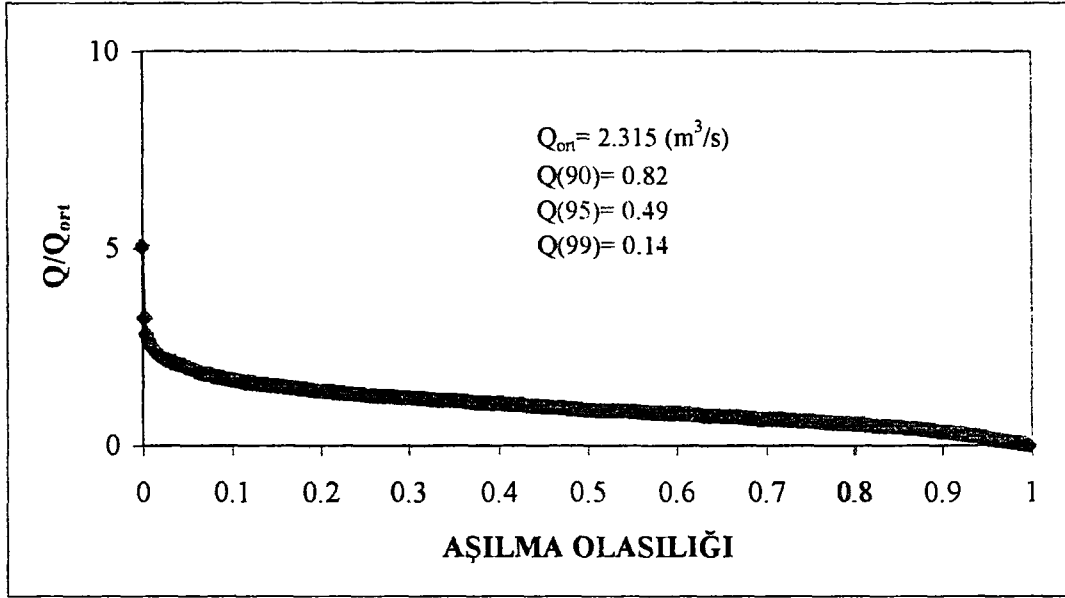
Şekil 58. 726 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



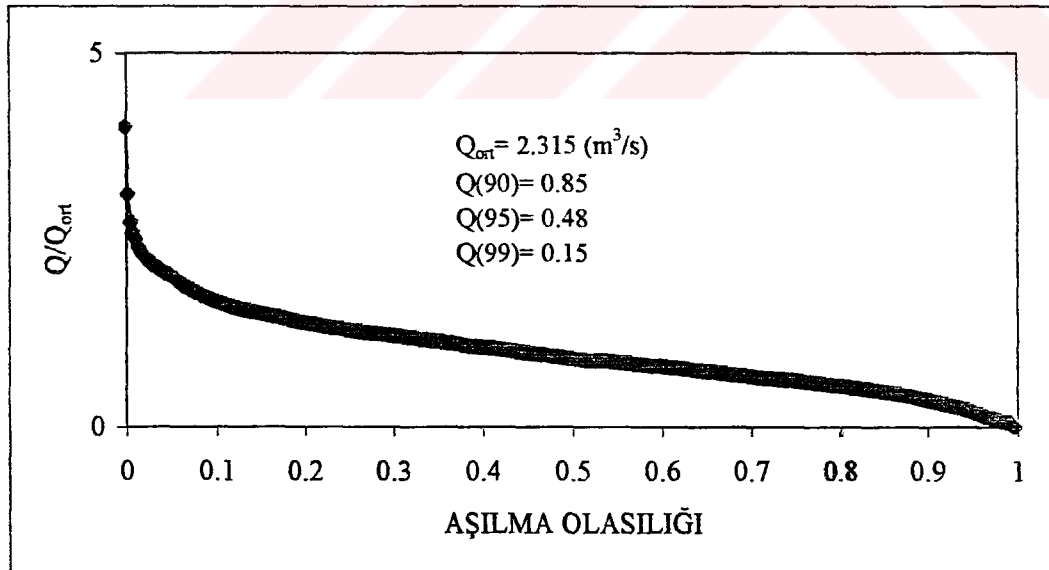
Şekil 59. 726 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



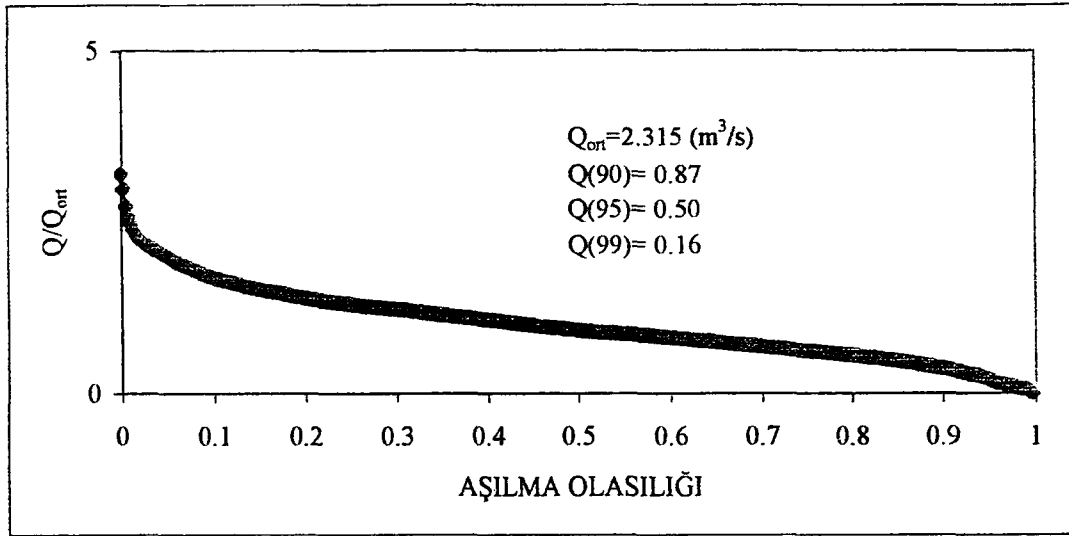
Şekil 60. 726 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



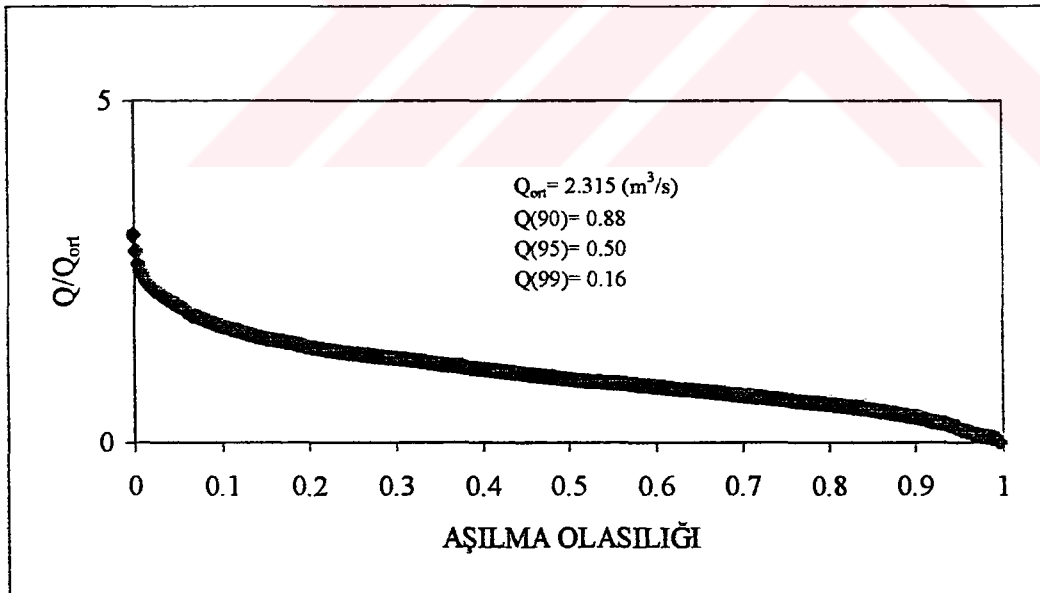
Şekil 61. 728 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



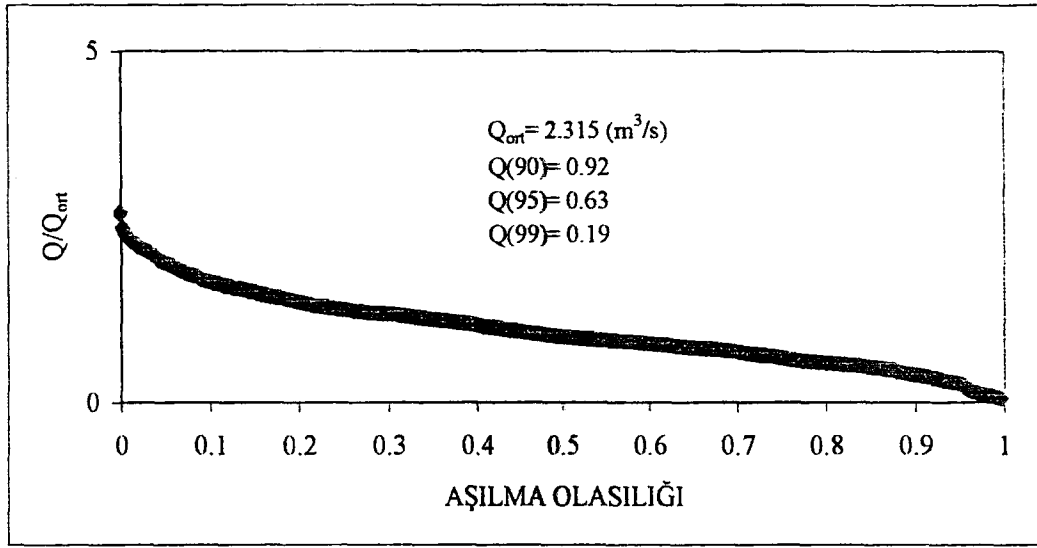
Şekil 62. 728 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



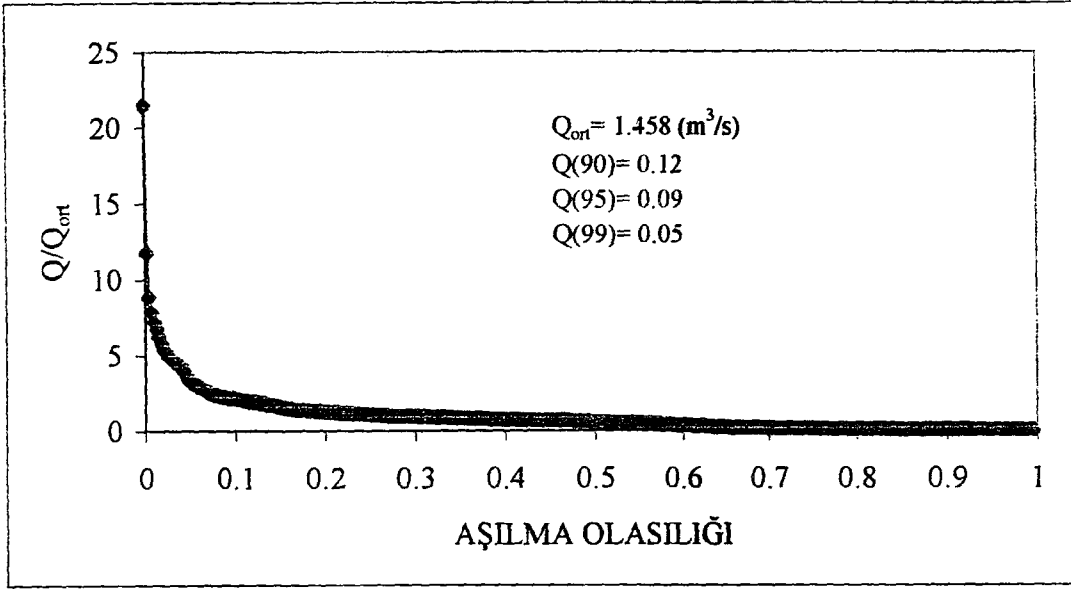
Şekil 63. 728 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



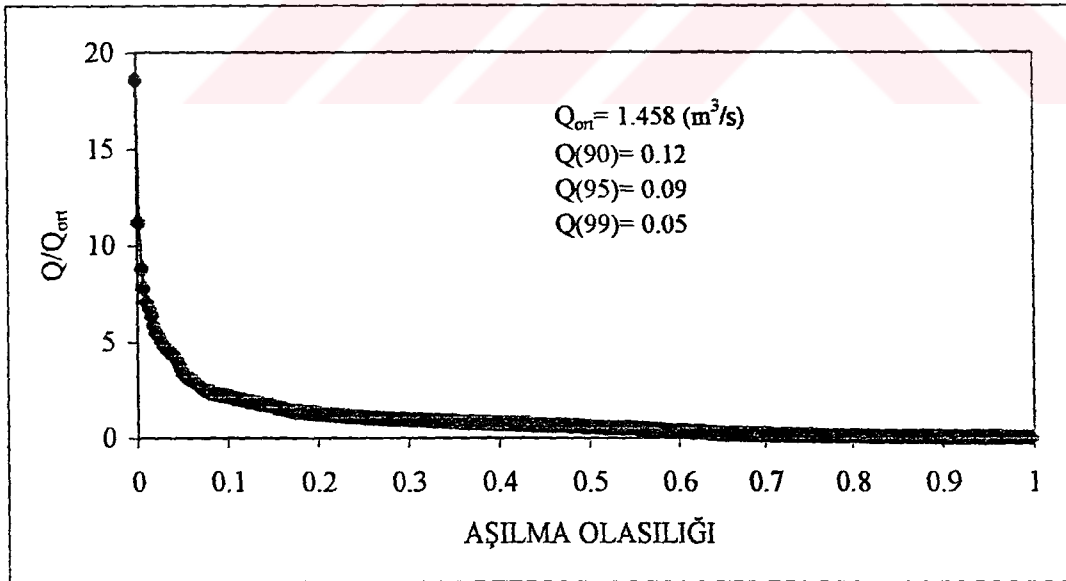
Şekil 64. 728 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



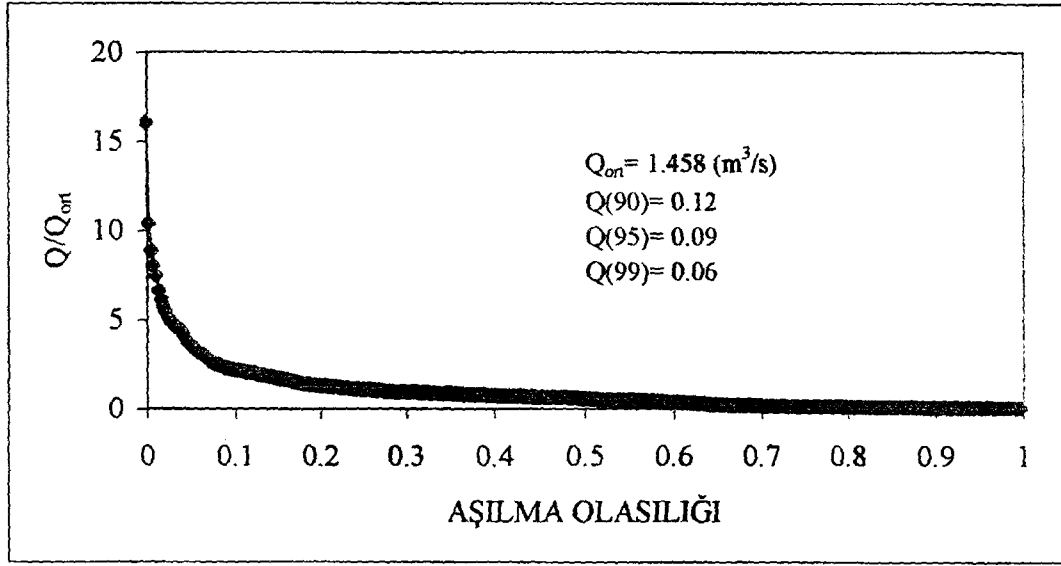
Şekil 65. 728 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



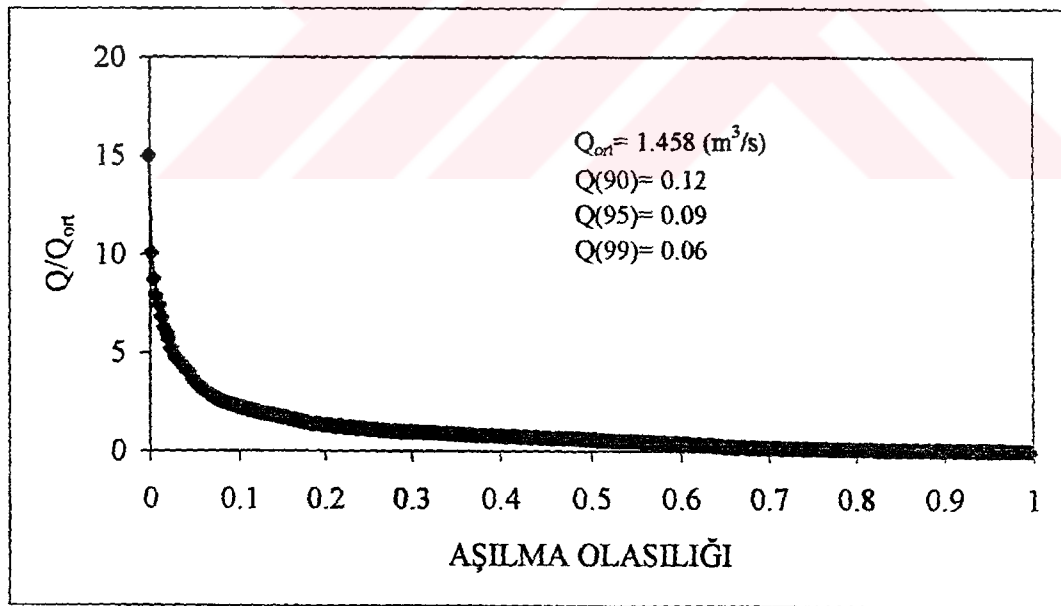
Şekil 66. 730 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



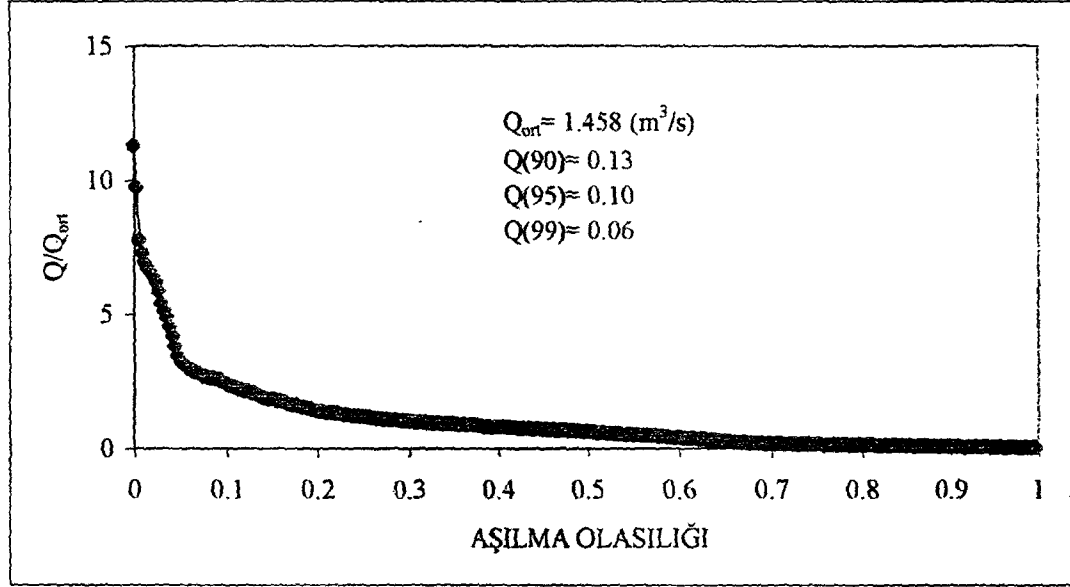
Şekil 67. 730 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



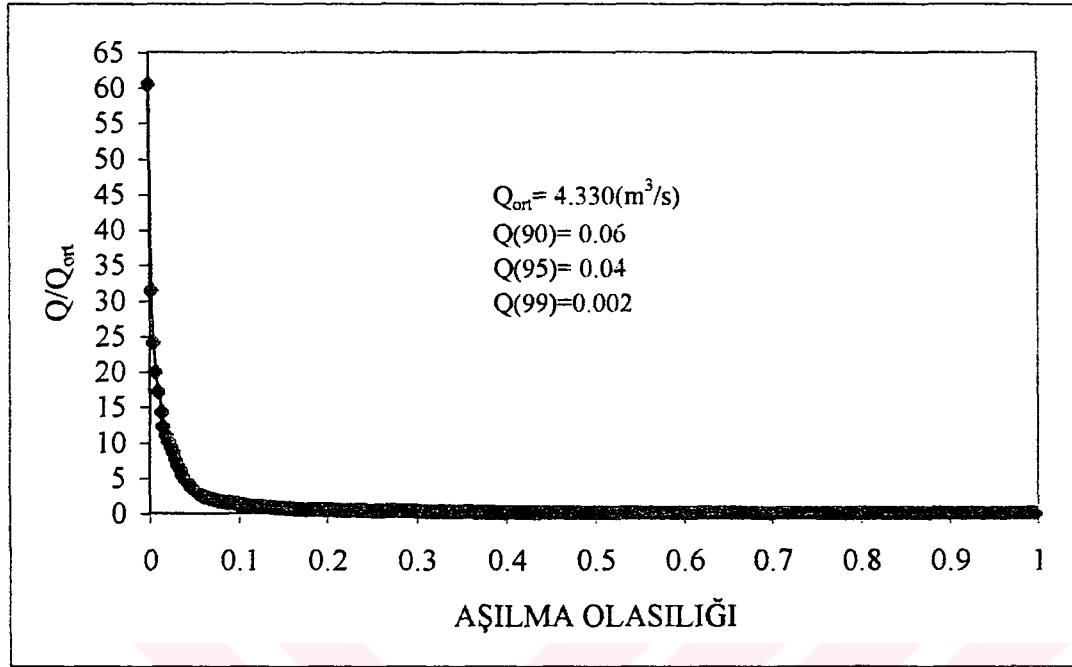
Şekil 68. 730 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



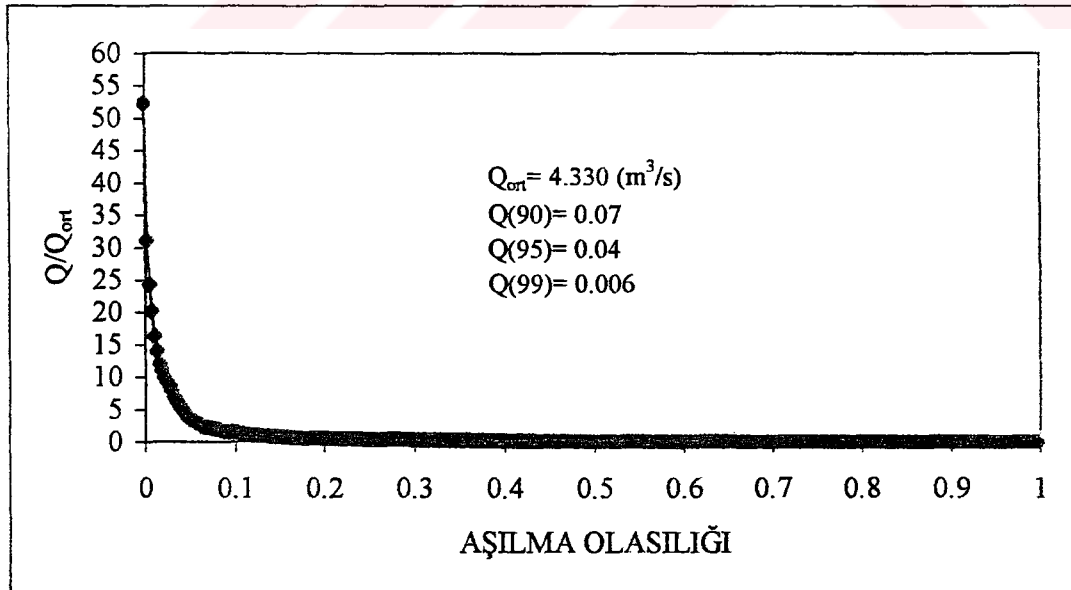
Şekil 69. 730 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



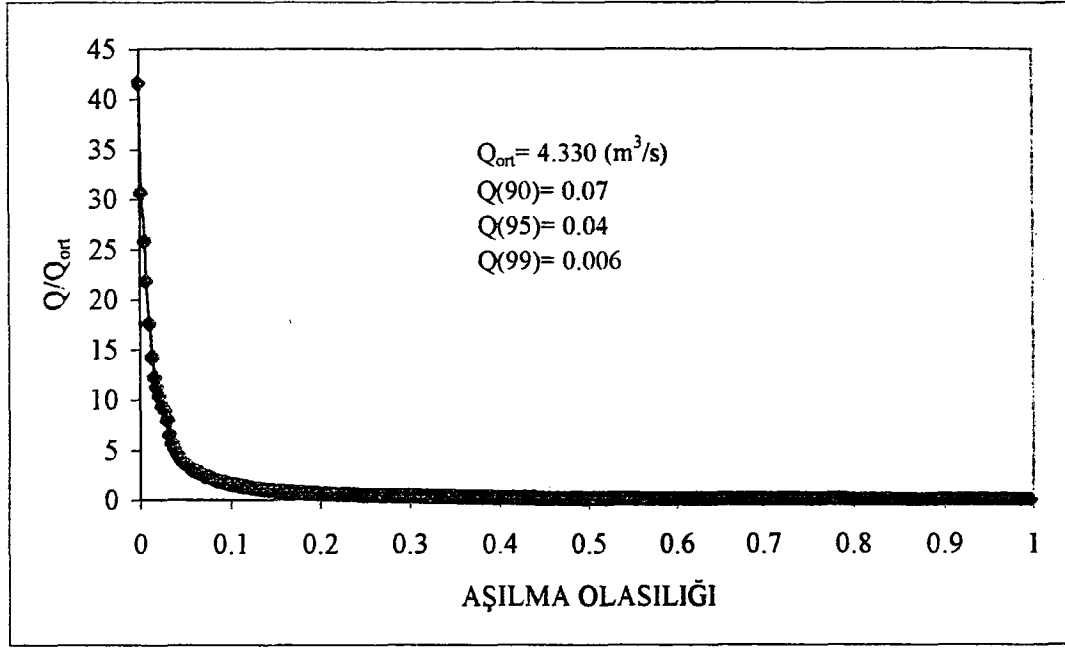
Şekil 70. 730 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



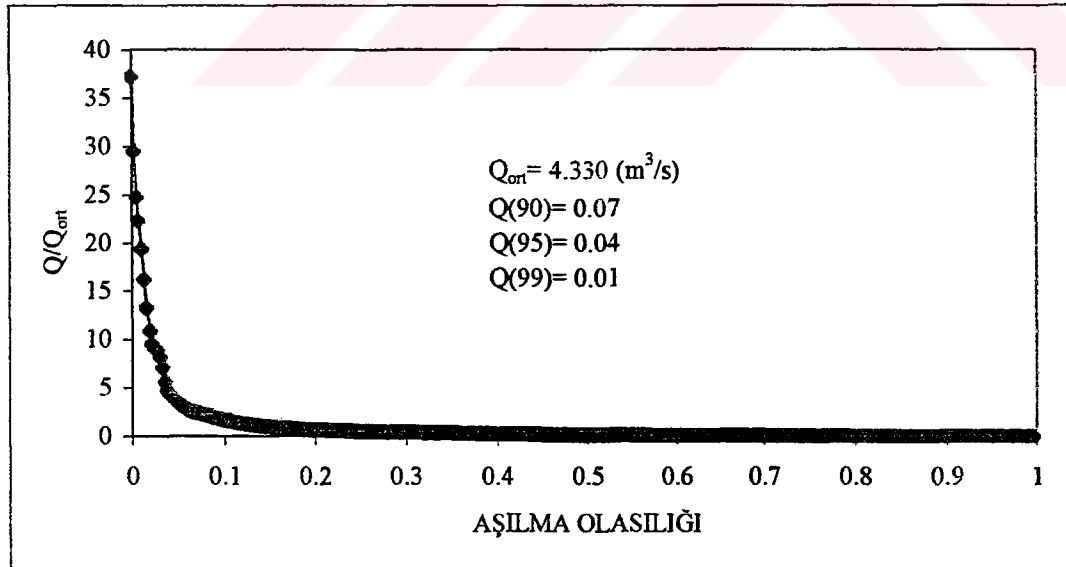
Şekil 71. 731 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



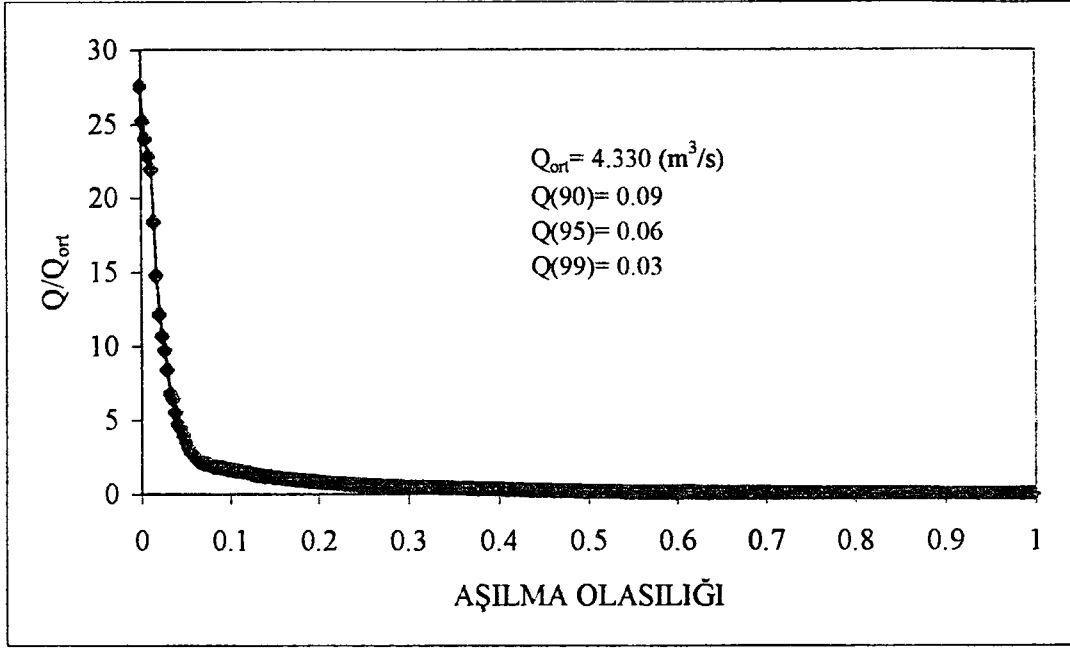
Şekil 72. 731 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



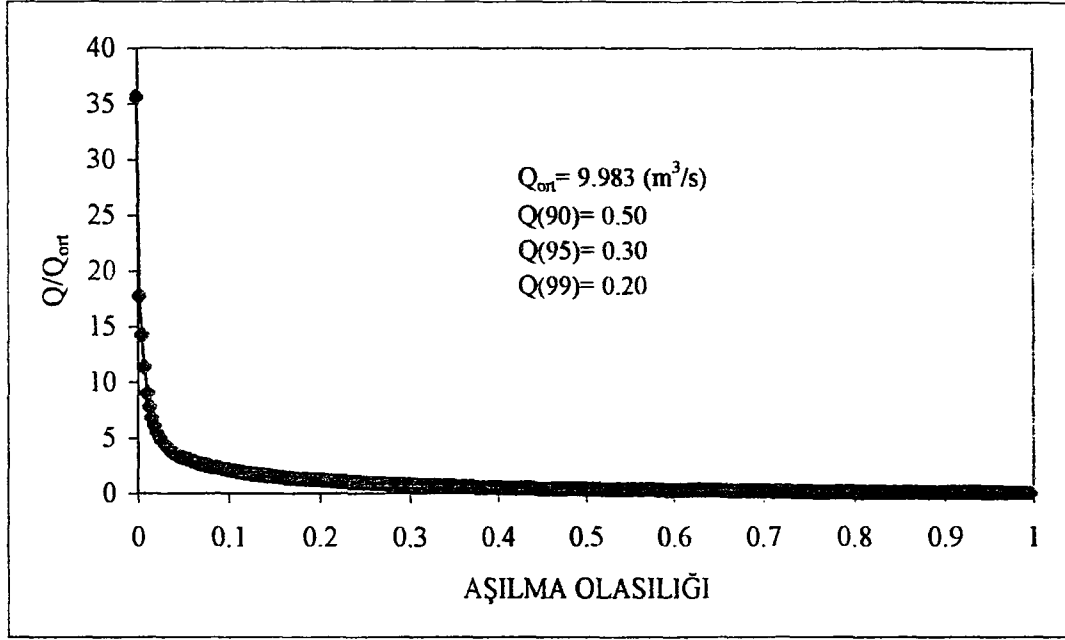
Şekil 73. 731 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



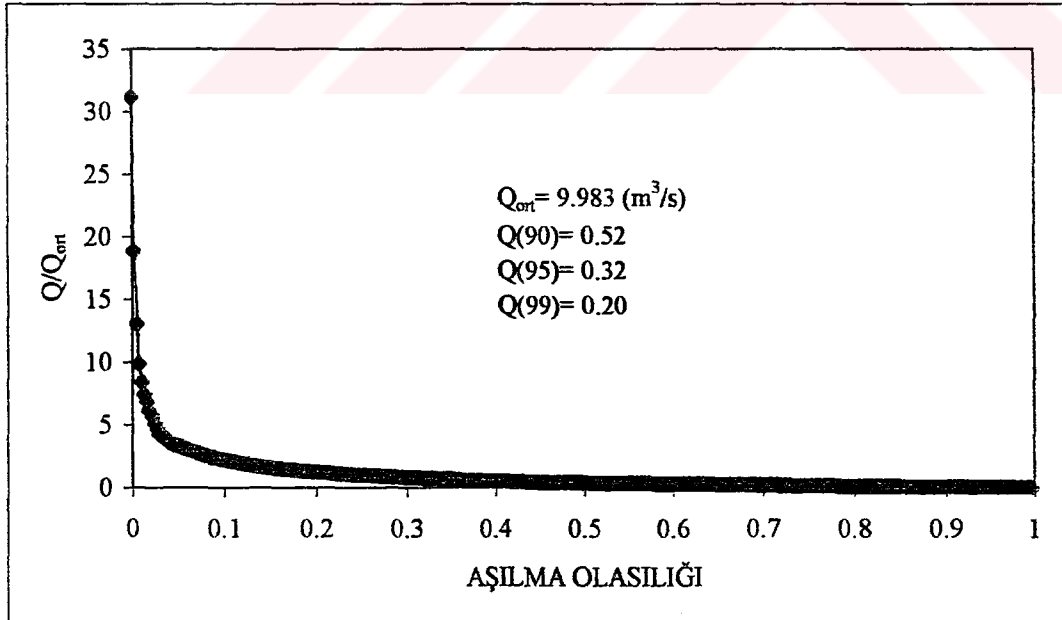
Şekil 74. 731 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



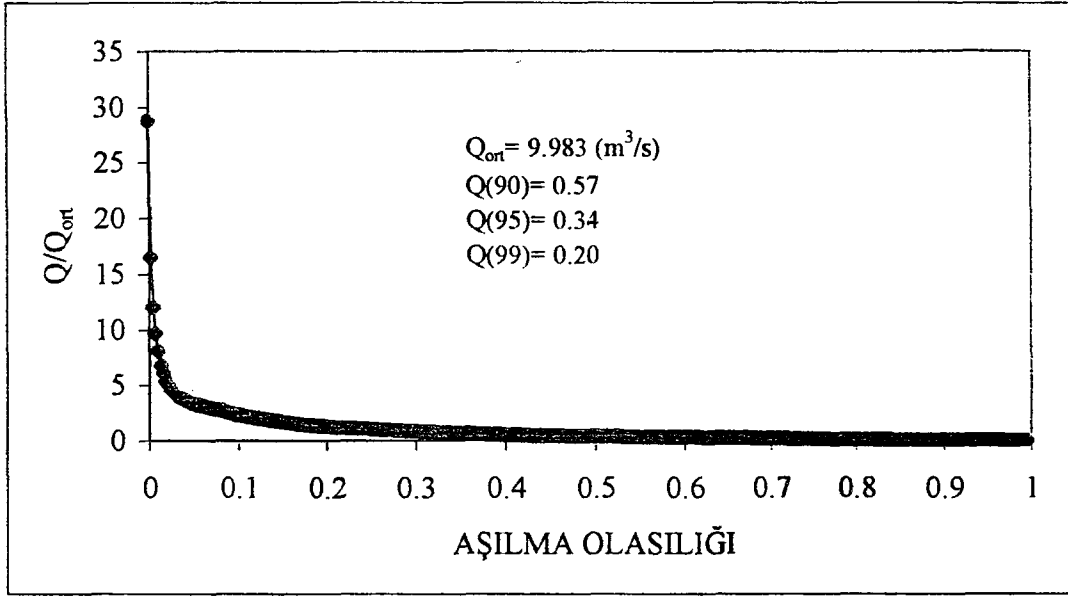
Şekil 75.5 731 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



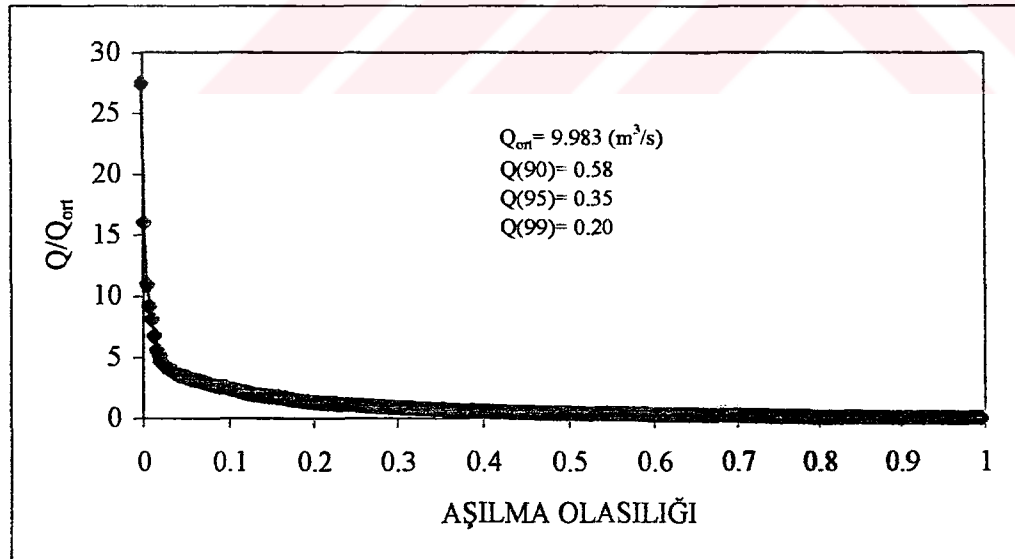
Şekil 76.1 732 Nolu İstasyonun 1-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



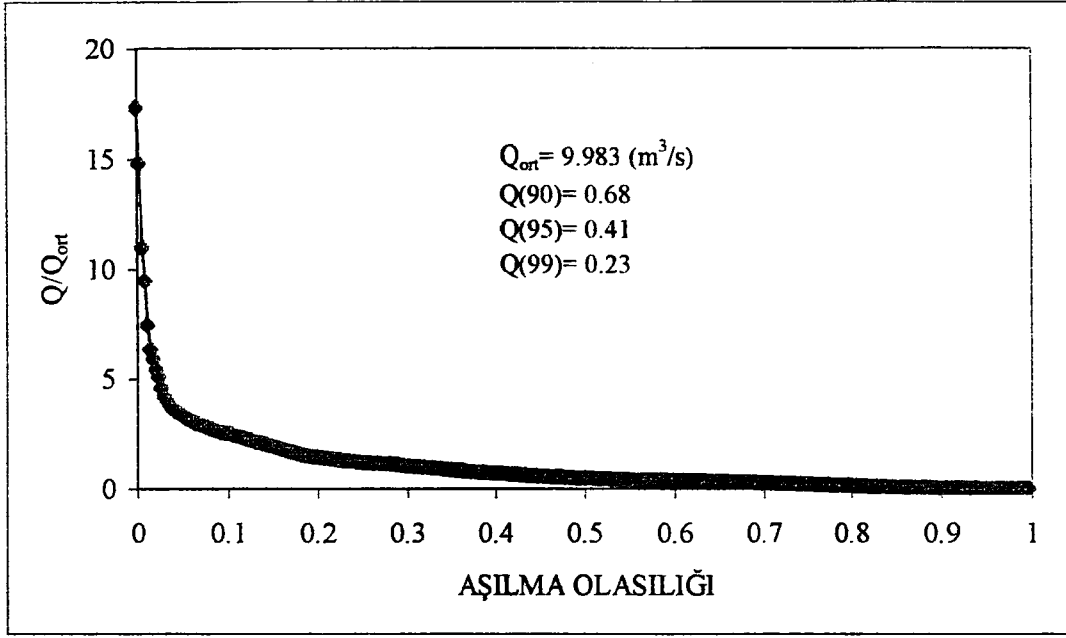
Şekil 77. 732 Nolu İstasyonun 3-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



Şekil 78. 732 Nolu İstasyonun 7-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



Şekil 79. 732 Nolu İstasyonun 10-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi



Şekil 80. 732 Nolu İstasyonun 30-Günlük Debi Süreklilik Çizgisi

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Samsun- Çarşamba’da doğan Serpil Dilek Durak, ilk öğrenimini Kışla Köyü, orta öğrenimini Kahyalı Köyü ve lise öğrenimini Tekkeköy İlçesi’nde tamamladı. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü’ne 1992 yılında girerek 1996 yılında mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana bilim Dalı, Su Mühendisliği Programı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.