

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE
HİDROLOJİK KURAKLIĞIN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Ravzanur ŞEN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

İstanbul - 2023

TEZ TANITIM FORMU

Yazar Adı Soyadı : Ravzanur ŞEN

Tezin Dili : Türkçe

Tezin Adı : Doğu Karadeniz Bölgesinde Hidrolojik Kuraklığın İncelenmesi

Enstitü : İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tezin Tarihi : 20.06.2023

Sayfa Sayısı : 106

Tez Danışmanı : Dr. Őęr. Üyesi Yasin PAŞA

Dizin Terimleri : Kuraklık, Olasılık dağılım fonksiyonları, İstatistik testler, Trend analizi

Türkçe Özet : Doğu Karadeniz bölgesinde konumlandırılan belirli istasyonlardan alınan veriler işlenerek olasılık dağılım fonksiyonları hesaplanacak ve çeşitli testler ile kuraklık analizi yapılacaktır.

Dağıtım Listesi : 1. İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne
2. YK Ulusal Tez Merkezine

İmzası

Ravzanur ŞEN

T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE
HİDROLOJİK KURAKLIĞIN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Ravzanur ŞEN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA

İstanbul - 2023

BEYAN

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ravzanur ŞEN

.../.../2023



İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ravzanur ŞEN'in "Doğu Karadeniz Bölgesinde Hidrolojik Kuraklığın İncelenmesi"
adlı tez çalışması, jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği anabilim dalında YÜKSEK
LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa
NURİ

Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA
(Danışman)

Üye

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Ferruh
MAHNAMFAR

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.... / ... / 2023

İmzası

Prof. Dr. İzzet Gümüş

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz bölgesinde konumlandırılmış olan ve Devlet Su İşleri'ne (DSİ) ait olan 41 gözlem istasyonu arasından seçilen 7 adet istasyonun günlük verileri kullanılmıştır. İstasyon verileri 1980 ile 2015 yılları arasında kapsamaktadır. İstasyonlarda yıllık bazda eksik verilerin olduğu tespit edilmiş ve bu yıllar tablo halinde verilmiştir.

Çalışmada kullanılan 7 adet istasyon için tespit edilen durumlarda günlük akım değerleri doğrusal regresyon ile tamamlanmış ve ardından 7 günlük minimum akım değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan günlük akım değerleri kullanılarak debi süreklilik çizgileri belirlenen 7 istasyon için ayrı ayrı hesaplanmış ve gösterilmiştir. Q_{90} aralıkları verilmiş ve istasyonlarda Q_{90} debilerinin tümünün düşük olduğu belirlenmiştir. Daha sonra 7 günlük minimum akım değerleri hesaplanarak gösterilmiştir.

İstasyonların 7 günlük minimum akım değerleri kullanılarak istatistik değerleri ve L-Moment parametreleri hesaplanmış gösterilmiştir. Her istasyon için çizilen debi frekans çizgileri gösterilmiştir.

Kullanılan her istasyon için farklı dönüş aralıkları belirlenmiş ve düşük akım değerlerini tahmin edebilmek amacıyla iki (Lognormal, Weibull ve Üstel) ve üç parametrelili (Lognormal, Weibull, Pearson Tip 3, Logpearson Tip 3, Genel Ekstrem ve Genel Lojistik) dağılımlar kullanılmıştır. Belirlenen bu dağılımların parametreleri hesaplanmıştır. Daha sonra belirlenen dönüş aralıkları için minimum akım tahminleri yapılarak gösterilmiştir. Sonuç olarak en düşük akım tahminlerinin üstel dağılım fonksiyonuna ait olduğu belirlenmiştir. Belirlenen tahmin değerleri yıl içi debi frekans değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Belirlenen istasyon verileri üzerinde L-Momentler, K-S ve PPCC testleri uygulanarak elimizde olan verilere en uygun olan dağılımların belirlenmesi hedeflenmiştir. İstasyonlara L-moment testi uygulanmış ve sonuçlar verilmiştir. Buna göre iki parametrelili dağılımlarda %14.29 LN2, %85.71 W2 ve üç parametrelili dağılımlarda %100 oranında GL dağılımına uygunluk belirlenmiştir. K-S testi uygulamasında ise W3 dağılımı %28.6 oranında bir uygunluğa sahiptir. PPCC testi

uygulamasında ise LN dağılımının %85.71, LN3 dağılımının ise %71.43 oranında uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Son olarak çalışmada Mann-Kendall trend analizi uygulaması yapılmış ve analiz sonuçları gösterilmiştir. Sonuç olarak D22A084 numaralı istasyonda trend olduğu belirlenmiş ve bu trendin zaman içinde azalan yönde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Kuraklık analizi, Doğu Karadeniz, Olasılık dağılım fonksiyonları, İstatistik testler, Trend analizi, L-moment testi, K-S testi, PPCC testi, Mann-Kendall trend analizi



SUMMARY

In this study, daily data of 7 stations selected among 41 observation stations located in the Eastern Black Sea region and belonging to the State Hydraulic Works (DSI) were used. Station data covers the years 1980 to 2015. It has been determined that there are missing data on an annual basis at the stations and these years are given in a table.

In the cases determined for the 7 stations used in the study, the daily flow values were completed with linear regression and then the 7-day minimum flow values were calculated.

By using the calculated daily flow values, the flow continuity lines were calculated and shown separately for the 7 stations. Q90 intervals were given and it was determined that all of the Q90 flow rates at the stations were low. Then, the 7-day minimum flow values are calculated and shown.

Statistical values and L-Moment parameters have been calculated by using the 7-day minimum current values of the stations. The flow frequency lines drawn for each station are shown.

Different return intervals were determined for each station used, and distributions with two (Lognormal, Weibull and Exponential) and three parameters (Lognormal, Weibull, Pearson Type 3, Logpearson Type 3, General Extreme and General Logistic) were used to estimate low current values. The parameters of these distributions were calculated. Then, minimum current estimations are made for the determined turning intervals and shown. As a result, it was determined that the lowest flow estimates belong to the exponential distribution function. Determined estimation values were compared with the flow frequency values within the year.

By applying L-Moments, K-S and PPCC tests on the determined station data, it is aimed to determine the most appropriate distributions for the data we have. L-moment test was applied to the stations and the results were given. Accordingly, 14.29% LN2, 85.71% W2 in two-parameter distributions and 100% conformity with GL distribution in three-parameter distributions were determined. In the application of the K-S test, the W3 distribution has a 28.6% agreement. In the PPCC test application,

it was determined that the LN distribution was 85.71% and the LN3 distribution was 71.43% compatible.

Finally, Mann-Kendall trend analysis was applied in the study and the results of the analysis were shown. As a result, it was determined that there was a trend at station D22A084 and it was seen that this trend was decreasing over time.

Keywords: Drought, Drought analysis, Eastern Black Sea, Probability distribution analysis, Statistical estimates, Trend analysis, L-moment test, K-S test, PPCC test, Mann-Kendall trend analysis



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM KURAKLIK

1.1. Kuraklık Nedir?.....	2
1.2. Kuraklığın Sebepleri.....	2
1.3. Kuraklık Çeşitleri.....	3
1.3.1. Meteorolojik kuraklık.....	3
1.3.2. Hidrolojik kuraklık.....	4
1.3.3. Tarımsal kuraklık.....	4
1.3.4. Sosyo-Ekonomik kuraklık.....	4
1.4. Türkiye’de ve Dünyada Kuraklık.....	5
1.4.1. Dünyada kuraklık.....	5
1.4.2. Türkiye’de kuraklık.....	6
1.5. Tezin Amacı.....	7
1.6. Literatür Çalışması.....	7

İKİNCİ BÖLÜM KULLANILAN METOTLAR

2.1. Korelasyon Analizi.....	11
2.2. Regresyon Analizi.....	11
2.2.1. Basit doğrusal regresyon.....	12
2.3. Debi Süreklilik Çizgisi.....	13
2.4. Düşük Akım.....	14
2.4.1. Günlük minimum akım değerlerinin elde edilmesi.....	15
2.5. Yıl İçi Akım Frekans Çizgisi.....	16
2.6. Verilerin İstatistiksel İncelenmesi.....	17
2.6.1. Rastgele bir değişkenin istatistiksel momentleri.....	17
2.7. Düşük Akım İçin Olasılık Dağılım Fonksiyonları.....	20
2.7.1. İki parametrelili dağılım fonksiyonları.....	21
2.7.2. Üç parametrelili dağılım fonksiyonları.....	23
2.8. İstatistiksel Testler.....	26
2.8.1. L-momentler testi.....	27
2.8.2. K-S testi.....	28

2.8.3. Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC testi).....	29
2.9. Trend (Gidiş) Analizi.....	30
2.9.1. Mann-Kendall testi.....	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE HİDROLOJİK KURAKLIĞIN İNCELENMESİ

3.1. Uygulama Bölgesinin İncelenmesi	33
3.2. Doğrusal Regresyon Kullanılarak Günlük Akımların Tamamlanması	34
3.2.1. Korelasyon katsayısı	35
3.2.2. Doğrusal regresyon	35
3.3. Debi Süreklilik Çizgileri	36
3.4. 7 Günlük Minimum Akımların Hesaplanması	40
3.5. İstatistik Değerlerin Hesaplanması	44
3.5.1. İstatistik moment parametrelerinin hesaplanması	44
3.5.2. L-moment parametrelerinin hesaplanması	45
3.6. Yıl İçi Debi Frekans Çizgilerinin Gösterilmesi.....	45
3.7. Farklı Dönüş Süreleri İçin Düşük Akımların Tahmin Edilmesi.....	49
3.7.1. Dağılım parametrelerinin hesaplanması.....	49
3.7.2. 7 günlük minimum akımların tahmin edilmesi	52
3.8. Farklı Dönüş Süreleri için Yıl İçi Debi Frekans Değerleri ile Tahmin Edilen Sonuçların Kıyaslanması.....	56
3.9. Dağılımlar Üzerinde Uygunluk Testlerinin İncelenmesi	59
3.9.1. L-Momentler Testi Uygulanması	59
3.9.2. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi Uygulanması	61
3.9.3. Olasılık Çizgisi Korelasyon (PPCC) Testi Uygulanması	63
3.10. Trend (Gidiş) Analizi Sonuçları	65
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	70
KAYNAKÇA.....	73
EKLER.....	76

KISALTMALAR

- DSİ** : Devlet Su İşleri
- MGM** : Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- LN2** : Lognormal dağılım
- W2** : Weibull 2 dağılım
- Ü2** : İki parametrelili Üstel dağılım
- LN3** : Lognormal 3 dağılım
- W3** : Weibull 3 dağılım
- P3** : Pearson tip 3 dağılım
- LP3** : Logpearson tip 3 dağılım
- GEV** : Genel Ekstrem Değer dağılım
- GL** : Genel Lojistik dağılım
- K-S** : Kolmogorov-Simirnov testi
- PPCC** : Probability Plot Correlation Coefficient Test
- Y.İ.D.F** : Yıl İçi Debi Frekansı

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3. 1 Çalışmada kullanılacak istasyonların özellikleri	34
Çizelge 3. 2 Günlük akımların istasyonlara göre korelasyon katsayıları.....	36
Çizelge 3. 3 İstasyonlara göre Q_{90} aralıkları (m^3/sn).....	40
Çizelge 3. 4 D22A044 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	40
Çizelge 3. 5 D22A058 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	41
Çizelge 3. 6 D22A064 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	41
Çizelge 3. 7 D22A084 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	42
Çizelge 3. 8 D22A093 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	42
Çizelge 3. 9 D22A095 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	43
Çizelge 3. 10 D22A105 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar	43
Çizelge 3. 11 7 günlük minimum akımlar için istatistik parametreleri.....	44
Çizelge 3. 12 7 günlük minimum akımlar için L-moment parametreleri.....	45
Çizelge 3. 13 İki parametrelili dağılım parametreleri.....	50
Çizelge 3. 14 Üç parametrelili dağılım parametreler	51
Çizelge 3. 15 D22A044 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	52
Çizelge 3. 16 D22A058 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	52
Çizelge 3. 17 D22A064 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	53
Çizelge 3. 18 D22A084 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	53
Çizelge 3. 19 D22A093 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	54
Çizelge 3. 20 D22A095 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	54
Çizelge 3. 21 D22A105 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler.....	55
Çizelge 3. 22 İstasyonlar için en düşük tahminler ve dağılımları	55
Çizelge 3. 23 İstasyonlar için en yüksek tahminler ve dağılımları.....	55
Çizelge 3. 24 D22A044 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	56
Çizelge 3. 25 D22A058 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	56
Çizelge 3. 26 D22A058 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	56
Çizelge 3. 27 D22A084 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	57
Çizelge 3. 28 D22A093 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	58
Çizelge 3. 29 D22A095 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	58
Çizelge 3. 30 D22A105 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması.....	59
Çizelge 3. 31 L-Moment test sonuçları.....	61
Çizelge 3. 32 K-S testi Δ ve Δ_c değerlerinin karşılaştırması ($\alpha=0.05$).....	61
Çizelge 3. 33 PPCC test sonuçlarının karşılaştırılması ($\alpha=0.05$).....	64
Çizelge 3. 34 Trend analizi sonuçları (Mann-Kendall)	65

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. 1 Kuraklık çeşitleri.....	3
Şekil 1. 2 Kuraklık türleri arasındaki etkileşimi gösteren şema (National Drought Mitigation Center, University of Nebraska – Lincoln).....	5
Şekil 1. 3 SPI metodu ile meteorolojik kuraklık haritası (Url-1)	6
Şekil 2. 1 r katsayısı durumları	11
Şekil 2. 2 Debi süreklilik çizgileri	13
Şekil 2. 3 Debi süreklilik eğrisi.....	14
Şekil 2. 4 DSİ akım gözlem yıllıkları (Url-2)	15
Şekil 2. 5 Debi frekans çizgileri.....	16
Şekil 2. 6 C_s gösterimi	19
Şekil 2. 7 İki parametrelili dağılım grubu için L-moment diyagramı (Bayazit ve Önöz, 2008)	27
Şekil 2. 8 Üç parametrelili dağılım grubu için L-moment diyagramı (Bayazit ve Önöz, 2008)	28
Şekil 2. 9 Mann-Kendal Hipotezi (Cebe, 2007).....	32
Şekil 3. 1 Doğu Karadeniz Bölgesi alt havzaları.....	33
Şekil 3. 2 Kullanılan istasyonların konumları	34
Şekil 3. 3 Günlük akımların doğrusal regresyon diyagramı.....	35
Şekil 3. 4 D22A044 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	36
Şekil 3. 5 D22A058 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	37
Şekil 3. 6 D22A064 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	37
Şekil 3. 7 D22A084 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	38
Şekil 3. 8 D22A093 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	38
Şekil 3. 9 D22A095 istasyonu için debi süreklilik çizgisi	39
Şekil 3. 10 D22A105 istasyonu için debi süreklilik çizgisi.....	39
Şekil 3. 11 D22A044 istasyonu debi frekans çizgisi.....	46
Şekil 3. 12 D22A058 istasyonu debi frekans çizgisi.....	46
Şekil 3. 13 D22A064 istasyonu debi frekans çizgisi.....	47
Şekil 3. 14 D22A084 istasyonu debi frekans çizgisi.....	47
Şekil 3. 15 D22A093 istasyonu debi frekans çizgisi.....	48
Şekil 3. 16 D22A095 istasyonu debi frekans çizgisi.....	48
Şekil 3. 17 D22A105 istasyonu debi frekans çizgisi.....	49
Şekil 3. 18 İki parametrelili dağılımlar için L-Moment diyagramı	60
Şekil 3. 19 Üç parametrelili dağılımlar için L-Moment diyagramı.....	60
Şekil 3. 20 D22A044 istasyonu için debi gidiş grafiği	66
Şekil 3. 21 D22A058 istasyonu için debi gidiş grafiği	66
Şekil 3. 22 D22A064 istasyonu için debi gidiş grafiği	67
Şekil 3. 23 D22A084 istasyonu için debi gidiş grafiği	67
Şekil 3. 24 D22A093 istasyonu için debi gidiş grafiği	68
Şekil 3. 25 D22A095 istasyonu için debi gidiş grafiği	68
Şekil 3. 26 D22A105 istasyonu için debi gidiş grafiği	69

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı gerçekleştirmeye karar verdiğim günden son güne kadar en değerli bilgi ve tecrübeleriyle yol gösterici olan, farklı perspektiften bakmamı sağlayarak beni yönlendiren, ne zaman ihtiyaç duysam değerli zamanını ayırıp büyük bir özveriyle yanımda olan ve daima öğrencisi olmaktan mutluluk duyduğum çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yasin PAŞA hocama en büyük teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca güç kaynağım olan, aldığım kararları her zaman destekleyerek ellerinden gelen her fedakârlığı yapan ve sadece bu çalışma süresince değil tüm koşullarda beni cesaretlendiren babam Ali ŞEN'e, annem Sabahnur ŞEN'e ve canım kardeşim Adilcan ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ravzanur Şen

GİRİŞ

İnsanoğlunun varoluşundan beri suya olan ihtiyaç ilk sıralarda yer almaktadır. İnsanlar su varlığının bol olduğu konumlara yerleşerek yaşamlarını sürdürmüş, uygarlıkların meydana gelmesini ve gelişmesini sağlamıştır. Bu perspektiften bakıldığında kuraklık meselesi çağlar boyunca insan varlığının sorunu haline gelmiştir. Su sıkıntılarının ortaya çıktığı bu sürelerde kurak devreler adı verilir ve bu devreler boyunca su kaynaklarının azalmasına ve zaman zaman talepten daha az seviyelere düşmesine sebep olabilmektedir. Dünya nüfusunun artması, kentleşmede artış yaşanması, sanayi üretimi ihtiyacının artması, ekolojik etkilerde (kirlenme, bazı kaynakların tükenmesi) artış ve küresel ısınma önemli su sıkıntısını ortaya çıkarmaktadır (Şen,2009). Suyun verimli kullanımının Türkiye için büyük boyutlarda öneme sahip olduğu da bilinmektedir. Su kaynaklarının azalmasını önlemek yönünde yapılan araştırmaların öncelikli çalışma konularından biri olarak belirlenmiş olması konunun önemi pekiştirmektedir. Kuraklık, iklim değişikliğinin belirli bir bölgenin yer altı veya yerüstü su rezervlerinin o bölgede yaşayan canlıların ihtiyaçlarını karşılamasını engellediği bir durumdur. İklim felaketlerinin en yıkıcısı olan kuraklık, yalnızca güncel bir sorun değil, aynı zamanda gelecekte karşılaştığımız en önemli tehlikelerden biridir.

BİRİNCİ BÖLÜM

KURAKLIK

1.1. Kuraklık Nedir?

Kuraklık terimi, yağışların kaydedilen normal seviyelerin altına düşmesi arazi ve kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğa olayı olarak tanımlanabilir (Sırdaş, 2022). Kuraklık temelinde doğal bir olay olarak belirlenmiştir lakin sıcaklıkların anormal seviyede devam etmesi sonucunda iklim değişiklikleri oluşmakta ve buna bağlı olarak yağışların azalması ile bir tür doğal afet konumuna gelmektedir. Kuraklığın tek başına bir afet olarak kabul edilmesinin yanında diğer afetlerden farklı bir konumda bulunur. İlk olarak kuraklık uzun yıllar süresince gizlenir ve uzun süre zarfında birikerek etkilerini fark edilir hale getirir. İkinci olarak kuraklığın net ve evrensel olarak kabul görmüş bir tanımı yoktur, bu durumda varlığı hakkında belirsizliklere yol açar. Son olarak ise kuraklığın etkileri yapısal değildir. Bu durum etkilerini belirlemeyi ve ölçmeyi zorlaştırır ve diğer afetlerin aksine yönetimini kompleks bir hale sokar.

Kuraklığın tanımını mevcut su miktarı ile gerekli su miktarı arasındaki farka dayanarak yapılabilir. Kuraklığın başlangıç ve sonunu belirlemek güç olabilmektedir. Yeraltı sedimantasyon sistemlerinin etkisiyle kuraklıklar yağmur miktarları düştükten çok daha uzun süre sonra başlayabilmektedir. Lakin yağış miktarlarında görülen en düşük seviyedeki artışlar bile kuraklığın giderilmesinde ve süresini kısalmasında etkilidir.

1.2. Kuraklığın Sebepleri

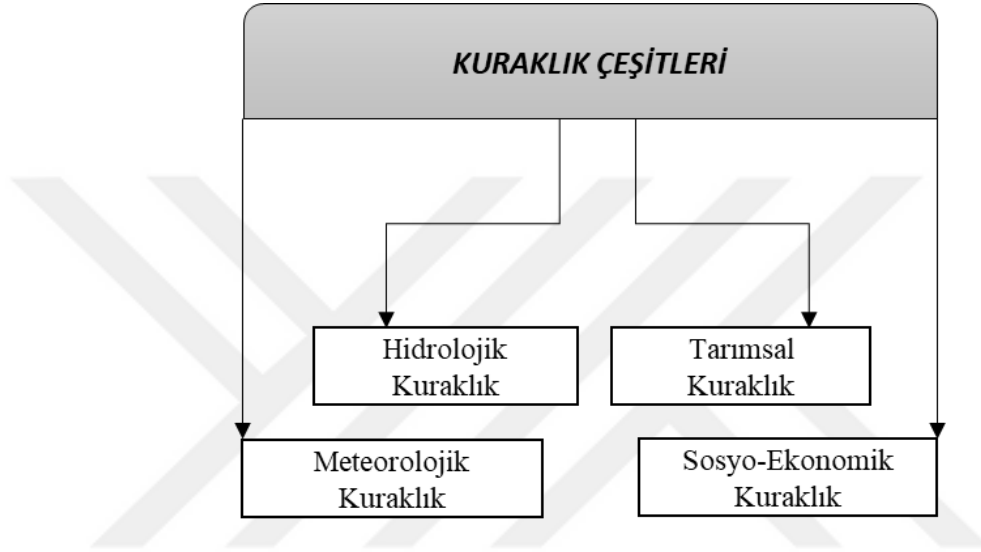
Uzun süren ve anormal boyutta olan sıcaklıklar, yağış azlığı, coğrafi koşullar, hava kütleleri, basınç faktörleri, enlem ve rakım kuraklığa neden olan başlıca doğal faktörlerdir. Bunu yanında insanların meydana getirdiği etkileri de kuraklığa sebebiyet verebilir. Kuraklığa sebep olan diğer faktörler ise şunlardır:

- Su rezervlerinin kontrolsüz olarak tüketilmesi sonucunda gerçekleşen kurumalar
- Kontrolsüz şekilde kesilen ağaçların bitki örtüsüne verdiği tahribat
- Kullanılamaz durumda olan suların geri dönüşüm döngüsüne sokulmaması
- Yeterli önlemlerin alınmamasından kaynaklı küresel ısınmanın gün geçtikçe önlenemez hale gelmesi

- Atmosfere karışan zehirli gazların dolaylı olarak yağışların azalmasına sebep olması
- Tarım amacıyla kullanılması öngörülen alanların kontrolsüz şekilde işlenmesi

1.3. Kuraklık Çeşitleri

Oluştığı şekiller göz önüne alındığında kuraklık 4 ana başlık altında incelenebilir. Bu başlıklar meteorolojik kuraklık, hidrolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklık olarak sıralanmaktadır (Bayazıt ve Önöz, 2008).



Şekil 1.1 Kuraklık çeşitleri

1.3.1. Meteorolojik kuraklık

Meteorolojik kuraklık, yağış seviyelerinin uzun süreler boyunca normalin altında devam etmesi olarak tanımlanabilir. Etkilerini hissetmek zaman alır. Sıcaklık ölçümleri, meteorolojik kuraklığı değerlendirirken yağış ile birlikte ele alınmalıdır. Çünkü yağıştaki azalma ve buharlaşmadaki artış birbirine paralel devam etmektedir. Meteorolojik kuraklık, hidrolojik ve tarımsal kuraklıklardan önce başlamaktadır. Bu bağlamda uzun süreli ve şiddetli hidrolojik ve tarımsal kuraklık meydana gelmesi doğrudan meteorolojik kuraklığa bağlanabilir. Kurak ve yarı kurak olarak belirlenen iklim bölgelerinde yağış değişkenliği üst düzeydedir bu durum bu bölgelerde çok büyük ekonomik ve ekolojik kayıplara neden olabilmektedir.

1.3.2. Hidrolojik kuraklık

Hidrolojik kuraklık yağışların uzun zaman aralıklarında azalan bir seyirde devam etmesi ile göllerin, akarsuların ve yeraltı sularının seviyesinde ki azalmalar ile bağdaştırılır. Hidrolojik kuraklık, meteorolojik kuraklıklar önlendiğinde bile devam edebilmektedir. Bu tür kuraklık olayları ciddi hasarlara sebebiyet veren doğal afetlerin tetikleyici olabilmektedir. Hidrolojik sistemlerin birbirine bağlantılı bir düzen içinde olması hidrolojik kuraklığın sadece yağış miktarının azaldığı bölge ile sınırlığı kalmayacağını gösterir. Bu durum sonucunda ekolojik ve sosyo-ekonomik sorunlar büyük alanlara yayılmaktadır.

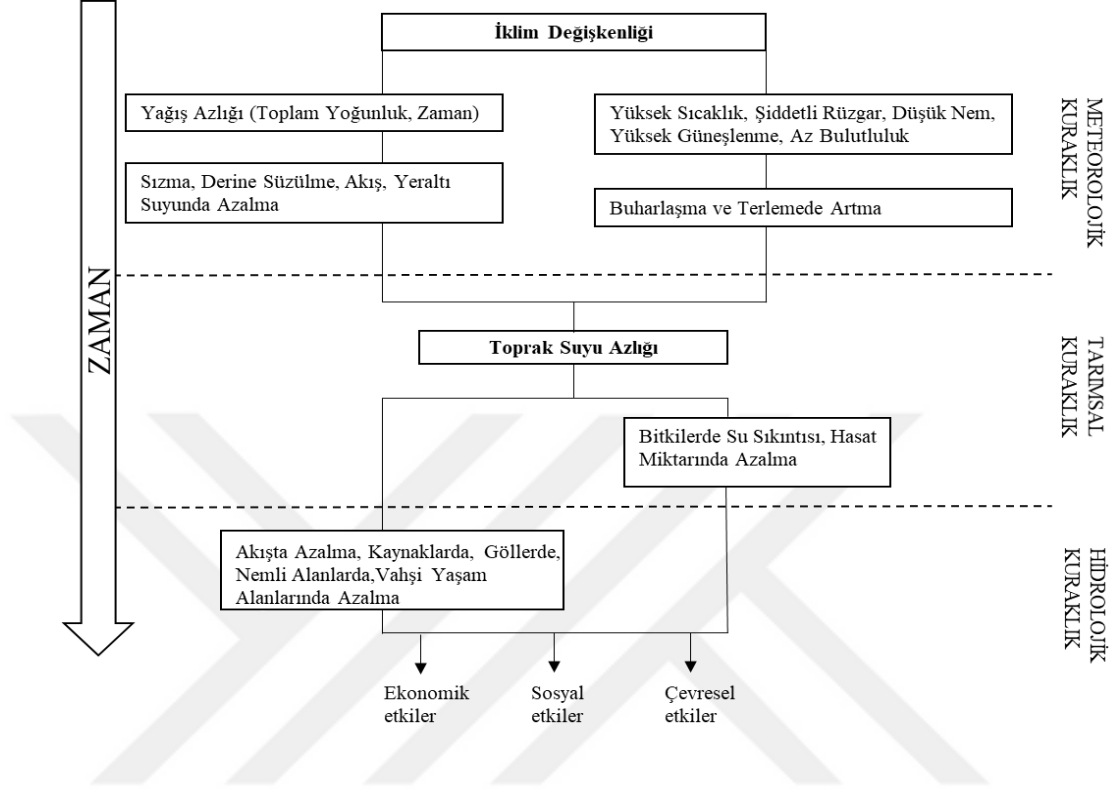
1.3.3. Tarımsal kuraklık

Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklığın çeşitli özellikleri ile yakından ilişkilidir. Aşırı iklim değişikliği öngörülemezdir ve hem ekosistemleri hem de insan ekonomilerini etkileyen önemli bir istikrarsızlık kaynağı olarak kabul edilebilir. Ürün miktarında azalmaya, büyümede değişikliklere ve hayvanlar için tehlikelere neden olabilir. Temelinde tarımsal kuraklık, bitkilerin büyümesi için ihtiyaç duyduğu su kaynağındaki ve topraktaki azalma nedeniyle ortaya çıkabilir. Ürün ihtiyaçlarını karşılamak için toprakta su bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık, su kaybı ve su kıtlığı meydana geldiğinde ortaya çıkar. Tarımsal kuraklığın temelinde gıda sektörünü ciddi şekilde etkilemesi yattığı için toplumun bekası için elzem olan gıda güvenliği en büyük sorun olarak ortaya çıkmıştır.

1.3.4. Sosyo-Ekonomik kuraklık

Meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık faktörlerinin çeşitli ekonomik malların arz ve talebi üzerindeki etkileri ile ilgilenen kuraklık türü sosyo-ekonomik kuraklıktır. Sosyo-ekonomik kuraklık, bir toplumun üretim ve tüketim faaliyetlerini etkileyen su kıtlığıdır. Bu yaklaşım, arz ve talebin iki temel süreci olarak kuraklığın nesnel bir tanımı da dâhil olmak üzere yer ve zaman süreçlerini ele alır (**Şekil 1.2**). Su kıtlığının insanları ve geçim kaynaklarını etkilediği noktada sosyo-ekonomik kuraklık gelişir. Kuraklık dönemlerinde gıda ve temiz su temininde yaşanan güçlüklerin giderilmesi ve gerekli önleyici tedbirlerin alınması açısından izleme, değerlendirme ve

planlama çalışmaları kritik öneme sahiptir. İnsanların su tüketim miktarlarına göre durum değişmektedir.



Şekil 1.2 Kuraklık türleri arasındaki etkileşimi gösteren şema (National Drought Mitigation Center, University of Nebraska – Lincoln)

1.4. Türkiye’de ve Dünyada Kuraklık

1.4.1. Dünyada kuraklık

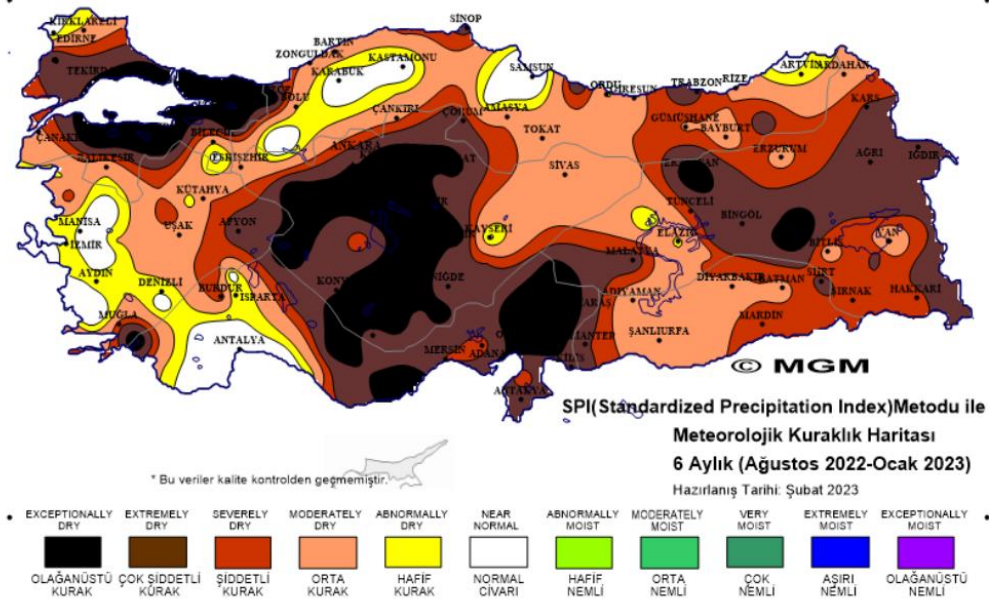
Nüfusun ve nüfus yoğunluğunun hızla artması, artan sıcaklıklar, doğal kaynakların geri dönüşü olmayan ve bilinçsiz kullanımı sonucu beklenen verimin sağlanamaması gibi nedenler ile tüm dünyada su kıtlığının yaşandığı gözlemlenmiştir. Dünyanın çapında kuraklık eğilimlerine baktığımızda Avustralya, San Paulo, Pekin, Miami ve Kahire kuraklık ve su kıtlığı ile karşı karşıya olan lokasyonlardır. Kuraklık nedeniyle bazı ülkeler gerekli önlemleri alırken bazıları ise durumun ciddiyetini henüz kavrayabilmiş durumda değildir. Kuraklık halk sağlığı ve ekosistemleri doğrudan etkilemektedir. Tarımsal üretimde zorluk yaşayan üreticilere destek ve yardım

yapılacağı açıklanmış ve bu kapsamda hazırlanan yardım paketinde çiftçilere 104 milyon dolar ek ödeme ve psikolojik destek sağlanacağı belirtilmiştir.

1.4.2. Türkiye’de kuraklık

Türkiye, iklim yapısındaki değişikliklere bağlı olarak küresel ısınma sebebiyle gerçekleşen değişimlerden en çok etkilenen ülkelerden biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili, engebeli arazilere sahip olan Türkiye’nin farklı bölgeleri kuraklıktan farklı derecelerde etkilenmektedir.

Türkiye’de son zamanlarda baraj seviyelerine ve yağış miktarlarında yaşanan düşüşler kuraklık riskinin tekrar gündeme gelmesine sebep olmuştur. Meteoroloji genel müdürlüğü tarafından yapılan açıklamalarda Eylül, Ekim ve Kasım 2022’de değişik alanlarda kuraklıklar yaşanmıştır (Şekil 1.3). Farklı oranlarda gerçekleşen kuraklık, tüm Marmara bölgesinde; bazı kıyı kesimleri hariç Ege bölgesinin bir kısmında; Akdeniz Bölgesi’nin küçük bir alanı ile birlikte Orta Anadolu’nun orta ve batı kesiminde ve Doğu Anadolu bölgesinin orta ve kuzey kesimlerinde etkili olmuştur. Kuraklıktan etkilenen bölgelere Batı, Orta, Doğu Karadeniz bölgesinin bir kısmını ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin bazı kesimlerini eklenabilmektedir(Url-1).



Şekil 1.3 SPI metodu ile meteorolojik kuraklık haritası (Url-1)

1.5. Tezin Amacı

Yeryüzünde gerçekleşen doğal afetlerin uzun dönemde sebep olduğu ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler ve bu etkilerin doğal sonucu olarak ortaya çıkan tehlikelerin oranı göz önüne alınarak yapılan araştırmalar sonucunda kuraklığın önem derecesine üst sıralarda bulunduğu belirlenmiştir. Yaşadığımız coğrafyanın yağış rejiminin uzun süreli düzensiz devam ettiğini kabul ettiğimizde bu doğal afetin getirebileceği tehlike durumları önceden analiz etmek ve bir plan geliştirmek önem kazanmaktadır. Türkiye de yılın her dönemi yağışlı geçmesi beklenen Karadeniz bölgesini yaşadığımız dönemde yağışlarda artış olabileceği beklentisi bu bölgenin uzun dönem sonunda kuraklık afetinin doğurabileceği tüm tehlikelere açık olmadığı anlamına gelmemektedir. Bu sebeple kuraklık davranışını önceden analiz etmek bölgenin geleceği için gerekli önlemlerin alınabilmesi açısından gereklidir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 7 adet akım ölçme istasyonunun 1980 ve 2015 yılları arasında elde edilen günlük veriler kullanılarak düşük akımların analizi yapılacaktır. Seçilen istasyon verilerinin bölge genelini temsil edeceği varsayılarak istatistik yöntemler uygulanmış ve çeşitli testler yardımı ile yöntemlerin uygunluğu belirlenmiştir. Daha sonra farklı dönüş aralıkları için düşük akım tahminleri yapılmıştır.

1.6. Literatür Çalışması

Kuraklık, geçmişten bugüne kadar toplumların ve diğer canlıların yaşamını ve faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Zaman içinde ve geri dönülemez etkiler bırakarak ilerleyen kuraklık afeti için erken tespitlerde bulunmak planlama ve önleme çalışmaları açısından gerekli olmaktadır. Bu yüzden bu konu ile ilgili birçok analiz çalışması yapılmaktadır.

McKee ve ark. (1993), Standart Yağış İndeksi (SPI) metodu üzerinde çalışmışlardır. Bu metotta sadece temeli yağış değerleri olan, hesaplanması kolay ve devam eden süreçte yağış eksikliğinin olasılıkla ilgili olarak hesaplanması öngörülmüştür. Değişik zamanlarda yağış azlığının değişkenliğini hesaba katan bir yöntem olarak kuraklığın takip edilmesinde sık sık kullanılmaktadır.

Yeğnidemir (2005), SPI metodunu 1953 ve 2003 yıllarını kapsayacak şekilde İç Anadolu Bölgesi'ndeki 28 adet istasyon üzerinde kullanmıştır. Bu istasyonlar üzerinde oluşan kuraklık özellikleri tespit edilerek noktasal kuraklıklar farklı eşik değerleri için

belirlenmiştir. Kuraklığı belirleyen haritalar kriging metodu ile çizilmiş ve kuraklık olan yerler belirlenmiştir.

Küçükyaman (2010), bu çalışmada kuraklık derecelerini belirlemek için SPI metodu kullanmıştır. Yağış değerleri ise hidrolojik kuraklığı belirlemektedir. Yapay Sinir Ağları ve Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi çalışmada kullanılmıştır. Kovada gölü üzerinde hidrolojik kuraklık analizi yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde kuraklık saptanmış ve gerekli olabilecek önlemler üzerinde durulmuştur.

Oruç (2017), bu çalışmada 9 ilde bulunan 33 meteoroloji gözlem istasyonunu kullanmıştır. Bu iller Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır. Gözlem istasyonlarında elde edilen sıcaklık ve yağış verileri göz önüne alınarak 1960 ve 2015 yılları arasında olan kuraklık etkileri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme Standart Yağış İndeksi, Erinç İndeksi ve De Martonne İndeksi kullanılmıştır. SPI verilerinde ki zamansal değişimler 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık yağış değerleri temel alınarak incelenmiştir.

Selçuk (2017), bu çalışmada Kızılırmak Havzası'ndan elde edilen hidrolojik ve meteorolojik verilere dayalı olarak havzanın kuraklık durumunu değerlendirmiştir. Analizler meteorolojik değerleri yağış göstergeleri ile temsil eden Standart Yağış İndeksi (SPI) ve hidrolojik değerleri akış göstergeleri ile temsil eden Akım Kuraklık İndeksi (SDI) kullanılarak yapılmıştır. Çalışılan alanda kuraklık tespit edilmiş ve kullanılan iki metodun birbirleriyle tutarlı değerler verdiği belirlenmiştir.

Mahnamfar (2012), bu çalışmada İran'ın Karun üst havzasında bulunan 12 adet akım ölçme istasyonunun günlük akım değerlerini kullanmıştır. Doğrusal regresyon kullanılarak 21-215, 21-223, 21-225, 21-231, 21-233, 21-497 numaralı istasyonlar için günlük akım değerleri hesaplanmış ve ek olarak düşük akım değerleri ölçülmüştür. Günlük akım değerleri kullanılarak süreklilik çizgileri belirlenmiştir. Farklı dönüş aralıklarında düşük debileri hesaplamak amacıyla uygun dağılımlar belirlenmelidir. Bu dağılımları belirlemek için Kolmogorov- Smirnov ve Olasılık Çizgisi Kolerasyon katsayısı (PPCC) testleri uygulanmıştır. Son olarak Mann-Kendall trend analizi eldeki değerlerin zamana bağlı yükseliş ve düşüşlerini değerlendirmek için uygulanmıştır.

Oğuztürk (2010), bu çalışmada Kızılırmak Havzası'nda bulunan 14 istasyondan 1950 ve 2007 yıllarını kapsayacak şekilde yağış verileri elde etmiştir. Daha sonra SPI değerleri elde edilerek kuraklık süresi, genliği ve şiddeti belirlenerek kuraklık durumu

değerlendirilmiştir. Ek olarak yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır.

Topçu (2013), bu çalışmada Seyhan Havzası'nda yer alan 11 gözlem istasyonundan elde edilen yağış serilerini kullanmıştır. SPI ve L-Momentler metodu kullanılarak kuraklık takibi yapılmış ve 3, 6, 9 ve 12 aylık olarak SPI değerleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler havzanın kuraklık sınırında olduğu belirlenmiştir.

Yetmen (2013), bu çalışmada Türkiye genelinde yer alan 133 adet istasyon üzerinde aylık yağış değerlerini kullanmıştır. 1, 3 ve 12 aylık süreler dâhilinde SPI değerleri hesaplanmıştır. 1 aylık SPI değerlerine temel alınarak hazırlanan haritaların ışığında 1984 ve 1986 yıllarında kuraklık tespit edilmiştir.

Dabanlı (2017), bu çalışmada Akarçay Havzası'ndaki yağış ve sıcaklığın yanında Türkiye'nin kuraklık durumunu da iklim değişikliğini göz önüne alarak analiz etmiştir. Kuraklık analizinde SPI (Standart Yağış İndeksi) metodu kullanılmıştır. Veri olarak 1931 ve 2010 yıllarında Türkiye geneline eşit aralıklarla yerleştirilmiş 250 yağış istasyonundan elde edilen değerler kullanılmıştır.

Akbaş (2014), bu çalışmada Türkiye'de var olan 96 istasyonun 1929 ve 2009 yıllarını kapsayacak verileri kullanmıştır. Palmer kuraklık şiddeti indisi (PDSI) bu veriler kullanılarak hesaplanmıştır. Geçmiş çalışmalar ile bu değerler karşılaştırıldığında bu indisin kuraklığın belirlenmesinde etkili ve yetkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öz (2020), bu çalışmada kuraklık analizi için Van Gölü Havzasını kapsayan 14 istasyondan 50 yıllık süre içinde elde edilen değerleri kullanmıştır. Standart Yağış İndisi kullanılmış olan indisler arasında doğruya en yakın sonucu vermiş ve aylık ortalama yağış hesaplanmıştır. Çalışma alanında sıcaklık değerlerinde artan ve yağış değerlerinde azalan bir eğilim belirlenmiştir.

Yavuz ve Partal (2020), bu çalışmada 1960 ve 2015 yılları içinde 12 istasyondan elde edilen yağış verilerini kullanmışlardır. Bu veriler ile Standart Yağış İndisi ve De Martonne indisleri belirlenmiş ve Mann-Kendall testi üzerinde değerlendirilmiştir. Bu analizler sonucunda tüm istasyonlarda Mart, Eylül ve Ekim aylarında yağışlarda artan bir grafik gözlenmiştir.

Kale (2021), bu çalışmada Akarçay Kapalı Havzasını alan olarak kullanmıştır. Bu havzadan 4 farklı dönem içinden 45 yıllık akım verileri alınmış ve akarsu kuraklık

indisi (SDI) değerleri belirlenmiştir. Daha sonra doğruya daha yakın sonuçlar elde etmek amacıyla Mann-Kendall testi ile Mann-Kendall sıra kolerasyon test istatistiği uygulanmıştır. Yapılan alışmalar sonucunda bölgede hidrolojik kuraklığın varlığı tespit edilmiştir.

şimşek vd. (2018), bu çalışmalarında 1968-2011 yıllarını kapsayacak şekilde Fırat Havzasında yer alan E21A002 sayılı istasyon verilerini kullanmışlardır. Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) kullanılarak 1, 3, 6 ve 12 aylık zaman aralıkları dikkate alınarak kuraklık durumu değerlendirilmiştir.

Dikici (2019), bu çalışmada 1970 ile 2016 yılları arasında Asi Havzasında elde edilen meteorolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik değerler kullanılmış ve kuraklık analizi yapılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

KULLANILAN METOTLAR

Literatürde kuraklık incelemeleri için çeşitli yöntemler karşımıza çıkmaktadır. Bu bölümde kullanacağımız yöntemler teorik olarak açıklanacaktır.

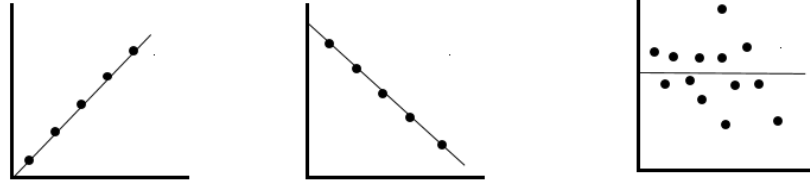
2.1. Korelasyon Analizi

Korelasyon katsayısı 'r' ile gösterilir ve iki farklı değişenin arasında bulunan ilişkinin mertebesini gösterir. Bu katsayının değeri -1 ve +1 aralığında değişim gösterir.

$$-1 \leq r \leq +1$$

r katsayısını aldığı farklı değerlere göre incelediğimizde değişenler arasında bazı bağlantılar kurulmaktadır (Şekil 2.1).

- $r = 0$ durumunda değişenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur.
- $r = +1$ durumunda pozitif tam doğrusal ilişki gözlenir.
- $r = -1$ durumunda negatif tam doğrusal ilişki gözlenir.



Şekil 2.1 r katsayısı durumları

Korelasyon katsayısı farklı formüller yardımı ile belirlenebilmektedir. Bu formüllerden birisi aşağıda verilmiştir.

$$r = \frac{n * (\sum x * y) - (\sum x) * (\sum y)}{\sqrt{n * (\sum x^2) - (\sum x)^2} * \sqrt{n * (\sum y^2) - (\sum y)^2}} \quad (2.1)$$

2.2. Regresyon Analizi

Bu analizde amaç incelenen değişkenlerin arasında mantıklı bir bağlantı olup olmadığını belirlemek ve bağlantı olduğu durumlarda ise regresyon denklemi oluşturarak yapılacak olan öngörülerin doğruluk derece aralıklarını hesaplayabilmektir.

Regresyon analizini 3 çeşitte inceleyebiliriz:

1. Basit doğrusal regresyon analizinde iki farklı değişkenin arasında doğrusal bir bağlantı olduğu varsayılır. Bu en çok kullanılan ve en basit olduğu kabul edilen analizdir.
2. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizinde ikiden daha fazla sayıda değişken arasında doğrusal bir bağlantı olduğu varsayılır.
3. Nonlineer diğer bir deyişle doğrusal olmayan regresyon analizinde şekli belirlenmiş bir denklem vasıtasıyla belirtilen bir ilişkinin varlığı doğrusal olmayan iki veya daha fazla değişken için kabul edilir.

2.2.1. Basit doğrusal regresyon

Tek bir değişken varlığında kabul edilen doğrusal ilişki bir doğru denklemde gösterilirse basit doğrusal regresyon elde edilir. Denklem (2.2)'de yazıldığı gibi gösterilir.

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon \quad (2.2)$$

Burada

y = bağımlı değişken

x = bağımsız değişken

α = sabit

β = regresyon doğrusunun eğimi

ε = hata (error) terimi olarak gösterilir.

Bu denklemde α ve β değerlerini bulmak için x ve y değişkenleri üzerinde analiz yapılmalıdır lakin tüm değerleri belirlemek olanaksız olduğundan dolayı varsayımsal a ve b katsayıları kullanılır. Yeni denklemde kullanılan a ve b katsayıları en küçük kareler yöntemi uygulanarak belirlenir. Denklem

$$y = a + bx + e \quad (2.3)$$

Halinde yazılır.

Gözlem yaparak belirlenen n tane x ve y değeri var ise ve bu değerler arasında doğrusal bir bağlantının varlığı tahmin ediliyorsa bunları ifade edebilmemiz bir doğru denklemi ile mümkündür. Bu koşullarda x değerleri için i tane y değerinin varlığı kabul

edilir. Bu değerlerden bir tanesi gerçek y değeri iken diğer değer teorik olarak elde edilen değerdir. Bu değerler arasında var olan farklar i . gözlem sayısı için:

$$e = y_i - (a + b \times i) \quad (2.4)$$

Halindedir. Bu farkların kareleri minimum değerinde olması gerekir. Bu eşitlik

$$\min \sum_{i=1}^N e_{yi}^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - a - b x_i)^2 \quad (2.5),$$

Olarak yazılır. Eşitlikte a ve b katsayılarını minimum değerine ulaştırmak için kısmi türev alınır ve sıfıra eşitlenir.

$$\frac{\partial e}{\partial a} = 2 \sum (-1)(y - a - bx) = -\sum y + n \times a + b \sum x = 0 \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial e}{\partial b} = 2 \sum (-x)(y - a - bx) = -\sum xy + a \sum x + b \sum x^2 = 0 \quad (2.7)$$

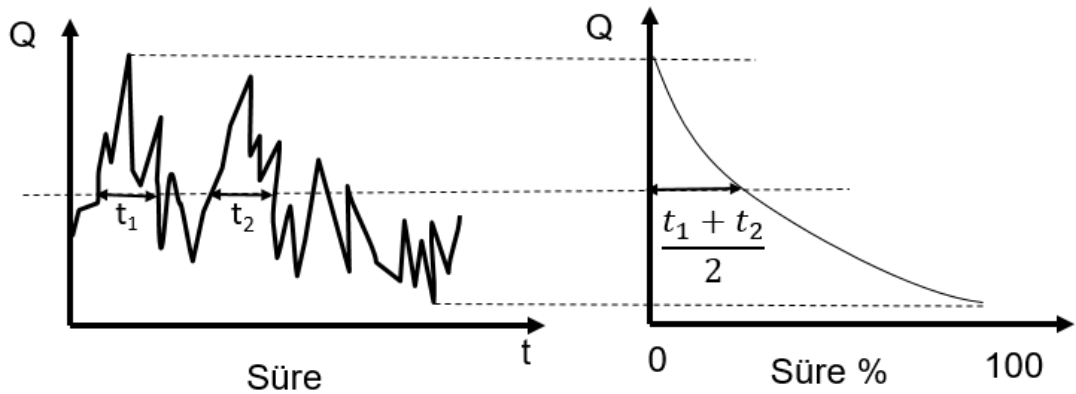
Denklemler düzenlendiğinde aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$\sum y = n \times a + b \sum x \quad (2.8)$$

$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2 \quad (2.9)$$

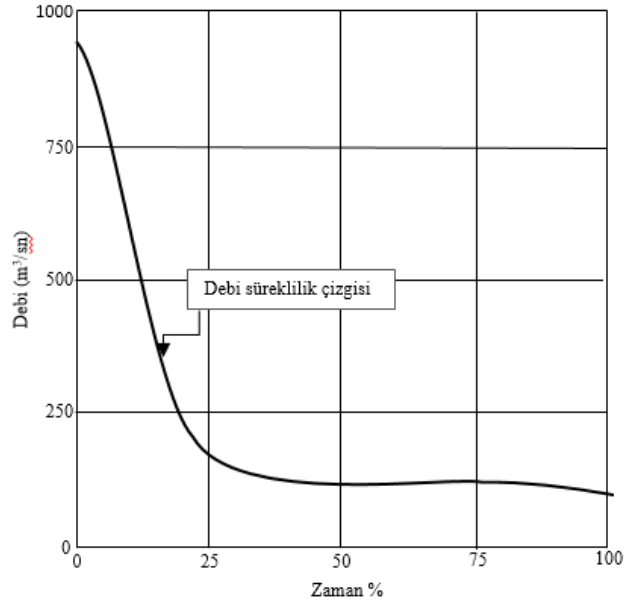
2.3. Debi Süreklilik Çizgisi

Debi süreklilik çizgilerini belirlemek için debi gidiş çizgilerinden yararlanılır. Debinin bilinen bir değere eşitliği veya büyük olma durumu söz konusu olduğunda bu durumun zaman yüzdeleri belirlenir ve daha sonra x eksenine debi değerleri, y eksenine belirlenen zaman yüzdeleri yerleştirilerek debi süreklilik çizgisi meydana getirilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Debi süreklilik çizgileri

Şekil 2.3 kullanılarak belirlenen sürenin yüzdesi üzerinden aşılma debi belirlenebilir. Eğrilerin takip edilmesini pratik hale getirmek için y eksenini boyunca yerleştirilen gerçek debiler değil var olan debilerin ortalama debiye göre oranı göz önüne alınır ve bu durum sonucunda debi boyutsuz bir durumda mevcut bulunur.



Şekil 2.3 Debi süreklilik eğrisi

Debi süreklilik çizgileri, minimum 25-30 yıllık günlük akım değerleri elde edilerek oluşturulmalıdır. Değer miktarı fazla olduğu için yeterli değer aralıklarına yerleştirilerek gözlenen debi değerlerinin frekansları hesaplanır. Hesaplanan bu değerler en yüksek olan debi değeri öncelik alınarak toplanır ve aşılma yüzdeleri belirlenir.

2.4. Düşük Akım

Debinin ortalamalara kıyasla daha düşük olduğu dönemler olmaktadır. Debinin düşük değerlere sahip olduğu durumlar hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Çünkü bu durumlarda suyun çeşitli amaçlarla kullanılması zorlaşır. Mevcut olan düşük debiler göz önüne alınarak suyun farklı kullanım durumları için nasıl paylaşılacağına karar vermek için farklı disiplinler ile birlikte çalışılmalıdır.

Debilerin düştüğü zaman dilimlerine bakıldığında iki adet yaklaşım vardır. İlk yaklaşım, düşük akım indeksi ile açıklanan düşük akımları dikkate alır. Kuraklığın aksine düşük akım değeri her yıl ölçülebilen bir değerdir. İkinci yaklaşım da ise yılın belirli dönemlerinde gözlenen minimum ölçülen akımın olasılıksal olarak dağılımının

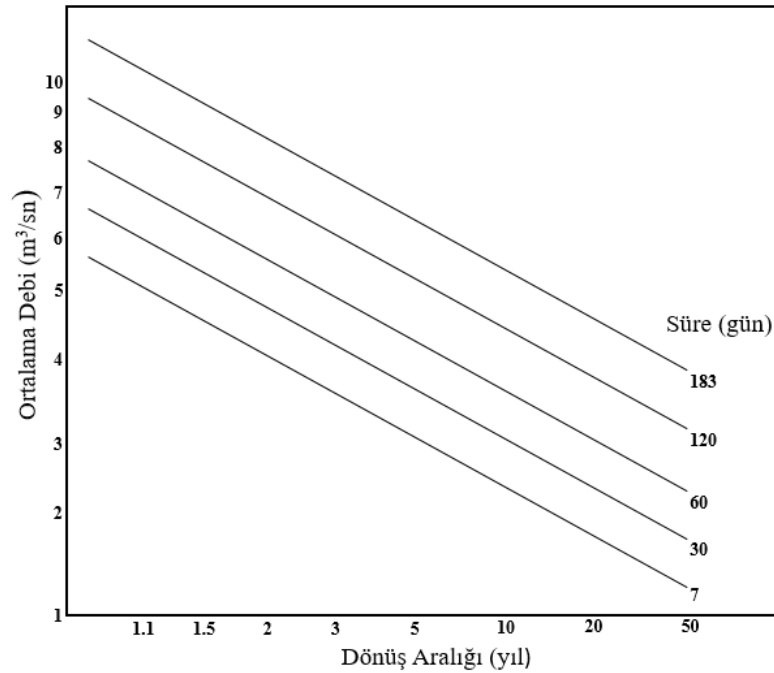
2.5. Yıl İçi Akım Frekans Çizgisi

Süreklilik çizgisine ek olarak, yıllık akış frekansı ve kısmi süreklilik frekans çizgileri, kurak dönemlerdeki akış gücünü belirlemeye olanak tanır. Yıl boyunca akış frekans çizgisi d gün sayısında ki minimum akışlar için tasarlanmıştır. d değeri 1,7,10 vb. gibi değerler olarak alınabilir. Her yıl için minimum günlük ortalama akışı hesaplamak için belirli bir d değeri üzerinden gözlenen akış değeri kullanılır. Daha sonra bu değerler küçükten büyüğe doğru sıralanmalıdır. Elimizde N yıllık gözleme dayalı veriler mevcut olduğunda ve bu değerler küçükten büyüğe doğru sıralandığında m sırasında bulunan değerlerin dönüş aralığı (2.12) formülü ile hesaplanır.

$$T = \frac{N+1-2a}{m-a} \quad (2.12)$$

Bu formülde farklı a değerleri için farklı formüller elde edilir. Weibull formülü için a=0, Cunnane için a=0.40, Gringorten için a=0.44, Blom için a=0.375 ve Hazen için a=0.5 değerleri kullanılır. Gamma dağılımlarını hesaplamak için Hazen formülü, ekstrem değer ile Weibull dağılımlarını hesaplamak için Gringorten ve normal, lognormal dağılımları hesaplamak için Blom ile Cunnane formülleri kullanılabilir.

Formül ile hesaplanan dönüş aralıkları debi değerleri ile hizalanırsa noktalar arasında bir eğri çizilir ve d günündeki minimum debilerin (yıl içindeki) frekans çizgisi elde edilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Debi frekans çizgileri

Bu eğriden d gününde gözlem süresini aşan ($T \leq N$) dönüş aralıklarının ortalama debisi okunabilir. Daha büyük dönüş aralıkları değerlendirilirken frekans çizgilerine bir olasılık dağılım fonksiyonu meydana getirmek gerekir.

2.6. Verilerin İstatistiksel İncelenmesi

Rastgele bir değişken, değişken gözlemler çerçevesinde çeşitli değerler alabilir. Elde edilen bu değerlere bağlı olarak değişkenin olasılıksal bir dağılımı ortaya çıkarılabilir. Parametreler adı verilen nicelikler ise değişkenin var olan en önemli istatistiksel özellikleri meydana getirir.

2.6.1. Rastgele bir değişkenin istatistiksel momentleri

Elde edilecek parametreleri üç farklı başlık özelinde inceleyebiliriz. Bunlar merkezi parametreler, yayılım parametreleri ve çarpıklık parametreleridir.

2.6.1.1. Merkezi parametreler

Merkezi parametreler ortalama ve medyan olarak ele alınabilmektedir.

Ortalama

X olarak belirlenen rastgele bir değişkenin ana kütesinden alınan n elemanlı bir örneklem için ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) μ_x genel ortalama parametresi üzerinden ortalama değer ise:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.13)$$

Eşitliği kullanılarak hesaplanabilir.

Medyan

Dağılım merkezinin kuantil bir parametresi olarak kullanılan medyan değerinin aşılması ya da düşük kalma ihtimali %50 olarak tanımlanır. Medyan değerine ulaşabilmek amacıyla değerlendirilen örneklem grubu öncelikli olarak küçükten büyüğe doğru sıralanmalıdır. Örneklemin eleman sayısı olan n değerinin tek ya da çift olmasına göre hesaplama şekli değişim gösterir ve aşağıda gösterilmektedir.

$$Med_x = x_{0.50} \begin{cases} x_{(n+1)/2}, & n \text{ tek değer ise} \\ 0.5(x_{(n/2)} + x_{(n/2)+1}), & n \text{ çift değer ise} \end{cases} \quad (2.14)$$

2.6.1.2. Yayılım parametreleri

Varyans

Veri noktalarının bir örnekte ya da veri setinde ne kadar dağılım gösterdiğinin istatistiksel bir ölçüsü olan varyans, en sık kullanılan dağılım parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır. N eleman sayısına sahip olan bir örneklem için varyans değeri denklem (2.15) aracılığı ile hesaplanabilmektedir.

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

Standart Sapma

Standart sapma, varyansın karekökü hesaplandığında meydana çıkan değerdir ve denklem (2.16)'da olduğu gibi hesaplanır.

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

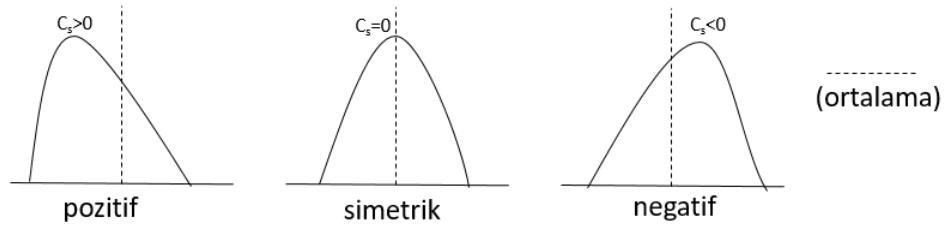
Ortalama değerleri farklı olan iki farklı değişken arasındaki yayılım değerini kıyaslamak amacıyla standart sapma parametresini kullanmak yeterli olamayabilir. Bu koşulda değişim katsayısı kullanılarak yapılacak olan kıyaslama daha uygun bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. N elemanlı bir örneklem için değişim katsayısı denklem (2.17) aracılığı ile hesaplanmalıdır.

$$C_{vx} = \frac{s_x}{\bar{x}} \quad (2.17)$$

2.6.1.3. Çarpıklık parametreleri

Çarpıklık katsayısı rastgele bir değişkenin dağılımın merkezi etrafındaki simetrisi olarak tanımlanır. Herhangi bir x değişkeninin veri grubundan alınan N eleman sayılı örneklem için çarpıklık katsayısı parametresi denklem (2.18) ile hesaplanır.

$$C_{sx} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{s_x^3} \quad (2.18)$$



Şekil 2. 6 C_s gösterimi

- Çarpıklık sayısı boyutsuz bir büyüklük olarak kabul edilir.
- Dağılımı ortalama çevresinde simetrik olarak gördüğümüzde katsayının simetrik olduğu sonucuna ulaşmışız demektir (**Şekil 2. 6**).
- Dağılım ortalama çevresinde sağa doğru uzayan bir durumda ise çarpıklık katsayısı pozitiftir (**Şekil 2. 6**).
- Dağılım ortalama çevresinde sola doğru uzayan bir durumda ise çarpıklık katsayısı negatiftir (**Şekil 2. 6**).

2.6.1.4. *L-Moment hesaplamaları*

Dağılımın ana özelliklerini belirten ve bilinen istatistik momentlere benzer büyüklüklere L-momentler denir. L-momentleri olasılık ağırlıklı momentler “PWM” (Probability Weighted Moments) cinsinden hesaplanır çünkü L-momentleri “PWM” lerin lineer fonksiyonlarıdır (Vogel, McMohon, Chiew;1993). “PWM” ler ise denklem (2.19-2.21) ile ifade edilir.

$$\beta_r = E\{x[F_x(x)]^r\} \quad (2.19)$$

r: “PWM” in derecesi;

$F_x(x)$; x'in eklenik dağılım fonksiyonudur.

Genel denklem:

$$\beta_r = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N-r} \frac{\binom{N-j}{r} x_j}{\binom{N-1}{r}} \quad (2.20)$$

Buna göre;

$$\beta_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j = \bar{x} \quad (2.21a)$$

$$\beta_1 = \sum_{j=1}^N \frac{(N-j)x_j}{N(N-1)} \quad (2.21b)$$

$$\beta_2 = \sum_{j=1}^N \frac{(N-j)(N-j-1)x_j}{N(N-1)(N-2)} \quad (2.21c)$$

$$\beta_3 = \sum_{j=1}^N \frac{(N-j)(N-j-1)x_j}{N(N-1)(N-2)(N-3)} \quad (2.21d)$$

Bu denklemler x_j büyüklük sırasına göre düzenlenen j . Sırada yer alan debi büyüklük değerleri ve N veri sayısıdır.

L-momentler olasılık ağırlıklı momentler aracılığı ile hesaplanmak istendiğinde denklem (2.22) kullanılır.

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (2.22a)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (2.22b)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (2.22c)$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 + \beta_0 \quad (2.22d)$$

Varsayılan bir dereceden L-momentleri hesaplanmak istendiğinde verilen genel denklem (2.23) kullanılabilir.

$$\lambda_{r+1} = \sum_{k=0}^r \beta_r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} \quad (2.23)$$

Önceki bölümlerde açıklanan değişim katsayısı (C_{vx}), çarpıklık katsayısı (C_{sx}) ve kurtosis katsayısı (K_s) değerlerinin hesaplanması için L-momentleri değerlerinin oranları kullanılabilir.

$$C_{vx} = \lambda_2 / \lambda_1 \quad (2.24)$$

$$C_{sx} = \lambda_3 / \lambda_2 \quad (2.25)$$

$$K_s = \lambda_4 / \lambda_2 \quad (2.26)$$

2.7. Düşük Akım İçin Olasılık Dağılım Fonksiyonları

Düşük akım için birbirinden farklı iki ve üç parametrelili dağılım fonksiyonları tavsiye edilmiştir. Üç parametrelili dağılımın gözlemlenen verilere uyması daha basittir. Ancak parametre öngörüsünde bulunmak için lazım olan çarpıklık katsayısının küçük örneklerden elde edilen değerlerinin örnekleme varyansı büyük olduğundan parametre kestirimindeki hata beklenenden büyük olabilir. Alt sınır parametresinin öngörülen

değerinin negatif olması (çünkü akımlar negatif değer almaz) veya gözlenen en küçük akımdan büyük olması da sorunlara neden olabilir. Bu koşulda alt sınırı sıfır olan iki parametrelili bir dağılım kullanmak daha mantıklı olabilir.

Kabul edilen dağılım fonksiyonunun parametreleri farklı şekillerde hesaplanabilir. Momentler yöntemi ile hesaplama yapmak basit olmasına rağmen tahminlerin sapmaları ve varyansları genellikle büyük değerlerdir. Maksimum olabilirlik yöntemi minimum hatalı varsayım meydana getirirse bile hesaplamalar karmaşıktır. L-moment yönteminin kullanımı kolaydır ve güvenli tahminler sağlar. Dolayısıyla farklı dağılımlar için var olan formüllerin yanında hem moment hem de L-moment yöntemi kullanılarak fonksiyonların parametrelerini tahmin etmek için denklemler aşağıda verilmiştir.

2.7.1. İki parametrelili dağılım fonksiyonları

2.7.1.1. Lognormal dağılım fonksiyonu (LN2)

Rastgele değişkene $Y = \ln(X)$ biçiminde bir logaritmik değişim entegre edildiğinde değiştirilmiş Y değişkeninin dağılımını normal kabul edersek X değişkeninin dağılımı lognormaldir. Y değişkeninin parametrelerini belirlemek için farklı iki yol olduğu kabul edilir. Bu yollardan ilki gözlenen akım değerlerinin (x_i) logaritmalarının $y_i = \ln x_i$ ortalama \bar{y} ve standart sapma değeri s_y elde edilerek normal dağılıma sahip olduğu varsayılan Y değişkeninin μ_y ile σ_y parametresi olarak değerlendirilir. İkinci olarak gözlemlenen akım değerlerinin (x_i) ortalama \bar{x} ve standart sapma s_x değeri elde edilir daha sonra denklem (2.27-2.28) aracılığı ile Y değişkenini parametreleri değerlendirilir.

$$\mu_Y = \ln \left\{ \frac{\bar{x}}{(1+(s_x/\bar{x})^2)^{0.5}} \right\} \quad (2.27)$$

$$\sigma_Y^2 = \ln \left[1 + \left(\frac{s_x}{\bar{x}} \right)^2 \right] \quad (2.28)$$

2.7.1.2. Weibull dağılım fonksiyonu (W2)

Weibull dağılımının olasılıksal yoğunluk ve dağılım fonksiyonlarını denklem (2.29-2.30) gibi yazabiliriz.

$$f(x) = \frac{1}{\alpha k} \left(\frac{x}{\alpha} \right)^{\frac{1}{k}-1} \exp \left(- \left(\frac{x}{\alpha} \right)^{\frac{1}{k}} \right) \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.29)$$

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^k\right) \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.30)$$

- α ve k parametrelerini momentler metodu ile belirlemek için denklem (2.31-2.32) kullanılarak deneme yanılma ile sonuca ulaşılabilir.

$$\bar{x} = \alpha\Gamma(1 + k) \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.31)$$

$$s_x^2 = \alpha^2\{\Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2\} \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.32)$$

- Stedinger ve diğ. tarafından L-momentler metodu ile ortaya konan ve parametreleri belirlemek için kullanılan denklemler (2.33-2.34) verilmiştir.

$$\lambda_1 = \alpha\Gamma(1 + k) \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.33)$$

$$\lambda_2 = \alpha(1 - 2^{-k})\Gamma(1 + k) \quad x \geq 0, k > 0 \quad (2.34)$$

2.7.1.3. Üstel dağılım fonksiyonu (Ü2)

X değişkeninin üst sınırı x_0 olmak üzere olasılık yoğunluk ve dağılım fonksiyonları denklem (2.35-2.36) ile hesaplanır.

$$f(x) = \frac{c \times x^{c-1}}{x_0^c} \quad 0 \leq x \leq x_0 \quad (2.35)$$

$$F(x) = \left(\frac{x}{x_0}\right)^c \quad 0 \leq x \leq x_0 \quad (2.36)$$

- c ve x_0 parametrelerini momentler yöntemi ile belirlemek istediğimizde denklem (2.37-2.38)'i uygulamamız gerekir.

$$\bar{x} = \frac{cx_0}{(c+1)} \quad (2.37)$$

$$s_x^2 = \frac{cx_0^2}{(c+2)(c+1)^2} \quad (2.38)$$

- c ve x_0 parametrelerini L-momentler yöntemi ile belirlemek istediğimizde ise denklem (2.39-2.40) ile kesin sonuçlar elde edebiliriz.

$$c = \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} - 1 \right) \quad (2.39)$$

$$x_0 = \frac{(c+1)\lambda_1}{c} \quad (2.40)$$

2.7.2. Üç parametrelili dağılım fonksiyonları

2.7.2.1. Lognormal dağılım fonksiyonu (LN3)

Üç parametrelili lognormal dağılımda değişkenin alt sınırı x_0 kabul edilir ($x \geq x_0$) ve $Y = \ln(x-x_0)$ değişkeninin normal bir dağılım gösterdiği varsayılır.

- Değişkenin dağılım parametrelerini hesaplamak için momentler metodunu kullandığımızda denklem (2.41-2.43) gereklidir. Elde edilen x_0 değeri negatif olabilir.

$$\exp(\sigma_y^2) = \left\{1 + \frac{1}{2}[C_{sx}^2 + C_{sx}(4 + C_{sx}^2)^{1/2}]\right\}^{1/3} + \left\{1 + \frac{1}{2}[C_{sx}^2 - C_{sx}(4 + C_{sx}^2)^{1/2}]\right\}^{1/3} - 1 \quad (2.41)$$

$$\mu_y = 0.5 \ln \left\{ \frac{s_x^2}{\exp(\sigma_y^2)[\exp(\sigma_y^2) - 1]} \right\} \quad (2.42)$$

$$x_0 = \bar{x} - \exp \left[\mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2} \right] \quad (2.43)$$

- x_0 alt sınırını belirlemek amacıyla Stedinger tarafından tavsiye edilen denklem aşağıda verilmiştir. Bu denklemden hesaplanacak olan x_0 sonucu her zaman x_{\min} olarak bulunur. x_0 değeri hesaplandıktan sonra $Y = \ln(x_i - x_0)$ fonksiyon değerleri hesaplanır. Bu değerlerin ortalaması ve standart sapmaları belirlenerek Y değişkeninin parametreleri belirlenmiş olur.

$$x_0 = \frac{x_{\max}x_{\min} - x_{\text{med}}^2}{x_{\max} + x_{\min} - 2x_{\text{med}}} \quad (2.44)$$

2.7.2.2. Weibull dağılım fonksiyonu (W3)

Üç parametrelili Weibull dağılımda $f(x)$ ve $F(x)$ fonksiyonları iki parametrelili Weibull dağılımının (2.29 ve 2.30) denklemlerinde x yerine $x-u$ konularak elde edilir. u değişkenin alt sınırı olarak kabul edilir. ($x \geq u$) (Bayazit ve Önöz, 2008).

Parametreleri değerlendirmek amacıyla üç farklı metot kullanılabilir:

- i. Momentler metodu: \bar{x} , s_x , C_{sx} ile dağılım α , k ve x_0 parametreleri arasında var olan bağlantılar Kite (1977) tarafından verilmiştir.

$$\bar{x} = u + \alpha \Gamma(1 + k) \quad (2.45)$$

$$s_x^2 = \alpha^2 \{ \Gamma(1 + 2k) - [\Gamma(1 + k)]^2 \} \quad (2.46)$$

$$C_{sx} = \{ \Gamma(1 + 3k) - 3\Gamma(1 + 2k)\Gamma(1 + k) + 2[\Gamma(1 + k)]^3 \} \{ \Gamma(1 + 2k) - \Gamma^2(1 + k) \}^{-\frac{3}{2}} \quad (2.47)$$

k parametresi ise denklem (2.48) aracılığı ile tahmin edilebilir ($-1 < c_s < 2$):

$$k = 0.278 + 0.313C_{sx} + 0.058C_{sx}^2 - 0.001C_{sx}^3 - 0.008C_{sx}^4 \quad (2.48)$$

ii. L-momentler metodu: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ momentler ve dağılımın parametreleri arasındaki bağlantılar şu şekildedir.

$$\lambda_1 = u + \alpha\Gamma(1 + k) \quad (2.49)$$

$$\lambda_2 = \alpha(1 - 2^{-k})\Gamma(1 + k) \quad (2.50)$$

$$\lambda_3 = \alpha(1 - 3 \times 2^{-k})\Gamma(1 + k) \quad (2.51)$$

iii. N elemanlı bir örneklem için x_0 alt sınırının x_{min} değerinin altında kalmasını sağlamak için parametreler denklem (2.52-2.54) kullanılarak hesaplanabilir.

$$k = 1 - \frac{\log \bar{x} - x_{min} / s_x}{\log(0.07 + 1.73 \log N)} \quad (2.52)$$

$$u = x_{min} - \frac{\bar{x} - x_{min}}{N^k - 1} \quad (2.53)$$

$$\alpha = \frac{\bar{x} - u}{\Gamma(1 + k)} \quad (2.54)$$

2.7.2.3. Pearson dağılımı tip III (P3)

Olasılık yoğunluk fonksiyonu (2.55) verilmiştir.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} (x - x_0)^{\alpha-1} e^{-\frac{x-x_0}{\beta}} \quad x \geq x_0 \quad (2.55)$$

Üç parametrelili gamma dağılımının fonksiyonu olan F(x) için çözümsel bir ifadeye varılamaz.

Parametre tahmini için momentler veya maksimum olabilirlik metotlarından biri kullanılabilir.

i. Momentler metodu: \bar{x}, s_x ve C_{sx} ile dağılımın α, β ve x_0 parametreleri arasında bulunan bağlantılar (2.56-2.58) verilmiştir.

$$\bar{x} = x_0 + \alpha\beta \quad (2.56)$$

$$s_x^2 = \alpha\beta^2 \quad (2.57)$$

$$C_{sx} = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \quad (2.58)$$

ii. Maksimum olabilirlik metodu: bu metot için kullanılabilir olan parametreler (2.59-2.61) verilmiştir.

$$\frac{1}{\beta^2} \sum_{i=1}^N (x_i - x_0) - \frac{N\alpha}{\beta} = 0 \quad (2.59)$$

$$-N \frac{\Gamma'(\alpha)}{\Gamma(\alpha)} + \sum_{i=1}^N \ln(x_i - x_0) - N \ln \beta = 0 \quad (2.60)$$

$$\frac{N}{\beta} - (\alpha - 1) \sum_{i=1}^N \frac{1}{(x_i - x_0)} = 0 \quad (2.61)$$

2.7.2.4. Logpearson dağılımı tip III

$Y = \ln X$ değişkeninin pearson tip III dağılımına uygun olduğu kabul edilmiştir. Parametreleri hesaplamak için gözlem verilerinin logaritmaları kullanılır ve denklem (2.56), (2.57), (2.58), (2.59), (2.60) ve (2.61) kullanılarak hesaplanır.

2.7.2.5. Genel ekstrem değer dağılımları (GEV)

Minimumlar için teorik asimptotik analiz dağılımı olan genel ekstrem değer (GEV) dağılımının ifadesi Önöz ve Bayazıt (1999) tarafından belirlenmiştir. (Bayazıt ve Önöz, 2008).

$$F(x) = 1 - \exp \left\{ - \left[1 + k \frac{x-u}{\alpha} \right]^{\frac{1}{k}} \right\} \quad k \neq 0 \quad (2.62)$$

$$F(x) = 1 - \exp \left[- \exp \left(\frac{x-u}{\alpha} \right) \right] \quad k = 0 \quad (2.63)$$

$k \neq 0$ eşitliği için dağılım bir alt sınıra sahiptir ($x \geq -(x_0 + \frac{\alpha}{k})$). Parametre değerlerine L-momentler metodu kullanılarak denklem (2.64-2.66) kullanılarak ulaşılabilir.

$$\lambda_1 = \frac{\alpha}{k} \Gamma(1 + k) - \frac{\alpha}{k} - u \quad (2.64)$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{k} (1 - 2^{-k}) \Gamma(1 + k) \quad (2.65)$$

$$\lambda_3 = \frac{\alpha}{k} (1 + 2 \times 3^{-k} - 3 \times 2^{-k}) \Gamma(1 + k) \quad (2.66)$$

k değerinin yaklaşık değerini hesaplamak için denklem (2.67) kullanılmıştır.

$$k = 5.153 \left(\frac{\lambda_3 + 3\lambda_2}{2\lambda_2} \right)^2 - 11.73 \left(\frac{\lambda_3 + 3\lambda_2}{2\lambda_2} \right) + 6.26 \quad (-0.3 \leq k \leq 2) \quad (2.67)$$

k değeri (2.67) denklemi kullanılarak belirlendikten sonra α ve u parametreleri denklem (2.68-2.69) kullanılarak hesaplanır.

$$\alpha = \frac{k\lambda_2}{(1-2^{-k})\Gamma(1+k)} \quad (2.68)$$

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

2.7.2.6. Genel lojistik dağılım fonksiyonu (GL)

Bu dağılımın denklemi ise şu şekilde verilmiştir (Bayazıt ve Önöz, 2008):

$$F(x) = 1/(1 + e^{-y}) \quad (2.70)$$

Bu denklemde:

$$y = (-\ln(1 - k \frac{x-u}{\alpha}))/k \quad k \neq 0 \quad (2.71)$$

$$y = (x - u)/\alpha \quad k = 0 \quad (2.72)$$

$k > 0$ için dağılım üst sınırı ($x \leq u + \frac{\alpha}{k}$) ve $k < 0$ için alt sınırı ($u + \frac{\alpha}{k} \leq x$) olarak belirlenmiştir.

L-momentler yöntemi ile parametre tahmininde kullanılan denklemler (2.73-2.75) verilmiştir (Robson, Reed, 1999).

$$k = -\frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad (2.73)$$

$$u = x_{0.5} \quad (2.74)$$

$$\alpha = u \frac{\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)k \sin \pi k}{\pi k \left(k + \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)\right) - \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right) \sin \pi k} \quad (2.75)$$

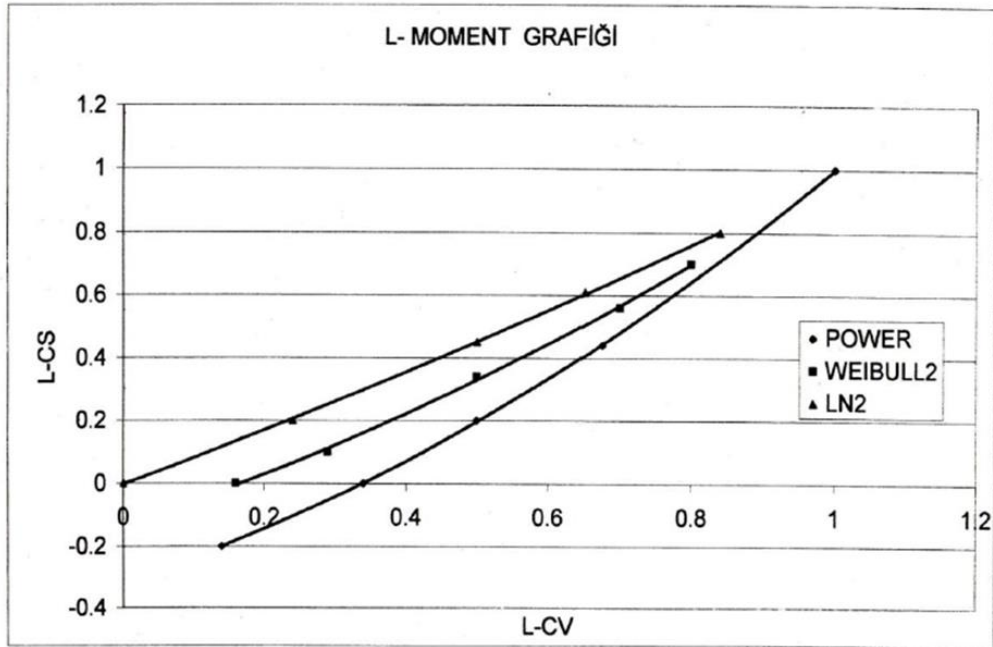
2.8. İstatistiksel Testler

Akım gözlem yıllıkları kullanılarak elde ettiğimiz veri sonuçlarına en uygun olasılık dağılım fonksiyonları istatistiksel metotlar kullanılarak uygulanabilir. Dağılım ve elde var olan verilerin uygunluklarını belirleyebilmek için ise farklı testler uygulanabilmektedir.

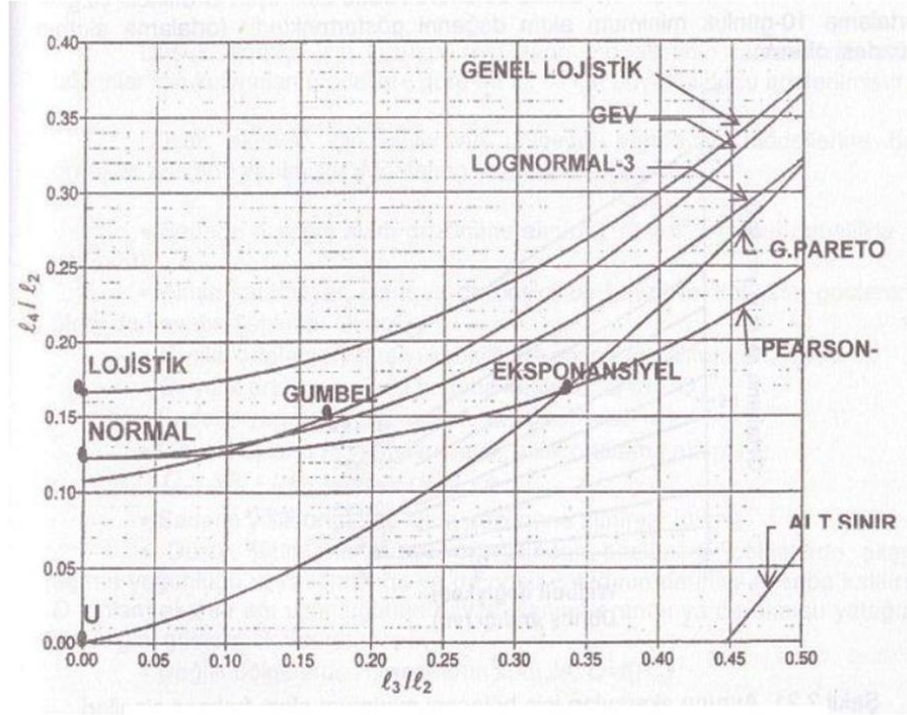
Bu çalışmada L-momentleri, PPCC (Probability Plot Correlation Coefficient) ve K-S (Kolmogorov-Smirnov) testleri uygulanarak Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan 7 farklı istasyon verileri üzerinden en uygun dağılım belirlenecektir.

2.8.1. L-momentler testi

Farklı olasılık dağılım fonksiyonları için L-moment testi uygulanabilmektedir. İki parametrelili dağılımlar üzerinde L-moment testlerini gerçekleştirmek için Şekil 2.7 üzerine 7 günlük veriler kullanılarak hazırlanan L-moment değerleri işlenir. İşlenen nokta dağılımlar arasından hangisinin eğrisine daha yakın konumda ise bu dağılımın uygun olduğu sonucuna varılabilir. Üç parametrelili dağılımlar için ise Şekil 2.8 üzerinde aynı işlemler tekrar edilebilir.



Şekil 2.7 İki parametrelili dağılım grubu için L-moment diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008)



Şekil 2.8 Üç parametrelili dağılım grubu için L-moment diyagramı (Bayazıt ve Önöz, 2008)

2.8.2. K-S testi

İncelenen eklenik frekans dağılımını teorik olarak ele alınan bir dağılıma göre uygun olup olmadığını kontrol etmek için kullanılan bir testtir. Açılımı Kolmogorov-Smirnov olan bu testte test istatistiği denklem (2.76) ile verilmiştir.

$$D = \max|F(x_i) - F_0(x_i)| \quad (2.76)$$

Eşitlikte $F(x_i)$ belirlenen teorik eklenik dağılım fonksiyonu değerinin x_i değerine karşılık gelen y eksenli değeridir. $F_0(x_i)$ ise incelenen düzenlenmiş örnek kullanılarak $F_0(x_i) = i/N$ eşitliği ile hesaplanan eklenik dağılım fonksiyonunun y eksenindeki değeridir. D değeri teorik dağılımların ve gözlenen değerlerin arasında kurulan ilişkide farkların en büyük değeri olarak belirlenir. D değeri dağılımın örneğindeki N eleman sayısı ile ilişkilidir.

$F(x_i)$ dağılım fonksiyonu her dağılım için farklı eşitlikler ile hesaplanabilmektedir. Weibull (W2) dağılımı için (2.30), Üstel (Ü2) dağılım için (2.36) denklemi, Weibull (W3) dağılımı için (2.30) denklemi (x yerine $x-u$ değeri kullanılarak), Genel ekstrem değer dağılımı (GEV) için (2.62 ile 2.63) denklemi, Genel lojistik dağılım (GL) için (2.70) denklemleri kullanılmalıdır.

Normal dağılımlar incelendiğinde eklenik dağılım fonksiyonu çözümsel olarak hesaplanamadığından dolayı integral alma işlemi uygulanarak tablo olarak işlenmiştir. Tablonun tek bir bütünlükte olması istendiği için rastgele değişken değiştirilmiş ve standart z değişkeni formuna bürünmüştür. Normal dağılımlar için eklenik dağılım fonksiyonu hesaplanmak istendiğinde her x_i değeri için z değeri elde edilir ve z çizelgesinden (**EK B.1**) $F(x_i)$ değeri belirlenir. Pearson dağılım kümesi için ise çözümsel bir ifade elde edilemediği için bu test uygulanmamaktadır.

Göz önünde bulundurulan dağılımın parametre değerleri örnekte yer alan veriler bağımsız bir durumda seçildiğinde Δ test istatistiği için kritik Δ_α değerleri örnekte yer alan N eleman değeri ve α aşılma ihtimali ile bağlantılı olarak çizelge **EK B.2** ve **EK B.3** kullanılarak belirlenebilir.

Ulaşılan D istatistik sonucu %5 anlamlılık seviyesine sahip olan kritik değerlere bölünecek ve elde edilen sonuç 1 den küçük olduğunda kabul edilen dağılımın gözlem değerleri ile uyum sağladığı tasdik edilecek tersi bir durumda kabul edilmeyecektir.

2.8.3. Olasılık çizgisi korelasyon testi (PPCC testi)

PPCC testi, Kolmogorov-Smirnov (K-S) testinden daha etkili bir konumdadır. PPCC testinden iki adet rastlantısal değişken arasında lineer bir ilişkinin ölçüsü olarak r korelasyon katsayısı testin istatistiği olarak kabul edilir. Testte gözlemlenen değerler (x_i) ile kabul edilen teorik eklenik dağılım fonksiyonunun istatistik medyanı arasındaki lineer bağlantı araştırılır.

PPCC testinde gözlemlenen değerler (x_i) küçükten büyüğe doğru sıralanarak her bir x_i elemanı için $F(x_i)$ küçük kalma olasılığı farklı dağılımlar için (2.77) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$F(x_i) = \frac{i-a}{n+1-2a} \quad (2.77)$$

(2.77) eşitliği amprik bir denklem olarak kabul edilir. i , x_i değerlerinin sıra sayısı ve n gözlem sayısıdır. Rastgele değişkenin dağılım türüne bağlı olarak ise a değeri ayrıca seçilmelidir. Normal ve lognormal dağılımlar için (Blom) $a=0.375$ ya da (Cunnane) $a=0.40$ olarak kullanılır. Ekstrem değer dağılımları kullanıldığında (Gringorten) $a=0.44$ ve gamma dağılımları kullanıldığında $a=0.50$ değerinin ve üstel dağılımda $a=0$ değerinin kullanılması gerekmektedir.

(2.77) denklemi kullanılarak hesaplanan $F(x_i)$ değerine denk gelen x_i^* değerine ulaşılır ve x_i ile x_i^* değerleri arasında korelasyon katsayısı (r) değeri elde edilir. daha sonra bu değer r_c kritik değeri ile karşılaştırılır. Normal, lognormal ve üç parametrelili lognormal dağılımlar için katsayı değeri α anlamlılık seviyesi ve n eleman sayısı ile ilişkili olarak EK(B.4) tablosunda verilen değerden büyük olması durumunda değerlendirilen dağılıma uygun olduğu varsayımı kabul edilir veya küçük olması durumunda uygunluk kabul edilmez. Gumbel ve GEV dağılımları için **EK B.5** ve Pearson dağılım ailesi için ise Voguş ve McMartin tarafından 1991 yılında verilen r değeri kullanılır.

2.9. Trend (Gidiş) Analizi

Trend rastgele bir değişken değerinde zaman parametresi ile bağlantılı olarak bir değişimin (artış veya azalış) meydana gelmesidir. Trend analizlerinde parametrik veya parametrik olmayan olarak sınıflandırılan farklı istatistik testler kullanılmaktadır. Parametrik testlere örnek olarak T ve F testleri verilebilir. Parametrik olmayan testler ise sıra dönüşüm testi, sıra toplam testi ve Mann-Kendall testidir. Trend analizleri sırasında parametrik olmayan testler kullanılır ve neden olarak verilerin kısa süreli, düzensiz ve çarpık olabilmesi gibi negatif etkileri ortadan kaldırmak gösterilir. Gözlemlerin düzenlenmiş örnek sıralamaları test istatistiği açısından değerlendirilir. En çok tercih edilen test ise Mann-Kendall testidir.

2.9.1. Mann-Kendall testi

Mann-Kendall testi parametrik olmayan bir testtir. Bundan dolayı rastgele değişkenin dağılımından bağımsız olduğu söylenebilir. Test bazı kaynaklarda Kendall τ istatistiği olarak bilinir sebebi ise testin korelasyon katsayısı τ 'nun hesaplanması temeline bağlı olmasıdır. Testte değişkenlerin büyüklük sırasının değerlerine nazaran daha önemli olduğu kabul edilir. “ H_0 : trend yok” olarak kullanılan sıfır hipotezi ile zaman serisinde bir trend olup olmadığı kontrol edilir. Testin uygulanacağı zaman serisi $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ de x_i ve x_j çiftleri olarak iki ayrı grup oluşturulur. $i < j$ durumunda $x_i < x_j$ olan çift gruplarının sayısı P ve $x_i > x_j$ olan çift gruplarının sayısı M olarak sembolize edildiğinde test istatistiğini $S = P - M$ olarak kabul edebiliriz. Kendal korelasyon katsayısı ise (2.78) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)} \quad (2.78)$$

(2.78) eşitliği ile elde edilen korelasyon katsayısı -1 ve 1 değerleri arasında bir konumda bulunur. Elde edilen değer 0 olması değişkenlerin bağımsız olduğunu gösterirken mutlak değer 1 değerine eşit olması durumunda değişkenlerin bağımlı oldukları sonucuna ulaşılır. Trend olduğu sonucuna ulaştığımızda ise S değeri pozitif olduğunda artan, negatif olduğunda ise azalan bir trend olduğu yorumu yapılabilmektedir.

$n \leq 10$ olduğunda S'nin aşılma olasılığı olarak kabul edilen p, x(-x) değerleri tablo olarak belirlenebilmektedir. $n \geq 10$ olduğu durumlarda ise S istatistiği denklem (2.79-2.80) kullanılarak hesaplanır.

$$\mu_s = 0 \quad \sigma_s = \sqrt{\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}} \quad (2.79)$$

olmak üzere,

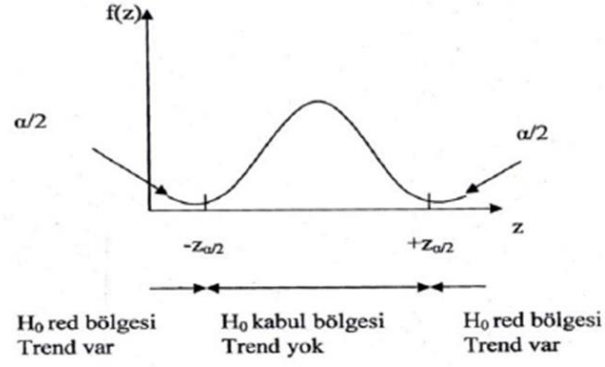
$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sigma_s} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sigma_s} & S < 0 \end{cases} \quad (2.80)$$

olarak gösterilen Z istatistiğinin standart normal dağılıma uyduğu kabul edilir. Gözlemlerde birbirine eşit durumda olanlar var ise σ_s , (2.81) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$\sigma_s = \sqrt{[n(n-1)(2n+5) - \sum_i t_i(t_i-1)(2t_i+5)]/18} \quad (2.81)$$

Yukarıda verilen eşitlikte t_i değerini eşit olan verilerin adedi olarak tanımlayabiliriz. Örnek verirsek 6 adet veri aynı değeri taşıdığına $t_1=6$, 2 gözlem aynı değerde ise $t_2=2$ olarak kullanılacaktır. Ek olarak eşit değerde olan verileri 2 gözlemlilik iki farklı grupta sınıflandırsak $t_3=2$ ve $t_4=2$ alınır. Denklem (2.80) de verilen şekilde hesaplanan Z'nin mutlak değeri kabul edilen α anlamlılık seviyesine denk gelen normal dağılımın $Z_{\alpha/2}$ ifadesinden küçük ise sıfır hipotezini kabul ederiz ve bu durumda zaman serisinde trend olmadığı sonucuna ulaşılır.

Mann-Kendall testi H_0 hipotezinin kabul edilip edilmemesi temeline dayandırılır. Eğer göz önüne alınan verilerde trendin varlığı olmadığı sonucuna ulaşırsa H_0 hipotezi kabul edilebilmektedir (**Şekil 2.9**). Hipotezi kabul edip etmeme durumunda seçilen anlamlılık seviyesinin büyük bir önemi vardır.



Şekil 2.9 Mann-Kendal Hipotezi (Cebe, 2007)

$\alpha=0.05$ anlamlılık seviyesi göz önüne alındığı durumda $Z_{\alpha/2} = Z_{0.025}$ değeri **EK B.6** çizelgesinde karşılık olan değer okunarak 1.96 değerine ulaşılır ve denklem (2.80) kullanılarak hesaplanan Z değeri ile karşılaştırılır. Sonuç olarak H_0 hipotezi kabul edilir veya edilmez.

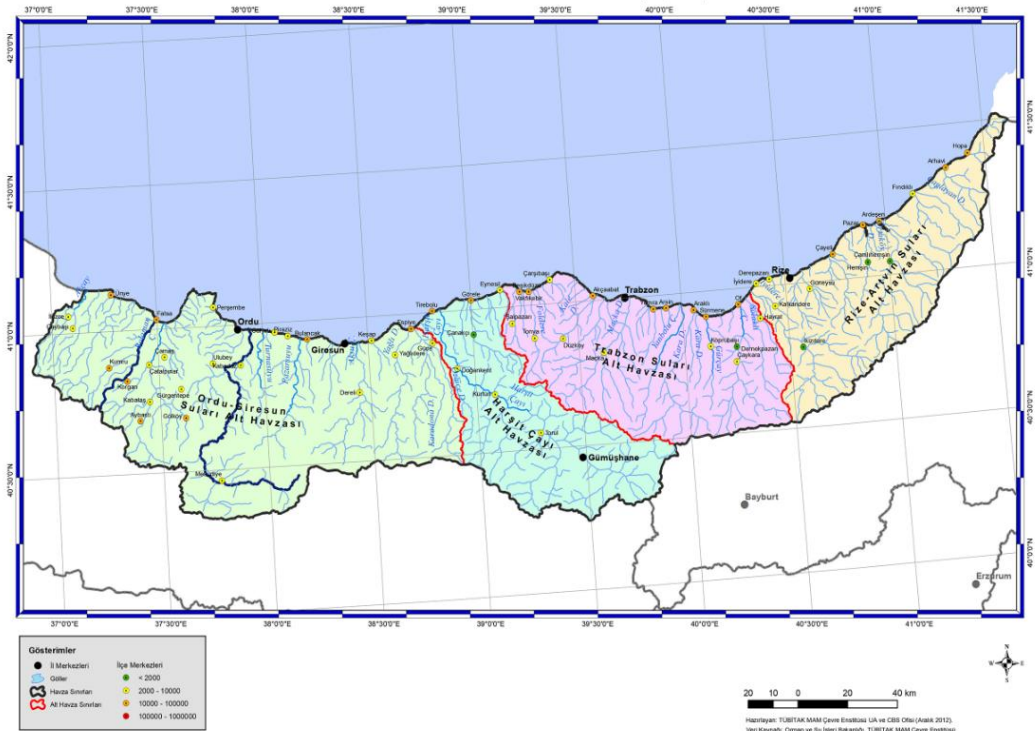
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE HİDROLOJİK KURAKLIĞIN İNCELENMESİ

Bu bölümde daha önce anlatılan yöntemler Doğu Karadeniz bölgesi üzerine tatbik edilmiştir. Daha sonra ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

3.1. Uygulama Bölgesinin İncelenmesi

Doğu Karadeniz bölgesi Türkiye'nin en çok yağış alan bölgesi olarak kabul edilebilir. Doğu Karadeniz bölgesi Şekil 3.1'de verilen 4 alt havzaya ayrılarak incelenebilmektedir.



Şekil 3.1 Doğu Karadeniz Bölgesi alt havzaları (Url-3)

Bölgede yer alan D22A kodu ile başlayan 41 gözlem istasyonu verileri DSİ veri tabanından alınan verilere göre incelenmiştir. Sonuç olarak 1980 ve 2015 yılları arasındaki verilere incelenerek 7 adet istasyon üzerinde (Şekil 3. 2) değerlendirme yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 3. 2 Kullanılan istasyonların konumları (Url-4)

Çizelge 3. 1 Çalışmada kullanılacak istasyonların özellikleri

No	İstasyon No	İstasyon Adı	Koordinatlar		Gözlem Aralığı
1	D22A044	KARADERE AYTAŞ	40°41'15"	39°54'0"	1980-2015
2	D22A058	GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ	40°53'10"	39°0'41"	1980-2015
3	D22A064	PAZAR S. KOVANLIK	40°44'41"	38°37'42"	1980-2015
4	D22A084	KORUM D. YAĞLIDERE	40°33'47"	39°27'59"	1995-2015
5	D22A093	TURNASUYU CUMHURİYET KÖYÜ	40°49'54"	37°57'42"	1991-2015
6	D22A095	YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL	40°27'16"	39°46'59"	1999-2015
7	D22A105	DEĞİRMEN D. SALİPAZARI	41°4'24"	36°49'19"	2004-2015

Çalışmada Çizelge 3. 1’de verilen 7 adet istasyondan elde edilen günlük veriler kullanılmıştır. Bazı istasyonlarda yıllık verilerde eksiklikler tespit edilmiştir. Eksik olan yıllar EK C.1’de tablo olarak verilmiştir.

3.2. Doğrusal Regresyon Kullanılarak Günlük Akımların Tamamlanması

Çalışmada eksik olan veriler var ise tamamlamak için doğrusal regresyon yöntemi kullanılacaktır.

3.2.1. Korelasyon katsayısı

Doğu Karadeniz bölgesinde belirlenen 7 istasyon için korelasyon katsayısı her istasyon için diğer 6 istasyon verileri kullanılarak hesaplanmış ve **Çizelge 3.2**'de verilmiştir.

3.2.2. Doğrusal regresyon

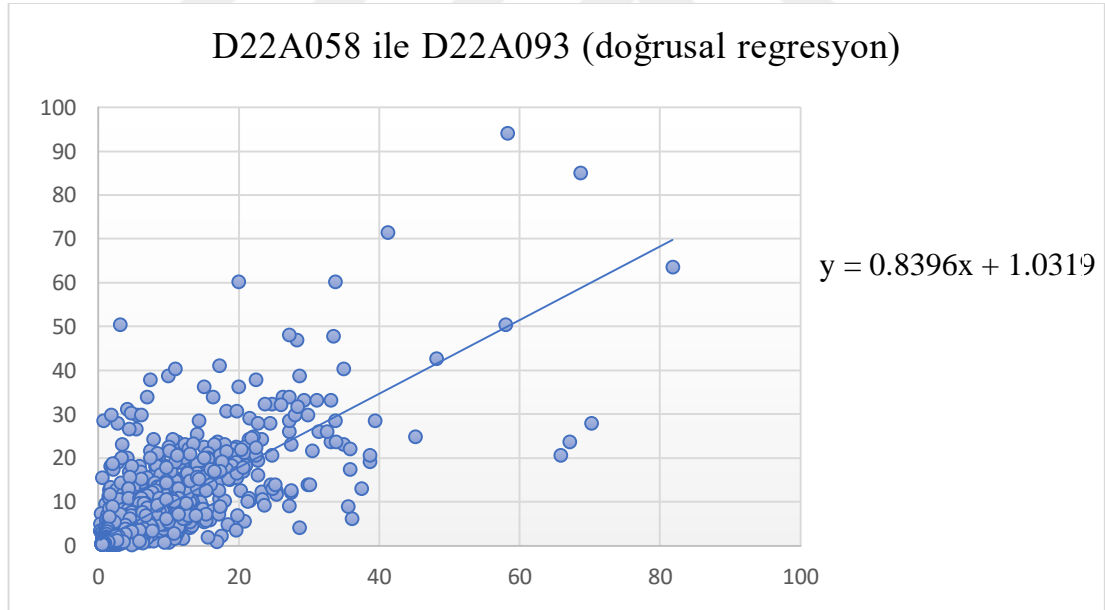
En yüksek korelasyon katsayısı değeri kullanılarak iki istasyon arasındaki regresyon denkleminin a ve b değerleri hesaplanır. Daha sonra veriler bu denklem kullanılarak tamamlanır. Aşağıda örnek olarak D22A058 ve D22A093 numaralı istasyonların arasındaki hesaplama verilmiştir (**Şekil 3.3**).

a = Regresyon doğrusunun kesişim değeri diğer bir deyişle sabit değer

b = Regresyon doğrusunun eğimi

x = Bağımsız değişken değeri

y = Bağımlı değişkenin değeri



Şekil 3.3 Günlük akımların doğrusal regresyon diyagramı

Çizelge 3.2 Günlük akımların istasyonlara göre korelasyon katsayıları

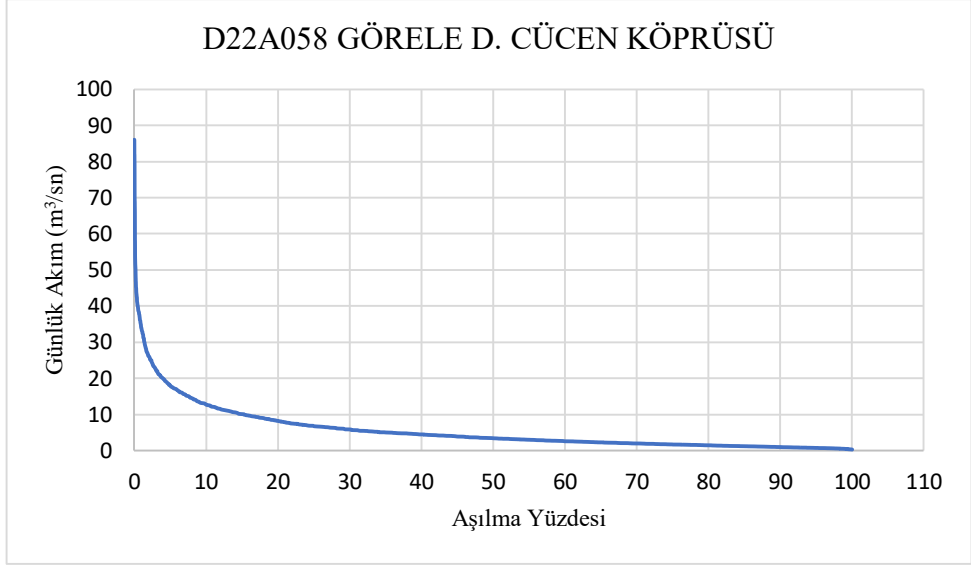
N o	İstasyon Adı	İstasyon No	D22A0 44	D22A0 58	D22A0 64	D22A0 84	D22A0 93	D22A0 95	D22A1 05
1	KARADERE AYTAŞ	D22A0 44	1	0.31	0.75	0.94	0.29	0.85	-0.01
2	GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ	D22A0 58	0.31	1	0.57	0.29	0.70	0.21	0.23
3	PAZAR S. KOVANLIK	D22A0 64	0.75	0.57	1	0.75	0.65	0.58	0.15
4	KORUM D. YAĞLIDERE	D22A0 84	0.94	0.29	0.75	1	0.30	0.86	-0.03
5	TURNASUYU CUMHURİYE T KÖYÜ	D22A0 93	0.29	0.70	0.65	0.30	1	0.18	0.31
6	YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL	D22A0 95	0.85	0.21	0.58	0.86	0.18	1	-0.03
7	DEĞİRMEND ERE D. SALIPAZARI	D22A1 05	-0.01	0.23	0.15	-0.03	0.31	-0.03	1

3.3. Debi Süreklilik Çizgileri

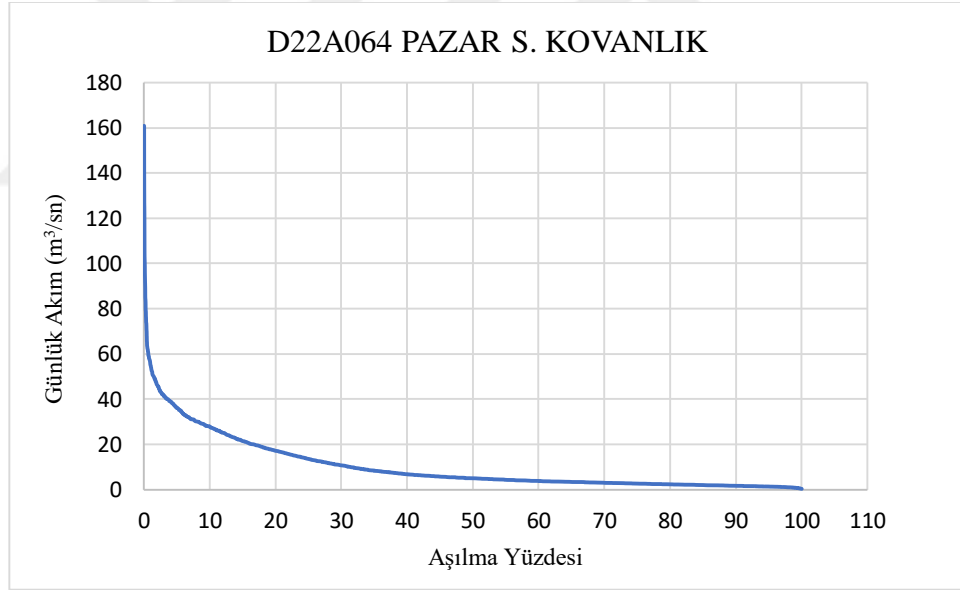
Debi süreklilik çizgileri belirlenen 7 istasyon için ayrı ayrı hesaplanmıştır ve (Şekil 3.4-Şekil 3.10) ile gösterilmiştir.



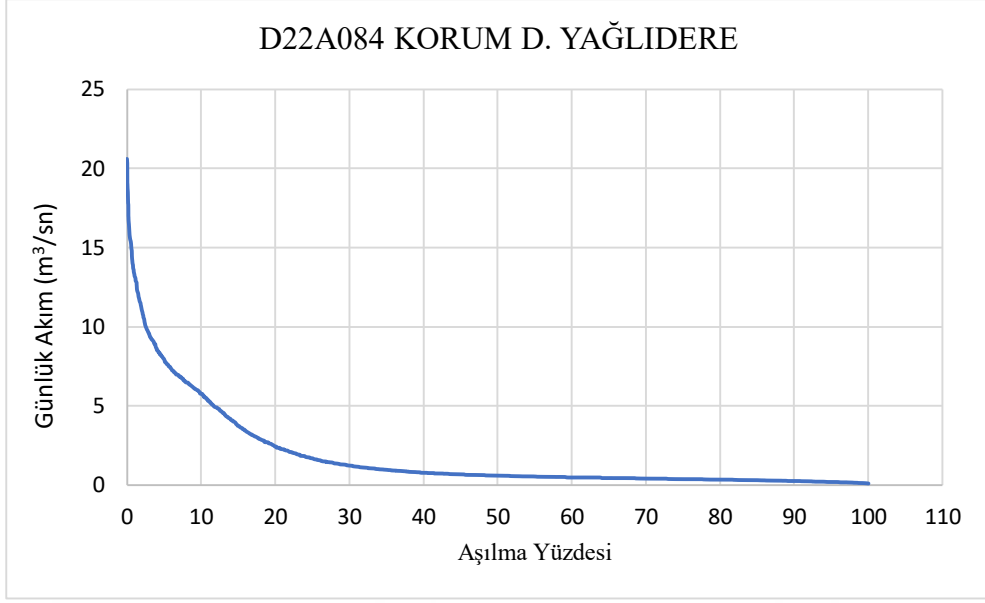
Şekil 3.4 D22A044 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



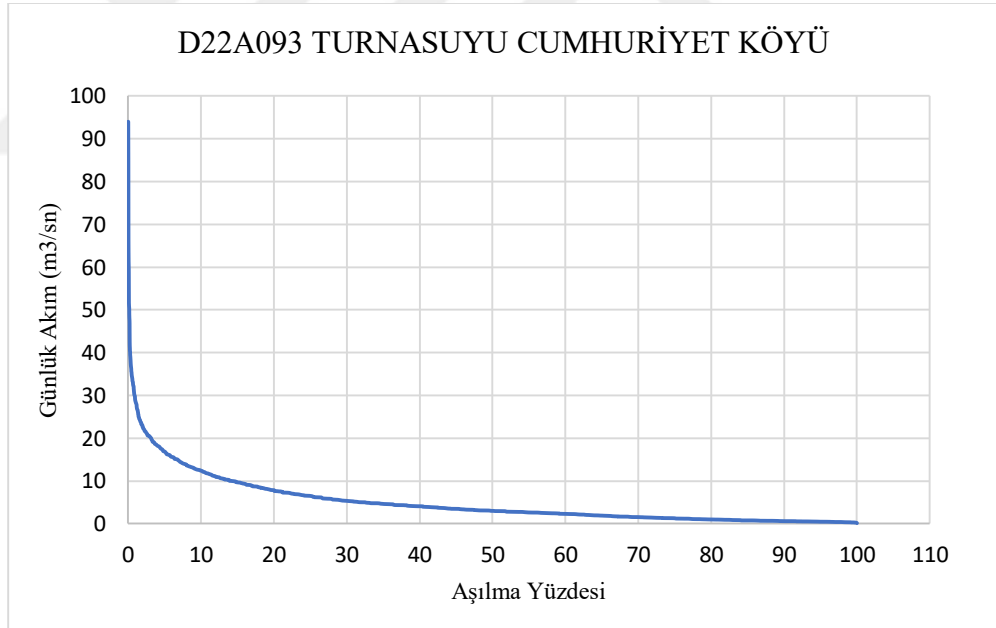
Şekil 3.5 D22A058 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



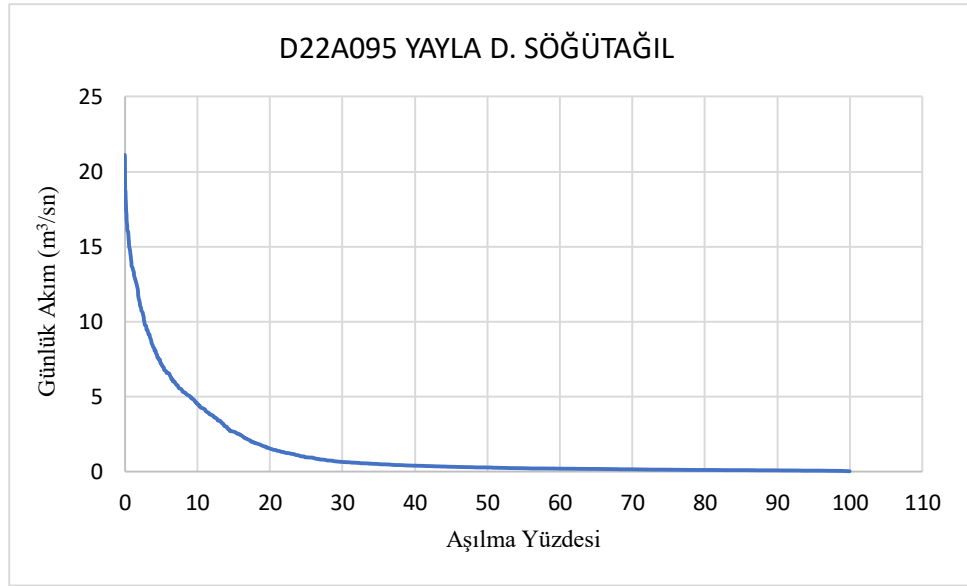
Şekil 3.6 D22A064 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



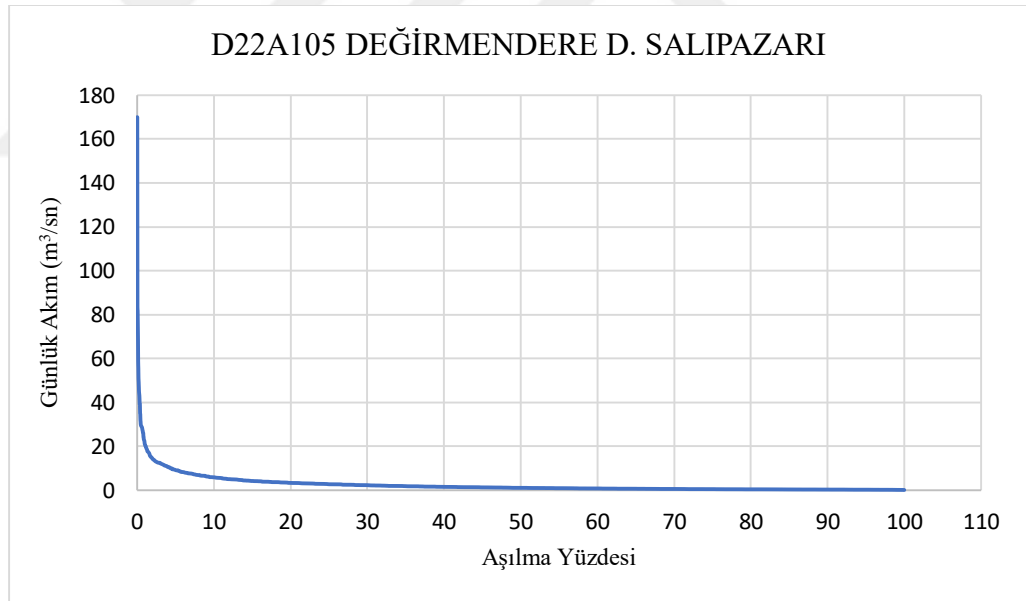
Şekil 3.7 D22A084 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



Şekil 3.8 D22A093 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



Şekil 3.9 D22A095 istasyonu için debi süreklilik çizgisi



Şekil 3.10 D22A105 istasyonu için debi süreklilik çizgisi

Yukarıda verilen (Şekil 3.4-Şekil 3.10) incelenerek belli bir zaman diliminin belli bir yüzdesinde bölgedeki debiler okunabilir. İncelenen istasyonlarda zamanın %90 veya %95 yüzdesinde aşılma debisi, düşük akım potansiyelini göstermektedir. İstasyonlar ayrı ayrı incelendiğinde Q_{90} debilerinin düşük olduğu ve ilaveten düşük akım bölgelerinde yatık bir eğri oluşmuş olması taban akışının çok olduğunu

göstermektedir. **Çizelge 3.3**'te Q_{90} aralıkları verilmiştir. İncelenen istasyonlarda Q_{90} debilerinin tümünün çok düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 3.3 İstasyonlara göre Q_{90} aralıkları (m^3/sn)

İstasyon No	Q_{90} aralığı (m^3/sn)
D22A044	$0.57 < Q_{90} < 1.22$
D22A058	$0.31 < Q_{90} < 0.92$
D22A064	$0.4 < Q_{90} < 1.67$
D22A084	$0.12 < Q_{90} < 0.26$
D22A093	$0.24 < Q_{90} < 0.6$
D22A095	$0.04 < Q_{90} < 0.09$
D22A105	$0.04 < Q_{90} < 0.22$

3.4. 7 Günlük Minimum Akımların Hesaplanması

7 günlük minimum akımlar daha önceki bölümlerde anlatıldığı şekilde hesaplanmıştır ve **Çizelge 3.4-Çizelge 3.10**'da verilmiştir.

Çizelge 3.4 D22A044 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A044 KARADERE AYTAŞ					
SIRA	YIL	AKIM(m^3/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m^3/sn)
1	1980	0.29	13	2010	0.93
2	1995	0.61	14	2009	1.05
3	2001	0.65	15	2006	1.06
4	2003	0.66	16	1988	1.13
5	2002	0.67	17	2015	1.39
6	2004	0.71	18	1987	1.41
7	2000	0.72	19	1996	1.50
8	2014	0.78	20	1992	1.60
9	2005	0.81	21	1981	1.88
10	2008	0.85	22	1982	2.86
11	1999	0.86	23	1983	4.29
12	2007	0.91			

Çizelge 3.5 D22A058 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A058 GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	1984	0.25	17	1989	0.68
2	1994	0.25	18	1996	0.68
3	2000	0.26	19	1985	0.72
4	1995	0.28	20	1986	0.72
5	2008	0.44	21	2004	0.76
6	2001	0.45	22	2006	0.83
7	2015	0.45	23	1991	0.85
8	1981	0.46	24	1997	1.08
9	2002	0.49	25	2009	1.09
10	1992	0.53	26	2003	1.10
11	2007	0.54	27	1987	1.11
12	2011	0.59	28	1982	1.16
13	1998	0.64	29	1983	1.26
14	1999	0.64	30	1993	1.27
15	1980	0.66	31	2012	1.37
16	2010	0.66	32	1988	1.65

Çizelge 3.6 D22A064 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A064 PAZAR S. KOVANLIK					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	1984	0.28	17	1985	1.09
2	1994	0.28	18	2013	1.27
3	1995	0.33	19	1990	1.34
4	2002	0.53	20	2015	1.35
5	1986	0.62	21	1982	1.36
6	2003	0.69	22	2004	1.39
7	1987	0.74	23	2005	1.39
8	1981	0.78	24	1983	1.43
9	2011	0.82	25	1992	1.45
10	2001	0.87	26	1993	1.48
11	1980	0.92	27	2014	1.49
12	1989	0.95	28	1991	1.64
13	1988	0.97	29	1997	1.65
14	1998	1.04	30	1999	1.65
15	2000	1.08	31	1996	1.89
16	2012	1.08	32	2006	3.80

Çizelge 3.7 D22A084 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A084 KORUM D. YAĞLIDERE					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	2007	0.10	12	2002	0.23
2	2014	0.10	13	2001	0.24
3	2015	0.12	14	2004	0.26
4	2008	0.14	15	2009	0.26
5	2011	0.15	16	2000	0.28
6	2003	0.16	17	2006	0.31
7	2012	0.18	18	1996	0.32
8	1995	0.19	19	1999	0.33
9	1997	0.19	20	1998	0.41
10	2005	0.20	21	2010	0.75
11	2013	0.22			

Çizelge 3.8 D22A093 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A093 TURNASUYU CUMHURİYET KÖYÜ					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	2013	0.18	12	2005	0.44
2	1994	0.19	13	2004	0.46
3	2012	0.27	14	2010	0.46
4	1998	0.29	15	1993	0.49
5	2015	0.31	16	1999	0.56
6	2014	0.35	17	2006	0.63
7	1992	0.38	18	2007	0.63
8	2003	0.38	19	2008	0.72
9	2011	0.39	20	1991	0.78
10	1997	0.40	21	2009	0.78
11	2000	0.41			

Çizelge 3.9 D22A095 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A095 YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	2002	0.03	9	2013	0.07
2	2000	0.05	10	2006	0.09
3	2007	0.05	11	2014	0.09
4	2008	0.05	12	2010	0.10
5	2003	0.06	13	2011	0.10
6	2009	0.06	14	2015	0.10
7	2004	0.07	15	1999	0.11
8	2005	0.07	16	2001	0.11

Çizelge 3.10 D22A105 istasyonu için 7 günlük minimum akımlar

D22A105 DEĞİRMENDERE D. SALIPAZARI					
SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)	SIRA	YIL	AKIM(m³/sn)
1	2015	0.03	7	2014	0.15
2	2012	0.06	8	2010	0.17
3	2005	0.10	9	2006	0.19
4	2007	0.11	10	2004	0.22
5	2013	0.11	11	2011	0.29
6	2008	0.12	12	2009	0.98

3.5. İstatistik Değerlerin Hesaplanması

Üzerinde çalışılan 7 adet istasyon üzerinde istatistik değerler hesaplanmış daha sonra L-moment değerleri hesaplanarak **Çizelge 3.11** ve **Çizelge 3.12**'de gösterilmiştir.

3.5.1. İstatistik moment parametrelerinin hesaplanması

Çalışılan her istasyon için 7 günlük minimum akımlar kullanılarak daha önceki bölümlerde verilen istatistik parametreleri hesaplanmış ve **Çizelge 3.11**'de sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 3.11 incelendiğinde D22A095 kodlu istasyon hariç tüm istasyonlarda çarpıklık katsayısının pozitif olduğu görülmektedir. Bu durum istasyonların sağa çarpık bir olasılık dağılımına sahip olduğu sonucuna ulaşmamıza yardımcı olur. D22A095 kodlu istasyon negatif çarpıklık katsayısına sahip olsa bile sifıra yakınlığı göz önüne alındığında dağılımının simetrik olduğu varsayımı kabul edilebilir.

Çizelge 3.11 7günlük minimum akımlar için istatistik parametreleri

İstasyon No	Max (m ³ /sn)	Min(m ³ /sn)	\bar{x} (m ³ /sn)	Medyan	MAD	Varyans	σ	C _{VX}	C _{SX}
D22A044	4.290	0.290	1.199	0.907	0.567	0.712	0.844	0.704	2.352
D22A058	1.650	0.250	0.747	0.671	0.285	0.123	0.351	0.470	0.631
D22A064	3.800	0.280	1.177	1.087	0.433	0.395	0.628	0.534	2.015
D22A084	0.750	0.100	0.244	0.223	0.091	0.019	0.138	0.565	2.276
D22A093	0.780	0.180	0.452	0.411	0.138	0.029	0.171	0.379	0.469
D22A095	0.110	0.030	0.076	0.071	0.021	0.001	0.024	0.322	-0.051
D22A105	0.980	0.030	0.210	0.135	0.141	0.058	0.240	1.143	2.624

3.5.2. L-moment parametrelerinin hesaplanması

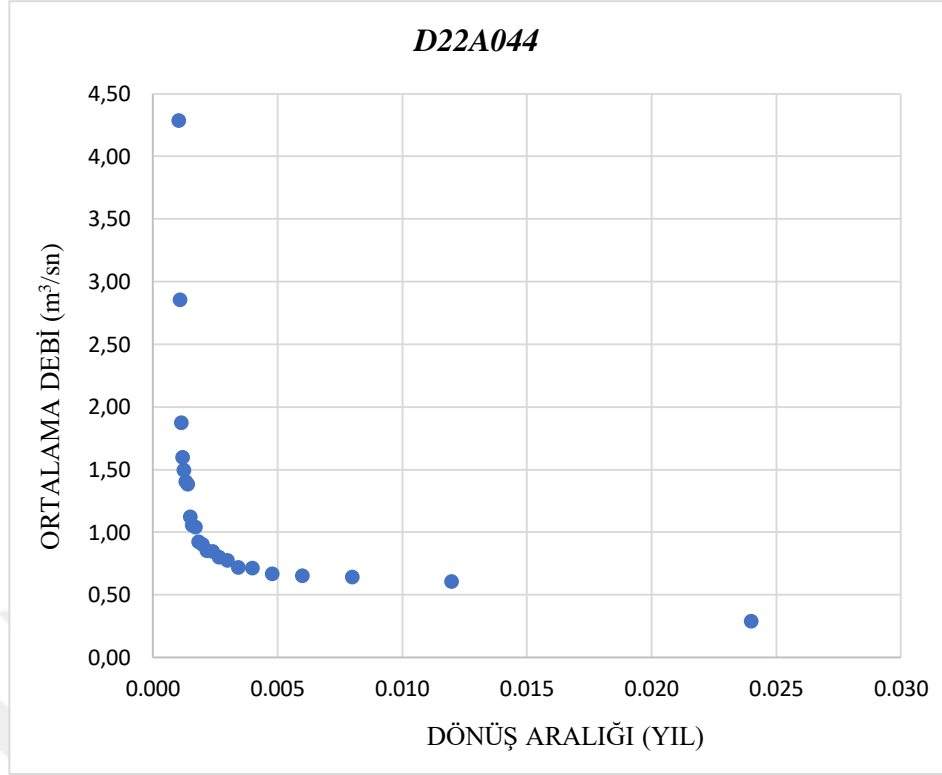
Çalışılan 7 adet istasyon verileri kullanılarak hesaplanan L-moment parametreleri **Çizelge 3.12**'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12 7 günlük minimum akımlar için L-moment parametreleri

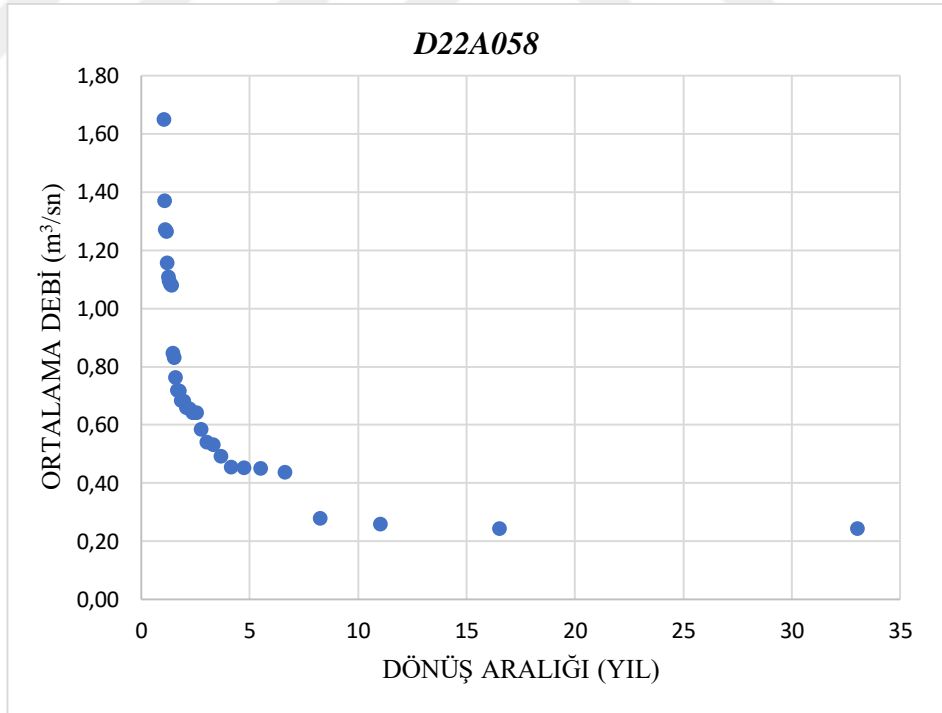
İstasyon No	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L-değişim (LC _v),	L-çarpıklık	L-kurtosis
D22A044	1.20	0.40	0.23	0.15	1.20	-0.40	0.19	2.10	-0.33	-0.46	-5.27
D22A058	0.75	0.27	0.22	0.15	0.75	-0.20	0.43	0.38	-0.27	-2.11	-1.89
D22A064	1.18	0.43	0.24	0.16	1.18	-0.32	0.04	2.28	-0.27	-0.14	-7.17
D22A084	0.24	0.09	0.05	0.03	0.24	-0.07	0.02	0.47	-0.28	-0.33	-6.81
D22A093	0.45	0.18	0.10	0.07	0.45	-0.10	0.01	0.89	-0.22	-0.13	-8.85
D22A095	0.08	0.03	0.02	0.01	0.08	-0.01	0.00	0.15	-0.20	0.01	-10.17
D22A105	0.21	0.05	0.03	0.02	0.21	-0.10	0.06	0.36	-0.50	-0.60	-3.41

3.6. Yıl İçi Debi Frekans Çizgilerinin Gösterilmesi

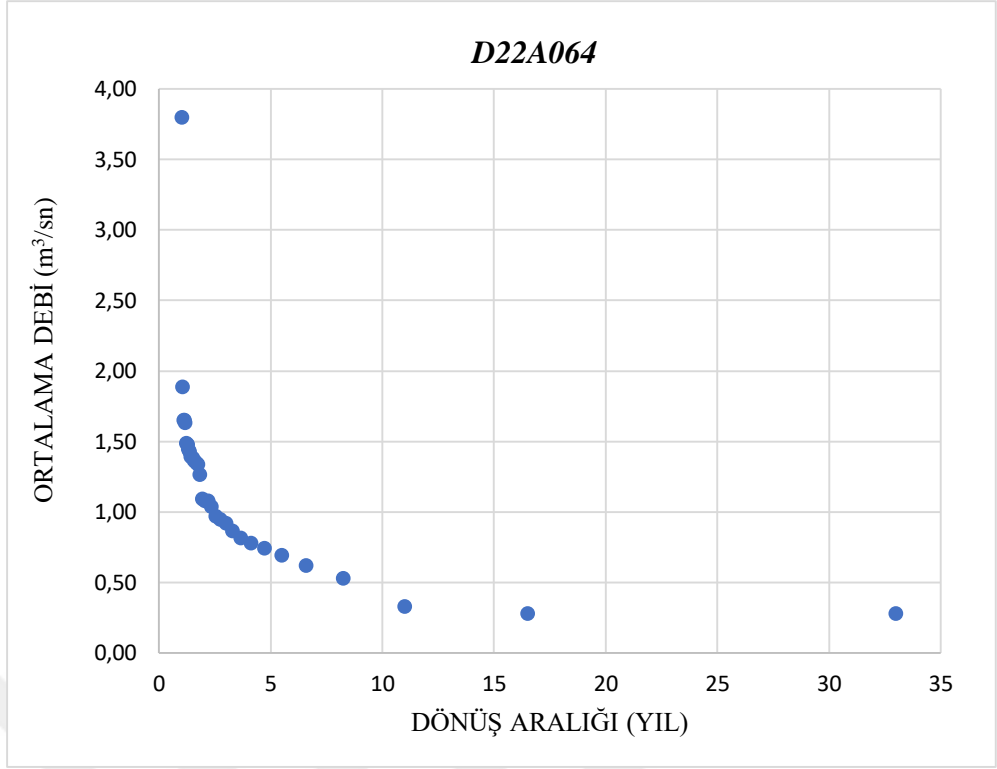
Çalışmada kullanılan 7 adet istasyonun 7 günlük minimum akım değerleri için debi frekans çizgilerinin elde edilmesi daha önceki bölümlerde anlatılmış ve bu bölümde uygulaması gerçekleştirilmiştir. **Şekil 3. 11-Şekil 3. 17**'de (2.12) denklemi kullanılarak belirlenen T değeri, m-inci sıralamada olan 7 günlük minimum akım değerinin altına ortalaması o-alınarak kaç yılda bir düşmesini beklediğimizi belirler. Debi frekans çizelgeleri **EK A. 1**' de verilecektir.



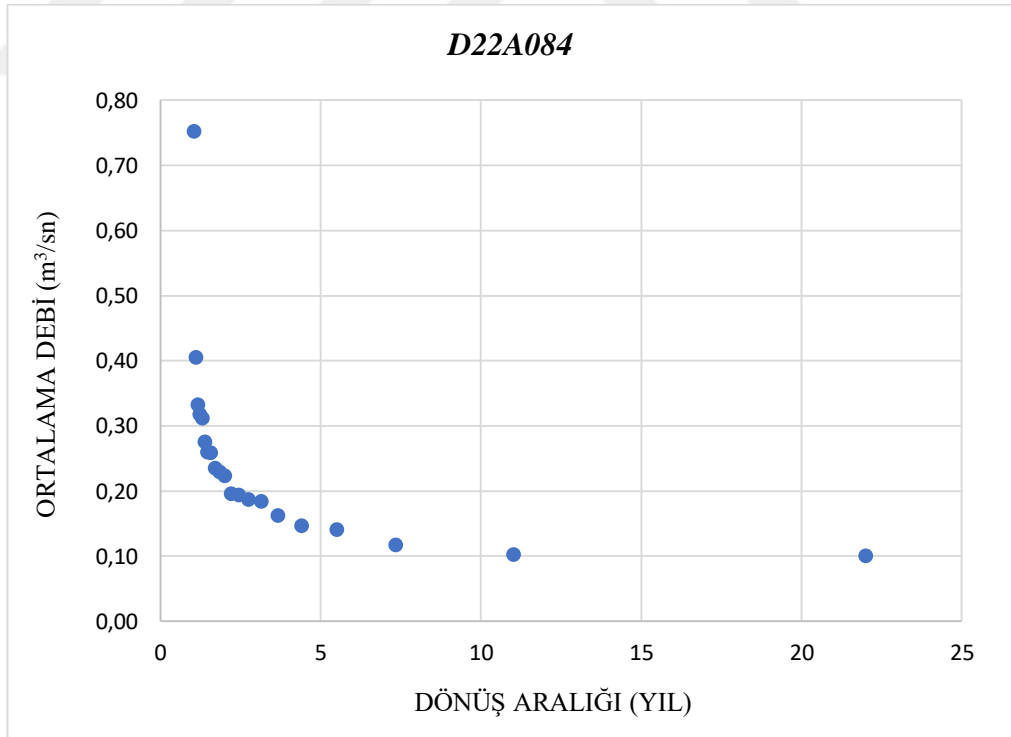
Şekil 3. 11 D22A044 istasyonu debi frekans çizgisi



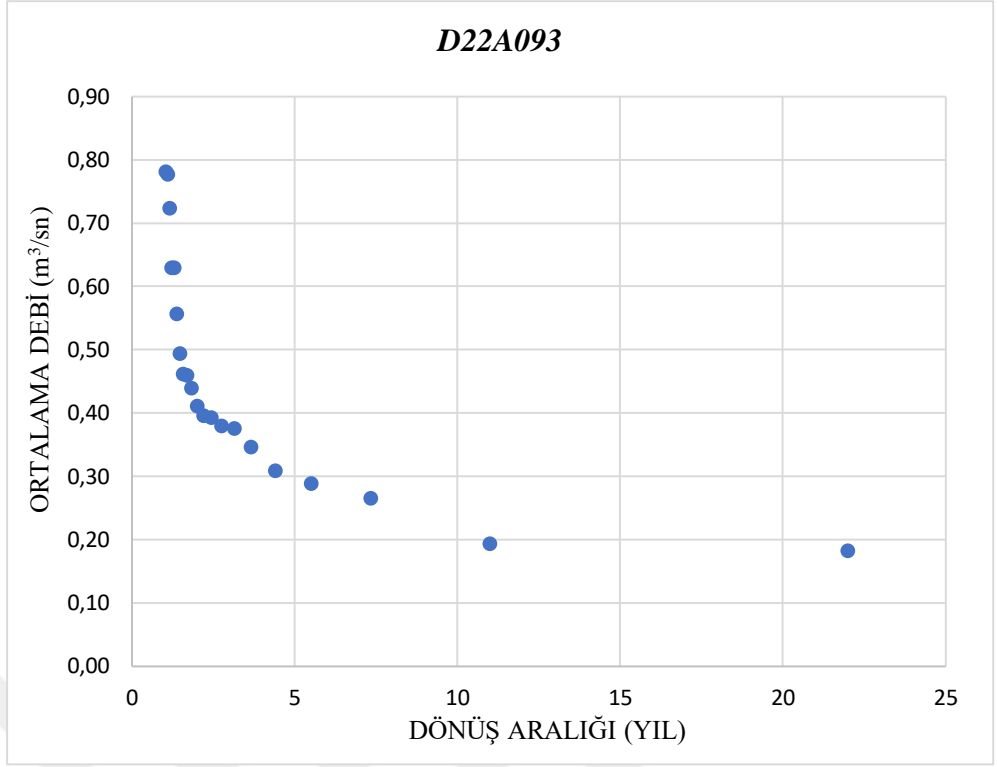
Şekil 3. 12 D22A058 istasyonu debi frekans çizgisi



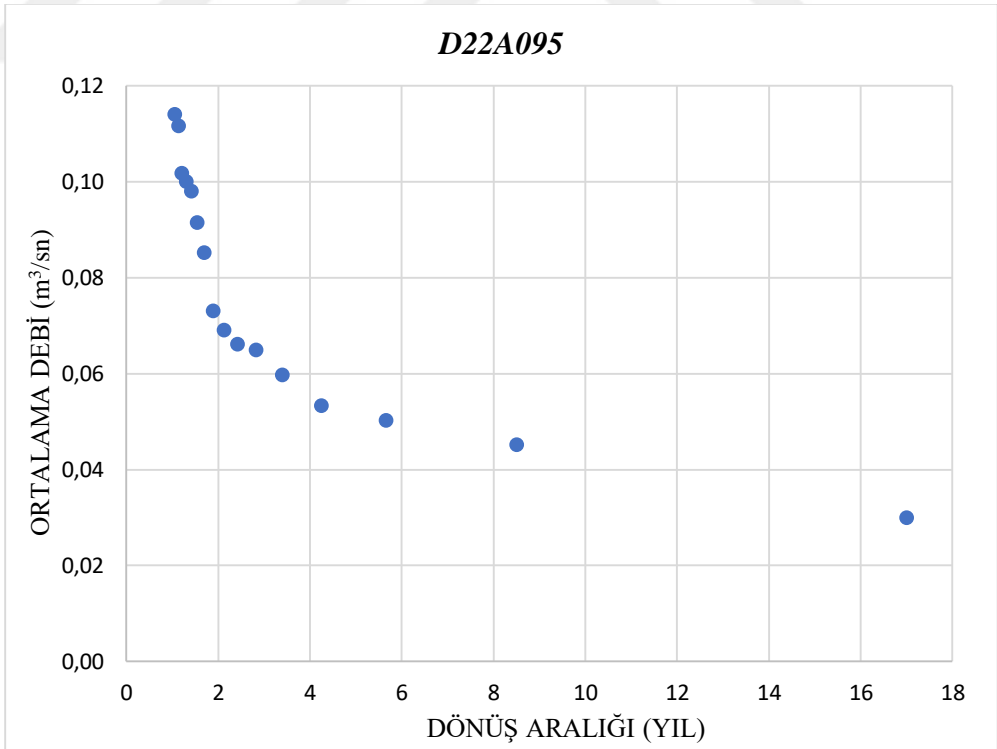
Şekil 3. 13 D22A064 istasyonu debi frekans çizgisi



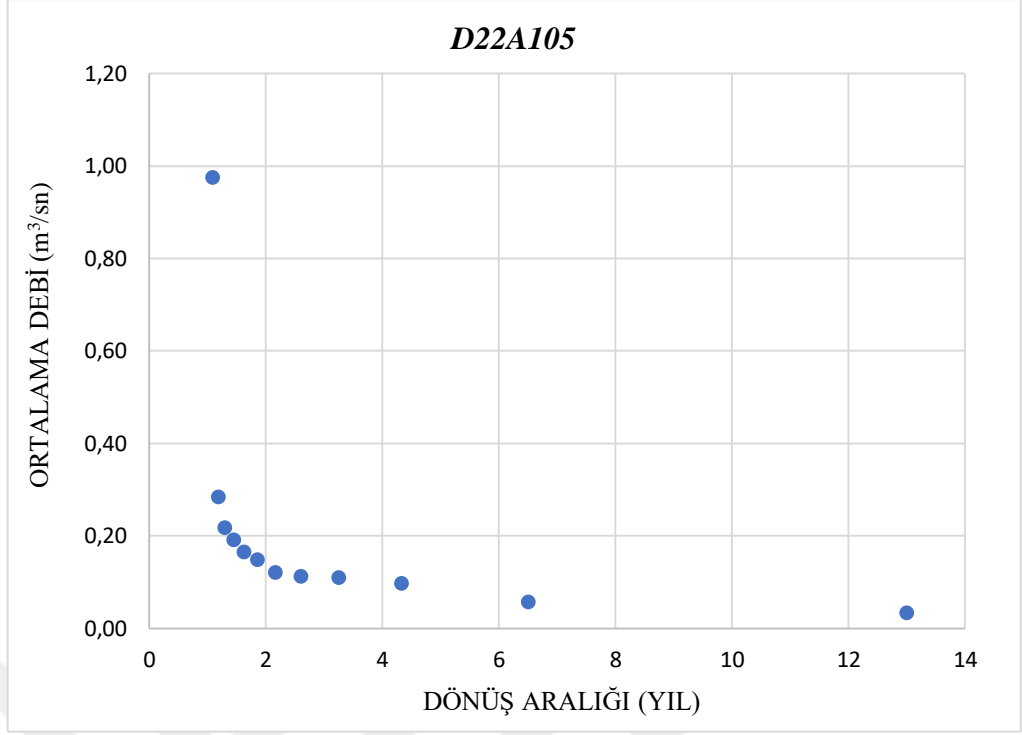
Şekil 3. 14 D22A084 istasyonu debi frekans çizgisi



Şekil 3. 15 D22A093 istasyonu debi frekans çizgisi



Şekil 3. 16 D22A095 istasyonu debi frekans çizgisi



Şekil 3. 17 D22A105 istasyonu debi frekans çizgisi

3.7. Farklı Dönüş Süreleri İçin Düşük Akımların Tahmin Edilmesi

Literatürde düşük akımlar yani kuraklık durumuna uygunluğu kabul edilen olasılık dağılım fonksiyonları vardır. Bu dağılım fonksiyonları kullanılarak farklı dönüş süreleri için akım tahminleri yapılmıştır. Kullanılan dağılımlar, iki parametrelili ve üç parametrelili olarak ayrılmıştır.

3.7.1. Dağılım parametrelerinin hesaplanması

Belirlenen 7 adet istasyon için ayrı ayrı dağılım parametreleri hesaplanmış ve Çizelge 3.13 ile Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3.13 İki parametrelili dağılım parametreleri

İstasyon No	İki Parametrelili Dağılımlar					
	LN2		W2		Ü2	
	μ_y	s_y	k	α	c	x_0
D22A044	-0.0200	0.6343	-0.4127	0.3400	-1.0000	0.0000
D22A058	-0.3908	0.4467	-1.7147	0.0100	-1.0000	0.0000
D22A064	0.0376	0.5007	0.0503	0.4800	-1.0000	0.0000
D22A084	-1.5481	0.5264	-0.2367	0.0800	-1.0000	0.0000
D22A093	-0.8603	0.3661	0.0645	0.1500	-1.0000	0.0000
D22A095	-2.6286	0.3141	0.3007	0.0300	-1.0000	0.0000
D22A105	-1.9787	0.9144	-0.5794	0.0700	-1.0000	0.0000

Çizelge 3.14 Üç parametrelili dağılım parametreleri

Üç Parametrelili Dağılımlar									
İstasyon No	LN3			W3			P3		
	μ_y	s_y	x_0	k	u	α	μ_x	s_x	C_{sx}
D22A044	-0.1858	0.6674	0.1521	0.9162	0.2355	0.9929	1.1987	0.8436	2.3521
D22A058	-0.3001	0.4477	-0.0678	0.6462	0.1907	0.6186	0.7475	0.3513	0.6313
D22A064	0.0948	0.5038	-0.0612	0.6379	0.1696	1.1193	1.1769	0.6282	2.0153
D22A084	-1.9372	0.6875	0.0626	0.9485	0.0915	0.1559	0.2443	0.1380	2.2764
D22A093	-0.4443	0.2582	-0.2105	0.4594	0.0907	0.4063	0.4523	0.1713	0.4686
D22A095	-2.6387	0.3596	0.8705	0.1791	-0.0412	0.1273	0.0758	0.0244	-0.0507
D22A105	-2.0930	0.9236	0.0151	1.4359	0.0248	0.1482	0.2100	0.2401	2.6241
Üç Parametrelili Dağılımlar									
İstasyon No	LP3			GEV			GL		
	μ_y	s_y	C_{sy}	k	α	u	k	u	α
D22A044	-0.1858	0.6674	0.0089	1.4022	0.7319	-0.2791	-0.4642	1.1987	-0.4844
D22A058	-0.3001	0.4477	-0.2299	9.9538	-0.0003	0.0002	-2.1134	0.7475	-0.0271
D22A064	0.0948	0.5038	-0.5131	0.5414	0.6165	-0.4424	-0.1381	1.1769	-0.9308
D22A084	-1.9372	0.6875	-0.1092	1.0170	0.1365	-0.0672	-0.3308	0.2443	-0.1337
D22A093	-0.4443	0.2582	-0.0175	0.5220	0.1947	-0.1418	-0.1293	0.4523	-0.3633
D22A095	-2.6387	0.3596	-0.6753	0.2427	0.0256	-0.0244	0.0089	0.0758	-0.0770
D22A105	-2.0930	0.9236	0.1372	1.8530	0.1733	-0.0534	-0.6033	0.2100	-0.0574

3.7.2. 7 günlük minimum akımların tahmin edilmesi

Farklı olasılık dağılım fonksiyonları kullanılarak 2, 5, 10 ve 25 yıllık dönemler için 7 istasyon için tahminler yapılmıştır. Bu bölümde iki ve üç parametrelilik üzere toplam 9 adet dağılım fonksiyonu kullanılarak tahminler yapılmış ve **Çizelge 3.15-Çizelge 3.21**'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.15 D22A044 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A044	İki Parametrelilik			Üç Parametrelilik					
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.98	0.40	0.00	0.98	0.95	0.50	0.83	0.03	1.20
5	1.67	0.63	0.00	1.61	0.49	2.26	0.83	-	1.69
10	2.21	0.86	0.00	2.11	0.36	3.70	0.84	-	1.87
25	2.99	1.27	0.00	2.83	0.29	5.68	0.84	-	2.00

D22A044 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise GL (T=2) ve P3 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir.

Çizelge 3.16 D22A058 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A058	İki Parametrelilik			Üç Parametrelilik					
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.68	0.02	0.00	0.67	0.68	0.73	0.75	0.00	0.75
5	0.98	0.13	0.00	1.01	0.43	0.92	0.68	0.00	0.76
10	1.20	0.47	0.00	1.25	0.34	1.04	0.65	0.00	0.76
25	1.48	2.41	0.00	1.56	0.27	1.18	0.61	0.00	0.76

D22A058 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise LP3 (T=2), LN3 (T=5,10) ve W2 (T=25) dağılımlarına aittir.

Çizelge 3. 17 D22A064 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A064	İki Parametrel				Üç Parametrel				
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	1.04	0.47	0.00	1.04	1.06	0.79	1.19	0.49	1.18
5	1.58	0.45	0.00	1.62	0.60	1.95	0.94	0.06	2.35
10	1.97	0.43	0.00	2.04	0.44	2.83	0.79	-	2.94
25	2.50	0.41	0.00	2.60	0.32	3.99	0.62	-	3.57

D22A064 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise LP3 (T=2), GL (T=5,10) ve P3 (T=25) dağılımlarına aittir. GEV dağılımında bazı değerler negatif tarafta kaldığından bu istasyonda kullanılması uygun görülmemiştir.

Çizelge 3. 18 D22A084 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A084	İki Parametrel				Üç Parametrel				
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.21	0.09	0.00	0.21	0.20	0.14	0.15	0.03	0.24
5	0.33	0.11	0.00	0.32	0.13	0.42	0.14	-0.04	0.39
10	0.42	0.14	0.00	0.41	0.11	0.64	0.13	-0.05	0.45
25	0.54	0.17	0.00	0.54	0.10	0.95	0.12	-0.06	0.51

D22A084 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise GL (T=2) ve P3 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir. GEV dağılımında bazı değerler negatif tarafta kaldığı için bu istasyonda kullanılması uygun görülmemiştir.

Çizelge 3. 19 D22A093 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A093	İki Parametrelili			Üç Parametrelili					
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.42	0.15	0.00	0.43	0.43	0.45	0.64	0.17	0.45
5	0.58	0.14	0.00	0.59	0.29	0.52	0.64	0.03	0.91
10	0.68	0.13	0.00	0.68	0.24	0.56	0.64	-	1.15
25	0.80	0.12	0.00	0.80	0.18	0.61	0.64	-	1.40

D22A093 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise LP3 (T=2) ve GL (T=5,10,25) dağılımlarına aittir. GEV dağılımında bazı değerler negatif tarafta kaldığı için bu istasyonda kullanılması uygun görülmemiştir.

Çizelge 3. 20 D22A095 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A095	İki Parametrelili			Üç Parametrelili					
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.07	0.03	0.00	0.94	0.08	-	-	0.07	0.08
5	0.09	0.02	0.00	0.97	0.06	-	-	0.05	0.18
10	0.11	0.02	0.00	0.98	0.04	-	-	0.04	0.25
25	0.13	0.01	0.00	1.00	0.03	-	-	0.02	0.32

D22A095 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise LN3 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. P3 ve LP3 dağılımları bu istasyon için uygun görülmemiştir.

D22A105 istasyonu incelendiğinde en düşük değerler Ü2 (T=2,5,10,25) dağılımına aittir. En yüksek değerler ise GL (T=2) ve P3 (T=5,10,25) dağılımlarına aittir. Bazı değerler negatif alanda kaldığı için hesaplanmamıştır.

Çizelge 3. 22 ve **Çizelge 3. 23** en düşük ve en yüksek tahmin değerlerini içermektedir. Bu çizelgeler incelendiğinde 2,5,10 ve 25 yıllık dönüş aralıkları için Ü2 dağılımının % 100 oranında en düşük değerlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 3. 21 D22A105 istasyonunda farklı dönüş araları için tahminler

D22A105	İki Parametrelİ				Üç Parametrelİ				
	T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV
2	0.14	0.09	0.00	0.14	0.11	-0.02	0.12	-	0.21
5	0.30	0.17	0.00	0.28	0.04	0.52	0.13	-	0.26
10	0.45	0.26	0.00	0.42	0.03	0.99	0.14	-	0.28
25	0.69	0.45	0.00	0.64	0.03	1.64	0.16	-	0.29

Çizelge 3. 22 İstasyonlar için en düşük tahminler ve dağılımları

T	7 istasyon için en düşük tahminler (m ³ /sn)						
	D22A044	D22A058	D22A064	D22A084	D22A093	D22A095	D22A105
2	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)
5	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)
10	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)
25	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)	0.00 (Ü2)

Çizelge 3. 23 İstasyonlar için en yüksek tahminler ve dağılımları

T	7 istasyon için en yüksek tahminler (m ³ /sn)						
	D22A044	D22A058	D22A064	D22A084	D22A093	D22A095	D22A105
2	1.20 (GL)	0.75 (LP3)	1.19 (LP3)	0.24 (GL)	0.64 (LP3)	0.94 (LN3)	0.21 (GL)
5	2.26 (P3)	1.01 (LN3)	2.35 (GL)	0.42 (P3)	0.91 (GL)	0.97 (LN3)	0.52 (P3)
10	3.70 (P3)	1.25 (LN3)	2.94 (GL)	0.64 (P3)	1.15 (GL)	0.98 (LN3)	0.99 (P3)
25	5.68 (P3)	2.41 (W2)	3.99 (P3)	0.95 (P3)	1.40 (GL)	1.00 (LN3)	1.64 (P3)

3.8. Farklı Dönüş Süreleri için Yıl İçi Debi Frekans Değerleri ile Tahmin Edilen Sonuçların Kıyaslanması

Bu bölümde 7 adet istasyon verileri kullanılarak debi frekans çizgilerinde farklı dönüş sürelerine (T=2,5,10,25) karşılık gelen minimum değerler belirlenmiş ve daha sonra olasılık dağılım fonksiyonları ile hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 3. 24-Çizelge 3. 30).

Çizelge 3. 24 D22A044 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A044 KARADERE AYTAŞ										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.98	0.40	0.00	0.98	0.95	0.50	0.83	0.03	1.20	1.16
5	1.67	0.63	0.00	1.61	0.49	2.26	0.83	-	1.69	0.68
10	2.21	0.86	0.00	2.11	0.36	3.70	0.84	-	1.87	0.46
25	2.99	1.27	0.00	2.83	0.29	5.68	0.84	-	2.00	0.27

D22A044 için kıyaslama yapıldığında Y.İ.D.F ile GL dağılımı arasında önemli farklılıklar bulunduğu ve GL dağılım değerlerinin daha büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. 25 D22A058 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A058 GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.68	0.02	0.00	0.67	0.68	0.73	0.75	0.00	0.75	0.77
5	0.98	0.13	0.00	1.01	0.43	0.92	0.68	0.00	0.76	0.46
10	1.20	0.47	0.00	1.25	0.34	1.04	0.65	0.00	0.76	0.31
25	1.48	2.41	0.00	1.56	0.27	1.18	0.61	0.00	0.76	0.18

D22A058 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerlerinin üst sınır olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 3. 26 D22A064 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A064 PAZAR S. KOVANLIK										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	1.04	0.47	0.00	1.04	1.06	0.79	1.19	0.49	1.18	1.20
5	1.58	0.45	0.00	1.62	0.60	1.95	0.94	0.06	2.35	0.68
10	1.97	0.43	0.00	2.04	0.44	2.83	0.79	-	2.94	0.44
25	2.50	0.41	0.00	2.60	0.32	3.99	0.62	-	3.57	0.25

D22A064 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerlerinin üst sınır olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 3. 27 D22A084 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A084 KORUM D. YAĞLIDERE										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.21	0.09	0.00	0.21	0.20	0.14	0.15	0.03	0.24	0.25
5	0.33	0.11	0.00	0.32	0.13	0.42	0.14	-	0.39	0.15
10	0.42	0.14	0.00	0.41	0.11	0.64	0.13	-	0.45	0.11
25	0.54	0.17	0.00	0.54	0.10	0.95	0.12	-	0.51	0.07

D22A084 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerlerinin üst sınır olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 3. 28 D22A093 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A093 TURNASUYU CUMHURİYET KÖYÜ										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.42	0.15	0.00	0.43	0.43	0.45	0.64	0.17	0.45	0.47
5	0.58	0.14	0.00	0.59	0.29	0.52	0.64	0.03	0.91	0.30
10	0.68	0.13	0.00	0.68	0.24	0.56	0.64	-	1.15	0.22
25	0.80	0.12	0.00	0.80	0.18	0.61	0.64	-	1.40	0.14

D22A093 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerlerinin üst sınır olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 3. 29 D22A095 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A095 YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.07	0.03	0.00	0.94	0.08	-	-	0.07	0.08	0.08
5	0.09	0.02	0.00	0.97	0.06	-	-	0.05	0.18	0.05
10	0.11	0.02	0.00	0.98	0.04	-	-	0.04	0.25	0.04
25	0.13	0.01	0.00	1.00	0.03	-	-	0.02	0.32	0.02

D22A095 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerler ile LN3 dağılımı arasında önemli farklılıklar olduğu ve LN3 değerlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 3. 30 D22A105 için 7 günlük minimum akım kıyaslaması

D22A105 DEĞİRMENDERE D. SALIPAZARI										
T	LN2	W2	Ü2	LN3	W3	P3	LP3	GEV	GL	Y.İ.D.F
2	0.14	0.09	0.00	0.14	0.11	-	0.12	-	0.21	0.18
5	0.30	0.17	0.00	0.28	0.04	0.52	0.13	-	0.26	0.07
10	0.45	0.26	0.00	0.42	0.03	0.99	0.14	-	0.28	0.04
25	0.69	0.45	0.00	0.64	0.03	1.64	0.16	-	0.29	0.01

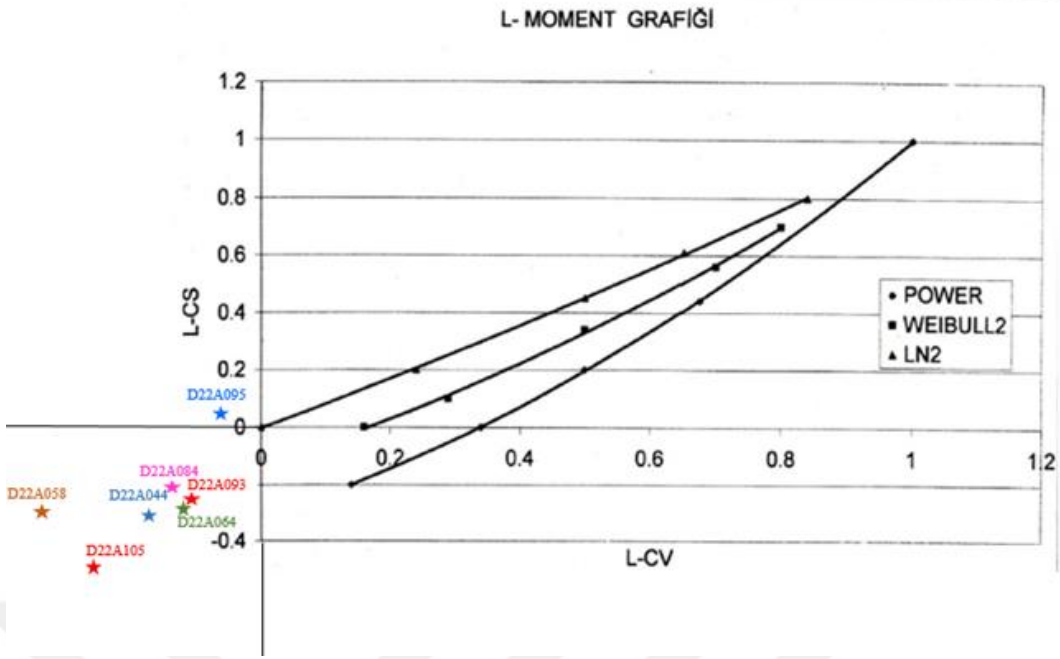
D22A105 için kıyaslama yapıldığında yıl içi debi frekans değerleri ile P3 dağılımı arasında önemli farklılıklar olduğu ve P3 değerlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılabılır.

3.9. Dağılımlar Üzerinde Uygunluk Testlerinin İncelenmesi

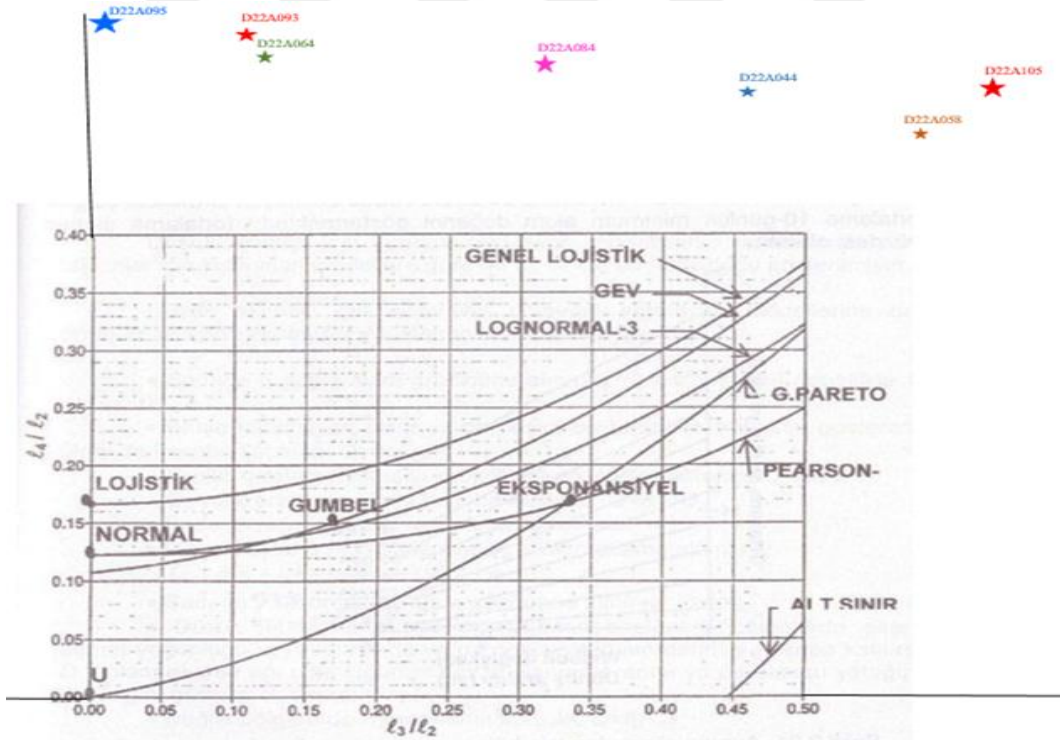
Hesaplanan dağılımların elde edilen istasyon verilerine uygun olup olmadığını kontrol etmek için çeşitli testler uygulanmaktadır. 7 adet istasyon verileri için L-Momentler, K-S ve PPCC testleri yapılmıştır. Oluşabilecek tasarım ve kullanım hatalarını erkenden belirleyip önleyebilmek için verilere en uygun dağılımı seçmek gerekmektedir.

3.9.1. L-Momentler Testi Uygulanması

Daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere iki parametrelili dağılımlar için ($\tau_2=\lambda_2/\lambda_1$) ve ($\tau_3=\lambda_3/\lambda_2$) oranları, üç parametrelili dağılımlar için ise ($\tau_3=\lambda_3/\lambda_2$) ve ($\tau_4=\lambda_4/\lambda_2$) oranları hesaplanarak **Şekil 3. 18** ve **Şekil 3. 19** üzerinde belirtilir. Belirtilen bu noktalar hangi dağılım eğrisine daha yakın ise o dağılım en uygun dağılım olarak seçilir (**Çizelge 3. 31**).



Şekil 3. 18 İki parametrelı dağılımlar için L-Moment diyagramı



Şekil 3. 19 Üç parametrelı dağılımlar için L-Moment diyagramı

Çizelge 3. 31 L-Moment test sonuçları

İstasyon No	İki Parametrelili	Üç Parametrelili
D22A044	W2	GL
D22A058	W2	GL
D22A064	W2	GL
D22A084	W2	GL
D22A093	W2	GL
D22A095	LN2	GL
D22A105	W2	GL

3.9.2. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi Uygulaması

Çalışılan her istasyon için dağılımların eklenik dağılım fonksiyonları hesaplanır ve ulaşılan en yüksek değerde ki Δ 'lar seçilir. Daha sonra istasyonların N değerleri göz önünde bulundurularak $\alpha=0,05$ değeri için (**EK B.2** ve **EK B.3**)'ten Δ 'nın kritik değeri okunur. Okunan değerler hesaplanan Δ değerleri ile karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda $\Delta < \Delta_c$ sonucuna ulaşırsa belirlenen α değerinde dağılımların istasyonlara uygun olduğu kabul edilir.

Çalışılan tüm istasyonlar için hesaplamalar yapılmıştır. Bunun sonucunda D22A044, D22A058, D22A084 ve D22A105 istasyonlarında W2 dağılımı fonksiyon sınırları sağlanamadığı için hesaplanamamıştır. Ü2 dağılımının ise tüm istasyonlarda sınırları sağlanamadığından hesaplanamamıştır. D22A095 istasyonunda ise $x-x_0$ değeri negatif olduğu için verilerin ln değeri hesaplanamamış ve LN3 dağılımında hesaplama yapılamamıştır.

Çizelge 3. 32'de ulaşılan sonuçlar ile kritik Δ değerleri karşılaştırılmış ve uygun olan dağılımlar (+), uygun olmayan dağılımlar (-) işaretlenerek belirtilmiştir. Çizelgeye göre sadece W3 dağılımı %28.6 uygunluk oranına sahiptir.

Çizelge 3. 32 K-S testi Δ ve Δ_c değerlerinin karşılaştırması ($\alpha=0.05$)

İstasyon No	Δ	İki Parametrelili		Üç Parametrelili			
		LN2	W2	LN3	W3	GEV	GL
D22A044	Δ	0.9957		0.9918	0.2505	0.7676	0.8195
	Δ_c	0.1778		0.1778	0.2780	0.2780	0.2780
	uygunluk	-		-	+	-	-
D22A058	Δ	0.9649		0.9699	0.3066	15.8655	0.8203
	Δ_c	0.1566		0.1566	0.2360	0.2360	0.2360
	uygunluk	-		-	-	-	-
D22A064	Δ	0.9918	0.9688	0.9936	0.6198	0.8776	0.9726
	Δ_c	0.1566	0.2360	0.1566	0.2360	0.2360	0.2360
	uygunluk	-	-	-	-	-	-
D22A084	Δ	0.9962		0.9887	0.4262	0.8957	0.7748
	Δ_c	0.1826		0.1826	0.2860	0.2860	0.2860
	uygunluk	-		-	-	-	-
D22A093	Δ	0.9418	0.9524	0.9545	0.9271	0.9511	0.7240
	Δ_c	0.1826	0.2860	0.1826	0.2860	0.2860	0.2860
	uygunluk	-	-	-	-	-	-
D22A095	Δ	0.9032	0.9015		0.8936	0.5927	0.6213
	Δ_c	0.1946	0.3300		0.3300	0.3300	0.3300
	uygunluk	-	-		-	-	-
D22A105	Δ	0.9916		0.9884	0.2366	123.2448	0.8471
	Δ_c	0.2042		0.2042	0.3820	0.3820	0.3820
	uygunluk	-		-	+	-	-

3.9.3. Olasılık Çizgisi Korelasyon (PPCC) Testi Uygulaması

Bu testi uygulamanın ilk aşaması her bir istasyon için verilerin küçükten büyüğe doğru sıralanmasıdır. Daha sonra dağılımlar için $F(x_i)$ değerleri hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak z değerleri **EK B.1** yardımı ile belirlenmiştir. Belirlenen z değerleri ile x_i (7 günlük minimum akım) değerleri arasında bir korelasyon katsayısı (r) değeri hesaplanır. **EK B.4** ve **EK B.5** kullanılarak kritik r (r_c) değerleri belirlenerek karşılaştırma yapılır. Karşılaştırma sonucu $r_c < r$ olduğunda dağılımın verilere uygun olduğu kabul edilir.

PPCC testi dağılımlardan iki ve üç parametrelili lognormal (LN, LN3) için hesaplanabilir. **Çizelge 3. 33**'te belirtilen (+) işaretler dağılımın uygun olduğunu (-) değerler ise uygun olmadığını gösterir.

Çizelge 3. 33 PPCC test sonuçlarının karşılaştırılması ($\alpha=0.05$)

PPCC TESTİ ($\alpha=0.05$)			
İstasyon No	r	LN	LN3
D22A044	r	0.963	0.961
	r_c	0.956	0.956
	uygunluk	+	+
D22A058	r	0.982	0.984
	r_c	0.966	0.966
	uygunluk	+	+
D22A064	r	0.956	0.960
	r_c	0.966	0.966
	uygunluk	-	-
D22A084	r	0.980	0.985
	r_c	0.952	0.952
	uygunluk	+	+
D22A093	r	0.985	0.989
	r_c	0.952	0.952
	uygunluk	+	+
D22A095	r	0.971	-0.986
	r_c	0.941	0.941
	uygunluk	+	-
D22A105	r	0.987	0.993
	r_c	0.928	0.928
	uygunluk	+	+

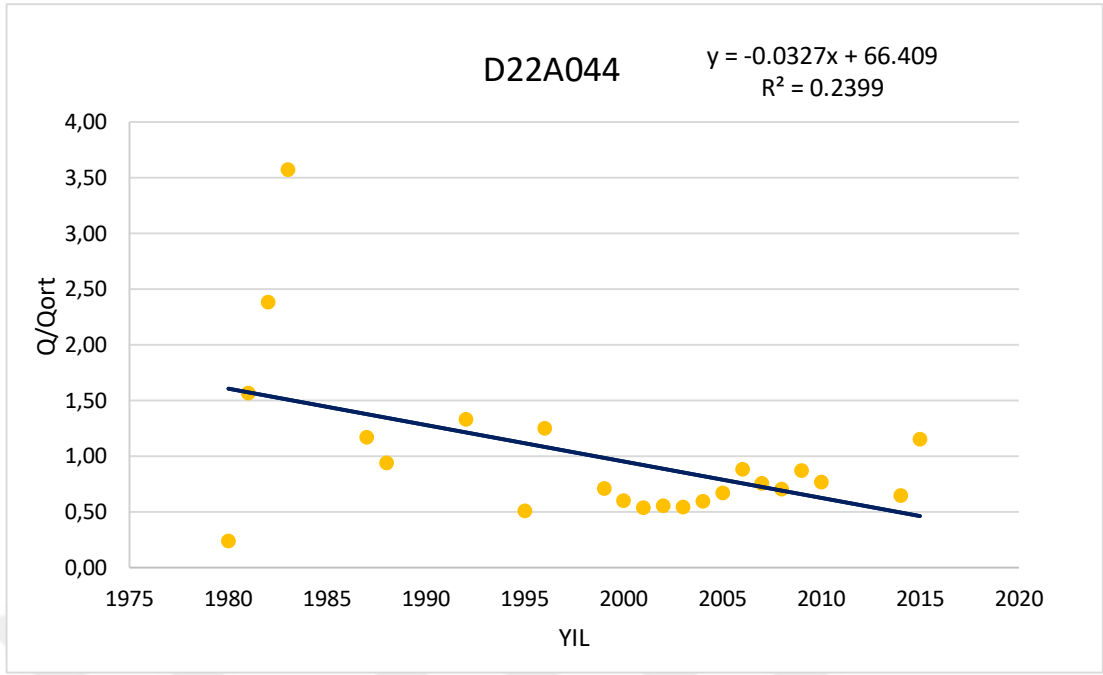
3.10. Trend (Gidiş) Analizi Sonuçları

Bu çalışmada her istasyon için Mann-Kendall yöntemi ile trend analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları **Çizelge 3.34'** te belirtilmiştir. Z'nin mutlak değeri ile standart normal dağılımın $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ($\alpha=0.05$) değeri karşılaştırılmıştır. Sonuçta $|Z| > Z_{\alpha/2}$ sağlandığında trend var sonucuna ulaşılmıştır. Trend var sonucuna ulaşıldığında Z değeri negatif ise azalan, pozitif ise artan trend olduğu kabul edilir.

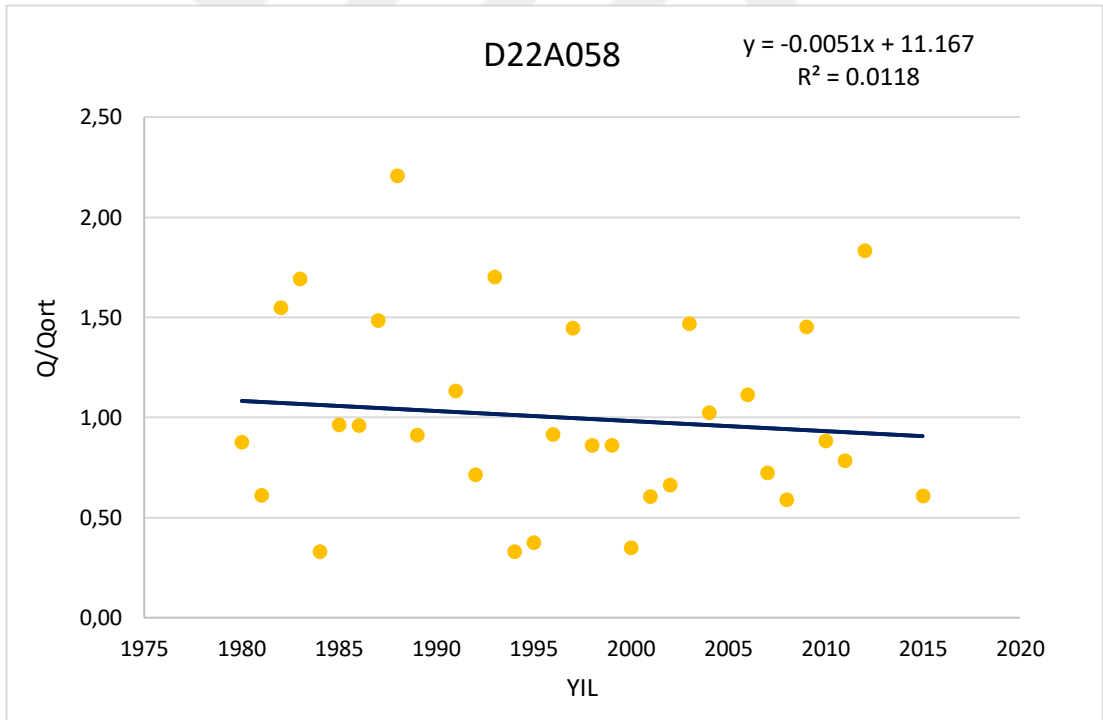
Çizelge 3.34 Trend analizi sonuçları (Mann-Kendall)

İstasyon No	N	S	τ	σ_s	Z	$Z_{\alpha/2}$	Trend
D22A044	23	0	-0.1265	37.86	-0.82	1.96	YOK
D22A058	32	-44	-0.0887	61.62	-0.70	1.96	YOK
D22A064	32	86	0.1734	61.63	1.38	1.96	YOK
D22A084	21	-68	-0.3238	33.07	-2.03	1.96	VAR
D22A093	21	-24	-0.1143	33.06	-0.70	1.96	YOK
D22A095	16	18	0.1500	21.89	0.78	1.96	YOK
D22A105	12	-16	-0.2424	14.55	-1.03	1.96	YOK

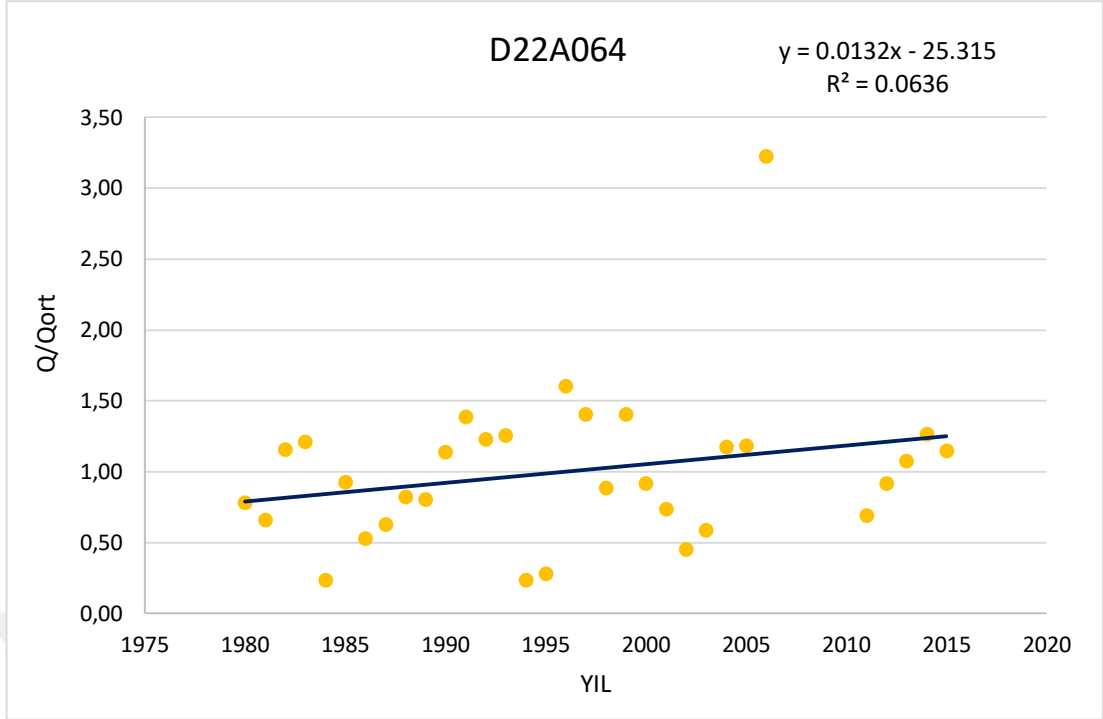
Çizelge 3.34 incelendiğinde sadece D22A084 numaralı istasyonda trend olduğu belirlenmiştir ve bu trend zaman içinde azalan yöndedir. **Çizelge 3.34'**te gösterilen sonuçları grafik ile kontrol edebilmek için 7 günlük minimum akımlar ile bu akımların ortalamaları oranlanarak boyutsuz hale dönüştürülüp lineer trend doğruları ile çizilmiştir (**Şekil 3.20-Şekil 3. 26**).



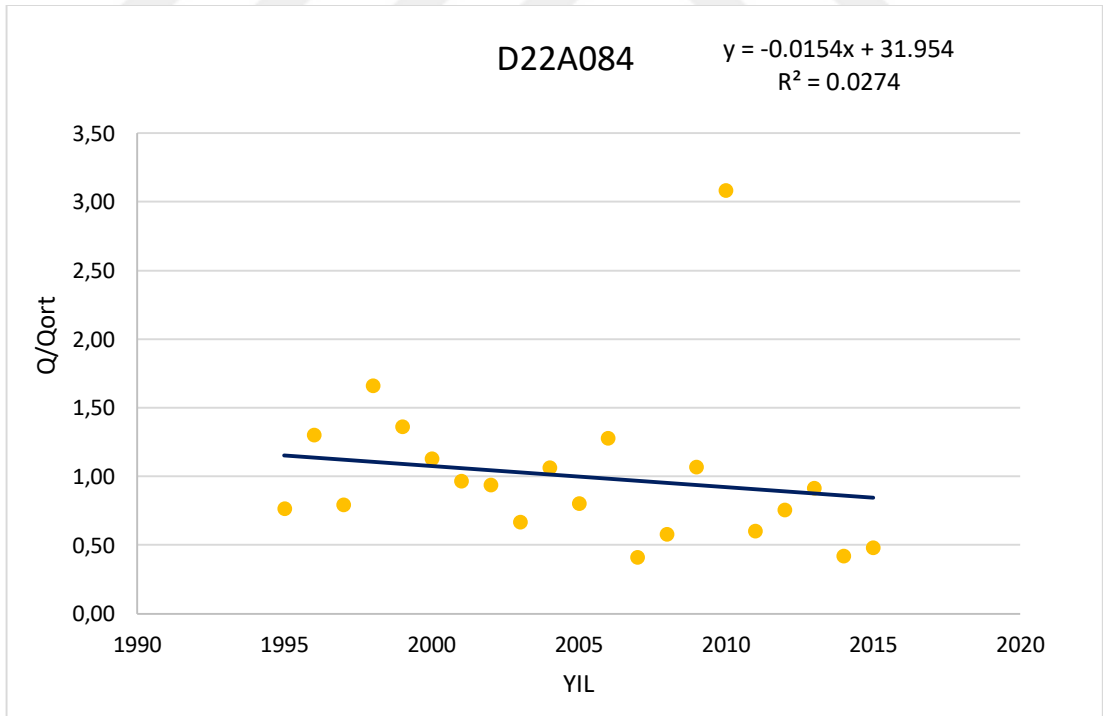
Şekil 3.20 D22A044 istasyonu için debi gidiş grafiği



Şekil 3.21 D22A058 istasyonu için debi gidiş grafiği

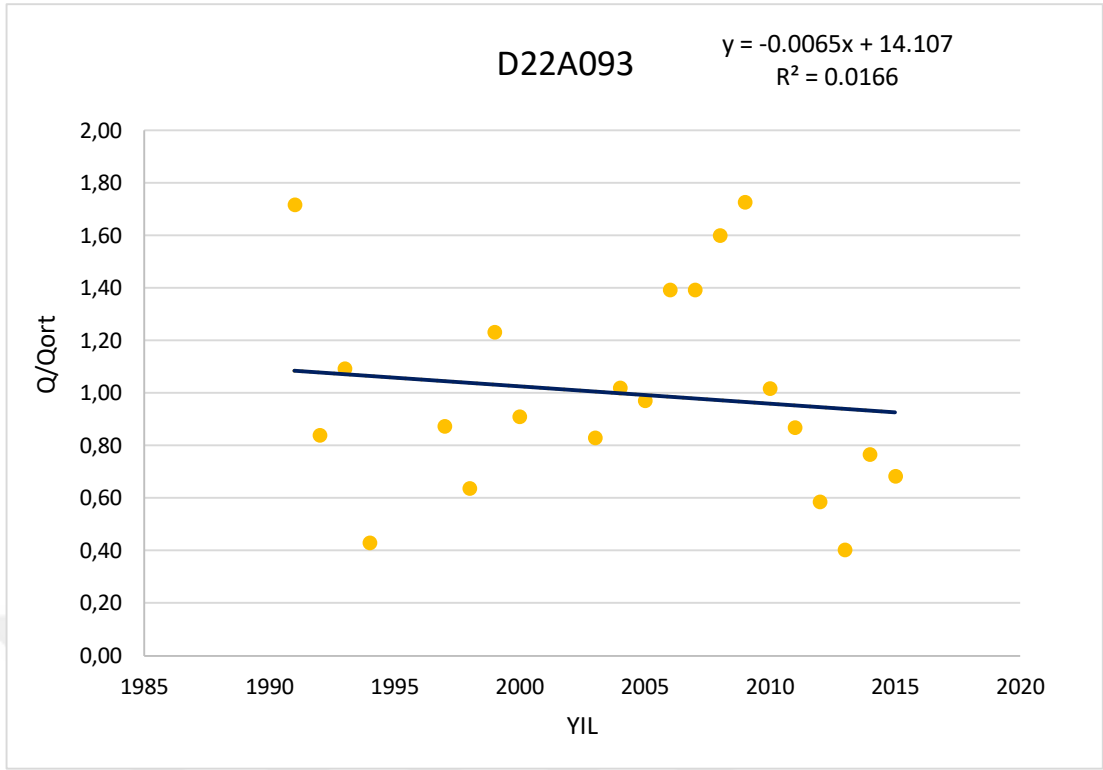


Şekil 3.22 D22A064 istasyonu için debi gidiş grafiği

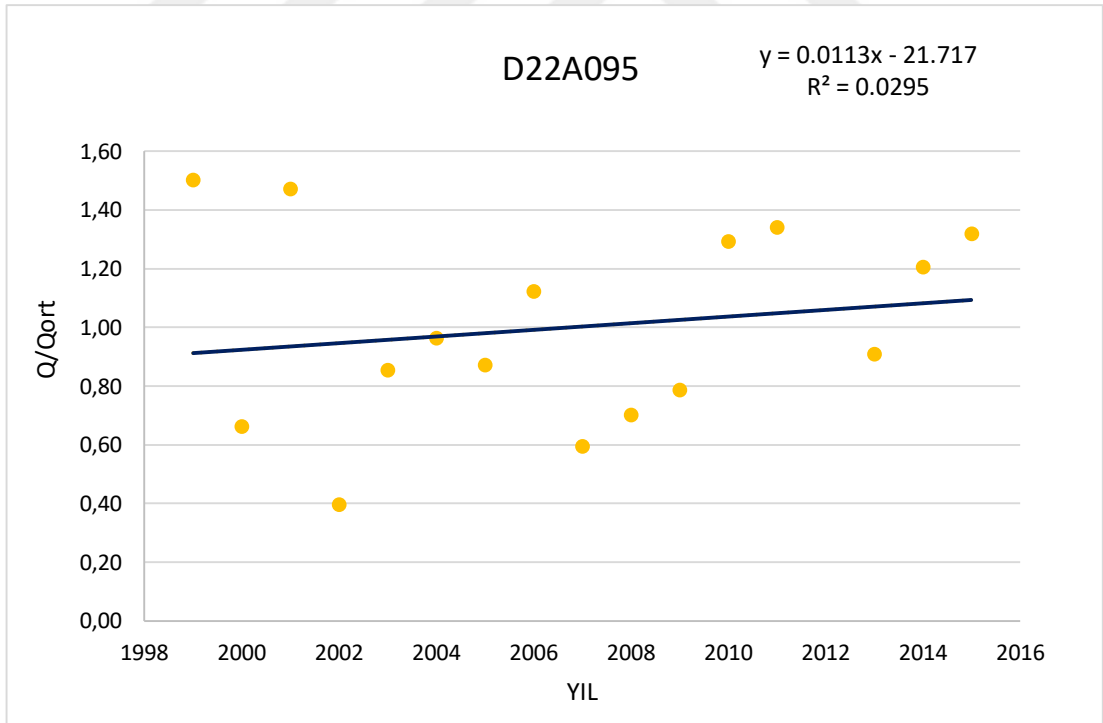


Şekil 3. 23 D22A084 istasyonu için debi gidiş grafiği

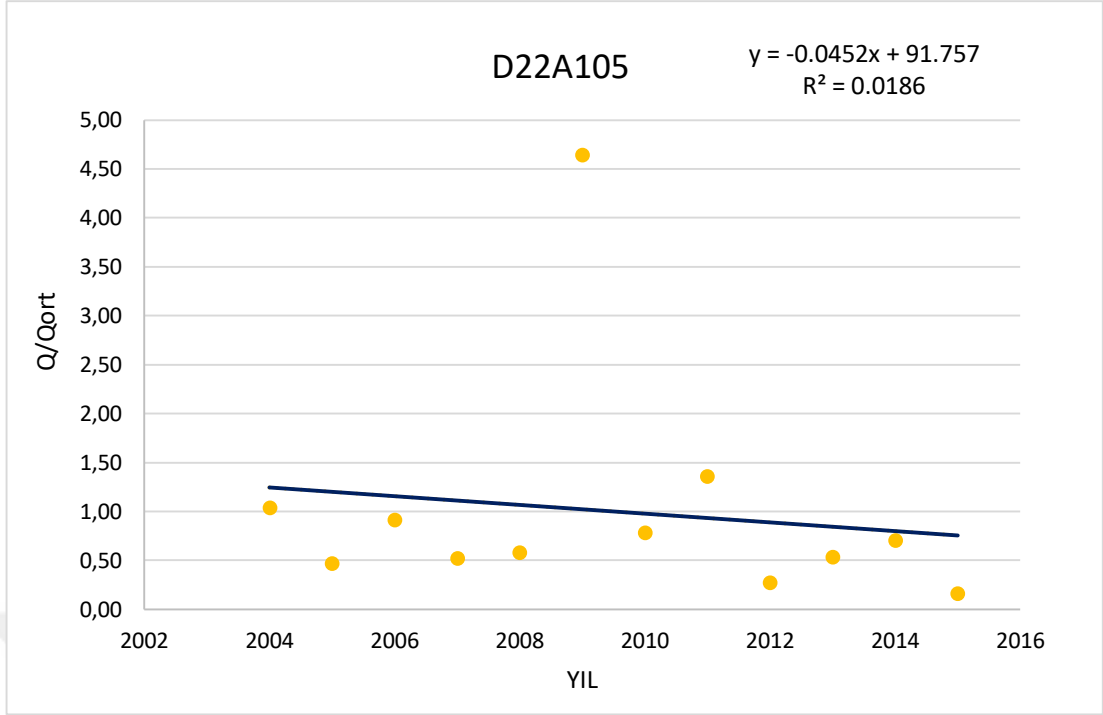
Şekil 3.22 incelendiğinde trendin zaman içinde azalan yönde olduğu görülebilir.



Şekil 3. 24 D22A093 istasyonu için debi gidiş grafiği



Şekil 3. 25 D22A095 istasyonu için debi gidiş grafiği



Şekil 3. 26 D22A105 istasyonu için debi gidiş grafiği

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin belirli istasyonlarında kuraklık analizi yapılmıştır. Bu bölgede yer alan ve verilerine DSİ veri tabanından ulaşılan 41 adet gözlem istasyonu verileri incelenmiştir. Verilerin belirlenen 7 adet istasyonda daha nitelikli ve uzun süreli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu istasyonlar D22A044, D22A058, D22A064, D22A093, D22A095 ve D22A105 kodları ile belirtilmiştir. İstasyonlar 1980 ile 2015 yılları arasındaki verilere göre analiz edilmiş ve eksik olan veri yılları EK C'de verilmiştir. İstasyonlardaki eksik verileri tamamlamak için doğrusal regresyon yöntemi kullanılması planlanmış lakin günlük verilerde eksiklik olmadığı görülmüştür. Debi süreklilik çizgileri çizilmiş ve her istasyon için ayrı ayrı 7 günlük minimum akım hesaplamaları yapılmıştır. Bunlara ek olarak farklı dönüş araları için akım tahminleri yapılmasının ardından zamana bağlı akımların değişimini analiz edebilmek için trend analizi uygulaması yapılmıştır.

Üzerinde çalışma yapılan istasyonların düşük akım kapasitesini anlatabilmek için zamanın %90'lık veya %95'lik oranında aşılma debi değerini kullanmak yerinde olmaktadır. **Çizelge 3.3** üzerinden Q_{90} değerleri okunabilmektedir. Elde edilen değerlere göre Q_{90} değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

İstasyonların debi süreklilik çizgileri ayrı ayrı incelendiğinde düşük akım bölgesi denilen alanda (aşılma yüzdesi > %50) yatık bir eğri gözlemlendiği için taban akışının fazla ve zeminin geçirimli özellikte olduğu yorumu yapılabilir.

Çalışmada literatürde verilere uyduğu kabul edilen olasılık dağılım fonksiyonları uygulanarak farklı dönüşüm araları için akım tahminleri yapılmıştır. Üzerinde çalışılan dağılımlar iki parametrelili (LN2-W2-Ü2) ve üç parametrelili (LN3-W3-P3-LP3-GEV-GL) olarak ikiye ayrılmaktadır.

Yapılan tahminler sonucunda incelenen tüm istasyonlarda en düşük dağılım fonksiyonu iki parametrelili üstel dağılım fonksiyonudur.

D22A044 ve D22A084 istasyonları için tahmin edilen değerler GEV dağılımında 5,10 ve 25 yıllık dönüş aralıklarında negatif değerde olduğundan bu dağılım bu dönüş aralıklarında uygun görülmemiştir.

D22A064 ve D22A093 istasyonları için tahmin edilen değerler GEV dağılımında 10 ve 25 yıllık dönüş aralıklarında negatif değerde olduğundan bu dağılım bu dönüş aralıklarında uygun görülmemiştir.

D22A095 istasyonu için tahmin edilen değerler P3 ve LP3 dağılımlarında negatif değerlere sahip olduğundan bu dağılımlar bu istasyon için uygun görülmemiştir.

D22A105 istasyonu için tahmin edilen değerler GEV dağılımında negatif değere sahip olduğundan bu dağılım bu istasyona uygun görülmemiştir.

Dönüş aralıkları 2,5,10 ve 25 olarak belirlenmiş ve tüm istasyonlar için tahmini akımlar incelendiğinde iki parametrelili üstel dağılım fonksiyonu %100 oranında en düşük akım değerlerine sahiptir.

Daha sonra hesaplanan 7 günlük minimum akım verilerine en yüksek uygunluğu olan dağılımı belirleyebilmek için L-Moment, K-S ve PPCC testleri yapılmıştır.

L-Momentler göz önünde bulundurularak yapılan uygunluk kontrolünde iki parametrelili dağılımlar ve üç parametrelili dağılımlar ayrı ayrı incelenmiştir. İki parametrelili dağılımlar %14.29 LN2, %85.71 W2 dağılımına uygunluk göstermektedir. Üç parametrelili dağılımlar ise %100 oranında GL dağılımına uygunluk göstermektedir.

K-S testi uygulaması tüm istasyonlar için ayrı ayrı yapılmıştır. D22A044, D22A058, D22A084 ve D22A105 istasyonları W2 dağılım fonksiyonlarında eşitlik sınırlarını sağlamadığı hesaplama yapılmamıştır. Ü2 dağılımı ise tüm istasyonlarda eşitlik sınırlarını sağlamamış ve hesaplanmamıştır. D22A095 istasyonunda ise $x-x_0$ değeri negatif olduğundan LN3 dağılımı için hesaplama yapılamamıştır. Sonuç olarak W3 dağılımı %28.6 oranında bir uygunluğa sahiptir.

PPCC testi, normal (LN, LN3) için hesaplanmıştır. Tüm istasyonlar için yapılan incelemelerde LN dağılımının %85.71 oranında uyumlu olduğu sonucu elde edilmiştir. LN3 dağılımının ise %71.43 oranında uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak istasyon verilerine Mann-Kendall trend analizi uygulaması yapılmıştır. Yapılan uygulamalarda 7 istasyondan sadece D22A084 numaralı istasyon üzerinde trend olduğu tespit edilmiştir ve bu trendin eğiliminin azalan yönde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçları teyit edebilmek amacıyla günlük minimum akımlar ve bu akımların ortalamaları oranlanarak boyutsuz hale getirilmiş daha sonra

lineer trend eğrileri çizilerek her iki yöntemin paralel sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Bu çalışma Doğu Karadeniz Bölgesi'nde kuraklık analizi yapabilmek adına düşük akımların analiz metotları kullanılarak hesaplanan farklı sonuçlar ışığında bölgede gerçekleştirilecek önleme çalışmaları ve mevcut faaliyetlerin geliştirilmesi için kaynak olarak kullanılabilir.



KAYNAKÇA

- Abdollahzadeh moradi, Y., (2012). Karun (İran) Üst Havzası'nda Taşkın Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akbaş, A., (2014). "Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar", Coğrafi Bilimler Dergisi, 12(2): 101-118.
- Bayazıt, M. (2013). Hidroloji. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Bayazıt, M., Avcı İ., Şen, Z., (2012). Hidroloji Uygulamaları. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Bayazıt, M., Önöz, B. (2008). Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi. Nobel Yayın, İstanbul.
- Bayazıt, M., Yeğen Oğuz E.B., (2013). Mühendisler İçin İstatistik. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Cebe, E., N., (2007). Türkiye Akarsularında Mevsimsel Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dabanlı, İ., (2017). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Yağış-Sıcaklığa Etkisi ve Kuraklık Analizi: Akarçay Örneği, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dağlı, Ö., Ö., (2004). Türkiye Akarsularında Bölgesel Trend Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dikici, M., (2019). "Asi Havzası'nda (Türkiye) Kuraklık Analizi", Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5(1): 22-40. DOI:10.21324/dacd.426784.
- Durak, S., (2000). Düşük Akım Hidroloji ve Ege Bölgesi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gümüş, V., Yıldız, M.S., Şimşek, O., (2018). "Hidrolojik Kuraklık Değerlendirmesi: Murat Nehri-Palu Örneği", Harran Üniversitesi, Şanlıurfa. 3(3): 297-301.
- Kale, M. M., (2021), "Akarçay Kapalı Havzası için Hidrolojik Kuraklık Analizi", Coğrafya Dergisi, 42:165-180. DOI:10.26650/JGEOG2021-892360.
- Küçükyaman, D., (2010). Kovada Gölü'nün Hidrolojik ve Meteorolojik Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Mahnamfar, F., (2012). İran'ın Karun Üst Havzasındaki Düşük Akımların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist J., (1993). The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, 17-22 January 1993, Anaheim, CA, 179-184.

- Noori, R., (2022). Batı Karadeniz Bölgesinde Yer Alan Filyos Nehri Havzası'nda Meteorolojik ve Hidrolojik Kuraklık Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Oğuztürk, G., (2010). Kızılırmak Havzası'nda SYI ile Kuraklık Analizi ve YSA Yöntemi ile Kuraklık Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Oruç, N., (2017). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Öz, A., (2020). Farklı Kuraklık İndisleri Kullanılarak Van Gölü Havzası Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Öztürk, S., (2004). Çoruh Havzası Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Partal, T., Yavuz, E., (2020). "Orta Karadeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesinde Kuraklık İndisleri Üzerine Trend Analizi Uygulanması", DÜMF Mühendislik Dergisi, 11(2): 851-861.
- Partigöç, N., S., Soğancı, S., (2019). "Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonucu: Kuraklık", Dirençlilik Dergisi, 3(2): 278-229, DOI:10.32569/resilience.619219.
- Saraçoğlu, Ö., (2002). Düşük Akım Hidroloji ve Akdeniz Bölgesi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Selçuk, D., (2017). Kızılırmak Havzası'nda Hidrometeorolojik Parametrelerle Kuraklık Analizi ve Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Sırdaş, S., (2022). Meteorolojik Kuraklık ve Türkiye Modellemesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi, 2(2), 95-103.
- Şen, Z., (2009). İklim Değişikliği İçerikli Kuraklık Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Topçu, E., (2013). L-Momentler ve Standart Yağış İndeksi (SYI) Yardımıyla Seyhan Havzası Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tosunoğlu, F., İspirli, M.N., Gürbüz, F., Şengül, S., (2017). "Fırat Havzası'ndaki Eksik Akım Verilerinin Debi Süreklilik Çizgileri ve Regresyon Modelleri ile Tahmin Edilmesi", Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 7(4): 85-94.
- Turan, E., S., (2018). "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu", Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(1): 63-69. DOI:10.213247/dacd.357384.

Vogel, R.W., McMartin, D.E., (1991). Probability plot goodness-of-fit and skewness estimation procedure for the pearson type 3 distribution, Water resour. Res., 27(12), Sf. 3149-3158.

World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: *Handbook of Drought Indicators and Indices* (M. Svoboda and B.A. Fuchs).

Yeğnidemir, M. K., (2005). İç Anadolu Bölgesinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYI) Metodu ile Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.

Yetmen, H., (2013). Türkiye'nin Kuraklık Analizi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Yıldırım, O., (2012). Fırat Havzası'nda Düşük Akımların Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Enerji Enstitüsü, İstanbul.

Url-1 < <https://www.mgm.gov.tr/> >, alındığı tarih: 22.02.2023

Url-2 < <https://www.dsi.gov.tr/> >, alındığı tarih: 27.02.2023

Url-3 < <https://6rbmp.tarimorman.gov.tr/> >, alındığı tarih 27.02.2023

Url-4 < <https://earth.google.com/> >, alındığı tarih: 10.03.2023

Url-5 < <https://www.drought.gov/> > alındığı tarih 05.12.2022

EKLER

EK A: Çalışılan istasyonlara göre debi frekans tabloları

EK B: Çizelgeler

EK C: Yıllara göre eksik veriler



EK A**EK A. 1 D22A044 istasyonu için yıl içi debi frekans tablosu**

SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	1980	0.29	24.000
2	1995	0.61	12.000
3	2001	0.65	8.000
4	2003	0.66	6.000
5	2002	0.67	4.800
6	2004	0.71	4.000
7	2000	0.72	3.429
8	2014	0.78	3.000
9	2005	0.81	2.667
10	2008	0.85	2.400
11	1999	0.86	2.182
12	2007	0.91	2.000
13	2010	0.93	1.846
14	2009	1.05	1.714
15	2006	1.06	1.600
16	1988	1.13	1.500
17	2015	1.39	1.412
18	1987	1.41	1.333
19	1996	1.50	1.263
20	1992	1.60	1.200
21	1981	1.88	1.143
22	1982	2.86	1.091
23	1983	4.29	1.043

EK A. 2 D22A058 istasyonu için debi frekans tablosu

SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	1984	0.25	33.000
2	1994	0.25	16.500
3	2000	0.26	11.000
4	1995	0.28	8.250
5	2008	0.44	6.600
6	2001	0.45	5.500
7	2015	0.45	4.714
8	1981	0.46	4.125
9	2002	0.49	3.667
10	1992	0.53	3.300
11	2007	0.54	3.000
12	2011	0.59	2.750
13	1998	0.64	2.538
14	1999	0.64	2.357
15	1980	0.66	2.200
16	2010	0.66	2.063
17	1989	0.68	1.941
18	1996	0.68	1.833
19	1985	0.72	1.737
20	1986	0.72	1.650
21	2004	0.76	1.571
22	2006	0.83	1.500
23	1991	0.85	1.435
24	1997	1.08	1.375
25	2009	1.09	1.320
26	2003	1.10	1.269
27	1987	1.11	1.222
28	1982	1.16	1.179
29	1983	1.26	1.138
30	1993	1.27	1.100
31	2012	1.37	1.065
32	1988	1.65	1.031

EK A.3 D22A064 istasyonu için debi frekans tablosu

SIRA	YIL	AKIM(m3/sn)	T(Weibull)
1	1984	0.28	33.000
2	1994	0.28	16.500
3	1995	0.33	11.000
4	2002	0.53	8.250
5	1986	0.62	6.600
6	2003	0.69	5.500
7	1987	0.74	4.714
8	1981	0.78	4.125
9	2011	0.82	3.667
10	2001	0.87	3.300
11	1980	0.92	3.000
12	1989	0.95	2.750
13	1988	0.97	2.538
14	1998	1.04	2.357
15	2000	1.08	2.200
16	2012	1.08	2.063
17	1985	1.09	1.941
18	2013	1.27	1.833
19	1990	1.34	1.737
20	2015	1.35	1.650
21	1982	1.36	1.571
22	2004	1.39	1.500
23	2005	1.39	1.435
24	1983	1.43	1.375
25	1992	1.45	1.320
26	1993	1.48	1.269
27	2014	1.49	1.222
28	1991	1.64	1.179
29	1997	1.65	1.138
30	1999	1.65	1.100
31	1996	1.89	1.065
32	2006	3.80	1.031

EK A.4 D22A084 istasyonu için debi frekans tablosu

SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	2007	0.10	22.000
2	2014	0.10	11.000
3	2015	0.12	7.333
4	2008	0.14	5.500
5	2011	0.15	4.400
6	2003	0.16	3.667
7	2012	0.18	3.143
8	1995	0.19	2.750
9	1997	0.19	2.444
10	2005	0.20	2.200
11	2013	0.22	2.000
12	2002	0.23	1.833
13	2001	0.24	1.692
14	2004	0.26	1.571
15	2009	0.26	1.467
16	2000	0.28	1.375
17	2006	0.31	1.294
18	1996	0.32	1.222
19	1999	0.33	1.158
20	1998	0.41	1.100
21	2010	0.75	1.048

EK A.5 D22A093 istasyonu için debi frekans tablosu

SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	2013	0.18	22.000
2	1994	0.19	11.000
3	2012	0.27	7.333
4	1998	0.29	5.500
5	2015	0.31	4.400
6	2014	0.35	3.667
7	1992	0.38	3.143
8	2003	0.38	2.750
9	2011	0.39	2.444
10	1997	0.40	2.200
11	2000	0.41	2.000
12	2005	0.44	1.833
13	2004	0.46	1.692
14	2010	0.46	1.571
15	1993	0.49	1.467
16	1999	0.56	1.375
17	2006	0.63	1.294
18	2007	0.63	1.222
19	2008	0.72	1.158
20	1991	0.78	1.100
21	2009	0.78	1.048

EK A.6 D22A095 istasyonu için debi frekans tablosu

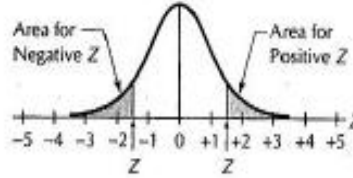
SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	2002	0.03	17.000
2	2000	0.05	8.500
3	2007	0.05	5.667
4	2008	0.05	4.250
5	2003	0.06	3.400
6	2009	0.06	2.833
7	2004	0.07	2.429
8	2005	0.07	2.125
9	2013	0.07	1.889
10	2006	0.09	1.700
11	2014	0.09	1.545
12	2010	0.10	1.417
13	2011	0.10	1.308
14	2015	0.10	1.214
15	1999	0.11	1.133
16	2001	0.11	1.063

EK A.7 D22A105 istasyonu için debi frekans tablosu

SIRA	YIL	AKIM(m ³ /sn)	T(Weibull)
1	2015	0.03	13.000
2	2012	0.06	6.500
3	2005	0.10	4.333
4	2007	0.11	3.250
5	2013	0.11	2.600
6	2008	0.12	2.167
7	2014	0.15	1.857
8	2010	0.17	1.625
9	2006	0.19	1.444
10	2004	0.22	1.300
11	2011	0.29	1.182
12	2009	0.98	1.083

EK B

EK B.1 Z değeri çizelgesi



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

3.50 to 3.67: Area = .0002.

3.62 to 3.89: Area = .0001.

		Z (hundredths)									
		.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
3.9	.000048	.000046	.000044	.000043	.000041	.000039	.000038	.000036	.000035	.000033	
4.0	.000032	.000030	.000029	.000028	.000027	.000026	.000025	.000024	.000023	.000022	
4.1	.000021	.000020	.000019	.000018	.000017	.000017	.000016	.000015	.000015	.000014	
4.2	.000013	.000013	.000012	.000012	.000011	.000011	.000010	.000010	.000009	.000009	
4.3	.000009	.000008	.000008	.000008	.000007	.000007	.000007	.000006	.000006	.000006	
4.4	.000005	.000005	.000005	.000005	.000005	.000004	.000004	.000004	.000004	.000004	
4.5	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000003	.000002	.000002	.000002	
4.6	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000002	.000001	.000001	
4.7	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	
4.8	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	
4.9	ZERO	-----									

EK B.2 K-S testi için $\Delta\alpha$ değerleri

N	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.57
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
>50	$1.07/\sqrt{n}$	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

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

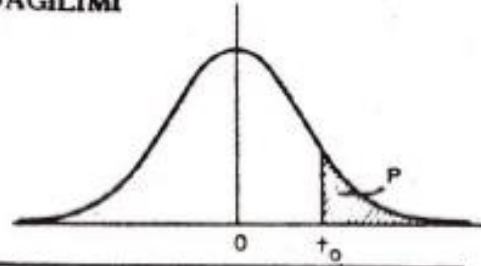
DAĞILIM TÜRÜ	n	a				
		0.2	0.15	0.1	0.05	0.01
NORMAL DAĞILIM	25	0.142	0.147	0.158	0.173	0.2
	30	0.131	0.136	0.144	0.161	0.187
	>30	$0.736/\sqrt{n}$	$0.768/\sqrt{n}$	$0.805/\sqrt{n}$	$0.886/\sqrt{n}$	$1.031/\sqrt{n}$
GUMBELL DAĞILIMI	25	0.152	0.157	0.17	0.183	0.209
	30	0.134	0.14	0.149	0.164	0.15
	>30	$0.738/\sqrt{n}$	$0.769/\sqrt{n}$	$0.816/\sqrt{n}$	$0.888/\sqrt{n}$	$1.041/\sqrt{n}$

EK B.4 Normal dağılım için PPCC korelasyon katsayısının kritik α değeri
(Helsel ve Hiesich,1992)

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

EK B.5 t dağılımı

t DAĞILIMI



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

n: serbestlik derecesi

EK B.6 Pearson Tip III dağılımının frekans faktörü

C _a	T değeri aralığı (yıl)														
	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	20	25	40	50	100	200	1000	
	Ağırlama olasılığı (T)														
	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2.5	2	1	0.5	0.1	
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.003	2.278	2.867	3.152	4.051	4.970	7.152	
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.396	0.440	1.195	2.007	2.277	2.855	3.134	4.013	4.909	7.034	
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.010	2.275	2.841	3.114	3.973	4.847	6.915	
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.012	2.272	2.827	3.093	3.932	4.783	6.794	
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.013	2.267	2.811	3.071	3.889	4.718	6.672	
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.012	2.262	2.793	3.048	3.845	4.652	6.548	
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.011	2.256	2.775	3.023	3.800	4.584	6.423	
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.009	2.248	2.755	2.997	3.753	4.515	6.296	
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.006	2.240	2.735	2.970	3.705	4.444	6.168	
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.001	2.230	2.712	2.942	3.656	4.372	6.039	
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	1.996	2.219	2.689	2.912	3.605	4.298	5.908	
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	1.989	2.207	2.664	2.881	3.553	4.223	5.775	
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	1.981	2.193	2.638	2.848	3.499	4.147	5.642	
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	1.972	2.179	2.611	2.815	3.444	4.069	5.507	
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	1.962	2.163	2.582	2.780	3.388	3.990	5.371	
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	1.951	2.146	2.552	2.743	3.330	3.910	5.234	
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	1.938	2.128	2.521	2.706	3.271	3.828	5.095	
1.3	-1.383	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	1.925	2.108	2.489	2.666	3.211	3.745	4.955	
1.2	-1.459	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	1.910	2.087	2.455	2.626	3.149	3.661	4.815	
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	1.894	2.066	2.420	2.585	3.087	3.575	4.673	
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	1.877	2.043	2.384	2.542	3.012	3.489	4.531	
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	1.859	2.018	2.346	2.498	2.957	3.401	4.388	
0.8	-1.731	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.839	1.993	2.308	2.453	2.891	3.312	4.244	
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.819	1.967	2.268	2.407	2.824	3.223	4.100	
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.797	1.939	2.227	2.359	2.755	3.132	3.956	
0.5	-1.953	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.774	1.910	2.185	2.311	2.686	3.041	3.811	
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.750	1.880	2.142	2.261	2.615	2.949	3.666	
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.726	1.849	2.098	2.211	2.544	2.856	3.521	
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.700	1.818	2.053	2.159	2.472	2.763	3.377	
0.1	-2.251	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.673	1.785	2.007	2.107	2.400	2.670	3.233	
0.0	-2.324	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.645	1.751	1.960	2.054	2.326	2.576	3.090	

EK C

EK C.1 Yıllara göre eksik veriler

İSTASYONLAR\YILLAR	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1. D22A044 KARADERE AYTAŞ																		
2. D22A058 GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ																		
3. D22A064 PAZAR S. KOVANLIK																		
4. D22A084 KORUM D. YAĞLIDERE																		
5. D22A093 TURNASUYU CUMHURİYET KÖYÜ																		
6. D22A095 YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL																		
7. D22A105 DEĞİRMENDERE D. SALIPAZARI																		
İSTASYONLAR\YILLAR	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. D22A044 KARADERE AYTAŞ																		
2. D22A058 GÖRELE D. CÜCEN KÖPRÜSÜ																		
3. D22A064 PAZAR S. KOVANLIK																		
4. D22A084 KORUM D. YAĞLIDERE																		
5. D22A093 TURNASUYU CUMHURİYET KÖYÜ																		
6. D22A095 YAYLA D. SÖĞÜTAĞIL																		
7. D22A105 DEĞİRMENDERE D. SALIPAZARI																		

