ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Emre TOPÇU

DOĞU AKDENİZ, SEYHAN, CEYHAN VE ASİ HAVZALARINDA FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK KURAKLIK ANALİZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2018

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞU AKDENİZ, SEYHAN, CEYHAN VE ASİ HAVZALARINDA FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK KURAKLIK ANALİZİ

Emre TOPÇU

DOKTORA TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 18/01/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....	.....	.....
Doç. Dr. Neslihan SEÇKİN DANIŞMAN	Prof. Dr. Recep YURTAL ÜYE	Prof. Dr. Mahmut ÇETİN ÜYE
.....	.....	
Doç. Dr. Selahattin KOCAMAN ÜYE	Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ ÜYE	

Bu Tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa Gök
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve şekillerin kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

DOĞU AKDENİZ, SEYHAN, CEYHAN VE ASİ HAVZALARINDA FARKLI YÖNTEMLER KULLANILARAK KURAKLIK ANALİZİ

Emre TOPÇU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Neslihan SEÇKİN
Yıl: 2018, Sayfa: 313
Jüri : Doç. Dr. Neslihan SEÇKİN
: Prof. Dr. Recep YURTAL
: Prof. Dr. Mahmut ÇETİN
: Doç. Dr. Selahattin KOCAMAN
: Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ

Bu çalışmada, Türkiye'nin güneyinde yer alan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları'nı içine alan bölgede kuraklık analizi yapılmıştır. Toplamda 35 meteoroloji ve 56 akım gözlem istasyonunun verileri analiz edilmiştir. Kuraklık indeksi olarak Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ), Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ), Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) ve Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) kullanılmıştır. Sonuçlara göre bütün istasyonların potansiyel evapotranspirasyon (PET) değerleri son yıllarda artmıştır. Bazı meteoroloji ve bazı akım gözlem istasyonlarının kuraklık indeks değerlerinde $\alpha=0.1$ önemlilik seviyesinde azalan gidiş yakalanmıştır. AKİ sonuçlarına göre en kurak yıl 2001 yılıdır. En düşük kuraklık indeks değerleri Karaisalı, Silifke, İskenderun, Yumurtalık, Tomarza ve Mut istasyonlarında görülmüştür. KKİ sonuçlarına göre havza genelinde hafif kuraklık yaşanmıştır. Bölgesel kuraklık frekans analizi sonucunda kuraklık indeksi değerleri ile yapılan büyüme eğrileri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bütünleşik Kuraklık İndeksi, Keşif Kuraklık İndeksi, Ondalıklar, Akım Kuraklık İndeksi, Kuraklık

ABSTRACT

PhD THESIS

DROUGHT ANALYSIS OF EAST MEDITERRANEAN, SEYHAN, CEYHAN and ASI BASINS by USING VARIOUS METHODS

Emre TOPÇU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Neslihan SEÇKİN
Year: 2018, Page: 313
Jury : Assoc. Prof. Dr. Neslihan SEÇKİN
: Prof. Dr. Recep YURTAL
: Prof. Dr. Mahmut ÇETİN
: Assoc. Prof. Dr. Selahattin KOCAMAN
: Assoc. Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİ

In this study, drought analysis was conducted for Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan and Asi Basins located in the south of Turkey. Data obtained from 35 meteorological and 56 stream gauge stations were analysed. Reconnaissance Drought Index (RDI), Deciles Drought Index, Streamflow Drought Index (SDI) and Aggregated Drought Index (ADI) were used as dorught index calculators. According to results, potential evapotranspiration values were increased for all of the stations in recent years. At α=0.1 level of significance, decreasing trend of drought index values of some meteorological stations and decreasing trend of drought index values of some stream gauge stations were detected. The year 2001 is the most drought year with respect to SDI. Lowest drought index values are determined in Karaisalı, Silifke, Iskenderun, Yumurtalık, Tomarza and Mut stations. Mild drought was experienced in the whole study area with regard to RDI. As a result of regional drought frequency analysis, growth curves obtained by using drought index values.

Key Words: Aggregated Drought Index, Reconnaissance Drought Index, Deciles, Streamflow Drought Index, Drought

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışmada Türkiye'nin güneyinde bulunan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları'nda kuraklık analizi yapılması amaçlanmıştır. 35 meteoroloji ve 56 akım gözlem istasyonunun verileri analiz için kullanılmıştır. Meteorolojik kuraklık indeksi olarak Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) ve Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ), hidrolojik kuraklık indeksi olarak Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) ve hem meteorolojik hem de hidrolojik olan kapsamlı kuraklık indekslerinden Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) kullanılmıştır. Bütünleşik Kuraklık İndeksi Temel Bileşenler Analizi ile hesaplanmaktadır. Parametre olarak yağış, sıcaklık, nispi nem, açık gün sayısı, kapalı gün sayısı ve akım kullanılmıştır. Keşif Kuraklıklık indeksi için yağış ve sıcaklık, Ondalıklar Kuraklık İndeksi için sadece yağış ve Akım Kuraklık İndeksi için sadece akım değerleri kullanılmıştır.

Hidrolojik çevrimin her bir parametresi birbiriyle ilişkilidir. Çevrimin parametre değerlerinde meydana gelecek en ufak bir sapma söz konusu bölgeye kuraklık, taşkın ya da iklimsel başka afetler olarak yansıyacaktır. Bu nedenle bu çalışmada hidrolojik çevrimi oluşturan parametreler kullanılarak kuraklık analizi yapılmaya çalışılmıştır. Küresel ısınmaya bağlı kuraklık, son yıllarda oldukça popüler bir konu haline gelmiştir. Küresel ısınmanın herhangi bir denkleme uymayan belirsiz gelişimi bazı bölgelerde kuraklık oluştururken, bazı bölgelerde de taşkına neden olmaktadır. Kapsamlı kuraklık indekslerinden olan Bütünleşik Kuraklık İndeksi de meteorolojik ve hidrolojik parametreleri esas aldığı için çalışma bölgesi kuraklığı hakkında en derin iklimsel sonuçları vermektedir. Keşif Kuraklık İndeksi hesaplanırken yağışı ve sıcaklığı esas alan Thornthwaite metodu tercih edilmiştir. KKİ ve BKİ sonuçları girdi parametrelerinin birbirinden bağımsız ve farklı olması nedeniyle oldukça farklıdır. BKİ hidrolojik yıl esasına göre hesap edilirken KKİ kümülatif 3, 6, 9 ve 12 aylık parametreler için hesap edilir. Ondalıklar Kuraklık İndeksi sadece yağış bakımından en fakir yılları analiz etmeye yaramaktadır. Hidrolojik çevrimin olmazsa olmaz parametresi olan yüzeysel akışı

ele alan Akım Kuraklık İndeksi de çalışmanın hidrolojik bütünlüğü düşünülerek göz önüne alınmıştır. İndeks hesaplamaları bittikten sonra herbir istasyonun kuraklık oluşma frekansı yüzde (%) cinsinden bulunmuştur. Bu şekilde, zamanın kaçta kaçında kuraklığın yaşandığı ortaya çıkmaktadır. Böylece, kuraklık kategorilerinde kuraklık oluşma sıklığı incelenmiştir.

Kuraklığın gerçek gidişini bulabilmek için yaygın olarak kullanılan Mann-Kendall gidiş analizi ve gidişin gerçek eğimini belirten Sen'in eğim metodu yöntemleri kullanılmıştır. Kuraklığı görsel olarak incelemek ve havzada değişik bölgelerde nasıl değiştiğini görmek için kuraklık indeks değerleri haritalandırılmıştır. Thiessen poligonları kullanılarak, tüm havzanın ortak kuraklık indeks değerleri bulunmuştur. Bu şekilde tüm havzanın bir bütün olarak kuraklık açısından değerlendirilmesine olanak sağlanmıştır. Thiessen poligonları sonuçlarına göre KKİ hesabı, tüm havzada 1971-1986, 1989-1994, 1999-2010 periyotları boyunca hafif kuraklık yaşandığını, BKİ hesabı ise 1971-1986 periyodunda çok hafif sulak dönem yaşandığını göstermektedir.

Hidrolojik hadiselerin yinelenme değerleri bütün hidrolojik yapıların ve su yönetimi hesaplarının vazgeçilmez parametreleridir. Bu çalışmada, kuraklığın yinelenme yıllarının tahmin edilebilmesi için bölgesel frekans analizi L-Momentler yöntemi uygulanmıştır. BKİ ve KKİ için 3 farklı homojen alt havza elde edilmiştir. AKİ için, sadece 3 ve 6 aylık zaman periyodunda homojen bölge bulunmuştur. Bölge minimum kuraklık tekerrür değerleri hesap edilirken homojen bölgelere en iyi uyan dağılımların uygunluk testleri sonucunda Genelleştirilmiş Normal, Genelleşitirilmiş Lojistik, Pearson Tip 3 ve Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımları olduğu bulunmuştur.

Bütün istasyonların minimum kuraklık indeks değerleri belirlenerek, istasyonların yaşadığı en kurak aylar, yıllar bulunmuş ve grafiksel olarak değişimi gösterilmiştir.

Elde edilen bulgular ve analiz sonuçları tüm havzanın kuraklığı zaman zaman en şiddetli şekilde yaşadığını göstermektedir. Analizler neticesinde elde

edilen kurak ve sulak yıllar geçmişte yaşanan kuraklıkların ve taşkınların izlerini taşımaktadır. Kuraklık indeksleriyle ortaya çıkarılan bu izler sayesinde gelecek kuraklık tahmininde bulunulabilir. Bu sayede kendi yaşamı ve aktiviteleri suya bağlı olan canlılar için kuraklık önleme yöntemleri geliştirilebilir.

TEŞEKKÜR

Doktora danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımı yönlendiren, destek veren ve yardımcı olan sayın danışman hocam Doç. Dr. Neslihan Seçkin'e ve jüri üyelerine teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarımda bana maddi ve manevi destek olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ XII
ŞEKİLLER DİZİNİ XXIV
SİMGELER VE KISALTMALAR XXX
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 17
2.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar 17
2.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar 20
2.3. Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar 24
2.4. Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar 27
2.5. L-Momentler ile ilgili yapılan Çalışmalar 29
3. MATERYAL VE METOT 33
3.1. Materyal 33
3.1.1. Çalışma Alanı 33
3.1.1.1. Doğu Akdeniz Havzası 35
3.1.1.2. Seyhan Havzası 37
3.1.1.3. Ceyhan Havzası 39
3.1.1.4. Asi Havzası 41
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Verilerin Kaynağı 43
3.2. Metot 67
3.2.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) (Aggregate Drought Index) 67
3.2.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) (Reconnaissance Drought Index) 72
3.2.3. Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) (Deciles) 77

3.2.4 Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) (Streamflow Drought Index)..... 78
3.2.5. Mann-Kendall Gidiş Analizi Yöntemi ve Sen'in Eğim Metodu 83
3.2.6. Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi..... 86
3.2.7. Thiessen (Voronoi) Poligonu Yöntemi..... 90
3.2.8. Kuraklığın Haritalandırılması..... 94
4. BULGULAR VE TARTIŞMA..... 97
4.1. Doğu Akdeniz Havzası BKİ Sonuçları..... 122
4.2. Doğu Akdeniz Havzası KKİ Sonuçları 127
4.3. Doğu Akdeniz Havzası OKİ Sonuçları 132
4.4. Seyhan Havzası BKİ Sonuçları 133
4.5. Seyhan Havzası KKİ Sonuçları 139
4.6. Seyhan Havzası Havzası OKİ Sonuçları 144
4.7. Ceyhan Havzası BKİ Sonuçları..... 145
4.8. Ceyhan Havzası KKİ Sonuçları..... 149
4.9. Ceyhan Havzası OKİ Sonuçları..... 153
4.10. Asi Havzası BKİ Sonuçları 154
4.11. Asi Havzası KKİ Sonuçları 157
4.12. Asi Havzası OKİ Sonuçları 160
4.13. Mann-Kendall ve Sen'in Eğim Metodu Gidiş Analizi Sonuçları..... 161
4.13.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) Gidiş Analizi Sonuçları..... 161
4.13.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) Gidiş Analizi Sonuçları 163
4.14. Thiessen Poligonları Sonuçları..... 166
4.15. Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları 170
4.15.1. BKİ Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları 173
4.15.2. KKİ Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları 186
4.16. Kuraklığın Haritalandırılması..... 221
4.17. Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) Analiz Sonuçları 239
4.17.1. AKİ için Mann-Kendall gidiş testi ve Sen'in eğim metodu sonuçları..... 262

4.17.2. AKİ için Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları 271
4.17.3. AKİ Kuraklık Haritaları..... 285
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 289
KAYNAKLAR..... 301
ÖZGEÇMİŞ..... 313

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 3.1. Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan istasyonlar 37
Çizelge 3.2. Seyhan Havzasında yer alan istasyonlar 39
Çizelge 3.3. Ceyhan Havzası'nda yer alan istasyonlar 41
Çizelge 3.4. Asi Havzası'nda yer alan istasyonlar 43
Çizelge 3.5. İstasyonların kot ve coğrafi koordinatları 44
Çizelge 3.6. İstasyonların kot ve coğrafi koordinatları (devamı) 45
Çizelge 3.7. İstasyonların gözlem süreleri 47
Çizelge 3.8. İstasyonların gözlem süreleri (devamı) 48
Çizelge 3.9. Meteorolojik parametre numaraları 49
Çizelge 3.10. İstasyonların BKİ hesap parametreleri ve gözlem periyodu 50
Çizelge 3.11. İstasyonların BKİ hesap parametreleri ve gözlem periyodu (devamı) 51
Çizelge 3.12. İstasyonların AGS, KGS ve aylık ortalama yağış değerleri 52
Çizelge 3.13. İstasyonların AGS, KGS ve aylık ortalama yağış değerleri (devamı) 53
Çizelge 3.14. İstasyonların aylık ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri 54
Çizelge 3.15. İstasyonların aylık ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri (devamı) 55
Çizelge 3.16. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları 60
Çizelge 3.17. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri 61
Çizelge 3.18. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları 62
Çizelge 3.19. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri 63
Çizelge 3.20. Asi Havzası akım gözlem istasyonları 64
Çizelge 3.21. Asi Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri 64

Çizelge 3.22. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları 65
Çizelge 3.23. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri 66
Çizelge 3.24. Kuzey yarım kürede enlemlere göre aylık ortalama gün uzunluğu (Yoo ve Bond, 1994).....77
Çizelge 3.25. Thiessen poligonları için kullanılan meteoroloji istasyonları 93
Çizelge 3.26. Akım Kuraklık İndeksi haritalandırması için kullanılan akım gözlem istasyonları 95
Çizelge 4.1. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı yıllar.....98
Çizelge 4.2. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı).....99
Çizelge 4.3. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı aylar 100
Çizelge 4.4. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri 102
Çizelge 4.5. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri (devamı).....103
Çizelge 4.6. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri (devamı).....104
Çizelge 4.7. İstasyonların kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri 105
Çizelge 4.8. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%) 106
Çizelge 4.9. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%) (devamı) 107
Çizelge 4.10. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%)(devamı) 108
Çizelge 4.11. 3 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri.....110
Çizelge 4.12. 6 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri.....111
Çizelge 4.13. 9 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri.....112
Çizelge 4.14. 12 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri.....113
Çizelge 4.15. İstasyonların gerçekleşen ortalama ve maksimum PET değerleri 114

Çizelge 4.16. İstasyonların gerçekleşen ortalama ve maksimum PET değerleri (devamı).....115
Çizelge 4.17. İstasyonların kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri.....116
Çizelge 4.18. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%).....117
Çizelge 4.19. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı).....118
Çizelge 4.20. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı).....119
Çizelge 4.21. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı).....120
Çizelge 4.22. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı).....121
Çizelge 4.23. Doğu Akdeniz Havzası Anderson-Darling testi sonuçları.....127
Çizelge 4.24. Seyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları.....139
Çizelge 4.25. Ceyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları.....149
Çizelge 4.26. Asi Havzası Anderson-Darling testi sonuçları.....157
Çizelge 4.27. BKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları.....161
Çizelge 4.28. BKİ için Sen'in eğim metodu sonuçları.....162
Çizelge 4.29. KKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları.....163
Çizelge 4.30. KKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları (devamı).....164
Çizelge 4.31. KKİ için Sen'in eğim metodu sonuçları.....165
Çizelge 4.32. İstasyonların Thiessen Poligon alanları.....168
Çizelge 4.33. İstasyonların Thiessen Poligon alanları (devamı).....169
Çizelge 4.34. Periyot aralığına göre tüm havzanın kuraklık indeks değerleri.....169
Çizelge 4.35. Homojen Bölge 1 istasyonları.....170
Çizelge 4.36. Homojen Bölge 2 istasyonları.....171

Çizelge 4.37. Homojen Bölge 3 istasyonları.....171
Çizelge 4.38. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....173
Çizelge 4.39. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....174
Çizelge 4.40. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri.....174
Çizelge 4.41. Bölge 1 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....175
Çizelge 4.42. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri.....177
Çizelge 4.43. Bölge 2 için L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....178
Çizelge 4.44. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....179
Çizelge 4.45. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri.....179
Çizelge 4.46. Bölge 2 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....179
Çizelge 4.47. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri.....182
Çizelge 4.48. Bölge 3 için L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....183
Çizelge 4.49. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....183
Çizelge 4.50. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri.....183
Çizelge 4.51. Bölge 3 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....183
Çizelge 4.52. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri.....185

Çizelge 4.53. 3 aylık periyot için istasyonların L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....187
Çizelge 4.54. 3 aylık periyot için Bölge 1 heterojenlik ölçüleri (H) ve Z testi sonuçları.....187
Çizelge 4.55. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri.....188
Çizelge 4.56. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....188
Çizelge 4.57. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 190
Çizelge 4.58. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....190
Çizelge 4.59. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....191
Çizelge 4.60. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri.....191
Çizelge 4.61. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....191
Çizelge 4.62. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 193
Çizelge 4.63. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....194
Çizelge 4.64. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....194
Çizelge 4.65. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri.....194
Çizelge 4.66. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....195

Çizelge 4.67. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 196
Çizelge 4.68. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....197
Çizelge 4.69. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....197
Çizelge 4.70. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri.....197
Çizelge 4.71. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....198
Çizelge 4.72. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 199
Çizelge 4.73. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....200
Çizelge 4.74. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....200
Çizelge 4.75. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri.....200
Çizelge 4.76. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....201
Çizelge 4.77. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 202
Çizelge 4.78. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....203
Çizelge 4.79. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....203
Çizelge 4.80. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri.....203

Çizelge 4.81. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....204
Çizelge 4.82. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 205
Çizelge 4.83. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....206
Çizelge 4.84. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....206
Çizelge 4.85. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri.....206
Çizelge 4.86. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....207
Çizelge 4.87. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 208
Çizelge 4.88. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....209
Çizelge 4.89. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....209
Çizelge 4.90. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri.....209
Çizelge 4.91. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....210
Çizelge 4.92. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 211
Çizelge 4.93. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri.....212
Çizelge 4.94. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....212

Çizelge 4.95. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri 212
Çizelge 4.96. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri 213
Çizelge 4.97. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 214
Çizelge 4.98. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri 215
Çizelge 4.99. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları 215
Çizelge 4.100. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri 215
Çizelge 4.101. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri 216
Çizelge 4.102. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 217
Çizelge 4.103. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri 218
Çizelge 4.104. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları 218
Çizelge 4.105. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri 218
Çizelge 4.106. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri 219
Çizelge 4.107. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri 220
Çizelge 4.108. Doğu Akdeniz Havzası Anderson-Darling testi sonuçları 240
Çizelge 4.109. Seyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları 241
Çizelge 4.110. Ceyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları 242

Çizelge 4.111. Asi Havzası Anderson-Darling testi sonuçları.....243
Çizelge 4.112. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar.....244
Çizelge 4.113. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı) 245
Çizelge 4.114. Seyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar.....246
Çizelge 4.115. Seyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı) 247
Çizelge 4.116. Ceyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar.....248
Çizelge 4.117. Asi Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar.....249
Çizelge 4.118. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri.....250
Çizelge 4.119. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri.....251
Çizelge 4.120. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı) 252
Çizelge 4.121. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı) 253
Çizelge 4.122. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı) 254
Çizelge 4.123. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı) 255
Çizelge 4.124. İstasyonların indeks değerleri arasındaki korelasyon 262
Çizelge 4.125. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları.....263

Çizelge 4.126. Seyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları 264
Çizelge 4.127. Ceyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları....265
Çizelge 4.128. Asi Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları 266
Çizelge 4.129. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları....267
Çizelge 4.130. Seyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları....268
Çizelge 4.131. Ceyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları....269
Çizelge 4.132. Asi Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları....270
Çizelge 4.133. Bölgesel frekans analizinden çıkarılan akım gözlem istasyonları....271
Çizelge 4.134. 3 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri 272
Çizelge 4.135. 3 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri (devamı)....273
Çizelge 4.136. İstasyonların heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları....273
Çizelge 4.137. Dağılımların parametreleri....274
Çizelge 4.138. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri....274
Çizelge 4.139. 3 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri....276

Çizelge 4.140. 3 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri (devamı) 277
Çizelge 4.141. 6 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri 279
Çizelge 4.142. 6 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri (devamı).....280
Çizelge 4.143. İstasyonların heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları.....280
Çizelge 4.144. Dağılımların parametreleri.....281
Çizelge 4.145. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri.....281
Çizelge 4.146. 6 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri.....283
Çizelge 4.147. 6 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri (devamı) 284

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Türkiye hidrolojik kuraklık haritası (Anonim a, 2017).....3
Şekil 1.2. Kuraklık Çeşitleri (2. Ormancılık ve Su Şurası Kuraklık Yönetimi Çalışma Belgesi, 2017).....4
Şekil 1.3. Hidrolojik Çevrim Şeması (MGM, 2017).....7
Şekil 1.4. Kuzey Atlantik Salınımının pozitif ve negatif fazlarında Akdeniz bölgesine etkisi (Şen, 2013). 9
Şekil 1.5. Kentsel ısı adası etkisi (Anonim c, 2017) 9
Şekil 1.6. Sera gazının etkisi (Anonim d, 2017) 10
Şekil 1.7. Türkiye'nin kurak ve sulak bölgeleri (Anonim e, 2006).....11
Şekil 1.8. Bölgesel Konsantrasyon Yolu (RCP4.5) modeline göre havzalardaki sıcaklık projeksiyonları (MGM, 2014).....13
Şekil 1.9. Bölgesel Konsantrasyon Yolu (RCP4.5) modeline göre havzalardaki yağış projeksiyonları (MGM, 2014).....14
Şekil 3.1. Çalışma alanının Türkiye havzalarına göre konumu 34
Şekil 3.2. Çalışma havzalarının genel yapısı (Havza Koruma Eylem Planı, 2014) 35
Şekil 3.3. Doğu Akdeniz havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).....36
Şekil 3.4. Seyhan havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).....38
Şekil 3.5. Ceyhan havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).....40
Şekil 3.6. Asi havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013) 42
Şekil 3.7. İstasyonların havzalara göre dağılımı 46
Şekil 3.8. Çalışma alanı ortalama yağış haritası.....56
Şekil 3.9. Çalışma alanı ortalama sıcaklık haritası.....56

Şekil 3.10. Çalışma alanı ortalama nispi nem haritası 57
Şekil 3.11. Çalışma alanı açık gün sayısı haritası 57
Şekil 3.12. Çalışma alanı kapalı gün sayısı haritası 58
Şekil 3.13. Akım gözlem istasyonlarının havza bazında dağılımı 59
Şekil 3.14. Güneşten gelen ışınımın havanın bulut durumuna göre değişimi (Anonim g, 2017).....68
Şekil 3.15. Kuraklık İndeksleri veri tablosu.....81
Şekil 3.16. Kuraklık indeksleri hesaplama şeması.....82
Şekil 3.17. Çalışma alanı için oluşturulan Thiessen poligonları 92
Şekil 4.1. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri 123
Şekil 4.2. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri.....125
Şekil 4.3. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları kurak ay sayıları 126
Şekil 4.4. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi 128
Şekil 4.5. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri.....130
Şekil 4.6. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri.....131
Şekil 4.7. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri 132
Şekil 4.8. Seyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri.....134
Şekil 4.9. Seyhan Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri 136
Şekil 4.10. Seyhan Havzası İstasyonları kurak ay sayıları.....138
Şekil 4.11. Seyhan Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi 140
Şekil 4.12. Seyhan Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri 142
Şekil 4.13. Seyhan Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri 143
Şekil 4.14. Seyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri.....144
Şekil 4.15. Ceyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri 146
Şekil 4.16. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri.....147

Şekil 4.17. Ceyhan Havzası İstasyonları kurak ay sayıları 148
Şekil 4.18. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi.....150
Şekil 4.19. Ceyhan Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri 151
Şekil 4.20. Ceyhan Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri 152
Şekil 4.21. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri.....153
Şekil 4.22. Asi Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri.....154
Şekil 4.23. Asi Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri 155
Şekil 4.24. Asi Havzası İstasyonları kurak ay sayıları.....156
Şekil 4.25. Asi Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi 158
Şekil 4.26. Asi Havzası İstasyonları 3-Ay, 6-Ay, 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri.....159
Şekil 4.27. Asi Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri 160
Şekil 4.28. İstasyonların Thiessen poligonları 166
Şekil 4.29. İstasyonların Thiessen poligon numaraları 167
Şekil 4.30. Homojen bölge istasyonlarının havza geneline dağılışı.....172
Şekil 4.31. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi).....175
Şekil 4.32. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 176
Şekil 4.33. Bölge 1 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri 178
Şekil 4.34. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi).....180
Şekil 4.35. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 180
Şekil 4.36. Bölge 2 için BKİ büyüme değerlerinin en uygun dağılımla karşılaştırılması 181
Şekil 4.37. Bölge 2 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri 182

Şekil 4.38. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 184
Şekil 4.39. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 185
Şekil 4.40. Bölge 3 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri 186
Şekil 4.41. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 189
Şekil 4.42. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 189
Şekil 4.43. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 192
Şekil 4.44. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 192
Şekil 4.45. Bölge 2 için KKİ değerlerinin en uygun dağılımla karşılaştırılması 193
Şekil 4.46. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 195
Şekil 4.47. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 196
Şekil 4.48. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 198
Şekil 4.49. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 199
Şekil 4.50. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 201
Şekil 4.51. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 202
Şekil 4.52. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 204
Şekil 4.53. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 205
Şekil 4.54. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 207
Şekil 4.55. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 208
Şekil 4.56. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 210

Şekil 4.57. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 211
Şekil 4.58. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 213
Şekil 4.59. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 214
Şekil 4.60. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 216
Şekil 4.61. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 217
Şekil 4.62. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi) 219
Şekil 4.63. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı) 220
Şekil 4.64. 1971 ve 1972 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 222
Şekil 4.65. 1973 ve 1974 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 223
Şekil 4.66. 1975 ve 1976 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 224
Şekil 4.67. 1977 ve 1978 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 225
Şekil 4.68. 1979 ve 1980 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 226
Şekil 4.69. 1981 ve 1982 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 227
Şekil 4.70. 1983 ve 1984 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 228
Şekil 4.71. 1985 ve 1986 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 229
Şekil 4.72. 1989 ve 1990 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 230
Şekil 4.73. 1991 ve 1992 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 231
Şekil 4.74. 1993 ve 1994 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 232
Şekil 4.75. 1999 ve 2000 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 233
Şekil 4.76. 2001 ve 2002 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 234
Şekil 4.77. 2003 ve 2004 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 235
Şekil 4.78. 2005 ve 2006 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 236
Şekil 4.79. 2007 ve 2008 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 237
Şekil 4.80. 2009 ve 2010 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları 238

Şekil 4.81. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi 256
Şekil 4.82. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi (devamı) 257
Şekil 4.83. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi 258
Şekil 4.84. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi (devamı) 259
Şekil 4.85. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi 260
Şekil 4.86. Asi Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi.....261
Şekil 4.87. Tüm homojen havzaya ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi).....275
Şekil 4.88. Tüm homojen havza istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-moment oranı diyagramı).....275
Şekil 4.89. 3-aylık AKİ için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük AKİ değerleri.....278
Şekil 4.90. Tüm homojen havzaya ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi).....282
Şekil 4.91. Tüm homojen havza istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-moment oranı diyagramı).....282
Şekil 4.92. 6-aylık AKİ için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük AKİ değerleri.....285
Şekil 4.93. 1995, 1996, 1997 ve 1998 hidrolojik yılları için AKİ haritaları 286
Şekil 4.94. 1999, 2000, 2001 ve 2002 hidrolojik yılları için AKİ haritaları 287
Şekil 4.95. 2003, 2004 ve 2005 hidrolojik yılları için AKİ haritaları 288

SİMGELER VE KISALTMALAR

AGS : Açık gün sayısı
AK : Aşırı kuraklık
AKİ : Akım Kuraklık İndeksi
BKİ : Bütünleşik Kuraklık İndeksi
D_i : Uyumsuzluk ölçüsü
EKA : En kurak ay
EKY : En kurak yıl
HK : Hafif kuraklık
I : Isı indeksi
KGS : Kapalı gün sayısı
KKİ : Keşif Kuraklık İndeksi
KY : Kuraklık yok
L-Kurt : L-basıklık katsayısı
L-Skew: L-çarpıklık katsayısı
ODK : Orta derece kuraklık
OKİ : Ondalıklar Kuraklık İndeksi
PET : Potansiyel evapotranspirasyon
Q : Sen'in eğim tahmin edicisi
sgn : İşaret fonksiyonu
SP : Sabit parametre
Φ : Standart normal dağılımın birikimli dağılım fonskiyonu
σ : Standart sapma
ŞK : Şiddetli kuraklık
T_{mean} : Ortalama sıcaklık
TBA : Temel bileşenler analizi
YY : Yaşandığı yıl

1. GİRİŞ

Kuraklık, vücudunun %65'i su olan insanlar için ve dünyadaki tüm yaşamsal ve fiziksel olaylar için endişe verici doğal bir iklimsel fenomendir. Kuraklık, kesin bir tanıma sahip değildir. Değişik coğrafi bölgelerdeki farklı hidrometeorolojik parametreler, sosyoekonomik faktörler ve farklı su talepleri kuraklıkla çalışan araştırmacıların kuraklığı tam manasıyla tanımlamalarına müsaade etmez. Tanımlamalar çoğunlukla bölgeseldir. Herhangi bir bölge için kuraklık durumu tanımlaması, bir başka bölgenin kuraklık durumunu yansıtmıyor olabilir. Özellikle sıcaklık farkı olan iki bölge, aynı yağışı alsalar bile kuraklık yönünden farklı olabilirler. Ancak yine de kuraklığı "bir bölgede görülen istatistiksel olarak periyodik yağış ve toprak suyu eksikliği" olarak tanımlayabiliriz. Genel anlamda kuraklık, belirli bir bölgede düşen yağış miktarının, o bölgenin uzun yıllar ortalamasının çok altında kaldığı zaman meydana gelir diyebiliriz. Kuraklık o bölgenin iklim çalışmaları için önem arz etmektedir.

Bir bölgede hiç yağışın olmaması o bölgede kuraklık olduğunu göstermez. Çünkü klimatolojik açıdan kuraklığın başlaması için, yağışsız periyottan itibaren geçmişe dönük uzun bir dönem boyunca o bölgenin ikliminin yağışsız geçmiş olması gerekmektedir. Kuraklık ile çoraklık kavramsal olarak karıştırılabilir. Ancak çoraklık kalıcı kuraklık ise uzun yıllar sürse bile geçicidir.

Kuraklık tekrar edebilen bir iklim olayıdır. Dünya'nın her yerinde her mevsim tipinde meydana gelebilir. Diğer doğal afetlere nazaran kuraklık çok daha yavaş oluşur ve çok daha uzun sürer. Ne kadar süreceğini, şiddetini ve oluşacağı yeri tahmin edebilmek çok zordur.

Kuraklık genellikle 4 kategoride incelenir. Bunlar: Meteorolojik kuraklık, hidrolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve sosyoekonomik kuraklıktır.

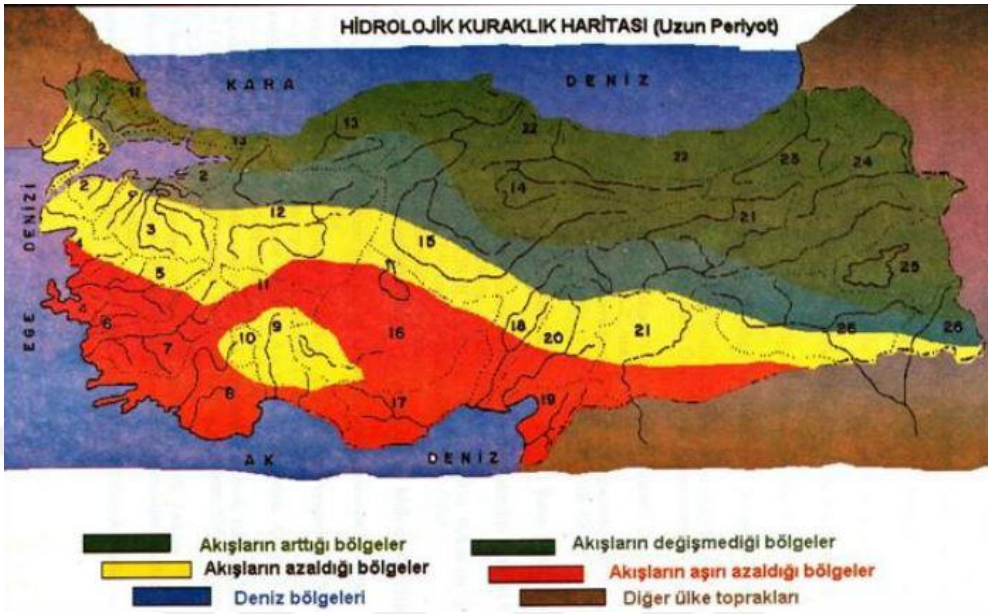
Meteorolojik Kuraklık: Herhangi bir kuraklık kategorisinin oluşması o bölgedeki yağış eksikliği ile başlar. Meteorolojik kuraklık temelde yağış eksikliği

ile ilişkilendirilir. Bir bölgedeki yağış eksikliği uzun dönem klimatolojik ortalamasından (genellikle en az 30 yıllık) çok daha az ise sonuçta meydana gelen kuraklık meteorolojik kuraklık olarak tanımlanır. Kurak periyotlar, yağışın belirli bir değerden daha düşük olduğu aylar, mevsimler ya da yıllar olarak belirlenir. Meteorolojik kuraklık işaret göstermeksizin başlayabilir ya da bitebilir.

Tarımsal Kuraklık: Hem meteorolojik hem de hidrolojik kaynaklardan gelen su miktarının azalması, ürün yetiştirmek için gereksinim duyulan sulama suyunu azaltır. Bu sulama suyunun toprakta, toprak suyu olarak depolanması gerekir. Ancak toprak suyu da en üst düzeyde kuraklıktan etkilenir. Kesintisiz devam eden kuru hava nem azlığına sebep olur ve tarımın ihtiyaç duyduğu su kaynaklarında azalmaya neden olur. Sonuç olarak topraktaki su eksikliği, ürün stresini ve ürün elde edilebilirliğini etkilediğinden dolayı tarımsal kuraklık meydana gelir. Bu yüzden tarımsal kuraklık, toprak suyundaki azalma görülen periyot ve ardından gelen üretimde düşüş ile ilişkilendirilir. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklıktan sonra ve hidrolojik kuraklıktan önce görülür. Kuraklığın kuru rüzgarlarının etkisi, tarımsal kuraklığın şiddetini daha da arttırır.

Hidrolojik Kuraklık: Uzun süren yağış eksikliğinden dolayı yüzey su kaynaklarındaki azalmadan, akım değerlerindeki düşmeden ve göllerin kurumasından hidrolojik kuraklığın oluştuğu fark edilir. Akarsu akım ölçümleri, göl, rezervuar, yeraltı su seviyesi ölçümleri ile kuraklığın olup olmadığına karar verilebilir. Yağış eksikliği ile akarsu ve rezervuarlardaki su eksikliği arasında geçen belirli bir zaman aralığı olması nedeniyle hidrolojik ölçümler sonucunda hemen kuraklık var diyemeyiz. Hidrolojik kuraklık tarımsal kuraklıktan sonra oluşur. Yeraltı suları ve akarsuların seviyelerinde ciddi düşüş meydana getirir. Tarımla uğraşanlar sulama rezervlerindeki azalmadan dolayı kuraklığın olumsuz etkisini hemen hissederken, sanayinin hidroelektrik santralleri gibi kollarında olumsuz etkisi hemen ortaya çıkmaz. Meteorolojik kuraklık sona erse bile, uzun bir süre daha hidrolojik kuraklık görülebilir.

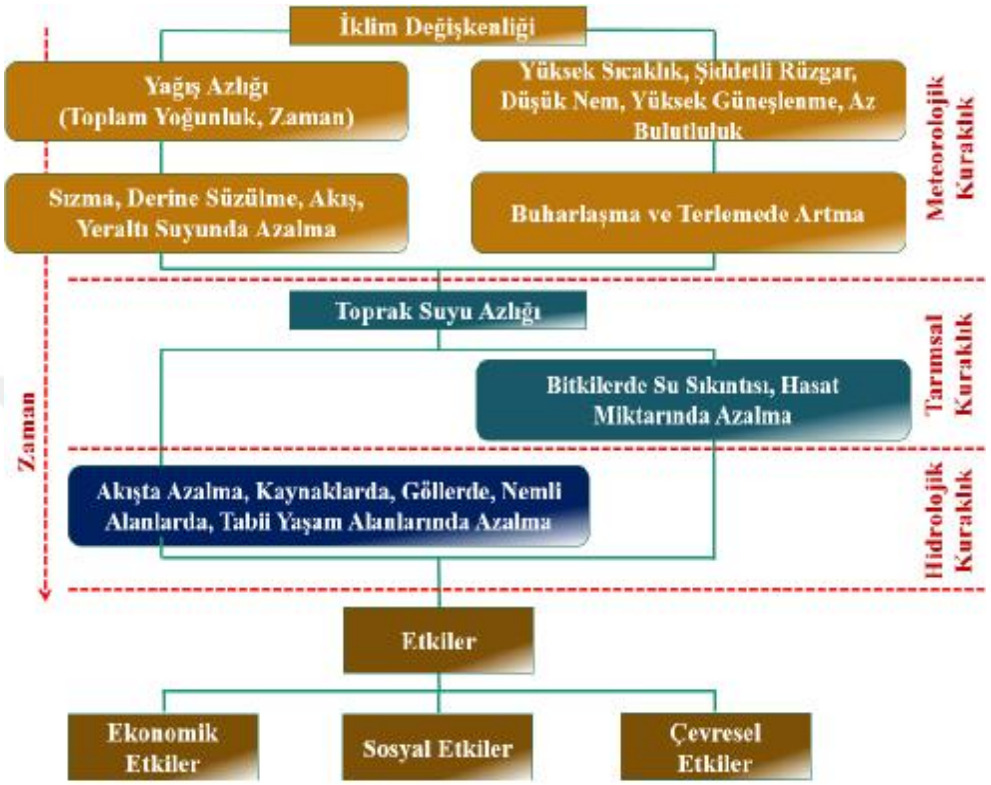
Ülkemizin hidrolojik kuraklık haritası Şekil 1.1'de görülmektedir.



Şekil 1.1. Türkiye hidrolojik kuraklık haritası (Anonim a, 2017)

Sosyoekonomik Kuraklık: Kuraklık sadece gelip geçici bir doğal afet değildir. İnsanların ve yaptıkları her türlü işlerin su rezervlerine olan zorunlu ihtiyacı sebebiyle toplum üzerinde olumsuz etkileri vardır. Sosyoekonomik kuraklık su talebini karşılayacak olan su kaynaklarının kuruması, kullanılamaz hale gelmesi nedeniyle toplumların ve endüstrinin su ihtiyacının karşılanamaması sonucu oluşan kuraklık türüdür. Meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık sırasıyla oluştuğunda sosyoekonomik kuraklığın görülmesi kaçınılmazdır.

Kuraklık şeması Şekil 1.2'de görülmektedir.



Şekil 1.2. Kuraklık Çeşitleri (2. Ormancılık ve Su Şurası Kuraklık Yönetimi Çalışma Belgesi, 2017)

Kuraklık diğer doğa olaylarına kıyasla, daha pahalıya mal olan felaketlerden biridir. Ekonomi, enerji, rekreasyon, tarım, su kaynakları, ekosistem ve insan sağlığı gibi varoluşsal olaylar üzerinde negatif bir etkisi vardır.

Ekonomi üzerine etkisi: Kuraklık ekonomik olarak tarım, ormancılık ve balıkçılık gibi sektörler üzerinde etkilidir. Bu sektörler, temel su ihtiyaçlarını yüzey ve yeraltı sularından sağlarlar. Kuraklığın oluşması ürün rekoltesinde düşüşe ve hayvancılığın gerilemesine neden olur. Nihayetinde tarıma ve su kaynaklarına dayalı endüstriye sahip ülkelerde ekonomi küçülür. Kuraklığın ekonomi üzerine etkisi aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Üründe miktarında ve kalitesinde azalış
- Bitkilerde görülen hastalıklarda artış
- Haşerelerin çoğalması
- Çiftlik hayvanlarının sayısında düşüş
- Kereste üretiminde kayıplar
- Orman yangınlarında artış
- Balıkçılığın sekteye uğraması
- Ulusal büyümede gecikme ve yavaşlama
- Yiyecek stoklarında azalma
- Enerji kaynaklarının azalması
- Eğlence iş alanlarında daralma
- Tarıma dayalı işsizlikte artış
- Turizm sektöründe küçülme

Çevre üzerine etkisi: Kuraklık, bitki türleri, vahşi hayat, ormanlar, toprak kalitesi, biyoçeşitlilik ve toprak erozyonu gibi konular üzerinde son derece olumsuz etki yapar. Kısa süren kuraklık sonucu bahsedilen konular kendini yenileyebilse de uzun süren kuraklık sonucu olumsuz etkiler kalıcı olabilir. Örneğin, artan toprak erozyonu biyolojik üretkenliğin tamamen yok olmasına sebep olabilir. Kuraklığın olumsuz çevresel etkilerini kısaca şöyle sıralayabiliriz.

- Toprakta gerçekleşen su ve rüzgar erozyonu
- Suyun kalitesinin bozulması
- Bitki ve hayvan çeşitliliğinde azalma
- Doğal yaşamın bozulması
- Tarım ürünlerinin yeterli düzeyde yetiştirilememesi

Toplum üzerine etkisi: Kuraklığın olumsuz sosyal etkisi, kuraklık oluştuktan sonraki uzunluğu ve şiddetine bağlı olarak değişir. Örneğin; Hindistan

çevrelerinde çiftçilerin ürün miktarındaki azalmadan dolayı intihar etmeleri çok yaygındır (Anonim b, 2017).

Yiyecek kıtlığının başlaması insanlar arasında panik ve şiddete hatta ölümlere yol açabilir. Aşırı kurak dönemlerde politik, sosyal ve endüstriyel açıdan su kullanıcıları arasında çatışmalar yaşanabilir. Kuraklık gelişmekte olan ülkelerin ekonomik durumlarına dolaylı ya da dolaysız olarak olumsuz etki eder. Olumsuz etkilerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

- Fakirlikte artış
- Yiyecek stoklarının tükenmesi ve stres
- Su kaynaklarına doğru göçün başlaması
- İçme suyu arzında risk oluşması
- Salgın hastalıkların görülmesi

Kuraklık sadece yağış eksikliğinin sonucunda meydana gelmez. Suyun yeryüzünde oluştuğundan beri, su miktarı sabittir ve devamlı hareket halindedir. Bu hareketi sağlayan sonsuz enerji kaynağı olarak adlandırılan Güneş ve yeryüzündeki etkileridir. Güneş'in etkisiyle, suyun atmosfer ve yeryüzü arasındaki sürekli devam eden hareketine "hidrolojik çevrim (su çevrimi)" adı verilmektedir. Hidrolojik çevrimi oluşturan güneş radyasyonu, buharlaşma, evapotranspirasyon, bulutların yoğunlaşması, rüzgar, yüzeysel ve yeraltı akışı gibi parametrelerden her birinde meydana gelen bozulma ya da normalden sapma kuraklığa neden olabilir. Kısaca bütün iklimsel, meteorolojik, ve hidrolojik olaylar kuraklığı tetikleyebilir. Doğruya yakın bir kuraklık analizi yapılabilmesi için hidrolojik çevrimin elemanları düzenli olarak izlenmeli ve normal durumlarından sapmalarının eğilimi takip edilmelidir. Hidrolojik çevrim basitçe Şekil 1.3'te görülmektedir.



Şekil 1.3. Hidrolojik Çevrim Şeması (MGM, 2017)

Türkiye'de yıllık ortalama yağış yaklaşık 643 mm olup, yılda ortalama 501 milyar m^3 suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3'ü evapotranspirayon yoluyla atmosfere geri dönmekte, 69 milyar m^3'lük kısmı yeraltı suyuna karışmakta, 158 milyar m^3'lük kısmı ise akışa geçmektedir. Yeraltı suyunu besleyen suyun 28 milyar m^3'ü yüzey sularına tekrar katılmaktadır (DSİ, 2017). Türkiye'de su çevrimi bu şekilde gerçekleşmektedir.

Kuraklığı tetikleyen en büyük nedenin, küresel ısınma olduğu bilim insanları tarafından tartışılmaktadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar dengesiz bir şekilde buharlaşma miktarını arttırmaktadır. Bu sebeple de dünyanın bir bölümünde aşırı yağışlar görülürken, diğer bir bölümünde de yağış miktarları kuraklıklara neden olacak şekilde azalmaktadır. Hem Türkiye'de hem de dünyada bu azalan yağışlar homojen olarak dağılmamıştır.

Küresel ısınmanın oluşturacağı iklim farklılaşması gezegenimizin değişik bölgelerine iyi ya da kötü etkiler bırakacaktır. Örneğin; içinde de bulunduğumuz

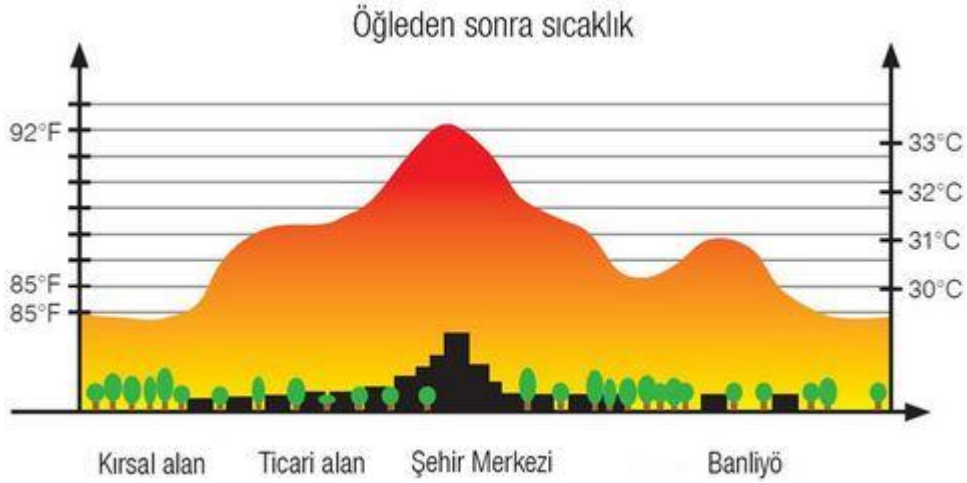
Doğu Akdeniz bölgesinde uç değerlerde artışlar; dolayısıyla aşırı yağışlar, aşırı sıcaklar, fırtına ve hortumlar, kuraklık gibi doğal afetlerde artışlar görülmektedir. 50^0 derece enleminin kuzeyinde ise (Orta Avrupa, Baltık ülkeleri, Güney Rusya), yağışlarda artış ve daha ılıman mevsimler dolayısıyla tarımsal açıdan olumlu değişimler görülebilir (Şen, 2013).

İklimsel hava olaylarından olan Kuzey Atlantik Salınımları (NAO)(North Atlantic Oscillation) ve El-Nino, La-Nina durumları da kuraklık oluşumunda etkili olabilirler. El-Nino durumunda doğu tropikal Pasifik Okyanusu yüzey sıcaklığı normal şartlardan çok daha yüksektir. La-Nina durumunda ise, normalden soğuktur. El-Nino'nun etkili olduğu senelerde gezegenimizde ortalama sıcaklıklar yükselirken, La Nina'nın etkisi altına girildiğinde ortalama sıcaklıklar düşer. Türkiye İzlanda'da oluşan Alçak Basınç merkezinin etkisi altına girerse yağışlı dönem görülür. Yüksek Basınc merkezi (Azor Yüksek Basıncı) NAO salınımları pozitif olduğunda kuvvetlenir ve Türkiye'de değil de Batı Avrupa'da yağışlar görülür. Böylece Türkiye **kurak** döneme girer. Olayın şematik gösterimi Şekil 1.4'de gösterilmiştir.

Büyük ve kalabalık yerleşim bölgelerinde kuraklığa sebep olan yağış eksikliğinin görülmesine sebep olan bir faktör de, ısı adası etkisi adı verilen binaların, asfaltların ve yüksek yapıların ısıttığı havanın sıcaklığının kırsal bölgelere göre 1-4 ^{0}C daha fazla olmasıdır. Çünkü, beton yapılar ısıyı içlerine hapsetmektedirler. Binaların içini ısıtmak, dışarılarındaki havayı da ısıtmak anlamına gelmektedir. Şekil 1.5'te bunun temsili grafiği gösterilmiştir. Kentsel ısı adası etkisinin insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır.



Şekil 1.4. Kuzey Atlantik Salınımının pozitif ve negatif fazlarında Akdeniz bölgesine etkisi (Şen, 2013).



Şekil 1.5. Kentsel ısı adası etkisi (Anonim c, 2017)

Kuraklığın oluşmasında bir başka iklimsel olay, sera gazı etkisidir. Açık havada, kısa dalgalı güneş ışınımının büyük bir bölümü atmosferden yeryüzüne

ulaşır ve absorbe edilir. Gezegenimizin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir kısmı, uzaya geri gitmeden önce atmosferin yukarı seviyelerindeki sera gazları tarafından emilir (Şekil 1.6). Dünya'nın sıcaklık dengesinin oluşmasında doğal sera etkisi önemli bir faktördür. Doğal sera gazları; su buharı (H_2O), karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazotmonoksit (N_2O) ve ozon (O_3)'dur. Küresel ısınmaya neden olan sera gazları fosil yakıtların yakılması, sanayi, ulaştırma gibi etkinliklerden dolayı insan eliyle atmosferde bulunan miktarları değişmiştir. Sera etkisi arttıkça iklim ısınacak, iklim ısındıkça da buharlaşma artacaktır.



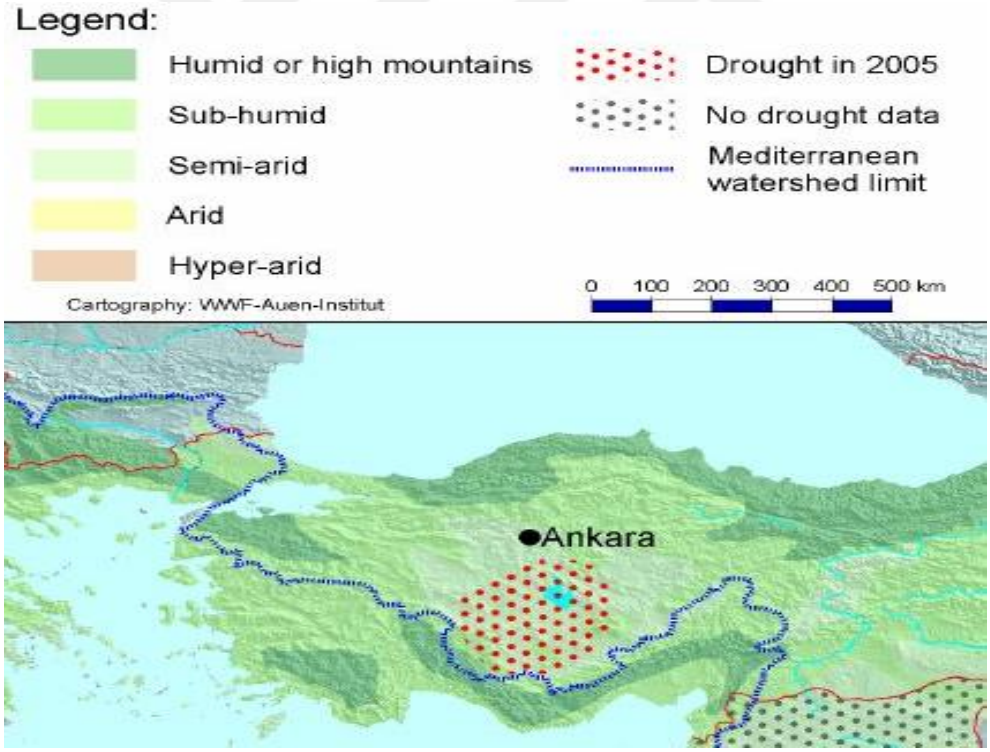
Şekil 1.6. Sera gazının etkisi (Anonim d, 2017)

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelin'de (IPCC) içinde bulunduğumuz Akdeniz Havzası'nın küresel iklim değişikliği ile ilgili en kırılgan bölgelerden biri olduğundan bahsedilmiştir (IPCC, 2013). Akdeniz havzası için iklim değişimi riskleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çok sıcak ve nemden yoksun yazlar
- Ilık ve yağışssız kışlar

- Aşırı kuru ve sıcak havaların görülme sıklığında artış
- Ani ve çok şiddetli yağışların görülme sıklığında artış
- Tarımsal kuraklığa sebep olan toprak suyunda azalış
- Fırtına ve hortum oluşturan rüzgar hızlarının artması
- Denizlerin yükselmesi ve kıyı erozyonu

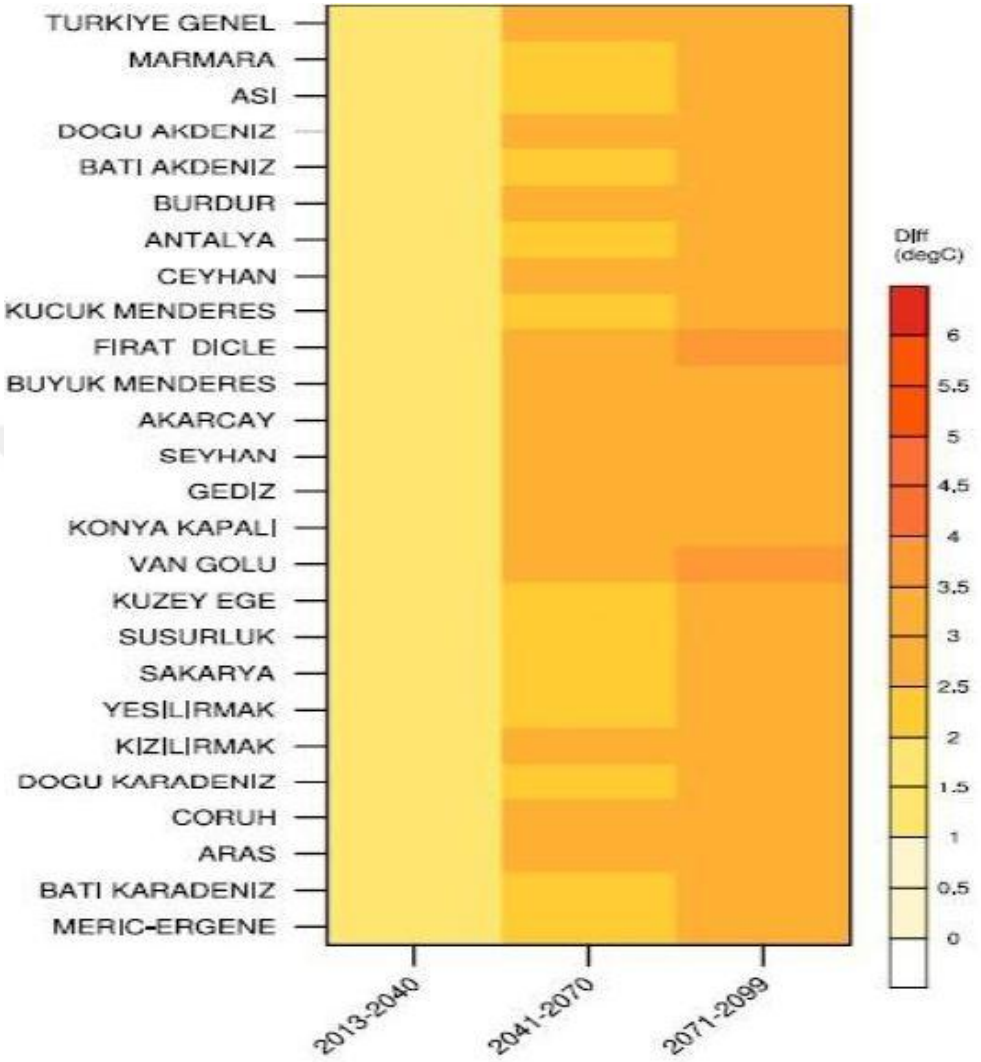
Dünya Doğa'yı Koruma Vakfı'nın (WWF) 2006 yılında yayınlanan Akdeniz'de Kuraklık başlıklı raporunda Türkiye'ye de yer verilmiştir. Bu raporda ülkemizde özellikle iç bölgelerde etkili olan 2005 yılındaki kuraklık göze çarpmaktadır (Şekil 1.7). Ayrıca kurak ve kurak olmayan bölgeler de izlenebilmektedir.



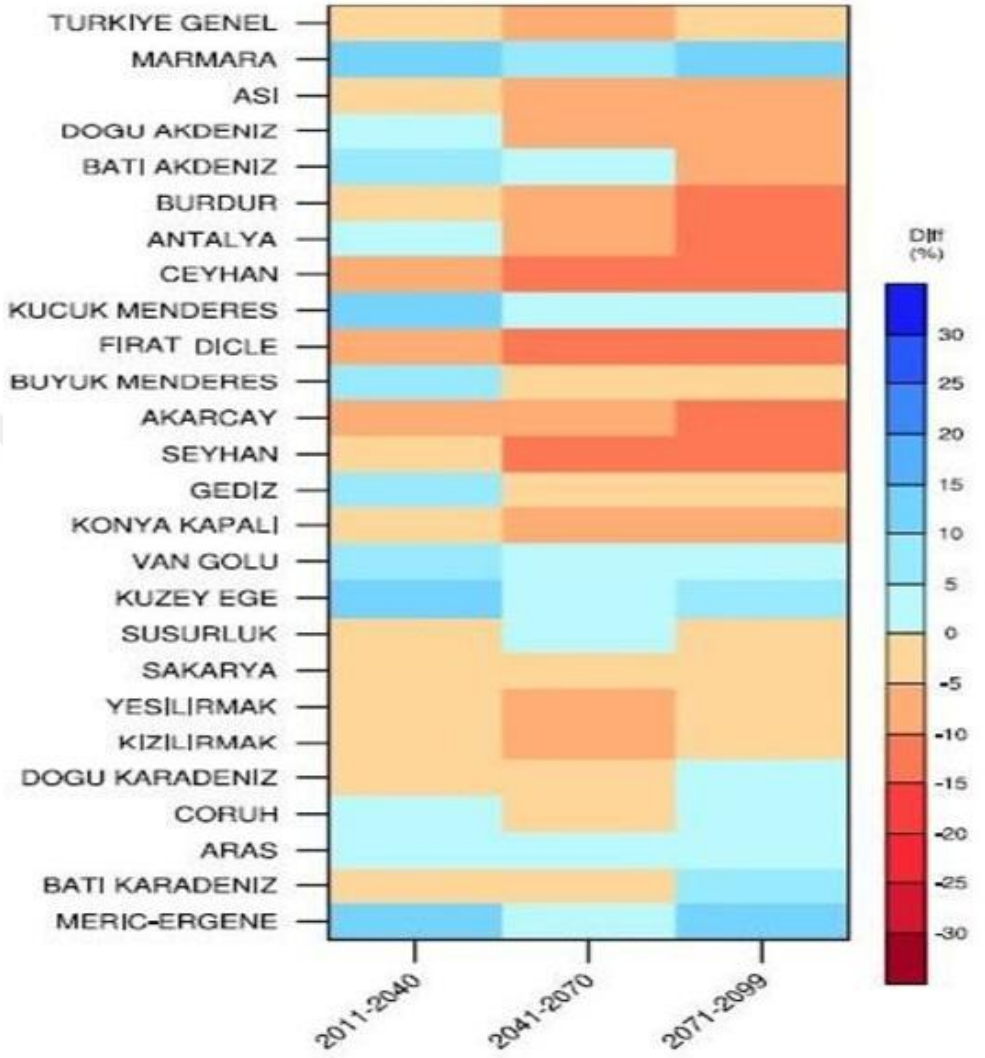
Şekil 1.7. Türkiye'nin kurak ve sulak bölgeleri (Anonim e, 2006)

Su uzmanı Prof. Dr. Malin Falkenmark 1989 yılında bir çalışma yapmıştır. Ülkelerin toplam nüfusu ile toplam su kaynağı potansiyelini orantılamış ve nüfusun su kaynakları üzerindeki etkisini belirleyen Falkenmark indeksini oluşturmuştur. Kişi başına düşen su miktarının eşik değerinin 1700 metreküp olduğunu belirlemiştir (Rockström ve ark, 2009). Türkiye'nin mevcut su potansiyeline göre kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1500 metreküptür. Bu indekse göre, Türkiye'de su sıkıntısı olduğu gözlenmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 2014 yılında yayınladığı iklim projeksiyonlarına göre akarsu havzalarında sıcaklık ve yağış değerlendirmesi raporunda değişik senaryolara göre de Türkiye su havzalarındaki sıcaklık ve yağış değişimi tahmin edilmiştir. Şekil 1.8 ve Şekil 1.9'da görülen değerlere göre bütün havzalarda ortalama sıcaklığın 2099 yılına kadar 1-5 ^{0}C arasında artacağını, ortalama yağışların da havzaların bazılarında artarken bazılarında da azalacağını görebiliriz. Özellikle bu tez çalışmasının çalışma alanını oluşturan Seyhan, Ceyhan, Asi ve Doğu Akdeniz Havzalarında sıcaklığın artacağını yağışın ise düşeceğini söyleyebiliriz. Hidrolojik çevrimin en önemli parametrelerinden olan sıcaklık ve yağıştaki bu düzensizlik ve değişkenlik söz konusu çalışma alanına kuraklık olarak yansıyacaktır.



Şekil 1.8. Bölgesel Konsantrasyon Yolu (RCP4.5) modeline göre havzalardaki sıcaklık projeksiyonları (MGM, 2014)



Şekil 1.9. Bölgesel Konsantrasyon Yolu (RCP4.5) modeline göre havzalardaki yağış projeksiyonları (MGM, 2014)

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) 5. Değerlendirme Raporu'nda, 1951–2010 periyodunda küresel sıcaklıklardaki yükselişin sebebinin, (%95 - %100 olasılıkla) insan etkinlikleri olduğu belirtilmektedir. 1901-2011 yılları arasında küresel sıcaklıklarda yaklaşık 0.9 ^{0}C artış görüldüğü, ortalama yüzey sıcaklıklarının 2^{0}C yüksek olduğu, deniz seviyelerinin bugünkünden en az 5 metre daha yüksek olduğu belirtiliyor (Anonim f, 2017).

Bütün çalışmalar gösteriyor ki ülkemizin en kalabalık bölgelerinde kuraklık ve su sıkıntısı yaşanabilir. Bu yüzden bütün bölgelerde kuraklığı takip etmek çok büyük önem kazanmaktadır. Dünya'da çöllerde ve yağmur ormanlarında bile kuraklık takibi yapılmaktadır. Kuraklık; şiddeti, süresi ve oluştuğu alan ile karakterize edilebilir.

Kuraklığı açıklayabilmek için dünya genelinde kuraklık ve gösterge indeksleri kullanılmaktadır. Göstergelere yağış, sıcaklık, akım, yer altı suyu, rezervuar seviyesi, toprak suyu, kar birikintisi, nispi nem, atmosfer basıncı örnek verilebilir. Ayrıca hidrolojik çevrimin parametreleri olan bulutlanma, güneş radyasyonu, güneşlenme şiddeti ve evapotranspirasyon gibi parametreleri de örnek olarak gösterebiliriz.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin güneyinde yer alan ve örnekleri verilen çalışmalara göre iklim değişimi ve kuraklığa karşı en hassas bölgelerden biri olarak kabul edilen, verimli arazilere sahip, turizm potansiyeli yüksek Doğu Akdeniz Havzası, Seyhan Havzası, Ceyhan Havzası ve Asi Havzası'nda, hidrometeorolojik göstergelerden olan aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama akarsu akımı, aylık ortalama oransal (nispi) nem, açık gün sayısı ve kapalı gün sayısı kullanılarak kapsamlı bir kuraklık analizi yapılması amaçlanmıştır. Bölgede, daha önce Bütünleşik Kuraklık İndeksi ve Keşif Kuraklık İndeksi kullanılarak kuraklık analizi yapılmamıştır. Bu bağlamda bu çalışmanın bölge kuraklığına farklı bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Keyantash ve Dracup (2004), Kaliforniya'da Bütünleşik Kuraklık İndeksi'ni kullanarak literatüre geçmesini sağlayan ilk araştırmacılardır. BKİ'nin kuraklığın bütün fiziksel formlarını göz önüne aldığını (meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal) belirtmişlerdir. Temel bileşenler analizini kullanarak BKİ serilerini elde etmişlerdir. Serileri kullanırken girdi verisi olarak 6 parametre (yağış, evapotranspirasyon, akım, rezervuar hacmi, toprak su içeriği ve kar suyu içeriği) kullanmışlardır. Çalışmalarında, BKİ ile Palmer Kuraklık İndeksi'ni karşılaştırmışlardır. BKİ'nin kuraklık şiddetinin belirlenmesinde objektif bir yaklaşım olduğunu ve kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Awass (2009), yaptığı doktora tezinde çok değişkenli BKİ'den bahsetmiştir. Etiyopya havzasında aylık yağış, sıcaklık, normalleştirilmiş fark bitkisel indeks değerini ve akım kayıtlarını kullanmıştır. Havzanın yukarısında BKİ'ye göre 1984 ve 1991 yıllarında şiddetli kuraklık yaşandığını belirlemiştir.

Barua ve ark (2009), Yarra nehir havzasında hidrolojik çevrimdeki dalgalanmaları açıklayan hidrometeorolojik verilere temel bileşenler analizi uygulamışlardır. BKİ ile Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre 1967, 1972, 1982, 1997, 2006 kuraklıklarını BKİ daha iyi tespit etmiştir. BKİ'nin meteorolojik veri kapsamının Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ne göre daha fazla olduğu için kuraklığı daha güçlü tespit ettiğini belirtmişlerdir.

Niemeyer (2009), Uluslararası Kuraklık Çalıştayı'nda sunduğu bildirisinde yeni kuraklık indekslerinden bahsetmiştir. Bütünleşik Kuraklık İndeksi'ni kapsamlı yeni kuraklık indeksleri kategorisine koyarak Kaliforniya'da kullanıldığını; yağış, akım, evapotranspirasyon, toprak suyu, kar suyu içeriği gibi verilerin sonuçları iyileştirdiğinden bahsetmiştir.

Şorman (2010), Ankara Çamlıdere Barajı Havzası'nda BKİ kullanarak yaptığı çalışmasında 1988-2006 yılları arasındaki hidrometeorolojik verileri kullanarak Normalleştirilmiş Yağış İndeksi, Normalleştirilmiş Akım İndeksi ve Yüzey Nem İndeksi'ni kullanarak Bütünleşik Kuraklık İndeks değerlerini elde etmiştir. Oluşturulan BKİ'nin Kuzey Atlantik Salınımı-Kuraklık ve Güney Atlantik Salınımı-Islaklık ile ilişkileri araştırılmıştır.

Wanders ve ark (2010), yayınladıkları teknik raporda küresel ölçekte kuraklığı karakterize eden indeksleri incelemişlerdir. Bütünleşik Kuraklık İndeksini karma kuraklık indeksi başlığı altında incelemişlerdir. BKİ'nin çeşitli tip kuraklıkları analiz edebiliyor olmasının büyük avantaj olduğunu; ancak, 5 ya da 6 tane hidrometeorolojik parametrenin olması gerektiğinin de bir dezavantaj olduğunun altını çizmişlerdir.

Sakata ve Keyantash (2011), San Jacinto ve Santa nehir havzasında 55 ile 69 yıllık hidrometeorolojik periyotlar için yayınladıkları kısa raporda Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile BKİ karşılaştırmasını yapmışlardır. 1 ve 3 aylık kısa zaman aralıklarında SYİ ve BKİ'nin dengesiz bir oluşum gösterdiğini, ve istenen zaman aralığında BKİ'nin SYİ'ye göre daha az hatalı sinyal gösterdiğini belirtmişlerdir.

Barua ve ark (2012), Avusturalya'nın Yarra nehir havzasında yaptıkları çalışmada su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve planlanması aşamalarında özellikle kurak klimatik periyotlarda kuraklık tahmininin önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Bunun için doğrusal olmayan Bütünleşik Kuraklık İndeksi serilerine dayalı yapay sinir ağları yöntemi geliştirmişlerdir. Oluşturdukları modelin, 6 aylık gelecek kuraklık tahmininde son derece istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bulmuşlardır.

Castano (2012), Sicilya'da yaptığı doktora tez çalışmasında çok değişkenli Bütünleşik kuraklık indeksini kullanmıştır. Hidrolojik, meteorolojik ve tarımsal kuraklık indekslerinden bahsetmiştir. Akım, sıcaklık, yağış, toprak suyu ve buharlaşma parametrelerini kullanmıştır. Farklı kuraklık indekslerinin korelasyon

analizini yapmış ve birincil temel bileşen analizi ile Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nin gösterge davranışını incelemiştir.

Norouzi ve ark (2012), İran'ın Hormozgan İli Minab Havzası'nda yaptıkları çalışmada Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Bütünleşik Kuraklık İndeksini karşılaştırmışlardır. BKİ için yağış, potansiyel buharlaşma, sıcaklık ve akım değerlerini kullanmışlardır. Standartlaştırılmış Yağış indeksi 1980'den 2009 yılına kadar havzanın normal kuraklık yaşadığını göstermiştir. BKİ'nin Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'nden daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir.

Hınıs (2013), makalesinde, Aksaray ili için kuraklık analizi yapmıştır. Bütünleşik Kuraklık İndeksi ile Normalleştirilmiş Yağış İndeksi'ni karşılaştırmıştır. BKİ metodu için 372 aylık yağış, akarsu debisi, buharlaşma ve sıcaklık verilerini kullanmıştır. Aylık kuraklık karşılaştırmalarında Nisan ve Mayıs aylarında en iyi uyumun bulunduğunu belirtmiştir.

Wambua ve ark (2014), yaptıkları çalışmada Bütünleşik Kuraklık İndeksi'ne de yer vermişlerdir. Kenya'da Tana nehri havzasında meteorolojik, hidrolojik, tarımsal kuraklık indekslerini ve 1, 3, 6, 12, 24, ve 48 ay zaman periyotlu kuraklık zaman aralıklarını incelemişlerdir. Farklı kuraklık indekslerini özetlerken BKİ'de ilk temel bileşenin standart sapmaya bölündüğünden 5'ten 6'ya kadar farklı hidrometeorolojik değişken ile çalışılabildiğinden bahsetmişlerdir.

Reis ve ark (2016), büyük su rezervlerine sahip olan Kahramanmaraş ilinde Bütünleşik Kuraklık İndeksi ile yaşanan kuraklık olaylarını doğrulamaya çalışmışlardır. 1989-2011 periyoduna ait aylık ortalama yağış, sıcaklık ve akım değerlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak BKİ'nin sonuçlarının tarihi kuraklıklar ile uyumlu olduğu ve çalışma alanında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Joshi ve Jagtap (2017), Statistical Package for Social Science (SPSS) programını kullanarak Manjhara nehir havzasının doğrusal olmayan Bütünleşik Kuraklık İndeksi serilerini elde etmişlerdir. Temel bileşenler analizini uygulamışlardır. 36 yıllık meteorolojik veri kullanılmıştır. BKİ değerlerini yapay sinir ağında kullanarak kuraklık durumlarını incelemişlerdir.

2.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Tsakiris ve Vangelis (2005), yaptıkları çalışmada Keşif Kuraklık İndeksi (Reconnaissance Drought Index) adını verdikleri yeni bir meteorolojik kuraklık indeksini önermişlerdir. Bu yeni kuraklık indeksinin yağışın yanında potansiyel evapotranspirasyonu da içerdiğinden bahsetmişlerdir. Bu yeni kuraklık indeksinin başlangıç, normalleştirilmiş ve standartlaştırılmış olmak üzere 3 farklı versiyonunun olduğunu belirtmişlerdir. Yaygın olarak kullanılan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile direk olarak kıyaslanabildiğini; ancak, su dengesi koşullarını daha iyi sunduğunu bildirmişlerdir.

Pashiardis ve Michaelides (2008), yaptıkları çalışmalarında Kıbrıs adasının tamamında bulunan yağış istasyonlarından elde ettikleri verileri kullanarak kuraklık şiddeti, süresi ve alansal yayılımını belirlemişlerdir. Yöntem olarak Keşif Kuraklık İndeksi ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni kullanmışlardır. Bölgede, bu yöntemlerle kuraklığın takip edilebileceğini belirtmişlerdir.

Yürekli ve ark (2010), yaptıkları çalışmada Karaman ilinin Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Keşif Kuraklık İndeksi ve Efektif Kuraklık İndeksi kullanarak kuraklığını saptamaya çalışmışlardır. Karaman'da 1975-2009 yılları arasındaki aylık yağmur verilerini kullanmışlardır. 4 farklı referans periyodu için kümülatif yağış serileri oluşturmuşlardır. Keşif Kuraklık İndeksi'ne göre Karaman'da daha çok hafif kuraklık ve orta derece kuraklık gözlenmiştir.

Zarch ve ark (2011), yaptıkları çalışmada İran'da bulunan 40 meteorolojik sinoptik istasyondan elde ettikleri verileri Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ve Keşif Kuraklık İndeksi kullanarak bölgedeki kuraklığı incelemek amacıyla kullanmışlardır. 3, 6, 9, 12, 18 ve 24 aylık periyotlarla çalışmışlardır. 1999 ve 2000 yıllarında bölgede aşırı kurak yaşandığını bulmuşlardır. Keşif Kuraklık İndeksi'nin evapotranspirasyonla su kaybını da dahil ettiği için bölgede kuraklık analizinde kullanılmaya değer olduğunu bildirmişlerdir.

Vangelis ve ark (2012), çalışmalarında potansiyel evapotranspirasyon hesaplama yönteminin Keşif Kuraklık İndeksi'ni hesaplarken indeks değerlerine

etkisi olup olmadığını incelemişlerdir. Hargreaves, Thornthwaite, Blaney-Criddle ve FAO Penman-Monteith yöntemlerini kullanmışlardır. Yunanistan'ın dağlık ve kıyı kesimlerinde bulunan meteorolojik istasyonlardan elde edilen verileri kullanmışlardır. Sonuç olarak potansiyel evapotranspirasyon yönteminin Keşif Kuraklık İndeksi'nin hesaplanmasında önemli bir fark yaratmadığını belirtmişlerdir.

Shah ve ark (2013), Hindistan'ın Bhavnagar bölgesinde KKİ yöntemi ile kuraklık analizi yapmışlardır. 39 yıllık meteorolojik veri kullanmışlardır. Potansiyel evapotranspirasyonu, Penman-monteith yöntemi kullanarak hesaplamışlardır. 12 aylık periyot için kuraklık analizini yapmışlardır.

Zehtabian ve ark (2013), çalışmalarında İran'da bulunan Khorasan bölgesindeki 6 sinoptik istasyondan elde ettikleri yağış verilerini kullanmışlardır. KKİ için yıllık sıcaklık ve yağış değerlerini kullanarak Thornthwaite yöntemiyle potansiyel evapotranspirasyonu hesaplamışlardır. Sonuçlar 4 istasyonun aşırı kurak olduğunu ve tüm çalışma alanının kuraklık frekansının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Al-Faraj ve ark (2014), yaptıkları çalışmada Irak ve İran arasında bulunan Diyala havzasında Akım Kuraklık İndeksi ve Keşif Kuraklık İndeksi ile hem hidrolojik hem de meteorolojik kuraklık analizi yapmışlardır. Önerdikleri hesap yönteminin iklim değişikliği senaryoları altında akım değişkenliğini güçlü ve basit bir şekilde sunduğunu belirtmişlerdir.

Anlı (2014), yaptığı çalışmasında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde referans bitki su tüketiminin zamansal değişimi ve Keşif Kuraklık İndeksi yöntemiyle meteorolojik kuraklık analizi gerçekleştirmiştir. İllerdeki meteorolojik kuraklığı tahmin etmek için uyguladığı Keşif Kuraklık İndeksi yöntemi ile bölgede genelde hafif kuraklığın egemen olduğunu, orta ve şiddetli kuraklığın meydana geldiğini belirtmiştir.

Shamsnia (2014), yaptığı çalışmasında İran'da bulunan 5 bölgenin, 1981-2010 periyodu için 29 meteorolojik istasyondan elde ettiği yağış verilerini

kullanarak kuraklık analizini yapmıştır. İndeks değerlerini Keşif Kuraklık İndeksi ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile bulmuştur. Sonuçları karşılaştırmıştır. 1, 3 ve 6 aylık kuraklık hesaplamalarında Keşif Kuraklık İndeksi'nin kullanılması gerektiğini önermiştir.

Rahmat ve ark (2015), yaptıkları çalışmada Avustralya Victoria'da bulunan seçtikleri 5 meteoroloji istasyonundan elde ettikleri 55 yıllık (1955-2010) aylık yağış ve referans evapotranspirasyon değerlerini kullanmışlardır. Kuraklık analizi yaparken Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni hem de Keşif Kuraklık İndeksi'ni kullanmışlardır. Tarımsal kuraklık analizi için Keşif Kuraklık İndeksi'ni tavsiye etmişlerdir.

Zarch ve ark (2015), yaptıkları çalışmada dünya genelinde 4000'den fazla meteorolojik istasyondan elde ettikleri verileri 1960-2009 yılları arasında global iklim değişikliği için incelemişlerdir. Yöntem olarak Keşif Kuraklık İndeksi ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi kullanmışlardır. Küresel ısınma sonuçlarını görsel olarak haritalandırmışlardır.

Malakiya ve Suryanarayana (2016), çalışmalarında Hindistan'daki Amreli bölgesinde 35 yıllık (1965-2000) yağış ve potansiyel evapotranspirasyon değerlerini kullanarak Keşif Kuraklık İndeksi ile 3, 6, 9 ve 12 ay periyotlu indeks hesaplamışlardır. Standartlaştırılmış yağış indeksi ile KKİ gidiş analizlerini karşılaştırmışlardır.

Thomas ve ark (2016), Keşif Kuraklık İndeksi'nin daha çok kurak ve yarı kurak bölgeler için uygun olduğunu belirtmişlerdir. Penman-Monteith metodunu, potansiyel evapotranpirasyonu tahmin etmek için kullanmışlardır. Bölgede her kurak olayın kendine has karakteri olduğunu bildirmişlerdir.

Tigkas ve ark (2016), Keşif Kuraklık İndeksi'nin yüksek hassasiyete sahip olması nedeniyle yaygın olarak kullanıldığını, basit formunun belirli bir referans periyotu için kümülatif yağışı ve potansiyel evapotranspirasyonu kullandığını belirtmişlerdir. Çalışmada, yağış yerine efektif yağış değerlerini kullanarak

modifiye edilmiş Keşif Kuraklık İndeksi'nin tarımsal bölgelerde daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Waseem ve ark (2016), Güney Kore Sockcho havzasında 2000-2014 yılları için geçmiş koşullara dayalı çok değişkenli kuraklık analizi yapmışlardır. Bunun için öncül koşulları esas alan çok değişkenli kuraklık indeksi (AMDI) kullanmışlardır. AMDI ile Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni ve Keşif Kuraklık İndeksi'ni kıyaslamışlardır. Potansiyel evapotranpirasyonu Hargreaves denklemi ile hesap etmişlerdir. AMDI kuraklık frekansı sonuçları Keşif Kuraklık İndeksi sonuçlarına göre %6 fark göstermiştir.

Zarei ve ark (2016), İran'ın güneyinde yaptıkları çalışmada 16 sinoptik istasyondan elde ettikleri verilerin 1980-2010 yılları arasında Keşif Kuraklık İndeksi ile meteorolojik kuraklık analizini yapmışlardır. İndeks sonuçlarını ArcGis10.2 programı ile haritalandırmışlardır. Çalışma bölgesinde her mevsimde kuraklığın artan bir gidişe sahip olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Agha ve Şarlak (2017), 1980-2011 yılları arasında Irak'ta bulunan 10 meteorolojik istasyonun verilerini kullanarak Keşif Kuraklık İndeksi ile bölgedeki kuraklığı analiz etmişlerdir. Potansiyel evapotranspirasyonu hesaplarken Penman-Monteith yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlara göre 1999'dan 2009'a kadar olan zaman diliminde diğer periyotlara göre çok daha güçlü kuraklık yaşandığını belirlemişlerdir.

Mohammed ve Scholz (2017), yaptıkları çalışmada Keşif Kuraklık İndeksi'nin yağış ve evapotranpirasyonu içermesinden dolayı meteorolojik kuraklık için güçlü bir indeks olduğunu belirtmişlerdir. 24 meteoroloji istasyonundan elde ettikleri verileri 1979-2014 yılları arası için analiz etmişlerdir. Hem standartlaştırılmış hem de normalleştirilmiş Keşif Kuraklık İndeksi'nin çeşitli klimatik koşullarda göz önüne aldıkları potansiyel evapotranspirasyon yöntemleriyle tespit edildiğini bildirmişlerdir.

2.3. Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Gibbs ve Maher (1967), yaptıkları çalışmada Avustralya kıtasında 100 yağış-ölçer istasyonu kullanarak, Ondalıklar Kuraklık İndeksi yöntemini önermişlerdir. Çalışmalarında yaygın istatistiksel ölçüler olan aritmetik ortalama, ortalama ve normal terimlerini yağış oluşumu için zayıf göstergeler olarak görmüşlerdir. Eğer yağış miktarı normal olarak dağılmamışsa, yağış oluşumunun belirli orandaki limitlerini paylayarak yağış dağılımının en iyi şekilde gösterilebileceğini belirtmişlerdir. Sıralı yağış serilerini her bir %10 limitinde ifade etmişlerdir. Kıtanın 1885'ten 1965'e kadar olan Ondalıklar Kuraklık İndeksi aralıklarını haritalandırmışlardır.

Morid ve ark (2006), İran'da Tahran bölgesinde 32 yıllık meteorolojik veriye 7 farklı kuraklık indeksini uygulamışlardır. Ondalıklar Kuraklık İndeksi ile Standartlaştırılmış Yağış İndeksini'ni karşılaştırmışlardır. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'nin kuraklık şiddetini Ondalıklar Kuraklık İndeksi'ne göre daha fazla gösterdiğini bulmuşlardır.

Smakhtin ve Hughes (2007), yaptıkları çalışmada çeşitli kuraklık indekslerini analiz ve tahmin eden yeni bir otomatik paket programdan bahsetmişlerdir. Ondalıklar Kuraklık İndeksi'ni, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni ve Efektif Kuraklık İndeksi'ni çalışmalarına dahil etmişlerdir. Programı Güney Asya bölgesinde kullanmışlardır. Aylık ortalama yağış üzerinde çalışmışlardır.

Tsakiris ve ark (2007), kuraklık yönetimi teknik raporunda Ondalıklar Kuraklık İndeksi kuraklık karakterizasyonunu da incelemişlerdir. Hesaplanmasının sadece yağış parametresiyle çalışıldığından son derece kolay olduğunu ancak basitliği nedeniyle kavramsal zorlukları da olduğunu belirtmişlerdir.

Hasaniha (2008), İran'ın kuzeybatısında yaptığı doktora tez çalışmasında Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nden bahsetmiştir. Bu yöntemle yağış indeksi hesaplanırken normal dağılıma dönüştürülmüş yağışları kullanmıştır. 1985, 1987, 1990, 2000, 2003 yıllarında şiddetli kuraklığın yaşandığını bulmuştur.

Pandey ve ark (2008), çalışmalarında Hindistan'ın Orissa bölgesinde kuraklık analizi yapmışlardır. "Spatial and time series information modelling (SPATSIM)" ve "Daily water resources assessment modelling (DWRAW)" programlarını günlük ve aylık bazlı kurak ve sulak yılları belirlemek için kullanmışlardır. Kullandıkları indekslerden biri de Ondalıklar Kuraklık İndeksi'dir. Çalışma bölgesinde 3-4 yılda bir kuraklık görülme ihtimalinin %50'den fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Ghasemi ve ark (2011), çalışmalarında İran'ın Hossein Abad ovasında bulunan 12 sinoptik meteoroloji istasyonundan elde ettikleri 11 yıllık yağış verisini kullanmışlardır. 1998-2001 yılları arasındaki kurak dönemi de dahil etmişlerdir. Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nin yıllık yağış olaylarına daha çabuk duyarlı olduğunu belirlemişlerdir. Kurak ve sulak yılları haritalandırmışlardır.

Behzadi (2013), İran'ın Guilan bölgesinde yaptığı çalışmasında sinoptik meteoroloji istasyonlarından elde ettiği aylık yağışları kullanarak 1976-2005 yılları arasında kuraklık analizi yapmıştır. Yoğunluk, süreklilik ve frekans, Standart Dağılım, Ondalıklar Kuraklık İndeksi ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile elde edilmiştir. 1991 ve 1995 yıllarında şiddetli kuraklık yaşandığı belirlenmiştir.

Doğan (2013), Konya kapalı havzasında yaptığı doktora tez çalışmasında 6 farklı kuraklık indeksini karşılaştırmıştır. 18 ayrı zaman adımı kullanmıştır. 1972-2009 yılları arası kuraklık analizi yapmıştır. Karapınar istasyonu hariç bütün istasyonlarda kuraklık şiddeti benzer özellikler göstermiştir.

Merkoci ve ark (2013), Avustralya'da Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nin yaygın olarak kullanıldığından bahsetmişlerdir. Ayrıca Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Arnavutluk bölgesinde 1951-2000 periyodu için 1, 3 ve 6 aylık indeks değerlerini bulmuşlardır. Arnavutluk'un güneyinde aşırı kurak yaşandığını belirtmişlerdir.

Soleimani ve ark (2013), yaptıkları çalışmalarında İran'ın Taleghan su havzasında Ondalıklar Kuraklık İndeksi yöntemini kullanarak zamansal ve alansal kuraklık analizi yapmışlardır. 8 istasyondan elde ettikleri verileri 1967-2008

periyot aralığında incelemişlerdir. Buldukları sonuçları Inverse Distance Weighted (Ters Uzaklık Yöntemi) (IDW) yöntemi ile haritalandırmışlardır.

Eshghabad ve ark (2014), çalışmalarında İran'ın Tajan havzasında kuraklık analizi yapmışlardır. Havzadaki meteoroloji istasyonlarından elde ettikleri yıllık ve aylık yağış değerlerini kullanmışlardır. Ondalıklar Kuraklık İndeksi ile birlikte 6 tane kuraklık indeksi ile çalışmışlardır. Yıllık periyot için en iyi sonucu Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nın verdiğini belirtmişlerdir.

Jain ve ark (2015), çalışmalarında Ondalıklar Kuraklık İndeksi'ni esas alan kuraklık indeksi ile Standartlaştırılmış Yağış İndeksi'ni, Çin Z İndeksi'ni, Efektif Kuraklık İndeksi'ni ve Z-Score İndeksi'ni karşılaştırtırmışlardır. Hindistan'da bulunana Ken Nehri havzasında muson yağmurlarının yoğunlaştığı bölgede, 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman periyotlarını kullanarak kuraklık İndekslerini incelemişlerdir.

Nohegar ve ark (2015), İran'ın güneyindeki Kahurestan havzasında yaptıkları çalışmada 5 istasyonun 1985'ten 2010'a kadar olan 26 yıllık yağış verisini incelemişlerdir. Ondalıklar Kuraklık İndeksi yöntemini kullanarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ve Normal Yağış Yüzdesi yöntemini kıyaslamışlardır.

Tadic ve ark (2015), çalışmalarında Hırvatistan'da 15 meteoroloji istasyonundan elde ettikleri yağış serilerine Ondalıklar Kuraklık İndeksi yöntemini uygulamışlardır. Bunun dışında 4 farklı kuraklık indeksini de kullanmışlardır. Çalıştıkları bütün kuraklık indeksleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Joshi ve Jagtap (2017), Maharashtra bölgesinde Normal Yağış Yüzdesi'ni ve Ondalıklar Kuraklık İndeksi'ni kullanarak kuraklık parametrelerini incelemişlerdir. 8 farklı istasyonda 36 yıllık hidrometeorolojik veriyi kullanmışlardır. Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nin istenilen her periyot için hesaplanabildiğini ve uzun bir yağış verisine sahip olunması gerektiğini belirtmişlerdir.

2.4. Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Nalbantis (2008), yaptığı çalışmasında kümülatif 3, 6, 9 ve 12 aylık akım değerlerine dayanan Akım Kuraklık İndeksi'ni önermiştir. Bu kuraklık indeksinin, sabit olmayan Markov zincirleri ile modellenen kuraklık durumlarının açıklanmasına izin verdiğini bildirmiştir. Yunanistan'da bulunan Evinos ve Boeoticos Kephisos adlı nehir havzalarında çalışmasını yapmıştır. Önerdiği metodunu gerçek nehir sistemleri üzerinde uygulamıştır.

Nalbantis ve Tsakiris (2009), yaptıkları çalışmalarında Yunanistan'da bulunan Evinos nehir havzasında her bir hidrolojik yıl için kümülatif olarak 3, 6, 9 ve 12 aylık akım verilerini kullanarak Akım Kuraklık İndeksi değerlerini bulmuşlardır. Çalışmalarında ayrıca yağışa bağlı hidrolojik kuraklığı da incelemişlerdir. Akım Kuraklık İndeksi'nin eksik akım verilerine sahip akarsu havzalarında da kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Tabari ve ark (2012), yaptıkları çalışmada Kuzeybatı İran'da yer alan 14 hidrometrik istasyondan 1975-2009 yılları arasında elde ettikleri verileri kullanarak 3, 6, 9 ve 12 ay periyotlu kuraklık analizi yapmışlardır. Akım Kuraklık İndeksi'ni kullanmışlardır. Bazı akım değerlerinin normal dağılıma uymadığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak Akım Kuraklık İndeksi'nin çalışma periyodu boyunca aşırı kuraklık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Rimkus ve ark (2013), çalışmalarında Neman nehir havzasındaki sıcak periyot kuraklıklarını analiz etmişlerdir. Meteorolojik kuraklığı belirlerken Standartlaştırılmış Yağış İndeksini, hidrolojik kuraklığı belirlerken de Akım Kuraklık İndeksi'ni kullanmışlardır. Bütün çalışma alanını 1961-2010 yılları arasında analiz etmişlerdir. Yağış verisinde 1887 yılından beri olanları kullanırken akım verisinde ise 1811 yılından beri olan değerleri kullanmışlardır. Çalışmalarında sonuç olarak tüm havzada son 50 yılda kuruluğun azaldığını belirtmişlerdir.

Sardou ve Bahremand (2013), İran'ın Halilrud havzasında yaptıkları çalışmalarında ilk önce L-Momentler analizi ile bölgesel homojenlik testi

yapmışlardır. Çalışma havzasında kuraklık oluşma frekansını bulmak için de Akım Kuraklık İndeksi'ni kullanmışlardır. Sonuçlar havzadaki kuraklık şiddetinin hafif kuraklıkla şiddetli kuraklık arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Çalışmaları ayrıca Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Akım Kuraklık İndeksi arasında yüksek korelasyon olduğunu göstermiştir.

Akbari ve ark (2015), yaptıkları çalışmada İran'ın güneyinde bulunan 1637 m rakımlı Chenar Rahdar nehir havzasında Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ve Akım Kuraklık İndeksi ile klimatolojik ve hidrolojik kuraklık analizi yapmışlardır. 1974-2013 periyodundaki yağış ve akım verilerini kullanmışlardır. 3, 6, 9 ve 12 aylık kuraklık indeks değerleri hesaplamışlardır. Analiz sonuçları havzada kuraklığın orta ile şiddetli kategoriler arasında değiştiğini göstermiştir.

Tigkas ve ark (2015), çalışmalarında kuraklık indekslerini bir arada hesaplayabilen DrinC isimli paket programı oluşturduklarından bahsetmişlerdir. Bu paket program hem yağış, hem sıcaklık hem de akım değerlerini kullanan kuraklık indekslerini hesaplayabilmektedir. Programları ayrıca potansiyel evapotranspirasyonu da hesaplayabilmektedir. Programlarının klimatik kuraklık senaryolarının alansal dağılımının değerlendirilmesinde ve kuraklık takibinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Hong ve ark (2015), yaptıkları çalışmalarında Çin'in en uzun, dünyanın ise 3. uzun nehri olan Yangtze nehri üzerinde bulunan Yichang hidrolojik istasyonundan elde ettikleri 1882-2009 yılları arasındaki verileri kullanarak 12 aylık Akım Kuraklık İndeksi değerleri hesaplamışlardır. Akım Kuraklık İndeksi değerleri ile farklı mevsimlerdeki kuraklık oluşma frekanslarını hesaplamışlardır.

Arabzadeh ve ark (2016), yaptıkları çalışmada İran'da bulunan Sefid-Rud havzasındaki 7 hidrometeorolojik istasyondan elde ettikleri verilerin 1984-2013 periyodu için kuraklık analizini yapmışlardır. Akım Kuraklık İndeksi'nin bölgesel takibi için temel bileşenler analizini kullanmışlardır. Birinci temel bileşen %58-85 aralığında Akım Kuraklık İndeksi serilerinin bölgesel değişimini açıklamıştır.

Ayrıca istasyonların Akım Kuraklık İndeksi değerleri arasında yüksek bir korelasyon bulunduğunu bildirmişlerdir.

Pathak ve Dodamani (2016), çalışmalarında Hindistan'da bulunan Ghataprabha havzasında Akım Kuraklık İndeksi ve Standartlaştırılmış Akış İndeksi yardımıyla kuraklık analizi yapmışlardır. 1972-2007 yılları arasındaki 36 yıllık günlük akım verilerini kullanmışlardır. Her iki indeks de 1986-1988 ve 2001-2005 yılları arasında orta derece kuraklık göstermiştir. 9 ay periyotlu Akım Kuraklık İndeksi ile Standartlaştırılmış Akış İndeksi arasında önemli derecede korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Rad ve ark (2016), çalışmalarında İran'ın batısında bulunan Karkheh su havzasında seçtikleri hidrometrik istasyonlardan elde ettikleri 42 yıllık veriyi kullanarak kuraklık analizi yapmışlardır. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile Akım Kuraklık İndeksi arasındaki ilişkiyi 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlar için araştırmışlardır. Mann-Kendall testi sonucunda da 8 yağmur toplama istasyonu ve 10 hidrometrik istasyonun kayda değer bir gidiş göstermediğini bulmuşlardır.

Gümüş (2017), yaptığı çalışmasında Türkiye'nin güneyinde yer alan Asi havzasında bulunan 4 akım gözlem istasyonuna ait 52 yıllık (1954-2005) akım değerlerini kullanarak hidrolojik kuraklık analizi yapmıştır. Kuraklığı belirleyebilmek için Akım Kuraklık İndeksi'ni kullanmıştır. 3, 6, ve 12 aylık periyotlar için havzanın kuraklık şiddetini hesaplamıştır. Havza genelinde 2000 ve 2001 yıllarının aşırı kurak olduğunu bildirmiştir.

2.5. L-Momentler ile ilgili yapılan Çalışmalar

Demuth ve Külls (1997), Güney Almanya çevresinde yaptıkları çalışmada genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımının parametreleri bulmak için 2 tahmin metodu kullanmışlardır. Birincisi L-momentler ikincisi ise kısmı olasılık ağırlıklı momentler (PPWM) yöntemleridir. Kuraklığın yıllık maksimum sürelerini ve yıllık maksimum şiddetlerini bulmuşlardır. Toplamda 27 istasyonda 1942-1991 yılları arası veriler üzerinde çalışmışlardır. L-Moment diyagramlarını oluşturmuşlardır.

Lee ve Maeng (2005), yaptıkları çalışmada Kore'de bulunana 57 yağış istasyonundan elde ettikleri ardışık 1, 2, 4, 6, 9 ve 12 aylık minimum yağış değerlerine L-Momentler analizi uygulayarak yağış kuraklığı dizaynı yapmaya çalışmışlardır. Monte Carlo tekniği ile yağışları simule etmişlerdir. Kıyaslayıcı analiz sonucunda da genelleştirilmiş ekstrem değer ve genelleştirilmiş pareto dağılımlarının optimum yağış kuraklığı dizaynında en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir.

Seçkin (2009), yaptığı doktora tez çalışmasında Türkiye'de bulunan 26 havzadaki 455 istasyona ait hidrolojik yıl maksimum akım değerlerine L-Momentlere dayalı gösterge-sel metodunu uygulamıştır. Elde ettiği homojen bölgelere genelleştirilmiş normal, genelleştirilmiş ekstrem değer, genelleştirilmiş lojistik, genelleştirilmiş pareto, pearson tip 3 ve wakeby dağılımlarını uygulayarak tekerrür değerlerini elde etmiştir. Çalışma alanına en iyi uyan dağılımın genelleştirilmiş lojistik dağılımı olduğunu belirlemiştir.

Abolverdi (2010), çalışmalarında güneybatı İran'daki bir su havzasında, bölgesel karakteristikleri ve kuraklık şiddeti olasılıklarını araştırmak için 3, 6, 12 ve 24 ay periyotlu Standartlaştırılmış Yağış İndeksi değerlerine L- momentler analizini uygulamışlardır. Havzayı homojen alt havzalara ayırmışlardır. Çalışma alanının yarı kurak olduğunu belirtmişlerdir. L-Moment diyagramları oluşturarak bölgesel uygun dağılımı belirlemeye çalışmışlardır.

Modarres (2010), yaptığı çalışmasında İran'ın Isfahan bölgesinde 31 yağış istasyonundan elde ettiği değerleri kullanarak L-Momentler analizi yapmıştır. Bölgesel kuraklık analizi için, ekstrem kuraklık olaylarının istatistiksel karakterlerinin alansal değişiminin ve yıllık maksimum kuraklık sürelerinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Analizler sonucunda bölgenin homojen olduğunu ve genelleştirilmiş lojistik dağılımın en iyi uyan dağılım olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Nunez ve ark (2011), yaptıkları çalışmada Kuzey Şili'de bulunan 180 meteorolojik istasyondan elde ettikleri günlük ve aylık yağış değerlerini kullanmışlardır. Kuraklık frekansını tahmin edebilmek ve haritalandırabilmek için

L-Momentlere dayalı bölgesel frekans analizi yöntemini uygulamışlardır. L-Moment oranları diyagramlarını çizdirmişlerdir. 8 homojen alt havza için büyüme eğrilerini elde etmişlerdir. Kuzey Şili için, kullanılan kuraklık eşiklerinden daha başka eşik değerlerinin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Santos ve ark (2011), Portekiz'de kuraklık frekansını elde edebilmek için 1910 yılından 2004 yılına kadar veri serisine sahip 144 yağış istasyonundan elde ettikleri verileri kullanmışlardır. Bölgesel frekans analizi kullanarak 1, 3, 6 ve 12 aylık Standartlaştırılmış Yağış İndeksi serilerinden kuraklık frekansını hesaplamışlardır. Pearson tip 3, genelleştirilmiş pareto ve kappa dağılımlarının daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Seçkin ve ark (2011), çalışmalarında tüm Türkiye'de bulunan 543 istasyondan elde ettikleri yıllık maksimum taşkın değerlerine L-Momentler yöntemini uygulamışlardır. Heterojenlik testine göre tüm Türkiye tek bölge olarak incelendiğinde, heterojen çıkmıştır. Ayrıca, 45 istasyon da uyumsuz bulunmuştur. 498 istasyon için en iyi dağılımın genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımı olduğunu belirlemişlerdir.

Eslamian ve ark (2012), İran'daki Isfahan bölgesindeki kuraklığı değerlendirmek için Cumulative Precipitation Index (Kümülatif Yağış İndeksi) (CPD) ve Maximum Precipitation Deficit (Maksimum Yağış Eksikliği) (MPD) yöntemlerini kullanmışlardır. çalışmalarına 11 sinoptik istasyonu dahil etmişlerdir. Bölgesel frekans analizi için ise L-momentler yöntemini kullanmışlardır. Bölgeyi iki kısma ayırarak homojen bölgeler elde etmişlerdir. Çalışmada kullanılan verilere en iyi uyum sağlayan dağılımın genelleştirilmiş lojistik dağılımı olduğunu bildirmişlerdir.

Yürekli ve ark (2012), çalışmalarında Türkiye'de bulunana Çekerek su havzasındaki 17 yağış istasyonundan elde ettikleri verileri kullanarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile kuraklık analizi yapmışlardır. Bölgesel frekans analizinde yöntem olarak L-momentler yöntemini kullanmışlardır. Uyumsuzluk

değerlerine göre hiçbir istasyon uyumsuz çıkmamıştır. Heterojenlik ölçüsünün de seçilen grubun homojen olduğunu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Agwata ve ark (2014), çalışmalarında Kenya'da bulunan Yukarı Tana havzasında hidrolojik kuraklık analizi yapmışlardır. L-moment oranlarını kullanarak her bir homojen bölgenin, dağılım uygunluk testi olan Z testi değerlerini hesaplamışlardır. Sonuçlara göre havzaya en iyi uyan dağılımın genelleştirilmiş normal dağılımı olduğunu, havzaya en kötü uyan dağılımın ise pearson tip 3 dağılımı olduğunu belirtmişlerdir.

Seçkin ve Topçu (2016), yaptıkları çalışmada Adana ve çevre illerde bulunan 53 yağış istasyonundan elde ettikleri yıllık maksimum yağış değerlerine bölgesel frekans analizi için, L-Momentlere dayalı gösterge-taşkın metodunu uygulamışlardır. 53 adet yağış gözlem istasyonu için taşkın frekans eğrilerini çizdirmişlerdir. Genelleştirilmiş lojistik dağılımının bölgeye en iyi uyan dağılım olduğu belirlenmiştir. Noktalama pozisyonu formüllerinin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Hata ölçümleri için normalleştirilmiş mutlak hata, ortalama mutlak hata ve ortalama karesel hata parametrelerini kullanmışlardır.

Topçu ve Seçkin (2016), yaptıkları çalışmada Seyhan havzasında bulunan 11 meteorolojik istasyondan elde ettikleri yağış değerlerine Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemi uygulayarak kuraklık analizi yapmışlardır. Minimum yağış kuraklık frekansını elde edebilmek için bölgesel frekans analizinde L-momentler tekniğini kullanmışlardır. 12 aylık zaman periyodunda tüm havzanın homojen olduğunu ve genelleştirilmiş normal dağılımın en iyi dağılım olduğunu belirtmişlerdir. Kaluba ve ark (2017), Zambia'da yaptıkları çalışmada meteorolojik kuraklıkların alansal yayılımını değerlendirebilmek için seri uzunluğu 15 ile 44 yıl arasında değişen 35 meteoroloji istasyonundan elde ettikleri aylık yağış değerlerini kullanarak L-Momentlere dayalı bölgesel frekans analizi uygulamışlardır. Genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımının uyum sağladığı homojen alt havzalarda çalışılmıştır. Kuraklık şiddetinin güney Zambia'da kuzey Zambia'ya göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Bu tez çalışmasında, Türkiye'nin 25 nehir havzasından dört tanesine sahip, en verimli toprakların yer aldığı havzalardan olan Doğu Akdeniz Havzası, Seyhan Havzası, Ceyhan Havzası ve Asi Havzası'nın yer aldığı bölge çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının toplam büyüklüğü yaklaşık olarak 73586.202 km^2'dir. Türkiye havzalarının toplam yağış alanına göre Doğu Akdeniz Havzası'nın yağış alanı %2.8, Seyhan Havzası'nın yağış alanı %2.6, Ceyhan Havzası'nın yağış alanı %2.8, Asi Havzası'nın yağış alanı %1.0'dir. Çalışma alanının tüm havzalara göre konumu Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma alanının Türkiye havzalarına göre konumu

Çalışma alanı Türkiye'nin büyük şehirlerinden bazılarını barındırdığından şehirleşme ve kırsal bölge ayırımı keskinleşmiştir. Endüstriyel sanayi şehirlerde bulunurken tarım alanlarının neredeyse tamamı kırsal alanlarda yer almaktadır. Şekil 3.2 temsili olarak çalışma havzalarımızın genel durumunu göstermektedir.



Şekil 3.2. Çalışma havzalarının genel yapısı (Havza Koruma Eylem Planı, 2014)

Çalışma alanı içerisinde yer alan havzalarla ilgili genel bilgiler aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.

3.1.1.1. Doğu Akdeniz Havzası

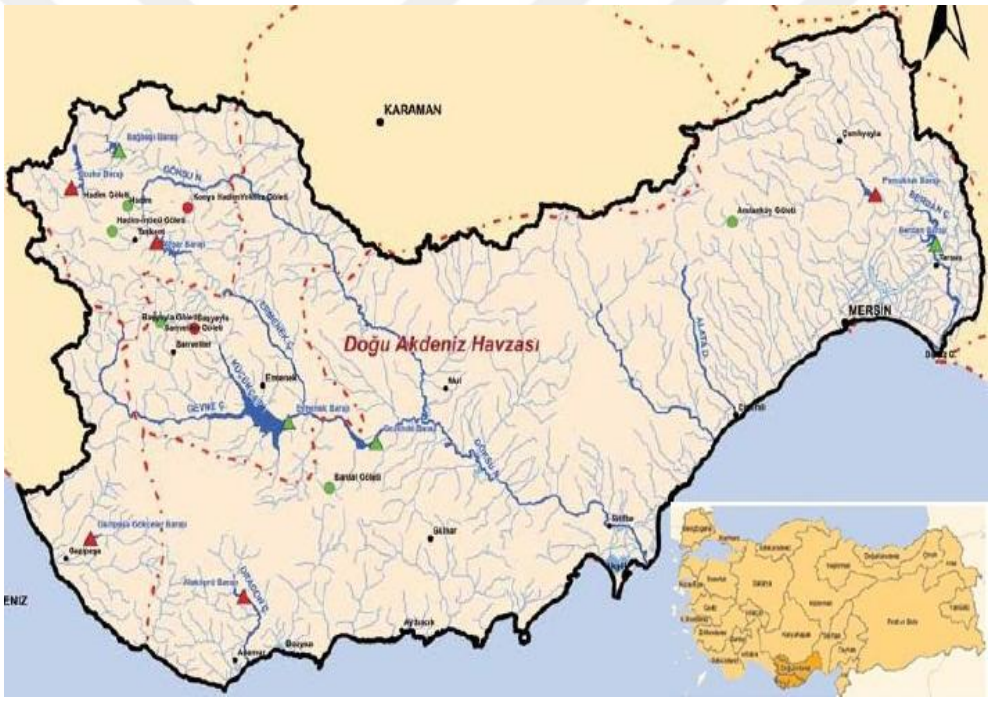
Doğu Akdeniz Havzası, Türkiye'nin güneyinde Antalya, Seyhan ve Kapalı Konya Havzaları arasında yer almaktadır. Alanya'nın doğusundaki Sedir Çayı ve doğuda Tarsus Irmağı ile bu iki akarsu arasında kalan akarsuların su toplama alanları Doğu Akdeniz Havzasını oluşturur. Havza alanı yaklaşık 2180704 ha olup, Türkiye'nin yüzölçümünün %3'ünü kapsamaktadır. Doğu Akdeniz Havzası sınırları içinde Antalya ilinin %7.3'ü, Mersin ilinin %92.3'ü, Karaman ilinin %34.9'u ve Konya ilinin %5.6'sı ve Niğde ilinin %0.4'ü yer almaktadır.

Doğu Akdeniz Havzası'nda yıllık ortalama akış $9.46*10^9$ m^3 olup, Türkiye'nin yüzeysel su potansiyelinin ~%5.15'ini teşkil etmektedir. Havzadaki $9.46*10^9$ m^3/yıl yüzeysel ve ~$96.5*10^6$ m^3/yıl yeraltı suyu potansiyeli dikkate alındığında toplam su potansiyeli ~$9.56*10^9$ m^3/yıl olarak hesaplanmıştır (Atıksu

Arıtımı Eylem Planı 2015-2023, 2015). Havzanın Akdeniz'e bakan kesimlerinde nemli iklim tipi görülürken, iç kesimlerde yarı kurak iklim tipi görülmektedir.

Doğu Akdeniz Havzasının büyük bir kesimi ormanlarla kaplıdır. Ormanları oluşturan yaygın ağaç türleri kızılçam, karaçam, sedir, göknar ve ardıçtır. Aşağı kesimlerde maki bitki örtüsü yaygındır. Mersin'in ormanlık oranı %54, Konya'nın % 12.6, Antalya'nın % 55.9, Karaman ilinin ise % 28.2'dir (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).

Doğu Akdeniz Havzası genel durum haritası Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3. Doğu Akdeniz havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013)

Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan istasyonların kot ve coğrafi koordinatları Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan istasyonlar

DOĞU AKDENİZ HAVZASI				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
8727	ERMENEK	1280	36.6333	32.8833
17320	ANAMUR	2	36.0742	32.8407
17330	SİLİFKE	10	36.3824	33.9373
17340	MERSİN	7	36.7879	34.6026
17956	MUT	340	36.6514	33.4339
17958	ERDEMLİ	7	36.6119	34.3085
17974	GAZİPAŞA	21	36.2715	32.3045
17978	TARSUS	12	36.9	34.9667

3.1.1.2. Seyhan Havzası

Seyhan Havzası 2.213.415 ha'lık genişlikte olup, Türkiye'nin %2.82'sini kapsamaktadır. Havza, batıdan Kızılırmak, Konya, Doğu Akdeniz; doğudan Ceyhan ve Fırat Havzaları ile komşudur. Seyhan Havzası sınırları içinde Kayseri ilinin %50.53'ü, Sivas ilinin %1.03'ü, Niğde ilinin %15.59'u, Adana ilinin %58.16'sı, Kahramanmaraş ilinin %1.34'ü ve Mersin ilinin %5.29'u yer almaktadır.

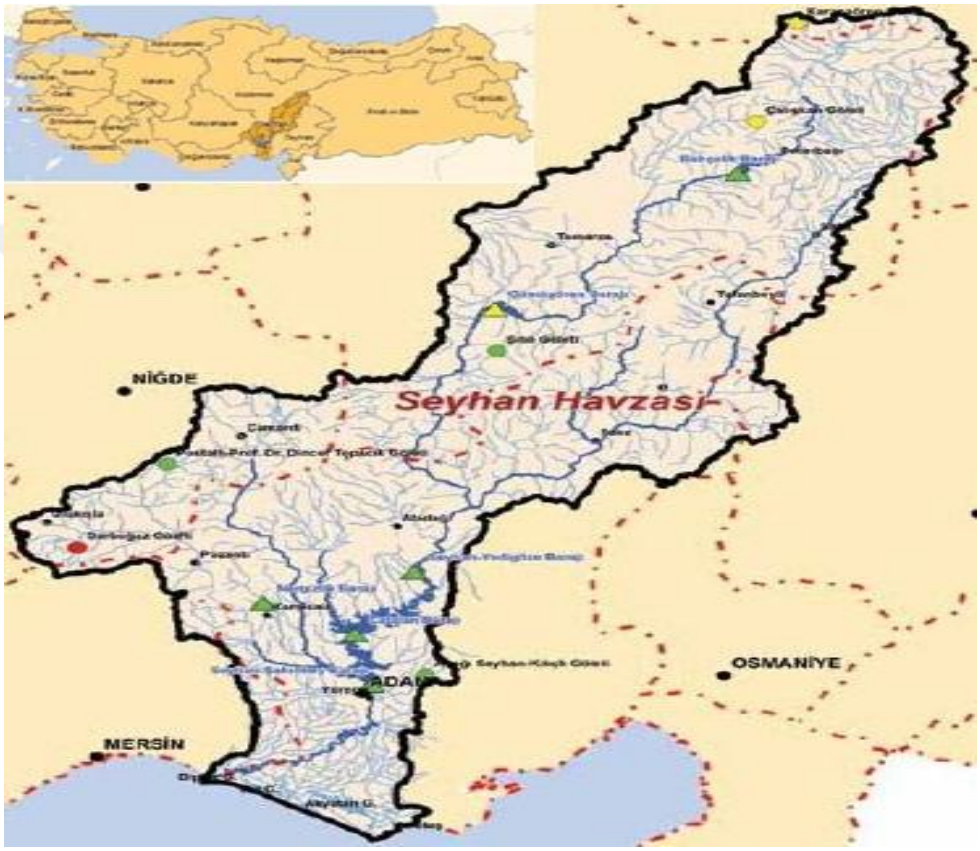
Seyhan Havzası için yıllık ortalama akış, $6.66*10^9$ m^3 olup, Türkiye'nin yüzeysel su potansiyelinin ~%3.62'sini teşkil etmektedir. Havzadaki $6.66*10^9$ m^3/yıl yüzeysel ve ~$298*10^6$ m^3/yıl yeraltı suyu potansiyeli dikkate alındığında toplam su potansiyeli $6.96*10^9$ m^3/yıl olarak hesaplanır (Atıksu Arıtımı Eylem Planı 2015-2023, 2015).

Havzanın Akdeniz'e bakan kesimlerinde nemli iklim tipi görülürken, iç kesimlerde yarı kurak iklim tipi görülür.

Seyhan Havzasının büyük bir bölümü ormanlarla kaplıdır. Ormanları oluşturan hakim ağaç türleri kızılçam, karaçam, sedir, göknar, meşe ve ardıçtır. Düşük kotlarda maki bitki örtüsü yaygındır. Seyhan Havzasında en geniş alan tarım ve orman alanlarıdır. Havzanın % 21.1'i orman alanıdır. Adana İli'nde ormanlık

oranı % 41.1, Niğde'de % 7.8, Kayseri'de % 6.2' dir (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).

Seyhan Havzası genel durum haritası Şekil 3.4'de görülmektedir.



Şekil 3.4. Seyhan havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013)

Seyhan Havzası'nda yer alan istasyonların kot ve coğrafi koordinatları Çizelge 3.2'de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Seyhan Havzasında yer alan istasyonlar

SEYHAN HAVZASI				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
6204	TUFANBEYLİ	1400	38.2649	36.2207
6893	ÇAMARDI	1500	37.8317	34.9842
6902	FEKE	620	37.8000	35.9167
17350	İNCİRLİK HVL.	65	37.0005	35.4183
17351	ADANA	23	37.0041	35.3443
17352	ŞAKİRPAŞA HVL.	20	36.9838	35.2980
17802	PINARBAŞI	1542	38.7224	36.3924
17837	TOMARZA	1402	38.4522	35.7912
17840	SARIZ	1599	38.4781	36.5035
17906	ULUKIŞLA	1453	37.5480	34.4867
17934	POZANTI	1080	37.4758	34.9022
17936	KARAİSALI	240	37.2505	35.0628
17981	KARATAŞ	22	36.5667	35.3833

3.1.1.3. Ceyhan Havzası

Ceyhan Havzası sınırları içerisinde Kayseri ilinin %2.4'ü, Osmaniye ilinin %80.60'ı, Sivas ilinin %1.61'i, Adıyaman ilinin %0.22'si, Gaziantep ilinin %0.34'ü, Malatya ilinin %0.88'i, Adana ilinin %27.67'si, Antakya ilinin %0.03'ü, Kahramanmaraş ilinin %89.26'sı yer almaktadır.

Ceyhan Havzası için yıllık ortalama akış, $6.51*10^9$ m^3 olup, Türkiye'nin yüzeysel su potansiyelinin ~%3.54'ünü teşkil etmektedir. Havzadaki $6.51*10^9$ m^3/yıl yüzeysel ve ~$745.2*10^6$ m^3/yıl yeraltı suyu potansiyeli dikkate alındığında toplam su potansiyeli $7.25*10^9$ m^3/yıl olarak hesaplanır (Atıksu Arıtımı Eylem Planı 2015-2023, 2015).

Havzadaki iklim kuzeye doğru nemliden yarı nemli iklime geçer. Havzada nemli ve yarı nemli iklim tipi görülmektedir.

Ceyhan Havzasının büyük bir bölümü ormanlarla kaplıdır. Ormanları oluşturan hakim ağaç türleri kızılçam, karaçam, sedir, göknar, fıstıkçamı, meşe, kayın ve ardıçtır. Rakımı düşük kesimlerde maki bitki örtüsü görülür.

Kahramanmaraş ilinde ormanlık oranı % 35.7, Osmaniye' de % 47.7, Gaziantep'de % 12, Adana' da % 41.1' dir (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).

Ceyhan Havzası genel durum haritası Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5. Ceyhan havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013)

Ceyhan Havzası'nda yer alan istasyonların kot ve coğrafi koordinatları Çizelge 3.3'te verilmektedir.

Çizelge 3.3. Ceyhan Havzası'nda yer alan istasyonlar

CEYHAN HAVZASI				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
7946	BAHÇE	665	37.2021	36.5863
17255	K.MARAŞ	572	37.5760	36.9150
17355	OSMANİYE	94	37.1021	36.2539
17866	GÖKSUN	1344	38.0240	36.4823
17868	AFŞİN	1230	38.2405	36.9190
17870	ELBİSTAN	1137	38.2038	37.1982
17907	KADİRLİ	86	37.3575	36.0907
17908	KOZAN	112	37.4337	35.8188
17960	CEYHAN	48	37.0132	35.8055
17979	YUMURTALIK	34	36.7687	35.7903

3.1.1.4. Asi Havzası

Asi Nehri Havzası'nın 7.796 km²'lik kısmı ülkemiz sınırları içerisinde yer almaktadır. Asi Nehri Havzası sınırları içerisinde Adana ilinin %0.4'ü, Gaziantep ilinin %19'u, Antakya ilinin %100'ü, Kilis ilinin %45.4'ü, Kahramanmaraş ilinin %0.1'i ve Osmaniye ilinin %4.7'si yer almaktadır. Asi Nehri Havzası, Amanos Dağları'nın batı tarafı (İskenderun Körfezi Suları Alt Havzası) ve doğu tarafı (Aşağı Asi Alt Havzası) olarak iki alt havzaya bölünmüştür.

Havzanın yıllık toplam akışı 1.17 km³/yıl'dır. Havzanın yıllık 2.8 milyar m^3 olan su potansiyelinin 0.3 milyar metreküpü Lübnan'dan, 1.2 milyar metreküpü Suriye'den, 1.3 milyar m^3'ü ise Türkiye'den gelmektedir (Atıksu Arıtımı Eylem Planı 2015-2023, 2015).

Havzanın Akdeniz'e bakan kesimlerinde nemli iklim tipi görülürken, kuzeydoğu kesimlerinde yarı kurak iklim tipi hakimdir.

Antakya'nın bitki örtüsünü makiler ve ormanlar oluşturur. Ormanları oluşturan hakim ağaç türleri kızılçam, karaçam, sedir, göknar, fıstıkçamı, meşe, kayın ve ardıçtır. Deniz seviyesine yakın kesimlerde maki bitki örtüsü yaygındır.

Antakya ilinde ormanlık oranı % 38.5, Gaziantep'de % 12, Kilis'de % 14.7' dir (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013).

Asi Havzası genel durum haritası Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Asi havzası genel durum haritası (Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013)

Asi Havzası'nda yer alan istasyonların kot ve coğrafi koordinatları Çizelge 3.4'de verilmektedir.

Çizelge 3.4. Asi Havzası'nda yer alan istasyonlar

ASİ HAVZASI				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
8541	HASSA	460	36.8000	36.5167
17370	İSKENDERUN	4	36.5888	36.155
17372	ANTAKYA	104	36.2048	36.151
17962	DÖRTYOL	29	36.8244	36.198
17964	İSLAHİYE	518	37.0209	36.6319
17986	SAMANDAĞ	4	36.0814	35.949

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Verilerin Kaynağı

Çalışmada, Seyhan Havzası'nda 11, Doğu Akdeniz Havzası'nda 8, Asi Havzasın'da 6, Ceyhan Havzası'nda 10 meteorolojik olmak üzere toplamda 35 adet meteoroloji gözlem istasyonunun verileri kullanılmıştır. Akım verileri için ise Seyhan Havzası'nda 19, Doğu Akdeniz Havzası'nda 19, Asi Havzası'nda 4, Ceyhan Havzası'nda 14 olmak üzere toplamda 56 akım gözlem istasyonun verileri kullanılmıştır. İstasyonların meteorolojik verileri ve koordinatları Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü Meteorolojik Veri Bilgi Satış ve Sunum Sistemi (MEVBİS) üzerinden elde edilmiştir. Akım değerleri ise Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün 2008 yılı baskılı Su Akımları Aylık Ortalamaları (1935-2005) kitabından elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan bütün meteoroloji istasyonlarının kot ve coğrafi koordinatları Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

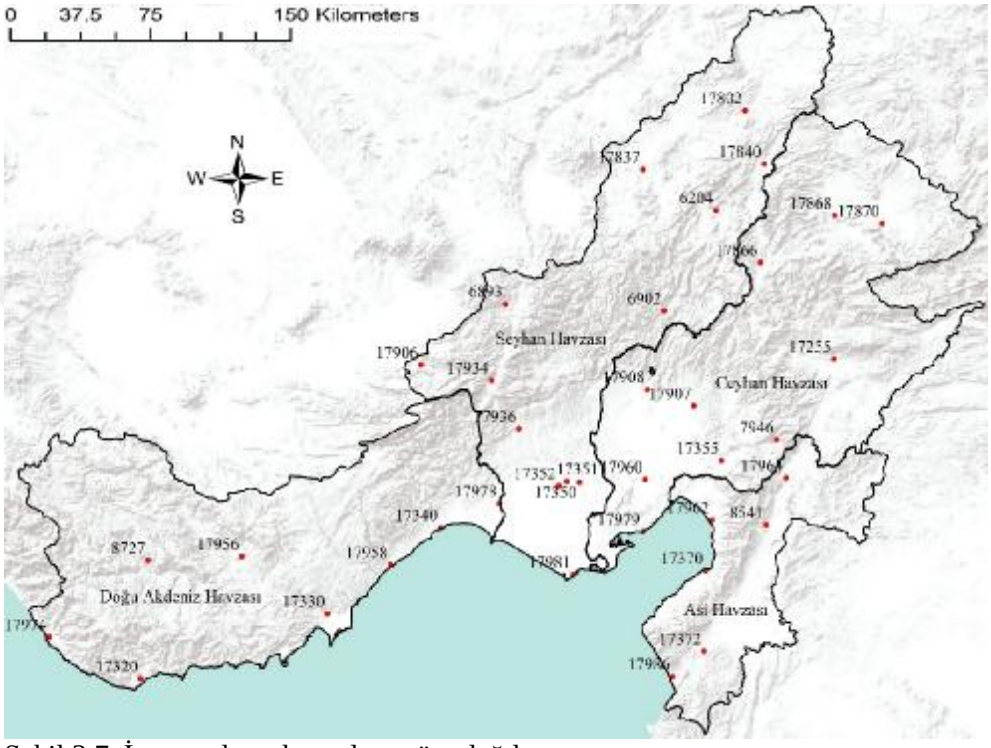
Çizelge 3.5. İstasyonların kot ve coğrafi koordinatları

İstasyon No	Adı	Kot (m)	X (Enlem) K	Y (Boylam) D
6204	TUFANBEYLİ	1400	38.2649	36.2207
6893	ÇAMARDI	1500	37.8317	34.9842
6902	FEKE	620	37.8000	35.9167
7946	BAHÇE	665	37.1993	36.5765
8541	HASSA	460	36.8000	36.5167
8727	ERMENEK	1280	36.6333	32.8833
17255	K.MARAŞ	572	37.5760	36.9150
17320	ANAMUR	2	36.0742	32.8407
17330	SİLİFKE	10	36.3824	33.9373
17340	MERSİN	7	36.7879	34.6026
17350	İNCİRLİK HVL.	65	37.0005	35.4183
17351	ADANA	23	37.0041	35.3443
17352	ŞAKİRPAŞA HVL.	20	36.9838	35.2980
17355	OSMANİYE	94	37.1021	36.2539
17370	İSKENDERUN	4	36.5847	36.1606
17372	ANTAKYA	104	36.2048	36.1513
17802	PINARBAŞI	1542	38.7224	36.3924
17837	TOMARZA	1402	38.4522	35.7912
17840	SARIZ	1599	38.4781	36.5035

Çizelge 3.6. İstasyonların kot ve coğrafi koordinatları (devamı)

İstasyon No	Adı	Kot (m)	X (Enlem) K	Y (Boylam) D
17866	GÖKSUN	1344	38.0240	36.4823
17868	AFŞİN	1230	38.2405	36.9190
17870	ELBİSTAN	1137	38.2038	37.1982
17906	ULUKIŞLA	1453	37.5480	34.4867
17907	KADİRLİ	86	37.3575	36.0907
17908	KOZAN	112	37.4337	35.8188
17934	POZANTI	1080	37.4758	34.9022
17936	KARAİSALI	240	37.2505	35.0628
17956	MUT	340	36.6514	33.4339
17958	ERDEMLİ	7	36.6119	34.3085
17960	CEYHAN	48	37.0132	35.8055
17962	DÖRTYOL	29	36.8244	36.1981
17964	İSLAHİYE	518	37.0209	36.6319
17974	GAZİPAŞA	21	36.2715	32.3045
17978	TARSUS	12	36.9000	34.9490
17979	YUMURTALIK	34	36.7687	35.7903
17981	KARATAŞ	22	36.5667	35.3833
17986	SAMANDAĞ	4	36.0846	35.9662

İstasyonların istasyon nolarına karşılık hangi havzada ne şekilde dağılım gösterdiklerini gösteren harita Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. İstasyonların havzalara göre dağılımı

Çalışmada yer alan meteoroloji istasyonlarının Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) hesabı için aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri, Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) hesabı için ise sadece aylık toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Bütünleşik Kuraklık İndeksi için ise aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama nispi nem, aylık açık gün sayısı ve aylık kapalı gün sayısı kullanılmıştır. Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8'de kullanılan meteoroloji istasyonlarının gözlem süreleri verilmiştir.

Çizelge 3.7. İstasyonların gözlem süreleri

İstasyon No	Adı	KKİ, YK Hidrolojik Periyot	Gözlem Süresi(n)
6204	TUFANBEYLİ	1987-2012	26
6893	ÇAMARDI	1971-1994	24
6902	FEKE	1971-1994	24
7946	BAHÇE	1999-2012	14
8541	HASSA	1978-2003	26
8727	ERMENEK	1976-2003	28
17255	K.MARAŞ	1963-2014	52
17320	ANAMUR	1961-2014	54
17330	SİLİFKE	1961-2014	54
17340	MERSİN	1961-2014	54
17351	ADANA	1961-2014	54
17355	OSMANİYE	1987-2014	28
17370	İSKENDERUN	1964-2014	51
17372	ANTAKYA	1961-2014	54
17802	PINARBAŞI	1964-2010	47
17837	TOMARZA	1966-2010	45
17840	SARIZ	1969-2011	43
17866	GÖKSUN	1964-2011	48

Çizelge 3.8. İstasyonların gözlem süreleri (devamı)

İstasyon No	Adı	KKİ, YK Hidrolojik Periyot	Gözlem Süresi(n)
17868	AFŞİN	1971-2010	40
17870	ELBİSTAN	1964-2011	48
17906	ULUKIŞLA	1963-2011	49
17907	KADİRLİ	1999-2012	14
17908	KOZAN	1964-2011	48
17934	POZANTI	1964-1993	30
17936	KARAİSALI	1965-2011	47
17956	MUT 1	1966-1986	21
17956	MUT 2	1994-2014	21
17958	ERDEMLİ	1964-2014	51
17960	CEYHAN	1965-2011	47
17962	DÖRTYOL	1961-2011	51
17964	İSLAHİYE	1975-2010	35
17974	GAZİPAŞA	1970-2014	45
17978	TARSUS	1989-1997	9
17979	YUMURTALIK	1965-2011	47
17981	KARATAŞ	1964-2011	48
17986	SAMANDAĞ	1965-2011	47

Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) diğer indekslere göre daha kapsamlı veriye sahip olduğundan dolayı kullanılan her bir hidrolojik parametreye numara verilmiştir. Bütün istasyonlarda ölçümü yapılan parametreler; yağış, sıcaklık, nispi (oransal) nem, açık gün sayısı ve kapalı gün sayısıdır. BKİ hesabı yaparken bu 5 parametreye sabit parametreler adı verilmiştir (**5SP**). Parametre numaraları Çizelge 3.9'da görülebilir.

Şakirpaşa ve İncirlik Havalimanları'nın veri uzunluğu sadece 5 yıllık olduğu için hiçbir çalışmada kullanılamamıştır.

Çizelge 3.9. Meteorolojik parametre numaraları

Meteorolojik Parametre	Parametre Numarası
Yağış	1
Sıcaklık	2
Nispi Nem	3
Aylık Açık Gün	4
Aylık Kapalı Gün	5
Akım	6

İstasyonların Bütünleşik Kuraklık İndeksi değerlerini hesaplayabilmek için kullanılan parametreler ve hidrolojik yıl periyotları Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de verilmiştir. Mut istasyonunda eksik yıllar olduğu için veri kaybetmemek adına istasyon, Mut 1 ve Mut 2 olarak ikiye bölünmüştür. İstasyonlar arasında BKİ hesabı için sadece 10 istasyona 9 numaralı akım parametresi eklenebilmiştir. Bunlar;

- Anamur istasyonu için 1721 nolu Anamur Çayı-Alaköprü
- Silifke istasyonu için 1714 nolu Göksu Nehri-Karahacılı
- Mut istasyonu için 1720 nolu Göksu Nehri-Hamam
- Adana ve Karaisalı istasyonları için 1820 nolu Körkün Suyu-Hacılı
- Ceyhan istasyonu için 2004 nolu Ceyhan Nehri-Misis
- Kadirli istasyonu için 2008 nolu Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü
- Göksun istasyonu için 2006 nolu Göksu-Karaahmet
- K. Maraş istasyonu için 2001 nolu Ceyhan Nehri-Kılavuzlu
- Antakya istasyonu için 1908 nolu Asi Nehri-Antakya akım gözlem istasyonları akım değerleri eklenmiştir.

Çizelge 3.10. İstasyonların BKİ hesap parametreleri ve gözlem periyodu

İstasyon No	Adı	Parametre	Hidrolojik Periyot	Gözlem süresi(n)
6204	TUFANBEYLİ	**5SP**	1987-2012	26
6893	ÇAMARDI	**5SP**	1971-1994	24
6902	FEKE	**5SP**	1971-1994	24
7946	BAHÇE	**5SP**	1999-2012	14
8541	HASSA	**5SP**	1978-2003	26
8727	ERMENEK	**5SP**	1976-2003	28
17255	K.MARAŞ	**5SP**	1963-2014	52
		5SP+6	1963-1990	28
17320	ANAMUR	**5SP**	1961-2014	54
		5SP+6	1969-2005	37
17330	SİLİFKE	**5SP**	1961-2014	54
		5SP+6	1969-2005	37
17340	MERSİN	**5SP**	1961-2014	54
17351	ADANA	**5SP**	1961-2014	54
		5SP+6	1969-2005	37
17355	OSMANİYE	**5SP**	1987-2014	28
17370	İSKENDERUN	**5SP**	1964-2014	51
17372	ANTAKYA	**5SP**	1961-2014	54
		5SP+6	1961-2005	45
17802	PINARBAŞI	**5SP**	1964-2010	47
17837	TOMARZA	**5SP**	1966-2010	45
17840	SARIZ	**5SP**	1969-2011	43
17866	GÖKSUN	**5SP**	1968-2011	44
		5SP+6	1976-2005	30

Çizelge 3.11. İstasyonların BKİ hesap parametreleri ve gözlem periyodu (devamı)

İstasyon No	Adı	Parametre	Hidrolojik Periyot	Gözlem süresi(n)
17868	AFŞİN	**5SP**	1971-2010	40
17870	ELBİSTAN	**5SP**	1964-2011	48
17906	ULUKIŞLA	**5SP**	1963-2011	49
17907	KADİRLİ	**5SP**	1999-2012	14
		5SP+6	1999-2005	7
17908	KOZAN	**5SP**	1964-2011	48
17934	POZANTI	**5SP**	1964-1993	30
17936	KARAİSALI	**5SP**	1965-2011	47
		5SP+6	1969-2005	37
17956	MUT1	**5SP+6**	1966-1986	21
	MUT2	**5SP**	1994-2014	21
		5SP+6	1994-2005	12
17958	ERDEMLİ	**5SP**	1964-2014	51
17960	CEYHAN	**5SP**	1965-2011	47
		5SP+6	1971-2005	35
17962	DÖRTYOL	**5SP**	1961-2011	51
17964	İSLAHİYE	**5SP**	1975-2010	35
17974	GAZİPAŞA	**5SP**	1970-2014	45
17978	TARSUS	**5SP**	1989-1997	9
17979	YUMURTALIK	**5SP**	1965-2011	47
17981	KARATAŞ	**5SP**	1964-2011	48
17986	SAMANDAĞ	**5SP**	1965-2011	47

Çalışılan istasyonların ortalama yağış, sıcaklık, nispi nem, açık gün sayısı ve kapalı gün sayısı aşağıdaki çizelgelerde verilmektedir (Çizelge 3.12 ve Çizelge 3.13). Koyu punto ile yazılanlar, parametrelerin maksimum değerlerine hangi istasyonun sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.12. İstasyonların AGS, KGS ve aylık ortalama yağış değerleri

İstasyon No	Adı	AGS(gün)	KGS(gün)	Ort.Yağış(mm)
6204	TUFANBEYLİ	136	73	560.7
6893	ÇAMARDI	135	62	387.0
6902	FEKE	126	69	917.3
7946	BAHÇE	111	**100**	887.1
8541	HASSA	**184**	64	703.7
8727	ERMENEK	150	54	479.7
17255	K.MARAŞ	172	62	733.6
17320	ANAMUR	171	27	949.5
17330	SİLİFKE	156	32	573.5
17340	MERSİN	134	31	593.1
17351	ADANA	119	41	663.9
17355	OSMANİYE	128	54	843.5
17370	İSKENDERUN	101	35	747.1
17372	ANTAKYA	148	61	**1123.0**
17802	PINARBAŞI	116	50	422.9
17837	TOMARZA	119	44	406.9

Çizelge 3.13. İstasyonların AGS, KGS ve aylık ortalama yağış değerleri (devamı)

İstasyon No	Adı	AGS(gün)	KGS(gün)	Ort.Yağış(mm)
17840	SARIZ	120	74	527.9
17866	GÖKSUN	146	63	611.9
17868	AFŞİN	127	54	423.5
17870	ELBİSTAN	143	60	399.4
17906	ULUKIŞLA	131	66	323.5
17907	KADİRLİ	104	59	788.9
17908	KOZAN	131	66	835.2
17934	POZANTI	142	43	714.2
17936	KARAİSALI	129	43	882.6
17956	MUT	**184**	35	390.3
17958	ERDEMLİ	147	30	585.0
17960	CEYHAN	134	42	715.0
17962	DÖRTYOL	124	48	945.1
17964	İSLAHİYE	182	59	824.1
17974	GAZİPAŞA	163	37	836.3
17978	TARSUS	105	35	626.7
17979	YUMURTALIK	133	29	812.9
17981	KARATAŞ	133	29	779.5
17986	SAMANDAĞ	148	61	919.1

Çizelge 3.14 ve 3.15'de ise ortalama sıcaklık ve ortalama nispi nem değerleri gösterilmektedir.

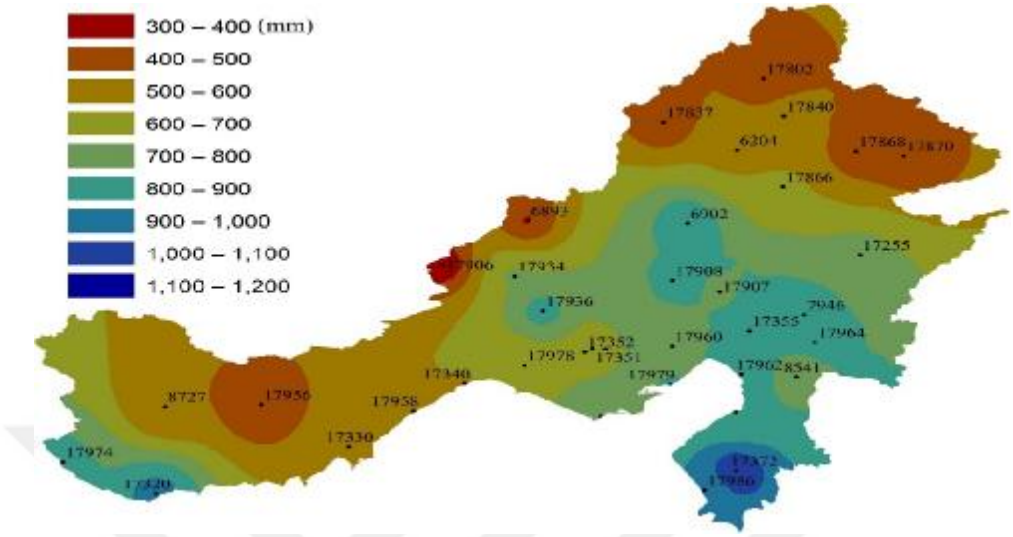
Çizelge 3.14. İstasyonların aylık ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri

İstasyon No	Adı	Ort. Sıcaklık(°C)	Ort.Nem(%)
6204	TUFANBEYLİ	9.9	57.5
6893	ÇAMARDI	9.5	63.7
6902	FEKE	15.2	59.4
7946	BAHÇE	16.1	48.6
8541	HASSA	17.8	52
8727	ERMENEK	13.5	44.7
17255	K.MARAŞ	16.8	58.4
17320	ANAMUR	19.2	69.8
17330	SİLİFKE	19.2	60.5
17340	MERSİN	19.2	69.8
17351	ADANA	19.1	66.6
17355	OSMANİYE	18.3	62.6
17370	İSKENDERUN	**20.2**	66
17372	ANTAKYA	18.3	68.9
17802	PINARBAŞI	7.8	66.6
17837	TOMARZA	8.1	65.3

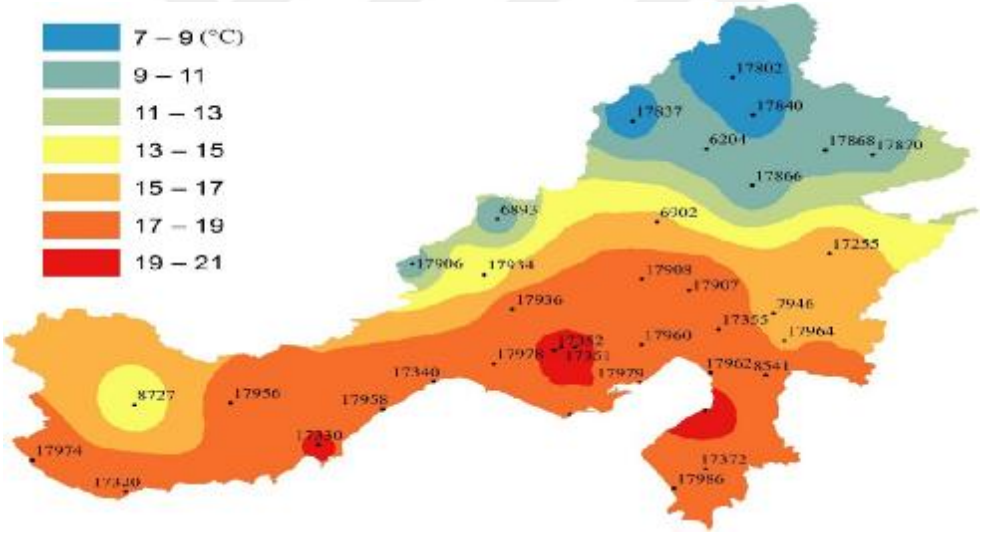
Çizelge 3.15. İstasyonların aylık ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri (devamı)

İstasyon No	Adı	Ort. Sıcaklık(°C)	Ort.Nem(%)
17840	SARIZ	7.5	59.4
17866	GÖKSUN	9	67.8
17868	AFŞİN	10.3	60.7
17870	ELBİSTAN	10.8	62.4
17906	ULUKIŞLA	9.8	62.9
17907	KADİRLİ	19.2	58.1
17908	KOZAN	19.3	58.1
17934	POZANTI	13.5	59.6
17936	KARAİSALI	18.4	60.1
17956	MUT	17.4	56.7
17958	ERDEMLİ	18.4	66.6
17960	CEYHAN	18	66
17962	DÖRTYOL	18.8	64.1
17964	İSLAHİYE	16.8	60
17974	GAZİPAŞA	18.4	66.3
17978	TARSUS	17.9	**74.3**
17979	YUMURTALIK	18.9	68.1
17981	KARATAŞ	19	69.4
17986	SAMANDAĞ	19	74

Çalışma alanı ortalama yağış haritası Şekil 3.8'de gösterilmektedir. Ortalama sıcaklık haritası ise Şekil 3.9'da yer almaktadır. Bu haritalara bakarak hem istasyon bazında hem de anılan parametrelerin havza genelinde nasıl dağıldığı rahatça gözlemlenebilmektedir.

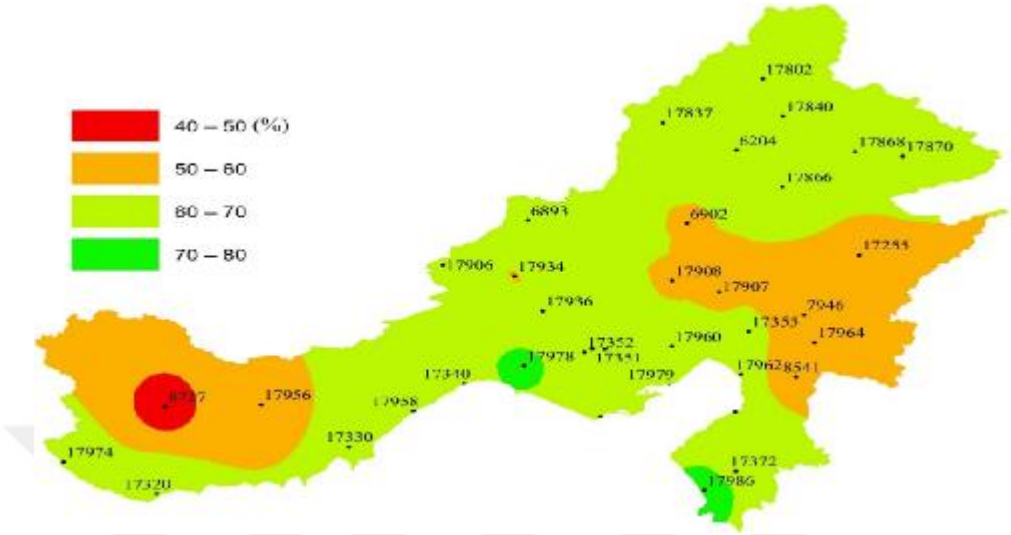


Şekil 3.8. Çalışma alanı ortalama yağış haritası

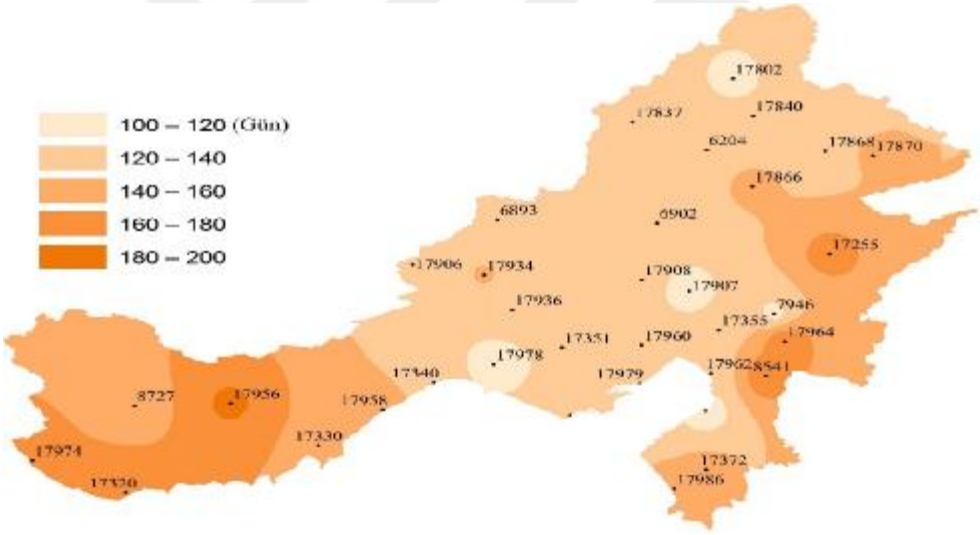


Şekil 3.9. Çalışma alanı ortalama sıcaklık haritası

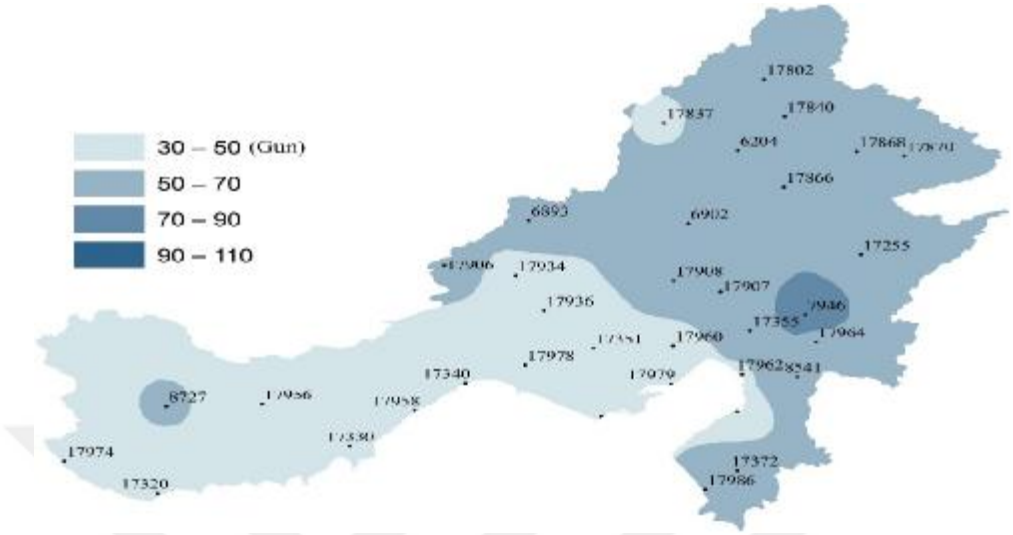
Çalışma alanı ortalama nispi nem, açık ve kapalı gün sayıları sırasıyla Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12'de gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Çalışma alanı ortalama nispi nem haritası

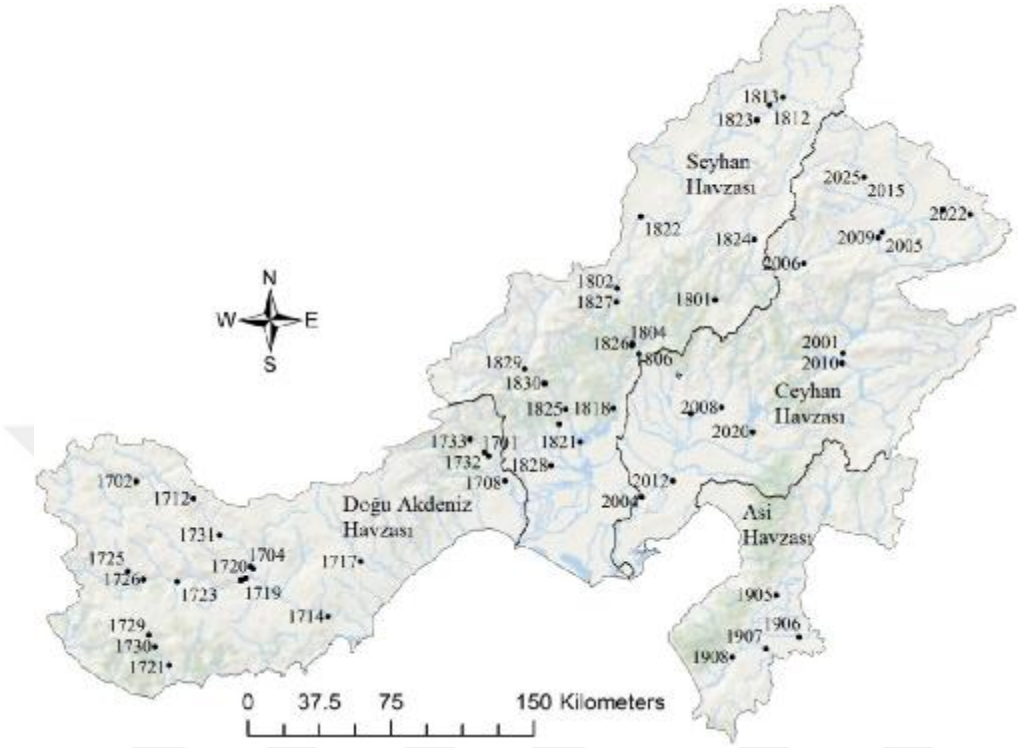


Şekil 3.11. Çalışma alanı açık gün sayısı haritası



Şekil 3.12. Çalışma alanı kapalı gün sayısı haritası

Bu çalışmada Akım Kuraklık İndeksi'ni hesaplamak için elde edilen akım gözlem istasyonu sayısı 56 tanedir. Şekil 3.13'te akım gözlem istasyonlarının havza bazında ve tüm çalışma alanına dağılımı görülmektedir. Seyhan Havzası'nda yer alan istasyonların akım gözlem istasyonu (AGİ) numaraları, kotları, ortalama akımları ve hidrolojik periyotları Çizelge 3.16 ve Çizelge 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Akım gözlem istasyonlarının havza bazında dağılımı

Bazı akım gözlem istasyonları birbirine çok yakın konumdadır. Bütünleşik Kuraklık İndeksi hesaplanırken Kahramanmaraş, Silifke, Anamur, Adana, Antakya, Göksun, Kadirli, Karaisalı, Mut ve Ceyhan istasyonlarında akım değerleri kullanılmıştır. Çünkü akım gözlem istasyonlarının meteoroloji istasyonlarına yakın olması gerekmektedir.

Çizelge 3.16. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları

SEYHAN HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
1801	Göksu Nehri-Himmetli	665	37.8664	36.0589
1802	Zamantı Nehri-Faraşa	865	37.9172	35.4900
1804	Zamantı Nehri-Söğütlü	1345	37.6542	35.5764
1805	Göksu Nehri-Gökdere	312	37.6186	35.6144
1806	Zamantı Nehri-*Ergenuşağı-1,2	347	37.6547	35.5767
1812	Zamantı Nehri-Pınarbaşı	1490	38.7506	36.3711
1813	Zamantı Nehri-Çerkezkaraboğazı	1525	38.7864	36.4492
1818	Seyhan Nehri-Üçtepe	130	37.3678	35.4686
1820	Körkün Suyu-Hacılıköprüsü	167	37.2956	35.1547
1821	Eğlence Deresi-Sarımehmetli	75	37.2119	35.2781
1822	Zamantı Nehri-Fraktin Köprüsü	1270	38.2458	35.6264
1823	Zamantı Nehri-Emeğil	1453	38.6828	36.2989
1824	Göksu-Çukurkışla	1200	38.1411	36.2850
1825	Eğlence Deresi-Eğribük	222	37.3639	35.1931
1826	Zamantı Nehri-Ergenuşağı-2	360	37.6653	35.5797
1827	Zamantı Nehri-Değirmenocağı	740	37.8550	35.4861
1828	Çakıt Suyu-Salbaş	80	37.1039	35.1072
1829	Körkün Suyu-Kamışlı	1094	37.5500	34.9569
1830	Kürkün Suyu-Karakuz	830	37.4817	35.0708

*: Eksik veri nedeniyle 2'ye bölünmüştür.

Çizelge 3.17. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri

SEYHAN HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Ort. Akım(m^3/sn)**	**Hidrolojik Periyot**	**Süre(yıl)**
1801	Göksu Nehri-Himmetli	29.9	1936-2005	70
1802	Zamantı Nehri-Faraşa	22	1936-1954	19
1804	Zamantı Nehri-Söğütlü	12.6	1941-1954	14
1805	Göksu Nehri-Gökdere	59.1	1939-2005	67
1806	Zamantı Nehri-*Ergenuşağı-1,2	68	1939-1956, 1961-1979	18,19
1812	Zamantı Nehri-Pınarbaşı	9.42	1958-1973	16
1813	Zamantı Nehri-Çerkezkaraboğazı	4.94	1962-1974	13
1818	Seyhan Nehri-Üçtepe	145	1966-2005	40
1820	Körkün Suyu-Hacılıköprüsü	13.7	1970-2005	36
1821	Eğlence Deresi-Sarımehmetli	10.7	1971-1986	16
1822	Zamantı Nehri-Fraktin Köprüsü	19.5	1970-2005	36
1823	Zamantı Nehri-Emeğil	11.4	1974-1990	17
1824	Göksu-Çukurkışla	9.78	1979-1994	16
1825	Eğlence Deresi-Eğribük	8.77	1988-2005	18
1826	Zamantı Nehri-Ergenuşağı2	62.6	1988-2005	18
1827	Zamantı Nehri-Değirmenocağı	25.3	1988-2005	18
1828	Çakıt Suyu-Salbaş	12.4	1992-2005	14
1829	Körkün Suyu-Kamışlı	5.64	1992-2005	14
1830	Kürkün Suyu-Karakuz	7.3	1993-2005	13

Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan istasyonların akım gözlem istasyonu (AGİ) noları, kotları, ortalama akımları ve hidrolojik periyotları Çizelge 3.18 ve Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.18. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları

DOĞU AKDENİZ HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
1701	Kadıncık Suyu-Karageçit	407	37.1472	34.7461
1702	Göksu Nehri-Yerköprü	700	37.0308	32.7053
1703	Ermenek Çayı-Evren	126	36.5819	33.3397
1704	Göksu Nehri-Selamlı	125	36.6258	33.3817
1708	Tarsus Irmağı-Muhat Köprüsü	57	37.0325	34.8422
1712	Göksu Nehri-Bucakkışla	397	36.9508	33.0356
1714	Göksu Nehri-Karahacılı	24	36.4036	33.8156
1717	Lamas Çayı-Kızılgeçit	975	36.6600	34.0056
1719	Ermenek Çayı-Kırkkavak	130	36.5736	33.3114
1720	Göksu Nehri-Hamam	127	36.6358	33.3694
1721	Anamur Çayı-Alaköprü	37	36.1758	32.8956
1723	Ermenek Çayı-Çavuşköy	515	36.5658	32.9417
1725	Göktepe Deresi-Günder	1031	36.6156	32.6567
1726	Ermenek Çayı-Yeşilköy	662	36.5761	32.7464
1729	Anamur Çayı-Sugözü	635	36.3167	32.7783
1730	Anamur Çayı-Dibek Köprüsü	225	36.2625	32.8139
1731	Göksu Nehri-Gravga	233	36.7831	33.1858
1732	Kadıncık Çayı-Kurtçukuru	443	37.1647	34.7228
1733	Kadıncık Çayı-Bahçe	730	37.2256	34.6392

Çizelge 3.19. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri

DOĞU AKDENİZ HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Ort. Akım(m^3/sn)**	**Hidrolojik Periyot**	**Süre(yıl)**
1701	Kadıncık Suyu-Karageçit	25.9	1937-1967	31
1702	Göksu Nehri-Yerköprü	30.1	1941-1954	14
1703	Ermenek Çayı-Evren	53.5	1946-1956	11
1704	Göksu Nehri-Selamlı	42.2	1946-1965	20
1708	Tarsus Irmağı-Muhat Köprüsü	38.6	1961-1993	33
1712	Göksu Nehri-Bucakkışla	28.2	1962-2005	44
1714	Göksu Nehri-Karahacılı	113	1961-2005	45
1717	Lamas Çayı-Kızılgeçit	5.59	1967-2005	39
1719	Ermenek Çayı-Kırkkavak	53.4	1966-2005	40
1720	Göksu Nehri-Hamam	45.2	1966-2005	40
1721	Anamur Çayı-Alaköprü	24.4	1968-2005	38
1723	Ermenek Çayı-Çavuşköy	38	1986-2004	19
1725	Göktepe Deresi-Günder	3.79	1996-2005	10
1726	Ermenek Çayı-Yeşilköy	31.8	1994-2005	12
1729	Anamur Çayı-Sugözü	1.63	1995-2005	11
1730	Anamur Çayı-Dibek Köprüsü	14.3	1993-2005	13
1731	Göksu Nehri-Gravga	30.2	1993-2005	13
1732	Kadıncık Çayı-Kurtçukuru	22.2	1995-2005	11
1733	Kadıncık Çayı-Bahçe	5.4	1995-2005	11

Asi Havzası'nda yer alan istasyonların akım gözlem istasyonu (AGİ) noları, kotları, ortalama akımları ve hidrolojik periyotları Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Asi Havzası akım gözlem istasyonları

ASİ HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
1905	Karasu-Torun Köprüsü	84	36.5033	36.4111
1906	Afrin Deresi-Müşrüflü	98	36.3069	36.5439
1907	Asi Nehri-Demirköprü	85	36.2514	36.3533
1908	Asi Nehri-Antakya	71	36.2144	36.1569

Çizelge 3.21. Asi Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri

ASİ HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Ort. Akım(m^3/sn)**	**Hidrolojik Periyot**	**Süre(yıl)**
1905	Karasu-Torun Köprüsü	10.8	1954-2005	52
1906	Afrin Deresi-Müşrüflü	8.44	1954-2005	52
1907	Asi Nehri-Demirköprü	35.1	1950-2005	56
1908	Asi Nehri-Antakya	71.7	1950-2005	56

Ceyhan Havzası'nda yer alan istasyonların akım gözlem istasyonu (AGİ) noları, kotları, ortalama akımları ve hidrolojik periyotları Çizelge 3.22 ve Çizelge 3.23'te verilmiştir.

Çizelge 3.22. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları

CEYHAN HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
2001	Ceyhan Nehri-Kılavuzlu	450	37.6208	36.7983
2004	Ceyhan Nehri-Misis	15	36.9578	35.6342
2005	Ceyhan Nehri-Kabaağaç(Akçıl)	1115	38.1728	37.0264
2006	Göksu-Karaahmet	1324	38.0319	36.5697
2007	Sonboz Çayı-Çukurköprü	35	37.3414	35.9175
2008	Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü	75	37.3719	36.0942
2009	Göksun Nehri-Poskoflu	1040	38.1486	37.0011
2010	Aksu-Kürtleravşarı	414	37.5744	36.7939
2012	Ceyhan Nehri-Ceyhan Köprüsü	18	37.0328	35.8114
2015	Hurman Suyu-Tanır	1180	38.4225	36.9206
2016	Söğütlü Suyu-Ambarcık(Türkveren)	1215	38.2744	37.3728
2020	Ceyhan Nehri-Aslantaş	90	37.2583	36.2764
2022	Söğütlü Suyu-Hanköy	1347	38.2556	37.5336
2025	Hurman Suyu-Gözlerüstü	1222	38.4219	36.9200

Çizelge 3.23. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık ortalama akım değerleri

CEYHAN HAVZASI				
AGİ No	**Adı**	**Ort. Akım(m^3/sn)**	**Hidrolojik Periyot**	**Süre(yıl)**
2001	Ceyhan Nehri-Kılavuzlu	83.2	1941-1990	50
2004	Ceyhan Nehri-Misis	197	1971-2005	35
2005	Ceyhan Nehri-Kabaağaç(Akçıl)	26.6	1954-1980	27
2006	Göksu-Karaahmet	8.95	1954-2005	52
2007	Sonboz Çayı-Çukurköprü	12.1	1971-1994	24
2008	Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü	8.13	1969-2005	37
2009	Göksun Nehri-Poskoflu	12.4	1954-2005	52
2010	Aksu-Kürtleravşarı	31.6	1961-1990	30
2012	Ceyhan Nehri-Ceyhan Köprüsü	221	1954-1970	17
2015	Hurman Suyu-Tanır	8.21	1957-1995	39
2016	Söğütlü Suyu-Ambarcık(Türkveren)	5.47	1957-1971	15
2020	Ceyhan Nehri-Aslantaş	171	1966-2005	40
2022	Söğütlü Suyu-Hanköy	3.83	1973-2005	33
2025	Hurman Suyu-Gözlerüstü	7.19	1996-2005	10

3.2. Metot

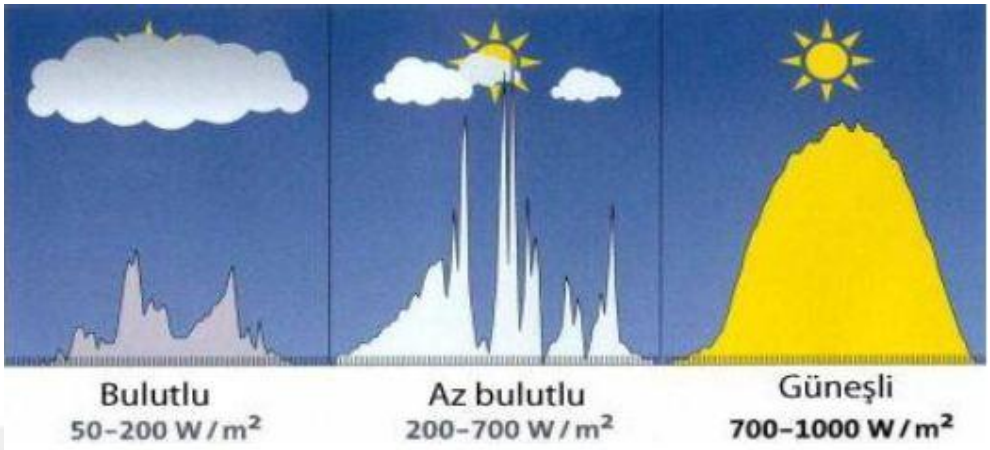
3.2.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) (Aggregate Drought Index)

İlk olarak Keyantash ve Dracup (2004) tarından önerilen Bütünleşik Kuraklık İndeksi, kuraklığın bütün fiziksel formlarını (meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal) kapsamlı olarak göz önüne almaktadır. Kaliforniya'da yağış, evapotranspirasyon, akım, rezervuar hacmi, toprak su içeriği ve kar suyu içeriği olmak üzere 6 parametreyi kullanarak Bütünleşik Kuraklık İndeksi hesaplamışlardır.

İlk kez 6 parametre ile denense de istenilen bölgenin hidrolojik çevrim özellikleri göz önüne alınarak hangi parametrenin kullanılacağına karar verilebilir.

Bir parametrenin diğer bir parametrenin oluşumunu etkileyebileceği, özellikle de hidrolojik çevrim düşünüldüğünde, bunun da bölgedeki kuraklığa yansıyabileceğini söyleyebiliriz. Örneğin güneş radyasyonu (şiddeti) ve ışınımı arttıkça bölgedeki evapotranspirasyon, sıcaklığın artması nedeniyle artmaktadır. Buharlaşmanın artması havanın nem seviyesini yükseltir. Buharlaşmayla birlikte bulutlanma da artar. Bulutlanmanın değişmesi açık yüzey buharlaşmasının değerini azaltıp çoğaltabilir. Çünkü toprağın ve suyun güneşlenme süresi değişir.

Hava açık ya da kapalı olduğu zaman güneşten gelen radyasyon ve ışınım miktarı değiştiğinden açık ve kapalı gün sayısı da hidrolojik çevrim parametrelerine etki eder. Şekil 3.14'de güneş ışınımının havanın açık ya da kapalı olmasına göre değişimi görülmektedir.



Şekil 3.14. Güneşten gelen ışınımın havanın bulut durumuna göre değişimi (Anonim g, 2017)

Bu çalışmada, Keyantash ve Dracup (2004) tarafından önerilen parametrelere açık gün sayısı, kapalı gün sayısı ve nispi nem de eklenmiştir. Evapotranspirasyon yerine de nispi nem kullanılmıştır. Evapotranspirasyon bir sonraki bölümde anlatılacak olan Keşif Kuraklık İndeksi'nde kullanılmıştır. Çalışma alanı Akdeniz Havzası'nda yer aldığından dolayı kar suyu içeriği sadece yüksek dağlarda uzun seriler halinde elde edilebilir. Dağlarda istasyon bulunmadığı için ve diğer kar yağan istasyonlarda yeterli uzunlukta kar içeriği olmadığından dolayı kar miktarı bu parametrelere eklenememiştir. Çizelge 3.9, 3.11 ve 3.12'de hangi istasyonun hangi parametreye sahip olduğu verilmiştir. Hidrolojik çevrim parametrelerine dayanan Bütünleşik Kuraklık İndeksi hesaplanırken ilk olarak, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden olan Temel Bileşenler Analizi (TBA) yapılarak veri serisinin boyutu azaltılmış ve daha az parametre kullanılarak veri serisinin ifade edilmesi sağlanmıştır. Temel Bileşenler Analizi, birbirine dik olan eksenlere ayrılmış veri setinden lineer denklemler elde etmektedir. 1901 yılında Karl Pearson tarafından başlatılan temel bileşenler analizi çalışmaları, 1933 yılında Hotelling tarafından ilerletilmiştir (Filiz, 2003).

Temel Bileşenler Analizi, Bütünleşik Kuraklık İndeksi'ndeki gibi birbiri ile ilişkili parametreler içeren veri serilerinin boyutlarını, veri seti içerisinde oluşan değişimleri koruyarak daha az boyuta indirgenmesine yardımcı olan dönüşüm tekniğidir. Buradaki amaç, eldeki veri setinin daha az değişkenle ifade edilebilmesidir. Diğer bir ifadeyle Temel Bileşenler Analizi, değişken parametreler arasında bulunan bağımlılığın yok edilmesi ve boyut indirgeme amacıyla kullanılan, birbiriyle ilişkisiz çok daha az sayıda yeni değişkenin (temel bileşenin) elde edilmesini sağlar. Yeni değişkenler yani temel bileşenler arasındaki korelasyon, değişkenlerin birbirlerine dik olmaları nedeniyle sıfıra eşittir. Yeni elde edilen dik değişkenler, ana değişkenlerin doğrusal kombinasyonu olmaktadırlar. TBA, bir değişkenin tamamen bağımlı, diğerlerinin ise bağımsız kabul edildiği çoklu regresyon analizlerinden farklı olarak tüm parametrelerin birlikte göz önüne alındığı istatistiksel bir analizdir. Temel Bileşenler Analizi'nde (TBA) p sayıda parametresi olan veri matrisinden en fazla p sayısı kadar temel bileşen elde edilir.

$$Y_1=a_{11}X_1+a_{12}X_2+...a_{1p}X_p$$
$$Y_2=a_{21}X_1+a_{22}X_2+...a_{2p}X_p$$
$$Y_p=a_{p1}X_1+a_{p2}X_2+...a_{pp}X_p \quad (3.1)$$

Denklem 3.1'de Y_1, Y_2.....Y_P p sayıdaki temel bileşeni göstermektedir. a_{ij} i. temel bileşen için j. değişkenin ağırlığını temsil etmektedir. a_{ij} aşağıdaki şekilde hesaplanır.

1. Birinci temel bileşen en fazla, geriye kalan bileşenler ise gittikçe azalan miktarda toplam varyansa etki ederler.

2. $a^2_{i1} + a^2_{i2} + \ldots + a^2_{ip} = 1 \quad i=1, 2...p$ (3.2)

3. $a^2_{i1}\, a^2_{j1} + a^2_{i2}\, a^2_{j2} + \ldots + a^2_{ip}\, a^2_{jp} = 0$ (her i $\neq$ j için) (3.3)

Temel bileşenler analizinde her bileşen analizde bulunan bütün bileşenlerin doğrusal bir fonksiyonu olarak hesaplanır. Elde edilen temel bileşenler sırasıyla toplam varyansa en yüksek düzeyde katkıda bulunurlar. Denklem 3.2'ye göre temel bileşen ağırlıkları kareleri toplamının bir olması gerekir. Bir değerine eşit olabilmesi için varyanstan arındırılması gerekmektedir. Yani orijinal değişkenlerin temel bileşenler analizi öncesi standartlaştırılması zorunludur. Denklem 3.3, yeni değişkenlerin ölçeğini belirlemek için kullanılmaktadır. Temel bileşen ağırlıklarının ölçeğini değiştirerek varyans arttırılabilir (Alkan, 2008).

Bütünleşik Kuraklık İndeksi bu yöntemle oluşturulduğundan, diğer kuraklık indekslerinden farkı buradan kaynaklanmakta, oldukça güçlü ve kapsamlı kuraklık indeksleri kategorisinde yer almaktadır.

Temel Bileşenler Analizi, orijinal veri seti arasındaki korelasyonu tanımlayan kare simetrik R matrisinin kurulmasını gerektirir. Temel bileşenleri hesaplamak için:

- Elde edilen parametrelerden her bir hidrolojik yılın her bir ayı için veri matrisi oluşturulur. Bu matriste her bir sütun bir veriyi (yağış, buharlaşma, akım vb.) gösterir. O (observed values) gözlenmiş değerleri gösteren matristir. O matrisi, N x p boyutunda oluşturulur. N hesaplamada kullanılan hidrolojik yıl sayısını, p ise parametre sayısını göstermektedir.

$$O = \begin{bmatrix} \text{Yağış} & \text{Sıcaklık} & \text{Nem} & \text{AGS} & \text{KGS} & \dots \\ : & : & : & : & : & : \\ : & : & : & : & : & : \\ : & : & : & : & : & : \\ : & : & : & : & : & : \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

- İkinci adım olarak her bir sütun kendi ortalamasından çıkarılarak standart sapmasına bölünerek standartlaştırılır (X matrisi elde edilir). Çünkü kullanılan gözlenmiş değerlerin sonuçlarda ağırlığının olmaması istenir.

- Üçüncü adımda standartlaştırılan veri setinden oluşturulan matrisin korelasyon matrisi (R) oluşturulur. Bu şekilde her bir parametrenin birbirleri ile olan ilişkisi elde edilir. Her bir ay için 12 farklı korelasyon matrisi oluşturulması gerekir. R korelasyon matrisi, X ise standartlaştırılmış gözlem matrisi olmak üzere gözlenmiş veri matrisinin korelasyon matrisi (R) Denklem 3.5'teki gibi bulunur. Standartlaştırılmış matrisin transpozesi X^T'dir. N ise hesap edilen hidrolojik yıl sayısıdır.

$$R = \frac{1}{N-1} X^T X \qquad (3.5)$$

- Elde edilen korelasyon matrisi (R) üzerinde Temel Bileşenler Analizi (TBA) gerçekleştirilir. Bu şekilde matrisin özvektörleri ve özdeğerleri bulunur. Özvektörler, orijinal değişkenlerin standartlaştırılmış lineer kombinasyonu olan korelasyonsuz temel bileşeni hesaplamayı sağlar. Özdeğerler ise her bir temel bileşen tarafından açıklanan varyasyon miktarını ölçer.
- Bütünleşik Kuraklık İndeksi oluşturulurken korelasyon matrisi kullanıldığından indeks değerleri parametrelerin birimlerinden etkilenmemektedir. Her bir parametre kendi biriminde kullanılabilmektedir. (yağış (mm), sıcaklık (^{0}C), nispi nem (%), akım (m^3/sn))

Temel bileşenler matrisine Z, standartlaştırılmış gözlem verisi matrisine X, korelasyon matrisinden (R) elde edilen özvektör matrisine de E dersek, **Z=XE** olarak elde edilir.

$BKİ_{ik}$ i. yıl k. aya ait Bütünleşik Kuraklık İndeks değerini, Z_{ik} i. yıl k. aya ait birinci temel bileşeni, σ tüm hidrolojik yıllarda yer alan k. aya ait birinci temel bileşenin standart sapmasını göstermek üzere denklem 3.6'daki gibi elde edilir. Bütünleşik Kuraklık İndeksi hesaplanırken sadece birinci temel bileşen kullanılır.

Çünkü bütün standartlaştırılmış veri setinde yer alan parametrelerin en büyük varyasyon miktarını birinci temel bileşen açıklamaktadır.

$$BK\dot{I}_{ik} = (Z_{ik})/\sigma \quad (3.6)$$

$BK\dot{I}_{ik}$ değerleri elde edildikten sonra hidrolojik yılların her ayı seri haline getirilerek Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) değerleri elde edilmiş olur. Bütün uygulamalar ve hesaplamalar MATLAB R2012b programı ile kodlanarak gerçekleştirilmiştir

3.2.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) (Reconnaissance Drought Index)

Keşif Kuraklık İndeksi ilk kez Tsakiris ve Vangelis (2005) tarafından tarımsal ve meteorolojik kuraklığın izlenmesi için önerilmiştir. Keşif Kuraklık indeksi özellikle kurak ve yarık kurak alanlarda kullanılmaktadır. Sadece kümülatif yağış (P) ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) verisine ihtiyaç duymaktadır. Kuraklık indeksi hesaplanırken, evapotranspirasyonu bulabilmek için dört farklı yöntem önerilmektedir. Bunlar sırasıyla Hargeaves, Thornthwaite, Blaney-Criddle ve Penman-Monteith yöntemleridir.

Keşif Kuraklık İndeksi, (α_k^i) ve $KK\dot{I}_{st}$ (standartlaştırılmış) olarak ifade edilir. Keşif Kuraklık İndeksi'ni hesaplayabilmek için ilk önce Keşif Kuraklık İndeksi başlangıç değerini (α_k^i) hesaplamak gerekir. P ve PET sırasıyla i. yılın j. ayına ait (j=1 Ekim, j=12 Eylül) yağışı ve potansiyel evapotranspirasyonu ve N hidrolojik yıl sayısını, k ayları göstermek üzere α_k^i Denklem 3.7'deki gibi hesaplanabilir.

$$\alpha_k^i = \frac{\sum_{j=1}^{k} P_{ij}}{\sum_{j=1}^{k} PET_{ij}} \quad i=1...N,\ j=1...k \quad (3.7)$$

α_k^i değerleri çeşitli lokasyonlarda ve çeşitli zaman aralıklarında hem lognormale hem de gamma dağılımına uymaktadır (Tsakiris ve Vangelis 2005).

Lognormal dağılımının uyduğu kabul edilirse. $KK\dot{I}_{st}$ aşağıdaki şekildeki gibi hesaplanır (Denklem 3.8).

$$KK\dot{I}_{st}^i = \frac{y^i - \bar{y}}{\sigma_y} \quad (3.8)$$

Burada $y^i = \ln(\alpha_k^i)$, $\bar{y}$ aritmetik ortalama, σ_y ise standart sapmadır. Ancak bu şekilde hesaplanabilmesi için α_k^i değerlerinin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. α_k^i değerlerinin normal dağılıma uyup uymadığı Anderson-Darling (1952) testi ile test edilmiştir. Anderson-Darling normallik testindeki amaç veri setleri ile belirlenen normal dağılım arasındaki uzaklığı tanımlayan ampirik bir dağılım fonksiyonunun oluşturulmasıdır. Bu amaçla,

- Veri serileri en az değerden en fazla olan değere doğru sıralanır. Bu serinin ortalaması ve standart sapması bulunur.
- Sıralı veri seti normalize (y_i) edilir.
- Standart normal dağılımının birikimli dağılım fonksiyonu Φ ile gösterilirse Anderson-Darling istatistiği olan A^2 Denklem 3.9'daki gibi oluşturulur (n: veri sayısı).

$$A^2 = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\ln\Phi(y_i) + \ln(1 - \Phi(y_{n+1-i})) \quad (3.9)$$

$\Phi(y_i)$, A^2'nin anlamsız olmaması için 0 veya 1 olmamalıdır. A^2 değeri hesaplandıktan sonra veri serisi örnek sayısı için ayarlama yapılmış Anderson-Darling istatistiği A^{*2} olarak Denklem 3.10'deki gibi bulunur.

$$A^{*2} = A^2\left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2}\right) \quad (3.10)$$

A^{*2} değeri 0.752 değerinden fazla olursa α=0.05 anlamlılık seviyesinde normallik olan sıfır hipotez reddedilir (Anlı, 2014).

Thom (1958a), yağış serilerine en iyi gamma fonksiyonunun uyduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda α_k^i normal dağılım göstermediğinden dolayı lognormal dağılım kullanmak yerine gamma dağılımının kullanılması tercih edilmiştir. Gamma dağılımı frekansı g(*x*) aşağıdaki gibi bulunur (Denklem 3.11). Burada α şekil parametresi, β ölçek parametresi ve *x* kümülatif yağış miktarıdır. α ve β her istasyon ve her zaman aralığı için tahmin edilir.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{\frac{-x}{\beta}} \qquad x, \alpha, \beta > 0 \quad (3.11)$$

$\Gamma(\alpha)$ ise gamma fonsiyonudur.

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y}\, dy \quad (3.12)$$

Keşif Kuraklık İndeksi hesaplanırken 3, 6, 9 ve 12 aylık kümülatif yağış değerleri olan frekans dağılımına gamma yoğunluk fonksiyonu uydurulur.

α ve β tahmini aşağıdaki şekilde yapılır. Denklem (3.13), (3.14) ve (3.15) (Thom 1966b).

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \quad (3.13)$$

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \quad (3.14)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{N} \quad (3.15)$$

Daha sonra sonuç parametreleri, çalışma alanında hesap edilmesi istenen hidrolojik yıl için a_k'nin kümülatif olasılığını bulmakta kullanılır. Gamma fonksiyonu x=0 (yani seçilen periyot için kümülatif yağış değerleri 0 mm) olduğunda kompozit kümülatif olasılık fonksiyonu kullanılabilir (Denklem 3.16).

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \tag{3.16}$$

q sıfır olma olasılığıdır, m ise a_k zaman serisinde sıfırların sayısıdır. Denklem 3.17'deki gibi hesap edilir. Kümülatif olasılık H (x), G (x)'in yerini alır.

$$q = \frac{m}{n} \tag{3.17}$$

Pozitif $KKİ_{st}$ değerleri, çalışma bölgesinin normal koşullarına göre sulak periyotlarını, negatif $KKİ_{st}$ değerleri ise kurak periyotlarını gösterir. Kuraklığın şiddeti $KKİ_{st}$ değerleri düştüğü zaman artar. Kuraklık şiddeti sırasıyla kuraklık yok (KY), hafif kuraklık (HK), orta derece kuraklık (ODK), şiddetli kuraklık (ŞK) ve aşırı kuraklık (AK) olarak kategorize edilebilir. $KKİ_{st}$ değerleri sırasıyla KY (>0), HK (0'dan -1'e), ODK (-1'den -1.5'e), ŞK(-1.5'dan -2'ye) ve AK (-2'den küçük) olur.

Akdeniz Havzası'nda, hidrolojik yıl Ekim ayında başladığından dolayı 3 aylık $KKİ_{st}$ (Ekim-Aralık), 6 aylık $KKİ_{st}$ (Ekim-Mart), 9 aylık $KKİ_{st}$ (Ekim-Haziran), 12 aylık $KKİ_{st}$ ise (Ekim-Eylül) periyodu için hesap edilir. Bu KKİ'nin diğer kuraklık indekslerine göre farklı yapıda olmasını sağlar. KKİ referans periyotlar için hesap edilir.

Bu çalışmada Keşif Kuraklık İndeksi hesap edilirken Thornthwaite potansiyel evapotranspirasyon yöntemi kullanılmıştır. Thornthwaite metodu

Thornthwaite (1948) tarafından önerilmiştir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Evapotranspirasyonun sıcaklığın 0 ^{0}C ve altında oluşmadığını kabul eder. Bu metot potansiyel evapotranspirasyonu Denklem 3.18'deki gibi tahmin eder.

$$PET = 16.\left(\frac{N}{12}\right).\left(\frac{m}{30}\right).\left(10.\frac{T_{mean}}{I}\right)^{a} \quad (3.18)$$

T_{mean} aylık ortalama sıcaklığı (^{0}C), N aylık ortalama günışığı saati (saat/gün) (Yoo ve Boyd 1994 sf. 85'te yer almaktadır), m her bir aydaki gün sayısı, a katsayısı ise aşağıdaki Denklem 3.19 yardımı ile bulunur.
(* : çarpı işareti)

$$a= 6.75*10^{-7}*I^3-7.71*10^{-5}*I^2 + 1.79*10^{-2}*I + 0.49 \quad (3.19)$$

Son olarak I ısı indeksi 12 aylık değerlerin toplamı olarak Denklem 3.20'deki gibi bulunur.

$$I = \sum_{i=1}^{12}\left(\frac{T_{imean}}{5}\right)^{1.514} \quad (3.20)$$

Çalışmada kullanılan meteorolojik istasyonların enlemleri kullanılarak interpolasyon yöntemiyle N değerleri bulunmuştur. Thornthwaite metoduyla PET (potansiyel evapotranpirasyon) bulunduktan sonra yağış verisini de kullanarak anlatıldığı gibi Keşif Kuraklık İndeksi hesaplaması yapılır. Ekim ayından başlamak üzere 3, 6, 9 ve 12 aylık kümülatif periyotlar için indeks değerleri bulunur.

Çizelge 3.24. Kuzey yarım kürede enlemlere göre aylık ortalama gün uzunluğu (Yoo ve Bond, 1994)

	Derece Kuzey Enlemi										
Ay	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**
Ocak	12.0	11.8	11.5	11.2	11.0	10.6	10.5	10.1	9.8	9.3	8.7
Şubat	12.0	11.8	11.7	11.5	11.4	11.2	11.2	11.0	10.7	10.4	9.1
Mart	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9
Nisan	12.0	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.9	13.0	13.2	13.5	13.7
Mayıs	12.0	12.2	12.5	12.7	12.9	13.2	13.6	14.0	14.4	14.8	15.3
Haziran	12.0	12.3	12.6	12.9	13.2	13.5	14.0	14.4	14.9	15.5	16.2
Temmuz	12.0	12.3	12.5	12.8	13.1	13.3	13.9	14.2	14.7	15.2	15.8
Ağustos	12.0	12.2	12.3	12.5	12.7	12.8	13.2	13.5	13.8	14.1	14.5
Eylül	12.0	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.4	12.4	12.5	12.6	12.7
Ekim	12.0	11.9	11.8	11.7	11.5	11.4	11.5	11.4	11.2	11.1	10.8
Kasım	12.0	11.8	11.6	11.3	11.1	10.8	10.7	10.4	10.1	9.7	9.2
Aralık	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	9.9	9.5	9.0	8.3

3.2.3. Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) (Deciles)

İlk olarak Gibbs ve Maher (1967) tarafından önerilen Ondalıklar Kuraklık İndeksi sadece yağış parametresine ihtiyaç duyduğundan son derece basit bir yöntemdir. Ondalık Kuraklık İndeks değerleri hesaplanması istenen istasyonun her bir hidrolojik yılının yağış serileri en az yağıştan en çok yağışa doğru sıralanır. Yağış serisi %10'luk kısımlara ayrılır (10 parçaya bölünür). İlk ondalık en düşük %10'luk kısmın yağış miktarını aşamayan yağış miktarı olarak belirlenir. İkinci ondalık en düşük %20'lik kısmın yağış miktarını aşamayan yağış miktarıdır. Üçüncü ondalık en düşük %30'luk kısmın yağış miktarını aşamayan yağış miktarı olmak üzere bu şekilde 10. ondalığa kadar gidilir. 10. ondalık uzun süreli yağış serisindeki en büyük yağış miktarını göstermektedir. 5. ondalık ise medyan olarak adlandırılır.

Ondalıklar Kuraklık İndeksi'nin kolay hesaplanabilir olması bazı algısal zorluklara neden olabilir. Örneğin yağış miktarı normal değerlere yakın ve üstündeyse kuraklık yok denilir. Ancak az ya da hiç yağış oluşmadığı durumlarda

uzun periyotlar boyunca düşen ufak yağış miktarları su eksikliğini gidermese de Ondalık Kuraklık İndeksi kuraklık yok diyebilir. Yani meteorolojik kuraklık göz ardı edilmiş olabilir. Ondalıklar Kuraklık İndeksi Avustralya'da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Aşağıda Ondalıklar Kuraklık İndeksi kuraklık kategorileri görülmektedir.

- Ondalık 1-2: en düşük %20, normalin çok altı yağış
- Ondalık 3-4: diğer en düşük %20, normalin altı yağış
- Ondalık 5-6: orta %20, normal civarı yağış
- Ondalık 7-8: diğer en yüksek %20, normalin üstünde yağış
- Ondalık 9-10: en yüksek %20, normalin çok üstünde yağış

3.2.4 Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) (Streamflow Drought Index)

İlk olarak Nalbantis (2008), tarafından hidrolojik kuraklığın belirlenebilmesi için önerilen Akım Kuraklık İndeksi akım-ölçer istasyonlardan elde edilen uzun veri aralığına sahip akım değerlerini kullanmaktadır. i hidrolojik yılı, j hidrolojik yıldaki ayı (j=1 Ekim, j=12 Eylül ayını belirtir) temsil ederse $V_{i,k}$ (kümülatif akım) Denklem 3.21'deki gibi hesaplanabilir.

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3k} Q_{i,j} \quad \text{i=1, 2,..... j=1, 2, ...,12 k=1, 2, 3, 4} \qquad (3.21)$$

$V_{i,k}$ i. hidrolojik yıl için kümülatif akımı gösterir. k değeri istenilen periyot aralığı için değer alır. k=1 (Ekim-Aralık), k=2 (Ekim-Mart), k=3 (Ekim-Haziran), k=4 (Ekim-Eylül) gösterir.

Kümülatif akımı $V_{i,k}$ kullanan Akım Kuraklık İndeksi i. hidrolojik yılın k referans periyodu için Denklem 3.22'deki gibi hesaplanır.

$$AKİ_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \overline{V}_k}{s_k} \qquad i=1, 2,..... \quad k=1, 2, 3, 4 \qquad (3.22)$$

$\overline{V}_k$ ve s_k sırasıyla k referans periyodu için kümülatif akım ortalamasını ve standart sapmayı göstermektedir. Genellikle küçük havzalardaki akım çarpık olasılık dağılımı takip eder. Gamma dağılımı bu tip durumlarda uygundur. Dağılım daha sonra normal dağılıma çevrilir (Nalbantis, 2008). Eğer lognormal dağılımı kullanılacaksa Akım Kuraklık İndeksi Denklem 3.23'teki gibi hesap edilir.

$$AKİ_{i,k} = \frac{y_{i,k} - \overline{y}_k}{s_{y,k}} \qquad i=1, 2,..... \quad k=1, 2, 3, 4 \qquad (3.23)$$

$$y_{i,k} = \ln(V_{i,k}) \qquad i=1, 2,..... \quad k=1, 2, 3, 4 \qquad (3.24)$$

$\overline{y}_k$ ve $s_{y,k}$ sırasıyla kümülatif akım ortalaması ve standart sapmasıdır.

Bu çalışmada ise Keşif Kuraklık İndeksi yönteminde anlatıldığı gibi gamma dağılımı uygulanarak kuraklık indeks değerleri bulunmuştur. Akım Kuraklık İndeksi de Keşif Kuraklık İndeksi gibi 5 kategoride kuraklığı tanımlar.

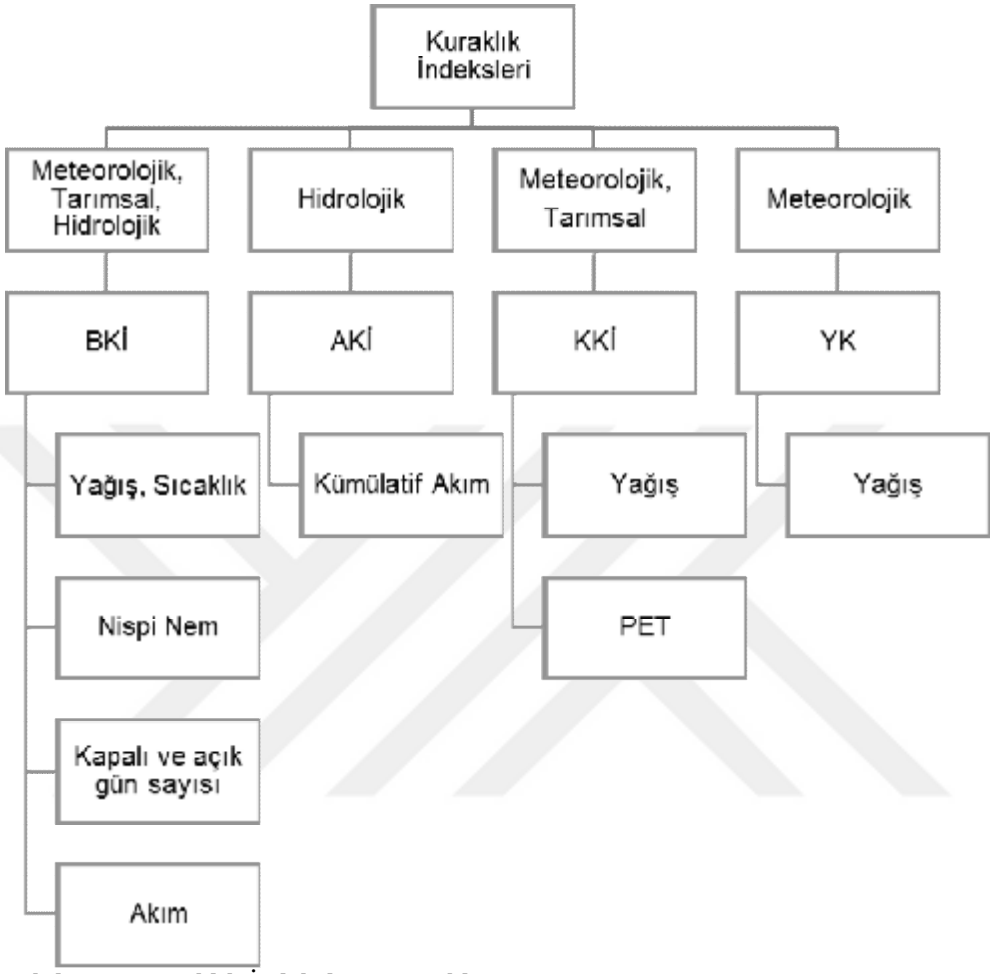
- Durum 0, kuraklık yok, AKİ|≥0
- Durum 1, hafif kuraklık, -1≤AKİ<0
- Durum 2, orta derece kuraklık, -1.5≤AKİ<-1
- Durum 3, şiddetli kuraklık, -2≤AKİ<-1.5
- Durum 4, aşırı kuraklık, AKİ<-2

Hidrolojik kuraklık ile ilgilenirken akımın aralıklı (intermittent) olması sorun teşkil etmektedir. 3 konu ile ayırt edilebilir:

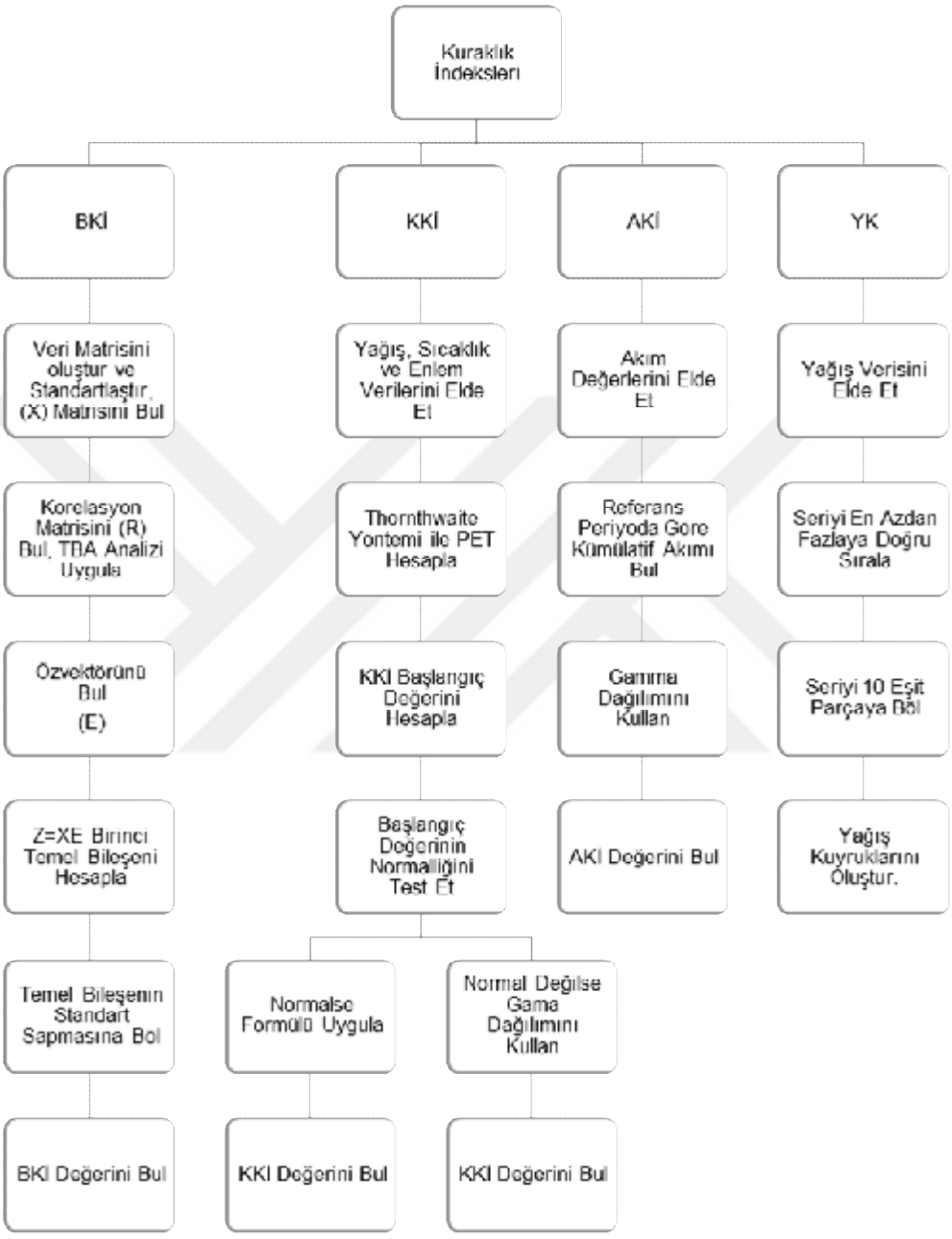
1. Sürekli akıma sahip nehir yatağı
2. Bütün bir hidrolojik yıl boyunca tamamen kurumayan ve kısa ömürlü akıma sahip nehir yatağı
3. Bazı hidrolojik yıllarda hiç akıma sahip olmayan nehir yatağı

Akım Kuraklık İndeksi'nin tanımına göre 2. konu ile, kümülatif akım değerleri pozitif değer aldıkları için, Akım Kuraklık İndeksi birbiriyle alakasız kalmaktadır. Ancak 3. konu ile Akım Kuraklık İndeksi uyum göstermektedir.

Çalışmada kullanılan bütün kuraklık indekslerinin analiz ettikleri verileri gösteren özet şeması Şekil 3.15'te gösterilmektedir. Şekil 3.16'da da bütün kuraklık indekslerinin nasıl hesaplandığını özet halinde gösteren şema verilmektedir.



Şekil 3.15. Kuraklık İndeksleri veri tablosu



Şekil 3.16. Kuraklık indeksleri hesaplama şeması

3.2.5. Mann-Kendall Gidiş Analizi Yöntemi ve Sen'in Eğim Metodu

Bu çalışmada hesaplanan indeks değerleri kuraklığın hidrolojik yıllar içerisinde azalmakta mı yoksa artmakta mı olduğunu tespit etmek için gidiş analizi yapılmıştır. İlk olarak Mann-Kendall gidiş analizi ile kuraklık indeks değerleri incelenmiştir.

Mann-Kendall testi, gidişin olmadığı sıfır hipotez olan (null hypothesis) H_0'a karşı, zaman içerisinde rastgele sıralanmış x_i gözlemlerinin artan ya da azalan monotonik gidişi olan alternatif hipotez olan H_1'i sınamak için uygulanır. Veriler sıralı zaman serileri olarak değerlendirilir. Her bir veri değeri kendinden sonra gelen veri değeri ile kıyaslanır. Kıyaslamalar sonucunda Denklem 3.26'daki gibi işaret fonksiyonuna değerler atanır ve S istatistiğinin nihayi değeri elde edilir. Elde edilecek S istatistiği Mann-Kendall test istatistiği olup, Denklem 3.25'teki gibi hesaplanır.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \operatorname{sgn}(x_j - x_k) \tag{3.25}$$

$$\operatorname{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 \text{ eğer } x_j - x_k > 0 \\ 0 \text{ eğer } x_j - x_k = 0 \\ -1 \text{ eğer } x_j - x_k < 0 \end{cases} \tag{3.26}$$

x_j ve x_k sırasıyla j ve k yıllarındaki yıllık değerlerdir (j>k), n: veri sayısı

Eğer **n<10** ise $|S|$ değeri direkt olarak Mann-Kendall tarafından türetilmiş olan S'in teorik dağılımı ile karşılaştırılır (Gilbert, 1987). 2 kuyruklu (two-tailed) test kullanılır. Eğer S'nin mutlak değeri $S_{\alpha/2}$ değerine eşit ya da aşıyorsa belirli bir olasılık seviyesinde H_0 hipotezi H_1'in lehine ret edilir. Pozitif (negatif) bir S değeri artan (azalan) gidişi gösterir.

Bu çalışmada α=0.1 önemlilik seviyesi göz önüne alınmıştır. 0.1 önemlilik seviyesi ise H_0'ı ret ederken %10 olasılıkla hata yaparız anlamına gelmektedir.

Eğer **n>10** ise, S ortalama ve varyans ile yaklaşık olarak normal dağılır. Bu durumda Z testi kullanılır. Aşağıdaki gibi hesaplanır (Denklem 3.27).

$$VAR(S) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{q} t_p(t_p-1)(2t_p+5)\right] \quad (3.27)$$

Burada q bağlı grupların sayısını, t_p ise p^{th} gruptaki veri değerlerinin sayısıdır. Test istatistiği olan Z değeri, S ve VAR(S) kullanılarak Denklem (3.28) ile bulunur.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{eğer } S > 0 \\ 0 & \text{eğer } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{eğer } S < 0 \end{cases} \quad (3.28)$$

İstatistiksel olarak önemli seviyede bir gidişin varlığı Z değerinin değerlendirilmesi ile bulunur. Z'nin pozitif (negatif) değeri artan (azalan) gidiş olduğunu gösterir. Z istatistiği normal dağılıma sahiptir. Artan ya da azalan monoton gidişi test etmek için (iki kuyruklu testte), α önemlilik seviyesinde, eğer Z'nin mutlak değeri $Z_{1-\alpha/2}$'den büyükse H_0 ret edilir. $Z_{1-\alpha/2}$ standart normal dağılım tablosundan okunabilir.

Bu çalışmada var olan gidişin (her yıldaki değişim olarak) gerçek eğimini tahmin etmek için Sen'in parametrik olmayan metodu (Sen, 1968) kullanılmıştır. Veri hatalarından ve eksik verilerden etkilenmeyen bir yöntemdir. Sen'in metodu gidişin lineer olduğu varsayıldığı durumlarda kullanılabilir.

Lineer model f(t), f(t) = Qt + B olarak açıklanır. Q eğimi gösterir, B ise sabittir. Q eğimini türetmek için bütün veri parçalarının eğimi hesaplanır (Denklem 3.29).

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j-k} \quad i=1, 2,.....,N, \quad j>k \tag{3.29}$$

N adet Q_i değeri hesaplanır (N=n(n-1)/2, n: zaman periyotlarının sayısıdır (veri sayısı)). Hesaplandıktan sonra küçükten büyüğe doğru sıralanır. N adet Q_i değerlerinin medyanı gidiş eğim parametresini tahmin eder. Yani Sen'in eğim estimatörüdür. N sayısının tek ya da çift olması durumuna göre Q_{medyan} hesap edilir (Denklem 3.30).

$$Q_{medyan} = \begin{cases} Q_{(N+1)/2} & (1) \\ \frac{1}{2}\left(Q_{\frac{N}{2}} + Q_{\frac{N+2}{2}}\right) & (2) \end{cases} \tag{3.30}$$

N değeri tek olursa (1) nolu formül, çift olursa (2) nolu formül kullanılır. Normal dağılımı esas alan parametrik olmayan teknik yardımıyla eğim tahmini ile ilgili iki taraflı %100(1-α) güven aralığı elde edilir. α=0.01 (%99) ve α=0.05 (%95) güven aralığı kullanılmıştır. İlk olarak C_a değeri Denklem (3.31)'daki gibi hesaplanır.

$$C_a = Z_{1-a/2}\sqrt{VAR(S)} \tag{3.31}$$

Daha sonra $M_1=(N-C_a)/2$ ve $M_2=(N+C_a)/2$ değerleri hesaplanır. N sıralı Q_i eğim hesaplarının M_1'inci en büyük ve M_2 +1'inci en büyük değerleri olan Q_{min} ve Q_{max} güven aralığının daha düşük ve daha yüksek limitleridir. Eğer M_1 tam sayı değil ise daha düşük limit interpole edilir. Buna karşılık eğer M_2 tamsayı değil ise daha yüksek limit de interpole edilir. Hesaplamalar ve işlemler Salmi ve ark (2002) tarafından oluşturulan MAKESENS isimli excel makrosu ile yapılmıştır.

3.2.6. Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi

Bu doktora tezinde yapılan bölgesel kuraklık frekans analizi aşamaları Topçu (2013) yüksek lisans çalışmasındaki kuraklık frekans analizi ile aynıdır. Sadece istasyon sayısı ve minimum kuraklık indeksi değerlerinin bulunduğu kuraklık indeksi yöntemleri değişmiştir. Kullanılan Xtest programının detayları ve denklemlerin ayrıntıları için, Hosking ve Wallis (1997), Seçkin (2009), Topçu (2013) çalışmaları incelenebilir. Burada yöntem ile ilgili özet bilgiler verilmiştir.

Bir havzadaki tüm istasyonlar farklı iklim koşullarına ve coğrafyaya sahip oldukları için frekans dağılımları aynı değildir. Özellikle de konu kuraklık olunca havzadaki istasyonların coğrafi özellikleri daha da önem kazanmaktadır. Kuraklıkları bölgesel frekans analizini yapabilmek için ilk önce uzun periyoda sahip veriler elde edilmelidir. Bu kuraklık frekans analizinde veri olarak istasyonların her bir hidrolojik yılda görülen en düşük BKİ, AKİ, KKİ kuraklık değerleri kullanılmıştır.

İstasyonlar bölgesel kuraklık frekans analizinde mesafe olarak yakınlık söz konusu olmaksızın bir bölge olarak kabul edilebilirler. Bu da havzaları kuraklık bakımından bütün olarak değerlendirebilmemizi sağlar.

$Q_i(F)=m_i q(F)$ denkleminde F aşılmama olasılığını, m_i i istasyonundaki ortalama en düşük kuraklık indeksi değerini, ve q(F) her istasyon için aynı olan bölgesel büyüme faktörünü gösterir. Bölgesel frekans analizi neticesinde q(F) değerini elde ettikten sonra bu değeri istenilen istasyonun ortalaması ile çarparak F tekerrürü için ait olduğu istasyondaki en düşük kuraklık değerinin $Q_i(F)$ değeri elde edilir.

Bölgesel frekans analizinde uyumsuzluk ölçüsü (D_i), homojen bölge içerisinde kabul edilen istasyonların birbirleri ile olan uyumlarının test edilmesi için kullanılır. Uyumsuzluk ölçüsü bölgedeki istasyon sayısına bağlıdır. Uyumsuzluk ölçüsü, istasyon verilerinin L-moment oranları ile hesaplanır. İstasyonun L-moment oranları (L-Cv (t), L-çarpıklık (t_3), L-basıklık (t_4)) bir noktanın üç boyutlu koordinatları olarak tanımlanır.

D_i, bölgedeki istasyon sayısına bağlı olarak tanımlanır (Hosking ve Wallis, 1997). Eğer hesaplanan D_i değeri kritik D_i değerinden büyük ise o istasyon uyumsuzdur denir.

Bölgesel kuraklık frekans analizinde tüm bölgeye tek bir frekans dağılımı uygulanır. Bunun uygulanabilmesi için bölgenin homojen olması gerekir. Eğer havza bütün olarak homojenlik göstermiyorsa homojen alt havzalara ayrılır. Homojenlik heterojenlik ölçüsü ile test edilir. Heterojenlik ölçüsü homojen olabilecek bölgelerin istasyonları arasında L-momentlerin varyasyonlarını karşılaştırır. Homojen bölgede bulunan bütün istasyonlarda aynı toplum L-moment oranları vardır. H_i istatistiği V_1, V_2 ve V_3'e göre hesaplanır. V_1'e dayalı H_1 istatistiği, heterojenlik ölçüsünü hesaplamada tavsiye edilmektedir Hosking ve Wallis (1993). V_1, 3.32 denklemi ile hesaplanırken heterojenlik ölçüsü 3.33 denklemi ile bulunur.

$$V_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} N_i \left(t^i - t^R\right)^2}{\sum_{i=1}^{N} N_i} \qquad (3.32)$$

N: İstasyon sayısı

N_i: Her istasyonun kayıt uzunluğu

t^R: t_i'nin ortalama değeri

$$H_i = \frac{(V_i - m_v)}{s_v} \qquad (3.33)$$

Hosking ve Wallis (1993), eğer Hi<1 ise bölgenin homojen olduğunu, 1£Hi<2 ise bölgenin büyük olasılıkla heterojen olduğunu, Hi³ 2 ise bölgenin kesinlikle heterojen olduğunu söylemişlerdir. Eğer havza homojen değil ise, havza daha alt bölgelere ayrılarak homojen hale gelmesi sağlanır.

Bölgesel frekans analizinde bölgeye tek bir frekans dağılımı uygulanır. Ancak her istasyona aynı dağılımı uygulamak çok zordur. Bu nedenle her istasyon için doğru tahminler verecek dağılımı bulmaya çalışılır.

Homojen bölgede (uyumsuz istasyonları olmayan) bir dağılım seçildikten sonra, bu dağılımın bölgeye uygun olup olmadığı incelenmelidir. L-momentlerin basıklık katsayısını temel alan dağılımın uygunluğu ölçüsü ile test edilebilir. Bu ölçü şu şekilde hesaplanır: Üç parametreli genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımının uygun olduğunu varsayalım. genelleştirilmiş ekstrem dağılımı dağılımı ile elde edilen L-basıklık $\left(t_4^{Gev}\right)$ ile bölgesel ortalama L-basıklık $\left(t_4^{R}\right)$ arasındaki fark hesaplanır. $\left(t_4^{R}\right)$'lerin standart sapmalarını s_4 ile ifade edersek genelleştirilmiş ekstrem değer dağılımının Z testi aşağıdaki gibi hesaplanır (Denklem 3.33).

$$Z_{Gev} = \frac{\left(t_4^{R} - t_4^{Gev}\right)}{s_4} \qquad (3.33)$$

Gözlenmiş verilere uygun olması düşünülen 3 parametreli dağılımlar genelleştirilmiş lojistik, genelleştirilmiş ekstrem değer, genelleştirilmiş pareto, genelleştirilmiş normal ve pearson tip 3 dağılımlarıdır. Bu dağılımlar için bölgesel L-moment oranları hesaplanır. Uygulanan dağılımın L-basıklığı t_4^{Dist} olarak adlandırılır. Bölgesel L-moment oranlarına Kappa dağılımı uygulanır. Kappa dağılımını uygulamada ve bölgenin simülasyonunda heterojenlik ölçüsünde kullanılan hesaplamalar kullanılır (Seçkin, 2009). M'inci simüle edilmiş bölge için L-çarpıklık (t_3^m) ve L-basıklık (t_4^m) hesaplanır. B_4, t_4^R'nin hatasıdır. Her bir dağılım için uygunluk testi ölçüsü Denklem 3.34'deki gibi bulunur.

$$Z^{Dist} = \frac{\left(t_4^{Dist} - t_4^R + B_4\right)}{s_4} \qquad (3.34)$$

Simülasyon ile her dağılım için ayrı ayrı hesaplanan dağılımın uygunluğu ölçüsünün mutlak değeri 1.645 den küçük ise $(|Z| < 1.645)$, o dağılım bölgesel frekans dağılımı olmaya uygundur denir.

3.2.6.1. L-Momentler Yöntemi

L-Momentler, Hosking (1990) tarafından geliştirilmiştir. L-momentler yöntemi parametre tahmini, bölgeselleştirme ve dağılım gibi çeşitli işlemleri yapmada yaygın olarak kullanılmaktadır. L-momentler yöntemi olasılık ağırlıklı momentler yöntemlerinin lineer bir fonksiyonudur. L-momentler, aşağıdaki gibi yazılabilirler (Denklem 3.35).

$$L_{r+1} = (-1)^r \sum_{k=0}^{r} (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} M_{1,0,k} \qquad (3.35)$$

L momentleri;

$r=0$ Þ $l_1 = L_1 = M_{100}$

$r=1$ Þ $l_2 = L_2 = M_{100} - 2M_{101} = 2M_{110} - M_{100}$ (3.36)

$r=2$ Þ $l_3 = L_3 = M_{100} - 6M_{101} + 6M_{102} = 6M120 - 6M_{110} + M_{100}$

$r=3$ Þ $l_4 = L_4 = M_{100} - 12M_{101} + 30M_{102} - 20M_{103} = 20M_{130} - 30M_{120} + 12M_{110} - M_{100}$

Yüksek mertebeden momentlerde ölçümler birbirinden bağımsızlaştırılırsa L-moment oranları aşağıdaki gibi olur:

$$r=3,4,... \quad t_r = \frac{L_r}{L_2} \quad t = \frac{L_2}{L_1} \tag{3.37}$$

L-momentler (L_1) ve (L_2), L-moment oranları L-Cv(t), çarpıklık katsayısı (t_3), basıklık (kurtosis) katsayısı (t_4), olasılık dağılımını özetlemek için kullanılır. L_1 dağılımı yer parametresini, L_2 dağılımı ise ölçek parametresini temsil etmektedir (Hosking ve Wallis, 1997).

Kuraklık frekansı çalışmasında, indekslerin hidrolojik yıllara göre en düşük kuraklık indeks değerleri tek tek bulunmuştur. Bulunan minimum kuraklık indeksleri havzada ve istasyonlarda kuraklık şiddetinin bir ölçüsü olduğundan görülme sıklıklarının bulunması gerekir.

Homojen alt bölgelerde bulunan istasyonların tekerrür fonksiyonu grafikleri çizilmiştir. Bütün istasyonların uyan dağılımlarına göre farklı tekerrür periyotlarına karşılık gelen minimum kuraklık indeksi değerleri tablolaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan istasyonların LCs (t_3)-LCk (t_4) ilişkisi grafikte noktalanmıştır.

3.2.7. Thiessen (Voronoi) Poligonu Yöntemi

Thiessen (1911) tarafından geliştirilen, genellikle çalışma bölgelerinde ortalama yağışı bulmak için kullanılan ancak diğer veri setlerine de uygulanabilen interpolasyon yöntemidir. Meteoroloji istasyonları ve etki alanlarını bulmak için kullanılır. Ağırlıklı ortalamayı hesap eder. Veriyi interpole etmek için sadece en yakındaki istasyonu kullanır. Bu nedenle interpolasyon yöntemi sonuçlarını harita olarak göstermek istenildiğinde Thiessen poligonları kullanılabilir.

Yöntemin başarısı coğrafi bölgeyi üniform ve sistematik bir şekilde ayırabilmesinden kaynaklanmaktadır. Thiessen poligonlarını oluşturabilmek için harita üzerinde işaretlenen meteorolojik ya da hidrolojik istasyon noktaları düz çizgiler yardımıyla birleştirilir. Bu düz çizgilerin orta dikmeleri çizilir. Orta dikmeler birbiriyle kesiştirilip Thiessen poligonları oluşturulur. Her istasyonun, poligonlar oluşturulduktan sonra içinde kaldığı poligonu temsil ettiği kabulü

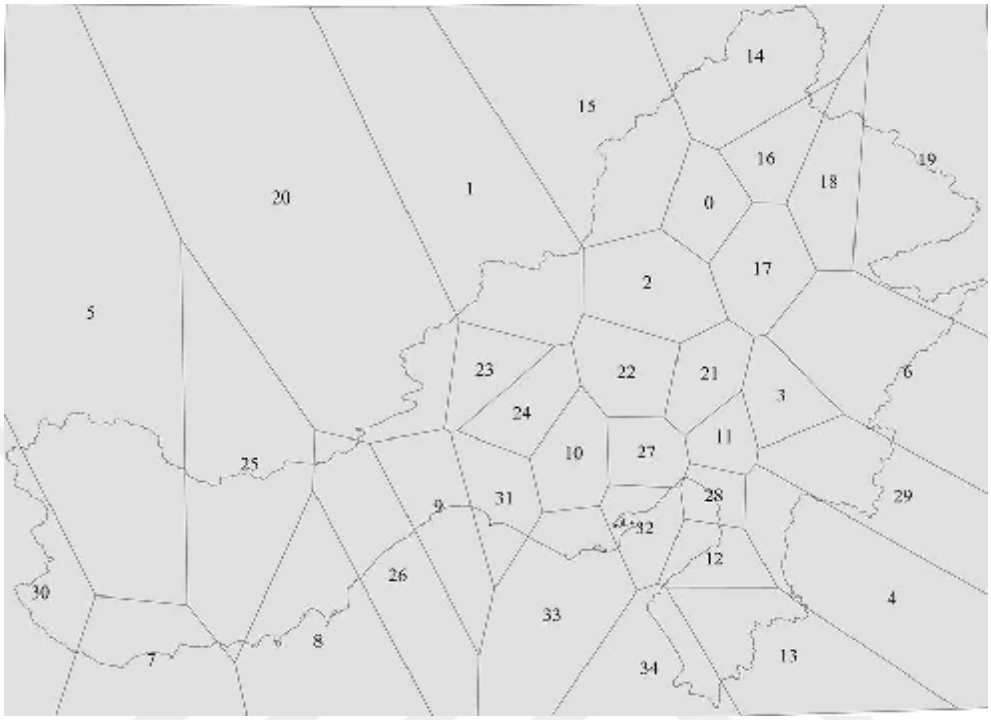
yapılır. Sadece istasyonun coğrafik konumu kullanılır. İstasyonun sahip olduğu meteorolojik ya da hidrolojik veri değerinin bir önemi yoktur. Her bir poligonun alanı hesap edilir. Poligonlar oluşturulduktan sonra Denklem 3.38 yardımıyla bir bölge için istenilen parametrenin ortalaması bulunmuş olur.

$$\overline{R} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} a_i R_i \qquad (3.38)$$

Denklemde R_i istasyonda ölçülen parametre değerini, a_i istasyonun poligon alanını, n istasyon sayısını, A ise bölgenin toplam alanını göstermektedir.

Bu çalışmada Thiessen poligonları CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yazılımı olan ArcGis paket programı (ESRI, 2012) yardımı ile oluşturulmuştur. Belirlenen periyot aralıklarında (1971-1986, 1989-1994, 1999-2010), kuraklık indeks serisi var olan istasyonlar, havzanın genel olarak kuraklık durumunun bulunması için kullanılmıştır. İstasyonların yıllık BKİ ve AKİ değerleri kullanılmıştır. Akım Kuraklık İndeksi için Thiessen poligonları hesaplanamamıştır. Çünkü havzanın genel olarak kuraklığını belirlemek için o havzadaki tüm istasyonların aynı periyotta kuraklık indeks değerlerinin var olması gerekmektedir. Ancak bu çalışmada istasyonların zaman periyotları birbirlerinden farklıdır. Akım Kuraklık İndeksi'nde de 1995-2005 yılları için poligon oluşturulduğunda havzanın kuzey bölgesi ve güneydoğu bölgesinde neredeyse hiç istasyon kalmamaktadır. Bu da havzanın kuraklığının genel olarak ifade edilememesi demektir. Bu yüzden sadece BKİ ve KKİ için aynı periyotta indeks değeri var olan istasyonlar seçilerek Thiessen poligonları oluşturulmuştur.

BKİ ve AKİ için periyoda göre kullanılan istasyonlar Çizelge 3.25'te verilmektedir. Şekil 3.17'de çalışma alanı poligonları görülmektedir.



Şekil 3.17. Çalışma alanı için oluşturulan Thiessen poligonları

Çizelge 3.25. Thiessen poligonları için kullanılan meteoroloji istasyonları

PERİYOT		
1971-1986	**1989-1994**	**1999-2010**
Çamardı	Tufanbeyli	Tufanbeyli
Feke	Çamardı	Bahçe
K.Maraş	Feke	K.Maraş
Anamur	Hassa	Anamur
Silifke	Ermenek	Silifke
Mersin	K.Maraş	Mersin
Adana	Anamur	Adana
Antakya	Silifke	Osmaniye
Pınarbaşı	Mersin	İskenderun
Tomarza	Adana	Antakya
Sarız	Osmaniye	Pınarbaşı
Göksun	İskenderun	Tomarza
Afşin	Antakya	Sarız
Elbistan	Pınarbaşı	Göksun
Ulukışla	Tomarza	Afşin
Kozan	Sarız	Elbistan
Pozantı	Göksun	Ulukışla
Karaisalı	Afşin	Kadirli
Mut	Elbistan	Kozan
Erdemli	Ulukışla	Karaisalı
Ceyhan	Kozan	Mut
Dörtyol	Karaisalı	Erdemli
Gazipaşa	Erdemli	Ceyhan
Yumurtalık	Ceyhan	Dörtyol
Karataş	Dörtyol	İslahiye
Samandağ	İslahiye	Gazipaşa
	Gazipaşa	Yumurtalık
	Tarsus	Karataş
	Yumurtalık	Samandağ
	Karataş	
	Samandağ	

3.2.8. Kuraklığın Haritalandırılması

Bu çalışmada kuraklığın görsel olarak alansal yayılımını izlemek için aynı periyoda sahip istasyonların yıllık değerleri kullanılarak BKİ, KKİ ve AKİ için kuraklık haritalandırılması yapılmıştır. Yöntem olarak haritalandırılmada en çok kullanılan Ters Mesafe Ağırlıklı İnterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighting (IDW)) kullanılmıştır. Bu yöntem açıkça birbirine yakın olan noktaların uzak olanlara göre daha çok benzediği varsayımını uygular. Ölçümü olmayan bir noktanın parametresini, o yerin çevresindeki, ölçümü olan noktaları kullanarak tahmin eder. Ayrıca, ölçülen her noktanın yerel etkisinin mesafe ile azaldığı kabulünü yapar. Noktaların ağırlıklı ortalamasına göre yüzeysel bir intepolasyon üretir. Coğrafi, hidrolojik ve meteorolojik fenomenlerin temsil edilmesinde kullanılır. Yeterince noktanın bulunduğu durumlarda kullanılır.

Ters mesafe ağırlığı hesaplayıcısı için önemli olan p (power) parametresidir. Genellikle p=2 (varsayılan değer) olarak kabul edilir. p=1 yapıldığında interpole edilmiş yüzeyi düzgünleştirir. p=2'de ise bilinen noktalardan gelen etkiyi arttırır. Noktanın yakınındaki noktaların sayısı da sonucun doğruluğuna etki eder. IDW hesaplayıcısı Z_p Denklem 3.39'daki gibi bulunur.

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p}} \tag{3.39}$$

Burada p (power) gözlemlerin her birinin atanmış ağırlığını belirleyen üstür. d_i^p, gözlem noktası Z_i ile tahmin noktası Z_p arasındaki mesafe, n toplam nokta sayısını göstermektedir.

Bu çalışmada kuraklığın haritalandırılmasında ArcGis paket programı (ESRI, 2012) kullanılmıştır. BKİ, KKİ için aynı periyoda sahip indeks değerleri var olan istasyonlar kullanılmıştır (Çizelge 3.25). AKİ için ise Çizelge 3.26'daki istasyonlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.26. Akım Kuraklık İndeksi haritalandırması için kullanılan akım gözlem istasyonları

PERİYOT 1995-2005	
AGİ NO	**ADI**
1712	Göksu Nehri-Bucakkışla
1714	Göksu Nehri-Karahacılı
1717	Lamas Çayı-Kızılgeçit
1719	Ermenek Çayı-Kırkkavak
1720	Göksu Nehri-Hamam
1721	Anamur Çayı-Alaköprü
1726	Ermenek Çayı-Yeşilköy
1729	Anamur Çayı-Sugözü
1730	Anamur Çayı-Dibek Köprüsü
1731	Göksu Nehri-Gravga
1732	Kadıncık Çayı-Kurtçukuru
1733	Kadıncık Çayı-Bahçe
1801	Göksu Nehri-Himmetli
1805	Göksu Nehri-Gökdere
1818	Seyhan Nehri-Üçtepe
1820	Körkün Suyu-Hacılıköprüsü
1822	Zamantı Nehri-Fraktin Köprüsü
1825	Eğlence Deresi-Eğribük
1826	Zamantı Nehri-Ergenuşağı2
1827	Zamantı Nehri-Değirmenocağı
1828	Çakıt Suyu-Salbaş
1829	Körkün Suyu-Kamışlı
1830	Kürkün Suyu-Karakuz
1905	Karasu-Torun Köprüsü
1906	Afrin Deresi-Müşrüflü
1907	Asi Nehri-Demirköprü
1908	Asi Nehri-Antakya
2004	Ceyhan Nehri-Misis
2006	Göksu-Karaahmet
2008	Savrun Deresi-Kadirli Köprüsü
2009	Göksun Nehri-Poskoflu
2020	Ceyhan Nehri-Aslantaş
2022	Söğütlü Suyu-Hanköy

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kuraklık indeksleri analiz bulguları havza bazında verilmiştir. Çünkü istasyon sayısı nedeniyle, sadece önemli olabilecek kalabalık yerleşim yerlerine ait, havzayı temsil edebilecek il ve ilçelerde bulunan, 35 meteoroloji istasyonu içerisinden seçilen 27 istasyonun sonuçları ayrıntılı şekilde verilmiştir. Diğer istasyonların analiz bulguları, sonuçları gösteren genel tabloların içerisinde verilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, zaman serileri hidrolojik yıl serileri şeklinde düzenlenerek yeniden oluşturulmuştur. Hidrolojik yıl 1 Ekim'de başlayıp 30 Eylül'de bittiğinden dolayı çalışmada kullanılan istasyonlarda tüm zaman serileri Ekim-Eylül arasında düzenlenmiştir.

İstasyonların SP (sabit parametre) değerlerine göre kaydettikleri en düşük BKİ değerleri ve bu değerlerin yaşandığı yıllar tablo haline getirilmiştir. Her bir istasyonun sahip olduğu SP zaman serilerine göre elde edilen değerler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de görülmektedir. Sonuçlara göre en aşırı kuraklığı yaşayan istasyonun 5SP+6 zaman serisine sahip 17936 numaralı Karaisalı istasyonu olduğu görülmektedir. 1998 yılında -3.26 BKİ değeri ile aşırı kuraklık görülmüştür.

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'ye göre çalışma alanındaki bütün istasyonların orta derece kuraklık, şiddetli kuraklık ve aşırı kuraklığı tecrübe ettiğini söyleyebiliriz. Farklı parametrelerle çalışılan aynı meteorolojik istasyonların BKİ değerlerinin ve yaşandığı yılların da farklı olduğu çizelgelerden okunabilmektedir. Hesap edilen hidrolojik döngü parametreleri değiştikçe BKİ değerleri de değişecektir. Ne kadar çok parametre kullanılırsa istasyonun yaşadığı kuraklığı temsil edecek BKİ değeri de o kadar doğru bir şekilde elde edilmiş olur. Kuraklığın yıl bazında en hafif atlatıldığı istasyon ise 17978 numaralı Tarsus istasyonudur. 5SP zaman serisinde 1997 yılında -1.00 BKİ değeri ile orta derece kuraklık yaşanmıştır.

Çizelge 4.1. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı yıllar

No	İstasyon	SP	EKY	BKİ
6204	TUFANBEYLİ	5SP	2011	-2.24
6893	ÇAMARDI	5SP	1992	-2.02
6902	FEKE	5SP	1989	-1.67
7946	BAHÇE	5SP	2006	-1.86
8541	HASSA	5SP	1991	-2.08
8727	ERMENEK	5SP	1989	-1.96
17255	K.MARAŞ	5SP	1989	-2.78
		5SP+6	1965	-1.67
17320	ANAMUR	5SP	1965	-1.65
17330	SİLİFKE	5SP	1994	-2.41
17340	MERSİN	5SP	1994	-2.05
17351	ADANA	5SP	2007	-2.49
		5SP+6	1998	-2.06
17355	OSMANİYE	5SP	1994	-2.10
17370	İSKENDERUN	5SP	1998	-1.90
17372	ANTAKYA	5SP	1977	-1.98
		5SP+6	1994	-2.36

Çizelge 4.2. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı)

No	İstasyon	SP	EKY	BKİ
17802	PINARBAŞI	5SP	1994	-2.14
17837	TOMARZA	5SP	1994	-2.31
17840	SARIZ	5SP	2011	-1.78
17866	GÖKSUN	5SP	2007	-1.86
17868	AFŞİN	5SP	1989	-2.23
17870	ELBİSTAN	5SP	2005	-1.80
17906	ULUKIŞLA	5SP	1998	-2.41
17907	KADİRLİ	5SP	2007	-2.23
		5SP+6	2002	-1.23
17908	KOZAN	5SP	1994	-2.38
17934	POZANTI	5SP	1992	-1.49
17936	**KARAİSALI**	5SP	1985	-1.93
		5SP+6	**1998**	**-3.26**
17956	MUT 1	5SP+6	1977	-1.47
	MUT 2	5SP	1997	-2.01
		5SP+6	1997	-2.14
17958	ERDEMLİ	5SP	2005	-1.65
17960	CEYHAN	5SP	1994	-1.92
		5SP+6	1986	-2.02
17962	DÖRTYOL	5SP	2005	-2.21
17964	İSLAHİYE	5SP	2006	-2.27
17974	GAZİPAŞA	5SP	1995	-3.02
17978	TARSUS	5SP	1997	-1.00
17979	YUMURTALIK	5SP	1994	-1.74
17981	KARATAŞ	5SP	1977	-2.12
17986	SAMANDAĞ	5SP	1998	-2.33

Çizelge 4.3 istasyonların ay bazında kaydettiği minimum BKİ değerlerini ve en kurak ayın hangi yıla ait olduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre ay bazında en aşırı kuraklığı yaşayan istasyonun 17330 numaralı Silifke istasyonu olduğu görülmektedir. 1999 yılında 5SP zaman serisinde -4.73 BKİ değeri ile Ağustos ayında aşırı kuraklık yaşanmıştır. Fakat Silifke istasyonunun bulunduğu Doğu Akdeniz havzasında 1999 yılında havzaya yayılmış bir kuraklık yaşanmamıştır. Gerek yıl bazında gerekse ay bazında yaşanan en aşırı kuraklıkların çoğunlukla 1990'lı yıllardan sonra görülmesi küresel ısınma senaryolarını haklı çıkarabilecek

niteliktedir. İstasyonların en kurak ayları 5SP zaman serisinde görülmüştür. Çizelge 4.3'te istasyonların en kurak ayları ve yaşandığı yıllar görülmektedir.

Çizelge 4.3. İstasyonların en düşük BKİ değerleri ve yaşandığı aylar

No	İstasyon	SP	YY	BKİ	EKA
6204	TUFANBEYLİ	5SP	1989	-2.92	Nisan
6893	ÇAMARDI	5SP	1987	-2.51	Kasım
6902	FEKE	5SP	1982	-2.95	Temmuz
7946	BAHÇE	5SP	2002	-2.73	Aralık
8541	HASSA	5SP	2002	-2.69	Nisan
8727	ERMENEK	5SP	1995	-2.71	Temmuz
17255	K.MARAŞ	5SP	1993	-3.49	Mayıs
17320	ANAMUR	5SP	2009	-4.01	Eylül
17330	**SİLİFKE**	**5SP**	**1999**	**-4.73**	**Ağustos**
17340	MERSİN	5SP	1973	-2.91	Aralık
17351	ADANA	5SP	1969	-3.18	Kasım
17355	OSMANİYE	5SP	2007	-2.84	Aralık
17370	İSKENDERUN	5SP	1984	-2.88	Kasım
17372	ANTAKYA	5SP	2014	-2.63	Şubat
17802	PINARBAŞI	5SP	1972	-2.72	Haziran
17837	TOMARZA	5SP	2007	-2.91	Aralık
17840	SARIZ	5SP	1974	-3.80	Ağustos
17866	GÖKSUN	5SP	1998	-2.94	Şubat
17868	AFŞİN	5SP	1993	-3.40	Mayıs
17870	ELBİSTAN	5SP	1972	-3.18	Ağustos
17906	ULUKIŞLA	5SP	2009	-3.89	Temmuz
17907	KADİRLİ	5SP	2007	-2.23	Ekim
17908	KOZAN	5SP	1998	-3.03	Mayıs
17934	POZANTI	5SP	1972	-2.69	Haziran
17936	KARAİSALI	5SP	1973	-2.69	Aralık
17956	MUT 2	5SP	2008	-2.57	Ağustos
17958	ERDEMLİ	5SP	2009	-3.89	Eylül
17960	CEYHAN	5SP	1986	-3.18	Mayıs
17962	DÖRTYOL	5SP	2008	-3.04	Şubat
17964	İSLAHİYE	5SP	2007	-3.38	Mart
17974	GAZİPAŞA	5SP	1995	-3.02	Ekim
17978	TARSUS	5SP	1994	-1.80	Nisan
17979	YUMURTALIK	5SP	2008	-2.71	Şubat
17981	KARATAŞ	5SP	1992	-2.88	Haziran
17986	SAMANDAĞ	5SP	1971	-3.21	Nisan

Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) ve Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) karşılaştırmasının yapılabilmesi için KKİ'nin kuraklık eşikleri olan -2, -1.5, -1 ve 0'a karşılık gelen değerler, deneysel kümülatif olasılık dağılımı (ecdf) ile BKİ için bulunmuştur.

Aynı istasyon için, sahip olduğu zaman serilerinin eşik değeri yakın değerler olsa da farklı bulunmuştur. Örneğin Adana istasyonu için Çizelge 4.4'e bakılacak olunursa 5SP ve 5SP+6 zaman serilerinin eşik değerlerinin birbirine çok yakın oldukları görülmektedir. Bu değerlere bakılarak istasyonda kuraklık olup olmadığına, varsa şiddetine karar verilebilir. BKİ SP zaman serileri için kuraklık eşik değerleri Çizelge 4.4, 4.5, 4.6'da verilmiştir. BKİ'nin eşik değerleri sadece sahip olduğu istasyonun kuraklık durumunu yansıtabilir.

İlk önce Keyantash ve Dracup (2004) çalışmasında yer alan değerler üzerinde denenmiştir. Sonuçlar birebir bulunmuştur. Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nin Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, Keşif Kuraklık İndeksi ya da Akım Kuraklık İndeksi gibi kuraklık eşik değerleri (threshold) bulunmamaktadır. Her istasyonun kendi kuraklık eşik değerleri kendi içerisinde anlam ifade etmektedir. Örneğin Keşif Kuraklık İndeksi'nde kuraklığın şiddetini ifade eden 2 kuraklık eşik değeri 0.9772 kümülatif olasılık değerine, 1.5 eşik değeri 0.9332 kümülatif olasılık değerine, 1 eşik değeri 0.8413 kümülatif olasılık değerine, 0, -1, -1.5 ve -2 eşik değerleri ise sırasıyla 0.5, 0.1587, 0.0668 ve 0.0228 kümülatif olasılık değerlerine karşılık gelmektedir.

Çalışma alanında yer alan meteoroloji istasyonlarının Bütünleşik Kuraklık İndeksi eşik değerleri deneysel kümülatif dağılım (empirical cumulative distribution (ecdf)) fonksiyonu kullanılarak MATLAB R2012b programı yardımıyla bulunmuştur. Yukarıda verilen olasılık değerleri ecdf grafiklerinden her istasyon için ayrı ayrı okunmuştur.

Çizelge 4.4. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri

Küm. Ola.	KKİ	Tufanb. 5SP BKİ	Çamardı 5SP BKİ	Feke 5SP BKİ	Bahçe 5SP BKİ	Hassa 5SP BKİ
0.9772	2	1.8	1.9	2.2	1.8	1.7
0.9332	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5
0.8413	1	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0
0.5	0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
0.1587	-1	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.6	-1.4	-1.3	-1.5	-1.5
0.0228	-2	-2.1	-2.0	-1.8	-1.9	-2.0
Küm. Ola.	**KKİ**	**Ermenek 5SP BKİ**	**K.Maraş 5SP BKİ**	**K. Maraş 5SP+6 BKİ**	**Anamur 5SP BKİ**	**Silifke 5SP BKİ**
0.9772	2	2.0	1.8	1.9	1.9	1.9
0.9332	1.5	1.4	1.4	1.6	1.4	1.4
0.8413	1	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
0.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.4	-1.5	-1.4	-1.4	-1.5
0.0228	-2	-2.0	-2.1	-2.0	-2.1	-2.1
Küm. Ola.	**KKİ**	**Silifke 5SP+6 BKİ**	**Mersin 5SP BKİ**	**Adana 5SP BKİ**	**Adana 5SP+6 BKİ**	**Osmani. 5SP BKİ**
0.9772	2	1.8	2.0	2.0	1.9	1.7
0.9332	1.5	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4
0.8413	1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
0.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.4	-1.4	-1.5	-1.4	-1.6
0.0228	-2	-2.0	-2.1	-2.0	-1.8	-2.1

Çizelge 4.5. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri (devamı)

Küm. Ola.	KKİ	İskendr. 5SP BKİ	Antakya 5SP BKİ	Antakya 5SP+6 BKİ	Pınarb. 5SP BKİ	Tomarza 5SP BKİ
0.9772	2	1.9	2.0	1.8	2.1	1.8
0.9332	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5
0.8413	1	1.1	0.9	1.0	0.9	1.0
0.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1587	-1	-1.1	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9
0.0668	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
0.0228	-2	-1.8	-1.9	-2.1	-2.1	-2.1
Küm. Ola.	**KKİ**	**Sarız 5SP BKİ**	**Göksun 5SP BKİ**	**Göksun 5SP+6 BKİ**	**Afşin 5SP BKİ**	**Elbistan 5SP BKİ**
0.9772	2	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9
0.9332	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
0.8413	1	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0
0.5	0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
0.0228	-2	-2.1	-1.8	-1.9	-2.2	-1.9
Küm. Ola.	**KKİ**	**Ulukışla 5SP BKİ**	**Kadirli 5SP BKİ**	**Kadirli 5SP+6 BKİ**	**Kozan 5SP BKİ**	**Pozantı 5SP BKİ**
0.9772	2	2.0	1.9	1.8	2.0	2.0
0.9332	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4
0.8413	1	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0
0.5	0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.3	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4
0.0228	-2	-1.9	-1.9	-1.8	-2.0	-1.8

Çizelge 4.6. İstasyonların BKİ kuraklık eşik değerleri (devamı)

Küm. Ola.	KKİ	Karaisalı 5SP BKİ	Karaisalı 5SP+6 BKİ	Mut 1 5SP+6 BKİ	Mut 2 5SP BKİ	Mut 2 5SP+9 BKİ
0.9772	2	2.2	2.0	2.0	2.1	2.0
0.9332	1.5	1.6	1.4	1.6	1.5	1.5
0.8413	1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0
0.5	0	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0
0.0668	-1.5	-1.4	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3
0.0228	-2	-1.9	-2.0	-1.7	-2.0	-2.0
Küm. Ola.	**KKİ**	**Erdemli 5SP BKİ**	**Ceyhan 5SP BKİ**	**Ceyhan 5SP+6 BKİ**	**Dörtyol 5SP BKİ**	**İslahiye 5SP BKİ**
0.9772	2	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
0.9332	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5
0.8413	1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0
0.5	0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
0.1587	-1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0
0.0668	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6	-1.5	-1.5
0.0228	-2	-1.9	-1.9	-2.0	-2.0	-1.9
Küm. Ola.	**KKİ**	**Gazipaşa 5SP BKİ**	**Tarsus 5SP BKİ**	**Yumurt. 5SP BKİ**	**Karataş 5SP BKİ**	**Samand. 5SP BKİ**
0.9772	2	2.0	2.4	1.9	2.1	1.8
0.9332	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4
0.8413	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.5	0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.1
0.1587	-1	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
0.0668	-1.5	-1.5	-1.2	-1.5	-1.4	-1.6
0.0228	-2	-1.9	-1.6	-2.0	-2.0	-2.0

Çizelge 4.7. İstasyonların kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri

MAKS.	**İstasyon**	**Zaman Serisi**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	Karaisalı	5SP BKİ	52.8
HK	Sarız	5SP BKİ	38.0
ODK	Tarsus	5SP BKİ	12.0
ŞK	Ermenek	5SP BKİ	6.5
AK	Mut 1	5SP+6 BKİ	3.6
MİN.	**İstasyon**	**Zaman Serisi**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	Antakya	5SP+6 BKİ	35.6
HK	Antakya	5SP+6 BKİ	22.6
ODK	Antakya	5SP+6 BKİ	6.7
ŞK	Kadirli	5SP+6 BKİ	2.4
AK	Kadirli	5SP+6 BKİ	1.2

Kuraklık frekansı her bir istasyon için BKİ eşik değerleri kullanılarak ayrı ayrı bulunmuştur. Herhangi bir eşik değerine karşılık zaman serisinde görülen kurak ay sayısı serideki toplam ay sayısına bölünerek kuraklık oluşma frekansı elde edilmiştir.

Çizelge 4.7'de kuraklık frekansı sonuçlarına göre, BKİ için, kuraklığın en az yaşandığı istasyon %52.8 ile 5SP zaman serisinde Karaisalı istasyonudur. Yani zamanın %47.2'nde kuraklık oluşmaz. Tam tersi kuraklığın en çok tekrarladığı istasyon ise %35.6 ile 5SP+6 için Antakya istasyonudur. Yani %64.4'ünde kuraklık oluşur. Çizelge 4.7'ye bakılarak hangi kuraklık şiddetinde hangi istasyonda maksimum ve minimum kuraklık frekansının yaşandığı belirlenebilir.

Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10'da bütün istasyonların sahip oldukları farklı zaman serilerinde kuraklığın oluşma frekansı değerleri görülmektedir.

Çizelge 4.8. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%)

ADANA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	47.8	37.3	9.1	3.2	2.5
5SP+6 BKİ	52.3	30.2	12.2	3.4	2.0
AFŞİN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.9	32.7	9.0	4.4	2.1
ANAMUR	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	52.3	33.5	7.1	4.9	2.2
5SP+6 BKİ	48.2	37.7	10.1	2.6	1.3
ANTAKYA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.5	32.3	9.6	4.6	2.0
5SP+6 BKİ	35.6	22.6	6.7	2.4	1.7
BAHÇE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.8	35.7	9.5	4.2	1.8
ÇAMARDI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.7	33.0	10.1	3.5	2.8
CEYHAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	49.3	35.5	9.3	3.8	2.1
5SP BKİ	47.5	37.1	10.1	3.2	2.1
DÖRTYOL	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.5	33.0	8.7	4.2	2.6
ELBİSTAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.7	31.6	9.7	4.2	2.8
ERDEMLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.6	31.5	10.8	3.8	2.3
ERMENEK	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.9	33.0	7.7	6.5	1.8
FEKE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.0	34.0	7.3	5.6	2.1

Çizelge 4.9. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%) (devamı)

GAZİPAŞA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.4	34.6	9.3	4.4	2.2
GÖKSUN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.7	35.2	10.0	3.4	2.7
HASSA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.0	34.0	8.7	4.5	1.9
İSKENDERUN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.7	36.8	8.7	3.1	2.8
İSLAHİYE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.6	36.9	7.6	4.8	2.1
KADİRLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	50.0	34.5	11.9	2.4	1.2
5SP BKİ	49.4	34.5	9.5	4.8	1.8
KARAİSALI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	48.0	36.5	9.0	4.3	2.3
5SP BKİ	52.8	32.8	7.6	4.1	2.7
KARATAŞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.4	35.1	9.5	4.3	2.6
KOZAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.9	33.3	8.0	4.2	2.6
K. MARAŞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	49.4	36.3	8.0	4.2	2.1
5SP BKİ	50.0	35.1	7.7	5.1	2.1
MERSİN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.4	34.3	9.6	4.8	2.0

Çizelge 4.10. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri (%)(devamı)

MUT 1	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	48.8	35.3	9.5	2.8	3.6
MUT 2	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP+6 BKİ	47.9	37.5	6.9	4.9	2.8
5SP BKİ	50.4	33.3	9.9	4.4	2.0
OSMANİYE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.3	34.2	8.9	4.5	2.1
PINARBAŞI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.8	34.8	8.3	5.0	2.1
POZANTI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.6	33.6	9.4	3.9	2.5
SAMANDAĞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.1	34.0	11.0	3.2	2.7
SARIZ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	47.7	38.0	7.8	4.1	2.5
SİLİFKE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.8	35.5	8.0	4.5	2.2
TARSUS	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	51.9	29.6	12.0	4.6	1.9
TOMARZA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.7	32.2	10.0	4.6	2.4
TUFANBEYLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	49.7	35.6	8.7	3.8	2.2
ULUKIŞLA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	48.3	36.4	8.2	4.8	2.4
YUMURTALIK	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
5SP BKİ	50.4	32.8	9.8	5.0	2.1

Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nde olduğu gibi Keşif Kuraklık İndeksi için de bütün istasyonlarda görülen en kurak ay, en kurak yıl ve KKİ değerleri tablo haline getirilmiştir. KKİ için 4 farklı periyot çalışıldığından (3, 6, 9 ve 12-Aylık) 4 farklı çizelge elde edilmiştir. 3-Aylık KKİ (Ekim-Aralık), 6-Aylık (Ekim-Mart), 9-Aylık KKİ (Ekim-Haziran), 12-Aylık KKİ ise (Ekim-Eylül) periyot sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlar Çizelge 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'de görülmektedir.

3 aylık periyotta en kurak ayı yaşayan 17370 nolu İskenderun istasyonudur. 1990 yılı Nisan ayında -4.76 KKİ değeri ile çok aşırı kuraklık yaşamıştır. Yıl bazında ise 17986 nolu Samandağ istasyonu -2.66 ile aşırı kurak bir yıl geçirmiştir. Diğer periyotların en düşük KKİ değerleri ise koyu punto ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. 3 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri

		3 Aylık KKİ				
NO	**İSTASYON**	**EKY**	**KKİ**	**YY**	**KKİ**	**EKA**
6204	TUFANBEYLİ	2000	-2.62	1990	-2.96	Nisan
6893	ÇAMARDI	1983	-2.15	1990	-2.94	Nisan
6902	FEKE	1973	-2.14	1973	-3.03	Kasım
7946	BAHÇE	2000	-1.98	2007	-2.52	Nisan
8541	HASSA	2003	-2.08	1985	-3.39	Ağustos
8727	ERMENEK	2001	-2.27	1994	-2.40	Ekim
17255	K.MARAŞ	2000	-2.12	1976	-3.13	Ağustos
17320	ANAMUR	2014	-2.34	1978	-3.00	Ağustos
17330	SİLİFKE	1961	-2.35	1978	-2.76	Eylül
17340	MERSİN	2014	-1.84	1990	-2.91	Şubat
17351	ADANA	2000	-2.39	1973	-3.21	Aralık
17355	OSMANİYE	1994	-2.46	1990	-3.31	Şubat
17370	**İSKENDERUN**	2014	-2.11	**1990**	**-4.76**	**Nisan**
17372	ANTAKYA	1973	-2.43	1994	-2.85	Ağustos
17802	PINARBAŞI	1985	-2.37	1990	-3.45	Şubat
17837	TOMARZA	2000	-2.46	1995	-3.33	Nisan
17840	SARIZ	2000	-2.00	1985	-2.80	Ağustos
17866	GÖKSUN	2000	-2.10	1965	-3.16	Ağustos
17868	AFŞİN	2003	-1.63	2005	-3.35	Ağustos
17870	ELBİSTAN	1976	-2.29	1965	-3.79	Ağustos
17906	ULUKIŞLA	1973	-2.42	1976	-2.70	Eylül
17907	KADİRLİ	2000	-2.10	2002	-2.52	Haziran
17908	KOZAN	1964	-2.35	1981	-3.87	Ocak
17934	POZANTI	1973	-2.12	1990	-3.12	Şubat
17936	KARAİSALI	1994	-2.15	1990	-3.69	Şubat
17956	MUT 1	1974	-2.07	1973	-2.89	Kasım
17956	MUT 2	2000	-2.61	2007	-2.64	Aralık
17958	ERDEMLİ	2000	-1.85	1990	-3.47	Nisan
17960	CEYHAN	2000	-2.44	1990	-3.23	Şubat
17962	DÖRTYOL	2001	-2.27	1963	-3.31	Eylül
17964	İSLAHİYE	1987	-2.31	1985	-3.36	Ağustos
17974	GAZİPAŞA	1994	-1.92	1973	-3.11	Kasım
17978	TARSUS	1994	-1.67	1995	-2.04	Ocak
17979	YUMURTALIK	1973	-2.10	1990	-3.05	Şubat
17981	KARATAŞ	1994	-2.27	1990	-3.09	Şubat
17986	**SAMANDAĞ**	**1994**	**-2.66**	1994	-3.02	Ağustos

Çizelge 4.12. 6 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri

		6 Aylık KKİ				
NO	**İSTASYON**	**EKY**	**KKİ**	**YY**	**KKİ**	**EKA**
6204	TUFANBEYLİ	2001	-2.27	1990	-3.43	Ocak
6893	ÇAMARDI	1991	-1.60	1990	-3.47	Ocak
6902	FEKE	1973	-1.86	1990	-2.90	Şubat
7946	BAHÇE	2001	-1.89	2007	-2.31	Nisan
8541	HASSA	1995	-1.63	1982	-2.59	Şubat
8727	ERMENEK	1994	-2.40	1989	-3.15	Aralık
17255	K.MARAŞ	2014	-2.16	1990	-3.14	Ocak
17320	ANAMUR	2014	-2.87	1973	-3.00	Kasım
17330	SİLİFKE	1973	-2.60	1973	-3.01	Aralık
17340	MERSİN	1973	-2.61	1990	-3.19	Şubat
17351	ADANA	1973	-2.89	1973	-2.95	Eylül
17355	OSMANİYE	2014	-2.04	1990	-3.85	Ocak
17370	**İSKENDERUN**	1973	-2.32	**1990**	**-4.08**	**Ocak**
17372	ANTAKYA	2014	-3.02	2014	-3.34	Kasım
17802	PINARBAŞI	2011	-2.15	1989	-4.05	Aralık
17837	TOMARZA	2001	-1.72	1989	-3.84	Aralık
17840	SARIZ	2001	-2.46	1989	-3.58	Aralık
17866	GÖKSUN	2001	-1.90	1990	-3.53	Ocak
17868	AFŞİN	1973	-1.80	1990	-3.09	Ocak
17870	ELBİSTAN	2001	-1.71	1989	-3.39	Aralık
17906	ULUKIŞLA	1973	-2.75	1985	-3.15	Mayıs
17907	KADİRLİ	1999	-2.17	1999	-2.17	Ekim
17908	KOZAN	1973	-2.13	1990	-3.89	Ocak
17934	POZANTI	1973	-2.32	1985	-3.00	Mayıs
17936	KARAİSALI	1973	-2.06	1990	-3.04	Şubat
17956	MUT 1	1973	-2.70	1973	-3.03	Aralık
17956	MUT 2	2007	-1.47	1990	-2.76	Temmuz
17958	ERDEMLİ	1973	-2.56	1990	-3.75	Nisan
17960	CEYHAN	1973	-2.84	1990	-3.98	Ocak
17962	DÖRTYOL	1973	-2.51	2005	-2.83	Mayıs
17964	İSLAHİYE	1987	-1.85	1982	-2.73	Şubat
17974	GAZİPAŞA	1973	-2.47	1985	-3.33	Mayıs
17978	TARSUS	1991	-2.01	1991	-2.21	Kasım
17979	**YUMURTALIK**	**1973**	**-3.05**	1990	-4.00	Ocak
17981	KARATAŞ	1973	-2.52	1990	-3.77	Şubat
17986	SAMANDAĞ	1973	-3.02	1973	-3.07	Eylül

Çizelge 4.13. 9 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri

		9 Aylık KKİ				
NO	**İSTASYON**	**EKY**	**KKİ**	**YY**	**KKİ**	**EKA**
6204	TUFANBEYLİ	2001	-2.30	1990	-3.30	Ocak
6893	ÇAMARDI	1989	-2.22	1990	-3.42	Ocak
6902	FEKE	1973	-1.68	1990	-2.89	Ocak
7946	BAHÇE	2000	-1.64	2008	-2.21	Ağustos
8541	HASSA	1987	-1.60	1980	-2.46	Şubat
8727	ERMENEK	2001	-1.63	1989	-3.20	Aralık
17255	K.MARAŞ	2014	-2.51	1990	-3.16	Ocak
17320	ANAMUR	1973	-2.99	1973	-2.99	Kasım
17330	SİLİFKE	1973	-2.55	1973	-2.96	Eylül
17340	MERSİN	1973	-2.86	1973	-2.92	Eylül
17351	ADANA	1973	-2.09	1973	-2.69	Temmuz
17355	OSMANİYE	1989	-2.15	1990	-3.73	Ocak
17370	**İSKENDERUN**	1972	-2.07	**1990**	**-4.33**	**Ocak**
17372	ANTAKYA	2014	-3.11	1990	-3.48	Ocak
17802	PINARBAŞI	1994	-3.04	1989	-3.60	Aralık
17837	**TOMARZA**	**1994**	**-3.25**	1994	-3.25	Ekim
17840	SARIZ	1985	-2.54	2001	-3.38	Mayıs
17866	GÖKSUN	1985	-1.84	1990	-3.65	Ocak
17868	AFŞİN	1974	-2.46	1990	-2.92	Ocak
17870	ELBİSTAN	1989	-2.00	1990	-3.14	Ocak
17906	ULUKIŞLA	1970	-2.76	1989	-3.21	Kasım
17907	KADİRLİ	1999	-1.92	2005	-1.98	Şubat
17908	KOZAN	1974	-1.83	1990	-3.70	Ocak
17934	POZANTI	1973	-1.89	1973	-2.11	Ağustos
17936	KARAİSALI	2008	-2.24	1967	-2.67	Şubat
17956	MUT 1	1973	-2.93	1973	-3.07	Kasım
17956	MUT 2	2005	-1.39	2000	-2.84	Mart
17958	ERDEMLİ	1973	-2.82	1973	-3.05	Eylül
17960	CEYHAN	1989	-2.68	1990	-4.30	Ocak
17962	DÖRTYOL	1970	-2.11	2001	-2.82	Mayıs
17964	İSLAHİYE	1987	-2.12	1982	-2.45	Şubat
17974	GAZİPAŞA	1973	-2.64	1973	-3.23	Kasım
17978	TARSUS	1989	-2.07	1991	-2.27	Haziran
17979	YUMURTALIK	1972	-2.21	1990	-3.89	Ocak
17981	KARATAŞ	1973	-2.38	1990	-3.35	Ocak
17986	SAMANDAĞ	1973	-2.34	1973	-2.87	Temmuz

Çizelge 4.14. 12 aylık periyot için en kurak yıllar, aylar ve KKİ değerleri

		12 Aylık KKİ				
NO	**İSTASYON**	**EKY**	**KKİ**	**YY**	**KKİ**	**EKA**
6204	TUFANBEYLİ	2001	-2.38	2001	-2.57	Kasım
6893	ÇAMARDI	1989	-2.30	1989	-3.13	Kasım
6902	FEKE	1973	-1.69	1973	-1.95	Şubat
7946	BAHÇE	2000	-1.62	2008	-2.25	Mayıs
8541	HASSA	1987	-1.57	1982	-2.27	Ocak
8727	ERMENEK	1989	-2.08	1994	-2.85	Ocak
17255	K.MARAŞ	1973	-2.35	1973	-2.82	Aralık
17320	ANAMUR	1973	-3.02	1973	-3.02	Ekim
17330	SİLİFKE	1973	-2.70	1973	-3.24	Kasım
17340	MERSİN	1973	-2.59	1973	-2.97	Kasım
17351	ADANA	1973	-2.25	1973	-2.61	Mart
17355	OSMANİYE	1989	-2.16	1989	-2.70	Eylül
17370	İSKENDERUN	1973	-2.16	2005	-2.62	Mart
17372	ANTAKYA	1993	-1.91	2014	-2.85	Haziran
17802	PINARBAŞI	1994	-3.00	1985	-3.13	Haziran
17837	**TOMARZA**	**1994**	**-3.29**	1994	-3.29	Ekim
17840	SARIZ	1985	-2.52	1985	-3.07	Haziran
17866	GÖKSUN	1989	-1.83	2001	-2.20	Kasım
17868	AFŞİN	1973	-2.15	1974	-2.49	Ağustos
17870	ELBİSTAN	1989	-2.08	1989	-2.24	Eylül
17906	ULUKIŞLA	1970	-2.33	1989	-2.74	Kasım
17907	KADİRLİ	1999	-1.58	1998	-2.03	Ekim
17908	KOZAN	1973	-1.86	2005	-2.97	Mart
17934	POZANTI	1973	-2.13	1973	-2.61	Aralık
17936	KARAİSALI	2008	-2.41	2008	-2.66	Ocak
17956	**MUT 1**	1973	-2.99	**1974**	**-3.32**	**Mart**
17956	MUT 2	2007	-1.38	2006	-2.54	Aralık
17958	ERDEMLİ	1973	-2.82	1973	-3.03	Kasım
17960	CEYHAN	1989	-2.87	1989	-3.19	Kasım
17962	DÖRTYOL	1970	-2.02	2005	-2.91	Mart
17964	İSLAHİYE	1987	-1.93	1979	-2.26	Aralık
17974	GAZİPAŞA	1973	-2.72	1973	-2.90	Kasım
17978	TARSUS	1991	-2.00	1991	-2.43	Nisan
17979	YUMURTALIK	1973	-1.95	1972	-2.97	Mayıs
17981	KARATAŞ	1973	-2.37	1973	-2.59	Eylül
17986	SAMANDAĞ	1973	-2.34	1972	-2.66	Mayıs

Çizelge 4.15 ve 4.16'da istasyonların yıllık ortalama PET değerleri ve yaşadıkları maksimum PET değerleri gösterilmiştir. Sonuçlara göre en çok PET 17370 nolu İskenderun istasyonunda meydana gelmiştir.

Çizelge 4.15. İstasyonların gerçekleşen ortalama ve maksimum PET değerleri

NO	İSTASYON	Ort. PET(mm/yıl)	Maks. PET(mm/yıl)	YY
6204	TUFANBEYLİ	646.1	688.6	2001
6893	ÇAMARDI	620.4	645.3	1973
6902	FEKE	826.8	866.8	1978
7946	BAHÇE	862.8	943.2	2007
8541	HASSA	985.7	1085.2	1992
8727	ERMENEK	734.9	769.9	1999
17255	K. MARAŞ	937.6	1078.6	2010
17320	ANAMUR	997.1	1119.3	2010
17330	SİLİFKE	1016.6	1129.8	2013
17340	MERSİN	1017.1	1182.1	2010
17351	ADANA	1025.5	1130.7	2010
17355	OSMANİYE	979.4	1026.6	1994
17370	**İSKENDERUN**	**1070.4**	**1195.0**	**2010**
17372	ANTAKYA	968.6	1057.1	2010
17802	PINARBAŞI	575.9	626.6	1979
17837	TOMARZA	591.8	629.4	2010

Çizelge 4.16. İstasyonların gerçekleşen ortalama ve maksimum PET değerleri (devamı)

NO	İSTASYON	Ort. PET(mm/yıl)	Maks. PET(mm/yıl)	YY
17840	SARIZ	563.6	619.6	2010
17866	GÖKSUN	613.5	663.4	2010
17868	AFŞİN	667.7	752.0	2010
17870	ELBİSTAN	683.0	782.9	2010
17906	ULUKIŞLA	628.6	683.8	2008
17907	KADİRLİ	1045.8	1131.2	2010
17908	KOZAN	1051.9	1161.8	2010
17934	POZANTI	756.6	787.7	1989
17936	KARAİSALI	975.6	1154.7	2008
17956	MUT 1	938.0	1009.4	1973
17956	MUT 2	1090.0	1165.4	2010
17958	ERDEMLİ	956.8	1030.0	2010
17960	CEYHAN	958.0	1031.6	2010
17962	DÖRTYOL	986.9	1079.6	2010
17964	İSLAHİYE	917.9	1004.4	1992
17974	GAZİPAŞA	941.5	1026.5	2008
17978	TARSUS	894.2	1019.6	1994
17979	YUMURTALIK	986.2	1096.7	2010
17981	KARATAŞ	993.4	1092.8	2010
17986	SAMANDAĞ	995.2	1095.2	2010

İstasyonların kuraklık frekansı maksimum ve minimum olanları ve hangi periyotta yaşandığı Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. İstasyonların kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri

MAKS.	**İstasyon**	**Periyot**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	Sarız	12-Ay KKİ	56.6
HK	Hassa	12-Ay KKİ	42.2
ODK	Bahçe	12-Ay KKİ	14.6
ŞK	Feke	12-Ay KKİ	6.9
AK	Mut 1	12-Ay KKİ	6.6
MİN.	**İstasyon**	**Periyot**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	Afşin	3-Ay KKİ	32.4
HK	Sarız	12-Ay KKİ	24.9
ODK	Mut 1	12-Ay KKİ	0.4
ŞK	Feke	3-Ay KKİ	0.4
AK	Feke	12-Ay KKİ	0.0

Sonuçlara bakılacak olunursa kuraklık yüzdesine göre 12 aylık periyotta Sarız istasyonunun en az kuraklığı yaşadığı söylenebilir. Kuraklık yüzdesine göre en çok kuraklığı Afşin istasyonu 3 aylık periyotta yaşamaktadır.

Çizelge 4.18, 4.19, 4.20, 4.21 ve 4.22'de bütün istasyonların 3, 6, 9 ve 12 aylık periyot için kuraklık kategorisine göre kurak olma yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4.18. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%)

ADANA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.7	34.5	9.9	3.7	2.2
6-Ay KKİ	50.1	34.7	8.6	3.9	2.8
9-Ay KKİ	50.6	31.7	11.3	4.8	1.6
12-Ay KKİ	49.6	34.4	10.2	4.2	1.6
AFŞİN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	32.4	31.3	5.4	1.9	1.4
6-Ay KKİ	47.4	37.7	9.1	3.6	2.3
9-Ay KKİ	50.6	33.7	8.3	4.9	2.5
12-Ay KKİ	50.3	33.7	8.5	4.7	2.8
ANAMUR	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	52.6	33.4	7.9	3.6	2.5
6-Ay KKİ	52.6	31.9	8.7	2.8	4.0
9-Ay KKİ	52.0	34.1	6.4	3.4	4.1
12-Ay KKİ	52.0	33.3	8.5	1.4	4.9
ANTAKYA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	47.8	37.8	9.0	2.9	2.5
6-Ay KKİ	50.9	33.1	10.4	3.4	2.2
9-Ay KKİ	50.6	33.9	9.4	3.8	2.3
12-Ay KKİ	50.4	33.3	9.1	6.0	1.3
BAHÇE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	50.6	33.7	9.6	3.6	2.4
6-Ay KKİ	52.1	30.1	9.8	6.7	1.2
9-Ay KKİ	51.3	28.1	13.8	5.6	1.3
12-Ay KKİ	52.9	26.1	14.6	4.5	1.9
ÇAMARDI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	49.5	38.9	5.7	2.5	3.5
9-Ay KKİ	48.6	40.0	6.1	2.1	3.2
12-Ay KKİ	48.7	36.1	9.0	2.9	3.2
CEYHAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	54.6	28.5	9.6	4.1	3.2
6-Ay KKİ	54.6	31.1	6.8	4.3	3.2
9-Ay KKİ	50.5	34.2	8.8	4.0	2.5
12-Ay KKİ	51.0	32.7	8.9	4.9	2.5

Çizelge 4.19. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı)

DÖRTYOL	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.5	33.0	9.2	3.8	2.6
6-Ay KKİ	53.9	30.0	9.1	4.6	2.5
9-Ay KKİ	50.7	33.1	9.8	4.0	2.5
12-Ay KKİ	50.2	33.4	9.5	4.0	2.8
ELBİSTAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	48.3	37.3	9.6	2.8	1.9
9-Ay KKİ	49.1	34.7	10.6	4.2	1.4
12-Ay KKİ	47.1	36.8	10.3	4.4	1.4
ERDEMLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.8	34.1	9.5	4.8	1.8
6-Ay KKİ	53.9	29.8	9.4	4.6	2.3
9-Ay KKİ	52.6	31.1	9.4	5.1	1.7
12-Ay KKİ	51.9	33.6	8.5	3.8	2.2
ERMENEK	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.4	36.2	8.7	3.6	2.1
6-Ay KKİ	51.1	32.0	10.9	4.2	1.8
9-Ay KKİ	52.4	31.1	9.5	3.0	4.0
12-Ay KKİ	50.2	35.7	4.9	5.5	3.7
FEKE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	47.9	38.1	9.1	0.3	4.5
6-Ay KKİ	48.8	38.5	7.4	1.8	3.5
9-Ay KKİ	51.4	31.8	10.7	4.3	1.8
12-Ay KKİ	50.9	29.2	13.0	6.9	0.0
GAZİPAŞA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	53.2	33.8	5.2	5.4	2.4
6-Ay KKİ	56.1	26.9	7.3	6.7	3.0
9-Ay KKİ	53.6	28.9	9.6	5.3	2.6
12-Ay KKİ	52.0	29.7	11.2	3.8	3.4
GÖKSUN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	51.8	31.3	10.5	4.4	1.9
9-Ay KKİ	51.2	31.5	9.3	5.8	2.1
12-Ay KKİ	51.9	30.4	10.3	6.4	1.1
HASSA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	47.4	37.1	8.7	4.5	2.3
6-Ay KKİ	50.2	34.5	7.8	5.5	2.0
9-Ay KKİ	44.1	41.8	9.2	3.6	1.3
12-Ay KKİ	44.5	42.2	10.6	1.7	1.0

Çizelge 4.20. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı)

İSKENDERUN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.7	36.4	8.4	3.9	1.6
6-Ay KKİ	51.4	32.0	9.4	5.4	1.8
9-Ay KKİ	49.8	35.1	8.8	4.8	1.5
12-Ay KKİ	49.3	35.6	9.0	4.5	1.7
İSLAHİYE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.2	32.5	10.3	3.8	2.2
6-Ay KKİ	51.1	32.5	8.4	5.1	2.9
9-Ay KKİ	46.8	38.1	9.5	2.9	2.7
12-Ay KKİ	46.5	35.9	12.5	4.4	0.7
KADİRLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.4	33.7	10.2	3.6	3.0
6-Ay KKİ	48.5	33.7	9.8	6.7	1.2
9-Ay KKİ	45.0	38.8	11.3	5.0	0.0
12-Ay KKİ	44.6	38.9	12.7	3.2	0.6
KARAİSALI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	47.9	37.5	8.7	3.2	2.7
6-Ay KKİ	49.0	35.6	7.9	4.8	2.7
9-Ay KKİ	49.5	35.4	8.3	3.6	3.2
12-Ay KKİ	49.5	34.7	9.6	3.4	2.7
KARATAŞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.2	34.3	8.9	3.5	2.1
6-Ay KKİ	51.3	33.8	8.1	3.3	3.5
9-Ay KKİ	50.7	34.3	8.6	3.9	2.5
12-Ay KKİ	52.7	28.5	12.4	4.2	2.1
KOZAN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	53.3	31.4	9.2	2.6	3.5
6-Ay KKİ	50.4	34.9	7.9	3.9	3.0
9-Ay KKİ	50.2	33.6	9.9	5.1	1.2
12-Ay KKİ	51.9	29.7	11.3	6.0	1.1
K. MARAŞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.5	33.8	10.6	4.2	1.9
6-Ay KKİ	52.0	32.0	9.2	3.6	3.2
9-Ay KKİ	51.0	32.0	11.2	2.4	3.4
12-Ay KKİ	52.0	28.7	12.7	4.6	2.0

Çizelge 4.21. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı)

MERSİN	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.7	31.4	10.4	4.6	1.9
6-Ay KKİ	50.4	34.5	9.3	3.3	2.5
9-Ay KKİ	50.6	34.1	9.1	4.5	1.7
12-Ay KKİ	51.0	35.0	6.8	5.7	1.6
MUT 1	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	53.2	28.4	11.6	4.4	2.4
6-Ay KKİ	53.8	32.8	5.3	3.6	4.5
9-Ay KKİ	52.0	36.9	2.9	2.5	5.7
12-Ay KKİ	52.7	38.6	0.4	1.7	6.6
MUT 2	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.6	34.4	7.6	4.0	2.4
6-Ay KKİ	51.4	33.2	9.3	4.0	2.0
9-Ay KKİ	47.1	36.5	13.5	1.2	1.6
12-Ay KKİ	45.2	39.4	12.0	2.5	0.8
OSMANİYE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	50.3	34.1	8.7	3.3	3.6
6-Ay KKİ	51.7	36.0	5.7	2.1	4.5
9-Ay KKİ	51.8	35.4	6.4	3.0	3.4
12-Ay KKİ	53.2	31.1	7.1	5.5	3.1
PINARBAŞI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	53.7	32.7	5.5	4.3	3.8
9-Ay KKİ	53.6	32.0	7.6	2.0	4.9
12-Ay KKİ	54.8	30.9	6.1	3.3	4.9
POZANTI	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	45.5	40.2	7.8	3.9	2.5
6-Ay KKİ	51.8	33.8	9.0	3.4	2.0
9-Ay KKİ	49.4	33.5	9.4	6.5	1.1
12-Ay KKİ	49.6	35.5	9.2	3.7	2.0
SAMANDAĞ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	49.8	34.7	7.8	5.5	2.1
6-Ay KKİ	47.6	38.6	7.3	3.6	2.9
9-Ay KKİ	49.3	35.4	8.6	4.5	2.2
12-Ay KKİ	48.6	36.0	9.2	4.0	2.2

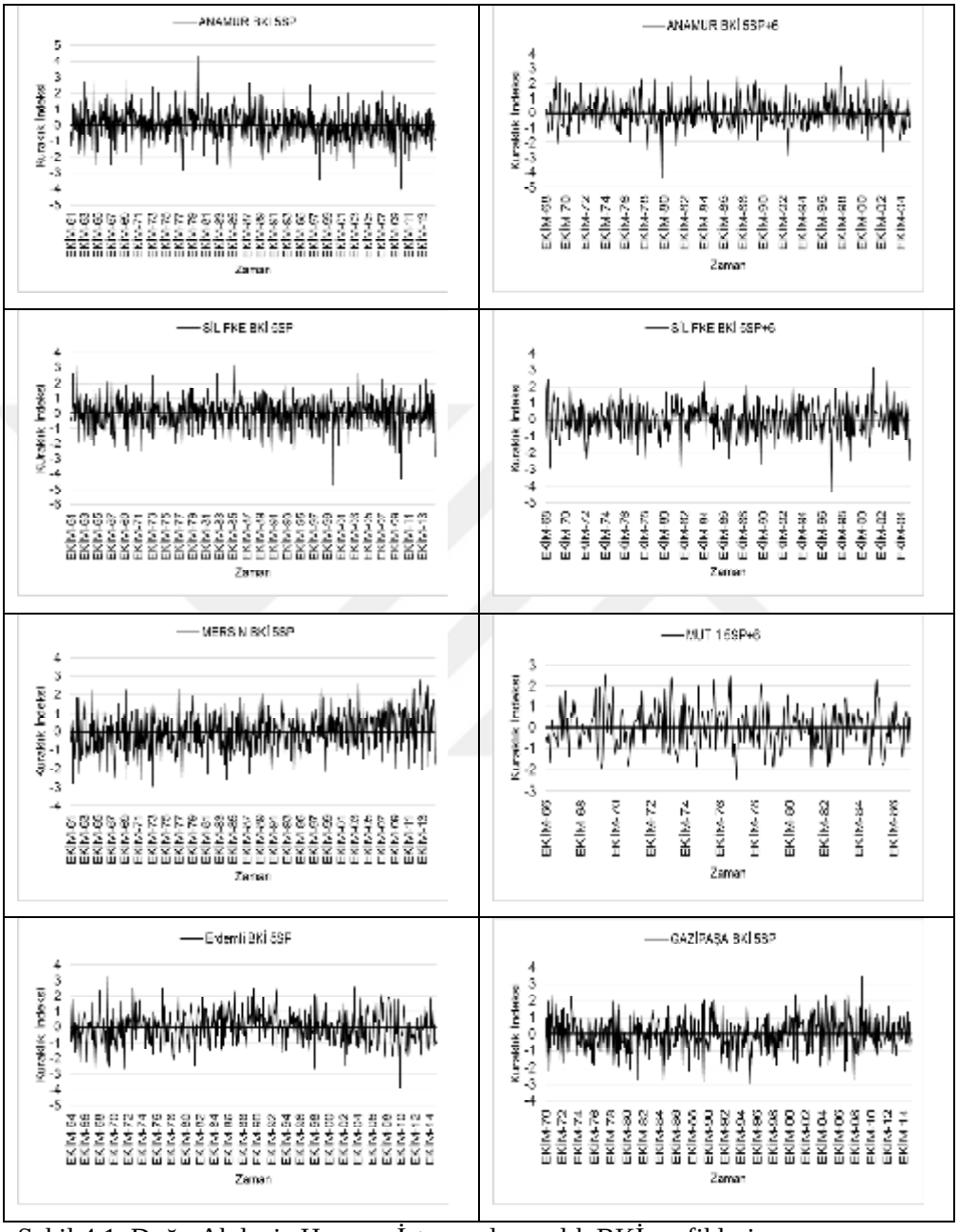
Çizelge 4.22. İstasyonların kuraklık şiddetine göre kuraklığın oluşma yüzdeleri(%) (devamı)

SARIZ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	49.7	36.6	6.7	3.5	3.5
9-Ay KKİ	56.3	28.1	8.7	3.7	3.1
12-Ay KKİ	56.6	25.0	11.5	3.2	3.8
SİLİFKE	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	52.2	34.7	6.3	5.1	1.7
6-Ay KKİ	52.1	33.1	6.5	5.1	3.1
9-Ay KKİ	50.6	33.8	8.9	3.9	2.8
12-Ay KKİ	50.5	35.0	7.1	5.0	2.4
TOMARZA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	50.6	35.5	7.1	3.6	3.2
9-Ay KKİ	50.7	34.8	8.1	3.4	3.0
12-Ay KKİ	47.5	37.1	8.9	4.6	1.9
TUFANBEYLİ	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	51.1	35.5	6.5	3.3	3.6
9-Ay KKİ	52.0	34.2	6.6	3.0	4.3
12-Ay KKİ	50.5	36.2	4.0	5.3	4.0
ULUKIŞLA	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
6-Ay KKİ	52.8	31.6	8.1	3.6	3.9
9-Ay KKİ	51.6	32.6	7.9	5.2	2.8
12-Ay KKİ	51.5	32.2	7.3	5.9	3.1
YUMURTALIK	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay KKİ	51.8	32.9	8.5	4.1	2.7
6-Ay KKİ	51.5	32.4	9.7	3.8	2.7
9-Ay KKİ	50.5	34.4	8.8	4.0	2.3
12-Ay KKİ	50.1	30.7	11.9	5.8	1.4

4.1. Doğu Akdeniz Havzası BKİ Sonuçları

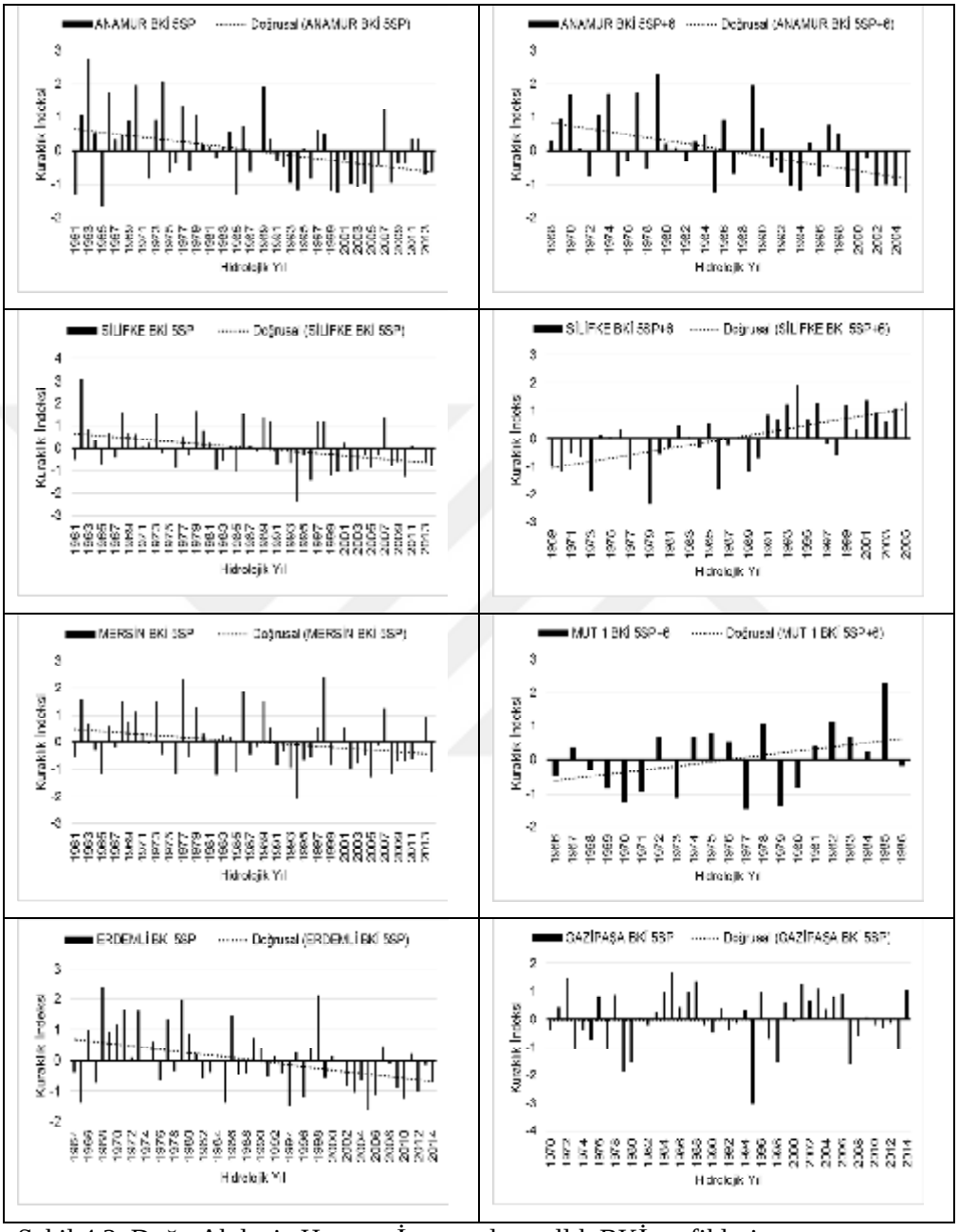
Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan istasyonların, Ermenek ve Mut dışında, tamamı Akdeniz sahil kesiminde yer almaktadır. Rakımı dolayısıyla karasallığın en çok görüldüğü istasyon Ermenek istasyonudur. Diğer istasyonlarda tipik Akdeniz iklimi görülmektedir. Kıyıdan iç kesimlere doğru gidildikçe oransal (nispi) nem değerleri azalmaktadır. Bulutlanma ve güneşlenme süreleri de değişmektedir. Bu da elde edilen BKİ sonuçlarını etkilemektedir.

Doğu Akdeniz Havzası'na baktığımızda BKİ için uç değerlerin görüldüğünü söyleyebiliriz. Kurak dönemleri sulak dönemler, sulak dönemleri de kurak dönemler takip etmektedir. Şekil 4.1'e baktığımızda Mut 5SP+6 istasyonu dışında diğer istasyonların BKİ değerlerinin sık sık, kritik değer olan -2 değerinin altına indiği görülmektedir. En ekstrem kuraklık koşulunun ise Silifke istasyonunda görüldüğünü söyleyebiliriz. Havzada ortalama olarak her 2 yılda bir kuraklık görülmektedir. Kuraklığın arttığı ya da azaldığı dönemler Şekil 4.1'de verilen grafiklerden okunabilir. Grafiklerde 0'ın üstündeki değerler sulak dönemleri, 0'ın altındaki değerler kurak dönemleri göstermektedir. Akım ile elde edilen 5SP+6 BKİ sonuçları, özellikle yaz aylarında çiftçilerden gelen su talebi artışı nedeniyle akarsulardan çekilen su miktarının artması sonucu düşük çıkmış olabilir. Çünkü Şekil 4.1.'e baktığımızda 5SP+6 ile yapılan BKİ değerlerinde uç değerler göze çarpmaktadır.

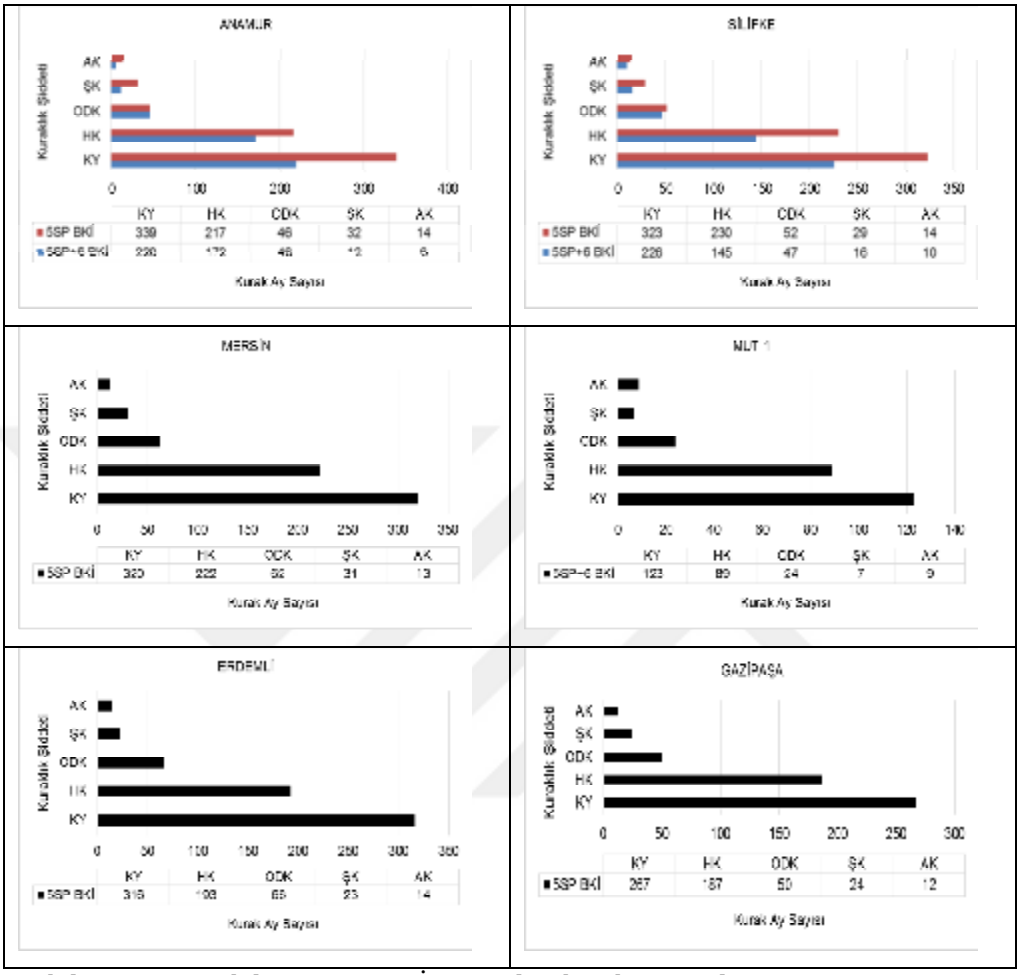


Şekil 4.1. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri

Şekil 4.2'de ise Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının yıllık olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Yıllık bazda elde edilen sonuçlar, her bir hidrolojik yılın Ekim ayı BKİ değerleri alınarak elde edilmiştir. Bunun nedeni Ekim ayının kurak dönemin sonu olması ve kuraklığın şiddetlendiği bir ay olmasıdır. Bu dönemden sonra tüm Akdeniz Havzası yağışlı döneme girmektedir. Doğrusal eğilim çizgisi takip edilerek kuraklığın artıp azaldığı yıllar Şekil 4.2'den belirlenebilir. Buna göre Doğu Akdeniz Havzası'nda 5SP ile yapılan analizlerin sonucunda elde edilen BKİ değerlerine baktığımızda kuraklığın arttığını söyleyebiliriz. 5SP+6 ile yapılan analiz sonuçlarında elde edilen BKİ değerlerine baktığımızda ise sadece Anamur istasyonunda kuraklığın arttığını gözlemlemekteyiz. 5SP+6 ile elde edilen diğer istasyon BKİ değerlerinde kuraklıkta azalma görülmüştür.



Şekil 4.2. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri



Şekil 4.3. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları kurak ay sayıları

Şekil 4.3'te ise istasyonların da tüm hidrolojik zaman serileri boyunca gözlemlenen kurak ay sayıları görülmektedir. Buna göre ŞK ve AK'ın diğer kuraklık türlerine göre daha az yaşandığını söyleyebiliriz. Aşırı kuraklık en çok Erdemli, Anamur ve Silifke istasyonlarında görülmüştür.

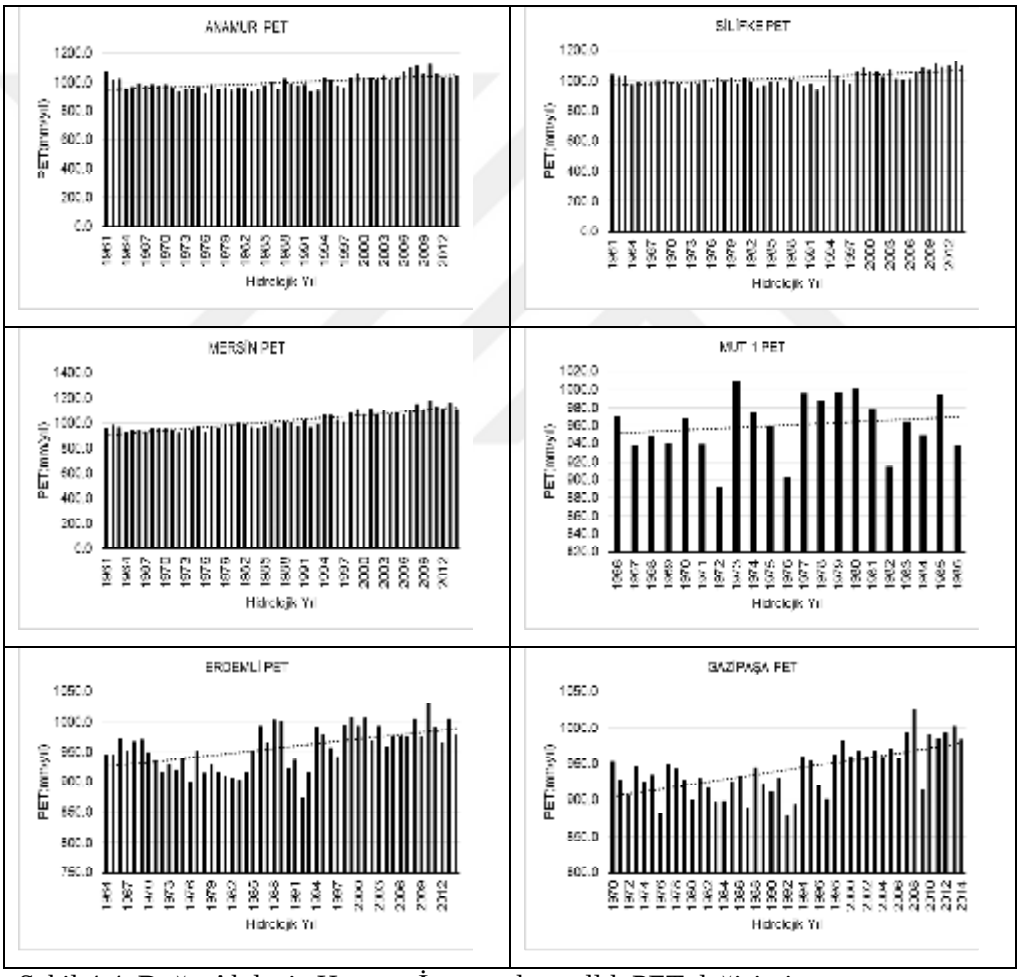
4.2. Doğu Akdeniz Havzası KKİ Sonuçları

Çalışmada kullanılan istasyonların α_i^i (KKİ başlanıç değeri) değerlerinin normal olup olmadığı Anderson-Darling testi ile test edilmiştir. Sonuçta bazı istasyonların bazı periyotlarının normal dağılım gösterdiği bazılarının ise göstermediği belirlenmiştir. Bundan dolayı tüm çalışmada Gamma Dağılımı kullanılmıştır. Seçilmiş bazı istasyonların normallik testi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Normal dağılıma uyanlar koyu punto ile belirtilmiştir.

Çizelge 4.23. Doğu Akdeniz Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

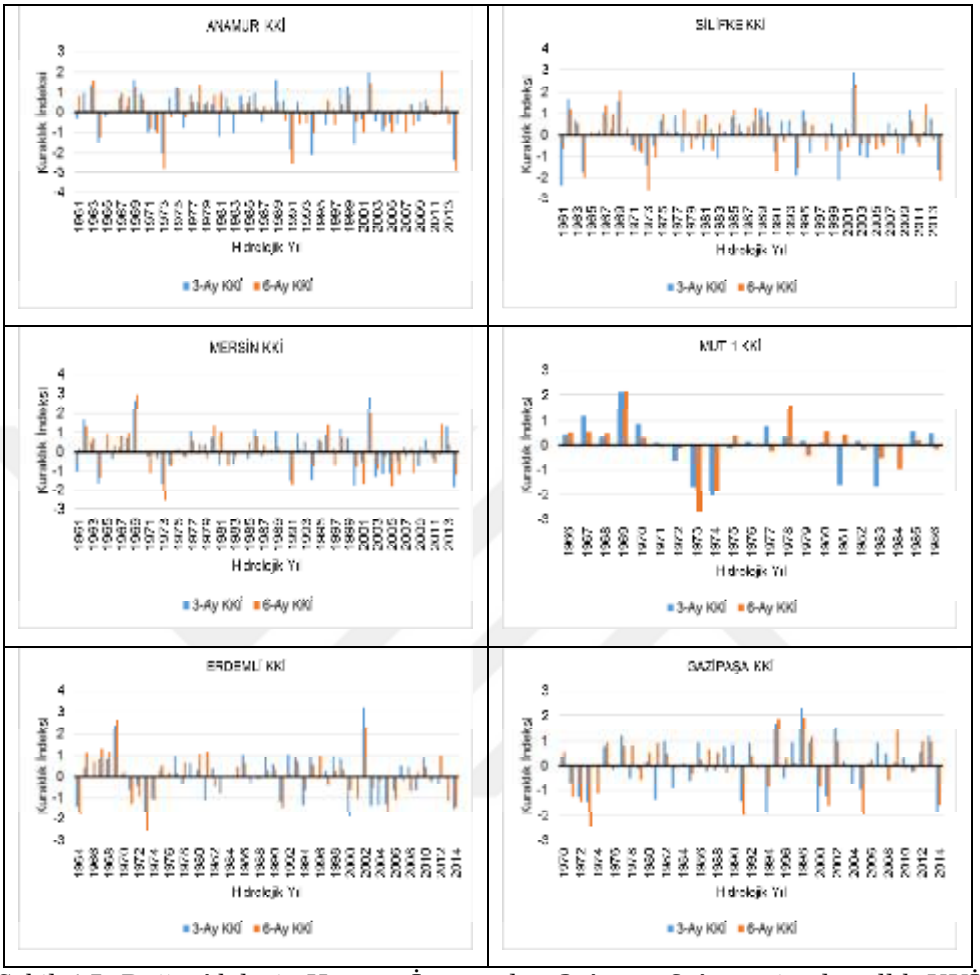
DOĞU AKDENİZ HAVZASI					
Anamur			**Mersin**		
3-Aylık KKİ	**AD**	**0.168**	3-Aylık KKİ	**AD**	1.523
	AD*	**0.170**		**AD***	1.545
	p Değ.	**0.933**		**p Değ.**	0.001
6-Aylık KKİ	**AD**	**0.243**	6-Aylık KKİ	**AD**	-1.523
	AD*	**0.247**		**AD***	-3.751
	p Değ.	**0.754**		**p Değ.**	0.121
9-Aylık KKİ	**AD**	**0.237**	9-Aylık KKİ	**AD**	0.755
	AD*	**0.240**		**AD***	0.766
	p Değ.	**0.776**		**p Değ.**	0.047
12-Aylık KKİ	**AD**	**0.271**	12-Aylık KKİ	**AD**	0.848
	AD*	**0.274**		**AD***	0.861
	p Değ.	**0.663**		**p Değ.**	0.027
Gazipaşa			**Silifke**		
3-Aylık KKİ	**AD**	0.388	3-Aylık KKİ	**AD**	0.585
	AD*	0.395		**AD***	0.594
	p Değ.	0.373		**p Değ.**	0.121
6-Aylık KKİ	**AD**	**0.292**	6-Aylık KKİ	**AD**	0.340
	AD*	**0.297**		**AD***	0.345
	p Değ.	**0.592**		**p Değ.**	0.484
9-Aylık KKİ	**AD**	**0.277**	9-Aylık KKİ	**AD**	0.389
	AD*	**0.282**		**AD***	0.395
	p Değ.	**0.639**		**p Değ.**	0.373
12-Aylık KKİ	**AD**	0.346	12-Aylık KKİ	**AD**	0.514
	AD*	0.352		**AD***	0.521
	p Değ.	0.467		**p Değ.**	0.185

Şekil 4.4'de Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının yıllık PET değişimleri görülmektedir. Şekile göre bütün istasyonların PET değerleri zamanla artmıştır. Bunun nedeni yağışın artması değil de sıcaklığın artması olabilir. Çünkü son yıllarda özellikle yaz aylarında görülen rekor kıran sıcaklıklar buharlaşma ve terlemeyi arttırmıştır. PET değerleri özellikle 1990lı yıllardan sonra daha sık bir şekilde yükselmiştir. Küresel ısınma kaynaklı olabileceği düşünülmelidir.

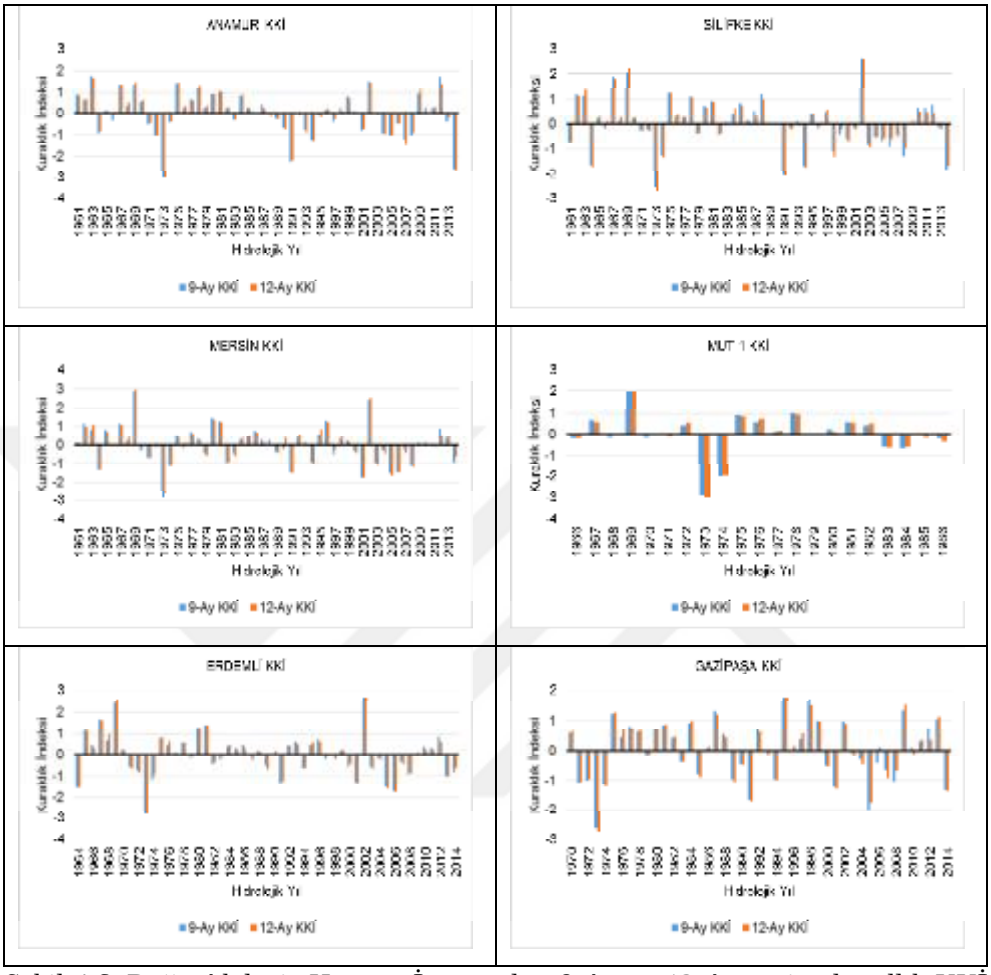


Şekil 4.4. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi

Şekil 4.5 ve 4.6'da görülen grafiklerde, Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının 3, 6, 9 ve 12-Aylık periyotlarda yıllık KKİ değerlerinin değişimi görülmektedir. Bu sayede kuraklığın kaç yıl sürdüğü takibi yapılabilmektedir. Sonuçlara bakacak olursak, havza genelinde kuraklığın ortalama 4 yıl sürdüğü görülmektedir. 3 ve 6-Aylık KKİ değerleri mevsimsel kuraklığı analiz ederken, 9 ve 12-Aylık KKİ değerleri orta vade ve tüm hidrolojik yıl kuraklığını tespit etmektedir. Özellikle 9 ve 12-Aylık periyotta Mersin'de 6 yıl süren kuraklık göze çarpmaktadır.

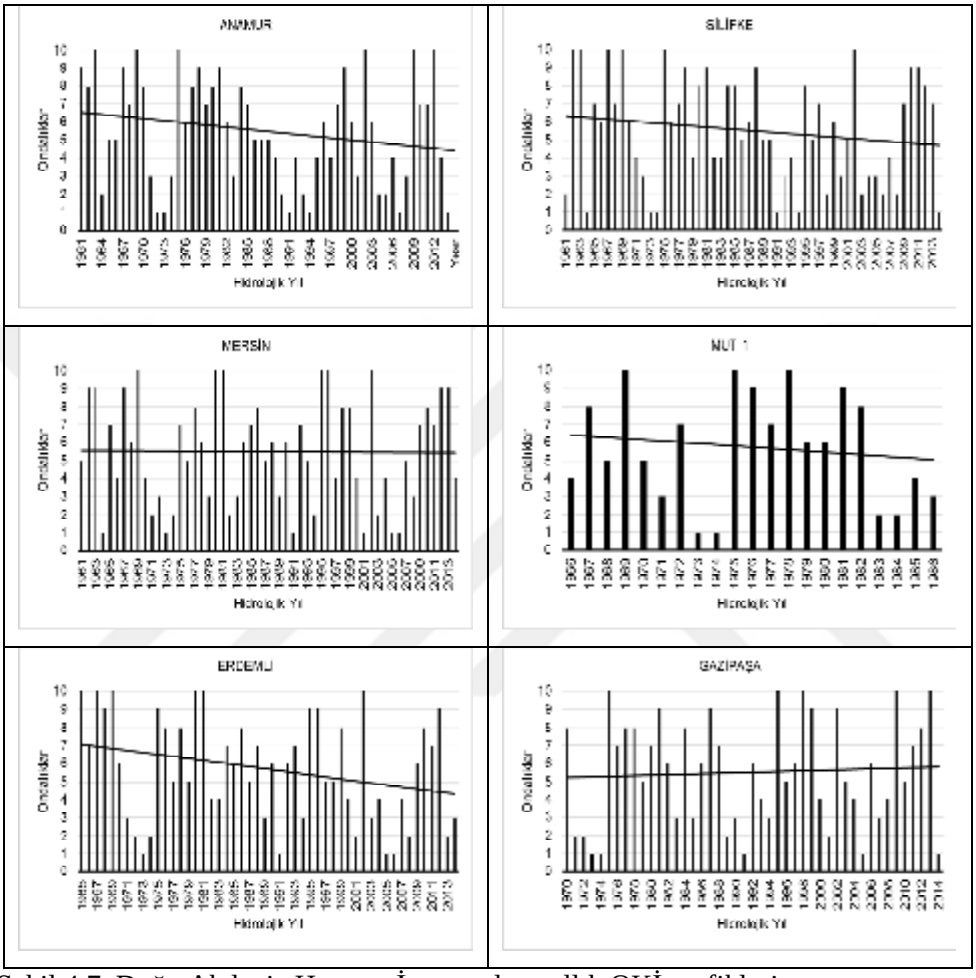


Şekil 4.5. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri



Şekil 4.6. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri

4.3. Doğu Akdeniz Havzası OKİ Sonuçları



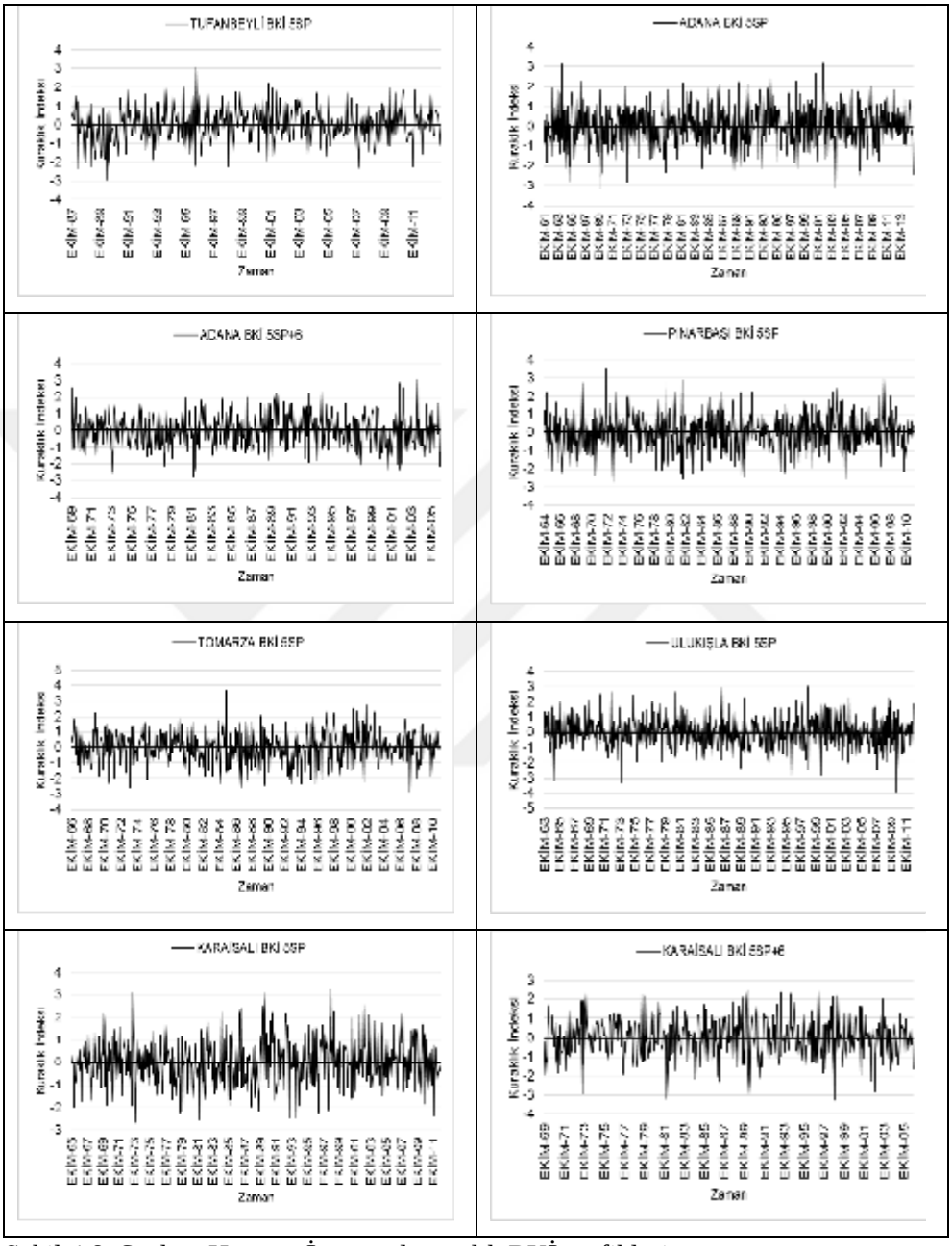
Şekil 4.7. Doğu Akdeniz Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri

Şekil 4.7'de istasyonların OKİ değerlerinin yıldan yıla değişimi görülmektedir. Ondalık değerlerine göre yağışın en az ve en çok yağdığı yıllar seçilebilmektedir. Doğrusal eğilim çizgisi gidişatına göre Gazipaşa istasyonu hariç bütün istasyonlarda yağışta ciddi bir azalma görülmektedir. Artan sıcaklıklara bağlı olarak yağışın etkisi daha kısa süre sürmektedir.

4.4. Seyhan Havzası BKİ Sonuçları

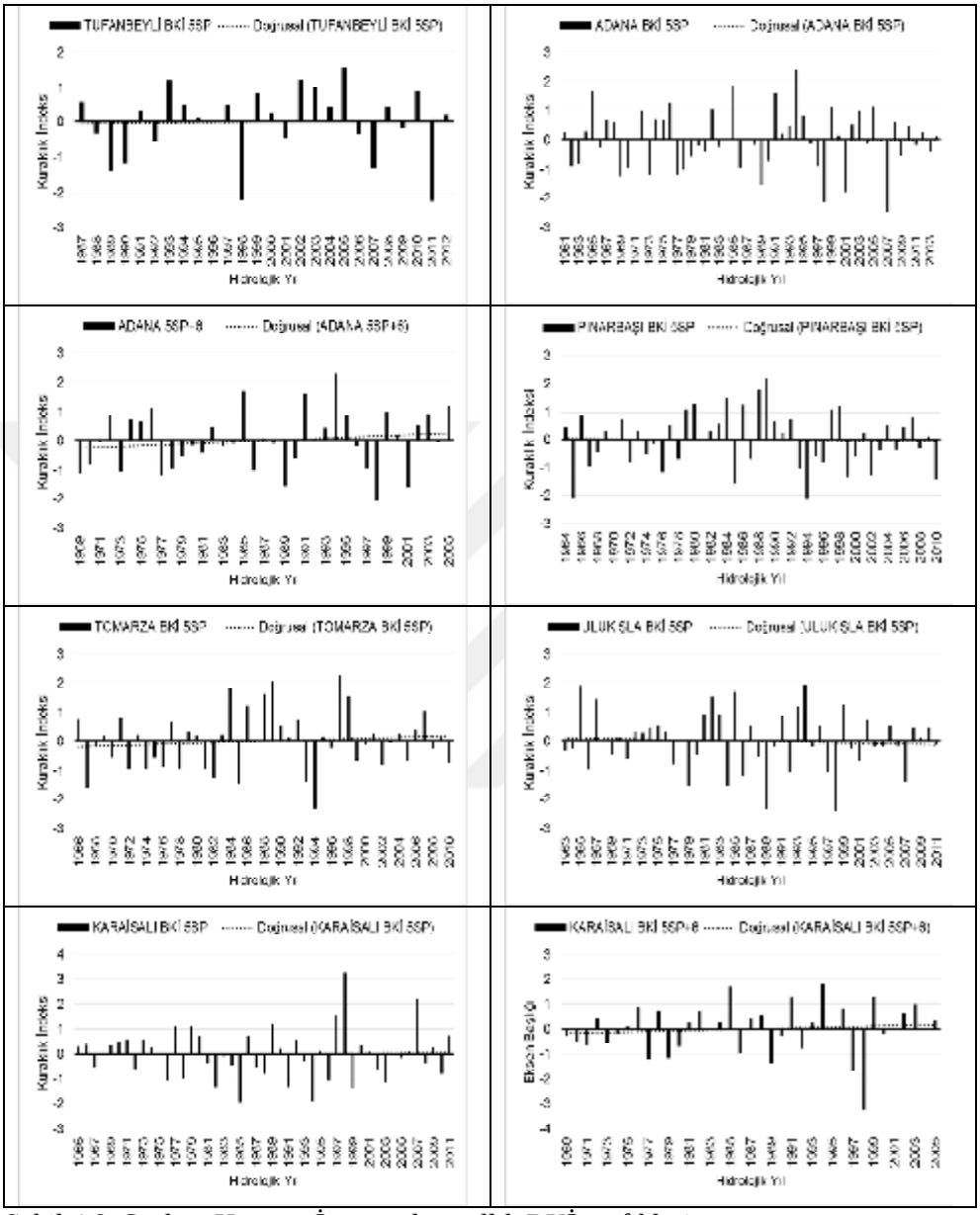
Şekil 4.8'de Seyhan Havzası istasyonlarının aylık BKİ değerleri değişimleri görülmektedir. Seyhan Havzası güneyde farklı kuzeyde farklı iklim tipine sahiptir. Güneyde Akdeniz iklimi görülürken, kuzeyde karasal iklim hakimdir. Ort. sıcaklık, güneşlenme süresi ve oransal nem güneyden kuzeye doğru gidildikçe azalır. Bu da BKİ değerlerinin hesabında değişikliğe neden olur.

Seyhan Havzası'nın büyük çoğunluğu verimli araziler üzerinde olduğundan dolayı sulama aktiviteleri oldukça yoğundur. Bu nedenle özellikle yaz aylarında sulama suyunun artması akarsulardan çekilen su miktarını arttırmaktadır. Çok sıcak geçen yaz ayları nehir seviyelerini düşürmektedir. Bu nedenle akım ile yapılan BKİ 5SP+6 değerlerinde şiddetli kuraklık görülmesi olağandır. Özellikle Karaisalı 5SP+6 değerlerinde görülen uç değerler göze çarpmaktadır. Havzada kurak ve sulak dönemler birbirini takip etmektedir. Havzada her 2 yılda bir orta derece ve şiddetli kuraklık tecrübe edilmektedir.



Şekil 4.8. Seyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri

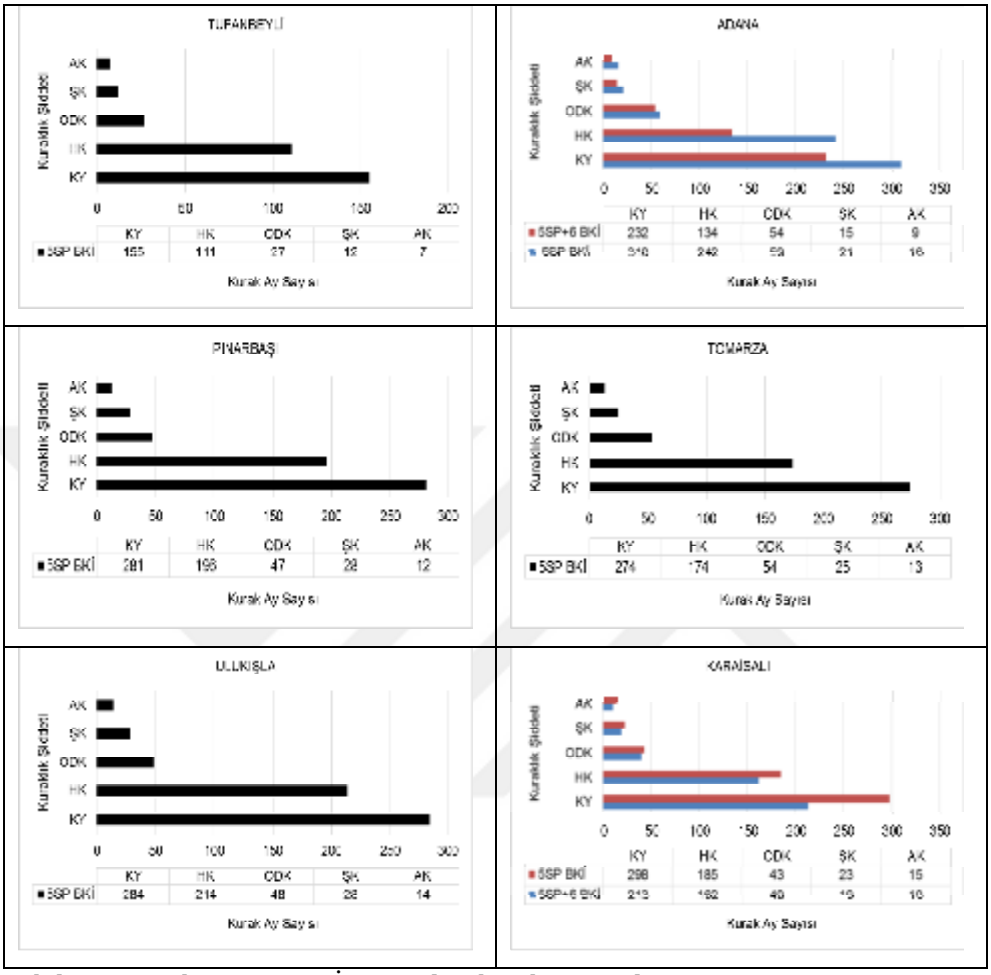
Şekil 4.9’a baktığımızda Seyhan Havzası istasyonları yıllık BKİ değerleri değişimleri görülmektedir. Doğrusal eğilim çizgisi gidişatına göre havza genelinde kuraklıkta çok ciddi bir artış ya da azalış görülmemektedir. Kurak yılları sulak yıllar, sulak yılları ise kurak yıllar takip etmektedir. Seyhan Havzasında kuraklığın ortalama olarak 4 yıl sürdüğü söylenebilir. Şekil 4.9’a bakılarak hangi istasyonun kuraklığı aralıksız kaç yıl tecrübe ettiği sonucuna varılabilir.



Şekil 4.9. Seyhan Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri

Şekil 4.10’da ise Seyhan Havzası istasyonlarının sahip oldukları tüm hidrolojik yılları boyunca kayıt ettikleri kurak ay sayıları verilmektedir. Sonuçlara göre aşırı kuraklığın en fazla yaşandığı istasyon Adana istasyonudur. Karaisalı istasyonunu da Adana istasyonunu takip etmektedir.

Sonuçlara göre havza genelinde aşırı ve şiddetli kuraklık diğer kuraklık türlerine göre daha az yaşanmaktadır. Kuraklığın olmadığı ayların sayısı havzanın bazı istasyonlarında daha fazla iken bazılarında daha azdır. Bu nedenle daha ileri bir sonuç için istasyonların daha önce verilen kuraklık frekansı yüzdelerine tekrar bakılmalıdır.



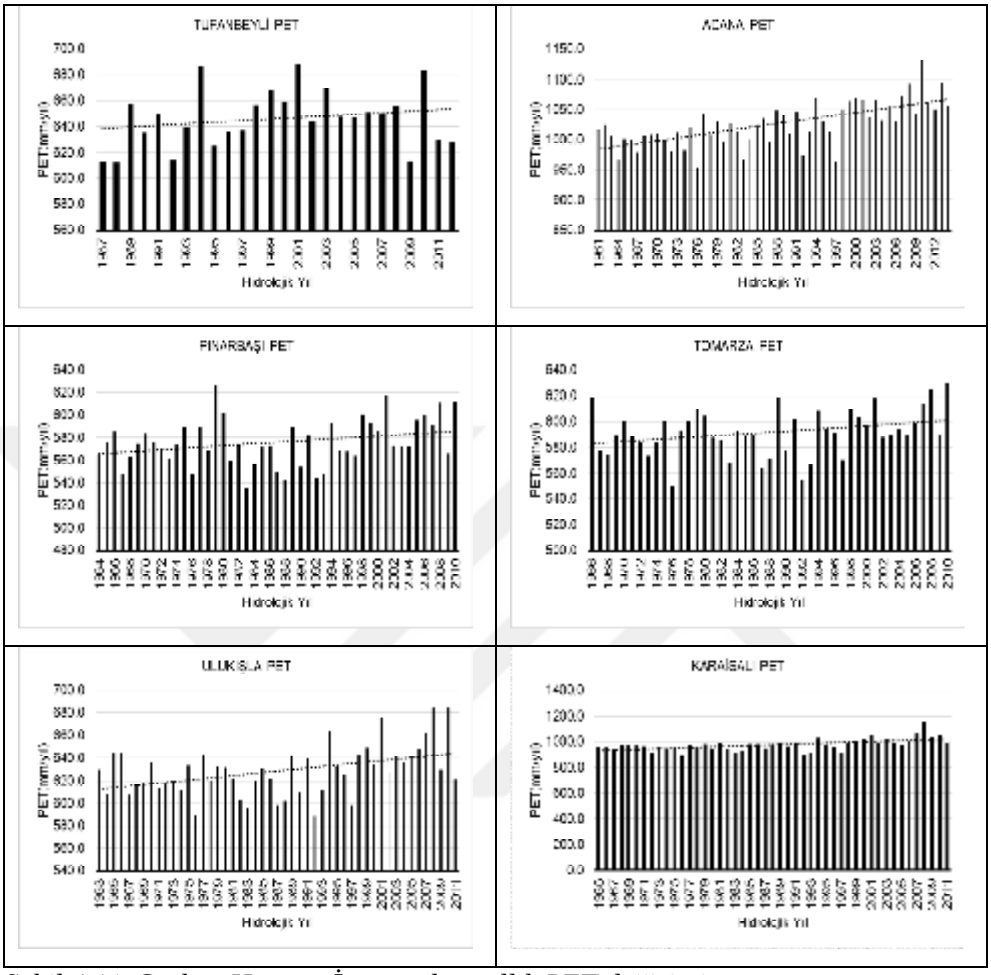
Şekil 4.10. Seyhan Havzası İstasyonları kurak ay sayıları

4.5. Seyhan Havzası KKİ Sonuçları

Çizelge 4.24. Seyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

SEYHAN HAVZASI					
Adana			**Karataş**		
3-Aylık KKİ	**AD**	0.887	3-Aylık KKİ	**AD**	1.316
	AD*	0.900		**AD***	1.338
	p Değ.	0.022		**p Değ.**	0.002
6-Aylık KKİ	**AD**	0.340	6-Aylık KKİ	**AD**	**0.312**
	AD*	0.345		**AD***	**0.318**
	p Değ.	0.485		**p Değ.**	**0.538**
9-Aylık KKİ	**AD**	0.464	9-Aylık KKİ	**AD**	**0.180**
	AD*	0.471		**AD***	**0.183**
	p Değ.	0.246		**p Değ.**	**0.912**
12-Aylık KKİ	**AD**	0.537	12-Aylık KKİ	**AD**	**0.205**
	AD*	0.545		**AD***	**0.209**
	p Değ.	0.162		**p Değ.**	**0.864**
Karaisalı			**Tufanbeyli**		
3-Aylık KKİ	**AD**	0.956	3-Aylık KKİ	**AD**	**0.256**
	AD*	0.972		**AD***	**0.265**
	p Değ.	0.014		**p Değ.**	**0.696**
6-Aylık KKİ	**AD**	0.705	6-Aylık KKİ	**AD**	1.565
	AD*	0.717		**AD***	1.616
	p Değ.	0.061		**p Değ.**	0.000
9-Aylık KKİ	**AD**	0.503	9-Aylık KKİ	**AD**	**0.177**
	AD*	0.512		**AD***	**0.183**
	p Değ.	0.195		**p Değ.**	**0.912**
12-Aylık KKİ	**AD**	0.376	12-Aylık KKİ	**AD**	**0.286**
	AD*	0.382		**AD***	**0.295**
	p Değ.	0.399		**p Değ.**	**0.597**

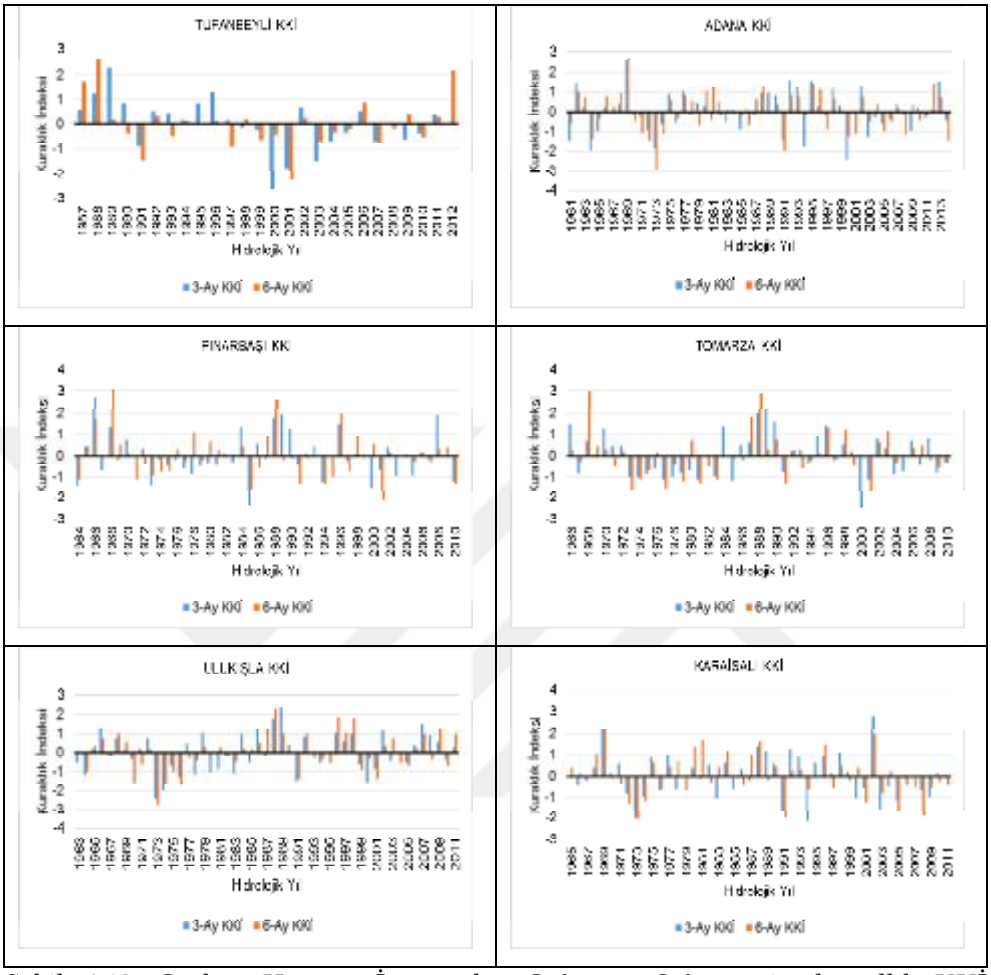
Şekil 4.11'de Seyhan Havzası istasyonları yıllık PET değerleri değişimleri görülmektedir. Sonuçlara göre bütün istasyonlarda PET değerleri artmıştır. 1990lı yıllardan sonra tespit edilen küresel ısınma hadisesi nedeniyle artan sıcaklıklar PET değerlerinin artışında etkili olmuş olabilir. Şekil 4.11'e bakılarak hangi yıllarda PET değerlerinin yılda kaç mm olduğu ya da artıp azaldığı sonucuna varılabilir.



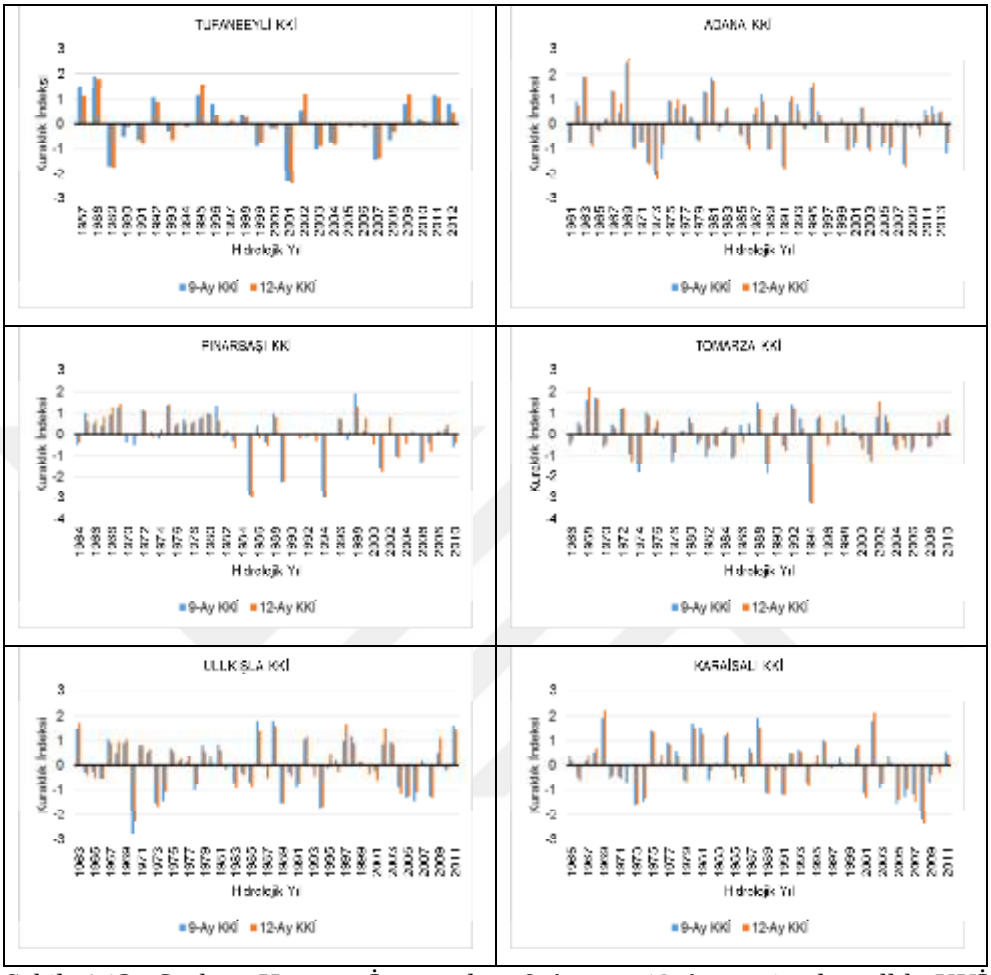
Şekil 4.11. Seyhan Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi

Şekil 4.12 ve 4.13'te Seyhan Havzası istasyonları yıllık KKİ değerlerinin değişimleri görülmektedir. Kurak dönemin, ortalama olarak yaklaşık 4 yıl sürdüğü sonucuna varılabilir. Havzanın güneyinde yaşanan, özellikle 1973 yılı kuraklığının izleri sonuçlara yansımıştır.

3-Aylık ve 6-Aylık KKİ değerleri genelde birbirilerinden uzaklaşmaktadırlar. Ancak 9-Aylık ve 12-Aylık KKİ değerleri biribirilerine yaklaşmaktadır. Bunun nedeni kısa dönem yağışlarının düzensiz olması, uzun dönem yağışlarının ise daha düzenli olarak bütün bir hidrolojik yılı kapsadığından olabilir.

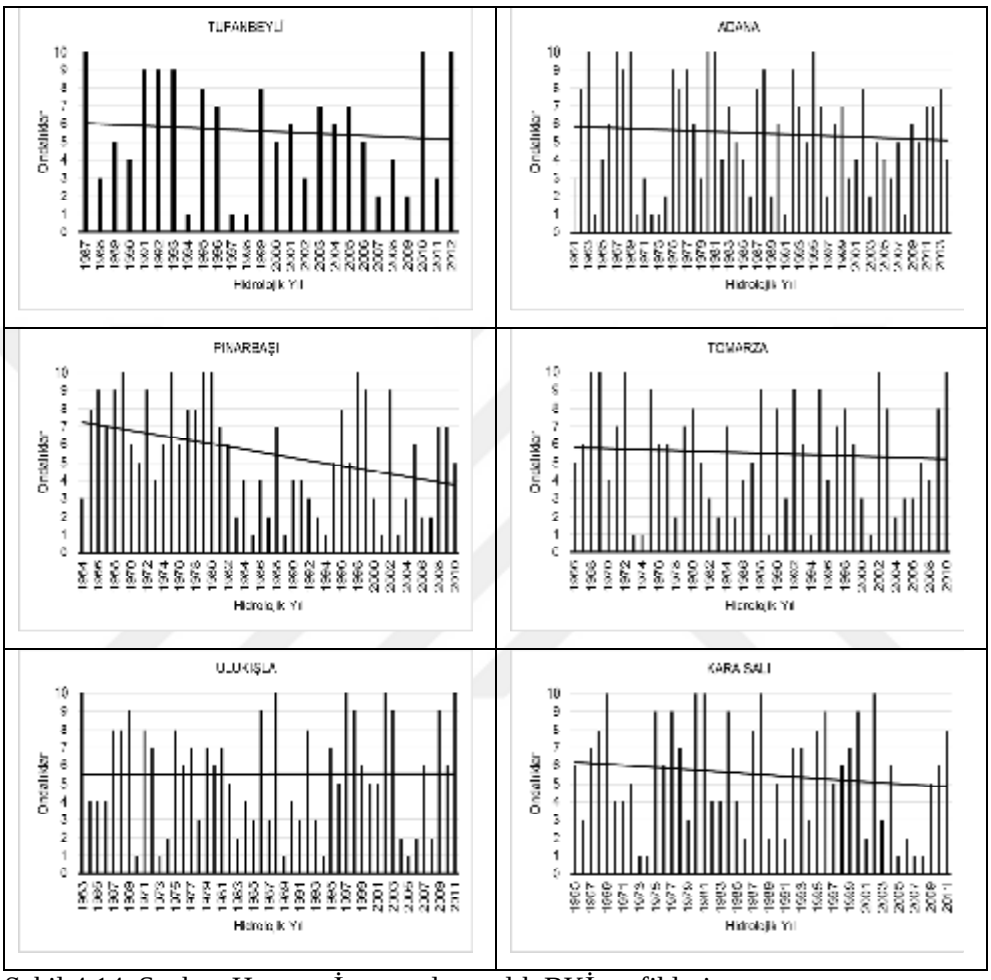


Şekil 4.12. Seyhan Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri



Şekil 4.13. Seyhan Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri

4.6. Seyhan Havzası Havzası OKİ Sonuçları



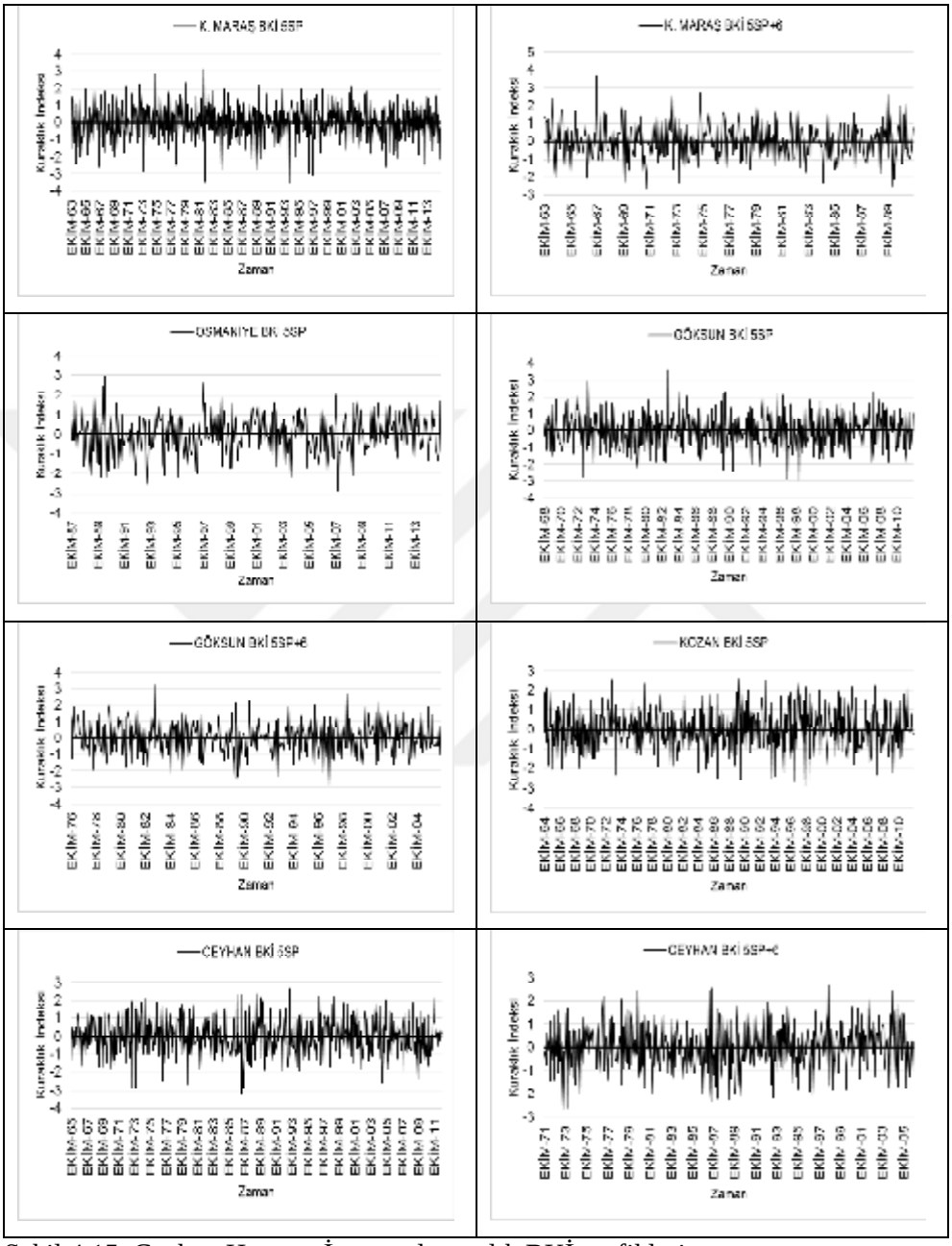
Şekil 4.14. Seyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri

Seyhan Havzası OKİ sonuçları göstermektedir ki, son yıllarda havza genelinde yağışlar azalmıştır. Zaman zaman yağışta bölgesel en yüksek değerlere ulaşılsa da özellikle 1990lı yıllardan sonra, yağış değerlerinde azalma olmuştur. En keskin düşüş eğilim çizgisi gidişatına göre Pınarbaşı istasyonunda olmuştur. İstasyonların konumlarına göre yağış eksikliğinden etkilenme durumları

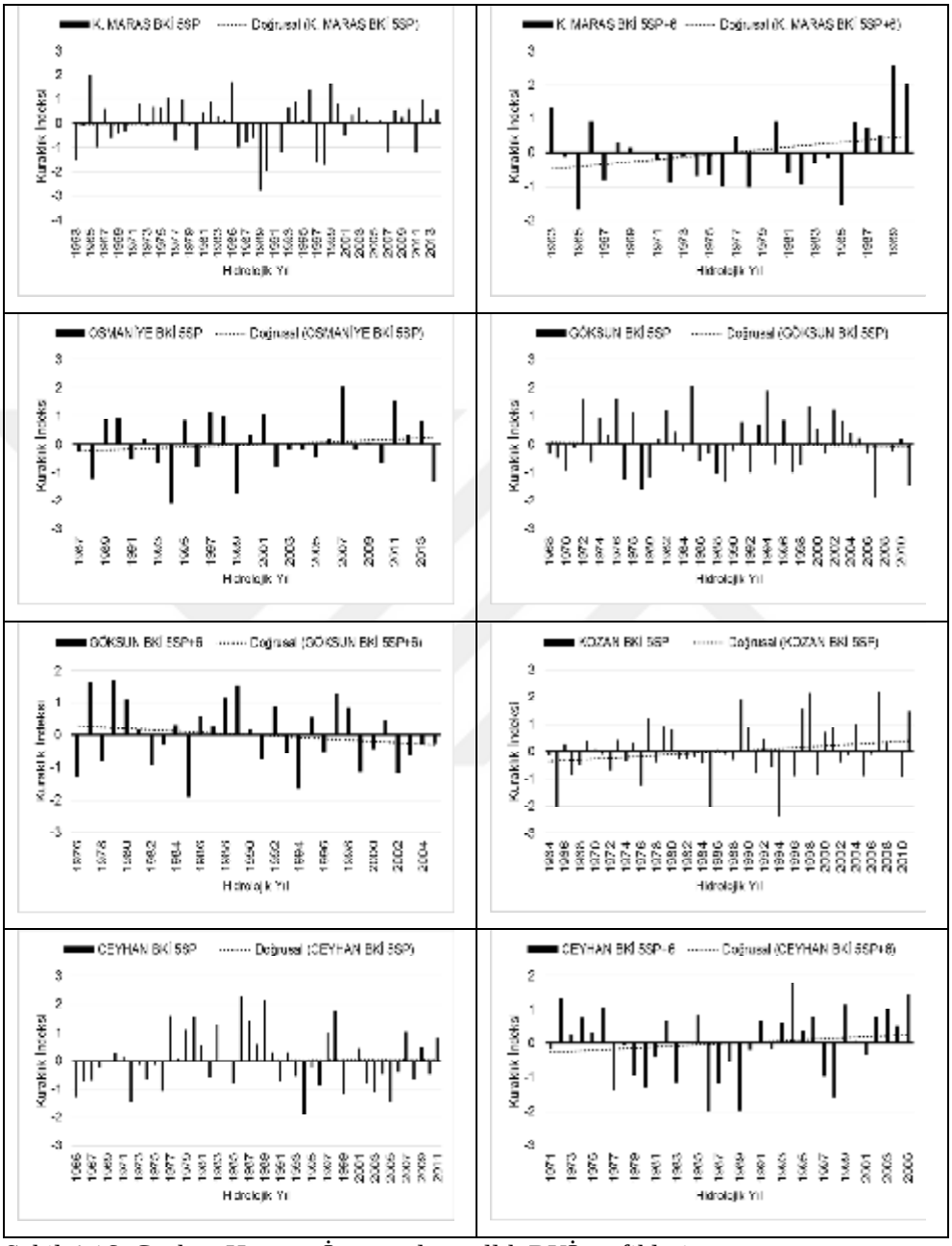
değişmektedir. Özellikle yağışı zaten az olan karasal iklim istasyonlarında yağış eksikliği kendini daha çabuk göstermektedir.

4.7. Ceyhan Havzası BKİ Sonuçları

Ceyhan Havzası konum itibariyle Seyhan Havzasına çok yakındır. İstasyonlarının iklimsel özellikleri hemen hemen aynıdır. Güneyde Akdeniz iklim tipi görülürken, kuzeyinde karasal iklim görülür. 1990lı yıllardan sonra orta derece kuraklık ve şiddetli kuraklık yaşanma sıklığında artış olmuştur. Yine de kurak dönemleri sulak dönemler, sulak dönemleri kurak dönemler takip etmektedir. Ceyhan Havzası'nda en uç kuraklığın K. Maraş 5SP değerlerinde görüldüğünü söyleyebiliriz. Şekil 4.15'te Ceyhan Havzası istasyonlarının BKİ değerlerinin aylık salınım grafikleri görülmektedir.



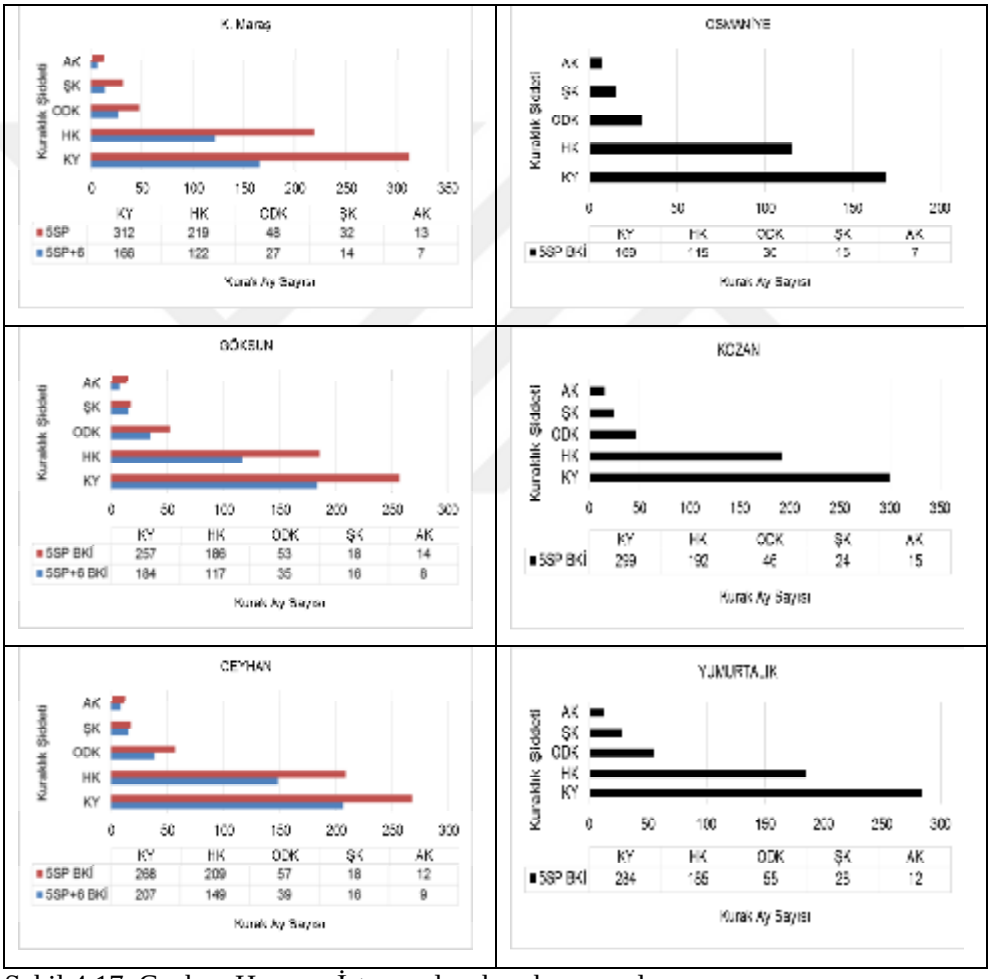
Şekil 4.15. Ceyhan Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri



Şekil 4.16. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri

Şekil 4.16'da Ceyhan Havzası istasyonları yıllık BKİ değerleri değişimleri görülmektedir. Sonuçlara göre istatistiksel anlamda gidiş tespit edilememiştir. Yani

kuraklığın arttığı ya da azaldığı şeklinde kesin bir yorum yapabilmek istatistiksel anlamda doğru değildir. Kurak dönemlerin sulak dönemleri takip ettiği ya da tam tersi durumun olduğunu söyleyebiliriz. Şekil 4.16'ya bakılarak en kurak yılların hangi zamanlarda görüldüğünü tespit edebiliriz. Kuraklığın en uzun K. Maraş ve Ceyhan istasyonlarında sürdüğünü söyleyebiliriz.



Şekil 4.17. Ceyhan Havzası İstasyonları kurak ay sayıları

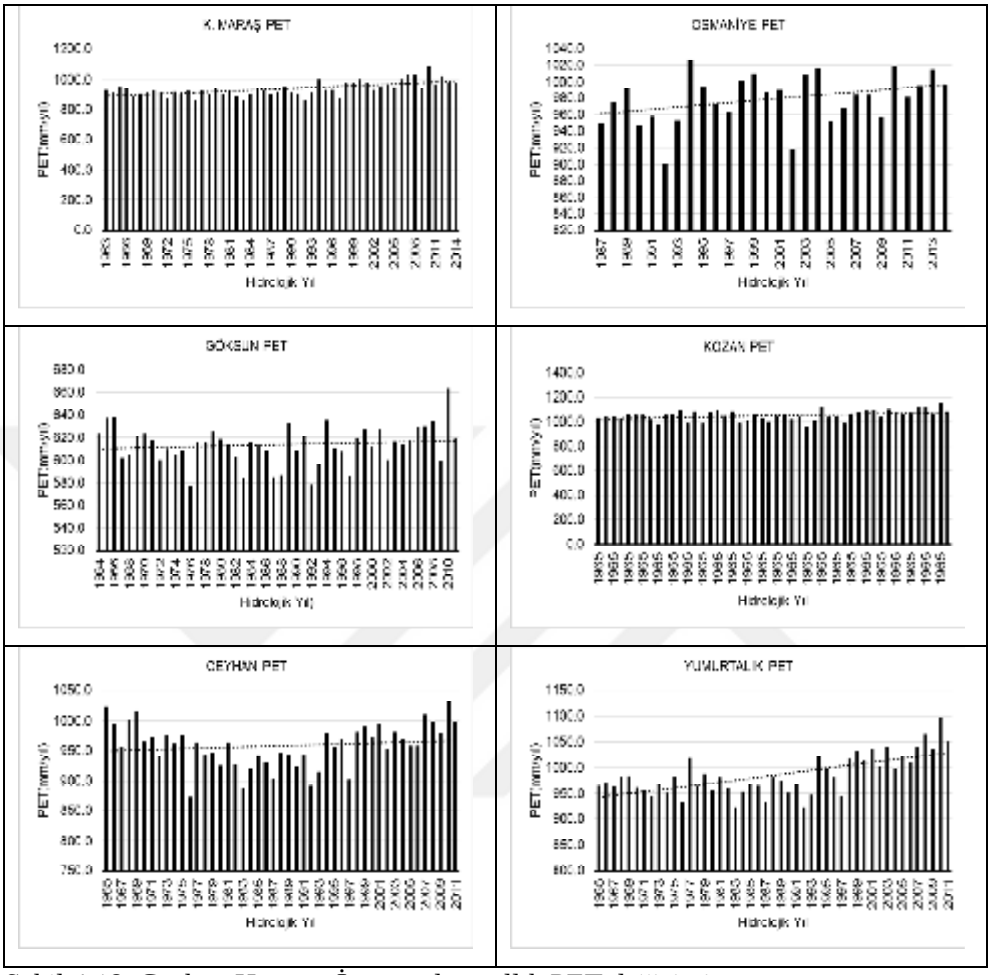
Şekil 4.17'de ise Ceyhan Havzası istasyonları kurak ay sayıları görülmektedir. Aşırı kuraklığın en çok Kozan istasyonunda tekrarlandığını söyleyebiliriz.

4.8. Ceyhan Havzası KKİ Sonuçları

Çizelge 4.25. Ceyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

CEYHAN HAVZASI					
Ceyhan			**Osmaniye**		
3-Aylık KKİ	**AD**	**0.154**	3-Aylık KKİ	**AD**	**0.329**
	AD*	**0.157**		**AD***	**0.338**
	p Değ.	**0.954**		**p Değ.**	**0.503**
6-Aylık KKİ	**AD**	**0.211**	6-Aylık KKİ	**AD**	**0.276**
	AD*	**0.214**		**AD***	**0.284**
	p Değ.	**0.850**		**p Değ.**	**0.631**
9-Aylık KKİ	**AD**	**0.178**	9-Aylık KKİ	**AD**	**0.304**
	AD*	**0.181**		**AD***	**0.314**
	p Değ.	**0.915**		**p Değ.**	**0.547**
12-Aylık KKİ	**AD**	0.374	12-Aylık KKİ	**AD**	**0.242**
	AD*	0.380		**AD***	**0.249**
	p Değ.	0.403		**p Değ.**	**0.748**
K. Maraş			**Yumurtalık**		
3-Aylık KKİ	**AD**	0.387	3-Aylık KKİ	**AD**	0.335
	AD*	0.393		**AD***	0.340
	p Değ.	0.376		**p Değ.**	0.497
6-Aylık KKİ	**AD**	0.597	6-Aylık KKİ	**AD**	**0.248**
	AD*	0.606		**AD***	**0.252**
	p Değ.	0.115		**p Değ.**	**0.737**
9-Aylık KKİ	**AD**	0.341	9-Aylık KKİ	**AD**	0.458
	AD*	0.347		**AD***	0.466
	p Değ.	0.481		**p Değ.**	0.252
12-Aylık KKİ	**AD**	0.436	12-Aylık KKİ	**AD**	0.652
	AD*	0.443		**AD***	0.663
	p Değ.	0.287		**p Değ.**	0.083

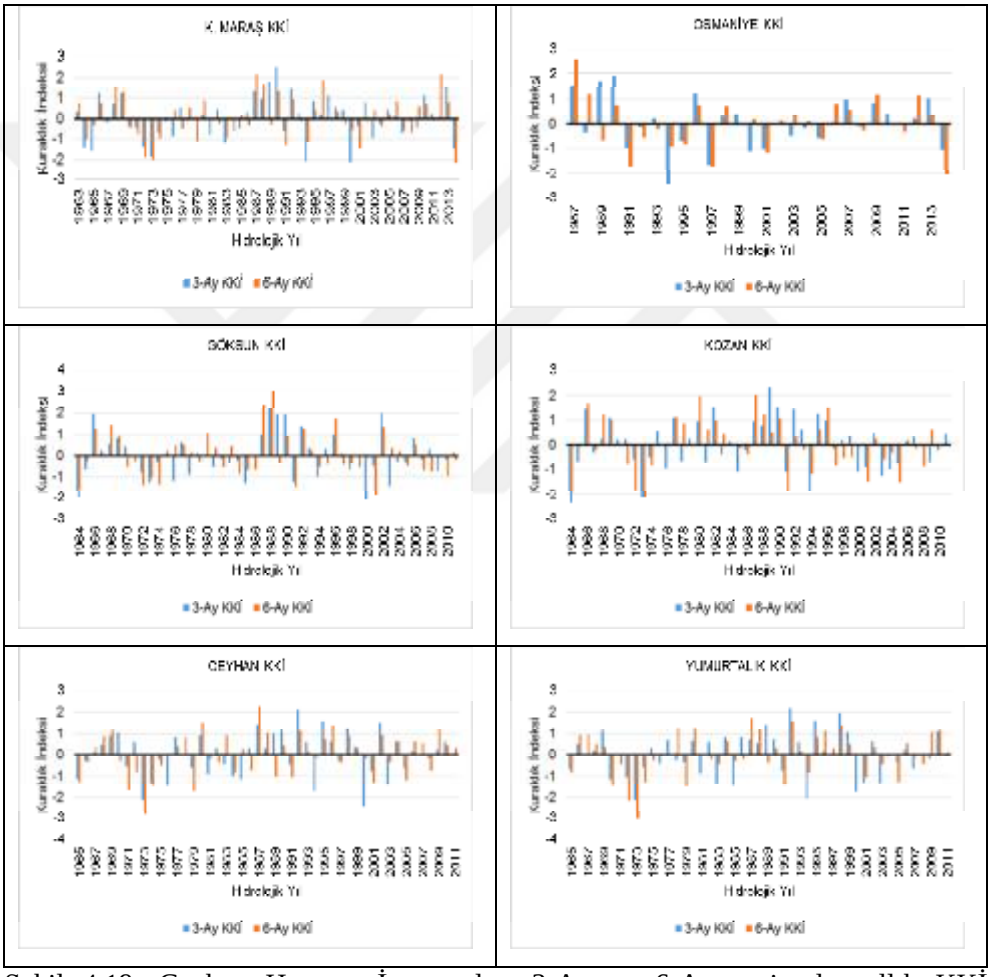
Anderson-Darling normallik testinden geçen istasyonlar koyu punto ile yazılmıştır.



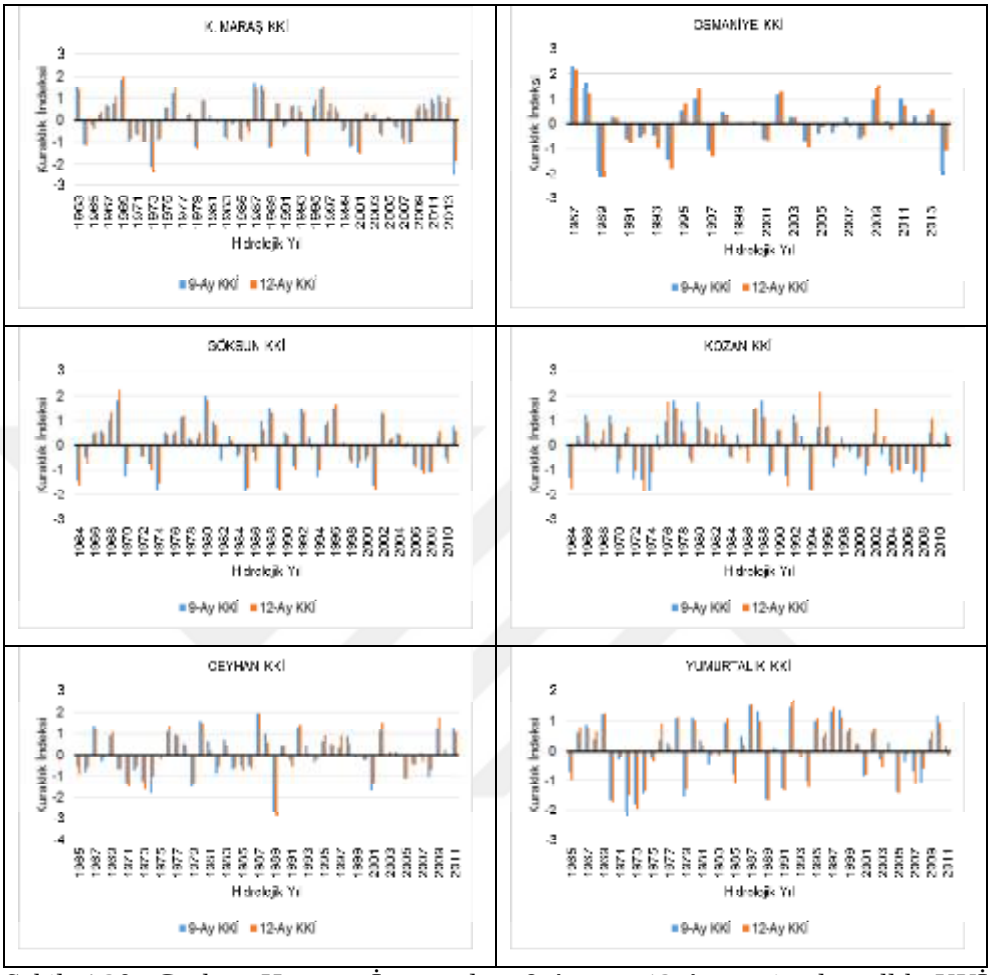
Şekil 4.18. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi

PET değerleri diğer havzalarda olduğu gibi Ceyhan Havzası'nda da artmıştır. Şekil 4.18'e bakılarak en keskin PET artışının Akdeniz kıyı şehri olan Yumurtalık istasyonunda olduğu belirlenebilir. Kozan istasyonunda ise hemen hemen yıllar boyunca PET değeri aynı kalmıştır.

Şekil 4.19 ve 4.20'de Ceyhan Havzası 3, 6, 9 ve 12-Aylık KKİ değerleri yıllık olarak görülmektedir. Kurak bir dönemin ortalama 4 yıl sürdüğü grafiklerden okunabilmektedir. Bütün istasyonlar şiddetli kuraklığı tecrübe etmiştir. Havzanın özellikle Ceyhan, Kozan, Yumurtalık ve Göksun istasyonlarında, 2000li yıllardan sonra kuraklık şiddeti ve sıklığında artış göze çarpmaktadır.

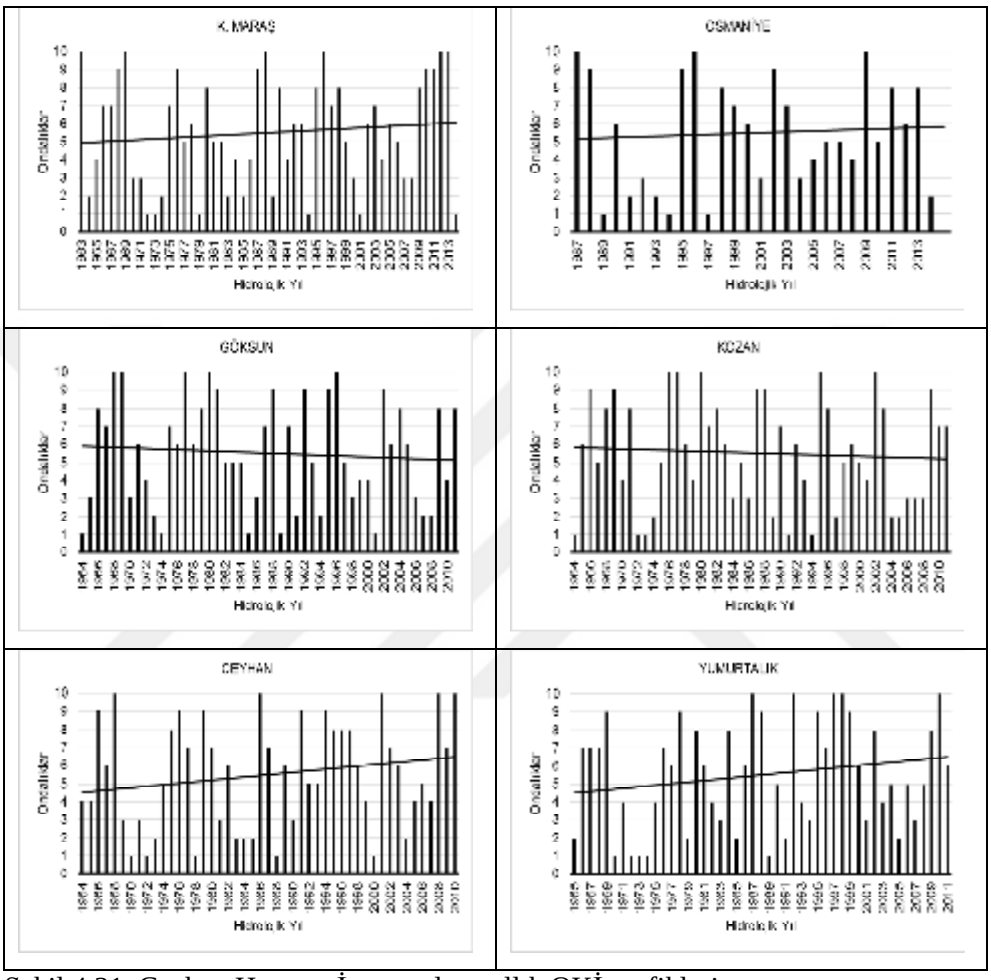


Şekil 4.19. Ceyhan Havzası İstasyonları 3-Ay ve 6-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri



Şekil 4.20. Ceyhan Havzası İstasyonları 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri

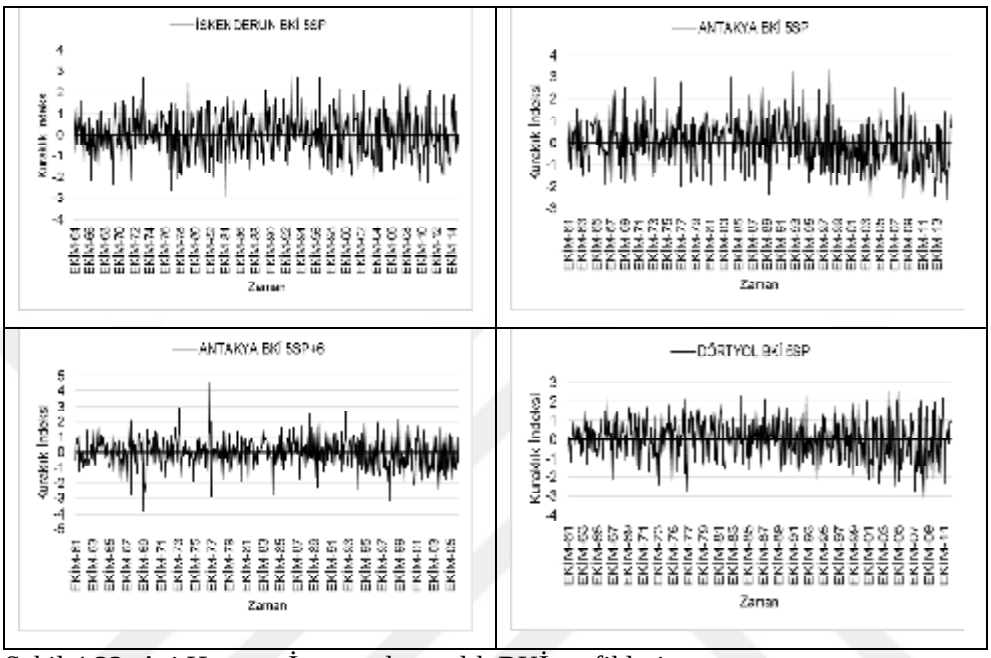
4.9. Ceyhan Havzası OKİ Sonuçları



Şekil 4.21. Ceyhan Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri

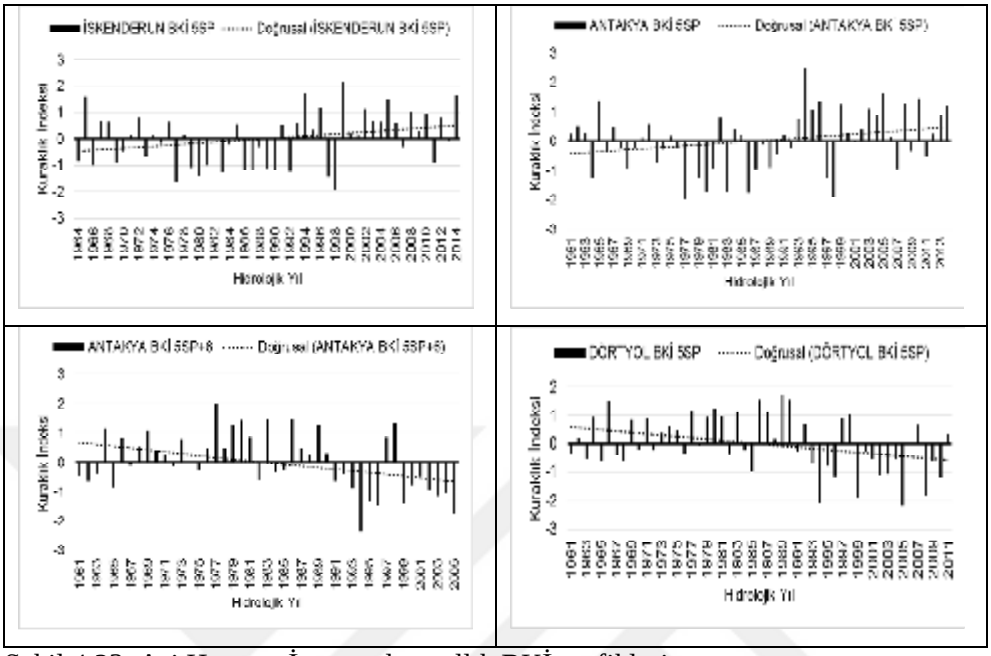
Ceyhan Havzası OKİ sonuçlarında bazı istasyonlar diğer havza istasyonlarına göre farklı sonuç vermiştir. Özellikle Ceyhan ve Yumurtalık istasyonlarında yağışın zamanla arttığını eğilim çizgisinin gidişinden belirleyebiliriz. Göksun ve Kozan istasyonları dışında havza genelinde yağışın arttığını söyleyebiliriz.

4.10. Asi Havzası BKİ Sonuçları



Şekil 4.22. Asi Havzası İstasyonları aylık BKİ grafikleri

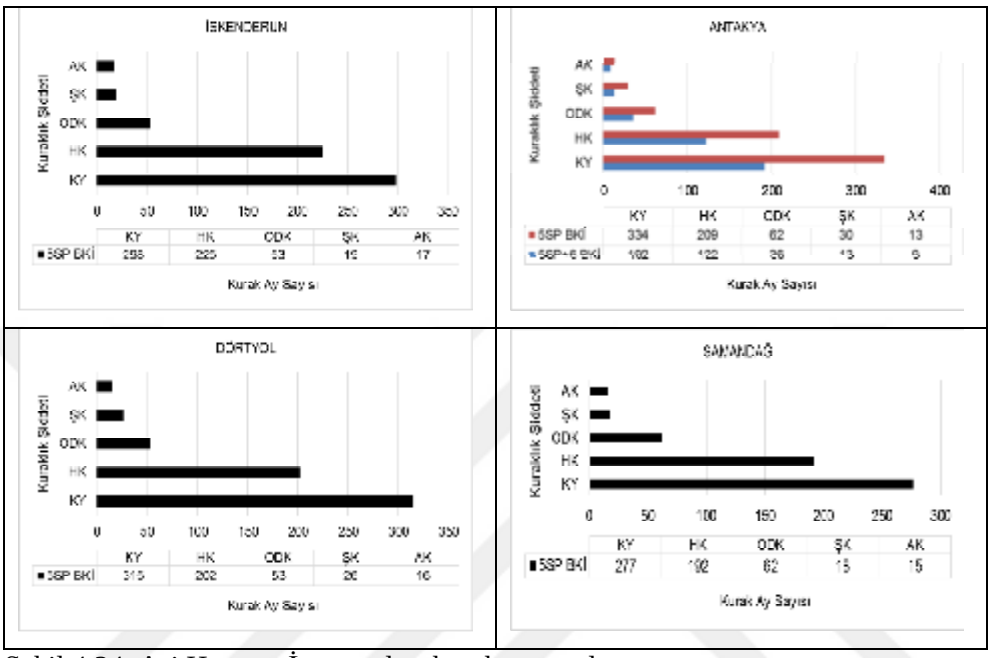
Çalışmada en az istasyona sahip olan havza Asi Havzası'dır. Akım parametresinin kullanıldığı tek istasyon Antakya istasyonudur. 1990lı yıllardan sonra kuraklık şiddeti ve oluşma sıklığında artış görülmüştür. Havza genelinde sık sık şiddetli kuraklık yaşanmaktadır.



Şekil 4.23. Asi Havzası İstasyonları yıllık BKİ grafikleri

Şekil 4.23'e bakıldığında özellikle akımın kullanıldığı Antakya istasyonunda 5SP+6 BKİ değerlerinde azalma göze çarpmaktadır. Bu azalan yağış ve tarımsal su ihtiyacı nedeniyle akarsudan çekilen su miktarının artışı nedeniyle olabilir. Ancak Antakya 5SP BKİ değerlerinde son yıllarda artış gözlenmiştir. Dörtyol istasyonunda ise kuraklıktaki artış göze çarpmaktadır.

Şekil 4.24'te Asi Havzası istasyonları kurak ay sayıları görülmektedir.

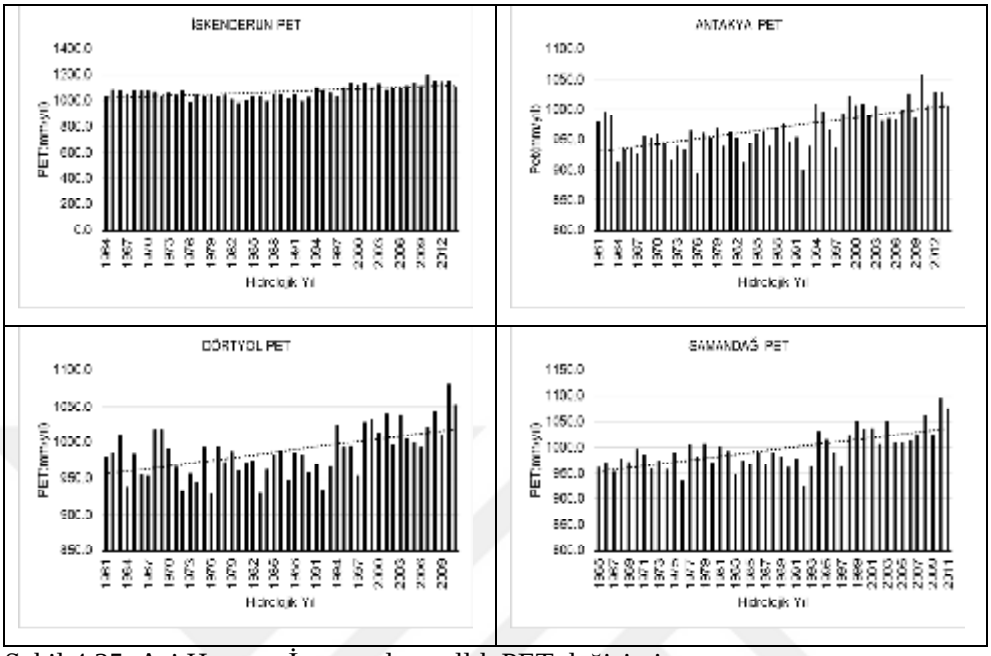


Şekil 4.24. Asi Havzası İstasyonları kurak ay sayıları

4.11. Asi Havzası KKİ Sonuçları

Çizelge 4.26. Asi Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

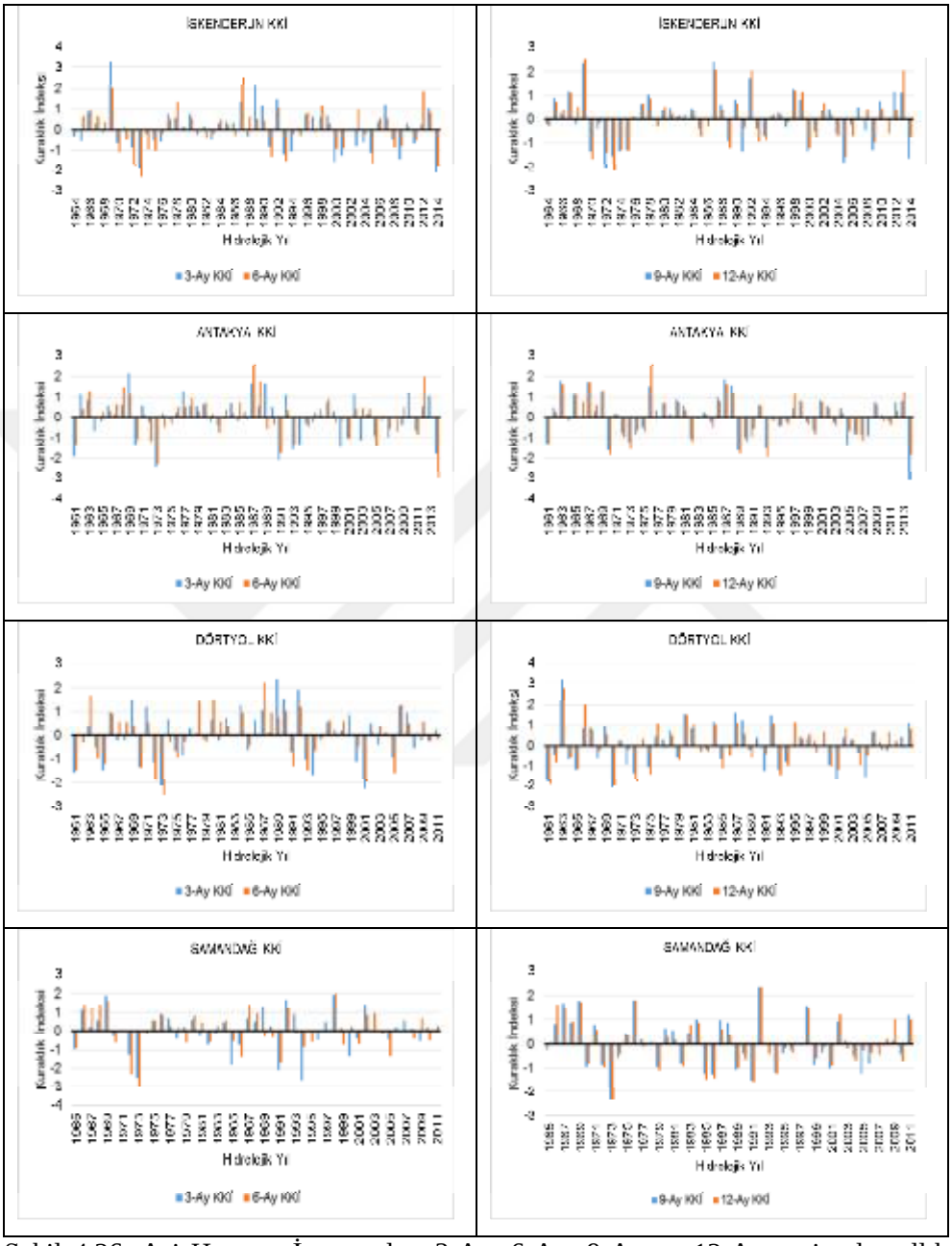
ASİ HAVZASI					
Antakya			**İskenderun**		
3-Aylık KKİ	**AD**	**0.236**	3-Aylık KKİ	**AD**	0.979
	AD*	**0.240**		**AD***	0.994
	p Değ.	**0.778**		**p Değ.**	0.013
6-Aylık KKİ	**AD**	0.529	6-Aylık KKİ	**AD**	0.361
	AD*	0.536		**AD***	0.367
	p Değ.	0.169		**p Değ.**	0.433
9-Aylık KKİ	**AD**	**0.248**	9-Aylık KKİ	**AD**	0.358
	AD*	**0.251**		**AD***	0.364
	p Değ.	**0.741**		**p Değ.**	0.440
12-Aylık KKİ	**AD**	**0.250**	12-Aylık KKİ	**AD**	0.593
	AD*	**0.254**		**AD***	0.602
	p Değ.	**0.732**		**p Değ.**	0.118
Dörtyol			**Samandağ**		
3-Aylık KKİ	**AD**	0.341	3-Aylık KKİ	**AD**	0.419
	AD*	0.347		**AD***	0.426
	p Değ.	0.482		**p Değ.**	0.314
6-Aylık KKİ	**AD**	**0.278**	6-Aylık KKİ	**AD**	**0.266**
	AD*	**0.282**		**AD***	**0.270**
	p Değ.	**0.637**		**p Değ.**	**0.678**
9-Aylık KKİ	**AD**	0.358	9-Aylık KKİ	**AD**	0.554
	AD*	0.364		**AD***	0.563
	p Değ.	0.440		**p Değ.**	0.145
12-Aylık KKİ	**AD**	0.295	12-Aylık KKİ	**AD**	0.564
	AD*	0.300		**AD***	0.573
	p Değ.	**0.583**		**p Değ.**	0.137



Şekil 4.25. Asi Havzası İstasyonları yıllık PET değişimi

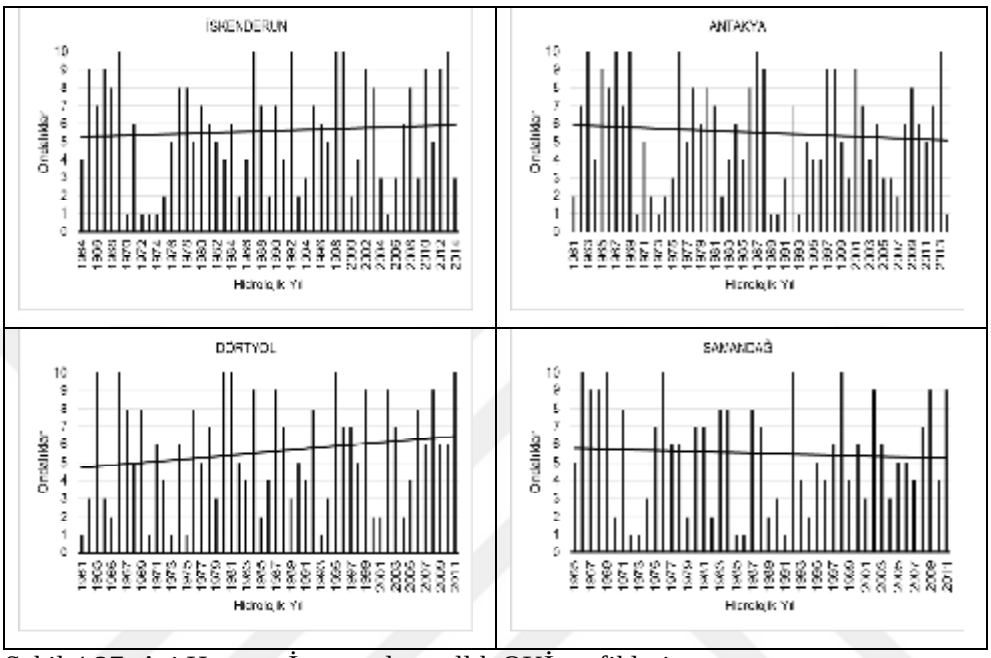
Asi Havzası istasyonlarında PET değerleri artmıştır. En az değişimin olduğu istasyon İskenderun istasyonudur.

Şekil 4.26'da Asi havzası istasyonları 3, 6, 9 ve 12-Aylık KKİ değerleri yıllık değişimleri görülmektedir. Kuraklığın en uzun sürdüğü istasyon İskenderun istasyonudur. Havza genelinde kurak dönem, ortalama olarak yaklaşık 4 yıl sürmektedir. Kurak dönemlerden sonra sulak dönemler yaşanmaktadır.



Şekil 4.26. Asi Havzası İstasyonları 3-Ay, 6-Ay, 9-Ay ve 12-Ay periyotlu yıllık KKİ değerleri

4.12. Asi Havzası OKİ Sonuçları



Şekil 4.27. Asi Havzası İstasyonları yıllık OKİ grafikleri

Şekil 4.27'de Asi Havzası istasyonları OKİ sonuçları verilmektedir. Özellikle Dörtyol istasyonundaki yağış miktarındaki artış göze çarpmaktadır. Asi Havzası diğer havzalara göre daha keskin bir şekilde dağlarla ikiye bölündüğünden yakın istasyonlar arasında büyük farklılıklar görülebilmektedir.

4.13. Mann-Kendall ve Sen'in Eğim Metodu Gidiş Analizi Sonuçları

4.13.1. Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ) Gidiş Analizi Sonuçları

Bu çalışmada kuraklığın gidişini bulabilmek için Mann-Kendall gidiş analizi kullanılmıştır. Sonuçlar tablo haline getirilmiştir. İstasyon zaman serisi uzunluğu 10'un altında olan istasyonlara S testi uygulanırken 10'dan fazla olanlara Z testi uygulanmıştır. Z ve S testi sonucunda elde edilen pozitif değerler artan gidişi yani BKİ değerinin artışını (kuraklığın azalmasını), negatif değerler ise azalan gidişi yani BKİ değerinin azalışını (kuraklığın artmasını) göstermektedir.

Çizelge 4.27. BKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları

Zaman Serisi	İlk Yıl	Son Yıl	n	Test S	Test Z	p (ikikuy.)	Önemlilik
ANAMUR 5SP	1961	2014	54		-2.70	0.01	*
ANAMUR 5SP+6	1969	2005	37		-3.05	0.00	*
ANTAKYA 5SP	1961	2014	54		1.85	0.06	*
ANTAKYA 5SP+6	1961	2005	45		-2.49	0.01	*
BAHÇE 5SP	1999	2012	14		-2.30	0.02	*
DÖRTYOL 5SP	1961	2011	51		-2.01	0.04	*
ERDEMLİ 5SP	1964	2014	51		-2.97	0.00	*
İSKENDERUN 5SP	1964	2014	51		1.74	0.08	*
KARATAŞ 5SP	1964	2011	48		2.20	0.03	*
MERSİN 5SP	1961	2014	54		-2.18	0.03	*
SİLİFKE 5SP	1961	2014	54		-2.98	0.00	*
SİLİFKE 5SP+6	1969	2005	37		4.07	0.00	*
YUMURTALIK 5SP	1965	2011	47		-1.72	0.08	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.27'ye göre bütün istasyonlar arasında BKİ değerleri gidişinin en büyük istatistiksel anlamda değişimi Silifke 5SP+6 zaman serisinde görülmüştür. BKİ değerleri artış eğilimindedir. Bu da kuraklığın azalma eğiliminde olduğunu gösterir.

Sen'in eğim metodu sonuçları da tablo haline getirilmiştir. Q, Sen'in lineer gidiş gerçek eğim tahmin edicisidir. Qmin99 Q'nun 0.01 anlamlılık seviyesinde güven aralığının en düşük limitini gösterir. Qmaks99 Q'nun 0.01 anlamlılık

seviyesinde güven aralığının en yüksek limitini gösterir. Aynı şekilde Qmin95 Q'nun 0.05 anlamlılık seviyesinde güven aralığının en düşük limitini gösterir.

Q değerleri yılda değişim olarak okunmalıdır. Örneğin Anamur 5SP+6 zaman serisinde var olan gidişin eğim estimatörü Q'nun değeri -0.046'dır. Bu doğrusal gidişin 0.46/onyıl şeklinde olduğunu gösterir. Yani Anamur 5SP+6 BKİ değerleri 10 yılda 0.46 azalmıştır. Anamur 5SP BKİ değerleri ise 10 yılda 0.24 değer kaybetmiştir. BKİ değerinin artması kuraklığın azaldığını, azalması ise kuraklığın arttığını gösterir.

İstatistiksel anlamda gidişi olan istasyonların Q eğim estimatörleri de koyu punto yazı ile belirtilmiştir.

Çizelge 4.28'e göre Bahçe 5SP istasyonu BKİ değerleri 10 yılda 1.56 azalmıştır. Bu da kuraklığın arttığının işaretidir. Bu veri, Bahçe 5SP ile hesap edilen kuraklık kategorisinin 10 yılda yaklaşık 2 kategori birden kuraklık yönüne kaydığını göstermektedir.

Çizelge 4.28. BKİ için Sen'in eğim metodu sonuçları

Zaman Serisi	Q	Qmin99	Qmaks99	Qmin95	Qmaks95
ANAMUR 5SP	-0.024	-0.048	-0.001	-0.042	-0.009
ANAMUR 5SP+6	-0.046	-0.084	-0.009	-0.075	-0.017
ANTAKYA 5SP	0.018	-0.005	0.040	-0.001	0.034
ANTAKYA 5SP+6	-0.032	-0.061	0.001	-0.055	-0.008
BAHÇE 5SP	-0.156	-0.315	0.065	-0.251	-0.038
DÖRTYOL 5SP	-0.019	-0.047	0.006	-0.040	-0.001
ERDEMLİ 5SP	-0.028	-0.053	-0.005	-0.048	-0.011
İSKENDERUN 5SP	0.019	-0.010	0.045	-0.003	0.039
KARATAŞ 5SP	0.027	-0.005	0.054	0.003	0.046
MERSİN 5SP	-0.018	-0.040	0.004	-0.035	-0.002
SİLİFKE 5SP	-0.024	-0.044	-0.004	-0.037	-0.009
SİLİFKE 5SP+6	0.056	0.026	0.090	0.036	0.081
YUMURTALIK 5SP	-0.019	-0.051	0.011	-0.042	0.003

4.13.2. Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) Gidiş Analizi Sonuçları

Keşif Kuraklık İndeksi gidiş analizi sonuçları da Bütünleşik Kuraklık İndeksi'ndeki gibi okunmalıdır. Sonuçlar tablo haline getirilmiştir. Hangi istasyonun hangi periyodunda istatistiksel anlamda gidiş var ise o istasyon koyu punto ile yazılmıştır. Negatif gidiş değerleri KKİ değerlerindeki azalışı, pozitif gidiş değerleri KKİ değerlerindeki artışı yansıtmaktadır.

Çizelge 4.29. KKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları

	İlk Yıl	Son Yıl	n	Test Z	p (ikikuy.)	Önemlilik
ANAMUR						
6-Aylık KKİ	1961	2014	54	-1.94	0.05238	*
9-Aylık KKİ	1961	2014	54	-2.21	0.027105	*
12-Aylık KKİ	1961	2014	54	-2.61	0.009054	*
ÇAMARDI						
9-Aylık KKİ	1971	1994	24	-1.81	0.070296	*
12-Aylık KKİ	1971	1994	24	-2.11	0.034858	*
ELBİSTAN						
12-Aylık KKİ	1964	2011	48	-1.68	0.092957	*
ERDEMLİ						
6-Aylık KKİ	1964	2014	51	-1.85	0.064314	*
9-Aylık KKİ	1964	2014	51	-1.82	0.068759	*
12-Aylık KKİ	1964	2014	51	-2.01	0.044431	*
KADİRLİ						
3-Aylık KKİ	1999	2012	14	1.97	0.048838	*
6-Aylık KKİ	1999	2012	14	2.96	0.003076	*
9-Aylık KKİ	1999	2012	14	2.63	0.008538	*
12-Aylık KKİ	1999	2012	14	2.30	0.021448	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.30. KKİ için Mann-Kendall gidiş analizi sonuçları (devamı)

	İlk Yıl	Son Yıl	n	Test Z	p (ikikuy.)	Önemlilik
MERSİN						
6-Aylık KKİ	1961	2014	54	-1.73	0.08363	*
12-Aylık KKİ	1961	2014	54	-1.72	0.085432	*
MUT 1						
6-Aylık KKİ	1966	1986	21	-1.78	0.075076	*
9-Aylık KKİ	1964	2010	47	-2.18	0.029257	*
12-Aylık KKİ	1964	2010	47	-2.60	0.009322	*
SİLİFKE						
9-Aylık KKİ	1961	2014	54	-1.76	0.078408	*
12-Aylık KKİ	1961	2014	54	-2.03	0.042357	*
TUFANBEYLİ						
3-Aylık KKİ	1987	2012	26	-2.29	0.022021	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.31. KKİ için Sen'in eğim metodu sonuçları

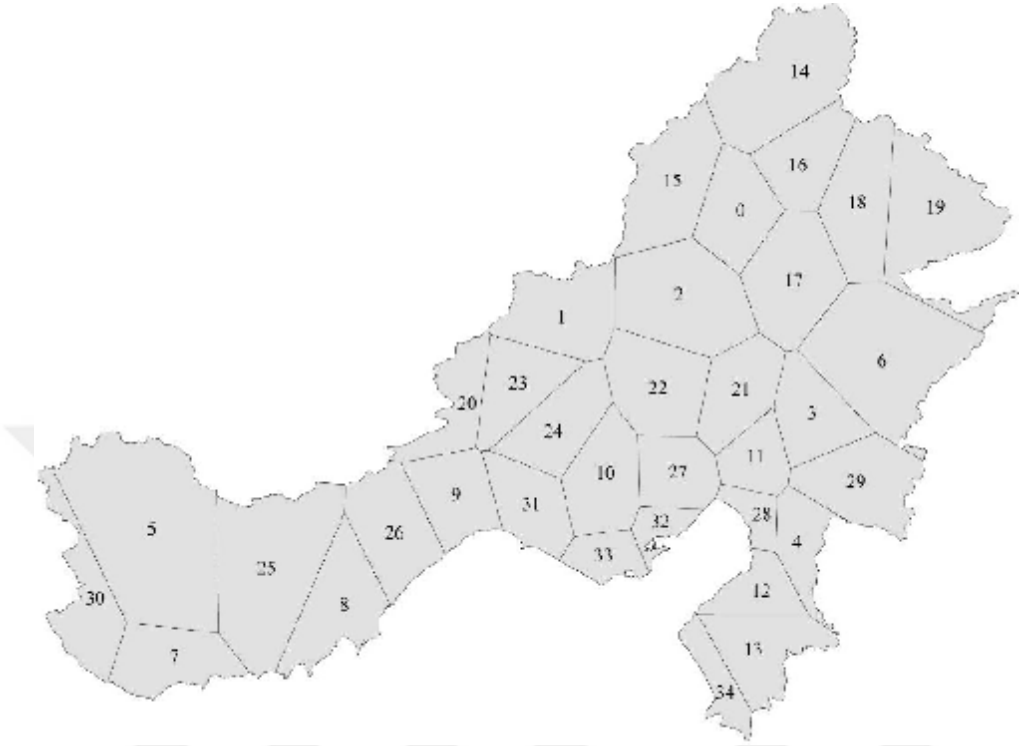
	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95
ANAMUR					
6-Aylık KKİ	-0.017	-0.037	0.005	-0.033	0.000
9-Aylık KKİ	-0.020	-0.043	0.003	-0.037	-0.002
12-Aylık KKİ	-0.022	-0.044	-0.001	-0.038	-0.006
ÇAMARDI					
9-Aylık KKİ	-0.053	-0.124	0.032	-0.100	0.004
12-Aylık KKİ	-0.061	-0.136	0.015	-0.118	-0.006
ELBİSTAN					
12-Aylık KKİ	-0.013	-0.043	0.010	-0.035	0.002
ERDEMLİ					
6-Aylık KKİ	-0.017	-0.040	0.009	-0.036	0.002
9-Aylık KKİ	-0.018	-0.042	0.007	-0.036	0.001
12-Aylık KKİ	-0.020	-0.042	0.005	-0.036	0.000
KADİRLİ					
3-Aylık KKİ	0.159	-0.039	0.348	-0.002	0.293
6-Aylık KKİ	0.198	0.057	0.289	0.083	0.266
9-Aylık KKİ	0.160	0.002	0.284	0.079	0.236
12-Aylık KKİ	0.134	-0.063	0.296	0.056	0.211
MERSİN					
6-Aylık KKİ	-0.017	-0.036	0.007	-0.031	0.002
12-Aylık KKİ	-0.014	-0.034	0.007	-0.029	0.001
MUT 1					
6-Aylık KKİ	-0.042	-0.116	0.024	-0.083	0.006
PINARBAŞI					
9-Aylık KKİ	-0.021	-0.042	0.004	-0.038	-0.002
12-Aylık KKİ	-0.024	-0.047	0.000	-0.043	-0.006
SİLİFKE					
9-Aylık KKİ	-0.015	-0.039	0.009	-0.034	0.002
12-Aylık KKİ	-0.018	-0.039	0.004	-0.033	-0.001
TUFANBEYLİ					
3-Aylık KKİ	-0.055	-0.115	0.007	-0.098	-0.010

4.14. Thiessen Poligonları Sonuçları

İstasyonların Thiessen poligonları bulunduktan sonra her poligonun alanı hesaplanmıştır. Şekil 4.28'de istasyonlara ait poligonlar görülmektedir. Şekil 4.29'da ise poligon numaraları görülmektedir.



Şekil 4.28. İstasyonların Thiessen poligonları



Şekil 4.29. İstasyonların Thiessen poligon numaraları

İstasyonların Thiessen poligon alanları Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.32. İstasyonların Thiessen Poligon alanları

Poligon No	İstasyon No	Adı	Alan(km2)
0	6204	TUFANBEYLİ	1808.283
1	6893	ÇAMARDI	2290.824
2	6902	FEKE	3246.591
3	7946	BAHÇE	1695.467
4	8541	HASSA	1176.478
5	8727	ERMENEK	6077.100
6	17255	K.MARAŞ	4410.817
7	17320	ANAMUR	1809.131
8	17330	SİLİFKE	2177.366
9	17340	MERSİN	1657.051
10	17351	ADANA	1926.974
11	17355	OSMANİYE	1089.117
12	17370	İSKENDERUN	1080.980
13	17372	ANTAKYA	1880.374
14	17802	PINARBAŞI	3595.165
15	17837	TOMARZA	2571.863
16	17840	SARIZ	1690.551
17	17866	GÖKSUN	2560.791
18	17868	AFŞİN	2330.561
19	17870	ELBİSTAN	3306.758
20	17906	ULUKIŞLA	1428.239

Çizelge 4.33. İstasyonların Thiessen Poligon alanları (devamı)

Poligon No	İstasyon No	Adı	Alan(km2)
21	17907	KADİRLİ	1747.252
22	17908	KOZAN	2236.231
23	17934	POZANTI	1665.747
24	17936	KARAİSALI	1854.114
25	17956	MUT	4302.078
26	17958	ERDEMLİ	2131.237
27	17960	CEYHAN	1413.344
28	17962	DÖRTYOL	603.521
29	17964	İSLAHİYE	2232.438
30	17974	GAZİPAŞA	1792.935
31	17978	TARSUS	1545.438
32	17979	YUMURTALIK	547.880
33	17981	KARATAŞ	837.975
34	17986	SAMANDAĞ	865.529
		Toplam Alan=	**73586.202**

Çizelge 4.34'de periyot aralığına göre BKİ ve KKİ değerleri verilmiştir. Sonuçlara göre havza geneli hafif kuraklık yaşamıştır. Sadece 1971-1986 periyodunda BKİ için havza genelinde kuraklık yaşanmamıştır.

Çizelge 4.34. Periyot aralığına göre tüm havzanın kuraklık indeks değerleri

	PERİYOT ARALIĞI(Yıl)		
	1971-1986	**1989-1994**	**1999-2010**
Toplam Alan(km2)	55133.65	64175.66	57584.02
BKİ	0.08	-0.05	-0.06
KKİ	-0.03	-0.43	-0.22

4.15. Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları

Bölgesel kuraklık frekans analizi yapabilmek için homojen havzalar belirlemek gerekmektedir. Ancak H heterojenlik testine göre tüm çalışma alanı heterojen çıkmıştır. Bu sebeple istasyonların birbirlerine olan konumlarına ve yüksekliklerine göre bölgeler belirlenmiş ve homojen olup olmadıkları sınanmıştır. Yapılan analiz sonucunda homojen alt havzalar elde edilmiştir. Bu havzalar Bölge 1, Bölge 2 ve Bölge 3 olarak adlandırılmıştır. 17866 nolu Göksun istasyonu tüm çalışmalarda uyumsuzluk yarattığından analizlerden çıkarılmıştır.

Çizelge 4.35, Çizelge 4.36 ve Çizelge 4.37'de homojen bölgeler ve sahip oldukları istasyonlar gösterilmektedir.

Çizelge 4.35. Homojen Bölge 1 istasyonları

BÖLGE 1				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
8727	ERMENEK	1280	36.6333	32.8833
17320	ANAMUR	2	36.0742	32.8407
17330	SİLİFKE	10	36.3824	33.9373
17340	MERSİN	7	36.7879	34.6026
17351	ADANA	23	37.0041	35.3443
17907	KADİRLİ	86	37.3575	36.0907
17908	KOZAN	112	37.4337	35.8188
17936	KARAİSALI	240	37.2505	35.0628
17956	MUT 2	340	36.6514	33.4339
17958	ERDEMLİ	7	36.6119	34.3085
17974	GAZİPAŞA	21	36.2715	32.3045

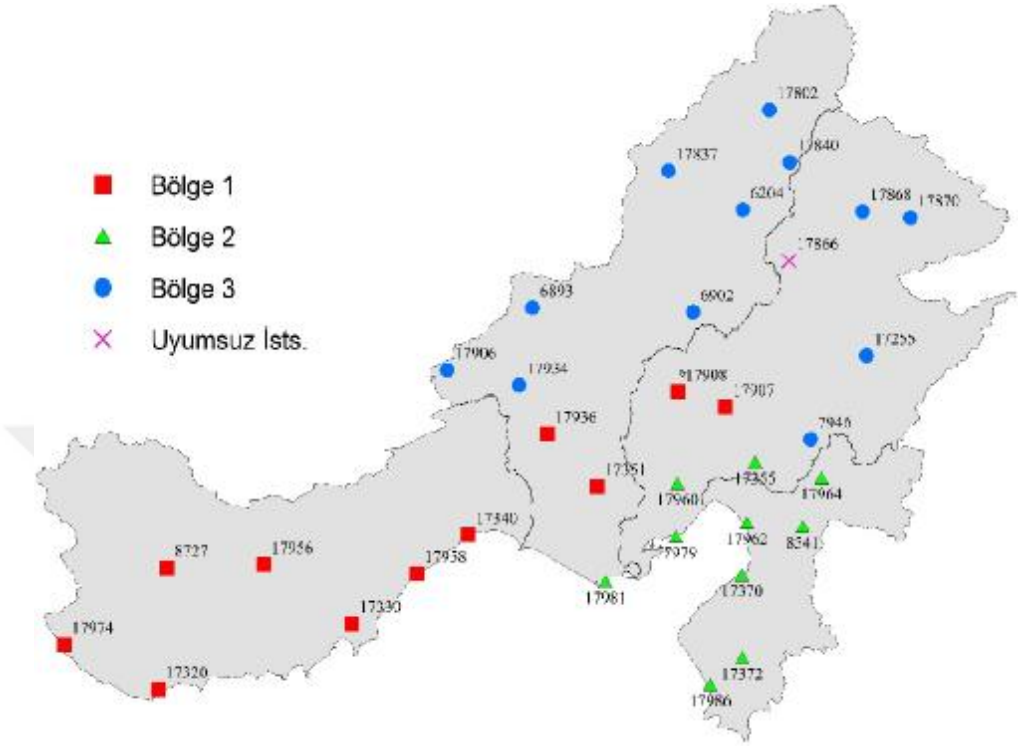
Çizelge 4.36. Homojen Bölge 2 istasyonları

BÖLGE 2				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
8541	HASSA	460	36.8000	36.5167
17355	OSMANİYE	94	37.1021	36.2539
17370	İSKENDERUN	4	36.5847	36.1606
17372	ANTAKYA	104	36.2048	36.1513
17960	CEYHAN	48	37.0132	35.8055
17962	DÖRTYOL	29	36.8244	36.1981
17964	İSLAHİYE	518	37.0209	36.6319
17979	YUMURTALIK	34	36.7687	35.7903
17981	KARATAŞ	22	36.5667	35.3833
17986	SAMANDAĞ	4	36.0846	35.9662

Bölge 3 istasyonların rakımı yüksek olanları seçilerek elde edilmiştir.

Çizelge 4.37. Homojen Bölge 3 istasyonları

BÖLGE 3				
İstasyon No	**Adı**	**Kot (m)**	**X (Enlem) K**	**Y (Boylam) D**
6204	TUFANBEYLİ	1400	38.2649	36.2207
6893	ÇAMARDI	1500	37.8317	34.9842
6902	FEKE	620	37.8000	35.9167
7946	BAHÇE	665	37.1993	36.5765
17255	K.MARAŞ	572	37.5760	36.9150
17802	PINARBAŞI	1542	38.7224	36.3924
17837	TOMARZA	1402	38.4522	35.7912
17840	SARIZ	1599	38.4781	36.5035
17868	AFŞİN	1230	38.2405	36.9190
17870	ELBİSTAN	1137	38.2038	37.1982
17906	ULUKIŞLA	1453	37.5480	34.4867
17934	POZANTI	1080	37.4758	34.9022



Şekil 4.30. Homojen bölge istasyonlarının havza geneline dağılışı

Şekil 4.30'da belirlenen homojen bölgeler ve sahip oldukları istasyonların havza geneline dağılışı görünmektedir.

4.15.1. BKİ Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları

L-Moment analizi 3.2.6 kısmında anlatıldığı gibi yapılmıştır. Her bölgenin homojen olup olmadığı belirlenmiştir. Heterojenlik ölçüsü (H) ve Z uygunluk testi sonuçları tablo haline getirilmiştir. Homojen bölgelerde H1<1 ve 0'a yakın, |Z| <1.645 çıkmıştır. Bölgelerin tekerrür fonksiyonu (quantile function) hesaplanmıştır. Büyüme eğrisi grafiği oluşturulmuştur. Her bölgenin istasyonlarının L-Moment diyagramları gösterilmiştir. En son olarak homojen bölgeye en iyi uyan dağılımın tekerrür fonksiyonu değeri, istasyon BKİ ortalamasıyla çarpılıp belirlenen tekerrür periyoduna karşılık gelen kuraklık indeks değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.38'de istasyonların uyumsuzluk ölçüsü verilmiştir. Bütün istasyonlar uyumlu çıkmıştır. L-Cv (değişim katsayısı), L-skew (çarpıklık katsayısı) ve L-kurt (basıklık katsayısı) verilmiştir.

Çizelge 4.39'da ise seçilen bölgenin heterojenlik ölçüleri (H) ve Z testi ile belirlenen en uygun dağılım gösterilmiştir. Koyu punto ile yazılmıştır.

Çizelge 4.38. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	28	ERMENEK	0.19	0.116	0.171	0.26
2	54	ANAMUR	0.22	0.209	0.202	0.80
3	54	SİLİFKE	0.228	0.219	0.211	1.05
4	54	MERSİN	0.188	0.123	0.107	0.82
5	54	ADANA	0.171	0.019	0.105	0.89
6	14	KADİRLİ	0.178	0.012	0.204	2.13
7	48	KOZAN	0.223	0.047	0.098	1.72
8	47	KARAİSALI	0.178	0.092	0.095	1.05
9	21	MUT 2	0.219	0.079	0.036	1.72
10	51	ERDEMLİ	0.215	0.164	0.209	0.50
11	45	GAZİPAŞA	0.207	0.112	0.160	0.07

Çizelge 4.39. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.19**
Heterojenlik	H2	-0.19
	H3	0.02
	Gen. Lojistik	1.81
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-0.96
	Gen. Normal	**-0.86**
	Pearson Tip III	-1.28
	Gen. Pareto	-6.64

Çizelge 4.40'da dağılımların L-Moment oranları ile elde edilen yer, ölçek ve şekil parametreleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.40. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri

Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.961	0.198	-0.119
Gen. Ekstrem Değer	0.842	0.314	0.081
Gen. Normal	0.957	0.351	-0.244
Pearson Tip III	1	0.365	0.725
Gen. Pareto	0.478	0.823	0.575
	z	**α**	**β**
WAKEBY	0.298	3.146	8.621
		g	d
		0.443	-0.181

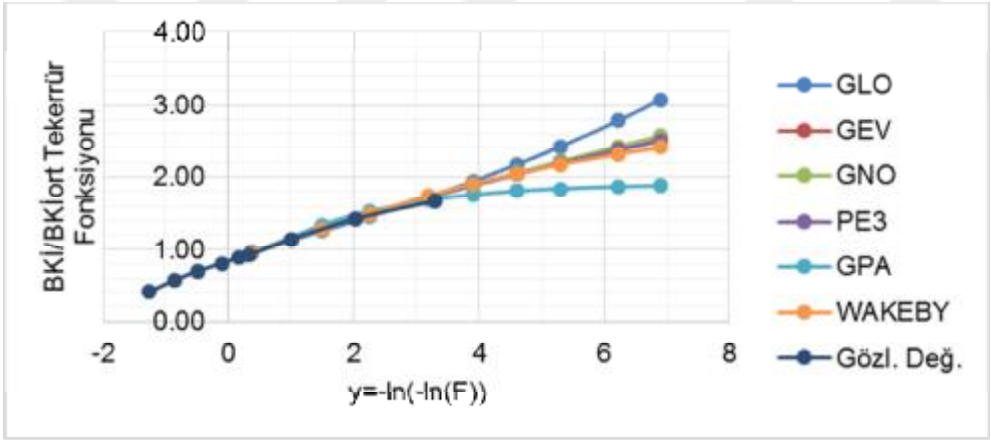
Dağılımların tekerrür fonksiyonu değerleri Çizelge 4.41'de verilmiştir. Koyu punto ile en iyi uyan dağılım ve tekerrür fonksiyonu değerleri yazılmıştır.

Çizelge 4.41. Bölge 1 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.96	1.26	1.46	1.73	1.94	2.17	2.42	2.78	3.08
Gen. Ekst. Değ.	0.96	1.29	1.49	1.73	1.89	2.05	2.19	2.37	2.50
Gen. Normal	**0.96**	**1.28**	**1.48**	**1.72**	**1.89**	**2.06**	**2.21**	**2.42**	**2.57**
Pearson Tip III	0.96	1.29	1.49	1.72	1.88	2.04	2.19	2.37	2.51
Gen. Pareto	0.95	1.34	1.53	1.68	1.76	1.81	1.84	1.87	1.88
WAKEBY	0.95	1.28	1.50	1.74	1.91	2.05	2.17	2.32	2.41
y*	-1.26	-0.86	-0.49	-0.09	0.16	0.32	1.01	2.03	3.31
Q/Qort (Gözl. Değ.)	0.41	0.57	0.70	0.81	0.89	0.93	1.15	1.43	1.68

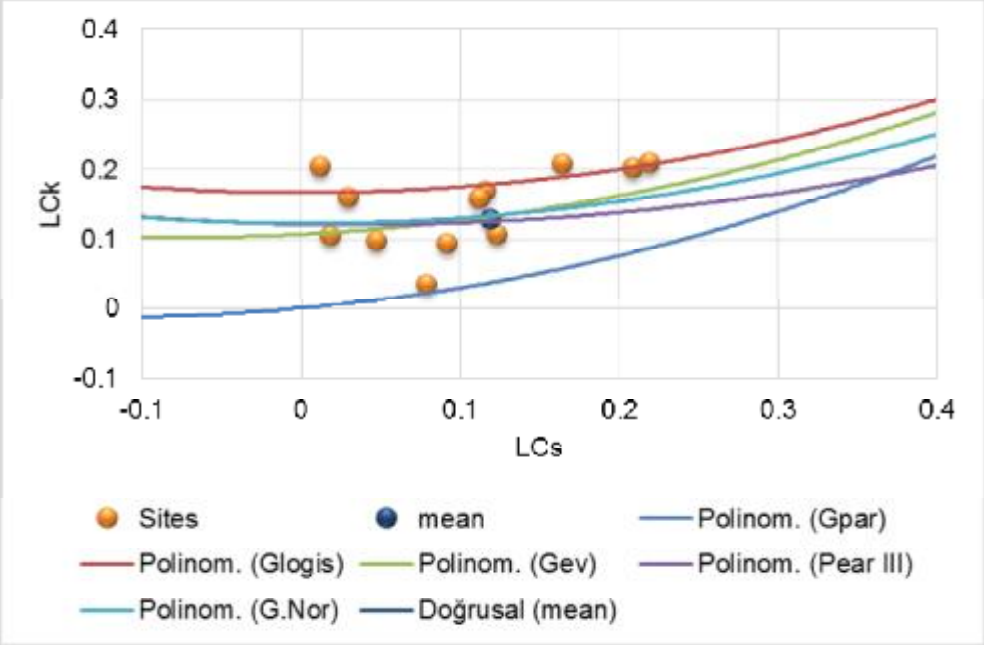
y* : Hosking noktalama pozisyon formülü ile hesaplanan Gumbel azalan değerler

Bölge 1'e ait tekerrür fonksiyonunun büyüme eğrisi Şekil 4.31'de gösterilmektedir.



Şekil 4.31. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)

İstasyonların L-Moment oranları diyagramı Şekil 4.32'de verilmiştir.



Şekil 4.32. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

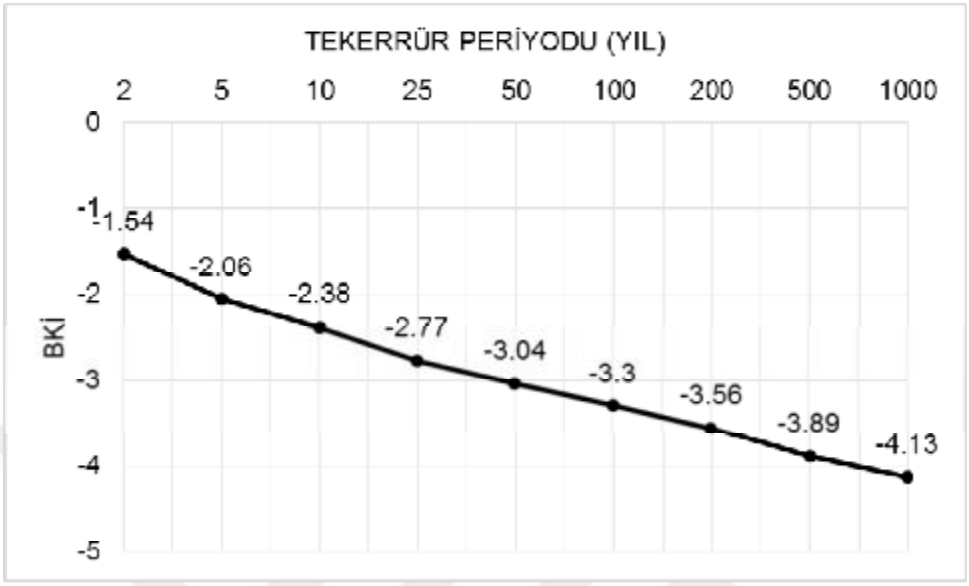
Homojen bölgeye uyan en iyi dağılım belirlendikten sonra bu dağılımın tekerrür fonksiyonu değerleri ile istasyonların kuraklık indeksi değerleri çarpılmış ve belirlenen dönüş periyotlarına karşılık gelebilecek minimum kuraklık indeks değerleri elde edilmiştir. Bölge 1'e ait sonuçlar Çizelge 4.42'de gösterilmiştir.

Bütün işlemler Bölge 2 ve Bölge 3 için de tekrar edilmiştir. Bölge 1 için bulunan değerlerin hepsi bulunup tablolaştırılmıştır. En nihayetinde tekerrür periyoduna karşılık gelen en düşük kuraklık indeks değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.42. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**BKİ**								
ERMENEK	-1.56	-2.09	-2.42	-2.81	-3.08	-3.35	-3.61	-3.95	-4.20
ANAMUR	-1.60	-2.15	-2.48	-2.88	-3.16	-3.44	-3.70	-4.05	-4.30
SİLİFKE	-1.66	-2.23	-2.58	-2.99	-3.28	-3.57	-3.84	-4.20	-4.47
MERSİN	-1.59	-2.14	-2.47	-2.87	-3.15	-3.42	-3.69	-4.03	-4.29
ADANA	-1.52	-2.04	-2.36	-2.74	-3.01	-3.27	-3.52	-3.85	-4.09
KADİRLİ	-1.44	-1.94	-2.24	-2.60	-2.85	-3.10	-3.34	-3.65	-3.88
KOZAN	-1.57	-2.11	-2.44	-2.83	-3.11	-3.37	-3.63	-3.97	-4.23
KARAİSALI	-1.56	-2.09	-2.42	-2.80	-3.08	-3.34	-3.60	-3.94	-4.19
MUT 2	-1.42	-1.90	-2.19	-2.55	-2.80	-3.04	-3.27	-3.58	-3.81
ERDEMLİ	-1.51	-2.02	-2.34	-2.72	-2.98	-3.24	-3.49	-3.82	-4.06
GAZİPAŞA	-1.57	-2.10	-2.43	-2.82	-3.10	-3.36	-3.62	-3.96	-4.21
BÖLGE 1	-1.54	-2.06	-2.38	-2.77	-3.04	-3.3	-3.56	-3.89	-4.13

Çizelge 4.42'de görülen BÖLGE 1 BKİ değerleri Thiessen poligonları kullanılarak elde edilmiştir. Bu şekilde bölge geneli için büyüme eğrisi değerleri elde edilmiştir.



Şekil 4.33. Bölge 1 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri

Çizelge 4.43. Bölge 2 için L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	HASSA	0.239	0.043	0.078	1.59
2	28	OSMANİYE	0.222	-0.050	0.116	1.37
3	51	İSKENDERUN	0.212	0.030	0.160	0.47
4	54	ANTAKYA	0.207	-0.007	0.106	0.77
5	47	CEYHAN	0.206	0.140	0.172	0.58
6	51	DÖRTYOL	0.215	0.115	0.140	0.48
7	35	İSLAHİYE	0.237	0.100	0.185	1.88
8	47	YUMURTALIK	0.167	0.073	0.198	1.36
9	48	KARATAŞ	0.18	0.114	0.152	0.64
10	47	SAMANDAĞ	0.172	0.119	0.161	0.85

Çizelge 4.44. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

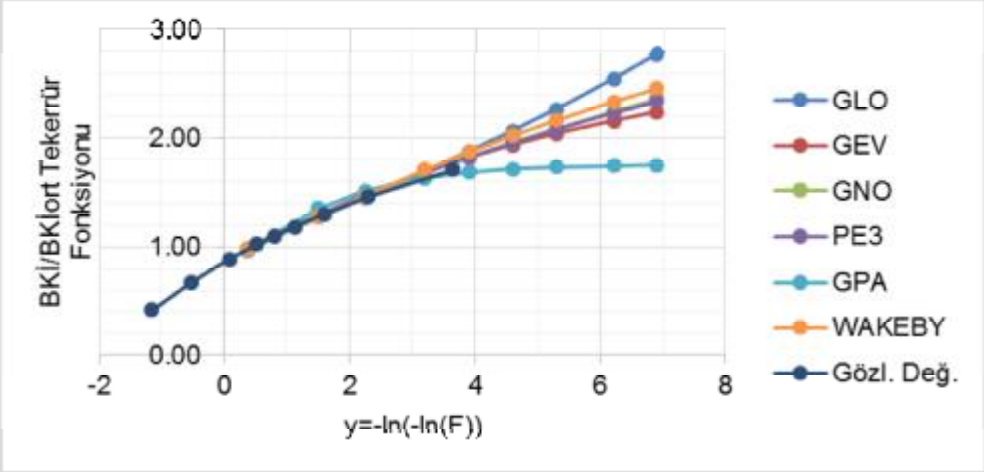
		Tüm İstasyonlar
	H1	**0.12**
Heterojenlik	H2	-0.41
	H3	-1.09
	Gen. Lojistik	**1.19**
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-1.8
	Gen. Normal	-1.37
	Pearson Tip III	-1.53
	Gen. Pareto	-7.58

Çizelge 4.45. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri

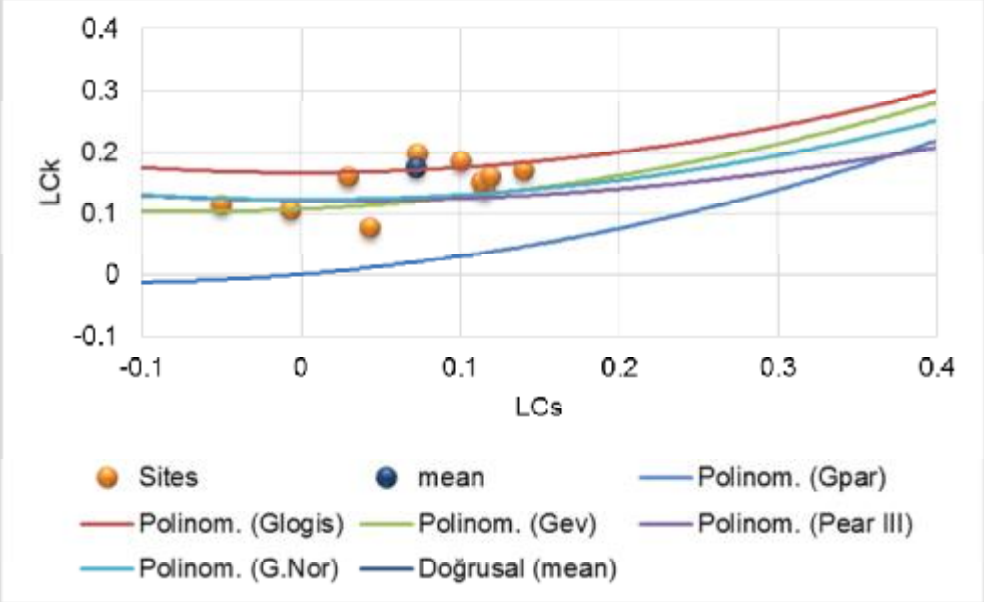
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.976	0.201	-0.072
Gen. Ekstrem Değer	0.854	0.332	0.158
Gen. Normal	0.974	0.356	-0.148
Pearson Tip III	1	0.361	0.442
Gen. Pareto	0.447	0.958	0.731
	z	**α**	**β**
WAKEBY	0.284	2.263	5.519
		g	d
		0.347	-0.104

Çizelge 4.46. Bölge 2 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	**0.98**	**1.27**	**1.45**	**1.69**	**1.88**	**2.07**	**2.27**	**2.55**	**2.78**
Gen. Ekst. Değ.	0.97	1.30	1.48	1.69	1.82	1.94	2.04	2.17	2.25
Gen. Normal	0.97	1.29	1.48	1.69	1.83	1.96	2.09	2.25	2.37
Pearson Tip III	0.97	1.29	1.48	1.68	1.83	1.96	2.08	2.24	2.35
Gen. Pareto	0.97	1.35	1.51	1.63	1.68	1.71	1.73	1.74	1.75
WAKEBY	0.98	1.27	1.47	1.71	1.87	2.03	2.17	2.34	2.46
y*	-1.16	-0.54	0.08	0.52	0.81	1.12	1.60	2.29	3.65
Q/Qort (Gözl. Değ.)	0.42	0.67	0.89	1.03	1.10	1.18	1.30	1.46	1.71



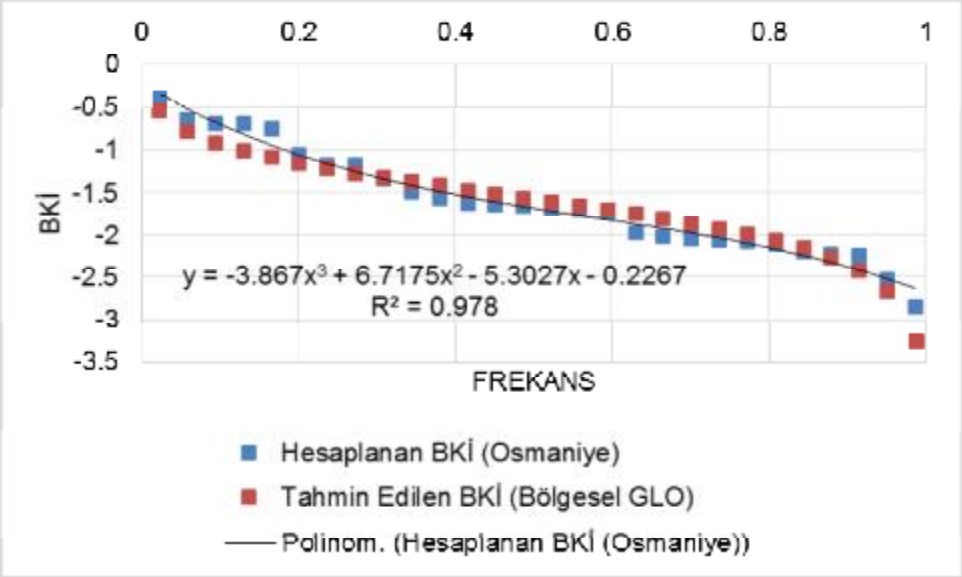
Şekil 4.34. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.35. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Bölge 2'de bulunan 10 istasyondan Osmaniye istasyonu çıkarılarak çalışma 9 istasyon ile tekrar edilmiştir. GLO (genelleştirilmiş lojistik) dağılımından elde edilen denklem ile Osmaniye istasyonu için BKİ değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin frekans eğrileri Şekil 4.36'da görülmektedir. Şekilden de

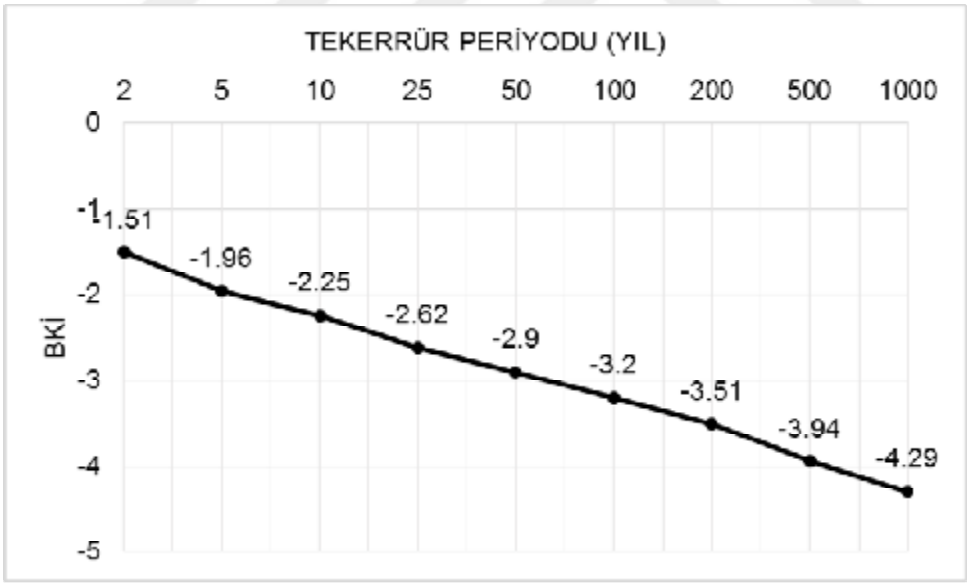
anlaşılacağı üzere çalışmada hiç kullanılmamış bir istasyonun hesaplanan değerleri GLO dağılımı ile elde edilen değerlerle çok yakınsadığı görülmektedir.



Şekil 4.36. Bölge 2 için BKİ büyüme değerlerinin en uygun dağılımla karşılaştırılması

Çizelge 4.47. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**BKİ**								
HASSA	-1.46	-1.89	-2.17	-2.53	-2.80	-3.09	-3.39	-3.81	-4.14
OSMANİYE	-1.58	-2.05	-2.35	-2.74	-3.04	-3.35	-3.68	-4.13	-4.49
İSKENDERUN	-1.46	-1.90	-2.17	-2.53	-2.81	-3.09	-3.39	-3.81	-4.14
ANTAKYA	-1.47	-1.92	-2.20	-2.56	-2.84	-3.13	-3.43	-3.85	-4.19
CEYHAN	-1.58	-2.05	-2.35	-2.74	-3.04	-3.35	-3.67	-4.12	-4.49
DÖRTYOL	-1.52	-1.98	-2.27	-2.64	-2.93	-3.23	-3.54	-3.98	-4.33
İSLAHİYE	-1.46	-1.89	-2.17	-2.53	-2.80	-3.09	-3.39	-3.81	-4.14
YUMURTALIK	-1.57	-2.04	-2.33	-2.72	-3.01	-3.32	-3.64	-4.09	-4.45
KARATAŞ	-1.52	-1.97	-2.26	-2.63	-2.92	-3.22	-3.53	-3.97	-4.32
SAMANDAĞ	-1.60	-2.08	-2.38	-2.78	-3.08	-3.40	-3.72	-4.18	-4.55
BÖLGE 2	-1.51	-1.96	-2.25	-2.62	-2.9	-3.2	-3.51	-3.94	-4.29



Şekil 4.37. Bölge 2 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri

Çizelge 4.48. Bölge 3 için L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	TUFANBEYLİ	0.223	0.109	0.062	1.30
2	24	ÇAMARDI	0.279	0.049	0.025	2.80*
3	24	FEKE	0.208	0.194	0.206	0.86
4	14	BAHÇE	0.212	0.110	0.128	0.14
5	52	K.MARAŞ	0.221	0.140	0.171	0.27
6	47	PINARBAŞI	0.221	0.006	0.108	0.93
7	45	TOMARZA	0.188	0.036	0.100	1.68
8	43	SARIZ	0.202	0.112	0.154	0.27
9	40	AFŞİN	0.24	0.220	0.135	1.06
10	48	ELBİSTAN	0.21	0.056	0.196	1.70
11	49	ULUKIŞLA	0.24	0.213	0.155	0.91
12	30	POZANTI	0.215	0.097	0.148	0.09

*: Uyumsuz İstasyon

Çizelge 4.49. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

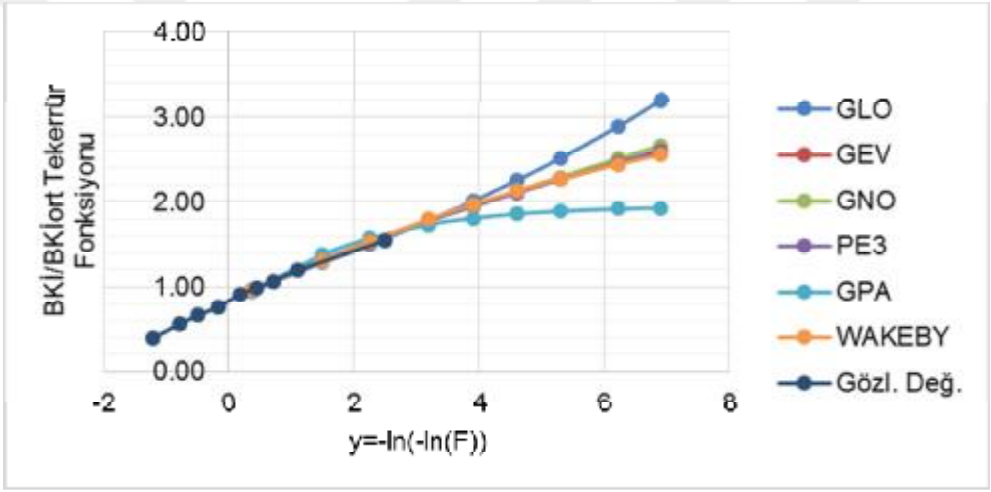
		Tüm İstasyonlar
Heterojenlik	H1	-0.74
	H2	-0.24
	H3	-0.43
Dağılımlar	Gen. Lojistik	2.36
	Gen. Ekstrem Değer	-0.51
	Gen. Normal	**-0.34**
	Pearson Tip III	-0.71
	Gen. Pareto	-6.32

Çizelge 4.50. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri

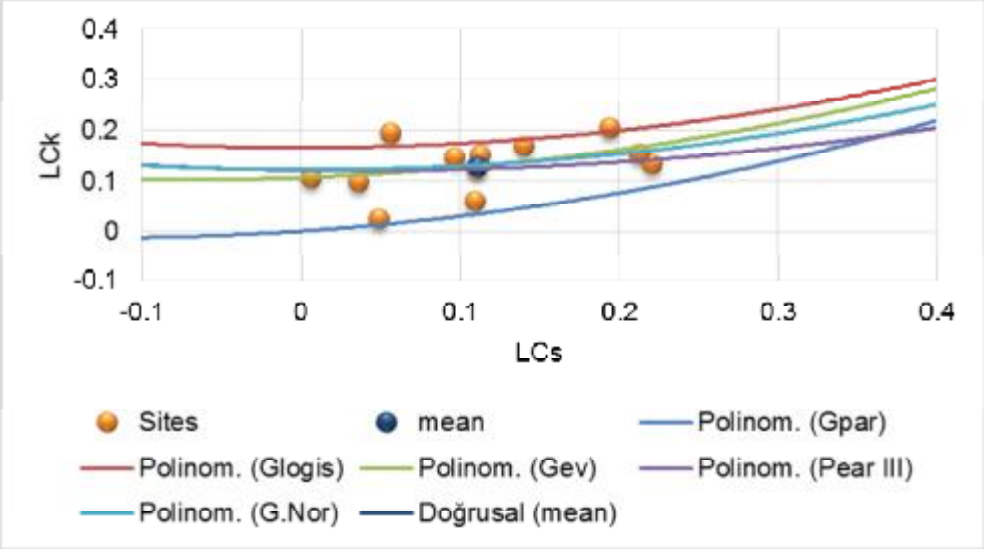
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.96	0.216	-0.111
Gen. Ekstrem Değer	0.831	0.344	0.094
Gen. Normal	0.956	0.382	-0.228
Pearson Tip III	1	0.396	0.677
Gen. Pareto	0.427	0.917	0.601
	z	**α**	**β**
WAKEBY	0.284	2.273	5.807
		g	d
		0.44	-0.152

Çizelge 4.51. Bölge 3 için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.96	1.28	1.50	1.78	2.01	2.25	2.52	2.89	3.20
Gen. Ekst. Değ.	0.96	1.31	1.53	1.78	1.96	2.12	2.27	2.45	2.58
Gen. Normal	**0.96**	**1.31**	**1.53**	**1.78**	**1.96**	**2.13**	**2.30**	**2.51**	**2.67**
Pearson Tip III	0.96	1.31	1.53	1.78	1.95	2.11	2.27	2.47	2.61
Gen. Pareto	0.95	1.37	1.57	1.73	1.81	1.86	1.89	1.92	1.93
WAKEBY	0.96	1.30	1.53	1.80	1.97	2.13	2.28	2.45	2.56
y*	-1.21	-0.78	-0.49	-0.16	0.19	0.46	0.71	1.12	2.50
Q/Qort (Gözl. Değ.)	0.39	0.56	0.66	0.76	0.91	0.99	1.07	1.19	1.55



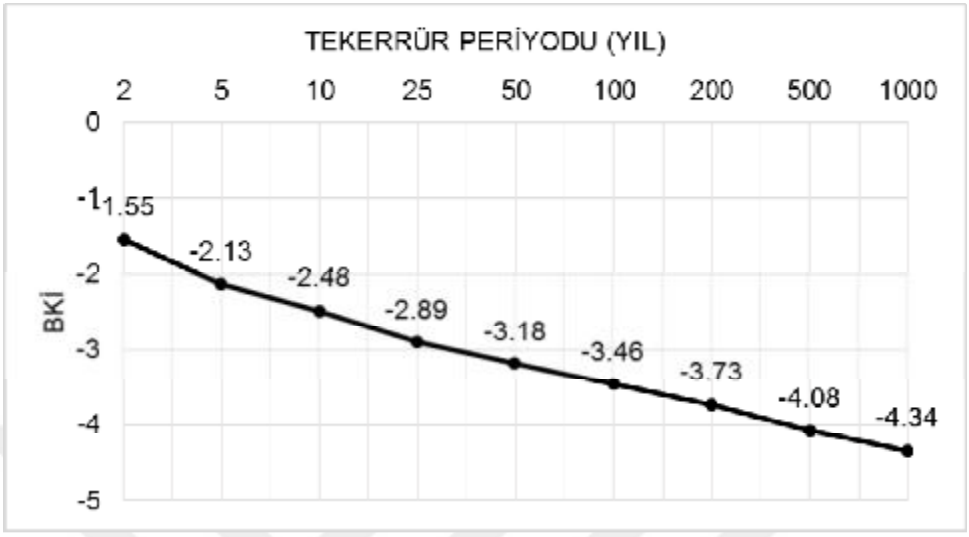
Şekil 4.38. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.39. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.52. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük BKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**BKİ**								
TUFANBEYLİ	-1.49	-2.04	-2.37	-2.77	-3.04	-3.31	-3.57	-3.91	-4.15
ÇAMARDI	-1.40	-1.92	-2.23	-2.60	-2.86	-3.11	-3.36	-3.67	-3.91
FEKE	-1.48	-2.02	-2.36	-2.75	-3.02	-3.29	-3.55	-3.88	-4.13
BAHÇE	-1.54	-2.11	-2.46	-2.87	-3.16	-3.44	-3.70	-4.05	-4.31
K.MARAŞ	-1.67	-2.29	-2.66	-3.11	-3.42	-3.72	-4.01	-4.38	-4.66
PINARBAŞI	-1.49	-2.05	-2.38	-2.78	-3.05	-3.32	-3.58	-3.92	-4.17
TOMARZA	-1.63	-2.23	-2.60	-3.03	-3.33	-3.62	-3.91	-4.27	-4.55
SARIZ	-1.66	-2.28	-2.65	-3.09	-3.40	-3.70	-3.99	-4.36	-4.64
AFŞİN	-1.60	-2.19	-2.55	-2.97	-3.27	-3.56	-3.84	-4.20	-4.46
ELBİSTAN	-1.59	-2.18	-2.54	-2.96	-3.26	-3.54	-3.82	-4.18	-4.45
ULUKIŞLA	-1.55	-2.13	-2.48	-2.89	-3.18	-3.46	-3.73	-4.08	-4.34
POZANTI	-1.46	-2.00	-2.33	-2.72	-2.99	-3.25	-3.50	-3.83	-4.08
BÖLGE 3	-1.55	-2.13	-2.48	-2.89	-3.18	-3.46	-3.73	-4.08	-4.34



Şekil 4.40. Bölge 3 için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük BKİ değerleri

4.15.2. KKİ Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları

Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nde elde edilen homojen bölgeler Keşif Kuraklık İndeksi bölgesel kuraklık analizi için de kullanılmıştır. 3, 6, 9 ve 12 ay periyotlu minimum indeks değerleri kullanılarak L-Momentler yöntemi uygulanmıştır. Her homojen bölgenin 3, 6, 9 ve 12 ay periyodu için işlemler tekrar edilmiş ve tekerrür edecek minimum KKİ değerleri hesaplanmıştır.

Bölgelerin uyumsuzluk ölçüleri, heterojenlik ölçüleri ve Z uygunluk testi sonuçları, bölgeye en iyi uyan dağılımın parametreleri ve tekerrür fonksiyonu değerleri çizelge haline getirilmiştir. Büyüme eğrisi grafiği ve L-Moment oranları diyagramı gösterilmiştir.

3 aylık KKİ için Bölge 3 L-Moment analizi yapılamamıştır. Çünkü Thornthwaite metodu sıcaklığın 0 derece altında PET oluşmadığını varsaymaktadır. 3 aylık kısa dönem KKİ Bölge 3 için PET hesaplanamadığından dolayı bazı istasyonların KKİ değerleri yoktur.

3 Aylık (Ekim-Aralık) periyot için L-Moment sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.53. 3 aylık periyot için istasyonların L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	28	ERMENEK	0.223	0.049	0.115	1.02
2	54	ANAMUR	0.269	0.13	0.106	0.47
3	54	SİLİFKE	0.259	0.038	0.097	0.30
4	54	MERSİN	0.225	0.022	0.188	1.67
5	54	ADANA	0.24	0.122	0.107	1.13
6	14	KADİRLİ	0.336	0.019	0.020	2.02
7	48	KOZAN	0.282	0.218	0.199	2.38
8	47	KARAİSALI	0.284	0.131	0.101	0.46
9	21	MUT 2	0.292	0.057	0.114	0.43
10	51	ERDEMLİ	0.232	0.099	0.182	0.55
11	45	GAZİPAŞA	0.286	0.045	0.123	0.56

Çizelge 4.54. 3 aylık periyot için Bölge 1 heterojenlik ölçüleri (H) ve Z testi sonuçları

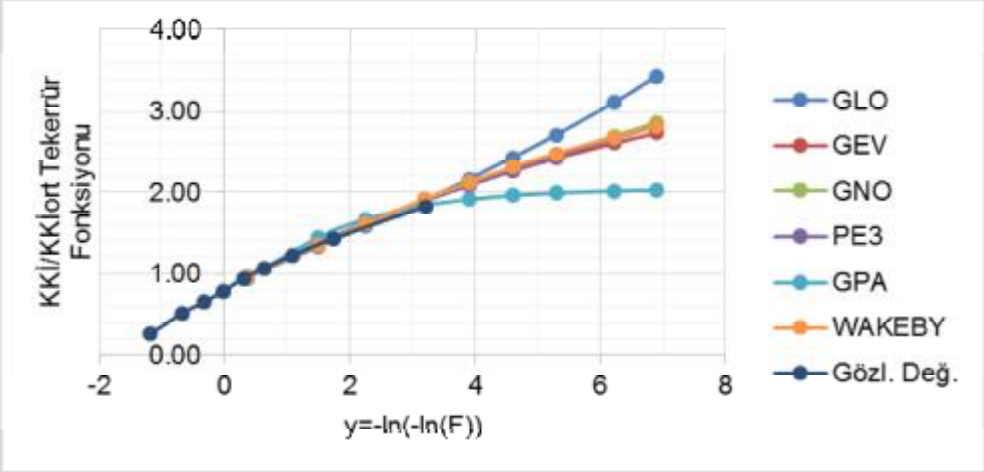
		Tüm İstasyonlar
	H1	**0.03**
Heterojenlik	H2	-0.24
	H3	-0.56
	Gen. Lojistik	2.73
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-0.48
	Gen. Normal	**-0.16**
	Pearson Tip III	-0.44
	Gen. Pareto	-6.84

Çizelge 4.55. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri

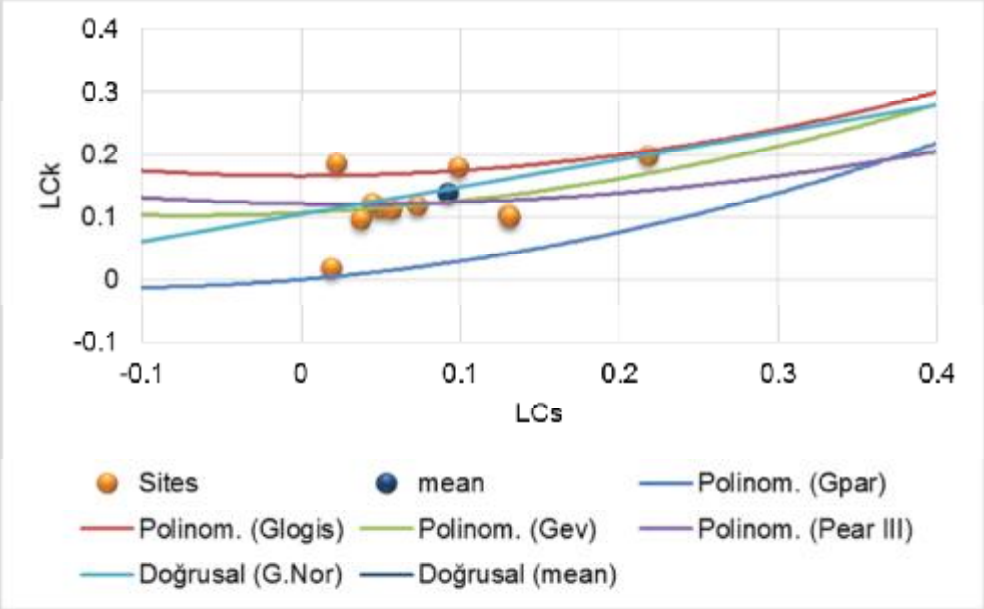
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.961	0.257	-0.092
Gen. Ekstrem Değer	0.806	0.416	0.125
Gen. Normal	0.957	0.454	-0.189
Pearson Tip III	1.000	0.466	0.564
Gen. Pareto	0.307	1.151	0.662
	z	**α**	**β**
WAKEBY	0.152	2.472	4.813
		g	d
		0.48	-0.136

Çizelge 4.56. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.96	1.34	1.59	1.91	2.16	2.43	2.71	3.11	3.44
Gen. Ekst. Değ.	0.96	1.38	1.62	1.90	2.09	2.26	2.42	2.61	2.73
Gen. Normal	**0.96**	**1.37**	**1.62**	**1.90**	**2.10**	**2.29**	**2.47**	**2.70**	**2.86**
Pearson Tip III	0.96	1.37	1.62	1.90	2.09	2.27	2.44	2.66	2.82
Gen. Pareto	0.95	1.45	1.67	1.84	1.92	1.96	1.99	2.02	2.03
WAKEBY	0.97	1.36	1.62	1.92	2.12	2.31	2.48	2.68	2.82
y*	-1.17	-0.67	-0.33	-0.01	0.30	0.63	1.09	1.75	3.22
Q/Qort (Gözl. Değ.)	0.26	0.52	0.66	0.79	0.95	1.07	1.23	1.44	1.83



Şekil 4.41. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.42. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.57. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
ERMENEK	-1.35	-1.93	-2.28	-2.68	-2.95	-3.22	-3.47	-3.80	-4.04
ANAMUR	-1.33	-1.91	-2.25	-2.65	-2.93	-3.19	-3.44	-3.76	-4.00
SİLİFKE	-1.36	-1.95	-2.29	-2.70	-2.98	-3.24	-3.50	-3.83	-4.06
MERSİN	-1.37	-1.97	-2.32	-2.73	-3.01	-3.28	-3.54	-3.87	-4.11
ADANA	-1.41	-2.02	-2.38	-2.79	-3.08	-3.36	-3.62	-3.96	-4.21
KADİRLİ	-1.32	-1.89	-2.23	-2.62	-2.89	-3.15	-3.40	-3.72	-3.95
KOZAN	-1.50	-2.14	-2.52	-2.97	-3.28	-3.57	-3.85	-4.21	-4.47
KARAİSALI	-1.41	-2.03	-2.39	-2.81	-3.10	-3.38	-3.64	-3.98	-4.23
MUT 2	-1.37	-1.96	-2.31	-2.71	-2.99	-3.26	-3.52	-3.85	-4.09
ERDEMLİ	-1.36	-1.94	-2.29	-2.69	-2.97	-3.24	-3.50	-3.82	-4.06
GAZİPAŞA	-1.35	-1.93	-2.28	-2.68	-2.95	-3.22	-3.47	-3.80	-4.04

Çizelge 4.58. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	HASSA	0.29	0.061	0.219	1.34
2	28	OSMANİYE	0.308	0.073	0.119	2.01
3	51	İSKENDERUN	0.257	0.127	0.253	1.31
4	54	ANTAKYA	0.241	0.121	0.191	0.37
5	47	CEYHAN	0.246	0.117	0.162	0.62
6	51	DÖRTYOL	0.283	0.100	0.18	0.42
7	35	İSLAHİYE	0.258	0.034	0.184	0.62
8	47	YUMURTALIK	0.22	0.067	0.176	0.96
9	48	KARATAŞ	0.231	0.132	0.191	0.73
10	47	SAMANDAĞ	0.26	-0.009	0.128	1.63

Çizelge 4.59. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

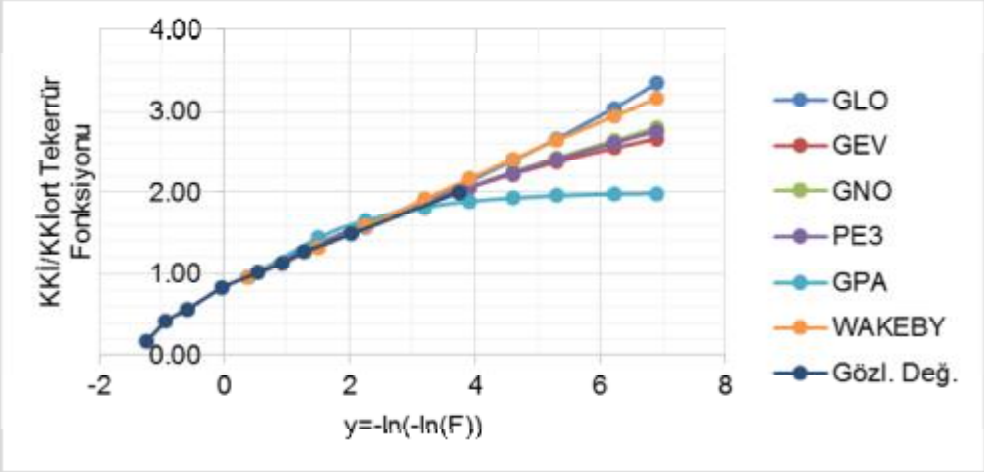
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.87**
Heterojenlik	H2	-1.6
	H3	-2.06
	Gen. Lojistik	**-1.03**
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-3.59
	Gen. Normal	-3.3
	Pearson Tip III	-3.5
	Gen. Pareto	-8.63

Çizelge 4.60. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri

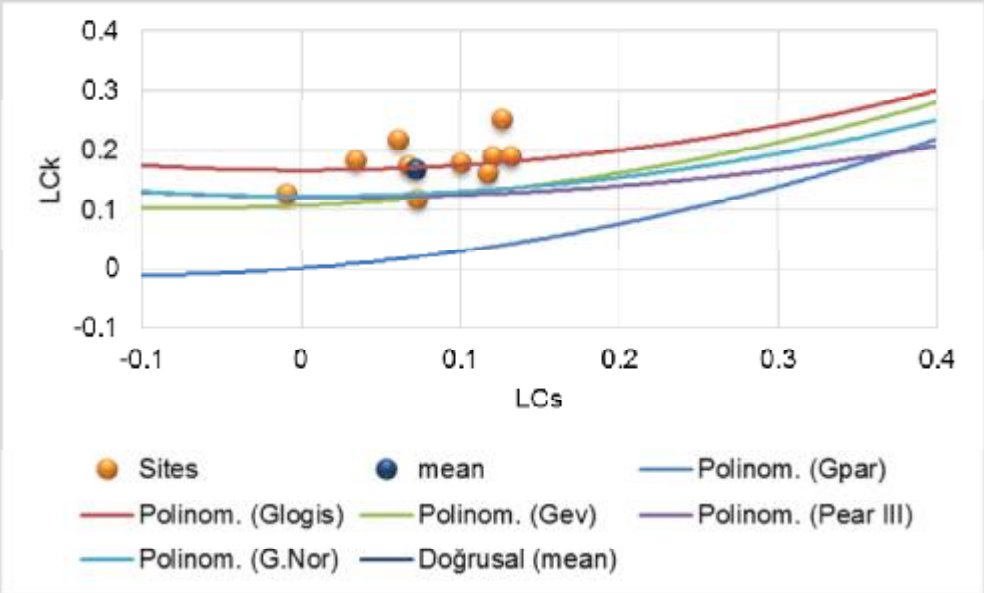
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.964	0.253	-0.086
Gen. Ekstrem Değer	0.811	0.412	0.134
Gen. Normal	0.96	0.447	-0.177
Pearson Tip III	1.000	0.457	0.529
Gen. Pareto	0.314	1.153	0.682
	z	**α**	**β**
WAKEBY	0.043	4.394	6.701
		g	d
		0.40	-0.033

Çizelge 4.61. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	**0.96**	**1.34**	**1.58**	**1.89**	**2.13**	**2.39**	**2.66**	**3.04**	**3.35**
Gen. Ekst. Değ.	0.96	1.37	1.61	1.88	2.06	2.22	2.37	2.55	2.66
Gen. Normal	0.96	1.37	1.60	1.88	2.07	2.25	2.42	2.64	2.80
Pearson Tip III	0.96	1.37	1.61	1.88	2.06	2.24	2.40	2.61	2.76
Gen. Pareto	0.95	1.44	1.65	1.82	1.89	1.93	1.96	1.98	1.99
WAKEBY	0.97	1.32	1.58	1.92	2.16	2.41	2.64	2.94	3.17
y*	-1.25	-0.93	-0.59	-0.04	0.53	0.92	1.27	2.03	3.75
Q/Qort (Gözl. Değ.)	0.17	0.42	0.57	0.83	1.01	1.13	1.27	1.49	2.00

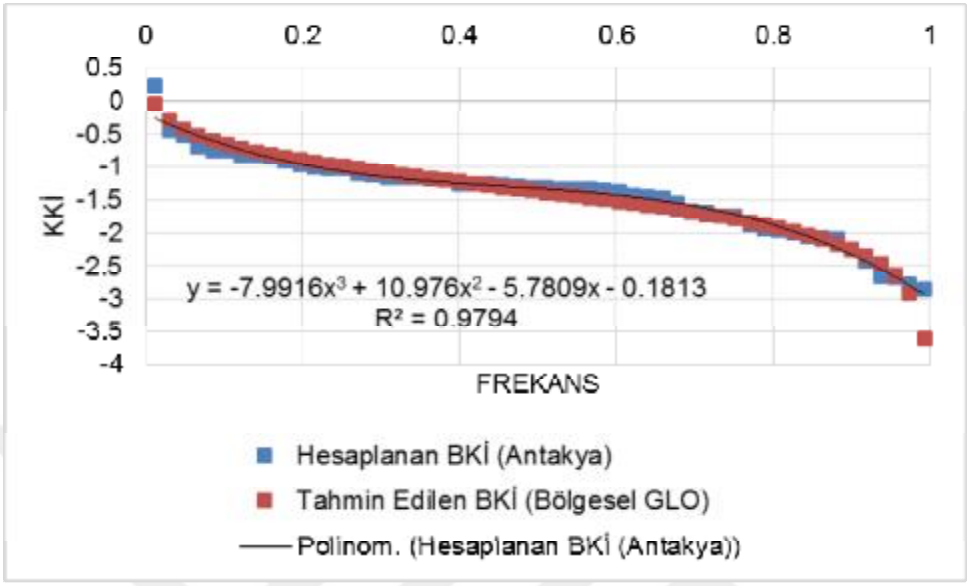


Şekil 4.43. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.44. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Bölge 2'de bulunan 10 istasyondan Antakya istasyonu çıkarılmıştır ve çalışma 9 istasyonla tekrar yapılmıştır. GLO dağılımından elde edilen denklem ile Antakya istasyonu için KKİ değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin frekans eğrileri Şekil 4.45'de görülmektedir.



Şekil 4.45. Bölge 2 için KKİ değerlerinin en uygun dağılımla karşılaştırılması

Çizelge 4.62. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
HASSA	-1.41	-1.95	-2.30	-2.76	-3.12	-3.49	-3.89	-4.44	-4.89
OSMANİYE	-1.38	-1.91	-2.26	-2.70	-3.05	-3.42	-3.81	-4.35	-4.80
İSKENDERUN	-1.34	-1.86	-2.19	-2.62	-2.96	-3.32	-3.69	-4.22	-4.65
ANTAKYA	-1.37	-1.90	-2.23	-2.68	-3.02	-3.39	-3.77	-4.31	-4.75
CEYHAN	-1.49	-2.07	-2.44	-2.92	-3.30	-3.70	-4.12	-4.71	-5.19
DÖRTYOL	-1.44	-1.99	-2.35	-2.81	-3.18	-3.56	-3.96	-4.53	-4.99
İSLAHİYE	-1.41	-1.96	-2.31	-2.77	-3.13	-3.51	-3.90	-4.46	-4.92
YUMURTALIK	-1.48	-2.05	-2.41	-2.89	-3.27	-3.66	-4.07	-4.66	-5.13
KARATAŞ	-1.39	-1.92	-2.27	-2.72	-3.07	-3.44	-3.83	-4.38	-4.82
SAMANDAĞ	-1.39	-1.92	-2.27	-2.71	-3.07	-3.43	-3.82	-4.37	-4.82

6 Aylık (Ekim-Mart) periyot için L-Moment sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.63. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	28	ERMENEK	0.296	-0.002	0.173	1.21
2	54	ANAMUR	0.376	0.045	0.110	0.19
3	54	SİLİFKE	0.323	-0.013	0.104	1.39
4	54	MERSİN	0.323	-0.003	0.163	0.48
5	54	ADANA	0.372	0.031	0.092	0.41
6	14	KADİRLİ	0.399	-0.048	0.115	1.21
7	48	KOZAN	0.412	0.048	0.132	1.19
8	47	KARAİSALI	0.357	0.131	0.101	2.05
9	21	MUT 2	0.359	-0.035	0.171	0.82
10	51	ERDEMLİ	0.349	0.039	0.188	1.25
11	45	GAZİPAŞA	0.399	0.006	0.083	0.80

Çizelge 4.64. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

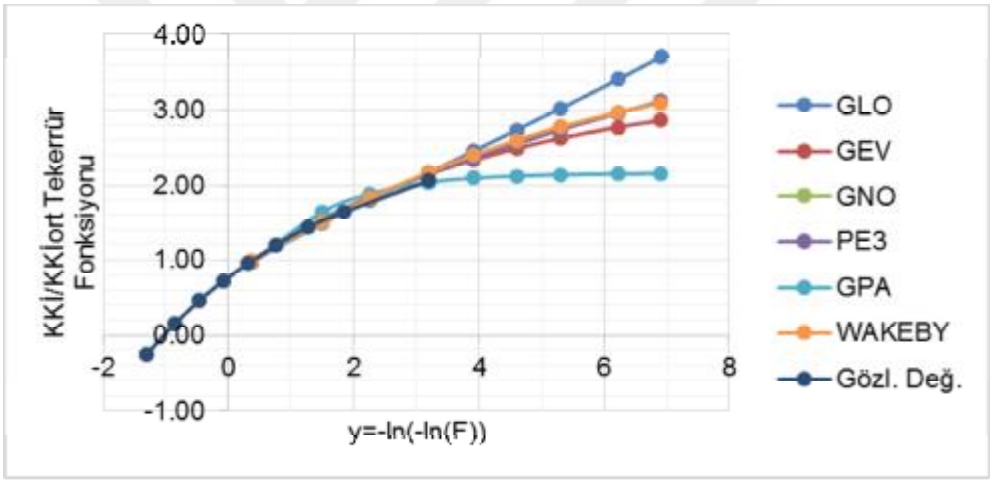
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.26**
Heterojenlik	H2	-1.87
	H3	-1.68
	Gen. Lojistik	2.73
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-1.13
	Gen. Normal	**-0.26**
	Pearson Tip III	-0.31
	Gen. Pareto	-8.24

Çizelge 4.65. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri

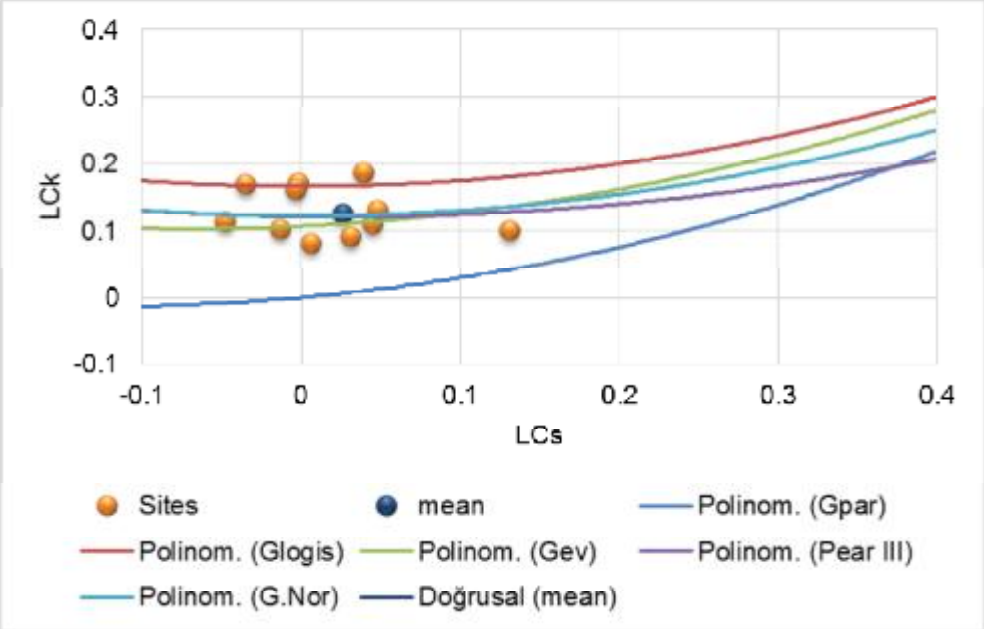
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.984	0.359	-0.027
Gen. Ekstrem Değer	0.763	0.619	0.237
Gen. Normal	**0.983**	**0.637**	**-0.054**
Pearson Tip III	1.000	0.638	0.163
Gen. Pareto	-0.041	1.975	0.896
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.314	4.461	5.131
		g	d
		0.67	-0.199

Çizelge 4.66. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.98	1.49	1.80	2.18	2.46	2.74	3.03	3.41	3.71
Gen. Ekst. Değ.	0.98	1.54	1.84	2.15	2.34	2.50	2.63	2.78	2.87
Gen. Normal	**0.98**	**1.53**	**1.83**	**2.15**	**2.37**	**2.56**	**2.74**	**2.97**	**3.13**
Pearson Tip III	0.98	1.53	1.83	2.15	2.37	2.56	2.74	2.96	3.12
Gen. Pareto	0.98	1.64	1.88	2.04	2.10	2.13	2.14	2.15	2.16
WAKEBY	1.00	1.51	1.82	2.18	2.41	2.61	2.78	2.97	3.10
y*	-1.30	-0.86	-0.46	-0.09	0.31	0.77	1.28	1.85	3.20
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.25	0.15	0.47	0.72	0.96	1.20	1.44	1.64	2.06



Şekil 4.46. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.47. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.67. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
ERMENEK	-1.27	-1.98	-2.36	-2.78	-3.06	-3.31	-3.55	-3.84	-4.04
ANAMUR	-1.28	-2.00	-2.39	-2.81	-3.09	-3.34	-3.58	-3.87	-4.08
SİLİFKE	-1.36	-2.11	-2.52	-2.97	-3.26	-3.53	-3.78	-4.09	-4.31
MERSİN	-1.27	-1.98	-2.36	-2.78	-3.06	-3.31	-3.55	-3.84	-4.04
ADANA	-1.26	-1.96	-2.34	-2.76	-3.03	-3.28	-3.51	-3.80	-4.00
KADİRLİ	-1.07	-1.66	-1.98	-2.33	-2.57	-2.78	-2.97	-3.22	-3.39
KOZAN	-1.20	-1.87	-2.23	-2.63	-2.89	-3.13	-3.35	-3.62	-3.82
KARAİSALI	-1.12	-1.74	-2.08	-2.45	-2.69	-2.91	-3.12	-3.37	-3.55
MUT 2	-1.28	-1.99	-2.38	-2.80	-3.08	-3.33	-3.57	-3.86	-4.07
ERDEMLİ	-1.27	-1.98	-2.37	-2.79	-3.06	-3.32	-3.55	-3.84	-4.05
GAZİPAŞA	-1.31	-2.04	-2.43	-2.86	-3.15	-3.41	-3.65	-3.95	-4.16

Çizelge 4.68. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	HASSA	0.254	0.037	0.163	1.56
2	28	OSMANİYE	0.400	0.202	0.183	1.94
3	51	İSKENDERUN	0.335	0.010	0.163	0.51
4	54	ANTAKYA	0.354	0.040	0.218	1.54
5	47	CEYHAN	0.364	0.099	0.144	0.21
6	51	DÖRTYOL	0.412	0.034	0.051	1.48
7	35	İSLAHİYE	0.287	-0.022	0.101	1.21
8	47	YUMURTALIK	0.327	0.065	0.201	0.36
9	48	KARATAŞ	0.362	0.103	0.191	0.28
10	47	SAMANDAĞ	0.426	0.071	0.097	0.90

Çizelge 4.69. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

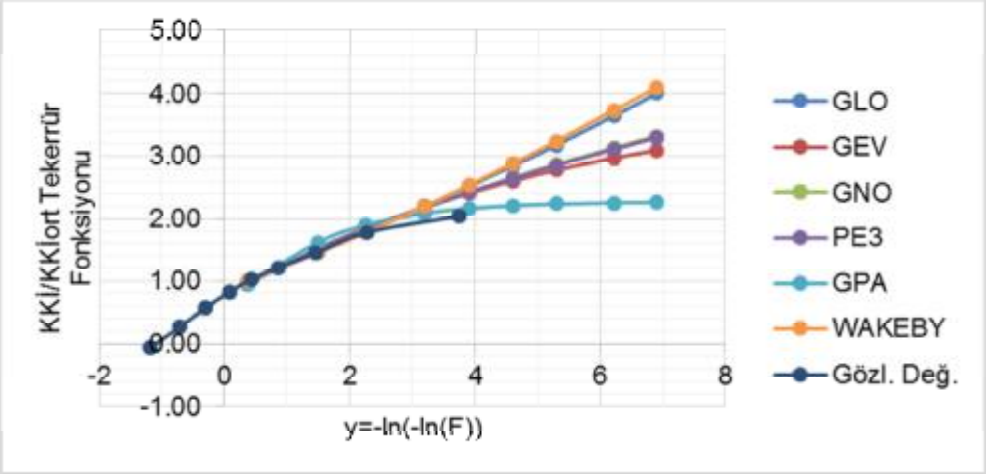
		Tüm İstasyonlar
	H1	**0.06**
Heterojenlik	H2	-0.98
	H3	-0.65
	Gen. Lojistik	**1.05**
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-2.02
	Gen. Normal	-1.51
	Pearson Tip III	-1.63
	Gen. Pareto	-7.88

Çizelge 4.70. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri

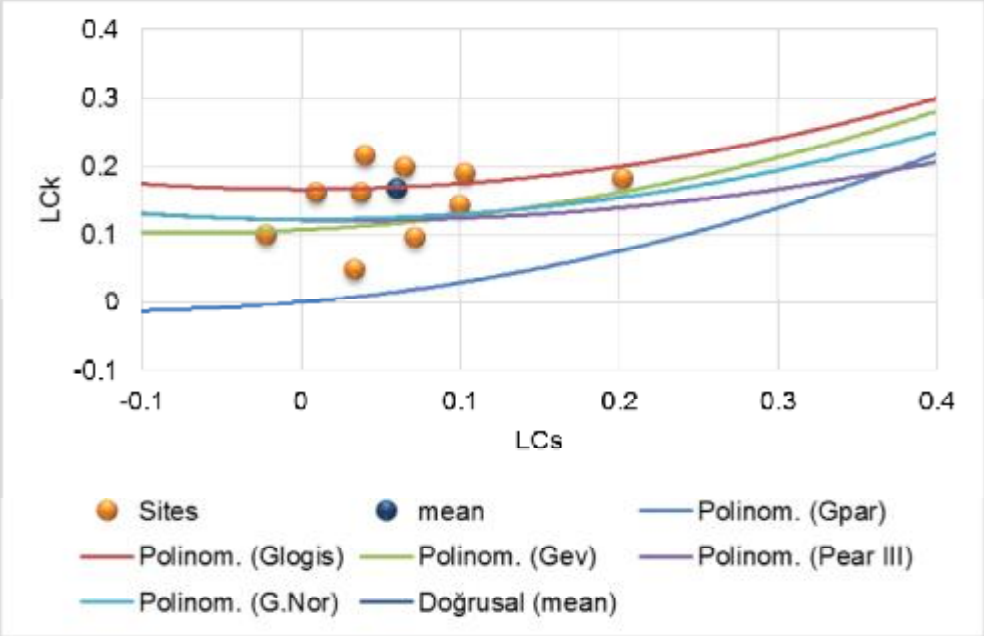
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.965	0.355	-0.06
Gen. Ekstrem Değer	0.748	0.592	0.178
Gen. Normal	0.961	0.629	-0.124
Pearson Tip III	1.000	0.635	0.371
Gen. Pareto	0.314	1.753	0.772
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.229	3.881	3.878
		g	d
		0.42	0.043

Çizelge 4.71. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	**0.97**	**1.48**	**1.80**	**2.21**	**2.52**	**2.84**	**3.18**	**3.64**	**4.01**
Gen. Ekst. Değ.	0.96	1.53	1.85	2.19	2.41	2.61	2.78	2.97	3.10
Gen. Normal	0.96	1.52	1.83	2.19	2.43	2.66	2.87	3.14	3.33
Pearson Tip III	0.96	1.52	1.84	2.19	2.43	2.65	2.86	3.12	3.30
Gen. Pareto	0.95	1.63	1.90	2.09	2.17	2.22	2.24	2.26	2.27
WAKEBY	1.00	1.46	1.78	2.21	2.54	2.89	3.24	3.73	4.10
y*	-1.18	-0.71	-0.30	0.08	0.44	0.86	1.45	2.27	3.74
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.06	0.26	0.58	0.82	1.03	1.22	1.45	1.78	2.05



Şekil 4.48. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.49. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.72. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
HASSA	-1.27	-1.95	-2.37	-2.91	-3.32	-3.75	-4.19	-4.80	-5.28
OSMANİYE	-1.22	-1.87	-2.27	-2.79	-3.19	-3.59	-4.02	-4.60	-5.06
İSKENDERUN	-1.21	-1.86	-2.26	-2.77	-3.17	-3.57	-3.99	-4.57	-5.03
ANTAKYA	-1.19	-1.82	-2.22	-2.72	-3.11	-3.51	-3.92	-4.49	-4.94
CEYHAN	-1.32	-2.03	-2.47	-3.03	-3.46	-3.90	-4.36	-5.00	-5.50
DÖRTYOL	-1.17	-1.79	-2.18	-2.68	-3.06	-3.45	-3.85	-4.41	-4.86
İSLAHİYE	-1.35	-2.07	-2.52	-3.09	-3.53	-3.98	-4.45	-5.09	-5.61
YUMURTALIK	-1.31	-2.01	-2.44	-3.00	-3.42	-3.86	-4.31	-4.94	-5.44
KARATAŞ	-1.28	-1.95	-2.38	-2.92	-3.33	-3.76	-4.20	-4.81	-5.30
SAMANDAĞ	-1.18	-1.81	-2.20	-2.70	-3.08	-3.48	-3.89	-4.45	-4.90

Çizelge 4.73. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	TUFANBEYLİ	0.471	0.189	0.169	1.43
2	24	ÇAMARDI	0.376	0.187	0.238	0.80
3	24	FEKE	0.307	0.132	0.181	1.22
4	14	BAHÇE	0.368	0.063	-0.043	3.08*
5	52	K.MARAŞ	0.361	0.01	0.101	1.68
6	47	PINARBAŞI	0.448	0.160	0.172	0.72
7	45	TOMARZA	0.426	0.149	0.157	0.34
8	43	SARIZ	0.376	0.108	0.157	0.02
9	40	AFŞİN	0.374	0.066	0.09	0.32
10	48	ELBİSTAN	0.366	0.112	0.203	0.33
11	49	ULUKIŞLA	0.399	0.068	0.149	0.85
12	30	POZANTI	0.307	0.131	0.230	1.22

Çizelge 4.74. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

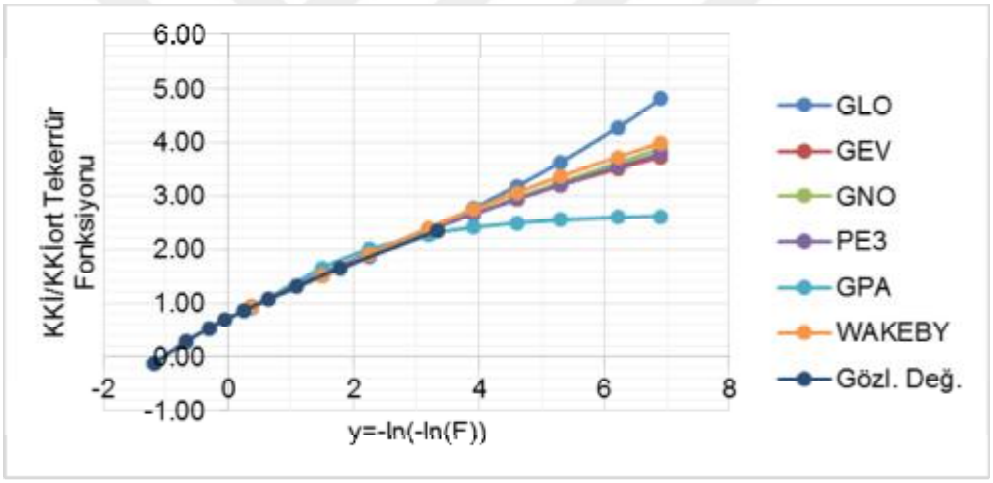
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.61**
Heterojenlik	H2	-1.61
	H3	-1.54
	Gen. Lojistik	**1.15**
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-1.55
	Gen. Normal	-1.38
	Pearson Tip III	-1.72
	Gen. Pareto	-7.01

Çizelge 4.75. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri

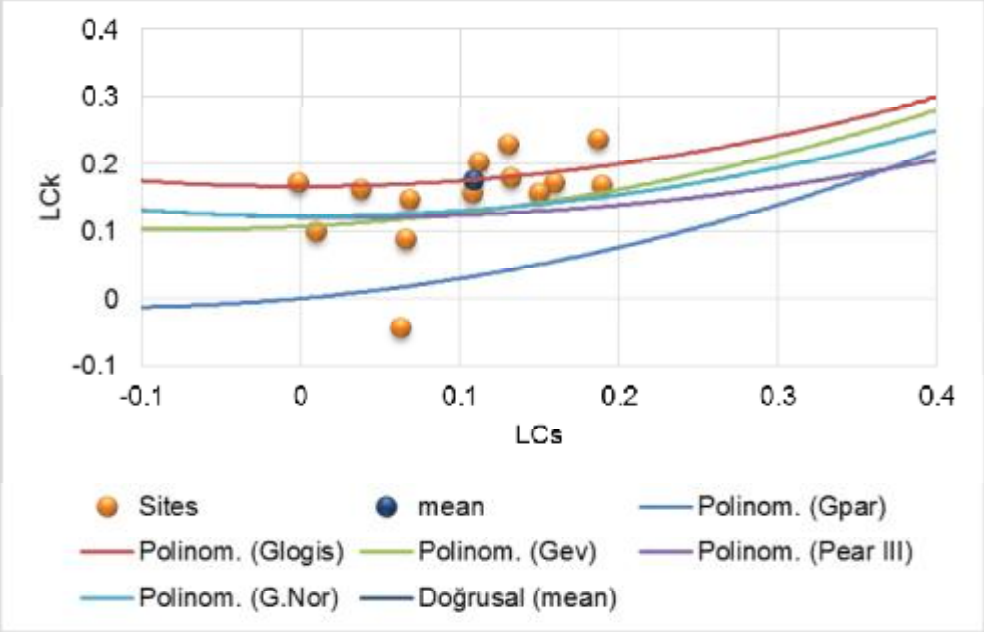
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.931	0.378	-0.109
Gen. Ekstrem Değer	0.705	0.603	0.097
Gen. Normal	0.924	0.669	-0.223
Pearson Tip III	1.000	0.692	0.665
Gen. Pareto	-0.004	1.614	0.607
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.299	4.655	5.961
		g	d
		0.69	-0.092

Çizelge 4.76. 6 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	**0.93**	**1.50**	**1.87**	**2.37**	**2.76**	**3.18**	**3.64**	**4.29**	**4.82**
Gen. Ekst. Değ.	0.92	1.55	1.92	2.36	2.66	2.94	3.20	3.52	3.74
Gen. Normal	0.92	1.54	1.92	2.36	2.67	2.96	3.25	3.63	3.90
Pearson Tip III	0.92	1.55	1.92	2.36	2.65	2.94	3.21	3.55	3.80
Gen. Pareto	0.91	1.65	2.00	2.28	2.41	2.49	2.55	2.59	2.61
WAKEBY	0.93	1.51	1.91	2.40	2.74	3.07	3.37	3.74	4.00
y*	-1.19	-0.67	-0.31	-0.06	0.24	0.63	1.09	1.78	3.33
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.12	0.29	0.54	0.69	0.86	1.08	1.30	1.65	2.34



Şekil 4.50. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.51. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.77. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
TUFANBEYLİ	-1.07	-1.72	-2.15	-2.72	-3.17	-3.66	-4.17	-4.92	-5.54
ÇAMARDI	-1.12	-1.80	-2.25	-2.85	-3.32	-3.83	-4.38	-5.16	-5.80
FEKE	-1.20	-1.93	-2.41	-3.05	-3.56	-4.11	-4.69	-5.53	-6.22
BAHÇE	-1.13	-1.82	-2.27	-2.87	-3.35	-3.86	-4.41	-5.20	-5.85
K.MARAŞ	-1.19	-1.92	-2.40	-3.04	-3.54	-4.09	-4.67	-5.50	-6.19
PINARBAŞI	-1.00	-1.61	-2.01	-2.55	-2.98	-3.43	-3.92	-4.62	-5.20
TOMARZA	-1.08	-1.74	-2.17	-2.75	-3.21	-3.70	-4.22	-4.97	-5.60
SARIZ	-1.14	-1.83	-2.28	-2.89	-3.37	-3.89	-4.44	-5.23	-5.88
AFŞİN	-1.13	-1.82	-2.28	-2.88	-3.36	-3.88	-4.43	-5.22	-5.87
ELBİSTAN	-1.10	-1.77	-2.21	-2.79	-3.26	-3.76	-4.29	-5.06	-5.69
ULUKIŞLA	-1.12	-1.80	-2.25	-2.85	-3.32	-3.83	-4.38	-5.16	-5.80
POZANTI	-1.17	-1.88	-2.35	-2.97	-3.47	-4.00	-4.56	-5.38	-6.05

9 Aylık (Ekim-Haziran) periyot için L-Moment sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.78. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	28	ERMENEK	0.387	0.042	0.126	0.63
2	54	ANAMUR	0.49	0.082	0.089	0.64
3	54	SİLİFKE	0.385	0.015	0.125	0.45
4	54	MERSİN	0.394	0.022	0.127	0.31
5	54	ADANA	0.411	-0.077	0.121	1.95
6	14	KADİRLİ	0.555	0.067	0.061	2.01
7	48	KOZAN	0.471	-0.018	0.132	1.05
8	47	KARAİSALI	0.459	0.085	0.126	0.75
9	21	MUT 2	0.421	0.016	0.191	2.36
10	51	ERDEMLİ	0.407	0.006	0.101	0.57
11	45	GAZİPAŞA	0.435	0.055	0.102	0.29

Çizelge 4.79. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

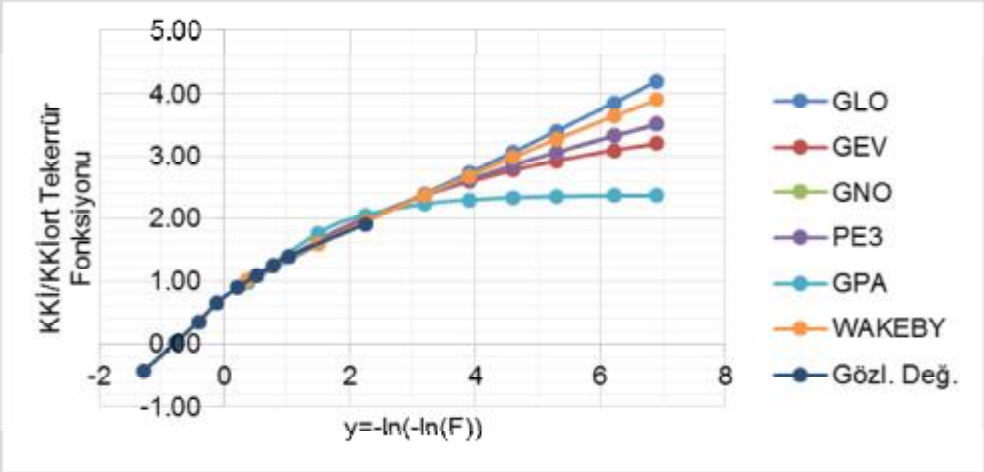
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.28**
Heterojenlik	H2	-1.53
	H3	-2.07
	Gen. Lojistik	3.49
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-0.52
	Gen. Normal	0.41
	Pearson Tip III	**0.36**
	Gen. Pareto	-7.89

Çizelge 4.80. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri

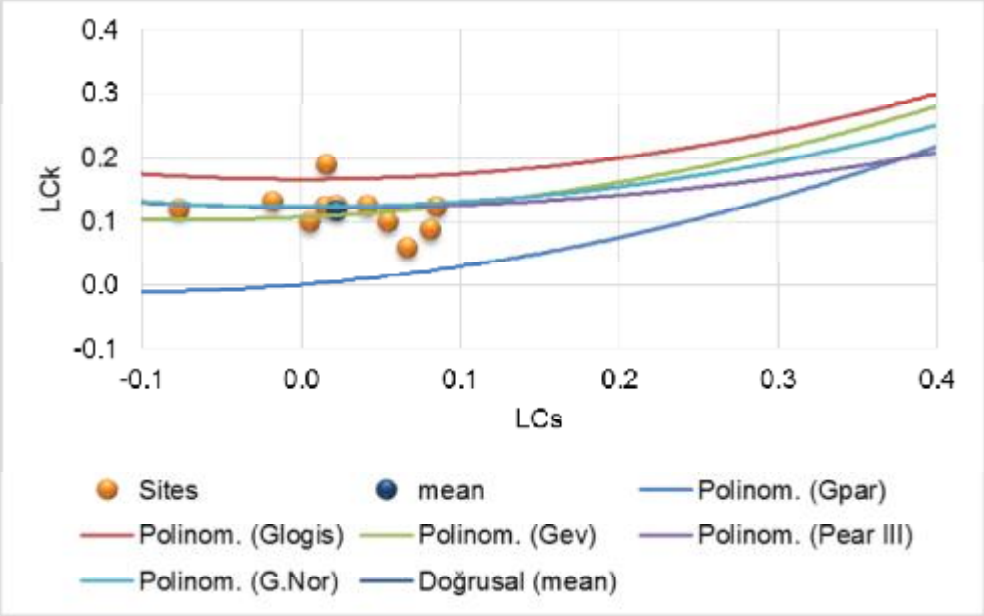
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Logistic	0.984	0.431	-0.023
Gen. Ekstrem Değer	0.718	0.745	0.244
Gen. Normal	0.982	0.764	-0.046
Pearson Tip III	1.000	0.765	0.139
Gen. Pareto	-0.256	2.4	0.912
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.496	4.365	3.462
		g	d
		0.55	-0.055

Çizelge 4.81. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.98	1.59	1.96	2.40	2.74	3.07	3.41	3.86	4.21
Gen. Ekst. Değ.	0.98	1.65	2.01	2.37	2.59	2.78	2.93	3.10	3.21
Gen. Normal	0.98	1.64	1.99	2.38	2.63	2.86	3.07	3.33	3.52
Pearson Tip III	**0.98**	**1.64**	**1.99**	**2.38**	**2.63**	**2.86**	**3.07**	**3.33**	**3.52**
Gen. Pareto	0.98	1.77	2.06	2.24	2.30	2.34	2.36	2.37	2.37
WAKEBY	1.02	1.60	1.95	2.38	2.69	2.99	3.28	3.64	3.91
y*	-1.29	-0.78	-0.41	-0.12	0.21	0.52	0.78	1.02	2.25
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.43	0.02	0.36	0.65	0.90	1.10	1.25	1.40	1.91



Şekil 4.52. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.53. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.82. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
ERMENEK	-1.22	-2.03	-2.47	-2.95	-3.26	-3.55	-3.81	-4.13	-4.36
ANAMUR	-1.05	-1.76	-2.14	-2.55	-2.82	-3.07	-3.30	-3.58	-3.77
SİLİFKE	-1.17	-1.95	-2.37	-2.82	-3.12	-3.39	-3.65	-3.96	-4.18
MERSİN	-1.06	-1.78	-2.16	-2.57	-2.85	-3.10	-3.33	-3.61	-3.81
ADANA	-1.02	-1.70	-2.07	-2.47	-2.73	-2.97	-3.19	-3.46	-3.65
KADİRLİ	-0.81	-1.36	-1.65	-1.97	-2.18	-2.37	-2.54	-2.76	-2.91
KOZAN	-1.03	-1.72	-2.09	-2.49	-2.75	-2.99	-3.22	-3.49	-3.68
KARAİSALI	-0.98	-1.63	-1.98	-2.36	-2.61	-2.84	-3.06	-3.31	-3.50
MUT 2	-1.03	-1.71	-2.08	-2.49	-2.75	-2.99	-3.21	-3.48	-3.68
ERDEMLİ	-1.05	-1.75	-2.12	-2.53	-2.80	-3.05	-3.27	-3.55	-3.75
GAZİPAŞA	-1.16	-1.93	-2.34	-2.79	-3.09	-3.36	-3.61	-3.92	-4.14

Çizelge 4.83. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	HASSA	0.387	0.108	0.110	1.98
2	28	OSMANİYE	0.523	0.098	0.119	1.66
3	51	İSKENDERUN	0.406	0.087	0.175	0.59
4	54	ANTAKYA	0.467	0.085	0.127	0.14
5	47	CEYHAN	0.463	0.073	0.183	0.58
6	51	DÖRTYOL	0.472	0.069	0.093	0.41
7	35	İSLAHİYE	0.443	0.066	0.089	0.54
8	47	YUMURTALIK	0.414	0.042	0.209	1.76
9	48	KARATAŞ	0.447	0.105	0.180	0.74
10	47	SAMANDAĞ	0.460	0.027	0.088	1.60

Çizelge 4.84. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

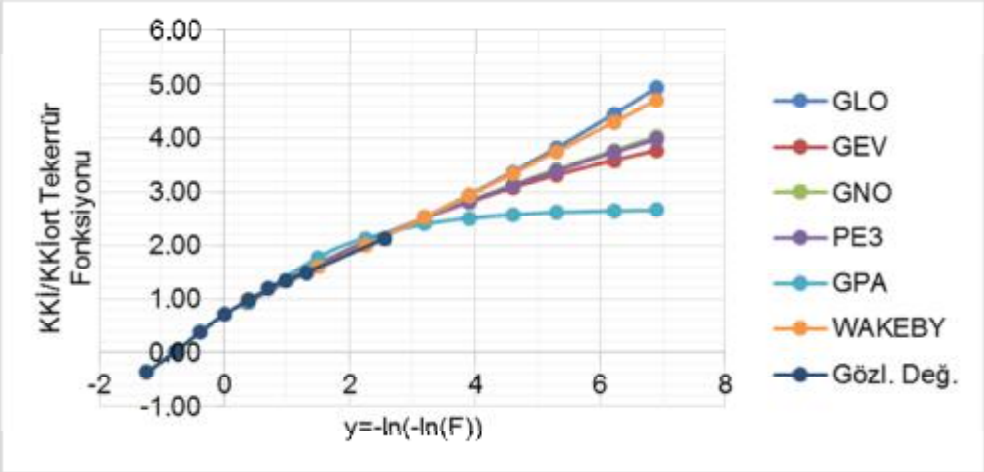
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.72**
Heterojenlik	H2	-2.88
	H3	-1.85
	Gen. Logistik	1.82
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-1.26
	Gen. Normal	**-0.83**
	Pearson Tip III	-1.01
	Gen. Pareto	-7.24

Çizelge 4.85. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri

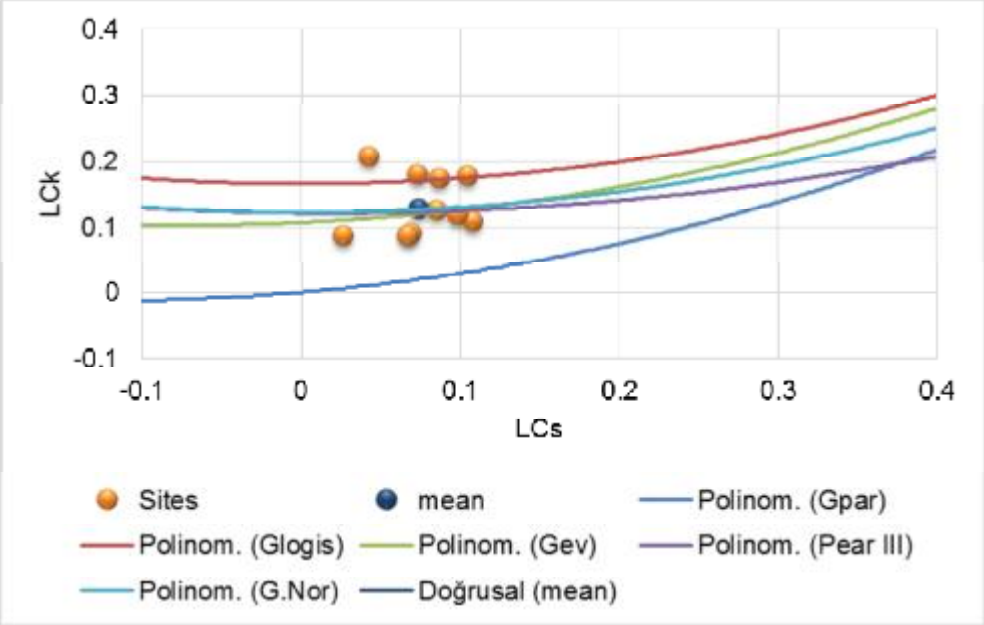
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.946	0.444	-0.074
Gen. Ekstrem Değer	0.676	0.732	0.155
Gen. Normal	0.940	0.787	-0.152
Pearson Tip III	1.000	0.799	0.453
Gen. Pareto	-0.221	2.105	0.724
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.483	4.261	3.701
		g	d
		0.57	0.007

Çizelge 4.86. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.95	1.59	2.01	2.54	2.95	3.38	3.82	4.45	4.95
Gen. Ekst. Değ.	0.94	1.66	2.07	2.52	2.82	3.08	3.32	3.60	3.78
Gen. Normal	**0.94**	**1.65**	**2.05**	**2.52**	**2.84**	**3.14**	**3.42**	**3.78**	**4.04**
Pearson Tip III	0.94	1.65	2.06	2.52	2.83	3.12	3.40	3.74	3.99
Gen. Pareto	0.93	1.78	2.14	2.40	2.52	2.58	2.62	2.65	2.67
WAKEBY	0.98	1.59	2.00	2.53	2.94	3.35	3.76	4.30	4.72
y*	-1.24	-0.77	-0.38	0.01	0.38	0.69	0.98	1.31	2.56
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.37	0.03	0.38	0.72	0.97	1.18	1.33	1.49	2.13



Şekil 4.54. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.55. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.87. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
HASSA	-0.96	-1.67	-2.09	-2.56	-2.88	-3.19	-3.48	-3.84	-4.11
OSMANİYE	-1.04	-1.81	-2.26	-2.77	-3.12	-3.45	-3.77	-4.16	-4.45
İSKENDERUN	-1.05	-1.85	-2.30	-2.82	-3.18	-3.52	-3.84	-4.24	-4.53
ANTAKYA	-0.96	-1.68	-2.09	-2.57	-2.89	-3.19	-3.48	-3.85	-4.12
CEYHAN	-1.09	-1.90	-2.37	-2.91	-3.28	-3.63	-3.95	-4.37	-4.67
DÖRTYOL	-0.95	-1.67	-2.08	-2.55	-2.87	-3.17	-3.46	-3.82	-4.09
İSLAHİYE	-0.92	-1.61	-2.01	-2.46	-2.77	-3.06	-3.34	-3.69	-3.95
YUMURTALIK	-1.08	-1.90	-2.37	-2.90	-3.27	-3.62	-3.94	-4.36	-4.66
KARATAŞ	-1.01	-1.77	-2.21	-2.71	-3.05	-3.38	-3.68	-4.07	-4.35
SAMANDAĞ	-0.96	-1.68	-2.10	-2.57	-2.90	-3.20	-3.49	-3.86	-4.13

Çizelge 4.88. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	TUFANBEYLİ	0.507	0.136	0.153	0.12
2	24	ÇAMARDI	0.492	0.213	0.231	1.02
3	24	FEKE	0.459	0.134	0.119	0.3
4	14	BAHÇE	0.666	0.005	0.015	3.12*
5	52	K.MARAŞ	0.458	0.073	0.109	0.07
6	47	PINARBAŞI	0.502	0.237	0.200	0.91
7	45	TOMARZA	0.459	0.070	0.179	0.60
8	43	SARIZ	0.494	0.168	0.145	0.30
9	40	AFŞİN	0.462	0.023	0.079	0.28
10	48	ELBİSTAN	0.460	-0.044	0.166	2.45
11	49	ULUKIŞLA	0.469	0.126	0.105	0.35
12	30	POZANTI	0.302	-0.028	0.052	2.47

Çizelge 4.89. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

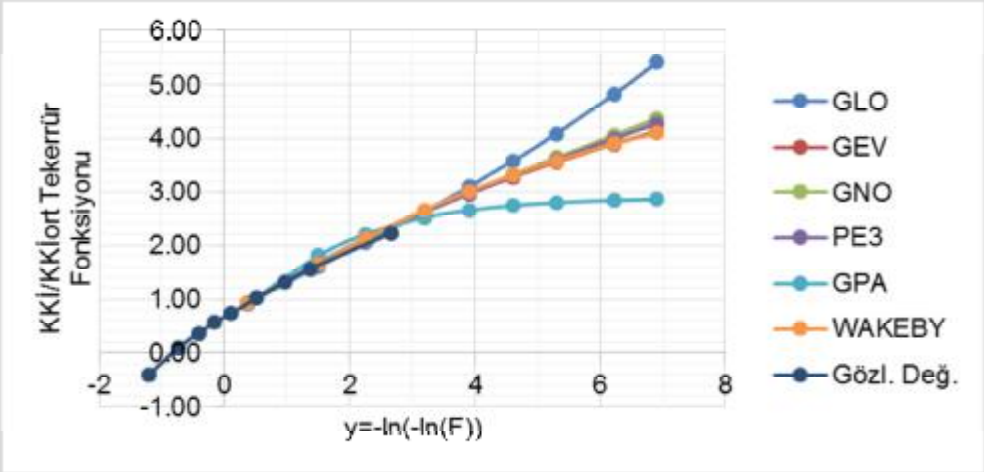
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.59**
Heterojenlik	H2	-0.18
	H3	0.66
	Gen. Lojistik	2.4
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-0.65
	Gen. Normal	**-0.35**
	Pearson Tip III	-0.63
	Gen. Pareto	-6.71

Çizelge 4.90. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri

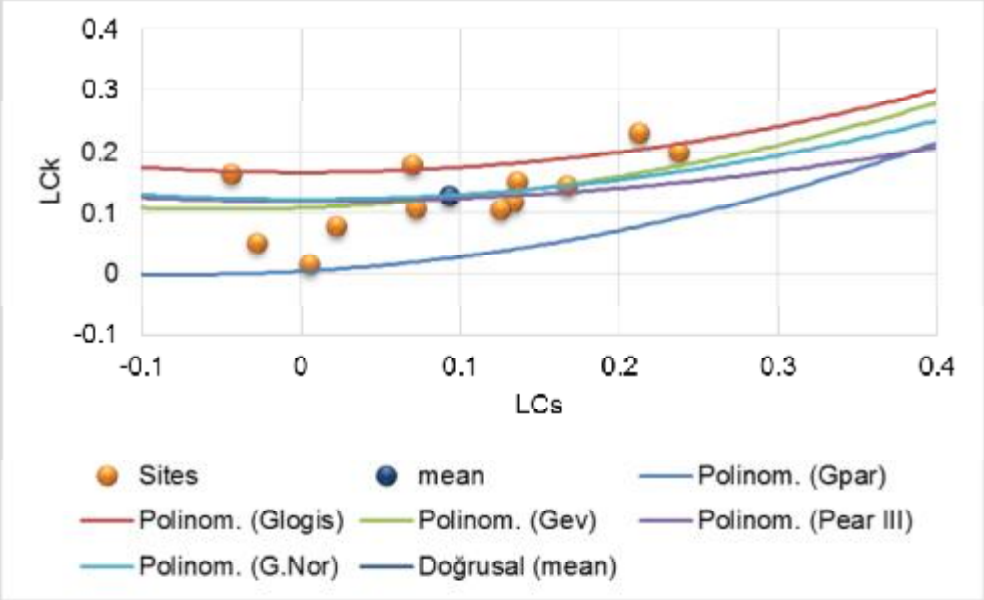
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.928	0.462	-0.094
Gen. Ekstrem Değer	0.65	0.748	0.122
Gen. Normal	0.921	0.818	-0.192
Pearson Tip III	1.000	0.84	0.573
Gen. Pareto	-0.246	2.065	0.658
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.58	5.436	6.142
		g	d
		0.97	-0.182

Çizelge 4.91. 9 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.93	1.61	2.06	2.64	3.10	3.58	4.09	4.82	5.42
Gen. Ekst. Değ.	0.92	1.68	2.12	2.63	2.97	3.28	3.57	3.91	4.14
Gen. Normal	**0.92**	**1.67**	**2.11**	**2.62**	**2.98**	**3.32**	**3.65**	**4.07**	**4.37**
Pearson Tip III	0.92	1.67	2.11	2.62	2.97	3.30	3.61	4.00	4.29
Gen. Pareto	0.90	1.81	2.20	2.52	2.66	2.74	2.80	2.84	2.86
WAKEBY	0.92	1.66	2.13	2.66	3.01	3.32	3.60	3.91	4.11
y*	-1.20	-0.74	-0.41	-0.16	0.11	0.52	0.96	1.37	2.67
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.40	0.10	0.36	0.57	0.74	1.03	1.31	1.56	2.23



Şekil 4.56. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.57. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.92. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
TUFANBEYLİ	-1.02	-1.85	-2.34	-2.91	-3.31	-3.68	-4.05	-4.51	-4.85
ÇAMARDI	-0.84	-1.52	-1.92	-2.39	-2.71	-3.02	-3.32	-3.70	-3.98
FEKE	-0.91	-1.65	-2.08	-2.59	-2.95	-3.28	-3.60	-4.02	-4.32
BAHÇE	-0.75	-1.36	-1.72	-2.14	-2.43	-2.71	-2.98	-3.32	-3.57
K.MARAŞ	-1.00	-1.82	-2.30	-2.86	-3.25	-3.62	-3.98	-4.44	-4.77
PINARBAŞI	-0.94	-1.70	-2.15	-2.67	-3.04	-3.38	-3.72	-4.14	-4.45
TOMARZA	-1.03	-1.86	-2.35	-2.93	-3.32	-3.70	-4.07	-4.53	-4.88
SARIZ	-0.98	-1.77	-2.24	-2.79	-3.17	-3.53	-3.88	-4.32	-4.65
AFŞİN	-1.00	-1.81	-2.29	-2.85	-3.23	-3.60	-3.96	-4.41	-4.74
ELBİSTAN	-0.95	-1.73	-2.18	-2.72	-3.09	-3.44	-3.78	-4.21	-4.53
ULUKIŞLA	-0.99	-1.78	-2.26	-2.81	-3.19	-3.55	-3.90	-4.35	-4.68
POZANTI	-1.05	-1.91	-2.41	-3.00	-3.41	-3.79	-4.17	-4.64	-5.00

12 Aylık (Ekim-Eylül) periyot için L-Moment sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Çizelge 4.93. Bölge 1 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	28	ERMENEK	0.514	0.109	0.171	1.86
2	54	ANAMUR	0.635	0.137	0.095	2.00
3	54	SİLİFKE	0.516	0.087	0.08	1.10
4	54	MERSİN	0.539	0.067	0.085	0.55
5	54	ADANA	0.568	-0.057	0.124	0.86
6	14	KADİRLİ	0.517	0.102	0.103	0.48
7	48	KOZAN	0.528	-0.096	0.131	1.40
8	47	KARAİSALI	0.568	-0.024	0.147	0.86
9	21	MUT 2	0.455	0.054	0.159	1.53
10	51	ERDEMLİ	0.577	0.070	0.100	0.25
11	45	GAZİPAŞA	0.558	0.051	0.101	0.12

Çizelge 4.94. Bölge 1 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

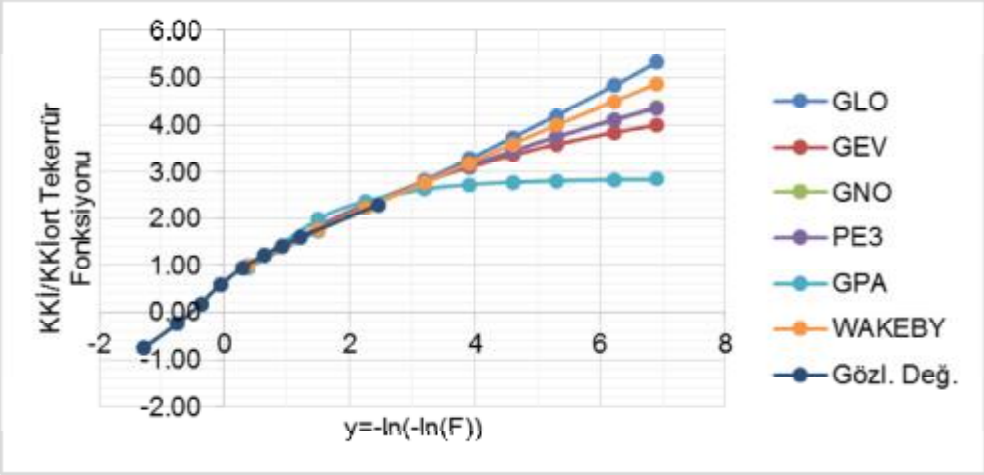
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.53**
Heterojenlik	H2	-1.14
	H3	0.14
	Gen. Lojistik	3.94
Dağılımlar	**Gen. Ekstrem Değer**	**0.01**
	Gen. Normal	0.82
	Pearson Tip III	0.74
	Gen. Pareto	-7.34

Çizelge 4.95. Bölge 1 dağılımlarının parametreleri

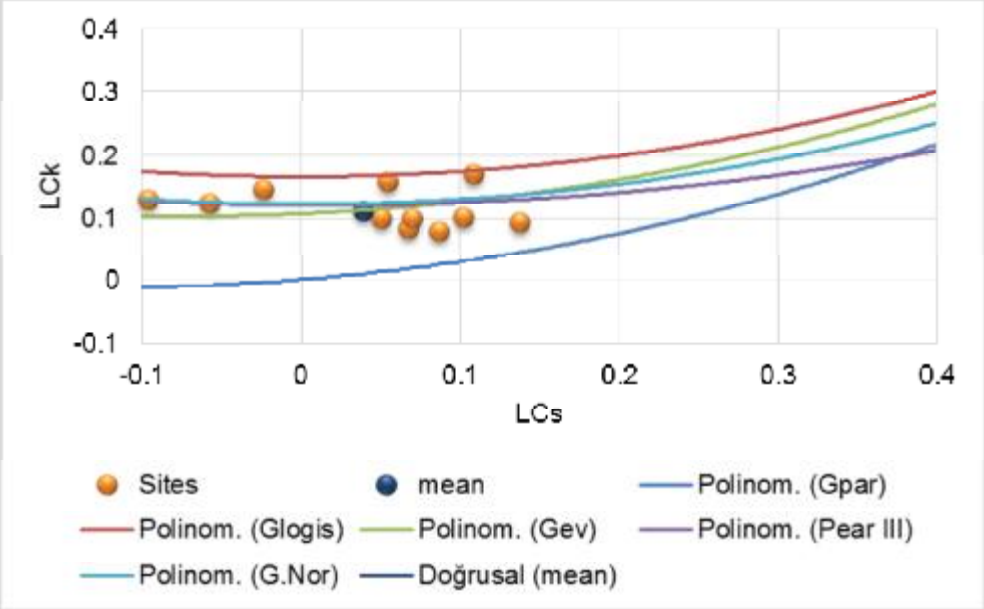
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.964	0.551	-0.039
Gen. Extreme Değer	0.626	0.938	0.215
Gen. Normal	0.961	0.977	-0.08
Pearson Tip III	1.000	0.981	0.24
Gen. Pareto	-0.574	2.192	0.849
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.841	4.904	3.123
		g	d
		0.67	-0.033

Çizelge 4.96. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.96	1.75	2.23	2.83	3.28	3.74	4.21	4.84	5.34
Gen. Ekst. Değ.	**0.96**	**1.83**	**2.30**	**2.80**	**3.11**	**3.37**	**3.59**	**3.85**	**4.00**
Gen. Normal	0.96	1.81	2.28	2.80	3.14	3.46	3.76	4.12	4.39
Pearson Tip III	0.96	1.81	2.28	2.80	3.14	3.45	3.75	4.11	4.37
Gen. Pareto	0.95	1.98	2.37	2.63	2.73	2.79	2.82	2.84	2.84
WAKEBY	1.01	1.77	2.22	2.78	3.20	3.60	4.00	4.51	4.88
y*	-1.28	-0.76	-0.37	-0.07	0.28	0.63	0.92	1.20	2.45
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.74	-0.24	0.19	0.59	0.95	1.22	1.42	1.60	2.29



Şekil 4.58. Bölge 1'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.59. Bölge 1 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.97. Bölge 1 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
ERMENEK	-0.97	-1.86	-2.34	-2.84	-3.16	-3.42	-3.65	-3.91	-4.07
ANAMUR	-0.81	-1.55	-1.95	-2.37	-2.64	-2.86	-3.05	-3.26	-3.40
SİLİFKE	-0.90	-1.72	-2.16	-2.63	-2.92	-3.17	-3.38	-3.62	-3.77
MERSİN	-0.83	-1.58	-1.99	-2.42	-2.68	-2.91	-3.11	-3.32	-3.46
ADANA	-0.79	-1.52	-1.91	-2.32	-2.58	-2.80	-2.98	-3.19	-3.33
KADİRLİ	-0.76	-1.45	-1.83	-2.22	-2.47	-2.67	-2.85	-3.05	-3.18
KOZAN	-0.89	-1.70	-2.14	-2.61	-2.89	-3.14	-3.35	-3.58	-3.73
KARAİSALI	-0.78	-1.49	-1.87	-2.27	-2.52	-2.74	-2.92	-3.12	-3.25
MUT 2	-0.84	-1.60	-2.02	-2.45	-2.72	-2.95	-3.15	-3.37	-3.51
ERDEMLİ	-0.77	-1.47	-1.85	-2.25	-2.50	-2.71	-2.89	-3.10	-3.22
GAZİPAŞA	-0.87	-1.67	-2.10	-2.55	-2.84	-3.08	-3.28	-3.51	-3.66

Çizelge 4.98. Bölge 2 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	HASSA	0.565	0.014	0.137	0.71
2	28	OSMANİYE	0.537	0.071	0.102	0.41
3	51	İSKENDERUN	0.464	0.089	0.141	1.69
4	54	ANTAKYA	0.572	0.033	0.062	0.77
5	47	CEYHAN	0.531	0.056	0.14	0.56
6	51	DÖRTYOL	0.582	0.033	0.118	0.33
7	35	İSLAHİYE	0.662	0.033	0.073	1.24
8	47	YUMURTALIK	0.487	-0.078	0.140	2.35
9	48	KARATAŞ	0.524	-0.002	0.069	1.40
10	47	SAMANDAĞ	0.621	0.050	0.074	0.54

Çizelge 4.99. Bölge 2 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

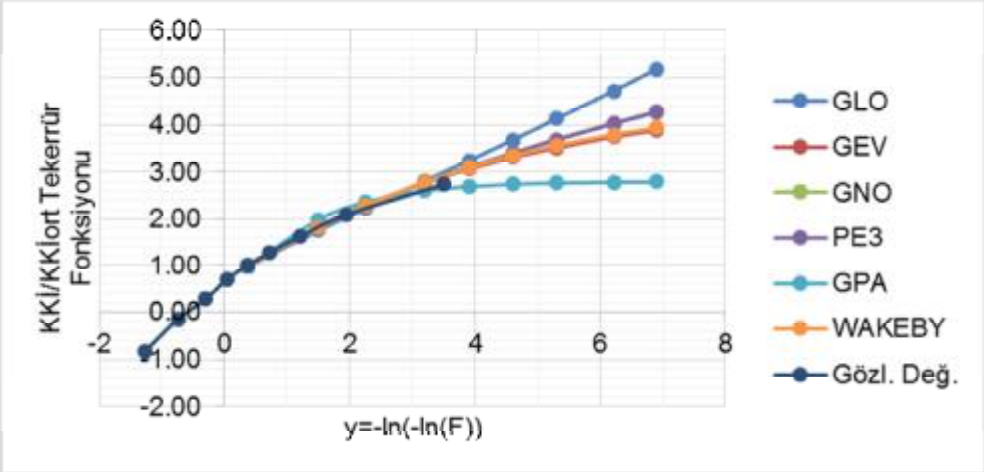
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.29**
Heterojenlik	H2	-1.69
	H3	-1.29
	Gen. Lojistik	4.4
Dağılımlar	**Gen. Ekstrem Değer**	**0.5**
	Gen. Normal	1.37
	Pearson Tip III	1.31
	Gen. Pareto	-6.71

Çizelge 4.100. Bölge 2 dağılımlarının parametreleri

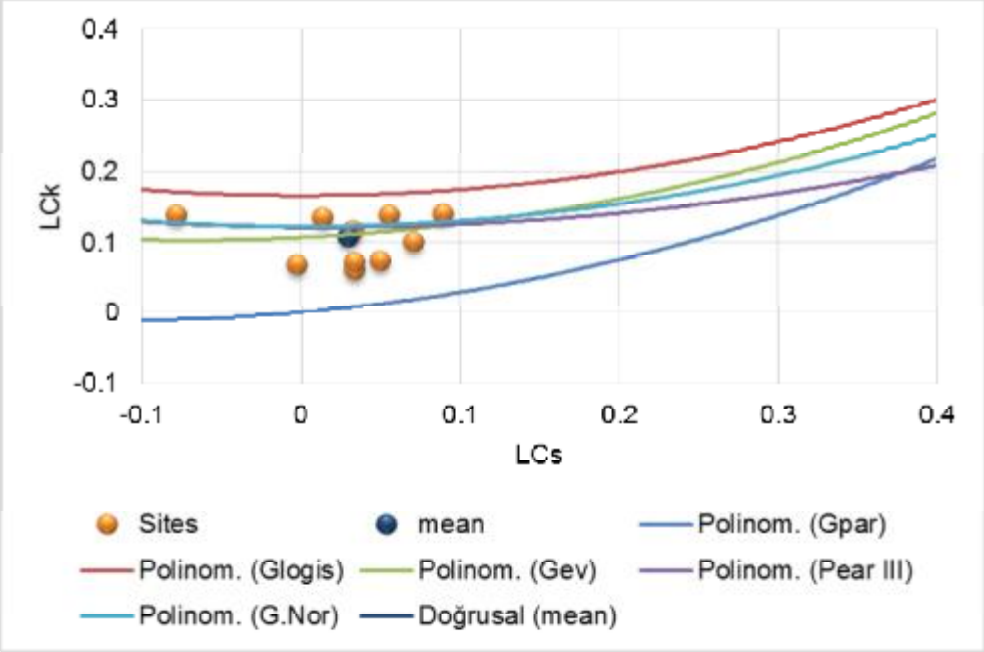
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.973	0.551	-0.029
Gen. Ekstrem Değer	0.634	0.946	0.232
Gen. Normal	0.971	0.976	-0.06
Pearson Tip III	1.000	0.978	0.18
Gen. Pareto	-0.591	3.001	0.886
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.909	5.561	4.453
		g	d
		1.12	-0.259

Çizelge 4.101. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.97	1.75	2.22	2.81	3.24	3.68	4.13	4.73	5.19
Gen. Ekst. Değ.	**0.97**	**1.83**	**2.29**	**2.77**	**3.06**	**3.31**	**3.52**	**3.75**	**3.89**
Gen. Normal	0.97	1.81	2.27	2.77	3.10	3.41	3.69	4.04	4.28
Pearson Tip III	0.97	1.81	2.27	2.77	3.10	3.41	3.69	4.03	4.28
Gen. Pareto	0.96	1.98	2.36	2.60	2.69	2.74	2.77	2.78	2.79
WAKEBY	0.99	1.81	2.28	2.78	3.09	3.35	3.56	3.80	3.94
y*	-1.26	-0.73	-0.30	0.05	0.37	0.72	1.21	1.95	3.50
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.82	-0.14	0.28	0.71	1.00	1.27	1.63	2.09	2.74



Şekil 4.60. Bölge 2'ye ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.61. Bölge 2 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.102. Bölge 2 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
HASSA	-0.75	-1.42	-1.78	-2.15	-2.38	-2.57	-2.73	-2.91	-3.02
OSMANİYE	-0.93	-1.76	-2.20	-2.66	-2.94	-3.17	-3.37	-3.59	-3.73
İSKENDERUN	-0.88	-1.67	-2.09	-2.53	-2.80	-3.02	-3.21	-3.42	-3.55
ANTAKYA	-0.83	-1.57	-1.97	-2.38	-2.63	-2.84	-3.02	-3.22	-3.34
CEYHAN	-0.94	-1.78	-2.22	-2.69	-2.97	-3.21	-3.41	-3.64	-3.78
DÖRTYOL	-0.84	-1.60	-2.00	-2.42	-2.68	-2.89	-3.08	-3.28	-3.40
İSLAHİYE	-0.69	-1.31	-1.64	-1.99	-2.20	-2.37	-2.52	-2.69	-2.79
YUMURTALIK	-0.94	-1.79	-2.23	-2.70	-2.98	-3.22	-3.43	-3.65	-3.79
KARATAŞ	-0.89	-1.68	-2.10	-2.54	-2.81	-3.04	-3.23	-3.44	-3.57
SAMANDAĞ	-0.83	-1.57	-1.96	-2.37	-2.62	-2.83	-3.01	-3.20	-3.32

Çizelge 4.103. Bölge 3 için istasyonların L-Moment oranları ve uyumsuzluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	26	TUFANBEYLİ	0.607	0.084	0.078	0.34
2	24	ÇAMARDI	0.500	0.171	0.198	1.60
3	24	FEKE	0.545	-0.091	0.06	0.81
4	14	BAHÇE	0.721	0.015	0.046	1.55
5	52	K.MARAŞ	0.533	-0.023	0.087	0.27
6	47	PINARBAŞI	0.653	0.233	0.147	1.73
7	45	TOMARZA	0.604	-0.019	0.164	1.15
8	43	SARIZ	0.600	0.120	0.062	0.87
9	40	AFŞİN	0.536	-0.033	0.076	0.37
10	48	ELBİSTAN	0.624	-0.083	0.12	1.00
11	49	ULUKIŞLA	0.561	0.034	0.148	0.34
12	30	POZANTI	0.402	0.087	0.094	1.97

Çizelge 4.104. Bölge 3 için heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

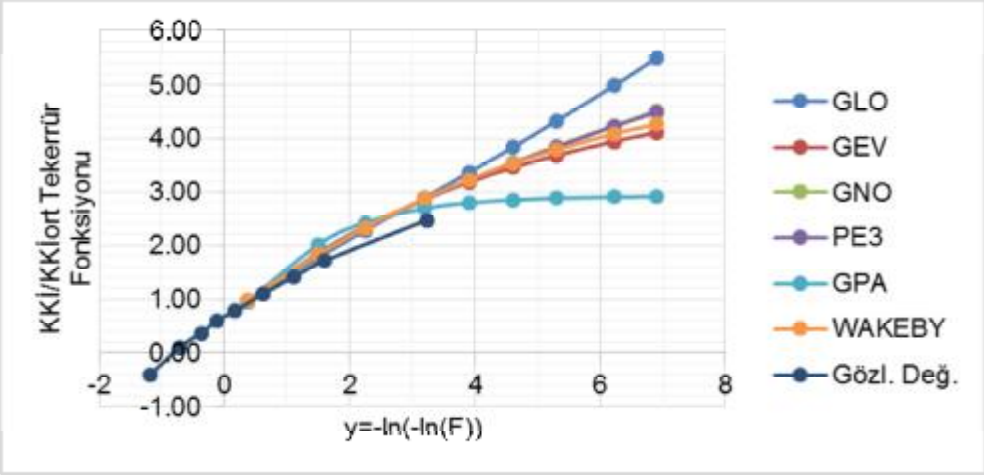
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-1.1**
Heterojenlik	H2	-0.31
	H3	1.79*
	Gen. Lojistik	3.94
Dağılımlar	**Gen. Ekstrem Değer**	**0.15**
	Gen. Normal	0.93
	Pearson Tip III	0.85
	Gen. Pareto	-6.92

Çizelge 4.105. Bölge 3 dağılımlarının parametreleri

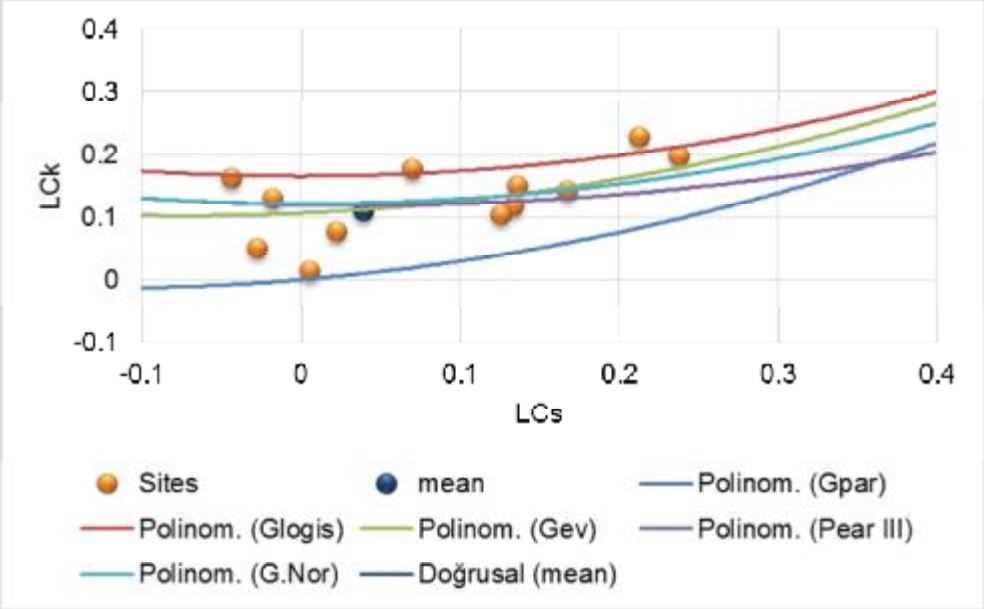
Dağılımlar	z (yer para.)	α (ölçek para.)	K (şekil para.)
Gen. Lojistik	0.963	0.572	-0.039
Gen. Ekstrem Değer	0.612	0.973	0.215
Gen. Normal	0.959	1.013	-0.08
Pearson Tip III	1.000	1.018	0.241
Gen. Pareto	-0.633	3.019	0.849
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.967	5.754	4.391
		g	d
		1.09	-0.215

Çizelge 4.106. 12 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F (Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.96	1.78	2.28	2.90	3.37	3.84	4.33	4.98	5.50
Gen. Ekst. Değ.	**0.96**	**1.86**	**2.35**	**2.86**	**3.18**	**3.46**	**3.69**	**3.95**	**4.12**
Gen. Normal	0.96	1.84	2.33	2.86	3.22	3.55	3.86	4.24	4.51
Pearson Tip III	0.96	1.84	2.33	2.86	3.22	3.55	3.85	4.23	4.50
Gen. Pareto	0.95	2.02	2.42	2.69	2.80	2.85	2.88	2.91	2.91
WAKEBY	0.99	1.83	2.33	2.88	3.23	3.54	3.80	4.09	4.27
y*	-1.19	-0.71	-0.37	-0.12	0.17	0.61	1.11	1.59	3.23
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.41	0.11	0.36	0.60	0.78	1.09	1.41	1.71	2.47



Şekil 4.62. Bölge 3'e ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.63. Bölge 3 istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-Moment oranı diyagramı)

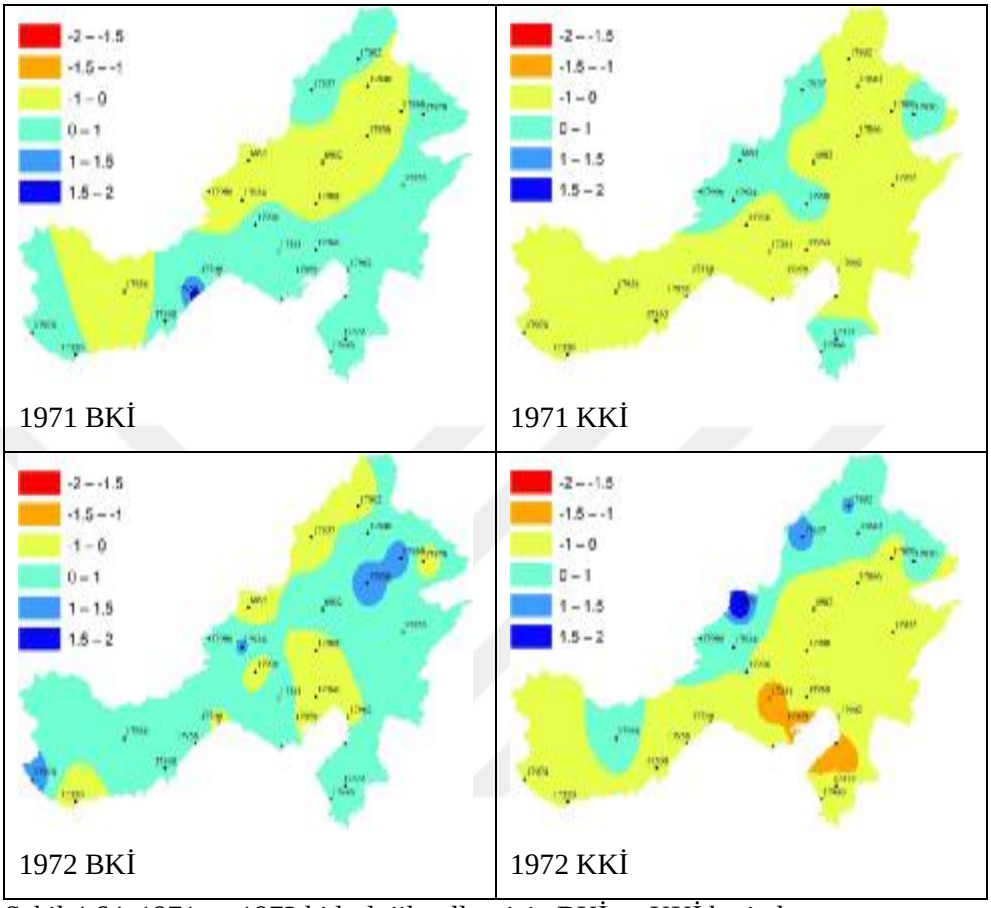
Çizelge 4.107. Bölge 3 için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük KKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon Adı	**KKİ**								
TUFANBEYLİ	-0.85	-1.66	-2.09	-2.55	-2.84	-3.08	-3.29	-3.52	-3.67
ÇAMARDI	-0.85	-1.66	-2.10	-2.56	-2.84	-3.08	-3.29	-3.53	-3.67
FEKE	-0.78	-1.53	-1.93	-2.35	-2.61	-2.84	-3.03	-3.24	-3.38
BAHÇE	-0.68	-1.32	-1.67	-2.04	-2.26	-2.46	-2.62	-2.81	-2.93
K.MARAŞ	-0.87	-1.70	-2.15	-2.62	-2.91	-3.16	-3.38	-3.62	-3.77
PINARBAŞI	-0.78	-1.51	-1.91	-2.33	-2.59	-2.82	-3.01	-3.22	-3.35
TOMARZA	-0.87	-1.69	-2.13	-2.60	-2.89	-3.14	-3.35	-3.58	-3.73
SARIZ	-0.84	-1.64	-2.07	-2.53	-2.81	-3.05	-3.26	-3.49	-3.63
AFŞİN	-0.85	-1.65	-2.09	-2.55	-2.83	-3.07	-3.28	-3.51	-3.66
ELBİSTAN	-0.76	-1.48	-1.87	-2.28	-2.53	-2.75	-2.93	-3.14	-3.27
ULUKIŞLA	-0.80	-1.56	-1.98	-2.41	-2.68	-2.91	-3.10	-3.32	-3.46
POZANTI	-0.95	-1.84	-2.33	-2.84	-3.16	-3.43	-3.66	-3.92	-4.08

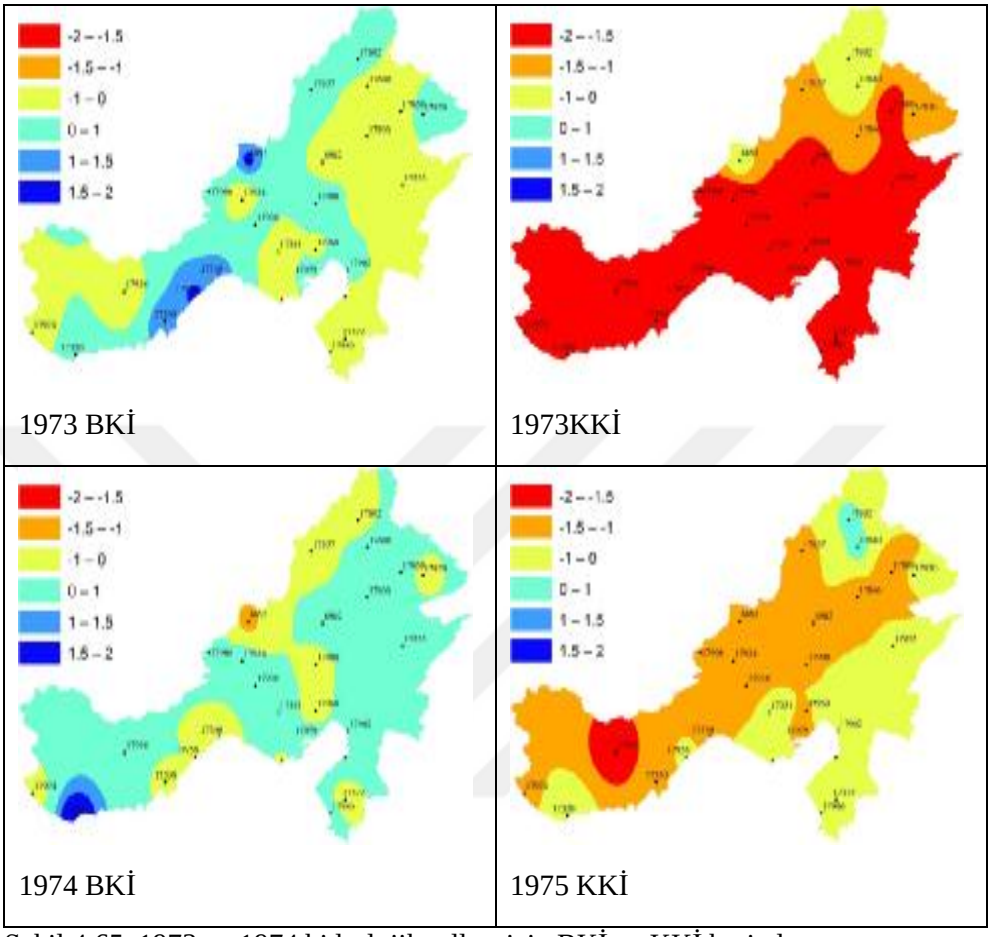
4.16. Kuraklığın Haritalandırılması

Kuraklığın haritalandırılması görsel olarak Bütünleşik Kuraklık İndeksi ve Keşif Kuraklık İndeksi arasındaki farkı ortaya koyabilmek için yapılmıştır. Hidrolojik yıl baz alınarak elde edilen indeksler ArcGis paket programı yardımıyla Ters Mesafe Ağırlıklı İnterpolasyon Yöntemi kullanılarak haritalandırılmıştır. Haritalar içerisinde kuraklık indeks eşik değerleri de gösterilmiştir. Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nin haritalandırılmasında, her istasyonun eşik değeri farklı olduğundan dolayı, haritalandırırken de ortak bir eşik değer olması gerektiğinden, havzada yer alan istasyonların eşik değer ortalamaları alınmıştır. Keşif Kuraklık İndeksi eşik değerleriyle yakın bulunmuş ve aynı olduğu kabulü yapılmıştır. KKİ, çalışma alanında yaşanan 1793 kuraklığını ve 1980 taşkınını ortaya çıkarmıştır.

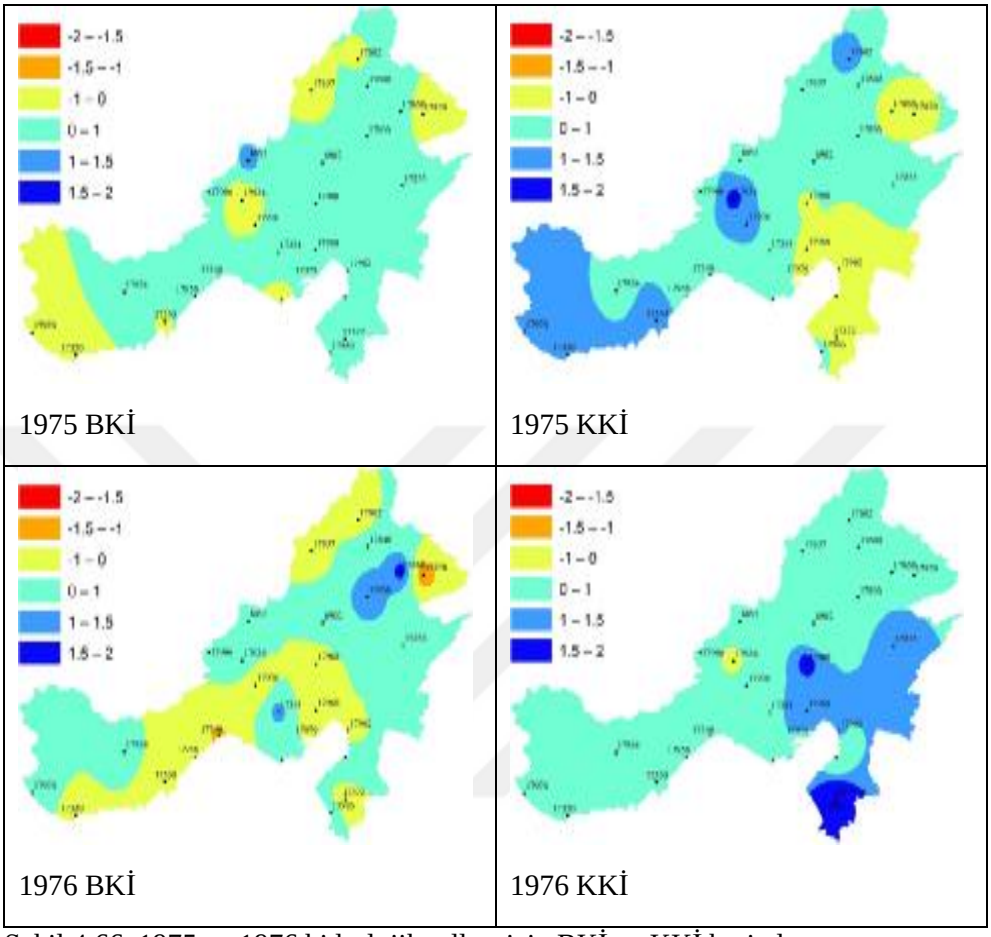
1971-1986, 1989-1994 ve 1999-2010 periyotları için haritalandırma yapılmıştır.



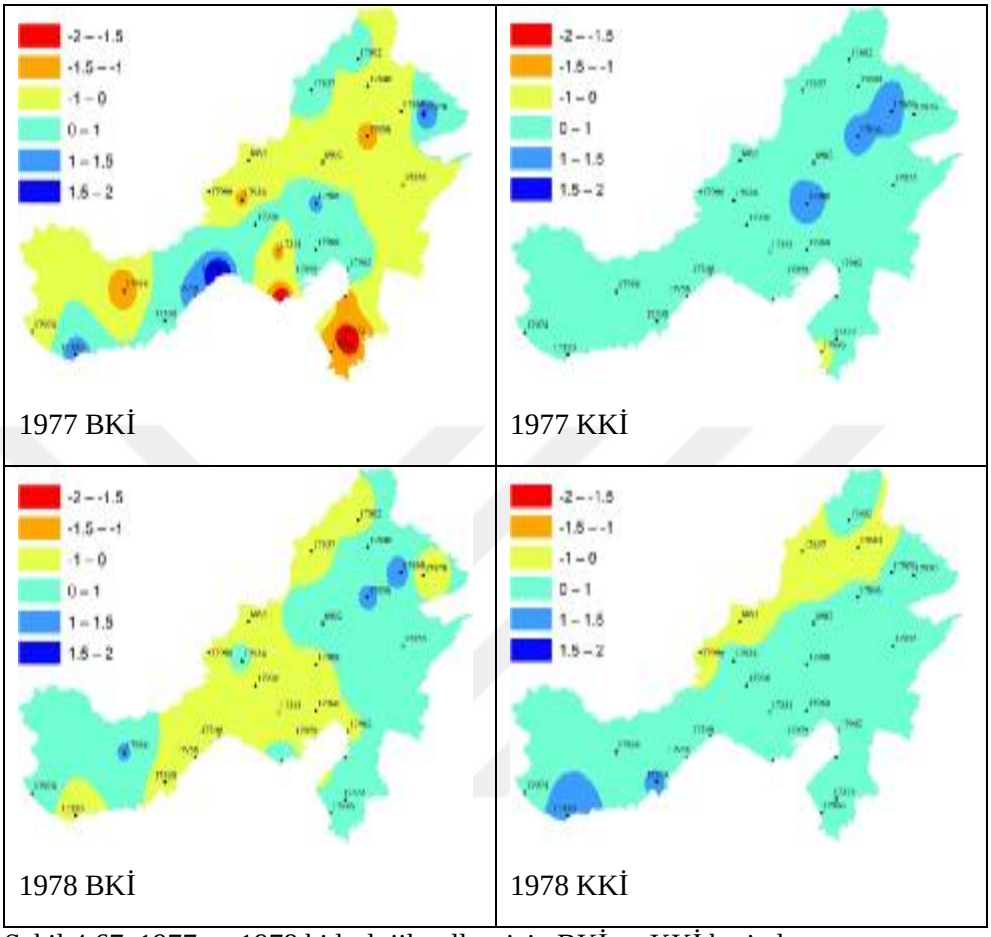
Şekil 4.64. 1971 ve 1972 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



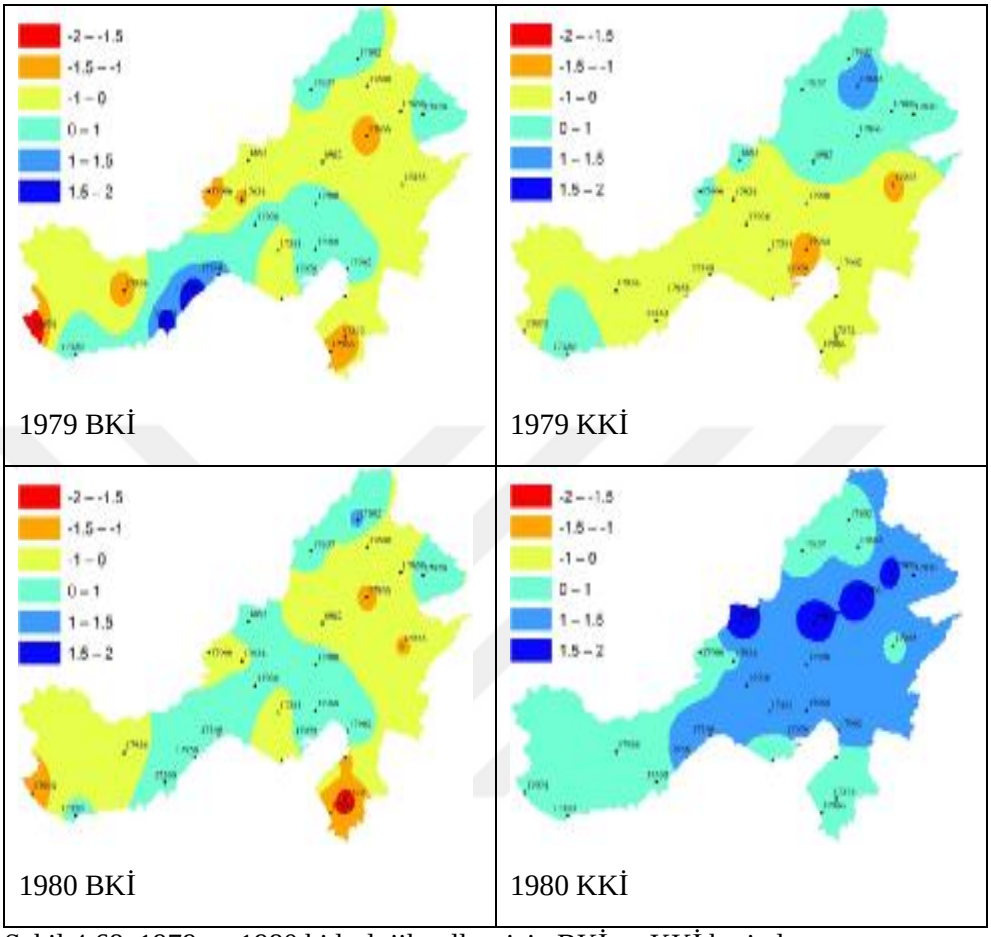
Şekil 4.65. 1973 ve 1974 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



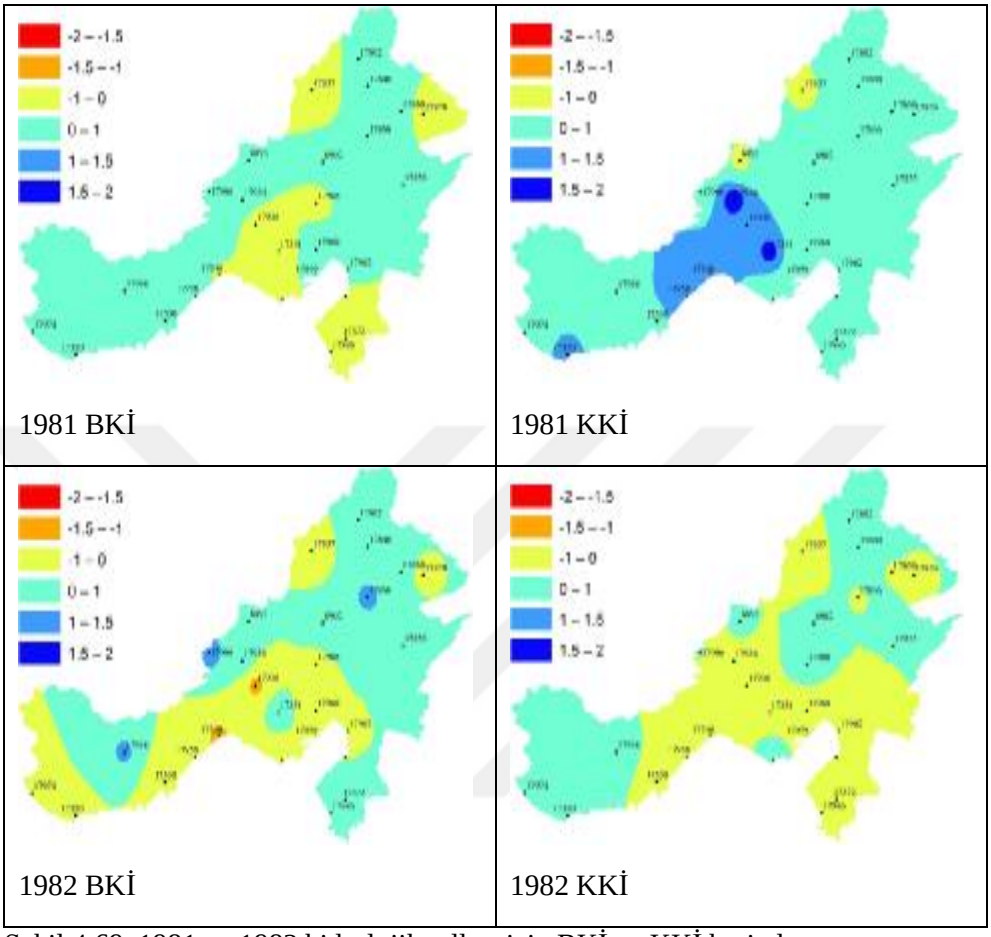
Şekil 4.66. 1975 ve 1976 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



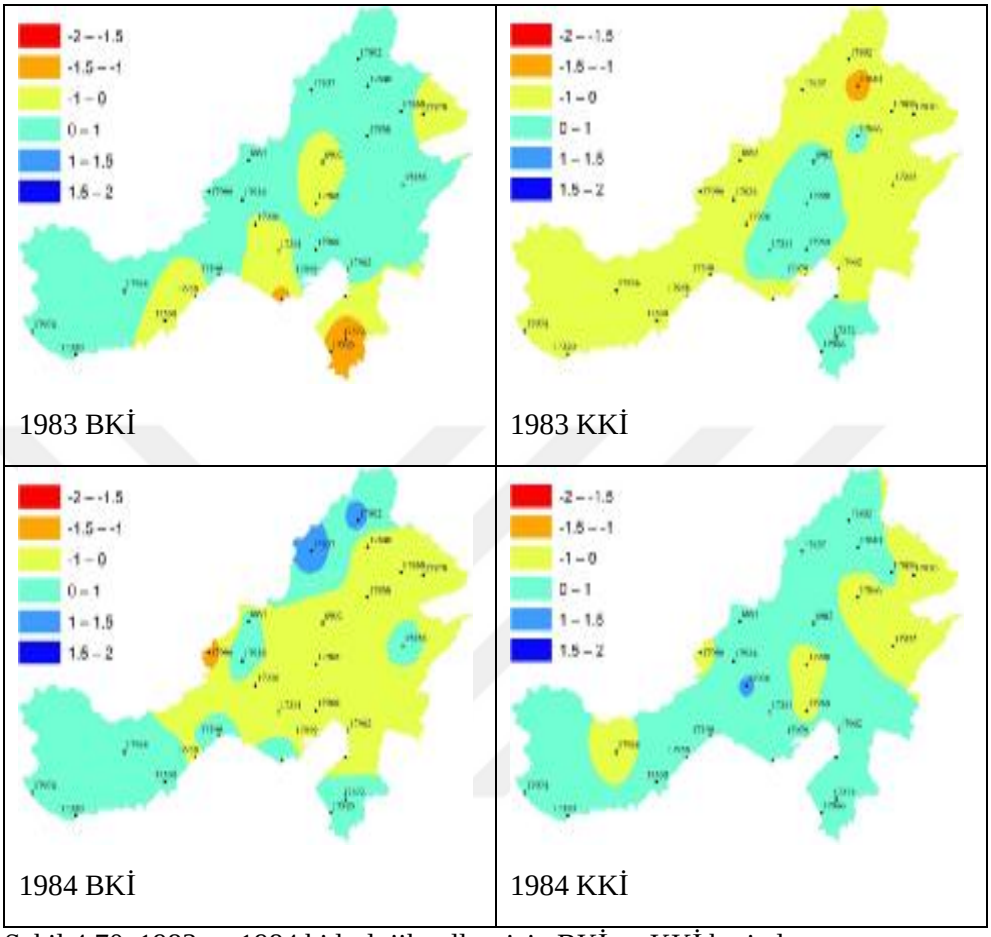
Şekil 4.67. 1977 ve 1978 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



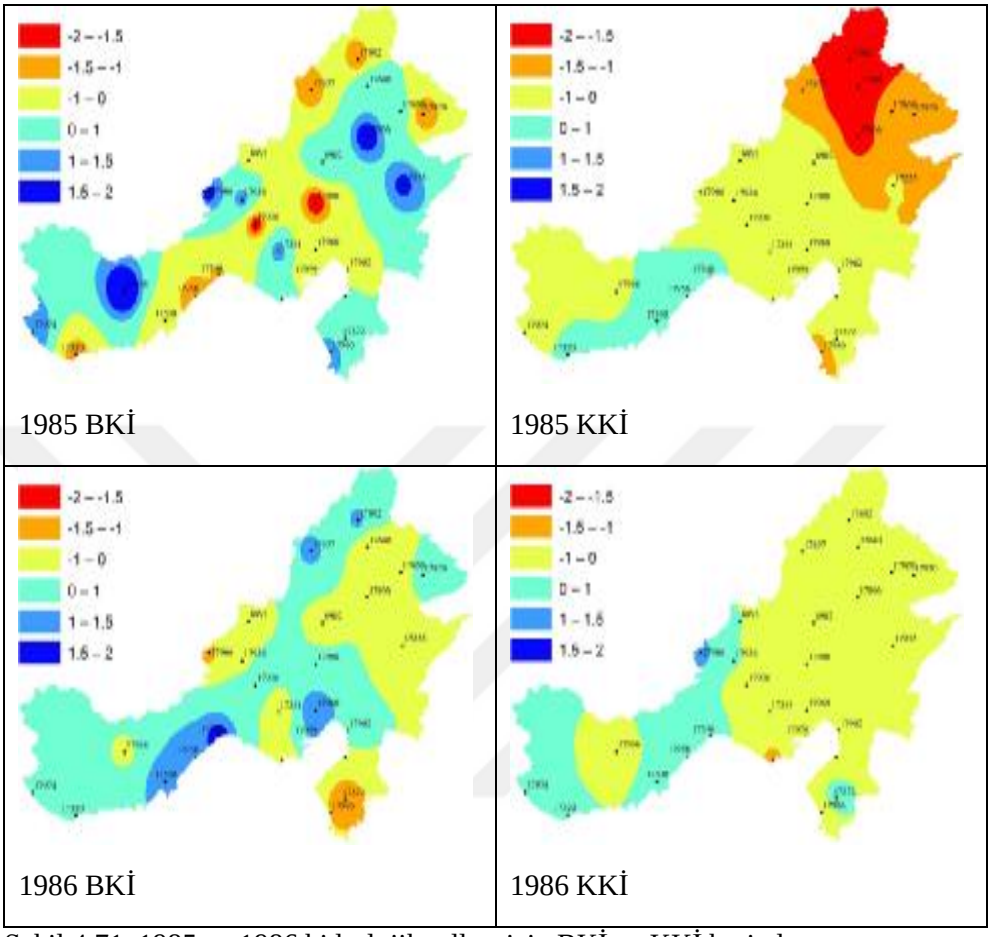
Şekil 4.68. 1979 ve 1980 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



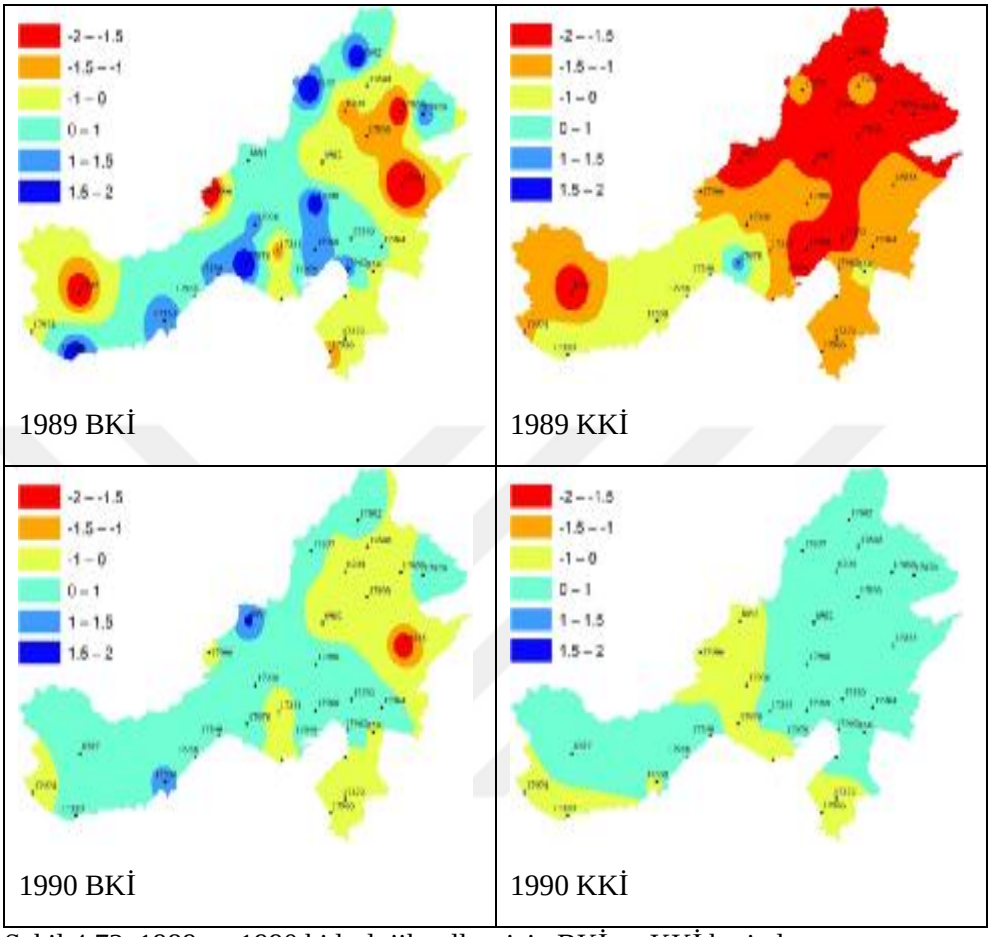
Şekil 4.69. 1981 ve 1982 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



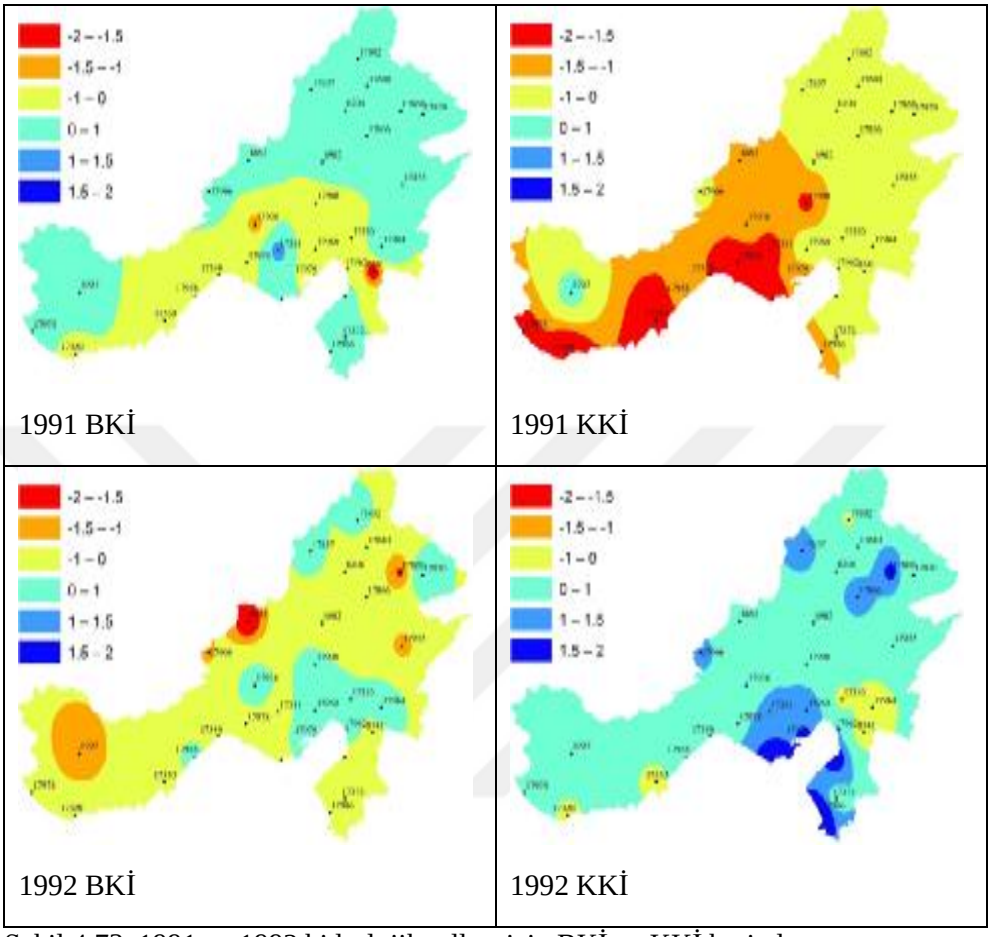
Şekil 4.70. 1983 ve 1984 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



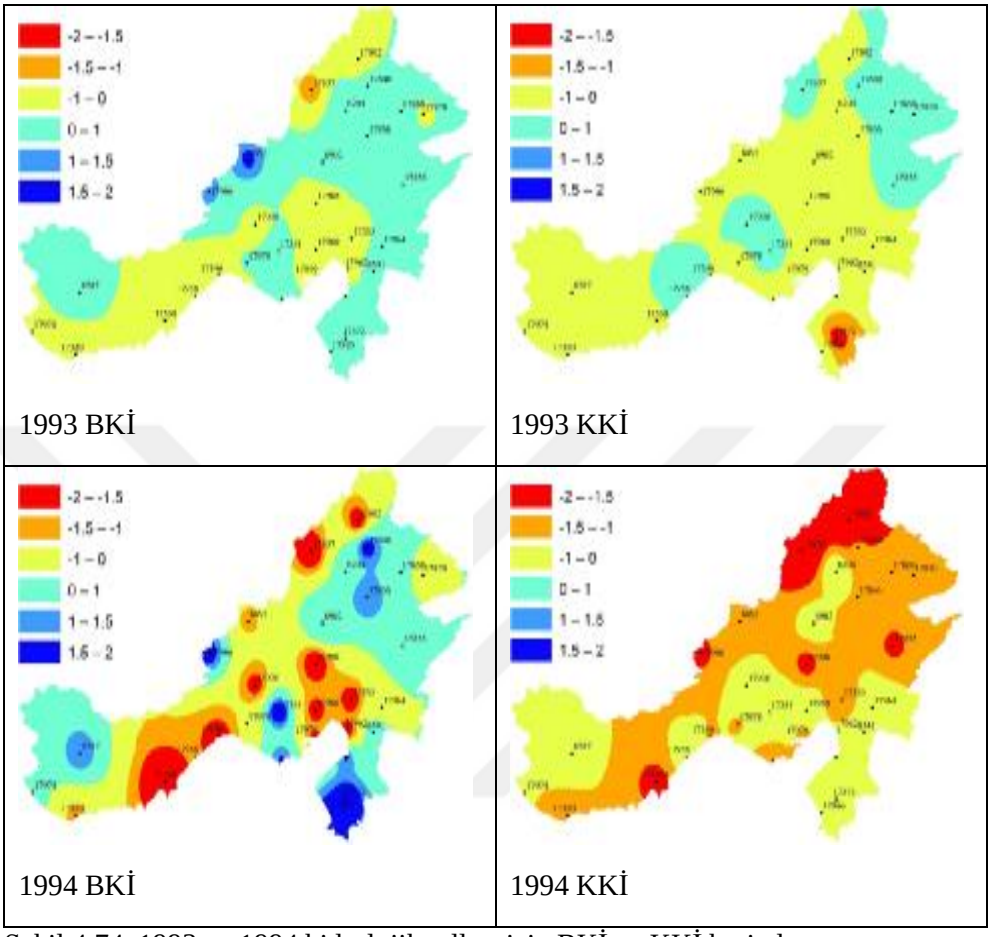
Şekil 4.71. 1985 ve 1986 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



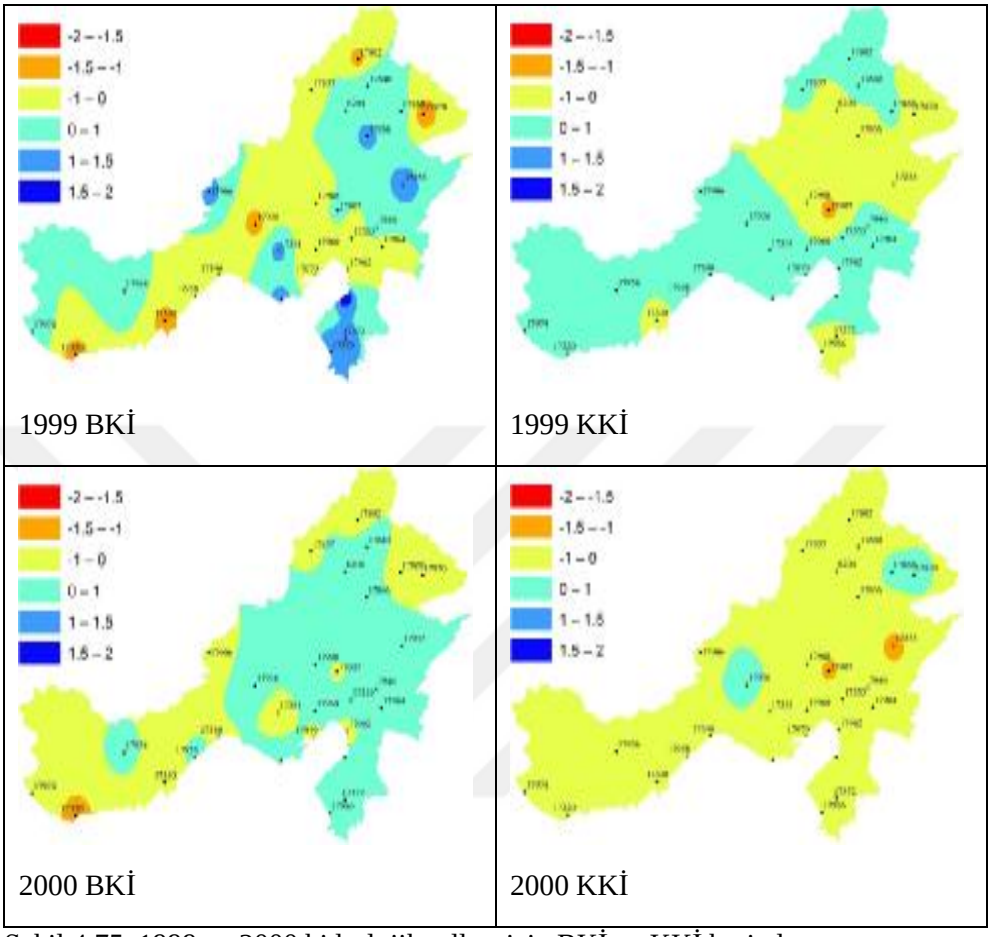
Şekil 4.72. 1989 ve 1990 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



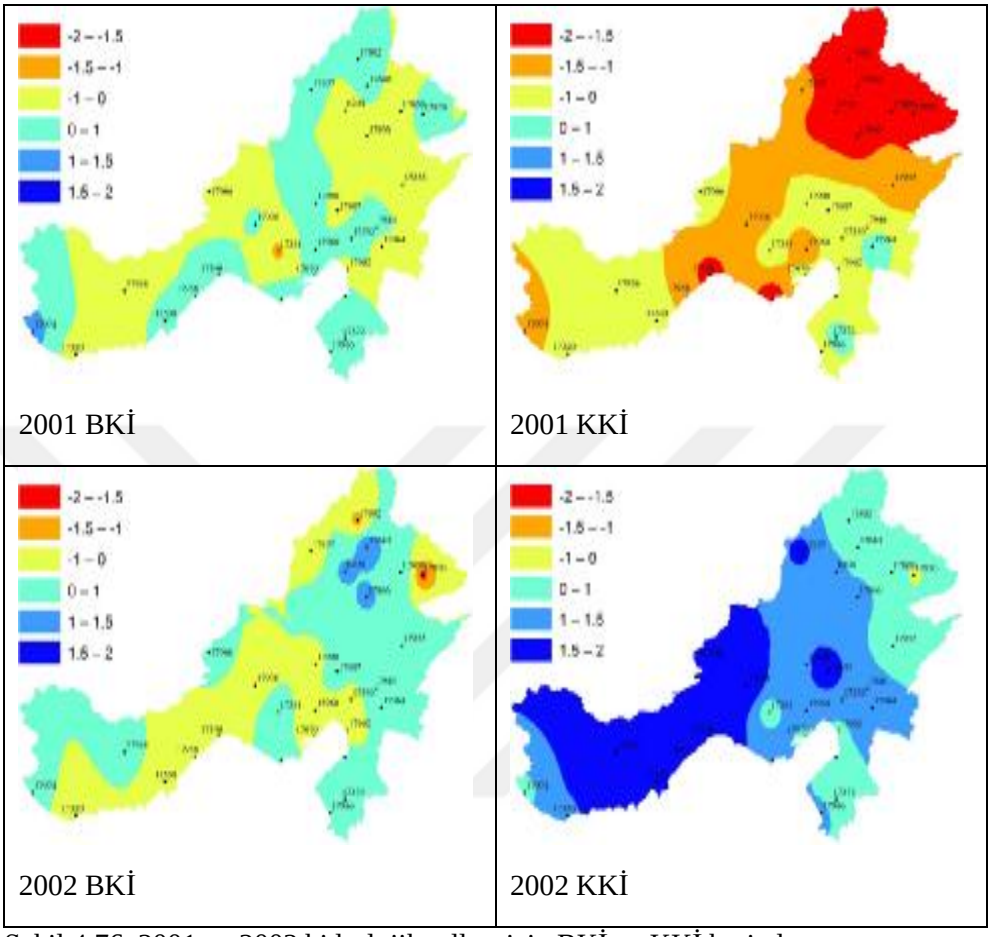
Şekil 4.73. 1991 ve 1992 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



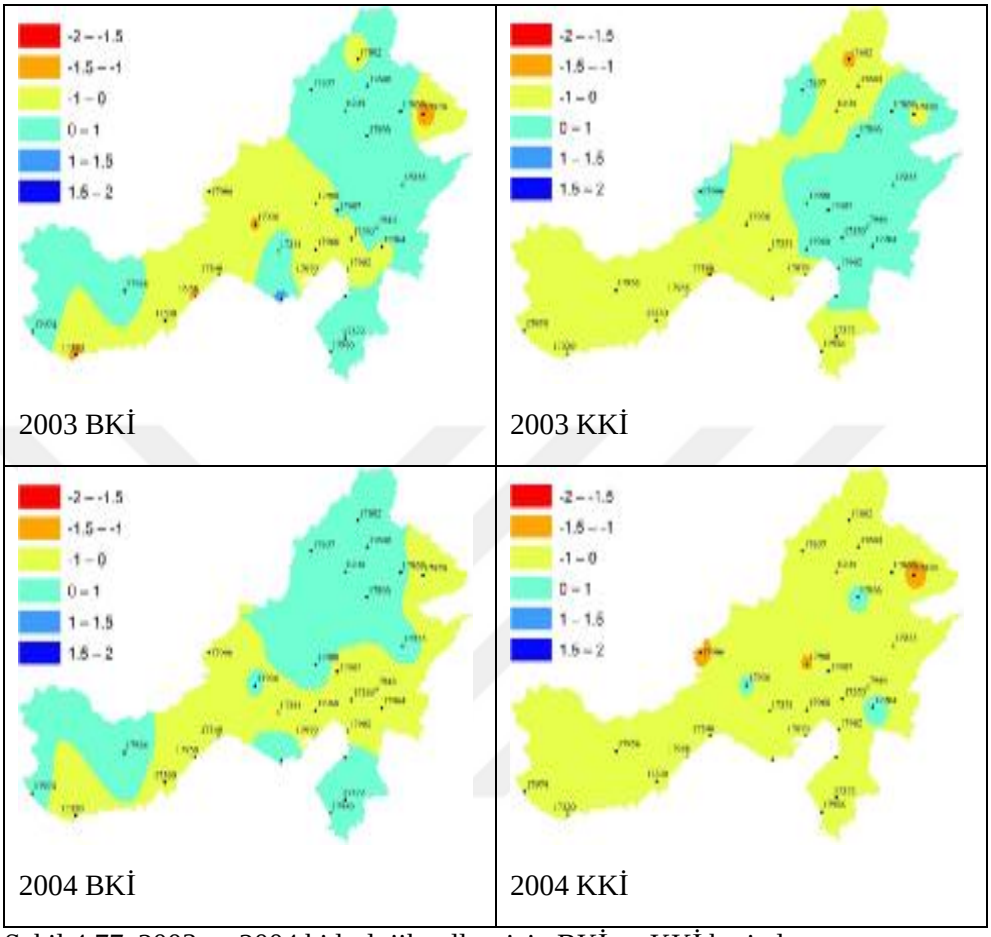
Şekil 4.74. 1993 ve 1994 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



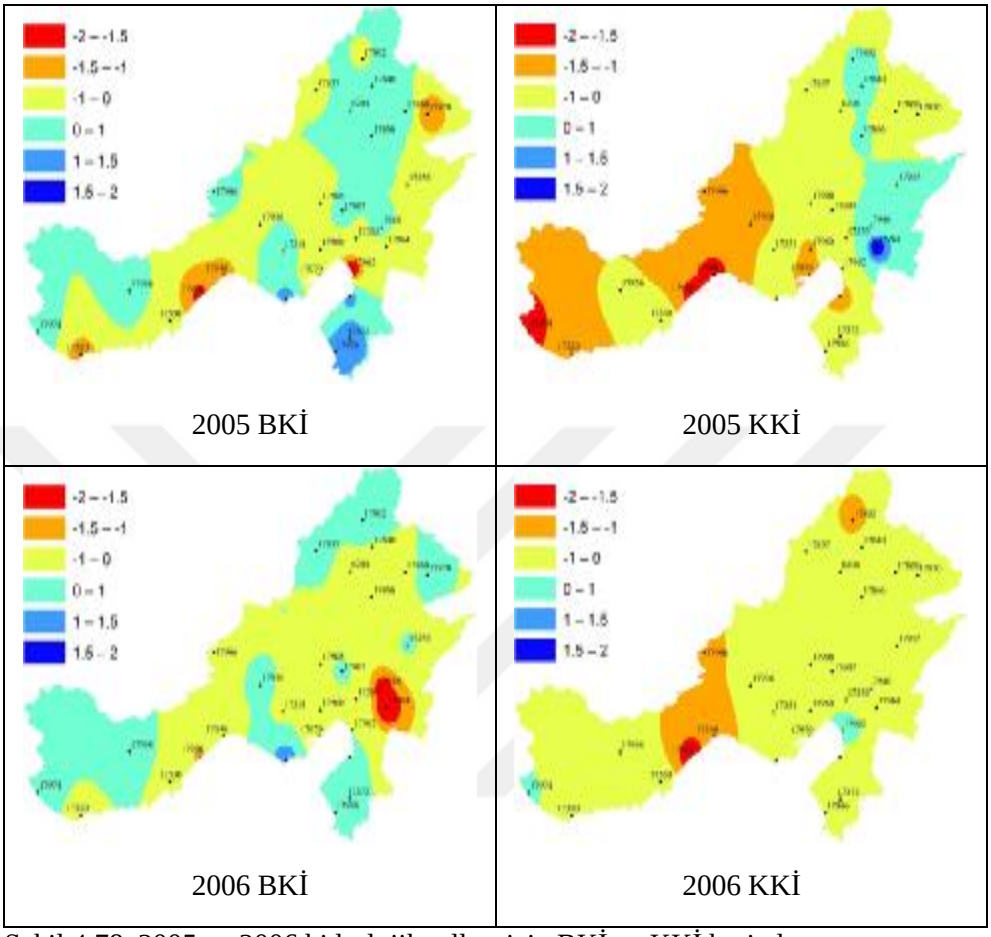
Şekil 4.75. 1999 ve 2000 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



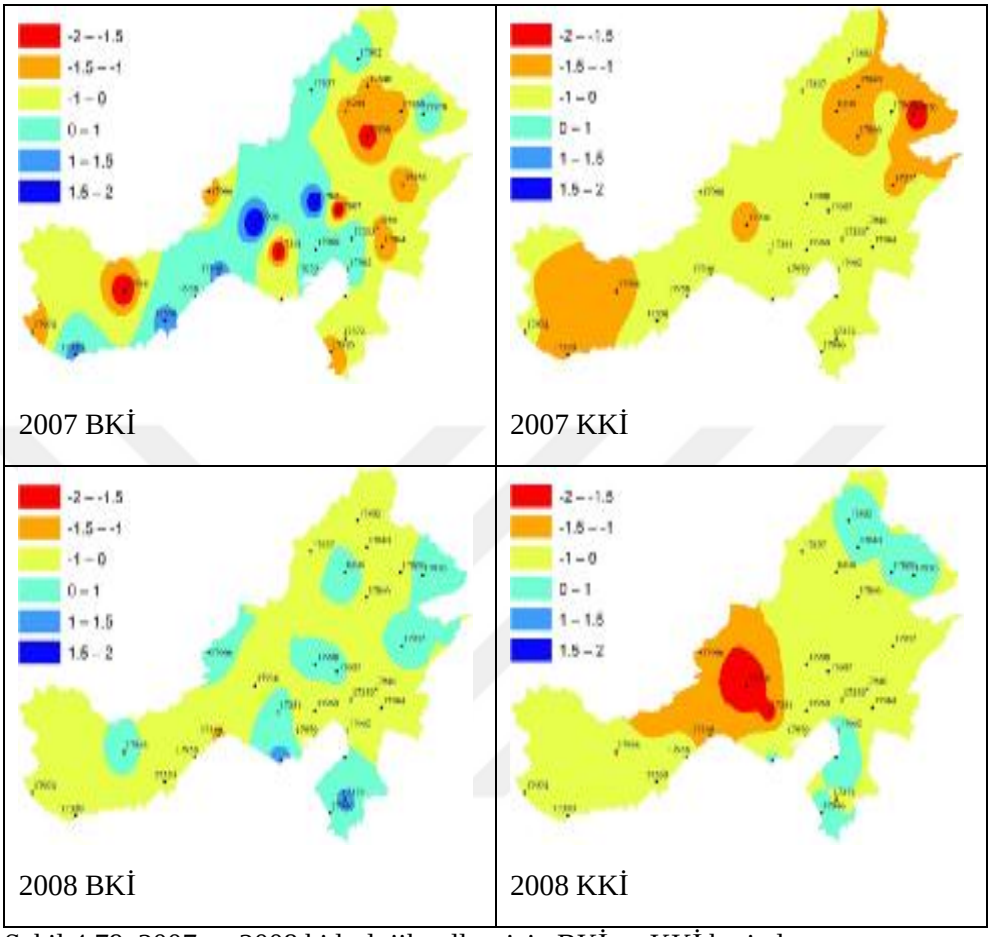
Şekil 4.76. 2001 ve 2002 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



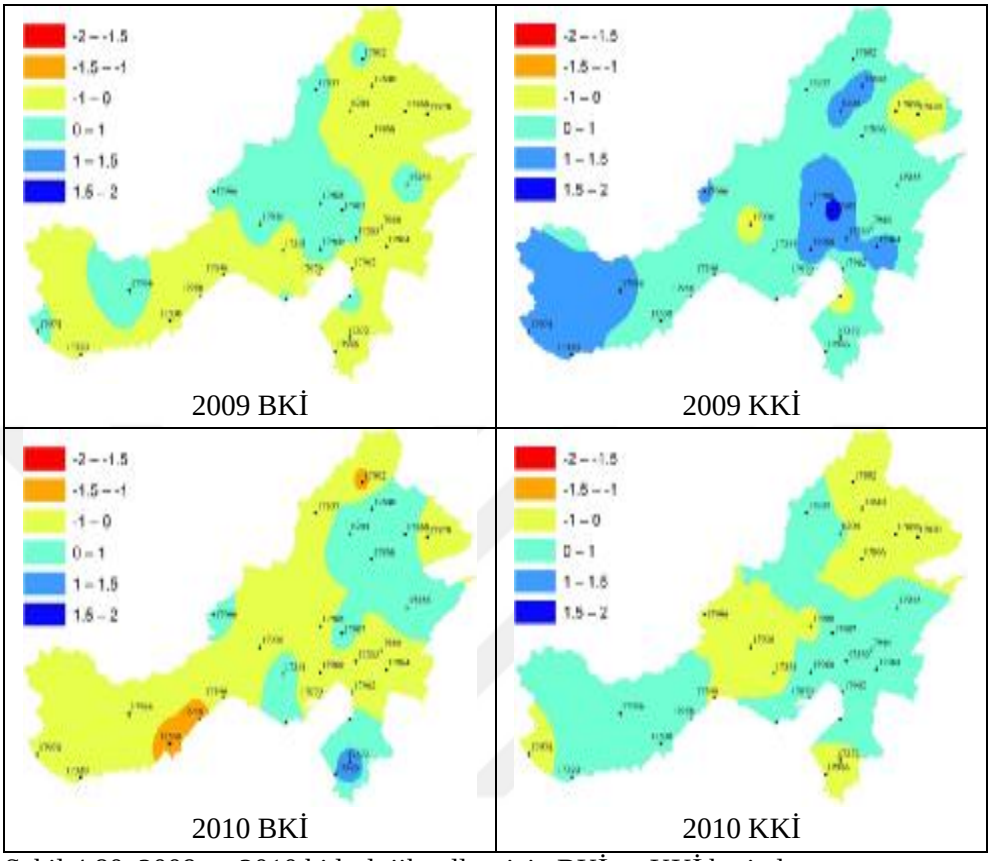
Şekil 4.77. 2003 ve 2004 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



Şekil 4.78. 2005 ve 2006 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



Şekil 4.79. 2007 ve 2008 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları



Şekil 4.80. 2009 ve 2010 hidrolojik yılları için BKİ ve KKİ haritaları

4.17. Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) Analiz Sonuçları

Akım Kuraklık İndeksi için öncelikle 3.2.4 kısmında anlatılan $V_{i,k}$ değerlerinin normalliğinin test edilmesi gerekmektedir. Bunun için Anderson-Darling testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.108, 4.109, 4.110 ve 4.111'de verilmiştir.

Çizelgelerde seçilen bazı akım gözlem istasyonlarının normallik testi sonuçları gösterilmiştir. Normallik testini geçen istasyonlar koyu punto ile belirtilmiştir. Ancak sonuçlara göre akım gözlem istasyonlarının büyük çoğunluğunun normal dağılıma uymadığı belirlenmiştir. Bu yüzden Akım Kuraklık İndeksi hesaplarında gamma dağılımı kullanılmıştır.

Çizelge 4.108. Doğu Akdeniz Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

DOĞU AKDENİZ HAVZASI					
1720			**1714**		
3-Aylık AKİ	**AD**	1.433	3-Aylık AKİ	**AD**	1.757
	AD*	1.462		**AD***	1.788
	p Değ.	0.001		**p Değ.**	0.000
6-Aylık AKİ	**AD**	0.561	6-Aylık AKİ	**AD**	0.443
	AD*	0.572		**AD***	0.451
	p Değ.	0.138		**p Değ.**	0.275
9-Aylık AKİ	**AD**	**0.210**	9-Aylık AKİ	**AD**	**0.308**
	AD*	**0.214**		**AD***	**0.314**
	p Değ.	**0.850**		**p Değ.**	**0.547**
12-Aylık AKİ	**AD**	**0.222**	12-Aylık AKİ	**AD**	**0.295**
	AD*	**0.226**		**AD***	**0.300**
	p Değ.	**0.817**		**p Değ.**	**0.581**
1712					
3-Aylık AKİ	**AD**	1.689			
	AD*	1.719			
	p Değ.	0.000			
6-Aylık AKİ	**AD**	0.357			
	AD*	0.363			
	p Değ.	0.440			
9-Aylık AKİ	**AD**	**0.215**			
	AD*	**0.219**			
	p Değ.	**0.838**			
12-Aylık AKİ	**AD**	**0.211**			
	AD*	**0.215**			
	p Değ.	**0.848**			

Çizelge 4.109. Seyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

SEYHAN HAVZASI					
1820			**1818**		
3-Aylık AKİ	**AD**	1.120	3-Aylık AKİ	**AD**	1.007
	AD*	1.145		**AD***	1.028
	p Değ.	0.005		**p Değ.**	0.011
6-Aylık AKİ	**AD**	0.709	6-Aylık AKİ	**AD**	0.559
	AD*	0.725		**AD***	0.570
	p Değ.	0.059		**p Değ.**	0.139
9-Aylık AKİ	**AD**	0.539	9-Aylık AKİ	**AD**	**0.225**
	AD*	0.551		**AD***	**0.229**
	p Değ.	0.156		**p Değ.**	**0.810**
12-Aylık AKİ	**AD**	0.460	12-Aylık AKİ	**AD**	**0.236**
	AD*	0.470		**AD***	**0.240**
	p Değ.	0.247		**p Değ.**	**0.776**
1805					
3-Aylık AKİ	**AD**	2.322			
	AD*	2.349			
	p Değ.	0.000			
6-Aylık AKİ	**AD**	0.738			
	AD*	0.747			
	p Değ.	0.052			
9-Aylık AKİ	**AD**	0.405			
	AD*	0.410			
	p Değ.	0.344			
12-Aylık AKİ	**AD**	0.377			
	AD*	0.381			
	p Değ.	0.400			

Çizelge 4.110. Ceyhan Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

CEYHAN HAVZASI					
2004			**2009**		
3-Aylık AKİ	**AD**	0.475	3-Aylık AKİ	**AD**	2.039
	AD*	0.486		**AD***	2.070
	p Değ.	0.225		**p Değ.**	0.000
6-Aylık AKİ	**AD**	0.649	6-Aylık AKİ	**AD**	1.504
	AD*	0.664		**AD***	1.527
	p Değ.	0.083		**p Değ.**	0.001
9-Aylık AKİ	**AD**	1.009	9-Aylık AKİ	**AD**	0.686
	AD*	1.033		**AD***	0.696
	p Değ.	0.010		**p Değ.**	0.069
12-Aylık AKİ	**AD**	0.809	12-Aylık AKİ	**AD**	0.692
	AD*	0.828		**AD***	0.702
	p Değ.	0.033		**p Değ.**	0.067
2006					
3-Aylık AKİ	**AD**	2.022			
	AD*	2.053			
	p Değ.	0.000			
6-Aylık AKİ	**AD**	1.313			
	AD*	1.333			
	p Değ.	0.002			
9-Aylık AKİ	**AD**	0.544			
	AD*	0.553			
	p Değ.	0.154			
12-Aylık AKİ	**AD**	0.507			
	AD*	0.515			
	p Değ.	0.192			

Çizelge 4.111. Asi Havzası Anderson-Darling testi sonuçları

ASİ HAVZASI					
1908			1905		
3-Aylık AKİ	**AD**	1.509	3-Aylık AKİ	**AD**	1.278
	AD*	1.530		**AD***	1.297
	p Değ.	0.001		**p Değ.**	0.002
6-Aylık AKİ	**AD**	0.708	6-Aylık AKİ	**AD**	1.091
	AD*	0.718		**AD***	1.108
	p Değ.	0.061		**p Değ.**	0.007
9-Aylık AKİ	**AD**	1.116	9-Aylık AKİ	**AD**	1.079
	AD*	1.132		**AD***	1.095
	p Değ.	0.006		**p Değ.**	0.007
12-Aylık AKİ	**AD**	1.080	12-Aylık AKİ	**AD**	6.284
	AD*	1.095		**AD***	6.372
	p Değ.	0.007		**p Değ.**	0.000
1907					
3-Aylık AKİ	**AD**	0.432			
	AD*	0.438			
	p Değ.	0.296			
6-Aylık AKİ	**AD**	0.552			
	AD*	0.560			
	p Değ.	0.148			
9-Aylık AKİ	**AD**	0.694			
	AD*	0.704			
	p Değ.	0.066			
12-Aylık AKİ	**AD**	0.670			
	AD*	0.679			
	p Değ.	0.076			

Akım gözlem istasyonlarının yıl bazında kaydettiği en düşük AKİ değerleri bütün havzalarda 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlar için çizelge haline getirilmiştir. Çizelge 4.112 ve Çizelge 4.113'te Doğu Akdeniz havzası için en kurak yıllar ve AKİ değerleri gösterilmektedir. Her periyodun en kurak yılı yaşayan istasyonu koyu punto ile belirtilmiştir.

Çizelge 4.112. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar

D. AKDENİZ HAVZASI 3 Ay-AKİ			D. AKDENİZ HAVZASI 6-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
1701	1957	-1.53	1701	1957	-2.1
1702	1951	-1.1	1702	1949	-1.36
1703	1951	-1.46	1703	1949	-1.71
1704	1957	-1.12	1704	1957	-1.64
1708	**1974**	**-2.44**	**1708**	**1973**	**-2.67**
1712	2000	-1.58	1712	2001	-1.8
1714	2000	-1.69	1714	2000	-1.83
1717	1995	-1.48	1717	1992	-1.45
1719	2000	-1.72	1719	2000	-1.95
1720	2000	-1.74	1720	2000	-1.8
1721	1991	-1.51	1721	1973	-1.9
1723	2000	-1.45	1723	1992	-1.48
1725	2000	-1.27	1725	2001	-1.58
1726	2000	-1.36	1726	2000	-1.53
1729	2000	-1.14	1729	1997	-1.17
1730	2000	-1.36	1730	1993	-1.69
1731	2000	-1.23	1731	2000	-1.4
1732	2005	-1.24	1732	2005	-1.53
1733	2000	-1.48	1733	2005	-1.47

Çizelge 4.113. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı)

D. AKDENİZ HAVZASI 9-Ay AKİ			D. AKDENİZ HAVZASI 12-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
1701	1957	-2.18	1701	1957	-2.06
1702	1951	-2.17	1702	1941	-2.17
1703	1951	-1.65	1703	1951	-1.61
1704	1957	-1.96	1704	1957	-2.06
1708	**1973**	**-2.95**	**1708**	**1973**	**-2.86**
1712	2001	-2.23	1712	2001	-2.2
1714	2001	-2.11	1714	2001	-2.13
1717	2001	-1.7	1717	2001	-1.72
1719	2001	-2.04	1719	2001	-2.07
1720	2001	-2.22	1720	2001	-2.23
1721	1991	-2.38	1721	1991	-2.32
1723	1991	-1.9	1723	1991	-1.88
1725	2001	-1.47	1725	2001	-1.48
1726	2001	-1.75	1726	2001	-1.74
1729	2001	-1.62	1729	2001	-1.65
1730	2001	-1.64	1730	1993	-1.63
1731	2001	-2.03	1731	2001	-2.03
1732	2005	-1.67	1732	2005	-1.64
1733	2005	-1.6	1733	2005	-1.57

Çizelge 4.114. Seyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar

SEYHAN HAVZASI 3 Ay-AKİ			SEYHAN HAVZASI 6 Ay-AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
1801	1974	-1.56	1801	1972	-1.99
1802	1954	-2.06	**1802**	**1953**	**-2.16**
1804	1951	-1.47	1804	1953	-0.93
1805	1974	-1.31	1805	1972	-1.98
1806 1.	1951	-1.12	1806 1.	1951	-1.75
1806 2.	1974	-1.71	1806 2.	1974	-1.56
1812	1962	-1.76	1812	1958	-1.35
1813	1962	-1.85	1813	1974	-1.44
1818	1974	-1.65	1818	1973	-1.65
1820	2005	-1.73	1820	2005	-2.1
1821	1974	-1.33	1821	1973	-1.47
1822	**2004**	**-3.18**	1822	2002	-1.53
1823	1975	-1.60	1823	1975	-1.77
1824	1987	-1.60	1824	1985	-1.31
1825	2005	-1.41	1825	2005	-1.76
1826	2004	-1.68	1826	2001	-1.78
1827	2004	-2.56	1827	2005	-1.64
1828	2005	-1.38	1828	2005	-1.77
1829	2001	-1.48	1829	2001	-2.05
1830	2005	-1.52	1830	2001	-1.72

Çizelge 4.115. Seyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar (devamı)

SEYHAN HAVZASI 9-Ay AKİ			SEYHAN HAVZASI 12-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
1801	1961	-2.3	1801	1961	-2.26
1802	1951	-1.99	1802	1951	-1.92
1804	1951	-1.31	1804	1951	-1.29
1805	2001	-1.98	1805	2001	-1.96
1806 1.	1951	-2.18	1806 1.	1951	-2.09
1806 2.	1974	-1.79	1806 2.	1974	-1.83
1812	1961	-1.56	1812	1961	-1.58
1813	1974	-1.43	1813	1974	-1.44
1818	1974	-1.91	1818	1974	-1.88
1820	**2005**	**-2.26**	1820	2005	-2.31
1821	1973	-1.71	1821	1973	-1.74
1822	2001	-2.20	**1822**	**2001**	**-2.33**
1823	1974	-1.83	1823	1974	-1.78
1824	1986	-1.51	1824	1986	-1.52
1825	2005	-1.99	1825	2005	-1.99
1826	2005	-1.85	1826	2005	-1.82
1827	2001	-1.93	1827	2001	-2.00
1828	2005	-2.00	1828	2005	-1.99
1829	2001	-2.12	1829	2001	-2.12
1830	2001	-2.00	1830	2001	-2.00

Çizelge 4.116. Ceyhan Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar

CEYHAN HAVZASI 3-Ay AKİ			CEYHAN HAVZASI 9-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
2001	1990	-1.9	**2001**	**1990**	**-2.85**
2004	1986	-1.7	2004	1991	-1.55
2005	1974	-1.4	2005	1974	-1.52
2006	1974	-1.6	2006	2001	-1.87
2007	1985	-1.6	2007	1974	-1.74
2008	1985	-1.5	2008	1989	-2.2
2009	1974	-1.4	2009	2001	-1.92
2010	1961	-1.9	2010	1973	-2.04
2012	1961	-1.5	2012	1961	-1.52
2015	**1974**	**-2**	2015	1973	-1.62
2016	1961	-1.5	2016	1959	-1.57
2020	1985	-1.8	2020	1991	-2
2022	2000	-1.4	2022	2001	-2.14
2025	2001	-1.7	2025	2001	-2.19
CEYHAN HAVZASI 6-Ay AKİ			**CEYHAN HAVZASI 12-Ay AKİ**		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**	**İstasyon No**	**EKY**	**AKİ**
2001	**1990**	**-3.4**	2001	1990	-1.98
2004	1973	-1.9	2004	1973	-1.62
2005	1961	-1.3	2005	1974	-1.54
2006	1973	-1.7	2006	2001	-1.9
2007	1972	-1.7	2007	1974	-1.93
2008	1972	-2.6	**2008**	**1989**	**-2.26**
2009	1973	-1.6	2009	2001	-1.97
2010	1973	-1.9	2010	1973	-2.06
2012	1961	-1.6	2012	1961	-1.56
2015	1974	-1.6	2015	1973	-1.71
2016	1971	-1.6	2016	1959	-1.62
2020	1991	-1.8	2020	1991	-1.8
2022	1976	-1.8	2022	2001	-2.13
2025	2003	-0.9	2025	2001	-2.19

Çizelge 4.117. Asi Havzası istasyonlarının en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar

ASİ HAVZASI 3-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**
1905	1960	-2.09
1906	2002	-2.25
1907	2001	-2.41
1908	**2001**	**-2.81**
ASİ HAVZASI 6-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**
1905	1973	-1.86
1906	2001	-2.23
1907	2001	-2.35
1908	**2001**	**-2.56**
ASİ HAVZASI 9-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**
1905	2001	-1.72
1906	2001	-2.15
1907	**2001**	**-2.20**
1908	2001	-2.05
ASİ HAVZASI 12-Ay AKİ		
İstasyon No	**EKY**	**AKİ**
1905	2001	-1.78
1906	2001	-2.11
1907	**2001**	**-2.15**
1908	2001	-2.06

Çizelge 4.118'de maksimum ve minimum kuraklık oluşma frekansına sahip akım gözlem istasyonları görülmektedir. Sonuçlara göre 2007 nolu akım gözlem istasyonu 9 aylık periyotta en az kuraklığı yaşayan istasyondur. Kuraklığı en çok yaşayan istasyon ise 12 aylık periyotta 2004 nolu istasyondur. İstasyon numaralarına göre bütün akım gözlem istasyonlarının kuraklık kategorisine göre kuraklığın oluşma frekans yüzdeleri Çizelge 4.119, 4.120, 4.121 ve 4.122 ve 4.123'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.118. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre maksimum ve minimum kuraklık oluşma yüzdeleri

MAKS.	**İstasyon No**	**Periyot**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	2007	9-Ay AKİ	56.4
HK	1723	12-Ay AKİ	43.3
ODK	1802	12-Ay AKİ	18.9
ŞK	1806 1.	9-Ay AKİ	11.4
AK	1708	12-Ay AKİ	6.2
MİN.	**İstasyon No**	**Periyot**	**Kuraklık Yüzdesi(%)**
KY	2004	12-Ay AKİ	41.8
HK	2022	9-Ay AKİ	23.7
ODK	1723	12-Ay AKİ	1.38
ŞK	2010	12-Ay AKİ	1.1
AK	**1717**	3-Ay AKİ	0.0
		6-Ay AKİ	0.0
		9-Ay AKİ	0.0
		12-Ay AKİ	0.0
	1723	6-Ay AKİ	0.0
	1806 1.	3-Ay AKİ	0.0
		6-Ay AKİ	0.0
	2004	12-Ay AKİ	0.0
	2005	3-Ay AKİ	0.0
		6-Ay AKİ	0.0
		9-Ay AKİ	0.0
		12-Ay AKİ	0.0
	2006	12-Ay AKİ	0.0
	2015	3-Ay AKİ	0.0
		12-Ay AKİ	0.0

Çizelge 4.119. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri

İstasyon No					
1701	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	46.8	39.7	8.9	3.0	1.6
6-Ay AKİ	48.0	38.4	8.2	2.7	2.7
9-Ay AKİ	44.8	42.0	6.3	3.0	3.8
12-Ay AKİ	45.7	41.3	5.5	4.2	3.3
1704	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	47.9	37.8	7.6	4.6	2.1
6-Ay AKİ	48.5	34.9	9.4	5.5	1.7
9-Ay AKİ	46.6	37.1	10.3	3.9	2.2
12-Ay AKİ	47.2	36.2	11.4	1.3	3.9
1708	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	53.3	33.2	5.1	3.6	4.8
6-Ay AKİ	51.7	35.0	4.3	4.3	4.6
9-Ay AKİ	52.1	35.3	3.6	4.4	4.6
12-Ay AKİ	51.2	37.4	2.3	2.9	6.2
1712	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.9	35.0	8.9	6.5	0.8
6-Ay AKİ	49.9	33.7	7.8	7.3	1.3
9-Ay AKİ	52.1	31.2	6.2	8.7	1.9
12-Ay AKİ	48.2	37.7	3.3	7.9	2.9
1714	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	49.6	33.1	10.0	5.8	1.5
6-Ay AKİ	50.1	31.4	11.8	5.2	1.5
9-Ay AKİ	49.6	32.5	8.5	7.7	1.7
12-Ay AKİ	50.3	33.3	7.4	7.0	2.1
1717	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	45.3	39.3	10.7	4.7	0.0
6-Ay AKİ	47.3	37.6	10.2	5.0	0.0
9-Ay AKİ	46.7	38.9	9.1	5.2	0.0
12-Ay AKİ	47.0	38.3	8.8	5.9	0.0
1719	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	51.0	32.0	9.8	4.8	2.3
6-Ay AKİ	49.3	32.4	10.7	6.5	1.1
9-Ay AKİ	48.7	33.7	10.0	5.9	1.7
12-Ay AKİ	47.8	36.2	8.1	5.8	2.1

Çizelge 4.120. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı)

İstasyon No					
1720	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	49.8	32.8	11.3	4.8	1.3
6-Ay AKİ	51.6	32.2	8.4	6.3	1.5
9-Ay AKİ	49.2	35.4	5.9	7.8	1.7
12-Ay AKİ	48.4	37.1	4.9	8.1	1.5
1721	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.5	35.2	10.4	4.4	1.5
6-Ay AKİ	47.5	35.7	10.0	4.9	2.0
9-Ay AKİ	48.4	35.5	7.8	5.8	2.5
12-Ay AKİ	48.3	36.6	7.0	3.4	4.7
1723	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	45.1	39.4	11.9	3.1	0.4
6-Ay AKİ	51.1	33.2	11.2	4.5	0.0
9-Ay AKİ	51.8	33.6	5.5	8.2	0.9
12-Ay AKİ	45.2	43.3	1.4	7.4	2.8
1801	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.7	33.2	7.9	6.0	2.3
6-Ay AKİ	53.8	29.3	7.7	6.0	3.2
9-Ay AKİ	53.4	29.8	6.4	7.0	3.5
12-Ay AKİ	53.2	29.8	6.4	7.1	3.5
1802	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	47.8	36.7	7.1	5.8	2.7
6-Ay AKİ	53.4	29.1	9.0	5.4	3.1
9-Ay AKİ	54.1	25.5	13.6	5.0	1.8
12-Ay AKİ	51.2	24.4	18.9	4.6	0.9
1805	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.3	35.7	10.2	4.6	1.2
6-Ay AKİ	50.1	32.7	9.8	6.5	1.0
9-Ay AKİ	50.3	31.7	9.5	7.9	0.6
12-Ay AKİ	48.8	33.2	9.6	7.4	1.0
1806 1.	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.9	28.3	12.4	8.4	0.0
6-Ay AKİ	54.3	24.2	12.1	9.4	0.0
9-Ay AKİ	53.6	25.5	9.1	11.4	0.5
12-Ay AKİ	54.4	27.2	7.4	8.8	2.3

Çizelge 4.121. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı)

İstasyon No					
1806 2.	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.9	28.5	16.4	3.3	0.9
6-Ay AKİ	53.1	27.0	13.3	4.3	2.4
9-Ay AKİ	56.3	27.4	8.2	4.3	3.8
12-Ay AKİ	55.1	24.4	13.2	2.4	4.9
1818	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	51.7	27.8	12.6	7.3	0.6
6-Ay AKİ	51.4	29.3	11.2	7.4	0.8
9-Ay AKİ	50.4	31.1	9.7	8.3	0.4
12-Ay AKİ	49.5	31.8	10.4	7.2	1.1
1820	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.9	33.3	9.1	5.6	1.2
6-Ay AKİ	52.0	32.3	8.9	4.9	1.9
9-Ay AKİ	49.5	33.7	9.0	5.4	2.4
12-Ay AKİ	47.5	36.6	7.4	6.4	2.1
1822	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.7	32.3	11.6	2.6	2.8
6-Ay AKİ	52.2	30.0	12.4	2.1	3.3
9-Ay AKİ	52.8	29.7	12.3	2.6	2.6
12-Ay AKİ	53.2	28.5	13.1	2.9	2.4
1826	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.1	33.6	10.3	7.5	0.5
6-Ay AKİ	48.8	32.7	10.4	7.6	0.5
9-Ay AKİ	50.0	33.2	8.7	7.7	0.5
12-Ay AKİ	48.3	35.1	8.8	6.3	1.5
1827	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.5	34.1	7.9	4.2	3.3
6-Ay AKİ	49.8	34.6	8.5	3.3	3.8
9-Ay AKİ	52.4	33.7	7.2	4.3	2.4
12-Ay AKİ	53.2	33.2	5.9	4.9	2.9
1905	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.8	32.5	10.1	4.8	1.8
6-Ay AKİ	48.0	33.8	12.9	4.2	1.1
9-Ay AKİ	47.1	36.4	10.6	5.5	0.5
12-Ay AKİ	47.3	35.2	11.7	5.4	0.3

Çizelge 4.122. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı)

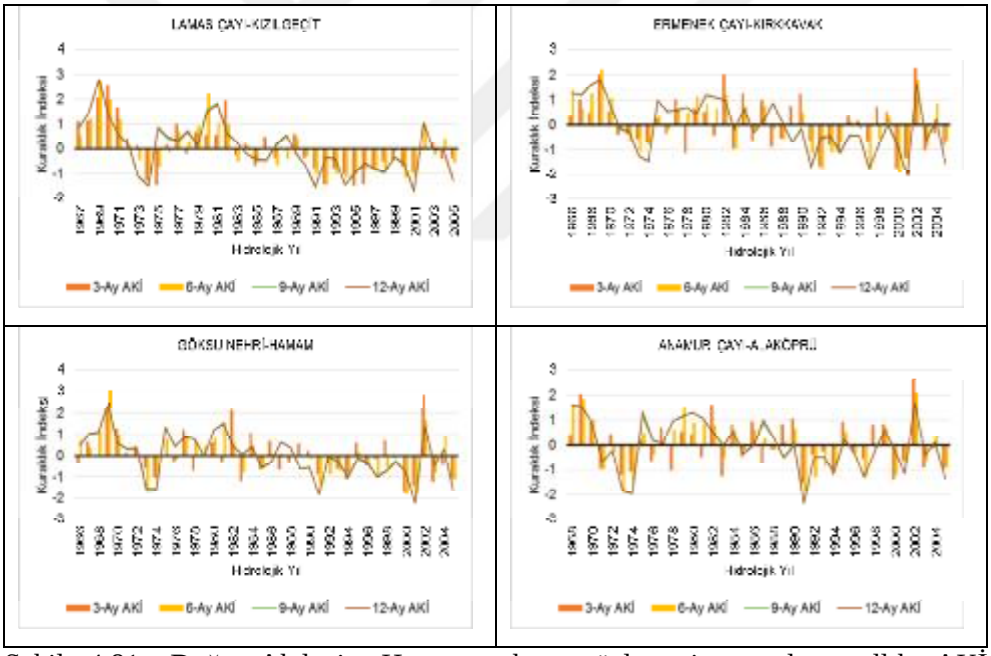
İstasyon No					
1906	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.9	35.9	10.3	4.0	1.0
6-Ay AKİ	47.0	37.0	10.8	3.9	1.3
9-Ay AKİ	46.9	36.5	11.9	3.2	1.5
12-Ay AKİ	43.7	40.0	10.6	4.1	1.6
1907	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	52.4	29.3	11.3	5.5	1.5
6-Ay AKİ	53.8	28.3	10.9	4.9	1.9
9-Ay AKİ	52.9	29.5	11.0	4.4	2.3
12-Ay AKİ	54.0	27.7	12.1	3.2	3.0
1908	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.5	36.1	9.4	3.7	2.2
6-Ay AKİ	48.0	37.0	8.5	4.9	1.5
9-Ay AKİ	47.4	37.5	9.0	4.4	1.7
12-Ay AKİ	46.6	38.4	9.4	3.6	2.0
2001	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	50.7	34.1	10.4	3.2	1.7
6-Ay AKİ	49.2	32.3	14.5	2.0	2.0
9-Ay AKİ	50.7	29.1	16.0	2.4	1.9
12-Ay AKİ	51.4	29.0	15.6	2.4	1.5
2004	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	47.8	36.4	9.6	4.5	1.7
6-Ay AKİ	46.3	36.9	9.9	4.8	2.2
9-Ay AKİ	43.9	38.3	12.1	4.1	1.5
12-Ay AKİ	41.8	38.4	15.4	4.4	0.0
2005	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	47.5	36.0	12.1	4.3	0.0
6-Ay AKİ	49.5	32.9	14.1	3.4	0.0
9-Ay AKİ	48.4	34.5	13.9	3.2	0.0
12-Ay AKİ	46.6	35.8	14.4	3.2	0.0
2006	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	47.9	34.7	12.1	4.0	1.3
6-Ay AKİ	50.1	29.1	16.2	3.9	0.8
9-Ay AKİ	50.5	26.8	17.4	4.5	0.8
12-Ay AKİ	50.9	26.6	16.2	6.4	0.0

Çizelge 4.123. Akım gözlem istasyonlarının kuraklık şiddetine göre kuraklık oluşma yüzdeleri (devamı)

İstasyon No					
2008	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	53.6	29.2	10.0	4.5	2.7
6-Ay AKİ	52.4	30.5	10.3	4.8	2.1
9-Ay AKİ	51.4	29.6	11.7	5.0	2.3
12-Ay AKİ	48.7	33.0	10.9	5.5	1.8
2009	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	49.4	33.3	12.2	3.5	1.6
6-Ay AKİ	50.4	31.3	13.1	4.4	0.8
9-Ay AKİ	49.0	32.3	11.9	6.3	0.5
12-Ay AKİ	48.6	32.3	12.9	5.9	0.3
2010	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	48.3	36.0	9.2	5.0	1.4
6-Ay AKİ	46.8	36.6	11.3	4.2	1.1
9-Ay AKİ	48.3	34.7	12.5	2.0	2.6
12-Ay AKİ	51.0	30.7	14.0	1.1	3.2
2015	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	49.4	30.9	15.7	4.1	0.0
6-Ay AKİ	50.3	31.1	14.3	3.9	0.4
9-Ay AKİ	50.7	31.7	12.8	4.6	0.2
12-Ay AKİ	51.0	31.3	12.3	5.5	0.0
2020	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	49.4	32.4	12.8	3.6	1.9
6-Ay AKİ	49.1	33.5	12.0	3.8	1.7
9-Ay AKİ	44.9	38.3	11.0	4.9	0.8
12-Ay AKİ	43.5	39.4	12.4	4.5	0.2
2022	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	51.8	28.2	14.7	4.1	1.3
6-Ay AKİ	52.7	24.6	17.4	3.6	1.8
9-Ay AKİ	53.9	23.7	15.5	4.9	2.1
12-Ay AKİ	53.5	25.2	12.7	6.2	2.3
2007	**KY**	**HK**	**ODK**	**ŞK**	**AK**
3-Ay AKİ	52.8	29.4	8.4	7.7	1.7
6-Ay AKİ	52.7	27.9	8.8	8.8	1.8
9-Ay AKİ	56.4	26.1	6.1	10.7	0.7
12-Ay AKİ	56.3	27.1	4.3	10.8	1.4

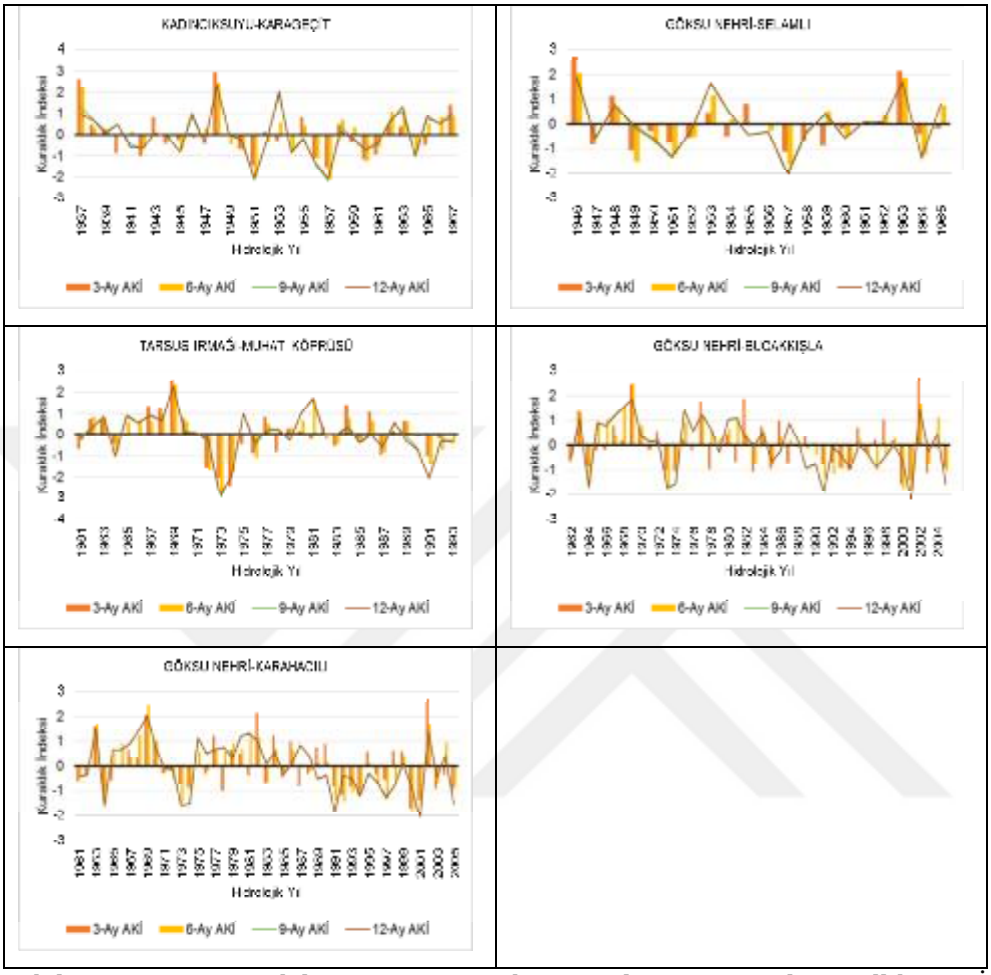
Doğu Akdeniz Havzası Akım Kuraklık İndeksi sonuçları aşağıda grafiksel olarak verilmektedir. Burada sadece hidrolojik yıl uzunluğu 18 ve üstü olan 35 istasyonun sonuçları verilmiştir. Grafiklere bakılarak 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlarda yıllık AKİ değerlerinin nasıl değiştiği, minimum ve maksimum değerleri okunabilir. 0 değerinin altındaki kısımlar kuraklığı, 0 değerinin üstündeki kısımlar ise sulaklığı göstermektedir.

Grafiklere genel olarak bakılırsa özellikle 9 aylık ve 12 aylık periyotların birbirlerine çok yakın sonuç verdiği anlaşılabilir. 3 aylık ve 6 aylık kısa dönem periyotlarında ise AKİ değerleri birbirlerinden farklılaşmaktadır. Bunun nedeni kısa dönem yağışlarının düzensiz olmasının akarsulara yansıması olabilir.



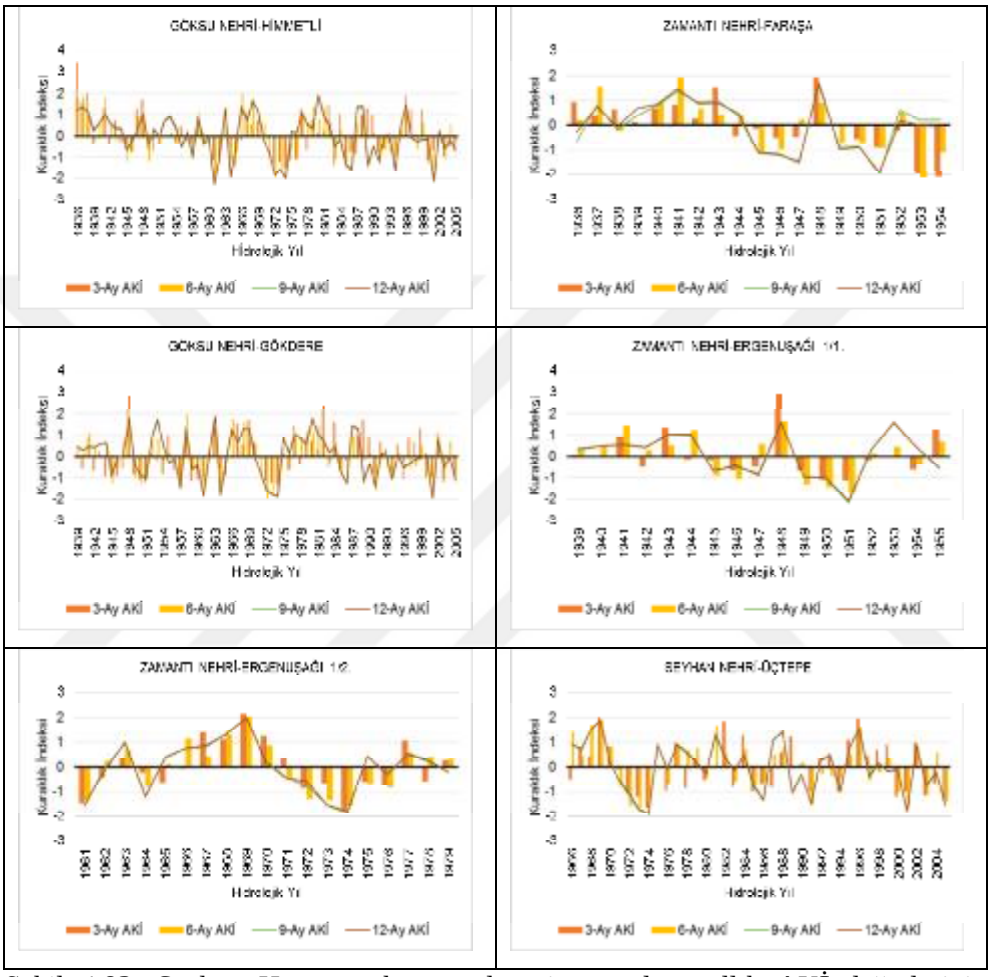
Şekil 4.81. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi

Şekil 4.81'de özellikle 1990-2000 yılları arasındaki 10 yıllık kurak dönem göze çarpmaktadır.

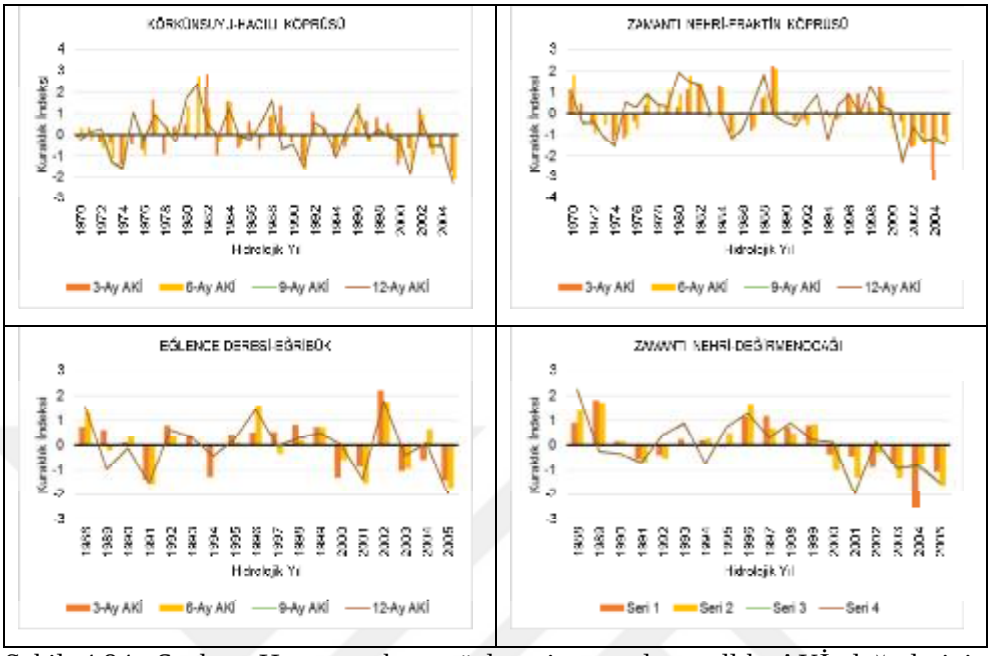


Şekil 4.82. Doğu Akdeniz Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi (devamı)

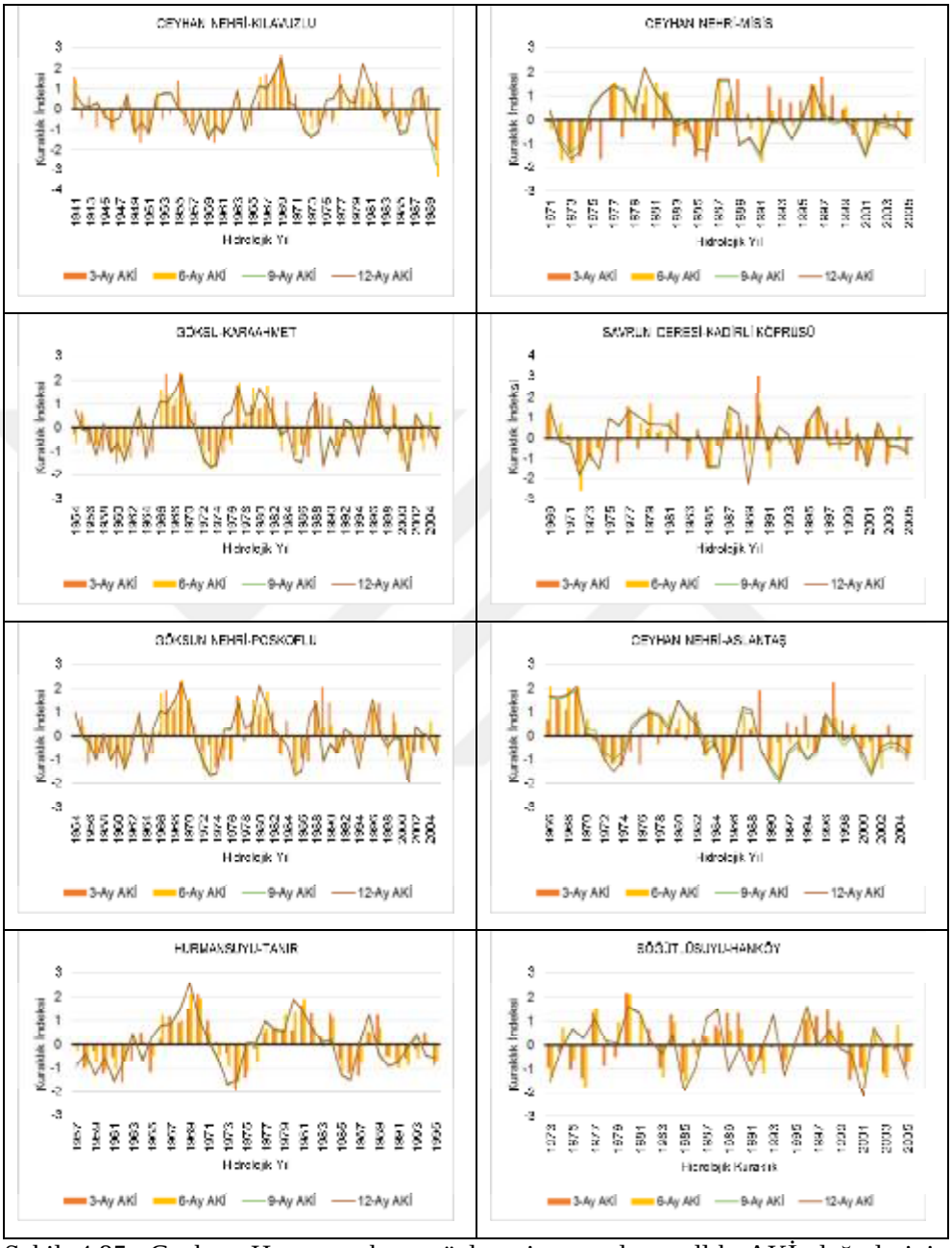
Seyhan Havzası Akım Kuraklık İndeksi sonuçları aşağıda grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 4.83. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi

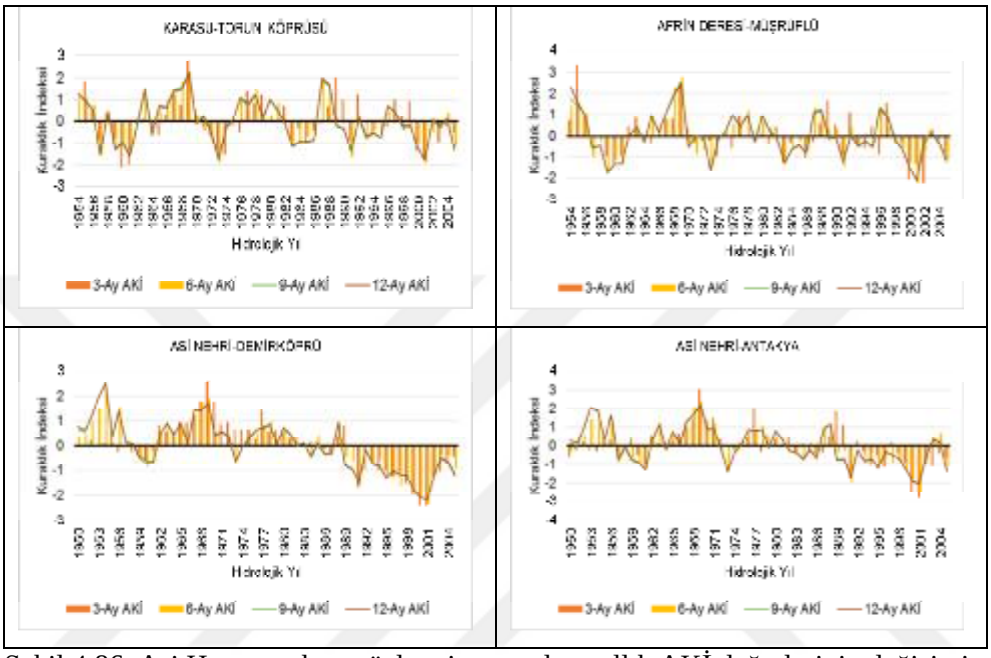


Şekil 4.84. Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi (devamı)



Şekil 4.85. Ceyhan Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi

Asi Havzası Akım Kuraklık İndeksi sonuçları aşağıda grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 4.86. Asi Havzası akım gözlem istasyonları yıllık AKİ değerlerinin değişimi

Bütünleşik Kuraklık İndeksi'nde sadece aşağıdaki Çizelge 4.124'de yer alan istasyonlar için akım değerleri kullanılabilmiştir. Çünkü akım gözlem istasyonlarının meteorolojik istasyonlara yakın olması gerekmektedir. Bu istasyonların AKİ, BKİ ve KKİ sonuçları arasındaki korelasyon Çizelge 4.124'de görülmektedir. Bu sonuçlara göre yüksek korelasyona sahip istasyonlar koyu punto ile belirtilmiştir. Diğer sonuçlara bakılacak olursa kuraklık indeksleri arasında zayıf bir ilişki vardır.

Çizelge 4.124. İstasyonların indeks değerleri arasındaki korelasyon

	KORELASYON (r)		
	KKİ-AKİ	**AKİ-BKİ**	**KKİ-BKİ**
Anamur	**0.83**	0.01	0.02
Silifke	**0.75**	-0.29	-0.15
Mut 1	**0.87**	-0.14	0.14
Adana	0.68	0.05	0.00
Karaisalı	-0.18	-0.11	0.14
Ceyhan	0.64	-0.23	-0.04
Kadirli	0.47	-0.57	-0.39
Göksun	**0.88**	0.18	0.11
K. Maraş	0.69	-0.05	0.17
Antakya	0.54	0.34	0.21

r	**İlişki**
0.00-0.25	Çok Zayıf
0.26-0.49	Zayıf
0.50-0.69	Orta
0.70-0.89	Yüksek
0.90-1.00	Çok Yüksek

4.17.1. AKİ için Mann-Kendall gidiş testi ve Sen'in eğim metodu sonuçları

AKİ için yapılan Mann-Kendall gidiş analizi BKİ ve AKİ için yapılan gidiş analizi ile benzerdir. İstatistiksel anlamda önemli bir gidişi var olan istasyonların karşılarına gidişin hangi anlamlılık seviyesinde olduğunu gösteren sembol yerleştirilmiştir.

Sonuçlar tablo haline getirilerek istasyonların periyotlarına ait istatistiksel anlamda gidiş durumları belirtilmiştir.

Çizelge 4.125. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları

İstasyon No	DOĞU AKDENİZ HAVZASI					
1703	**İlk Yıl**	**Son Yıl**	**n**	**Test Z**	**p (ikikuy.)**	**Önemlilik**
6-Aylık AKİ	1946	1956	11	1.71	0.087266	*
1708						
9-Aylık AKİ	1961	1993	33	-1.87	0.061484	*
12-Aylık AKİ	1961	1993	33	-1.97	0.048838	*
1712						
6-Aylık AKİ	1962	2005	44	-2.80	0.00511	*
9-Aylık AKİ	1962	2005	44	-2.72	0.006528	*
12-Aylık AKİ	1962	2005	44	-2.76	0.00578	*
1714						
6-Aylık AKİ	1961	2005	45	-2.06	0.039399	*
9-Aylık AKİ	1961	2005	45	-2.77	0.005606	*
12-Aylık AKİ	1961	2005	45	-2.85	0.004372	*
1717						
3-Aylık AKİ	1967	2005	39	-3.56	0.000371	*
6-Aylık AKİ	1967	2005	39	-3.24	0.001195	*
9-Aylık AKİ	1967	2005	39	-3.80	0.000145	*
12-Aylık AKİ	1967	2005	39	-3.77	0.000163	*
1719						
3-Aylık AKİ	1966	2005	40	-1.90	0.057433	*
6-Aylık AKİ	1966	2005	40	-2.50	0.012419	*
9-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.74	0.000184	*
12-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.79	0.000151	*
1720						
3-Aylık AKİ	1966	2005	40	-2.13	0.033172	*
6-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.16	0.001578	*
9-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.46	0.00054	*
12-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.65	0.000262	*
1721						
9-Aylık AKİ	1968	2005	38	-2.29	0.022021	*
12-Aylık AKİ	1968	2005	38	-2.29	0.022021	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.126. Seyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları

İstasyon No	SEYHAN HAVZASI					
1801	**İlk Yıl**	**Son Yıl**	**n**	**Test Z**	**p (ikikuy.)**	**Önemlilik**
6-Aylık AKİ	1936	2005	70	-1.91	0.056133	*
9-Aylık AKİ	1936	2005	70	-2.26	0.023821	*
12-Aylık AKİ	1936	2005	70	-2.50	0.012419	*
1802						
3-Aylık AKİ	1936	1954	19	-3.22	0.001282	*
6-Aylık AKİ	1936	1954	19	-2.24	0.025091	*
1804						
3-Aylık AKİ	1941	1954	14	-3.50	0.000465	*
6-Aylık AKİ	1941	1954	14	-2.47	0.013511	*
9-Aylık AKİ	1941	1954	14	-2.47	0.013511	*
1812						
3-Aylık AKİ	1958	1973	16	2.39	0.016848	*
6-Aylık AKİ	1958	1973	16	1.94	0.05238	*
9-Aylık AKİ	1958	1973	16	1.67	0.094919	*
1818						
12-Aylık AKİ	1966	2005	40	-1.67	0.094919	*
1822						
6-Aylık AKİ	1970	2005	36	-1.87	0.061484	*
9-Aylık AKİ	1970	2005	36	-1.78	0.075076	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.127. Ceyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları

İstasyon No	CEYHAN HAVZASI					
2005	**İlk Yıl**	**Son Yıl**	**n**	**Test Z**	**p (ikikuy.)**	**Önemlilik**
9-Aylık AKİ	1954	1980	27	2.00	0.0455	*
12-Aylık AKİ	1954	1980	27	1.88	0.060108	*
2012						
3-Aylık AKİ	1954	1970	17	2.02	0.043383	*
6-Aylık AKİ	1954	1970	17	1.69	0.091028	*
2016						
3-Aylık AKİ	1957	1971	15	2.28	0.022608	*
6-Aylık AKİ	1957	1971	15	1.98	0.047704	*
9-Aylık AKİ	1957	1971	15	2.38	0.017313	*
12-Aylık AKİ	1957	1971	15	2.18	0.029257	*
2020						
6-Aylık AKİ	1966	2005	40	-2.88	0.003977	*
9-Aylık AKİ	1966	2005	40	-3.58	0.000344	*
12-Aylık AKİ	1966	2005	40	-2.55	0.010772	*
2025						
3-Aylık AKİ	1996	2005	10	-2.15	0.031555	*
6-Aylık AKİ	1996	2005	10	-2.15	0.031555	*
9-Aylık AKİ	1996	2005	10	-2.50	0.012419	*
12-Aylık AKİ	1996	2005	10	-2.33	0.019806	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.128. Asi Havzası istasyonlarının periyoda göre Mann-Kendall gidiş testi sonuçları

İstasyon No	ASİ HAVZASI					
1905	**İlk Yıl**	**Son Yıl**	**n**	**Test Z**	**p (ikikuy.)**	**Önemlilik**
6-Aylık AKİ	1954	2005	52	-1.82	0.068759	*
9-Aylık AKİ	1954	2005	52	-1.71	0.087266	*
1906						
3-Aylık AKİ	1954	2005	52	-2.03	0.042357	*
12-Aylık AKİ	1954	2005	52	-1.65	0.098943	*
1907						
3-Aylık AKİ	1950	2005	56	-3.96	7.50E-05	*
6-Aylık AKİ	1950	2005	56	-5.21	< 0.00001	*
9-Aylık AKİ	1950	2005	56	-5.68	< 0.00001	*
12-Aylık AKİ	1950	2005	56	-5.89	< 0.00001	*
1908						
3-Aylık AKİ	1950	2005	56	-2.81	0.004954	*
6-Aylık AKİ	1950	2005	56	-3.37	0.000752	*
9-Aylık AKİ	1950	2005	56	-3.78	0.000157	*
12-Aylık AKİ	1950	2005	56	-3.91	9.20E-05	*

*: α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş var.

Çizelge 4.129. Doğu Akdeniz Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları

İstasyon No	DOĞU AKDENİZ HAVZASI				
1703	**Q**	**Qmin99**	**Qmax99**	**Qmin95**	**Qmax95**
6-Aylık AKİ	0.181	-0.247	0.543	-0.055	0.501
1708					
9-Aylık AKİ	-0.031	-0.062	0.016	-0.050	0.002
12-Aylık AKİ	-0.032	-0.063	0.010	-0.052	0.000
1712					
6-Aylık AKİ	-0.039	-0.067	-0.004	-0.061	-0.013
9-Aylık AKİ	-0.035	-0.065	-0.002	-0.058	-0.012
12-Aylık AKİ	-0.035	-0.066	-0.003	-0.059	-0.013
1714					
6-Aylık AKİ	-0.029	-0.061	0.007	-0.054	-0.003
9-Aylık AKİ	-0.036	-0.064	-0.002	-0.057	-0.011
12-Aylık AKİ	-0.037	-0.066	-0.004	-0.059	-0.012
1717					
3-Aylık AKİ	-0.052	-0.085	-0.016	-0.076	-0.025
6-Aylık AKİ	-0.045	-0.079	-0.011	-0.073	-0.019
9-Aylık AKİ	-0.053	-0.081	-0.023	-0.074	-0.030
12-Aylık AKİ	-0.054	-0.082	-0.023	-0.076	-0.032
1719					
3-Aylık AKİ	-0.023	-0.063	0.011	-0.054	0.001
6-Aylık AKİ	-0.040	-0.077	0.001	-0.069	-0.013
9-Aylık AKİ	-0.056	-0.084	-0.021	-0.076	-0.031
12-Aylık AKİ	-0.058	-0.084	-0.021	-0.078	-0.033
1720					
3-Aylık AKİ	-0.027	-0.061	0.007	-0.052	-0.002
6-Aylık AKİ	-0.047	-0.074	-0.012	-0.067	-0.024
9-Aylık AKİ	-0.046	-0.075	-0.016	-0.069	-0.022
12-Aylık AKİ	-0.048	-0.078	-0.019	-0.071	-0.025
1721					
9-Aylık AKİ	-0.040	-0.071	0.006	-0.066	-0.006
12-Aylık AKİ	-0.039	-0.074	0.006	-0.065	-0.008

Çizelge 4.130. Seyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları

İstasyon No	SEYHAN HAVZASI				
1801	**Q**	**Qmin99**	**Qmax99**	**Qmin95**	**Qmax95**
6-Aylık AKİ	-0.012	-0.029	0.005	-0.025	0.001
9-Aylık AKİ	-0.013	-0.028	0.002	-0.025	-0.002
12-Aylık AKİ	-0.015	-0.030	0.000	-0.026	-0.004
1802					
3-Aylık AKİ	-0.116	-0.200	-0.034	-0.171	-0.061
6-Aylık AKİ	-0.120	-0.192	0.017	-0.178	-0.020
1804					
3-Aylık AKİ	-0.063	-0.089	-0.034	-0.085	-0.044
6-Aylık AKİ	-0.018	-0.040	0.000	-0.035	-0.004
9-Aylık AKİ	-0.013	-0.020	0.002	-0.019	-0.004
1812					
3-Aylık AKİ	0.148	-0.013	0.321	0.036	0.268
6-Aylık AKİ	0.107	-0.058	0.308	0.002	0.267
9-Aylık AKİ	0.105	-0.076	0.305	-0.022	0.250
1818					
12-Aylık AKİ	-0.025	-0.064	0.017	-0.053	0.005
1822					
6-Aylık AKİ	-0.033	-0.084	0.020	-0.076	0.003
9-Aylık AKİ	-0.026	-0.072	0.020	-0.065	0.003

Çizelge 4.131. Ceyhan Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları

İstasyon No	CEYHAN HAVZASI				
2005	**Q**	**Qmin99**	**Qmax99**	**Qmin95**	**Qmax95**
9-Aylık AKİ	0.059	-0.021	0.123	0.002	0.102
12-Aylık AKİ	0.051	-0.030	0.117	-0.004	0.095
2012					
3-Aylık AKİ	0.123	-0.032	0.262	0.007	0.214
6-Aylık AKİ	0.104	-0.060	0.258	-0.016	0.206
2016					
3-Aylık AKİ	0.161	-0.030	0.333	0.027	0.301
6-Aylık AKİ	0.152	-0.064	0.278	0.000	0.245
9-Aylık AKİ	0.144	-0.050	0.294	0.030	0.259
12-Aylık AKİ	0.141	-0.060	0.294	0.014	0.253
2020					
6-Aylık AKİ	-0.045	-0.082	-0.006	-0.072	-0.013
9-Aylık AKİ	-0.053	-0.086	-0.016	-0.078	-0.027
12-Aylık AKİ	-0.042	-0.076	0.001	-0.068	-0.012
2025					
3-Aylık AKİ	-0.134	-0.684	0.035	-0.482	-0.013
6-Aylık AKİ	-0.135	-0.624	0.073	-0.407	-0.032
9-Aylık AKİ	-0.256	-0.633	0.028	-0.391	-0.079
12-Aylık AKİ	-0.206	-0.598	0.027	-0.399	-0.056

Çizelge 4.132. Asi Havzası istasyonlarının periyoda göre Sen'in eğim metodu sonuçları

İstasyon No	ASİ HAVZASI				
1905	**Q**	**Qmin99**	**Qmax99**	**Qmin95**	**Qmax95**
6-Aylık AKİ	-0.020	-0.044	0.010	-0.038	0.001
9-Aylık AKİ	-0.019	-0.045	0.010	-0.039	0.004
1906					
3-Aylık AKİ	-0.017	-0.040	0.004	-0.033	0.000
12-Aylık AKİ	-0.016	-0.042	0.008	-0.035	0.003
1907					
3-Aylık AKİ	-0.036	-0.056	-0.016	-0.051	-0.021
6-Aylık AKİ	-0.043	-0.061	-0.024	-0.055	-0.029
9-Aylık AKİ	-0.047	-0.065	-0.029	-0.059	-0.033
12-Aylık AKİ	-0.048	-0.065	-0.030	-0.060	-0.034
1908					
3-Aylık AKİ	-0.018	-0.037	-0.001	-0.032	-0.005
6-Aylık AKİ	-0.028	-0.051	-0.007	-0.045	-0.011
9-Aylık AKİ	-0.030	-0.054	-0.012	-0.049	-0.016
12-Aylık AKİ	-0.031	-0.055	-0.014	-0.049	-0.018

4.17.2. AKİ için Bölgesel Kuraklık Frekans Analizi Sonuçları

Bölgesel kuraklık frekans analizi için homojen bölge bulmaya çalışılmıştır. Ancak tüm havza kendi içerisinde heterojenlik ölçüsüne göre heterojen çıkmıştır. Çizelge 4.133'teki istasyonlar çalışmadan çıkartıldığı zaman geriye kalan 41 tane akım gözlem istasyonunun homojen bölge meydana getirdiği anlaşılmıştır.

Çizelge 4.133. Bölgesel frekans analizinden çıkarılan akım gözlem istasyonları

İstasyon No	Adı
1702	Göksu Nehri-Yerköprü
1703	Ermenek Çayı-Evren
1717	Lamas Çayı-Kızılgeçit
1719	Ermenek Çayı-Kırkkavak
1804	Zamantı Nehri-Söğütlü
1806	Zamantı Nehri-*Ergenuşağı-1,2
1812	Zamantı Nehri-Pınarbaşı
1813	Zamantı Nehri-Çerkezkaraboğazı
1822	Zamantı Nehri-Fraktin Köprüsü
1907	Asi Nehri-Demirköprü
1908	Asi Nehri-Antakya
2001	Ceyhan Nehri-Kılavuzlu
2005	Ceyhan Nehri-Kabaağaç(Akçıl)
2015	Hurman Suyu-Tanır
2020	Ceyhan Nehri-Aslantaş

KKİ bölgesel kuraklık frekans analizinde olduğu gibi 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlar için L-Momentler yöntemi çalışılmıştır. Ancak 3 aylık ve 6 aylık periyotlarda 41 tane istasyon homojen bölge oluşturduğu halde 9 aylık ve 12 aylık uzun dönem periyotlarında hiçbir şekilde homojen bölge bulunamamıştır. Bu nedenle sadece 3 aylık ve 6 aylık periyotların L-moment analiz sonuçları gösterilmiştir.

3 aylık AKİ için L-Moment analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.134. 3 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	31	1701	0.503	-0.032	0.246	2.13
2	20	1704	0.490	0.043	0.194	0.57
3	33	1708	0.643	0.124	0.224	2.14
4	44	1712	0.430	0.045	0.088	0.20
5	45	1714	0.492	0.046	0.079	0.14
6	40	1720	0.472	0.011	0.066	0.31
7	38	1721	0.342	0.097	0.170	0.63
8	19	1723	0.257	-0.001	0.177	1.75
9	10	1725	0.350	0.082	0.060	0.88
10	12	1726	0.263	0.029	0.086	1.37
11	11	1729	0.561	-0.028	0.021	0.91
12	13	1730	0.364	0.107	0.042	1.19
13	13	1731	0.343	0.159	0.161	0.92
14	11	1732	0.671	0.016	0.195	1.33
15	11	1733	0.429	-0.003	0.109	0.29
16	70	1801	0.516	0.062	0.126	0.04
17	19	1802	0.401	0.145	0.009	2.05
18	67	1805	0.484	-0.016	0.143	0.31
19	40	1818	0.504	-0.008	0.106	0.13
20	36	1820	0.479	0.048	0.172	0.29

Çizelge 4.135. 3 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri (devamı)

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
21	16	1821	0.28	0.309	0.251	4.53*
22	17	1823	0.499	-0.012	0.032	0.74
23	16	1824	0.508	-0.058	0.054	0.78
24	18	1825	0.415	-0.020	0.094	0.51
25	18	1826	0.658	0.040	0.047	0.81
26	18	1827	0.671	0.065	0.073	0.80
27	14	1828	0.63	0.072	0.091	0.50
28	14	1829	0.892	0.101	0.062	3.84*
29	13	1830	0.66	0.133	0.051	1.68
30	52	1905	0.53	0.054	0.079	0.16
31	52	1906	0.554	-0.063	0.083	0.58
32	35	2004	0.381	0.105	0.190	0.69
33	52	2006	0.629	-0.067	0.141	0.87
34	24	2007	0.42	0.115	0.069	0.65
35	37	2008	0.377	0.076	0.160	0.38
36	52	2009	0.656	-0.071	0.159	1.21
37	30	2010	0.638	-0.025	0.104	0.42
38	17	2012	0.756	-0.068	0.113	1.41
39	15	2016	0.579	-0.098	0.099	0.97
40	33	2022	0.408	-0.017	0.144	0.56
41	10	2025	0.433	0.193	0.173	1.29

Çizelge 4.136. İstasyonların heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

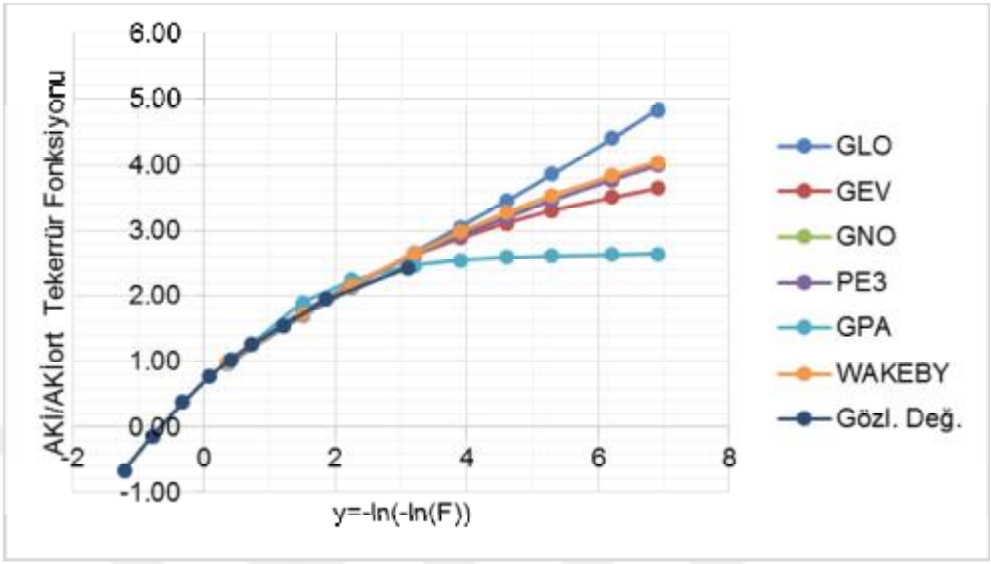
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.15**
Heterojenlik	H2	-0.56
	H3	-1.59
	Gen. Lojistik	4.54
Dağılımlar	Gen. Ekstrem Değer	-1.05
	Gen. Normal	0.19
	Pearson Tip III	**0.11**
	Gen. Pareto	-11.37

Çizelge 4.137. Dağılımların parametreleri

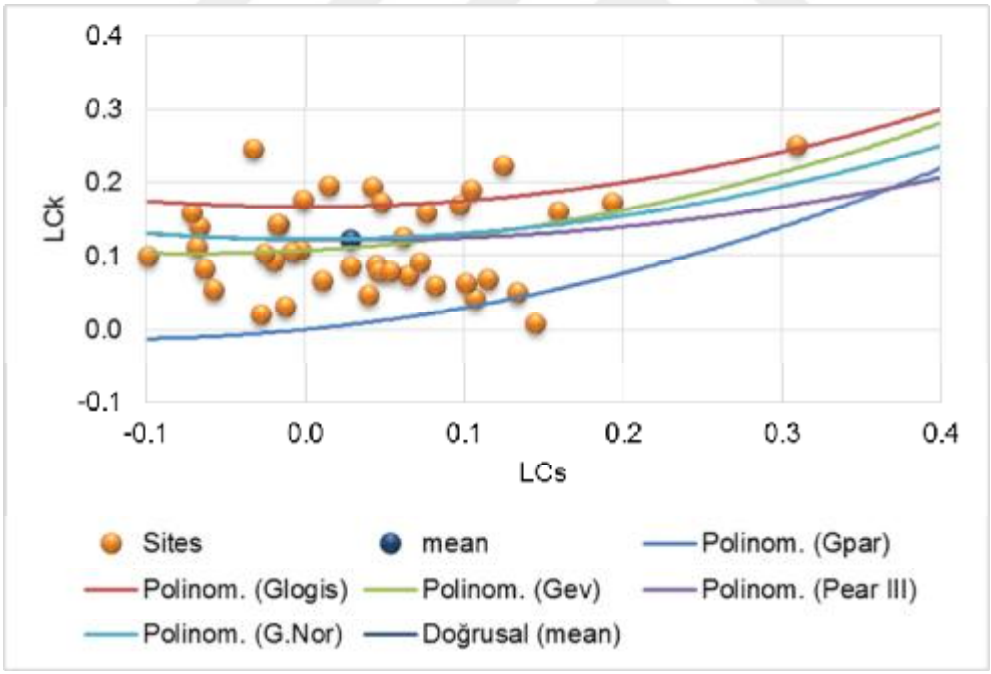
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	0.976	0.504	-0.029
Gen. Ekstrem Değer	0.665	0.866	0.232
Gen. Normal	0.973	0.894	-0.06
Pearson Tip III	**1**	**0.896**	**0.179**
Gen. Pareto	-0.457	2.75	0.887
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-0.794	5.763	4.482
		g	d
		0.866	-0.167

Çizelge 4.138. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F(Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	0.98	1.69	2.12	2.66	3.05	3.46	3.86	4.41	4.83
Gen. Ekstrem Değer	0.97	1.76	2.18	2.62	2.89	3.11	3.31	3.52	3.65
Gen. Normal	0.97	1.75	2.16	2.62	2.93	3.20	3.46	3.78	4.01
Pearson Tip III	**0.97**	**1.75**	**2.16**	**2.62**	**2.92**	**3.20**	**3.46**	**3.77**	**4.00**
Gen. Pareto	0.97	1.90	2.24	2.47	2.55	2.59	2.62	2.63	2.64
WAKEBY	1.00	1.71	2.15	2.65	2.98	3.28	3.54	3.85	4.05
y*	-1.21	-0.78	-0.32	0.08	0.41	0.72	1.22	1.87	3.11
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.66	-0.13	0.38	0.77	1.04	1.27	1.54	1.94	2.43



Şekil 4.87. Tüm homojen havzaya ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



Şekil 4.88. Tüm homojen havza istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-moment oranı diyagramı)

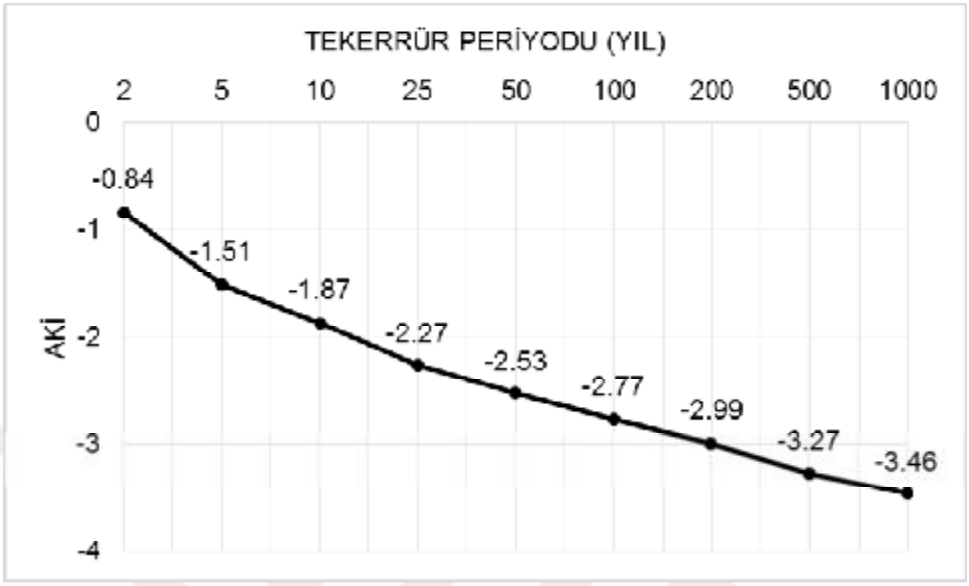
Çizelge 4.139. 3 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon No	**AKİ**								
1701	-0.76	-1.37	-1.70	-2.06	-2.30	-2.51	-2.71	-2.96	-3.14
1704	-0.86	-1.54	-1.91	-2.32	-2.59	-2.83	-3.06	-3.34	-3.54
1708	-0.72	-1.29	-1.60	-1.94	-2.16	-2.37	-2.55	-2.79	-2.95
1712	-0.87	-1.56	-1.93	-2.34	-2.61	-2.86	-3.09	-3.37	-3.57
1714	-0.83	-1.49	-1.85	-2.25	-2.50	-2.74	-2.96	-3.23	-3.42
1720	-0.85	-1.52	-1.88	-2.28	-2.54	-2.79	-3.01	-3.28	-3.48
1721	-0.97	-1.74	-2.16	-2.62	-2.92	-3.20	-3.45	-3.77	-3.99
1723	-1.05	-1.88	-2.33	-2.83	-3.15	-3.45	-3.73	-4.07	-4.31
1725	-1.03	-1.85	-2.29	-2.78	-3.10	-3.39	-3.66	-4.00	-4.23
1726	-1.10	-1.98	-2.45	-2.97	-3.31	-3.63	-3.92	-4.28	-4.53
1729	-0.80	-1.43	-1.78	-2.15	-2.40	-2.63	-2.84	-3.10	-3.28
1730	-1.20	-2.16	-2.67	-3.24	-3.61	-3.96	-4.27	-4.66	-4.94
1731	-0.96	-1.72	-2.13	-2.58	-2.87	-3.15	-3.40	-3.71	-3.93
1732	-0.64	-1.14	-1.42	-1.72	-1.91	-2.10	-2.26	-2.47	-2.62
1733	-0.83	-1.50	-1.86	-2.25	-2.51	-2.75	-2.96	-3.24	-3.43
1801	-0.79	-1.42	-1.77	-2.14	-2.38	-2.61	-2.82	-3.08	-3.26
1802	-1.07	-1.92	-2.39	-2.89	-3.23	-3.53	-3.81	-4.16	-4.41
1805	-0.80	-1.44	-1.78	-2.16	-2.41	-2.64	-2.85	-3.11	-3.30
1818	-0.80	-1.43	-1.78	-2.15	-2.40	-2.63	-2.84	-3.10	-3.28
1820	-0.80	-1.44	-1.78	-2.16	-2.41	-2.64	-2.85	-3.11	-3.30

Çizelge 4.140. 3 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri (devamı)

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon No	**AKİ**								
1821	-1.04	-1.87	-2.32	-2.81	-3.13	-3.43	-3.70	-4.04	-4.28
1823	-0.89	-1.60	-1.98	-2.40	-2.67	-2.93	-3.16	-3.45	-3.66
1824	-0.82	-1.48	-1.83	-2.22	-2.47	-2.71	-2.92	-3.19	-3.38
1825	-0.99	-1.77	-2.20	-2.67	-2.97	-3.25	-3.51	-3.84	-4.06
1826	-0.77	-1.38	-1.71	-2.07	-2.31	-2.52	-2.73	-2.98	-3.15
1827	-0.85	-1.53	-1.89	-2.29	-2.56	-2.80	-3.02	-3.30	-3.49
1828	-0.72	-1.30	-1.61	-1.95	-2.17	-2.38	-2.57	-2.80	-2.97
1829	-0.58	-1.03	-1.28	-1.55	-1.73	-1.89	-2.04	-2.23	-2.36
1830	-0.70	-1.26	-1.56	-1.89	-2.11	-2.31	-2.49	-2.72	-2.88
1905	-0.85	-1.52	-1.88	-2.28	-2.54	-2.78	-3.01	-3.28	-3.48
1906	-0.83	-1.49	-1.85	-2.24	-2.50	-2.73	-2.95	-3.22	-3.41
2004	-1.02	-1.83	-2.27	-2.75	-3.07	-3.36	-3.63	-3.96	-4.20
2006	-0.73	-1.31	-1.63	-1.97	-2.20	-2.41	-2.60	-2.84	-3.01
2007	-0.97	-1.74	-2.16	-2.61	-2.91	-3.19	-3.44	-3.76	-3.98
2008	-1.13	-2.02	-2.50	-3.03	-3.38	-3.70	-4.00	-4.37	-4.63
2009	-0.72	-1.30	-1.61	-1.95	-2.17	-2.38	-2.57	-2.80	-2.97
2010	-0.73	-1.31	-1.62	-1.96	-2.19	-2.40	-2.59	-2.83	-2.99
2012	-0.63	-1.13	-1.40	-1.70	-1.89	-2.07	-2.24	-2.44	-2.59
2016	-0.89	-1.60	-1.98	-2.40	-2.67	-2.93	-3.16	-3.45	-3.66
2022	-0.93	-1.68	-2.08	-2.52	-2.81	-3.07	-3.32	-3.62	-3.84
2025	-0.92	-1.65	-2.05	-2.48	-2.77	-3.03	-3.27	-3.57	-3.79
3-Aylık	-0.84	-1.51	-1.87	-2.27	-2.53	-2.77	-2.99	-3.27	-3.46

Bölgesel 3-aylık AKİ değerleri, her istasyonun tekerrür periyoduna karşılık gelen AKİ değeri ile her istasyonun kendisine ait drenaj alanının çarpılıp toplamlarının toplam drenaj alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.



Şekil 4.89. 3-aylık AKİ için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük AKİ değerleri

6 aylık AKİ için L-Moment analiz sonuçları aşağıda verilmektedir.

Çizelge 4.141. 6 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
1	31	1701	0.598	0.1	0.144	0.61
2	20	1704	0.468	-0.016	0.136	0.26
3	33	1708	0.727	0.127	0.156	1.79
4	44	1712	0.505	-0.07	0.129	0.41
5	45	1714	0.59	-0.082	0.118	0.35
6	40	1720	0.598	-0.081	0.107	0.3
7	38	1721	0.529	-0.075	0.162	0.66
8	19	1723	0.326	0.004	0.117	0.93
9	10	1725	0.278	0.161	0.081	1.97
10	12	1726	0.29	0.02	0.194	1.43
11	11	1729	0.317	0.035	0.179	1.08
12	13	1730	0.325	-0.057	0.129	1.29
13	13	1731	0.31	0.286	0.153	3.14 *
14	11	1732	0.627	0.085	-0.003	1.15
15	11	1733	0.576	-0.08	-0.019	1.35
16	70	1801	0.609	0.013	0.102	0.05
17	19	1802	0.526	0.163	0.044	1.28
18	64	1805	0.509	-0.038	0.122	0.19
19	40	1818	0.645	-0.038	0.035	0.33
20	36	1820	0.606	0.01	0.173	0.6

Çizelge 4.142. 6 aylık AKİ için istasyonların L-Moment oranları ve uygunluk ölçüleri (devamı)

Sıra	Süre (Yıl)	İstasyon	L-CV	L-SKEW	L-KURT	D(I)
21	16	1821	0.432	0.025	0.235	1.46
22	17	1823	0.642	0.036	0.048	0.29
23	16	1824	0.734	-0.178	0.067	1.33
24	18	1825	0.454	0.012	-0.009	1.48
25	18	1826	0.73	-0.067	0.018	0.7
26	18	1827	0.896	-0.024	0.094	1.78
27	14	1828	0.549	0.084	0.034	0.64
28	14	1829	0.896	0.074	0.004	2.42
29	13	1830	0.655	0.051	0.019	0.65
30	52	1905	0.648	-0.014	0.044	0.24
31	52	1906	0.686	-0.016	0.111	0.29
32	35	2004	0.533	0.008	0.102	0.02
33	52	2006	0.793	-0.081	0.123	1.15
34	24	2007	0.6	0.082	0.05	0.46
35	37	2008	0.43	0.074	0.118	0.35
36	52	2009	0.759	-0.111	0.128	1.14
37	30	2010	0.604	-0.006	0.05	0.17
38	17	2012	0.529	-0.108	-0.01	1.6
39	15	2016	0.71	-0.124	0.089	0.75
40	33	2022	0.457	-0.153	0.136	1.51
41	10	2025	0.539	0.185	0.268	3.43*

Çizelge 4.143. İstasyonların heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

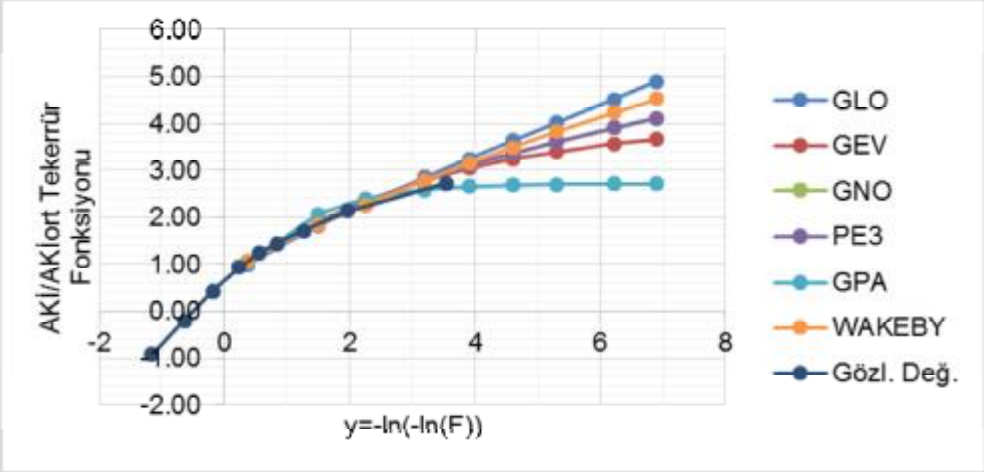
		Tüm İstasyonlar
	H1	**-0.22**
Heterojenlik	H2	-0.38
	H3	-0.8
	Gen. Lojistik	6.45
Dağılımlar	**Gen. Ekstrem Değer**	**0.49**
	Gen. Normal	2.17
	Pearson Tip III	2.12
	Gen. Pareto	-10.06

Çizelge 4.144. Dağılımların parametreleri

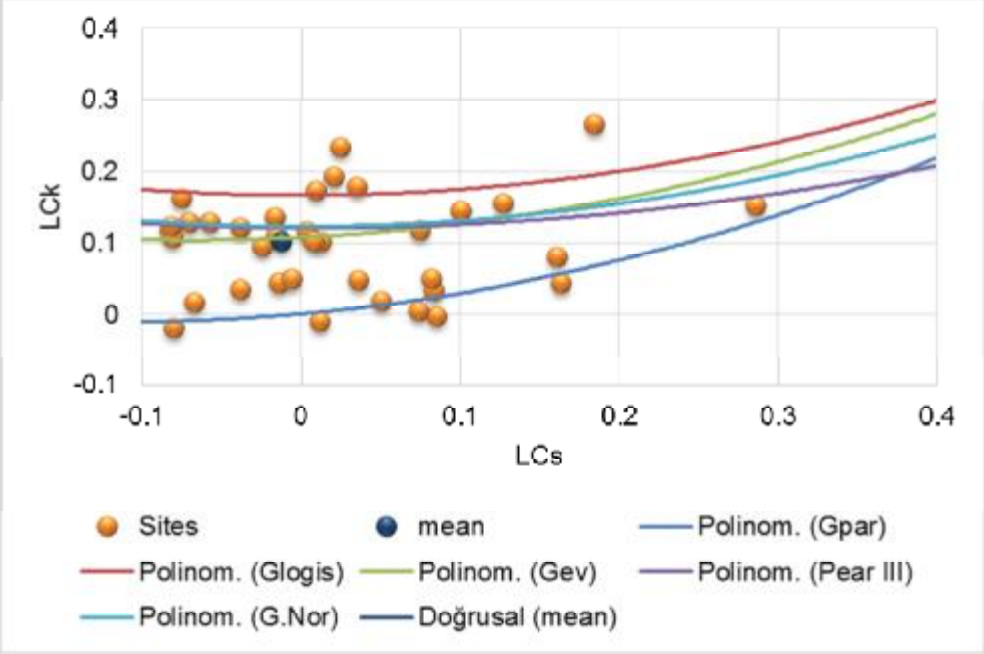
Dağılımlar	z **(yer para.)**	**α (ölçek para.)**	**K (şekil para.)**
Gen. Lojistik	1.012	0.589	0.012
Gen. Ekstrem Değer	0.644	1.053	0.306
Gen. Normal	1.013	1.045	0.026
Pearson Tip III	1	1.045	-0.77
Gen. Pareto	-0.798	3.688	1.051
	z	**α**	**β**
WAKEBY	-1.103	6.152	3.188
		g	d
		0.68	-0.071

Çizelge 4.145. 3 aylık periyot için dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel olasılık dağılımının tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. Azal. Değ.)	0.37	1.50	2.25	3.20	3.90	4.60	5.30	6.21	6.91
T (Dön. Per.)	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
F(Aşılmama Ola.)	0.5	0.8	0.9	0.96	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
Gen. Lojistik	1.01	1.82	2.29	2.85	3.25	3.64	4.03	4.54	4.91
Gen. Ekstrem Değer	**1.01**	**1.91**	**2.36**	**2.79**	**3.04**	**3.24**	**3.40**	**3.57**	**3.67**
Gen. Normal	1.01	1.88	2.33	2.80	3.10	3.37	3.62	3.91	4.12
Pearson Tip III	1.01	1.88	2.33	2.80	3.10	3.37	3.62	3.91	4.12
Gen. Pareto	1.02	2.07	2.40	2.59	2.65	2.68	2.70	2.71	2.71
WAKEBY	1.07	1.85	2.27	2.78	3.15	3.50	3.83	4.24	4.54
y*	-1.16	-0.63	-0.19	0.23	0.56	0.84	1.27	1.97	3.54
Q/Qort (Gözl. Değ.)	-0.92	-0.20	0.44	0.93	1.25	1.45	1.72	2.14	2.73



Şekil 4.90. Tüm homojen havzaya ait frekans eğrileri (Büyüme Eğrisi)



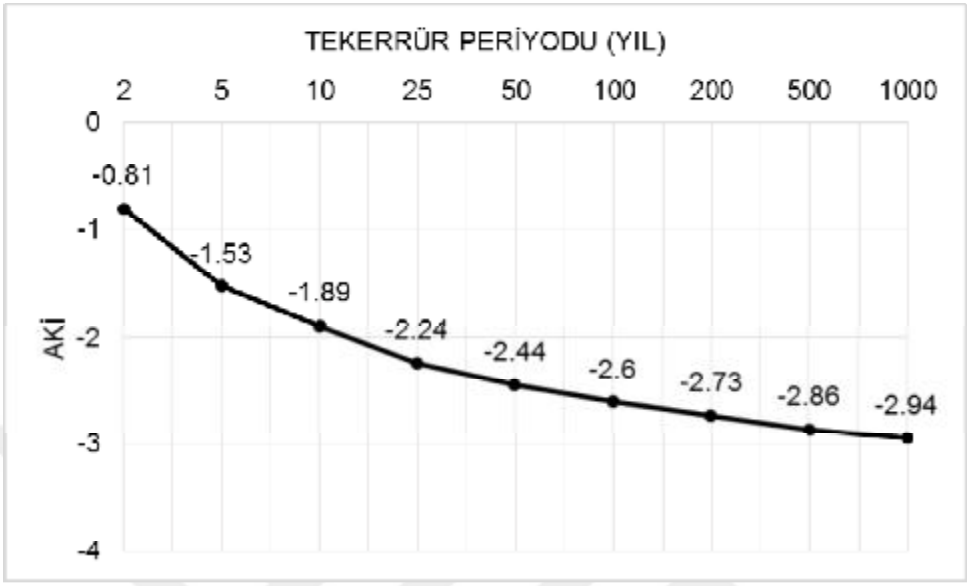
Şekil 4.91. Tüm homojen havza istasyonlarının LCs-LCk ilişkisi (L-moment oranı diyagramı)

Çizelge 4.146. 6 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon No	**KKİ**								
1701	-0.74	-1.40	-1.72	-2.04	-2.22	-2.37	-2.49	-2.61	-2.68
1704	-0.95	-1.80	-2.21	-2.62	-2.86	-3.05	-3.20	-3.35	-3.45
1708	-0.68	-1.30	-1.60	-1.89	-2.06	-2.20	-2.31	-2.42	-2.49
1712	-0.87	-1.66	-2.04	-2.42	-2.64	-2.81	-2.95	-3.09	-3.18
1714	-0.81	-1.53	-1.88	-2.23	-2.43	-2.59	-2.72	-2.85	-2.93
1720	-0.79	-1.49	-1.84	-2.18	-2.38	-2.53	-2.66	-2.79	-2.87
1721	-0.85	-1.61	-1.99	-2.35	-2.56	-2.73	-2.87	-3.01	-3.09
1723	-0.97	-1.84	-2.27	-2.68	-2.92	-3.12	-3.27	-3.43	-3.53
1725	-1.12	-2.12	-2.61	-3.10	-3.37	-3.60	-3.77	-3.96	-4.07
1726	-1.09	-2.07	-2.55	-3.02	-3.29	-3.51	-3.68	-3.86	-3.97
1729	-1.00	-1.89	-2.33	-2.77	-3.01	-3.21	-3.37	-3.54	-3.63
1730	-1.13	-2.14	-2.64	-3.13	-3.41	-3.63	-3.81	-4.00	-4.11
1731	-1.07	-2.02	-2.49	-2.95	-3.22	-3.43	-3.60	-3.78	-3.88
1732	-0.77	-1.46	-1.80	-2.14	-2.33	-2.48	-2.61	-2.73	-2.81
1733	-0.82	-1.55	-1.91	-2.26	-2.46	-2.62	-2.75	-2.89	-2.97
1801	-0.76	-1.43	-1.77	-2.09	-2.28	-2.43	-2.55	-2.68	-2.75
1802	-0.94	-1.78	-2.20	-2.60	-2.83	-3.02	-3.17	-3.33	-3.42
1805	-0.83	-1.57	-1.94	-2.29	-2.50	-2.66	-2.80	-2.93	-3.01
1818	-0.75	-1.42	-1.75	-2.07	-2.26	-2.41	-2.53	-2.65	-2.73
1820	-0.78	-1.48	-1.82	-2.15	-2.35	-2.50	-2.63	-2.76	-2.83

Çizelge 4.147. 6 aylık periyot için tekerrür periyoduna göre görülebilecek en düşük AKİ değerleri (devamı)

	Tekerrür Periyodu (Yıl)								
	2	**5**	**10**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**	**1000**
İstasyon No	**KKİ**								
1821	-0.93	-1.77	-2.18	-2.59	-2.82	-3.00	-3.15	-3.31	-3.40
1823	-0.72	-1.36	-1.68	-1.98	-2.16	-2.31	-2.42	-2.54	-2.61
1824	-0.70	-1.32	-1.63	-1.93	-2.11	-2.25	-2.36	-2.47	-2.54
1825	-0.98	-1.85	-2.28	-2.70	-2.94	-3.14	-3.29	-3.46	-3.55
1826	-0.76	-1.44	-1.78	-2.11	-2.30	-2.45	-2.57	-2.70	-2.77
1827	-0.63	-1.20	-1.48	-1.75	-1.90	-2.03	-2.13	-2.23	-2.30
1828	-0.84	-1.59	-1.97	-2.33	-2.54	-2.70	-2.84	-2.98	-3.06
1829	-0.66	-1.24	-1.53	-1.81	-1.98	-2.11	-2.21	-2.32	-2.38
1830	-0.81	-1.53	-1.88	-2.23	-2.43	-2.59	-2.72	-2.85	-2.93
1905	-0.78	-1.48	-1.83	-2.17	-2.36	-2.52	-2.64	-2.77	-2.85
1906	-0.71	-1.35	-1.66	-1.97	-2.15	-2.29	-2.40	-2.52	-2.59
2004	-0.87	-1.66	-2.04	-2.42	-2.64	-2.81	-2.95	-3.09	-3.18
2006	-0.63	-1.18	-1.46	-1.73	-1.88	-2.01	-2.11	-2.21	-2.27
2007	-0.81	-1.53	-1.88	-2.23	-2.43	-2.59	-2.72	-2.85	-2.93
2008	-1.05	-1.98	-2.45	-2.90	-3.16	-3.37	-3.53	-3.71	-3.81
2009	-0.65	-1.23	-1.52	-1.80	-1.96	-2.09	-2.20	-2.30	-2.37
2010	-0.74	-1.41	-1.74	-2.06	-2.25	-2.39	-2.51	-2.64	-2.71
2012	-0.79	-1.50	-1.84	-2.18	-2.38	-2.54	-2.66	-2.79	-2.87
2016	-0.71	-1.35	-1.66	-1.97	-2.14	-2.29	-2.40	-2.52	-2.59
2022	-0.97	-1.84	-2.27	-2.69	-2.93	-3.13	-3.28	-3.44	-3.53
2025	-0.69	-1.31	-1.62	-1.92	-2.09	-2.23	-2.34	-2.45	-2.52
6-Aylık	-0.81	-1.53	-1.89	-2.24	-2.44	-2.60	-2.73	-2.86	-2.94

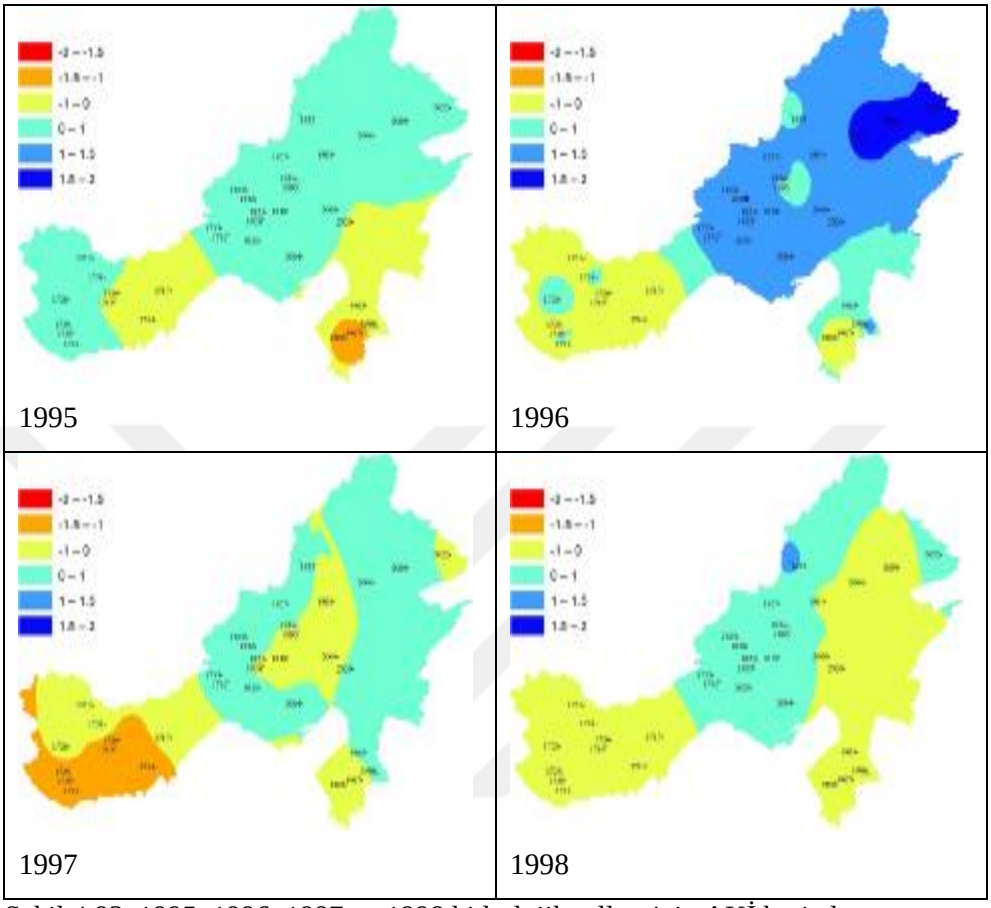


Şekil 4.92. 6-aylık AKİ için tekerrür periyoduna karşılık görülebilecek bölgesel en düşük AKİ değerleri

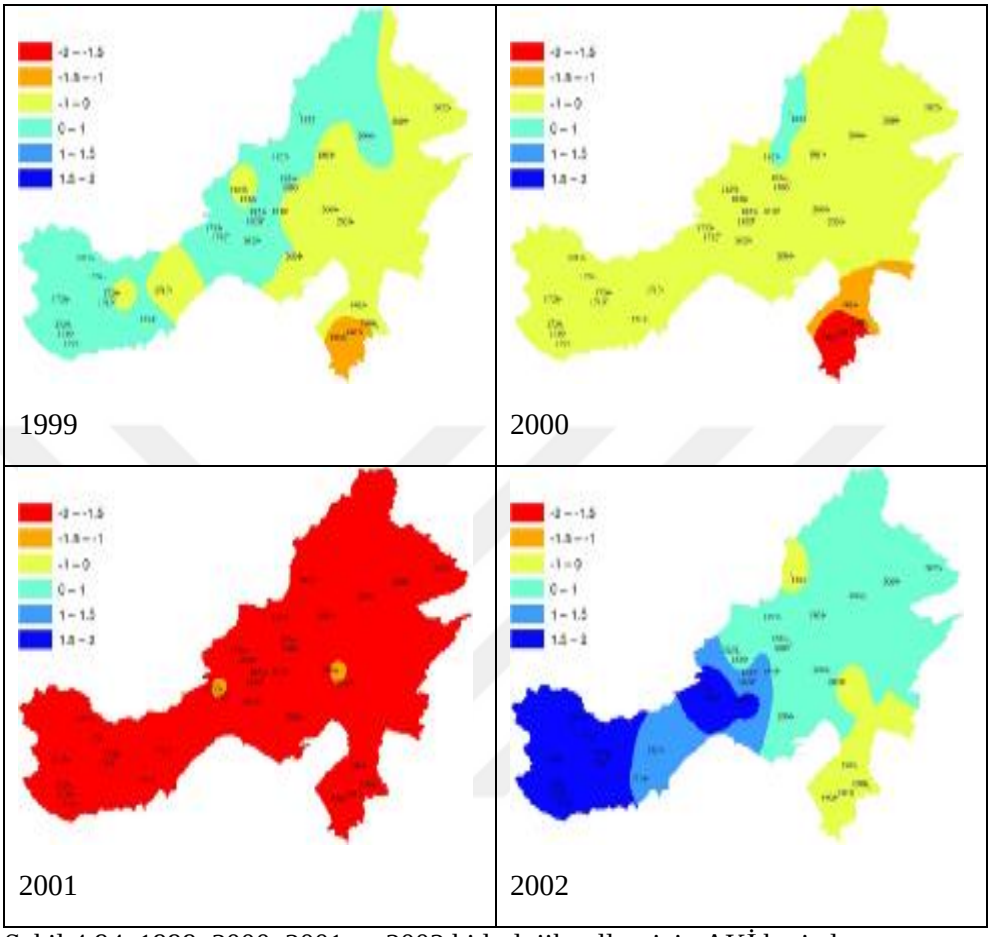
4.17.3. AKİ Kuraklık Haritaları

AKİ sonuçları haritalandırılırken sadece 1995 ve 2005 yılları arasında hidrolojik seriye sahip olan 33 akım gözlem istasyonu kullanılmıştır.

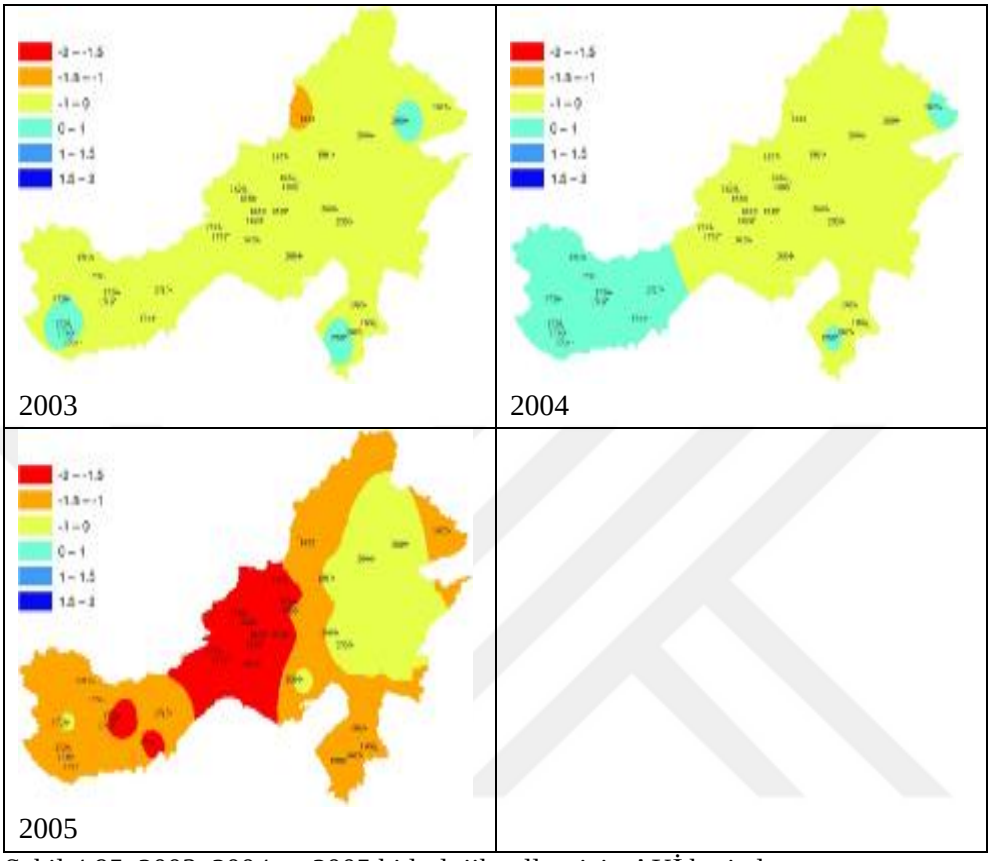
Haritalara bakılarak eşik değerlerine göre hangi yılın sulak hangi yılın kurak geçtiği anlaşılabilir. Sonuçlara göre 2001 yılının bütün havza genelinde kurak geçtiği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.93. 1995, 1996, 1997 ve 1998 hidrolojik yılları için AKİ haritaları



Şekil 4.94. 1999, 2000, 2001 ve 2002 hidrolojik yılları için AKİ haritaları



Şekil 4.95. 2003, 2004 ve 2005 hidrolojik yılları için AKİ haritaları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye'nin güneyinde yer alan Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzaları için yapılan kuraklık analizi çalışmasında toplamda 35 meteoroloji ve 56 akım gözlem istasyonu kullanılmıştır. Havzaların kuraklık geçmişi ve kuraklık oluşma sıklığı farklı kuraklık indeksleriyle incelenmiştir. Kuraklık durumunun artmakta mı yoksa azalmakta mı olduğunun işaretini gösterecek olan gidiş analizi uygulanmıştır. Gelecekte oluşması muhtemel kuraklık olayları bölgesel frekans analizi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Son yıllarda yaygınlaşan haritalandırma tekniği ile havza genelinde var olan kuraklık görselleştirilmiştir.

Kuraklık indeksleri olarak Bütünleşik Kuraklık İndeksi (BKİ), Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ), Ondalıklar Kuraklık İndeksi (OKİ) ve Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) kullanılmıştır. Çalışma bölgesinin hem meteorolojik hem de hidrolojik kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılanlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Meteorolojik kuraklık indeksi olarak KKİ ve OKİ, hidrolojik kuraklık indeksi olarak AKİ ve kapsamlı (meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal) kuraklık indeksi olarak BKİ kullanılmıştır.
- Meteorolojik ve hidrolojik veriler hidrolojik yıl esas alınarak tekrar düzenlenerek seri haline getirilmiştir.
- BKİ için yağış, sıcaklık, nem, açık gün sayısı, kapalı gün sayısı ve akım parametreleri kullanılmıştır
- OKİ için yağış, KKİ için hem yağış hem sıcaklık, AKİ için ise sadece akım verileri kullanılmıştır.
- BKİ, OKİ ve KKİ için 35 istasyondan seçilen 27 istasyonun, AKİ için ise 18 hidrolojik yıldan uzun seriye sahip istasyonların sonuçları ayrıntılı şekilde verilmiş, diğer istasyonların sonuçları da tablolar içerisinde gösterilmiştir.

- Kuraklık indeksleri yardımıyla istasyonların kayıt altına aldıkları en kurak yıllar, aylar ve kuraklık indeks değerleri bulunmuştur.
- Her istasyonun Bütünleşik Kuraklık İndeksi eşik değerleri belirlenmiştir.
- İstasyonların BKİ, KKİ ve AKİ için kuraklık kategorisine karşılık gelen kuraklık oluşma frekansları elde edilmiştir.
- Meteorolojik ve akım gözlem istasyonlarının kurak ay sayıları grafik haline getirilmiştir.
- BKİ, KKİ ve AKİ değerleri hem hidrolojik yıllara göre hem de aylara göre grafik olarak gösterilmiştir. .
- KKİ ve AKİ için 3 aylık (Ekim-Aralık), 6 aylık (Ekim-Mart), 9 aylık (Ekim-Haziran), ve 12 aylık (Ekim-Eylül) kümülatif hidrolojik periyot kullanılmıştır.
- İstasyonların potansiyel buharlaşma değerleri Thornthwaite metodu ile hesaplanmıştır.
- KKİ ve AKİ hesap edilirken normallik testi olan Anderson-Darling testi kullanılmıştır. Sonuçlar tablo haline getirilmiştir.
- Ondalıklar Kuraklık İndeksi yöntemiyle istasyonların yağış bakımından en kurak yılları bulunmuştur.
- BKİ, KKİ ve AKİ değerlerinin gösterdiği sonuçların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığı Mann-Kendall gidiş analizi ve Sen'in eğim metodu ile kanıtlanmaya çalışılmıştır.
- α=0.1 önemlilik seviyesinde gidiş analizi yapılmıştır
- Önemli seviyede gidişi olan istasyonlar belirlenmiştir.
- Thiessen poligonları ile havza geneli kuraklık durumu tespit edilmiştir.
- Bölgesel frekans analizi ile homojen bölgeler belirlenmiş ve bu bölgelere uyan ortak bölgesel dağılım fonksiyonu kullanılarak çeşitli dönüş periyotlarına karşılık gelebilecek kuraklık indeks değerleri belirlenmiştir.
- Homojen bölgelerin L-Moment oranları, uyumsuzluk, heterojenlik ve uygunluk testi sonuçları tablo haline getirilmiştir.

- L-Moment diyagramları ve büyüme eğrileri oluşturulmuştur.
- Bölgelere uyan en iyi ortak dağılım belirlenmiştir.
- BKİ, KKİ ve AKİ için kuraklık değerleri hidrolojik periyotlar esas alınarak haritalandırılmıştır. Görsel olarak havzada kuraklığın yayılımının gösterilmesi amaçlanmıştır. Havza genelinde en kurak ve sulak yıllar kolayca seçilebilmektedir.
- BKİ ve KKİ için havza bazında bütün istasyonların ortak veri uzunluğuna sahip olduğu 1971-1986, 1989-1994 ve 1999-2010 hidrolojik yıl periyotları haritalandırılmıştır. AKİ için ise 1995-2010 hidrolojik yılları haritalandırılmıştır.

Kuraklık ile ilgili elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- En kurak ay 17330 nolu Silifke istasyonunun 5SP zaman serisinde 1999 yılının Ağustos ayında görülmüştür. BKİ değeri -4.73'tür. Ancak bu kuraklık, sadece Silifke istasyonunda görülmüştür. Silifke istasyonunun içinde bulunduğu Doğu Akdeniz Havzası genelinde, Ağustos ayında havzaya yayılmış bir kuraklık söz konusu değildir. Silifke'ye özgü oluşan bu durum tarımsal sulama ihtiyacı nedeniyle su kaynaklarından çekilen suyun fazla olması neticesinde oluşmuş olabilir.
- En kurak yılı yaşayan 17936 nolu Karaisalı istasyonudur. 5SP+6 zaman serisinde 1998 yılında -3.26 BKİ değeri görülmüştür. Yine aynı Seyhan Havzası içerisinde yer alan Adana istasyonu da 5SP+6 zaman serisinde -2.06 BKİ değeri ile şiddetli kuraklık yaşamıştır. Bu bize, 1998 yılında sulama amaçlı nehirlerden çekilen sulama suyunun arttığını göstermektedir.
- Kuraklığın en az tekrar ettiği istasyon 17936 nolu Karaisalı istasyonudur. 5SP zaman serisinde zamanın %52.8'inde kuraklık görülmemiştir.

- Kuraklığın en çok tekrar ettiği istasyon 17372 nolu Antakya istasyonudur. 5SP+6 zaman serisinde kuraklığın görülme oranı %64.4'dür.
- BKİ eşik değerleri KKİ ve AKİ eşik değerleri ile yakın çıkmıştır.
- 3 aylık KKİ periyodunda en kurak yılı yaşayan istasyon, 1994 yılı -2.66 KKİ değeri ile 17986 nolu Samandağ istasyonudur. Yine Asi Havzası içerisinde bulunan Osmaniye istasyonunda da 1994 yılında -2.46 KKİ değeri görülmüştür. Bu da 3-Aylık KKİ değerinde tespit edilen bu kuraklığın havza genelinde görüldüğünü ortaya çıkarmıştır.
- 3 aylık KKİ periyodunda en kurak ay ise 17370 nolu İskenderun istasyonunda 1990 yılının Nisan ayı -4.76 KKİ değeri ile tespit edilmiştir. Nisan ayında görülen bu çok şiddetli kuraklık sadece İskenderun istasyonuna özgü olup, Asi Havzası'nın diğer istasyonlarında kuraklık orta derece olarak atlatılmıştır. İskenderun istasyonunda sıcaklığın yüksek olması nedeniyle KKİ değerleri düşük çıkmış olabilir.
- 6 aylık KKİ periyodunda en kurak yılı yaşayan istasyon 17979 nolu Yumurtalık istasyonudur. 1973 yılı KKİ değeri -3.05'tir. Bu kuraklık kendisini bütün çalışma alanında hissettirmiştir. Çalışma alanında bulunan havzaların istasyonların büyük çoğunluğu da 1973 yılında şiddetli kuraklık yaşamıştır.
- 6 aylık KKİ periyodunda en kurak ayı yaşayan istasyon 1990 yılı Ocak ayında -4.08 KKİ değeri görülen 17370 nolu İskenderun istasyonudur. 1990 yılı Ocak ayı bütün çalışma alanı genelinde kurak geçmiştir. İstasyonların büyük çoğunluğunda şiddetli ve aşırı kuraklık yaşanmıştır.
- 9 aylık KKİ periyodunda en kurak yıl 17837 nolu Tomarza istasyonunda yaşanmıştır. 1994 yılında -3.25 KKİ değeri görülmüştür. Yine Tomarza istasyonuna yakın olan Pınarbaşı istasyonunda da 1994 yılında -3.04 ile aşırı kuraklık yaşanmıştır. Bu da 1994 yılı kuraklığının Seyhan Havzası kuzey kesimine yayıldığını göstermektedir.

- 9 aylık KKİ periyodunda en kurak ay 1990 yılı Ocak ayıdır. -4.33 KKİ değeri ile 17370 nolu İskenderun istasyonunda görülmüştür. Bu kuraklık tüm Asi Havzası'na yayılmıştır. Asi Havzası'ndaki istasyonlar 1990 yılı Ocak ayında aşırı kuraklık yaşamıştır.
- 12 aylık KKİ periyodunda en kurak yıl 17837 nolu Tomarza istasyonunda yaşanmıştır. 1994 yılında -3.29 KKİ değeri görülmüştür. Aynı bölgede yer alan Pınarbaşı istasyonunda da -3.00 değeri görülmüştür. Bu bize 1994 yılının, hem 9-Aylık hem de 12-Aylık KKİ değerlerinde Seyhan Havzası kuzeyinde aşırı kuraklığın yaşandığını göstermektedir.
- 12 aylık KKİ periyodunda en kurak ay 17956 nolu Mut 1 istasyonunda 1974 yılının Mart ayında -3.32 KKİ değeri ile görülmüştür. Bu Doğu Akdeniz Havzası genelinde görülen bir kuraklık değildir. Havzanın diğer istasyonlarında örneğin Silifke istasyonunda 1974 yılı Mart ayında 1.02 değeri ile orta derece sulaklık yaşanmıştır. Bu bize aşırı kuraklık görülen Mut 1 istasyonunda, 1974 yılı Mart ayında yağışın hiç olmadığı sıcaklığın da yüksek olduğu bilgisini verebilir.
- BKİ ve KKİ için uç değerlerin yani çok aşırı kuraklığın görüldüğü istasyonlar Karaisalı, Silifke, İskenderun, Yumurtalık, Tomarza ve Mut 1 istasyonlarıdır.
- KKİ için kuraklığın en az tekrar ettiği istasyon 12 aylık periyotta Sarız istasyonudur. Zamanın %56.6'sında kuraklık görülmemiştir.
- KKİ için kuraklığın en çok tekrar ettiği istasyon 3 aylık periyotta Afşin istasyonudur. Zamanın %67.6'sında kuraklık görülmüştür.
- KKİ için istasyonların tamamında PET değerleri yıllar geçtikçe artış göstermiştir. Özellikle 1990lı yıllardan sonra PET değerleri tüm istasyonlarda artış eğilimindedir.
- Ondalıklar Kuraklık İndeksi her istasyon için grafik halinde en kurak ve en sulak yılları göstermiştir.

- Anderson-Darling testi sonucunda KKİ için hesaplanan α_k^i değerlerinin normal dağılıma uymadığı belirlenmiştir. AKİ için de kümülatif akım değerlerinin normal dağılıma uymadığı tespit edilmiştir.
- Kuraklık haritalarının gösterdiği sonuçlara göre BKİ havza genelinde pek fazla kuraklık göstermemiştir. Ancak KKİ 1973 yılında çalışma alanının kuzey ucu hariç tüm havzada şiddetli kuraklık yaşandığını göstermektedir. Yine KKİ'ye göre 1985 yılında çalışma alanının kuzey kesimi, 1989 yılında havzanın orta kısımları, 1991 yılında güneybatı sahilleri, 1994 yılında en kuzey kısmı, 2001 yılında ise kuzeydoğu kesimleri şiddetli kuraklık yaşamıştır.
- AKİ haritalarına göre ise 2000 yılında havzanın en güney ucu, 2001 yılında havzanın tamamı, 2005 yılında ise havzanın orta kesimleri şiddetli kuraklık yaşamıştır.

Mann-Kendall testi sonucunda BKİ için istatistiksel anlamda α=0.1 önemlilik seviyesinde gidişi olan istasyonlar şu şekilde bulunmuştur;

- Anamur 5SP zaman serisinde azalan gidiş
- Anamur 5SP+6 zaman serisinde azalan gidiş
- Antakya 5SP zaman serisinde artan gidiş
- Antakya 5SP+6 zaman serisinde azalan gidiş
- Bahçe 5SP zaman serisinde azalan gidiş
- Dörtyol 5SP zaman serisinde azalan gidiş
- Erdemli 5SP zaman serisinde azalan gidiş
- İskenderun 5SP zaman serisinde artan gidiş
- Karataş 5SP zaman serisinde artan gidiş
- Mersin 5SP zaman serisinde azalan gidiş
- Silifke 5SP zaman serisinde azalan gidiş

- Silifke 5SP+6 zaman serisinde artan gidiş
- Yumurtalık 5SP zaman serisinde azalan gidiş tespit edilmiştir.

Sen'in eğim metodu sonuçlarına göre BKİ, KKİ ve AKİ değerlerinin 10 yılda nasıl değiştiği belirlenmiştir.

BKİ için en büyük değer artışı Silifke 5SP+6 zaman serisinde olmuştur. 10 yılda BKİ değeri 0.56 artmıştır. Yaklaşık bir kategori sulaklık tarafına kaymıştır. BKİ için en büyük değer azalışı ise Bahçe 5SP zaman serisinde olmuştur. 10 yılda BKİ değeri 1.56 azalmıştır yani 10 yılda 2 kategori birden kuraklık tarafına kaymıştır.

Maksimum PET 17370 nolu İskenderun istasyonunda 1195 mm/yıl değeri ile 2010 yılında görülmüştür.

KKİ için istatistiksel anlamda $\alpha=0.1$ önemlilik seviyesinde gidişi olan istasyonlar ise şu şekilde bulunmuştur;

- Anamur istasyonu 6, 9 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Çamardı istasyonu 9 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Elbistan istasyonu 12 aylık periyotta azalan gidiş
- Erdemli istasyonu 6, 9 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Kadirli istasyonu 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlarda artan gidiş
- Mersin istasyonu 6 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Pınarbaşı istasyonu 9 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Silifke istasyonu 9 ve 12 aylık periyotlarda azalan gidiş
- Tufanbeyli istasyonu 3 aylık periyotta azalan gidiş tespit edilmiştir.

Gidişin azalması kuraklığın arttığının, gidişin artması ise kuraklığın azalmasının bir işaretidir.

Sen'in eğim metoduna göre KKİ için en büyük değer artışı Kadirli istasyonunda 6 aylık KKİ değeri için olmuştur. 10 yılda 1.98 artmıştır. Bu Kadirli istasyonunun 10 yılda 2 kategori birden sulaklık tarafına kaydığını göstermektedir. En büyük değer azalışı ise 12 aylık KKİ değeri için Çamardı istasyonunda yaşanmıştır. 10 yılda 0.61 değer kaybetmiştir. Yaklaşık 1 kategori kuraklık tarafına kaymıştır.

- Anamur, Mut 1, Silifke ve Göksun istasyonlarında KKİ ve AKİ arasında yüksek bir korelasyon tespit edilmiştir.

AKİ değerlerinde bazı istasyonlarda istatistiksel anlamda $\alpha=0.1$ önemlilik seviyesinde gidiş yakalanmıştır;

- 1717 nolu istasyonun 3, 9 ve 12 aylık periyodunda azalan gidiş
- 1719 nolu istasyonun 9 ve 12 aylık periyodunda azalan gidiş
- 1720 nolu istasyonun 9 ve 12 aylık periyodunda azalan gidiş
- 1804 nolu istasyonun 3 aylık periyodunda azalan gidiş
- 1907 nolu istasyonun 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlarında azalan gidiş
- 1908 nolu istasyonun 6, 9 ve 12 aylık periyotlarında azalan gidiş
- 2020 nolu istasyonun 9 aylık periyodunda azalan gidiş tespit edilmiştir.

Seyhan Havzası'nda periyotlar içerisinde görülen en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar;

- 3 aylık periyot için 1822 nolu istasyonda 2004 yılında -3.18 AKİ değeri görülmüştür. Benzer şekilde 1974, 2004 ve 2005 yılları Seyhan Havzası akım gözlem istasyonları için şiddetli kurak geçmiştir.

- 6 aylık periyot için 1802 nolu istasyonda 1953 yılında -2.16 AKİ değeri görülmüştür. Aynı yılda 1802 nolu istasyon da -0.93 AKİ değeri ile hafif kuraklık yaşamıştır.
- 9 aylık periyot için 1820 nolu istasyonda 2005 yılında -2.26 AKİ değeri görülmüştür. Aynı yılda 1825, 1826 ve 1828 nolu istasyonlarda da şiddetli kuraklık görülmüştür.
- 12 aylık periyot için 1822 nolu istasyonda 2001 yılında -2.33 AKİ değeri görülmüştür. 1827, 1829 ve 1830 nolu akım gözlem istasyonlarında da şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Bu veriler Seyhan Havzası akım gözlem istasyonlarında yaşanan kuraklıkların bölgesel olduğunu göstermektedir.

Ceyhan Havzası'nda periyotlar içerisinde görülen en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar;

- 3 aylık periyot için 2015 nolu istasyonda 1974 yılında -2 AKİ değeri görülmüştür. 2005 ve 2006 nolu istasyonlarda da 1974 yılında orta derece kuraklık yaşanmıştır.
- 6 aylık periyot için 2001 nolu istasyonda 1990 yılında -3.4 AKİ değeri görülmüştür. Havzanın geri kalan istasyonlarında, 1990 yılında hafif kuraklık yaşanmıştır.
- 9 aylık periyot için 2001 nolu istasyonda 1990 yılında -2.85 AKİ değeri görülmüştür. 6-Aylık ve 9-Aylık AKİ değerlerinde 2001 nolu istasyon için aşırı kuraklığın görülmesi genel değil noktasaldır. Çünkü geriye kalan istasyonlarda hafif kuraklık yaşanmıştır. 1990 yılında, 2001 nolu istasyondan fazla tarımsal sulama suyu çekilmiş olabilir.
- 12 aylık periyot için 2008 nolu istasyonda 1989 yılında -2.26 AKİ değeri görülmüştür.

Doğu Akdeniz Havzası'nda periyotlar içerisinde görülen en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar;

- 3 aylık periyot için 1708 nolu istasyonda 1974 yılında -2.44 AKİ değeri görülmüştür. 1974 yılında görülen bu şiddetli kuraklık 1708 nolu istasyona özgüdür. Havza genelinde 2000 yılında şiddetli kuraklık görülmüştür.
- 6 aylık periyot için 1708 nolu istasyonda 1973 yılında -2.67 AKİ değeri görülmüştür. 1721 nolu istasyonda da 1973 yılında şiddetli kuraklık yaşanmıştır.
- 9 aylık periyot için 1708 nolu istasyonda 1973 yılında -2.95 AKİ değeri görülmüştür. 9-Aylık periyotta özellikle 2001 yılında havza genelinde şiddetli kuraklık yaşanmıştır.
- 12 aylık periyot için 1708 nolu istasyonda 1973 yılında -2.86 AKİ değeri görülmüştür. Bu kuraklık havza genelinde kendini şiddetli kuraklık olarak göstermiştir. 12-Aylık periyot için de 2001 yılı tüm havzada şiddetli kurak geçmiştir.

Sen'in eğim metoduna göre AKİ değerlerindeki en büyük kayıp 2025 nolu istasyonun 9 aylık AKİ değerlerinde olmuştur. 10 yılda 2.56 değer kaybetmiştir. Bu 10 yılda yaklaşık 3 kategori birden kuraklık tarafına kaydığını göstermektedir. En büyük değer artışı ise 1703 nolu istasyonun 6 aylık AKİ değerlerinde yaşanmıştır. 10 yılda AKİ değerleri 1.81 değer kazanmıştır. Yaklaşık 2 kategori birden sulaklık tarafına kaymıştır.

Asi Havzası'nda periyotlar içerisinde görülen en düşük AKİ değerleri ve yaşandığı yıllar;

- 3 aylık periyot için 1908 nolu istasyonda 2001 yılında -2.81 AKİ değeri görülmüştür.

- 6 aylık periyot için 1908 nolu istasyonda 2001 yılında -2.56 AKİ değeri görülmüştür.
- 9 aylık periyot için 1907 nolu istasyonda 2001 yılında -2.20 AKİ değeri görülmüştür.
- 12 aylık periyot için 1907 nolu istasyonda 2001 yılında -2.15 AKİ değeri görülmüştür.
- Asi Havzası akım gözlem istasyonlarında 2001 yılında her periyotta aşırı kuraklık görülmüştür. Havza geneline yayılan bu kuraklık yağış miktarının azalması, nehirlerden çekilen sulama suyunun miktarının artması sonucu olabilir.

AKİ kuraklık frekans değerlerine göre kuraklığın en az yaşandığı istasyon 9 aylık periyotta 2007 nolu istasyondur. Zamanın %56.4'ünde kuraklık oluşmaz. Kuraklığın en sık görüldüğü istasyon ise 12 aylık periyotta 2004 nolu istasyondur. Zamanın %58.2'sinde kuraklık meydana gelir.

Thiessen poligonları sonucunda BKİ için havzanın genel olarak 1971-1986 hidrolojik periyodunda hafif sulaklık, 1989-1994 hidrolojik periyodunda hafif kuraklık, 1999-2010 hidrolojik periyodunda hafif kuraklık yaşadığı tespit edilmiştir. KKİ için ise bütün periyotlarda hafif kuraklık yaşandığı görülmüştür.

L-Momentler analizi sonucunda BKİ için Bölge 1 ve Bölge 3'e en iyi uyan dağılım Genelleştirilmiş Normal dağılımı iken Bölge 2 için Genelleştirilmiş Lojistik dağılımıdır.

KKİ için ise 3 aylık periyotta Bölge 1 ve Bölge 2 için sırasıyla Genelleştirilmiş Normal ve Genelleştirilmiş Lojistiktir.

6 aylık periyotta Bölge 1'e en iyi uyan dağılım Genelleştirilmiş Normal iken, Bölge 2 ve Bölge 3'e en iyi uyan dağılım Genelleştirilmiş Lojistik dağılımıdır.

9 aylık periyotta Bölge 1'e en iyi uyan dağılım Pearson Tip 3 iken, Bölge 2 ve Bölge 3'e en iyi uyan dağılım Genelleştirilmiş Normal dağılımıdır.

12 aylık periyotta Bölge 1, Bölge 2 ve Bölge 3'e en iyi uyan dağılım Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımıdır.

AKİ için homojen bölge tespit edilen 3 ve 6 aylık periyotlarda sırasıyla Pearson Tip 3 ve Genelleştirilmiş Ekstrem Değer dağılımları en iyi uyan dağılımlardır. AKİ'de 9 ve 12 aylık periyotlar için homojen bölge bulunamamıştır.

Sonuç olarak yapılan analizler neticesinde havza genelinde kuraklığın yaşandığı, özellikle belirtilen bazı istasyonlarda kuraklığın ciddiye alınması gerektiğini işaret eden istatistiksel anlamda kuraklık gidişinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Kullanılan kuraklık indekslerinin hesap yöntemleri ve kullandıkları parametrelerin farklı oluşu kuraklık açısından farklılık yaratmıştır. Bu nedenle tek bir kuraklık indeksine bağlı kalmak bir bölgenin kuraklığı hakkında tekdüze yoruma neden olabilir. Bu çalışmada da çeşitli kuraklık indeksleri kullanılarak bölgeye kuraklık açısından farklı bir yorum getirilmesi amaçlanmıştır.

PET değerlerinin istisnasız bütün istasyonlarda artması küresel ısınma sonucu artan sıcaklıklara bağlı olabilir. Bu yüzden nerede ve ne zaman oluşacağı belli olmayan kuraklıktan korunmanın en iyi yolu, sulak dönemlerden optimum seviyede faydalanmak ve mevcut su kaynaklarını en yararlı şekilde kullanmak için halkı bilinçlendirmektir.

KAYNAKLAR

Abolverdi, J., Khalili, D., 2010. Probabilistic analysis of extreme regional meteorological droughts by L-moments in a semi-arid environment. Theor. Appl. Climatol., 102: 351–366.

Agha, M. A. M. O., Şarlak, N., 2017. Analysis of Meteorological Drought İn Iraq Using The Reconnaissance Drought Index (RDI). International Journal of Advanced Research(IJAR), 5(3): 473-479.

Agwata, F. J., Wamicha, N. W., Ondieki, M. C., 2014. Modelling of Hydrological Drought Events in the Upper Tana Basin of Kenya. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), Volume 11 Issue 1, pp:41-48.

Akbari, H., Rakhshandehroo, G. R., Sharifloo, A. H., Ostadzadeh, E., 2015. Drought Analysis Based on Standardized Precipitation Index (SPI) and Streamflow Drought Index (SDI) in Chenar Rahdar River Basin, Southern Iran. http://www.researchgate.net/publication/271385540.

Al-Faraj, M. A. F., Scholz, M., Tigkas, D., 2014. Sensitivity of Surface Runoff to Drought and Climate Change: Application for Shared River Basins. Water, 6: 3033-3048.

Alkan, Ö., 2008. Temel Bileşenler Analizi ve Bir Uygulama Örneği. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 125s.

Anderson, T. W., Darling, D. A., 1952. Asymptotic theory of certain “goodness-of-fit” criteria based on stochastic processes Annals of Mathematical Statistics, 23: 193– 212.

Anlı, S, A., 2014. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Referans Bitki Su Tüketiminin (ET_0) Zamansal Değişimi ve RDI (Keşif Kuraklık İndeksi) Yöntemiyle Meteorolojik Kuraklık Analizi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20: 248-260.

Anonim a, 2017. http://slideplayer.biz.tr/slide/2679362/

Anonim b, 2017. https://www.theguardian.com/environment/2017/jul/31/suicides-of-nearly-60000-indian-farmers-linked-to-climate-change-study-claims

Anonim c, 2017. http://www.yesilcati.com.tr/yesil-cati-sistemi/kentsel-isi-adasi-etkisi.html.

Anonim d, 2017.

http://www.solar-academy.com/menuis/Gunes-Enerjisi.021720.pdf

Anonim e, 2006. WWF. Auen-Institut, Germany.

Anonim f, 2017. http://www.wwf.org.tr/?2340

Anonim g, 2017. http://akhisarmyo.cbu.edu.tr/

Arabzadeh, R., Kholoosi, M. M., Bazrafshan, J., 2016. Regional Hydrological Drought Monitoring Using Principal Component Analysis. J. Irrig. Drain Eng., 142(1): 04015029.

Atıksu Arıtımı Eylem Planı 2015-2023, 2015. Çevre ve Sehircilik Bakanlığı, Ankara.

Awass, A. A., 2009. Dissertation. Hyrological Drought Analysis-occurrencei severity, risks: the case of Wabi Shebele River Basin, Ethiopia.

Barua, S., Perera, B. J. C., Ng, A. W. M., 2009. A Comparative Drought Assessment of Yarra River Catchment in Victoria, Australia.18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia.

Barua, S., Ng, A. W. M., Perera, B. J. C., 2012. Artificial Neural Network- Based Drought Forecasting Using a Nonlinear Aggregated Drought Index. Journal of Hydrologic Engineering, 17(12): 1408-1413.

Behzadi, J., 2013. An Evaluation of Two Drought Indices, Standard Distribution and Deciles in Guilan, Iran. Greener Journal of Social Sciences, Vol 3(9): 472-478.

Castano, A., 2012. Monitoring Drought At River Basin And Regional Scale:Application in Sicily. University of Catania, Italy.

Demuth, S., Külls, C., 1997. Probability analysis and regional aspects of droughts in southern Germany. Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty (Proceedings of Rabat Symposium SI, April 1997)., IAHS Publ. no. 240.

Doğan, S., 2013. Konya Kapalı Havzası Kuraklık Karakterizasyonunun Zamansal-Konumsal Analizi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim, Dalı Doktora Tezi, Konya, 107s.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2017. http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari

Environmental Systems Research Institute (ESRI), 2012. ArcView GIS version 10.1. A computer software to visualize, explores, query and analyze data spatially, USA.

Eshghabad, M. S., Omidvar, E., Solaimani, Karim., 2014. Efficiency of Some Meteorological Drought Indices in Different Time Scales (Case Study: Tajan Basin, Iran). ECOPERSIA. 2(1): 441-453.

Eslamian, S., Hassanzadeh, H., Abedi-Koupai, J., Gheysari, M., 2012. Application of L-Moments for Regional Frequency Analysis of Monthly Drought Indexes, J. Hydrol. Eng., 17: 32-42.

Filiz, Z., 2003. Güvenilirlik Çözümlemesi, Temel Bileşenler ve Faktör Çözümlemesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt.4, No.2, s. 211–222.

Ghasemi, H., Yari, A., Hadarbadi, GH., Malekian, A., 2011. Drought Monitoring Using Climatic Indices and Geostatistic Technique (Case Study: Hossein Abad Plain, Sarbisheh, Iran). Proceedings of the 12th International Conference on Environmental Science and Technology, Greece.

Gibbs, J. W., Maher, V. J., 1967. Rainfall Deciles as Drought Indicators. Bureau of Meteorology. Australia, 48, 33s.

Gilbert, R. O., 1987. Statistical methods for environmental pollution monitoring. Van Nostrand Reinhold Co, New York, 320 pp.

Gümüş, V., 2017. Akım Kuraklık İndeksi ile Asi Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5(1): 65-73.

Hasaniha, H., 2008. İran'ın Kuzeybatısında Kuraklık ve Verim İlişkisinin Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilimdalı, Doktora Tezi, Ankara.

Havza Koruma Eylem Planı, 2014. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.

Hınıs, A. M., 2013. Bütünleşik Kuraklık İndeksi İle Aksaray'da Hidrometeorolojik Kuraklık Analizi. Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 28, No 4, 711-721.

Hong, X., Guo, S., Zhou, Y., Xiong, L., 2015. Uncertainties in assessing hyrological drought using streamflow drought index for the upper Yangtze River basin. Stoch. Environ. Res. Risk Assess, 29: 1235-1247.

Hosking, J. R. M., 1990. L-Moments:Analysis and Estimation of Distributions Using Lineer Combinations of Order Statistics. J. Royal Statistical Society, 52(2): 105-124.

Hosking, J,R.M., Wallis, J.R., 1993. Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis. Water Resour. Res., IBM Research Division, Yorktown Heights, New York, 29(2): 271-281.

Hosking, J,R.M., Wallis, J.R., 1997. Regional Frequency Analysis Analysis An Approach Based on L-Moments. Cambridge University Press,UK.

IPCC, 2013. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Geneva: IPCC Secretariat, http://www.climatechange2013.org.

Jain, K. V., Pandey, P. R., Jain, K. M., Byun, H., 2015. Comparison of drought indices for appraisal of drought characteristics in the Ken River Basin. Weather and Climate Extremes, 8: 1-11.

Joshi, C., Jagtap, A. S., 2017. Assessment of drought- Using Nonlinear Aggregated Drought Index in Artificial Neural Network. International Journal of Advance Engineering and Research Development, Vol 4, Issue 7.

Joshi, H. C., Jagtap, S., 2017. Calculation of Drought Index for Drought Forecasting. ISSN(Online):2347-2812, Volume 5, Issue 3.

Kaluba, P., Verbist, J. M. K., Cornelis, M. W., Ranst V. E., 2017. Spatial mapping of drought in Zambia using regional frequency analysis. Hydrological Sciences Journal, Vol. 62, No. 11, 1825–1839.

Keyantash, A. J., Dracup, A. J., 2004. An aggregate drought index: Assessing drought severity based on fluctuations in the hydrologic cycle and surface water storage. Water Resources Research, Vol 40, W09304.

Lee, H. S., Maeng, J. S., 2005. Estimation of drought rainfall using L-Moments. Irrig. and Drain., 54: 279–294.

Malakiya, D. A., Suryanarayana, V. M. T., 2016. Assessment of Drought Using Standardized Precipitation Index (SPI) and Reconnaissance Drought Index (RDI): A Case Study of Amreli District, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 5 Issue 8.

Merkoci, L. A., Mustaqi, V., Mucaj, L., Dvorani, M., 2013. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 28, No 1, 161-166.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü., 2014. İklim projeksiyonlarına göre akarsu havzalarında sıcaklık ve yağış değerlendirmesi.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2017. https://www.mgm.gov.tr/genel/hidrometeoroloji.aspx?s=4

Modarres, R., 2010. Regional Dry Spells Frequency Analysis by L-Moment and Multivariate Analysis. Water Resour. Manage., 24:2365–2380.

Mohammed, R., Scholz, M., 2017. Impact of Evapotranpiration Formulations at Various Elevations on the Reconnaissance Drought Index. Water Resources Management, 31: 531-548.

Morid, S., Smakhtin, V., Moghaddasi, M., 2006. Comparison of Seven Meteorological Indices for Drought Monitoring in Iran. International Journal of Climatology, 26:971-985.

Nalbantis, I., 2008. Evaluation of a Hydrological Drought Index. European Water Publications, 23/24:67-77.

Nalbantis, I., Tsakiris, G., 2009. Assessment of Hydrological Drought Revisited. Water Resources Management, 23: 881-897.

Niemeyer, S., 2009. New Drought Indices-Introduction to Drought Products. 1st Joint EARS/IES International Drought Workshop, Ljubljana.

Nohegar, A., Mahmoodabadi., S., Norouzi, A., 2015. Comparison the Suitability of SPI, PNI and DI Drought Index in Kahurestan Watershed (Hormozgan Province/South of Iran). Journal of Environment and Earth Science, Vol 5, No 8.

Norouzi, A., Nohegar, Ahmad., Ghorbani, A., 2012. Comparison of the suitability of standardized precipitation index and aggregated drought index in Minab Watershed. African Journal of Agricultural Research, Vol 7(44): 5905-5911.

Nunez, H. J., Verbist, K., Wallis. R. J., Schaefer, G. M., Morales, L., Cornelis, M. W., 2011. Regional frequency analysis for mapping drought events in north-central Chile, Journal of Hydrology, DOI: 10.1016/j.jhydrol.2011.05.035.

Ormancılık ve Su Şurası (2.) Kuraklık Yönetimi Çalışma Grubu Belgesi, 2017.

Pandey, R. P., Dash, B. B., Mishra S. K., Singh, R., 2008. Study of indices for drought characterization in KBK districts in Orissa (India), Hydrological Processes, 22, 1895-1907.

Pashiardis, S., Michaelides, S., 2008. Implementation of the Standardized Precipitation Index (SPI) and the Reconnaissance Drought Index (RDI) for Regional Drought Assessment: A case study for Cyprus. European Water Publications, 23/24:57-65.

Pathak, A. A., Dodamani, M. B., 2016. Comparison of two hydrological drought indices. Perspectives in Science, 8: 626-628.

Rad, M. A., Khalili, D., Kamgar-Haghighi, A. A., Zand-Parsa, S., Banimahd, S. A., 2016. Assessment of seasonal characteristics of streamflow droughts under semiarid conditions. Natural Hazards, 82: 1541-1564.

Rahmat, N. S., Jayasuriya, N., Bhuiyan M., 2015. Assessing droughts using meteorological drought indices in Victoria, Australia., Hydrology Research, 463-476.

Reis, M., Dutal. H., Bolat. N., 2016. BKİ (Bütünleşik Kuraklık İndeksi) Üzerine Bir Değerlendirme: Kahramanmaraş İli Örneği. 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC), Çukurova University, Adana, Pages: 4650-4655.

Rimkus, E., Stonevicius, E., Korneev, V., Kazys, J., Valiuskevicius, G., Pakhomau, A., 2013. Dynamics of meteorological and hydrological droughts in the Neman river basin. Environmental Research Letters, 8, doi:10.1088/1748-9326/8/4/045014.

Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., Gerten, D., 2009. Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. Water Resources Research, Vol. 45, W00A12, doi:10.1029/2007WR006767.

Sakata, C., Keyantash, J., 2011. Multiple Timescale Comparison of the Aggregate Drought Index (ADI), the Standardized Precipitation Index (SPI), and Tree Rings in Southern California. California State University, Dominguez Hills.

Salmi, T., Maata, A., Antilla, P., Ruoho-Airola, T., Amnell, T., 2002. Detecting gidişs of annual values of atmospheric pollutants by the Mann–Kendall test and Sen's slope estimates – the Excel template application Makesens. Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland, 35 pp.

Santos, F. J., Portela, M. M., Pulido-Calvo, I., 2011. Regional Frequency Analysis of Droughts in Portugal. Water Resources Management, DOI 10.1007/s11269-011-9869-z.

Sardou, S. F., Bahremand, A., 2013. Hydrological Drought Analysis Using SDI Index in Halilrud Basin of Iran. The International Journal of Environmental Resources Research, Vol 1 No 3.

Seçkin, N., 2009. L-Momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu ile Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı, Doktora Tezi, Adana, 241s.

Seçkin, N., Haktanir, T., Yurtal, R., 2011. Flood frequency analysis of Turkey using L-moments method. Hydrological Processes, 25: 3499-3505.

Seçkin, N., Topçu, E., 2016. Adana ve Çevre İllerde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31:4, 1049-1062.

Sen, P. K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. Journal of the American Statistical Association, 63: 1379–1389.

Shah, R., Manekar, L. V., Christian, A. R., Mistry, J. N., 2013. Estimation of Reconnaissance Drought Index (RDI) for Bhavnagar District, Gujarat, India, International Journal of Environmental and Ecological Engineering, Vol:7, No:7.

Shamsnia, A. S., 2014. Comparison of Reconnaissance Drought Index (RDI) and Standardized Precipitation Index (SPI) FOR Drought Monitoring in Arid and Semiarid Regions. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, Vol 4 (3):39-44.

Smakhtin, V. U., Hughes D. A., 2007. Automated estimation and analyses of meteorological drought characteristics from monthly rainfall data. Environmental Modelling & Software, 22: 880-890.

Soleimani, H., Ahmadi, H., Zehtabian, G., 2013. Comparison of temporal and spatial gidiş of SPI, DI, CZI as important drought indices to map using IDW method in Taleghan watershed. Annals of Biological Research, 4(6):46-55.

Şen, Orhan., 2013. Türkiye'de Yaşanan Kuraklık ve Etkileri. TMMOB Tarım ve Mühendislik Dergisi, s: 9-13.

Şorman, Ü. A., 2010. Ankara Çamlıdere Barajı Havzası'nda Bütünleştirilmiş Kuraklık İndeksi İle Analizler-Son Bilimsel Yayınlara Genel Bakış. International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, Vol 2: 29-39.

Tabari, H., Nikbakht, J., Talaee, H. P., 2012. Hydrological Drought Assessment in Northwestern Iran Based on Streamflow Drought Index (SDI). Water Resources Management, DOI 10.1007/s11269-012-0173-3.

Tadic, L., Dadic, T., Bosak, M., 2015. Comparison of different drought assessment methods in continental Croatia. DOI: 10.14256/JCE.1088.2014, Gradevinar.

Thiessen, A. H., 1911. Precipitation averages for large areas. Monthly Weather Rev. 39 (7): 1082–1084.

Thom, H.C.S., 1958a. A Note on Gamma Distribution, Monthly Weather Review, 86(4): 117-122.

Thom, H.C.S., 1966b. Some Methods of Climatological Analysis, W.M.O. Technical Note, No 81, Geneva.

Thomas, T., Jaiswal, K. R., Galkate, R. V., Nayak, T. R., 2016. Reconnaissance drought index based evaluation of meteorological drought characteristics in Bundelkhand, Procedia Technology, 24:23-30.

Thornthwaite, C.W., 1948. An approach toward a Rational Classification of climate. Geographical Review, 38 (1), 55e94.

Tigkas, D., Vangelis, H., Tsakiris, G., 2015. DrinC: a software for drought analysis based on drought indices. Earth Sci. Inform, 8: 697-709.

Tigkas, D., Vangelis, H., Tsakiris G., 2016. Introducing a modified Reconnaissance Drought Index (RDIe) incorporating effective precipitation. Procedia Engineering, 162:332-339.

Topçu, E., 2013. L-Momentler ve Standart Yağış İndeksi (SYİ) Yardımıyla Seyhan Havzası Kuraklık Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 167s.

Topçu, E., Seçkin, N., 2016. Drought Analysis of the Seyhan Basin by Using Standardized Precipitation Index (SPI) and L-Moments, Journal of Agricultural Sciences, 22:196-215.

Tsakiris, G., Vangelis, H., 2005. Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranpiration. European Water Publications, 9/10:3-11.

Tsakiris, G., Loukas, A., Pangalou, D., Vangelis, H., Tigkas, D., Rossi, G., Cancelliere, A., 2007. Drought characterization (Part 1. Componenets of drought planning. 1.3. Methodological compomenet. CIHEAM Options Mediterraneennes: Serie B, N. 58, pages 85-102.

Vangelis, H., Tigkas, D., Tsakiris, G., 2012. The effect of PET method on Reconnaissance Drought Index (RDI) calculation. Journal of Arid Environments, 88: 130-140.

Wambua, M. R., Mutua, M. B., Raude, M. J., 2014. Drought Indices Assessment for Sustainable Water Resources Management-a Case Review for upper Tana River Basin, Kenya. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol 3 Issue 10.

Wanders, N., Lanen, H. A. J., Loon, F. A., 2010. Indicators for Drought Characterization on a Global Scale. Technical Report No. 24.

Waseem, M., Ajmal, M., Lee, H. J., Kim, TW., 2016. Multivariate Drought Assessment Considering the Antecedent Drought Conditions. Water Resources Management, 30: 4221-4231.

Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı 2013-2017, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Yürekli, K., Ünlükara, A., Yıldırım, M., 2010. Farklı Yaklaşımlarla Karaman İlinin Kuraklık Analizi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1):19-23.

Yürekli, K., Sattari, T. M., Anlı, S. A., Hınıs, A. M., 2012. Seasonal and annual regional drought prediction by using data-mining approach. Atmosfera, 25(1):85-105.

Yoo, H. K., Boyd, E. C., 1994. Hydrology and Water Supply for Pond Aquaculture. Springer US, 483s.

Zarch, A. A. M., Malekinezhad, H., Mobin, H. M., Dastorani, T. M., Kousari, R. M., 2011. Drought Monitoring by Reconnaissance Drought Index (RDI) in Iran. Water Resources Management, 25: 3485-3504.

Zarch., A. A. M., Sivakumar, B., Sharma, A., 2015. Droughts in a warming climate: A global assessment of Standardized precipitation index (SPI) and Reconnaissance drought İndex (RDI), Journal of Hydrology, 526:183-195.

Zarei, R. A., Moghimi M. M., Mahmoudi, R. M., 2016. Analysis of Changes in Spatial Pattern of Drought Using RDI in south of Iran. Water Resources Management, 30: 3723-3743.

Zehtabian, G., Karimi, K., Fard, N. N. S., Mirdashtvan, M., Khosravi, H., 2013. Comparability Analyses of the SPI and RDI Meteorological Drought Indices in South Khorasan province pasin Iran, International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, Volume 1, Issue 9:981-992.

ÖZGEÇMİŞ

25.10.1988 Tarihinde Adana'da doğdu. 2006 yılında Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği'ni kazandı. 2013 yılında Yüksek Lisans mezunu oldu. 2012 ÖYP ile Kars Kafkas Üniversitesi Hidrolik Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak atandı. Görevine halen devam etmektedir.