

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**STANDART YAĞIŞ EVAPOTRANSPIRASYON İNDEKSİ (SPEI) İLE
GEDİZ HAVZASINDA BÖLGESEL KURAKLIK ANALİZİ**

Mustafa ÖNEY

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

**ANKARA
2020**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

STANDART YAĞIŞ EVAPOTRANSPIRASYON İNDEKSİ (SPEI) İLE GEDİZ HAVZASINDA BÖLGESEL KURAKLIK ANALİZİ

Mustafa ÖNEY

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alper Serdar ANLI

Bu çalışmada Gediz havzasında bulunan Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli meteoroloji gözlem istasyonlarından alınan aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağmur miktarlarından yararlanarak Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) ile L moment teknikleri kullanılarak bölgesel kuraklık analizi yapılmıştır. Aylık ortalama sıcaklıklardan yararlanarak Thornthwaite yöntemiyle elde edilen potansiyel evapotranspirasyon (PET) miktarları ile aylık toplam yağmur miktarları 1, 3, 6, 9 ve 12 ay olmak üzere 5 farklı referans döneme ayrılmıştır. Yağmur ile potansiyel evapotranspirasyon miktarlarının farkını ifade eden su dengesi (Di) serileri 9 ve 12 aylık dönemlerin neredeyse tamamının su eksiği, 3 aylık dönemin ise su fazlası yaşadığını göstermektedir. Su dengesi serilerine en iyi uyumu sağlayan dağılımlar belirlendikten sonra elde edilen SPEI değerlerine göre tüm istasyonlarda normale yakın koşullar egemen olmuş, orta ve şiddetli kurak ve nemli koşullar bazen meydana gelirken, aşırı nemli ve kurak koşullar nadiren görülmüştür. Elde edilen SPEI değerleri ile L moment teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bölgesel kuraklık analizinde 5 istasyon bir bölge olarak kabul edilmiş ve düzensizlik ve heterojenlik ölçüleri havzanın kabul edilebilir düzeyde homojen olduğunu göstermiştir. SPEI değerlerine bölgesel olarak 1 ve 3 aylık dönemler için genel ekstrem değer (GEV), 6 aylık dönem için genel normal (GNO), 9 aylık dönem için genel lojistik (GLO), 12 aylık dönem için de Pearson tip 3 (PE3) dağılımları en iyi uyumu sağlamıştır. Bölgesel SPEI değerlerine göre referans dönemler için 1.11, 1.25 ve 2 yılda normale yakın, 1.04 yılda orta nemli, 1.01 ve 1.02 yıllar için çok nemli koşulların, 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak 20 yıl ve daha uzun sürelerde ise aşırı kurak koşulların meydana geleceği düşünülmektedir.

Şubat 2020, 91 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Bölgesel Kuraklık, Gediz Havzası, L momentler, Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi.

ABSTRACT

M.Sc Thesis

REGIONAL DROUGHT ANALYSIS OF GEDIZ BASIN WITH STANDARDIZED PRECIPITATION EVAPOTRANSPIRATION INDEX (SPEI)

Mustafa ÖNEY

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Farm Structures and Irrigation
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Alper Serdar ANLI

In this study, regional drought analysis was performed with the Standard Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and L moments techniques by using the monthly average temperature and monthly total rainfall amounts collected from Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa and Salihli stations in the Gediz basin. Using the monthly average temperatures, the potential evapotranspiration (PET) amounts obtained by the Thornthwaite method and the monthly total rainfall amounts are divided into 5 different reference periods as 1, 3, 6, 9 and 12 months. Expressing the difference between rainfall and potential evapotranspiration amounts, the water balance (D_i) series shows that almost all of the 9 and 12 months periods suffers from water deficiency and the 3 months period is water excessive. After determining the distributions that provide the best adaptation to the water balance series, according to the SPEI values obtained, near-normal conditions prevailed in all stations, while moderate and severe arid and humid conditions sometimes occur, while extremely humid and arid conditions are rarely seen. In the regional drought analysis using L moment techniques with the SPEI values obtained, a region of 5 stations was accepted and the irregularity and heterogeneity measures showed that the basin was acceptable homogeneous. SPEI values are generally the best fit generalized extreme values (GEV) for 1 and 3 months periods, generalized normal (GNO) for 6 months period, generalized logistics (GLO) for 9 months period, Pearson type 3 (PE3) distributions for 12 months period. According to the regional SPEI values for reference periods, it has been found near-normal in 1.11, 1.25 and 2 years, moderately humid in 1.04 years, very humid conditions for 1.01 and 1.02 years, moderately dry in 4 and 5 years, severe arid in 10 years, and extremely dry conditions in 20 and longer periods.

February 2020, 91 Pages

Key Words: Regional Drought, Gediz Basin, L moments, Standardized Precipitation Evapotranspiration Index.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresi boyunca benden yardımlarını esirgemeyen bölüm hocalarımızdan Sayın Prof. Dr. Engin YURTSEVEN'e ve meteorolojik verilerin elde edilmesi konusunda bana yardımcı olan Sayın Bülent ŞİRİN'e teşekkür ederim. Daha sonra danışmanım olup, beni çok ilerilere taşıyan, hem bilimsel, hem de psikolojik ve sosyal anlamda benden desteğini esirgemeyen, günün her saatinde danışabildiğim, yanına her gittiğimde beni samimiyetle ve güler yüzle karşılayan, danışman hocam Doç. Dr. Alper Serdar ANLI'ya teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca tüm lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca tüm zorluklara benimle katlanan ve hayatımın her anında bana destek olan değerli eşim Meryem ÖNEY'e teşekkür ederim.

Mustafa ÖNEY

Ankara, Şubat 2020

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1 Materyal	24
3.2 Yöntem	35
3.2.1 Aylık toplam yağmur miktarlarının (P_i) referans dönemlerinin saptanması	35
3.2.2 Potansiyel Evapotranspirasyon (PET_i) miktarlarının saptanması.....	35
3.2.3 Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi ($SPEI$) yöntemiyle kuraklık analizi	36
3.2.4 Bölgesel kuraklık analizi.....	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	42
4.1 Aylık Toplam Yağmur ve Aylık Potansiyel Evapotranspirasyon Miktarlarının Çeşitli Referans Dönemler İçin Saptanan Değerleri	42
4.2 Çeşitli Referans Dönemler İçin Saptanan Su Dengesi (D_i) Serileri.....	43
4.3 Çeşitli Referans Dönemler İçin Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi ($SPEI$) Serileri.....	59
4.4 Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi ($SPEI$) ile Bölgesel Kuraklık Analizi Serileri	78
5. SONUÇLAR	83
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ.....	91

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF: Artırılmış Dickey-Fuller Testi

ERT: Ekosistem Yanıt Türleri

ET₀: Referans Bitki Su Tüketimi

PET: Potansiyel Evapotranspirasyon

PDSI: Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi

PM: Penman-Monteith

RDI: Keşif Kuraklık İndeksi

SMCI: Toprak Nemi Durum İndeksi

SPEI: Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi

SPI: Standart Yağış İndeksi

TH: Thornwaite

VCI: Vejetasyon Durumu İndeksi

WMO: Dünya Meteoroloji Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Gediz havzası ve meteoroloji istasyonlarının konumu.....	24
Şekil 4.1 Akhisar İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği.....	70
Şekil 4.2 Demirci İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği.....	70
Şekil 4.3 Gediz İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği.....	71
Şekil 4.4 Manisa İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği.....	71
Şekil 4.5 Salihli İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği.....	72



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Gediz Havzasında bulunan ve araştırmada kullanılan istasyonların özellikleri.....	24
Çizelge 3.2 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)	25
Çizelge 3.3 Demirci istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm).....	26
Çizelge 3.4 Gediz istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)	27
Çizelge 3.5 Manisa istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)	28
Çizelge 3.6 Salihli istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm).....	29
Çizelge 3.7 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)	30
Çizelge 3.8 Demirci istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C).....	31
Çizelge 3.9 Gediz istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)	32
Çizelge 3.10 Manisa istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C).....	33
Çizelge 3.11 Salihli istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)	34
Çizelge 3.12 SPEI kuraklık kategorileri (Li vd. 2015)	37
Çizelge 4.1 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm).....	43
Çizelge 4.2 Demirci istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm).....	44
Çizelge 4.3 Gediz istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm).....	45
Çizelge 4.4 Manisa istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm).....	46
Çizelge 4.5 Salihli istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm).....	47
Çizelge 4.6 Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)	48

Çizelge 4.7 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)	49
Çizelge 4.8 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)	50
Çizelge 4.9 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)	51
Çizelge 4.10 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)	52
Çizelge 4.11 Akhisar istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (Di) serileri (mm)	53
Çizelge 4.12 Demirci istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (Di) serileri (mm)	54
Çizelge 4.13 Gediz istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (Di) serileri (mm)	55
Çizelge 4.14 Manisa istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (Di) serileri (mm)	56
Çizelge 4.15 Salihli istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (Di) serileri (mm)	57
Çizelge 4.16 Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (Di) serilerine uygulanan olasılık dağılımları, parametre ve kriterler	59
Çizelge 4.17 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (Di) serilerine uygulanan olasılık dağılımları, parametre ve kriterler	60
Çizelge 4.18 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (Di) serilerine uygulanan olasılık dağılımları, parametre ve kriterler	61
Çizelge 4.19 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (Di) serilerine uygulanan olasılık dağılımları, parametre ve kriterler	62
Çizelge 4.20 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (Di) serilerine uygulanan olasılık dağılımları, parametre ve kriterler	63
Çizelge 4.21 İstasyonlar için D_i serilerine en iyi uyum sağlayan olasılık dağılımları	63
Çizelge 4.22 Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan SPEI serileri	65

Çizelge 4.23 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan SPEI serileri	66
Çizelge 4.24 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan SPEI serileri	67
Çizelge 4.25 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan SPEI serileri	68
Çizelge 4.26 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan SPEI serileri	69
Çizelge 4.27 Referans dönemlere göre istasyonlarda meydana gelen kurak ve nemli yıl sayıları	73
Çizelge 4.28 <i>SPEI</i> değerleri için istasyonlara göre çeşitli referans dönemler için ortalama, L moment oranları ve düzensizlik ölçüleri	79
Çizelge 4.29 Referans dönemler için bölgesel Kappa dağılımı parametreleri	80
Çizelge 4.30 Referans dönemler için heterojenlik ölçüleri	80
Çizelge 4.31 Referans dönemler için çalışmada kullanılan frekans dağılımlarının uygunluk ölçüleri (Z^{DIST})	81
Çizelge 4.32 Referans dönemler için uygun bölgesel dağılımlara göre çeşitli tekrarlanma olasılıkları ve sürelerinde elde edilen bölgesel <i>SPEI</i> değerleri	82

1. GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfusun hızlı bir şekilde artması suya olan ihtiyacın da artmasına neden olmaktadır. Yanlış uygulanan su politikaları ve bilinçsiz su tüketimi sonucu kullanılabilen suyun miktarı ve kalitesi her geçen gün azalmaktadır. Günümüzün en büyük iklimsel sorunu olan küresel ısınmanın etkileri de her geçen gün hissedilmekte olup sıcaklık artarken yağış azalmakta veya yağışlardaki düzensizlik tarım arazilerine zarar veren fırtına, hortum ve dolu şeklinde görülmektedir. Sıcaklık artışı ve yeterli miktarda yağış olmamasından dolayı ülkemizin birçok havzasında kuraklık görülmekte veya kuraklık riski yüksek oranlarda seyretmektedir.

Son yıllarda kuraklığın giderek artacağı ve 22. yüzyılın kurak yüzyıl olacağı, buna bağlı olarak tarımsal üretimin düşeceği ile ilgili öngörüler bulunmaktadır. Uzmanlar, küresel ısınma böyle devam ederse tarım dışında daha birçok alanda da problemlerin ortaya çıkacağından bahsetmektedirler (Redmond 2000).

Kuraklık, iklim değişimine bağlı olarak ortaya çıkan, insanlık için en önemli problemlerin başında gelmektedir. Kuraklık, diğer doğal afetler gibi (taşkın, fırtına vb.) aniden meydana gelmemesine rağmen, diğer doğal afetlere göre daha fazla insanı ve doğayı tehdit eden ve genel zararı yıllık ortalama olarak 8–10 milyon dolarlara ulaşan dünyanın en yüksek maliyetli afetlerindedir (Wilhite 2000). Kuraklığı tam olarak tanımlamak zor olsa da, tarımsal, hidrolojik, meteorolojik ve sosyolojik kuraklık olarak sınıflandırılabilir. Bütün bu sınıflamalar göz önüne alındığında yağışların normalin altında meydana kuraklığın asıl sebebi olarak gösterilebilir.

Kuraklık ülkemizde son yıllarda giderek artmaktadır. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerinde önemli yağış eksikliğinin yaşanacağı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda Ege Bölgesinde de önemli oranda yağış eksikliği mevcuttur. Mevcut yağış eksikliği ile birlikte küresel ısınma; tarımsal üretim, içme-kullanma için gerekli olan suyun karşılanmasına önemli engel teşkil etmektedir. Su depolama yapılarından maksimum faydanın sağlanabilmesi için hidrolojik, hidrolik ve yapısal aşamaların dikkatlice ve doğru tasarlanması gerekmektedir. Dolayısıyla bu su depolama yapılarını

besleyen su kaynaklarının zaman içindeki değişimlerinin incelenmesi son derece önem arz etmektedir. (Anlı 2009).

Ülkemizin Batı Anadolu kısmında yer alan Gediz Havzası, yarı kurak bir iklime sahiptir ve su kaynaklarındaki azalma tarımsal faaliyetleri kısıtlamaktadır. 1980'li yılların sonunda başlayıp 1990'lı yılların ortasına kadar devam eden kurak dönem, sulama suyu açısından birçok probleme neden olmuştur. Havzada yaklaşık 110000 hektar tarım alanı bulunmaktadır. Havzada zaman zaman yaşanan çeşitli şiddet ve sürelerdeki kuraklıklar, sulama suyuna ulaşmakta sorunlara ve bunun sonucu olarak da ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Hiessl 1987, Çetinkaya vd. 2008).

Kuraklığın tanımlanmasında birçok indeks geliştirilmiştir. Bir takım meteorolojik verilerden yararlanılarak yapılan indeksler, kuraklık hakkında kısa ve faydalı bilgiler vermektedir. Kuraklığı belirtmede yaygın olarak kullanılan ve sadece yağışı göz önüne alan Standart Yağış İndeksi (SPI) gibi yöntemler, kuraklığı tam olarak açıklayamamaktadır. Son yıllarda ise sadece yağışı değil, aynı zamanda hem yağışı hem de diğer iklim parametrelerini de ele alan Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) ve Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) gibi yöntemler de kullanılmaktadır.

Klimatolojide kullanılan istatistiksel analizler, verilerin özetlenmesi, anlamlı bir şekilde ifade edilmesi, gözlenen olayların temelini oluşturan karakteristiklerinin saptanması ve bunların gelecekteki davranışları hakkında tahminler yapmak için uygulanmaktadır. Diğer bir deyişle, istatistiksel yöntemler meydana gelen belirsizlikler hakkında bize bilgi sağlamakta ve belirsizliklerin etkilerinin ölçülmesine olanak vermektedir. Böylelikle istatistiksel yöntemler, gerçekleştirilecek olan klimatolojik frekans analizlerinde en önemli araç haline gelmektedir (Anlı 2009).

Klimatolojik verilerin gelecekteki miktarları, frekans analizlerine göre belirtilir. Frekans analizi, klimatolojik bir olayın hangi aralıklarda meydana geleceğinin belirtilmesi olarak tanımlanabilir. Kullanılacak olan yağmur verilerinin söz konusu olayı niteleyecek kadar uzun bir zaman dilimini kapsamaması gerekir. Diğer yandan akarsuların frekansı, bu

analizlerde kullanılan verilerin elde edildiği koşulların değişmediği durumda, ancak güvenilir olur.

Frekans analizi çalışmalarında olasılık dağılım fonksiyonunun seçimiyle birlikte, parametre tahmin yönteminin de belirtilmesi büyük önem arz etmektedir. Bir olasılık dağılımının konumu, değişimi ve şekli dağılımın momentleri tarafından ifade edilir. Bu momentler ortalama ve standart sapma ölçüleri ile değişim, çarpıklık ve basıklık katsayıları olarak belirtilebilir. Frekans analizlerinde pek çok parametre tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Bu tahmin yöntemlerinin seçilmesi, ölçülen verilerin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanları; momentler, maksimum olasılık, olasılıklı momentler ve L momentler parametre tahmin yöntemleridir (Anlı ve Öztürk 2011).

L momentler tekniği klimatolojik verilerin karakteristiklerini ve bu verilerin dağılım parametrelerini basit ve etkili bir şekilde vermektedir. L momentler, Greenwood vd. (1979) tarafından belirtilen ve gözlemlerin artan ya da azalan dizi haline getirilmesiyle elde edilen olasılık ağırlıklı momentlerin doğrusal bileşimi olup, amacı gözlenen değerlerin karesinin ve küpünün alınmasına gerek duyulmadan olağan çarpım momentleri ile benzer olarak gözlenen değerleri ve olasılık dağılımlarını özetlemesidir (Hosking 1990). Bu yüzden L moment ölçüleri çok geniş örnek büyüklüğünde bile olağan çarpım momentlerine göre daha az duyarlılığa sahiptir. L momentler parametre tahmininde, tahmin aralıklarında ve hipotez testlerinde de kullanılabilir (Vogel vd. 1993). L momentlerin diğer olağan çarpım momentlerine göre özellikle klimatolojik çalışmalarda üstünlükleri vardır. Bazı durumlarda bir istasyonda görülebilecek bir ekstrem olayın frekansını güçlü bir şekilde tarif etmek için yeterli veri bulunmamakta, bazı istasyonlarda da hiç veri olmamaktadır. Ayrıca bir istasyondaki gözlem süresinin, tahmin edilmek istenen tekrarlanma süresinden daha kısa olduğu durumda noktasal analizler uygulandığında tekrarlanma miktarları güvenilir olmamaktadır. Buna karşın, farklı ölçüm istasyonlarında aynı özelliklere sahip gözlemler mevcut olabilmekte ve bu nedenle bütün mevcut veriler analiz edilerek daha doğru sonuçlar elde edilebilmektedir. Bölgesel Frekans Analizi diye belirtilen bu yöntemde prensip, farklı ölçüm istasyonlarındaki verilerin benzer frekanslara sahip olduğu durumlarda uygulanması gerektiğidir.

Böylelikle, her bir ölçüm istasyonunda ve aynı zamanda uygun bir şekilde tarif edilen bir bölge içinde, hiçbir verisi olmayan ve üzerinde ölçüm istasyonu olmayan havzalarda bile bölgesel karakteristikler kullanılarak daha doğru sonuçlara ulaşılmış olmaktadır (Hosking ve Wallis 1993, 1997).

Ülkemizde yapılan çalışmaların birçoğu kuraklığı noktasal olarak incelemekte, bölgesel çalışmalar yapılmamaktadır. Bu çalışmada Gediz havzasında bulunan 5 meteoroloji istasyonundan toplanan yaklaşık 27-58 yıl süreli; aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri ile 5 farklı dönem (1 ay, 3 ay, 6 ay, 9 ay ve 12 ay) için Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi ile L momentler tekniği kullanılarak bölgesel kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Özgürel vd. (2003) çalışmalarında kuraklığın yavaş yavaş ortaya çıktığını ve büyük sosyoekonomik zararlar oluşturan meteorolojik olaylara bağlı bir afet olduğunu söylemişlerdir. Tarımın kuraklıktan etkilenen ilk ve en önemli sektörlerden biri olduğunu ve tarım ülkesi olduğu söylenen ülkemizde, kuraklık koşullarının kesinlikle araştırılmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Çeşitli meteorolojik parametrelerden yararlanılarak hesaplanan kuraklık indislerine göre saptanan kurak ve yarı kurak bölgeler için yıllık ortalama kuraklık durumunun incelenmesi ve bu bölgelerde yağış yetersizliğinin yani kuraklığın ölçüsünün ortaya konulmasında Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi yöntemi ile Aydeniz metodu karşılaştırılarak Ege Bölgesi'nde kuraklık dönemleri belirlemişler ve Palmer Kuraklık Şiddet İndeksinin bizim için tarımsal kuraklığı belirlemede daha iyi bir indis olduğu sonucuna varmışlardır.

Pamuk vd. (2004) çalışmalarında kuraklığın tüm canlılar ve ekonomi için büyük bir etkiye sahip olduğunu ve değişik meteorolojik koşullar ve çevresel etkenler altında oluşan çok önemli bir doğal afet ve kuraklığın zamana ve mekana bağlı özelliklerini saptamak için bir çok kuraklık indislerinin kullanıldığından bahsetmişlerdir. Çalışmada kuraklığın hesaplanması ve izlenmesinde yaygın olarak kullanılan SPI yöntemiyle Ege Bölgesi için uzun sürelerde yağış ölçümlerinin tutarlı olan meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılarak kuraklık analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak Ege Bölgesi'nin özellikle yağışlı dönemlerden sonrası normal sayılabilecek sınırlar içinde bir kuraklığa maruz kaldığı, yağış döneminde ise İç Batı Anadolu Bölümü'nde nemli koşulların olduğu tespit edilmiştir. Manisa, Salihli ve Bergama, istasyonlarında ise bölgeye uygun standart sapma aralığında sonuçlara ulaşmışlardır.

Türkeş vd. (2009) çalışmalarında meteorolojik olarak Konya ilinde yer alan Aksaray, Karaman, Karapınar ve Konya istasyonlarında kurak dönemler için kuraklık şiddetlerini Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) kullanarak hesaplamışlardır. PDSI analizinde evopotranspirasyon, yağış ve tarla kapasitesini veri olarak kullanılmaktadır. Buharlaşma-terleme oranı, toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak TM yöntemi için hesaplamalar yapılmış ve meteorolojik istasyon kayıtlarına ait ilk verilerden 2006

yılına kadar olan PDSI, toprak su tutma kapasitesi, aylık toplam yağış ve evapotranspirasyon değerleri ile hesaplamıştır. Aylık PDSI ve Nem Anomali İndisleriyle ulaşılan sonuçlara göre: dört istasyonda ortak kurak dönemler için belirlenen yağışlarda meydana gelen azalma % 30 ile % 80 arasında bulunmuştur. Yağıştaki meydana gelen azalma, öncelikli olarak sonbahar ve kışta daha belirgin olmuştur. Kullanılabilir su miktarı ve PDSI için yapılan zaman dizilerinde Mann-Kendall katsayısı çözümlenmelerine göre, dizilerde istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir eğilim bulunamamıştır. Buna karşın azalma yönünde genel bir eğilim (daha kurak koşullara doğru bir gidiş) olduğu bulunmuştur. Kuraklığın en şiddetli gerçekleştiği süre 1972-1974 ve 1999-2001 yılları arasında ortaya çıkmıştır.

Ilgar (2010) çalışmasında küresel ısınmaya bağlı olarak çıkan iklim değişiminin çok ciddi sonuçlarından biri olan kuraklığın gerek Türkiye için, gerekse diğer ülkeler için önemli olduğunu söylemiştir ve kuraklığın önlenmesi için öncelikli olarak tanımlanmasının ve şiddetinin belirlenmesinin gerekliliğinden bahsetmiştir. Daha önceki çalışmalarda birçok kuraklık indisinden yararlanıldığını belirttikten sonra çalışmasında Çanakkale Merkez Meteoroloji İstasyonu için 1929-2007 yıllarında ölçülen aylık toplam yağış verilerini kullanarak SPI yöntemi ile yıllık yani 12 ay ve mevsimlik (3 ay) için analizler yaparak bölgeyi incelemiştir. Sonuç olarak, Çanakkale ilinde kuraklığın yıllık bazda arttığını ve mevsimsel olarak ise kış aylarında kuraklığın arttığını bulmuştur. İlkbahar mevsiminde kuraklıkta azalma, yaz ve sonbaharda kurakta çok fark edilecek bir artışa rastlanmadığı sonucunu elde etmiştir.

Vicente-Serrano vd. (2010a) diğer kuraklık indekslerinden farklı olarak yeni bir iklimsel kuraklık indeksi olan SPEI'yi önermektedirler. SPEI, yağış ve sıcaklık verilerine dayanmaktadır. En büyük avantajı ise kuraklık tahminlerinde öncelikli olarak farklı sıcaklık değerlerinin etkilerini içerecek şekilde, yağış ve evapotranspirasyon gibi diğer verilerle kombine edilebilmesidir. İndeksin hesaplanmasının birçok ayrıntılı hesaplama dayalı olduğundan bahsetmişlerdir. Bu hesaplama iklimsel su dengesinin farklı zaman ölçeklerinde değer/fazla birikimine ve çıkan sonucun bir olasılık dağılımına uyumu içerir. Matematiksel olarak SPEI'nin SPI'ye benzer oluşunu söylerken SPEI'de ayrıca sıcaklığın kullanıldığını belirtmişlerdir. SPEI su dengesine dayandığından, kendi kendine

kalibre edilmiş Palmer kuraklık şiddeti indeksi (sc-PDSI) ile karşılaştırılabilir. Çalışmalarında bu üç indeksin zaman serileri, dünyanın farklı bölgelerinde bulunan farklı iklim özelliklerine sahip bir dizi gözlemevi için karşılaştırmışlardır. Küresel ısınma koşullarında, yalnızca sc-PDSI ve SPEI, evapotranspirasyon sonucu yüksek su talebiyle ilişkili kuraklık şiddetinde bir artış tespit ettiğini bulup, PDSI'ye kıyasla, SPEI'nin kuraklık analizi ve kuraklığın izlenmesinde birçok faktörü ele alması nedeniyle daha avantajlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Vicente-Serrano vd. (2010b) çalışmalarında çok değişkenli kuraklık indeksinin aylık küresel veri kümesi sunmuşlar ve PDSI dayalı mevcut kıta ve küresel kuraklık veri setleri ile mekansal ve zamansal değişkenlik açısından karşılaştırmışlardır. Sundukları veri seti ise SPEI'ye dayanmaktadır. İndekslerini, Climatic Research Unit (CRU) TS3.0 veri seti kullanılarak elde etmişlerdir. Sonuç olarak yeni veri setinin avantajlarını şu şekilde özetlemişlerdir; (i) benzersiz küresel kuraklık verilerinin mekansal çözünürlüğünü küresel bir ölçeği geliştirir; (ii) SPEI'nin olasılıksal doğası göz önüne alındığında, diğer veri setleriyle geçici olarak karşılaştırılabilir ve özellikle, (iii) SPEI'nin çok değişkenli karakteri göz önüne alındığında, çeşitli kuraklık tiplerinin tanımlanmasını mümkün kılmaktadır.

Anlı ve Öztürk (2011) araştırmalarında Ankara'da meydana gelen yağışları baz alıp L moment yöntemi ile bölgenin frekans analizini ortaya koymuşlardır. Bunun için 32 farklı meteorolojik gözlem istasyonunun verilerine göre, günlük yağış miktarlarını kullanarak yıllık maksimum yağış serilerini oluşturmuşlardır. Analizlerine istasyonların tümünün bir bölge olduğu kabulü ile başlamışlar, ancak istasyonlardan elde edilen verilerdeki düzensizlik sonucu Ankara ilini kümeleme analizi yardımıyla üç bölgeye ayırmışlardır. Çalışmada; gösterge taşkın yöntemiyle yapılan analizler sonucu olarak bölgelere göre homojen bir dağılım elde edilmiş ve her bir bölge için uygun olasılık dağılımları saptanmış ve bölgesel L moment algoritması için değişik referans sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) meydana gelecek tasarım yağışlar tahmin edilmiştir. Tahmin edilen yağışın doğruluğunun değerlendirilmesi için Monte Carlo simülasyon tekniği kullanılmış ve her bir bölge için büyüme eğri bileşenleri hesaplanmış, tekrarlanma olasılıklarının mutlak taraflılık, taraflılık ve ortalama karekök hatalarını hesaplamışlardır.

Dodangeh vd. (2011) çalışmalarında İran'da bulunan Sefidrud barajı havzasında yer alan 26 akım ölçüm istasyonuna ait verilerle bölgesel kuraklık frekans analizi yapmışlardır. 7 günlük düşük akımları incelenmiş ve Fortran programı kullanılarak hesaplanan heterojenlik ölçüsü (H) istatistiğine göre havzanın homojen olmadığı bulunmuştur. Havzanın hidrolojik ve fizyografik özellikleri için bulanık grup analizi (Fuzzy Cluster Analysis) yöntemiyle Sefidrud barajı havzası doğu ve batı olmak üzere iki bölgeye ayrılmıştır. L-momentler analizinden elde edilen sonuçlara göre doğu bölgesi homojen çıkmamıştır ve batı ise Gilvan, Yengikend ve Firuzabad istasyonları göz ardı edilince homojen hale gelmiştir. Z uygunluk ölçüsü istatistiklerine göre Genelleştirilmiş Lojistik (GLOG) ve Pearson Tip 3 (PE3) dağılımları sırasıyla doğu ve batı alt bölgeleri için en uygun dağılımlar olduğu sonucuna varılmış ve seçilen uygun dağılımların havza için bölgesel düşük akım tahmininde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Kıymaz vd. (2011) çalışmalarında Seyfe Gölü'nde geçmiş yıllar için toplam yağışa bağlı olan meteorolojik kuraklık değerlerini incelemiştir. SPI yöntemiyle, Seyfe Gölü'ndeki kuraklığı 2 dönem (1975–1991 ve 1992–2008) için analiz etmişlerdir. Sonuçlar iki dönem arasında kuraklık değerlerinde farklılıklar olduğunu göstermiştir. 2. dönemde hafif olarak bulunan kuraklık değerleri tüm kurak dönemler için (3, 6, 12 ve 24 aylık) 1. döneme göre çeşitli şiddetlerde artmış olarak bulunmuştur. Nem miktarının ise birinci dönemde ikinci döneme göre azaldığı bulunmuştur. Çalışmalarında şiddetli ve çok şiddetli kuraklık oluşumları birinci ve ikinci dönemde kısa ve uzun dönemler açısından kurak değerler yakın çıkmış ve bulunan değerler Kırşehir'de gelecek yıllar için kuraklığın artacağını göstermiştir. Sonuç olarak bölgede kuraklık için gerekli önlemlerin hızlıca alınmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Potop ve Možn (2011) çalışmalarındaki amacın yeni bir kuraklık indeksi olan SPEI kullanarak, Çek Cumhuriyeti'nde kuraklık şiddetinin evriminin incelenmesinde potansiyel kullanımını tartışmak olduğunu söylerler. SPEI indeksini kullanırken aşağıdaki aşamaları esas alırlar:

i) potansiyel buharlaştırma terimini (ET_0) hesaplamak; ii) farklı zaman ölçeklerinde açık ve/veya bir iklim suyu dengesinin birikmesi ($P-ET_0$) iii) SPEI indeks serisini elde etmek için su dengesinin bir Log-lojistik olasılık dağılımına normalleştirilmesi. Ülkedeki

kuraklık koşullarının zamana göre değişimini değerlendirmek için SPEI ve su dengesi daha kısa (1, 3 ve 6 ay) ve daha uzun (12 ve 24 ay) zaman ölçeklerine göre hesaplanmışlardır. Tüm istasyonlar için 1 aylık zaman ölçeklerinde en düşük su oranı Temmuz 2006'da -150 ila -177 mm arasında çıkmıştır. En yüksek su fazlası ise Temmuz 1981, 1997 ve Ağustos 1977'de 108 ile 149 mm arasında bulunmuştur. Sıcaklığın rolü, artan ET_0 'ya katkıda bulunan sıcaklık anomalilerine (ısı dalgaları) bağlı olarak yaz kuraklık bölümlerinde belirgin olarak gözlemlenmiştir. SPEI, zaman çizelgesinden bağımsız olarak, 1981 ve 1990, 1991 ve 2000 yıllarındaki artan sıcaklık koşullarına bağlı olarak kuraklık şiddetinin yoğunlaştığını tespit etmişlerdir. Beş yıl boyunca kuraklığın değişimi, yaz aylarında ET_0 'nun artması nedeniyle 1990'larda ve 2000'lerde uzun kurak dönemlerle sıklaştığını göstermiştir.

Meza (2013) çalışmasında, kuzey ve orta Şili'nin sınırlı su kaynaklarına olan talebin artmasıyla birlikte Amerika kıtasının en kurak bölgelerinden biri olduğunu ve buranın tekrarlanan kuraklığın önemli ekonomik zararlarıyla yüzleşmek zorunda olduğunu belirtmişlerdir. Afet riski oluşturduğundan, kuraklığın ve kuraklığa sebep olan ana etkenlerin daha iyi izlenmesinin gerekliliğini dile getirmişlerdir. Çalışmanın amacını ise, Coquimbo bölgesindeki El Nino fenomeniyle ilişkilerini tanımlamanın yanı sıra, farklı büyüklükteki kurak dönemlerin eğilimlerini saptamak için SPEI'den yararlanarak analizi gerçekleştirmek olduğunu belirtmiştir. Veri analizi; bölgedeki kuraklık olaylarının sık olduğunu ve analiz edilen istasyonların çoğunda ilkbahar ve yaz aylarında olumsuz eğilimler (yani artan kuraklık) olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, farklı büyüklükteki kurak koşulların oluşumu son on yılda arttığı ortaya çıkmış ve ekstrem iklimsel olayların süresinde biraz artış gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçların gelecekteki iklim tahminleriyle tutarlı olduğunu bulmuş, su kaynakları yönetimi ve mevcut rezervlerin işletilmesi için büyük bir zorluk teşkil edeceğini bildirmiştir.

Yetmen (2013) çalışmasında Van Gölü Havzasındaki kuraklığı SPI kullanarak hesaplamıştır. Bu yöntem normal dağılıma sahip olduğunda nemli dönemlerin ve kurak dönemlerin eşit oranda temsil etmektedir ve böylelikle yağışlı ve nemli dönemlerde de kuraklık takibi yapılabilir. Van Gölü Havzası'nda hesaplanan çeşitli zaman serileri için (1 ay, 3 ay ve 12 aylık) SPI değerleri havzada gerçekleşen toplam kuraklığın

yaklaşık %45'ine denk gelmiştir. Çalışmada 1975-2008 yıllarına bölgede en şiddetli ve uzun süren kuraklığın 1996-2002 yılları arasında yaşandığını ve bu dönemde 2000 ve 2001 yılların için kuraklığın olağanüstü olarak ölçüldüğünü ve Tatvan'da aralıksız olarak 11, Van'da ise 12 ay sürdüğü bulunmuştur. Havzadaki Kurak dönemlerin Kuzey Atlantik Salınımı (KAS) indeksiyle ilgisin nasıl olduğu Pearson korelasyon katsayısından yararlanılarak hesaplanmış ve yılın ilk üç ayını kapsayan 3 aylık SPI serileri ile bu aylar için KAS mevsimlik indeksi arasında orta seviye negatif korelasyon tespit etmiştir.

Anlı (2014) çalışmasında su kaynaklarının yeterli olmadığı kurak ve yarı kurak yerlerde referans bitki su tüketiminin zamansal değişimi analizinin oldukça önemli olduğundan bahsetmiş ve araştırmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde referans bitki su tüketiminin (ET_0) zamana bağlı değişimini ve RDI yöntemini kullanarak kuraklık analizini meteorolojik verilere dayanarak gerçekleştirmiştir. Bölgede bulunan illere ait olan referans bitki su tüketimi Penman-Monteith yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve bir yıl dört referans döneme (k_1 , k_2 , k_3 ve k_4) ayrılmıştır. Bu dört dönem için referans bitki su tüketiminin zamana bağlı değişimi parametrik olan Dickey-Fuller ve parametrik olmayan Mann Whitney U testleri ile analizlerini yapmıştır. Sonuçta referans bitki su tüketiminde zamana bağlı olarak artış eğiliminin olduğu gözlemlenmiş ve bölgedeki illerde, meteorolojik kuraklığın tahmininde kullanılan RDI yöntemine göre genellikle hafif kuraklığın yaşandığı ve ciddi sayıda da orta ve şiddetli kuraklığın meydana geldiği görülmüştür.

Begueria vd. (2014) standart yağış evapotranspirasyon indeksinin 2010 yılında geliştirildikten sonra bu indeksin klimatoloji ve hidroloji çalışmalarında kullanımının yaygınlaştığından bahsetmişlerdir. Çalışmada amaçlarının, SPEI'nin esnek ve doğru kullanımını sağlayan hesaplama seçeneklerini tanımlamak olduğunu söylemektedirler. Özellikle, standartlaştırılmış değerler elde etmek için olasılık dağılım parametrelerini, ET_0 hesaplama yöntemlerini ve farklı zaman ölçeklerinde SPEI'nin hesaplanmasında kullanılan olasılık parametrelerini tahmin etmek için yöntemler sunmaktadırlar. Alternatif ET_0 ve gerçek evapotranspirasyon (ET_a) yöntemlerinin kullanımını ve sonuçta ortaya çıkan SPEI serisindeki gözlemsel ve global ağ verilerini kullanılan farklı seçeneklerden bahsetmişlerdir. Sonuçlar, ET_0 hesaplamak için kullanılan denklemin

dünyanın bazı bölgelerinde SPEI üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir. Çalışmanın sonunda ise, SPEI serisinin hesaplanması ve analizi için yeni bir yazılım aracı, güncellenmiş bir küresel ağ veri tabanı ve gerçek zamanlı bir kuraklık izleme sistemi sunmuşlardır.

Ivits vd. (2014) çalışmalarında genişletilmiş bir Temel Bileşen Analizi kullanarak, zamana göre SPEI ve FPAR3g (Fotosentetik Aktif Radyasyon Fraksiyonunun uzun vadeli global veri seti) anomalileri (1982-2011) serisindeki ortak uzay-zamansal modellere dayanan küresel Ekosistem Yanıt Türlerini (ERT) sınıflandırmışlardır. ERT: kuraklık olaylarında bölgeye özgü ekosistemlerin, kurak veya azalan şiddette kuraklık olaylarına cevap veren ekosistemlerde 30 yıllık bir süre zarfında kuraklığın baskın bir faktör olmadığı ekosistemleri temsil ettiğini belirtmişlerdir. SPEI12 (12 Aylık SPEI)-FPAR3g anomalilerinde en yüksek açıklayıcı değerler ve en güçlü SPEI12-FPAR3g korelasyonları Avustralya ve Güney Amerika'daki ERT'lerde görülmüş, Asya ve Kuzey Amerika'da en düşük açıklayıcı değer ve en düşük korelasyonları gözlemlemişlerdir. Bu ERT'ler, iklim ve bitki örtüsü anomalilerinin yeri, zamanlaması, süresi, sıklığı ve ciddiyetinin, ıslanma ve kurutma iklim koşullarının ortak değerlendirmesi ile birlikte değerlendirilmesini mümkün kılarak, geleneksel piksel bazlı yöntemleri tamamlar. Burada ürettikleri ERT'lerle uzun vadeli ekosistem değişikliklerinin referans koşullarını haritalayarak küresel değişim çalışmalarını destekleme potansiyeline sahip olduğunu bulmuşlardır.

Meixiu vd. (2014) SPEI ile 1951–2010 döneminde Çin'deki 609 noktadaki aylık yağış ve hava sıcaklığı değerlerine dayanarak kuraklık hesaplaması yapmışlardır. Çin genelinde uzun vadeli eğilimler, etkilenen alanın yüzdesi, yoğunluk, süre ve kuraklık sıklığı gibi kuraklığın değişken özellikleri incelemişlerdir. Sonuçlar, şiddetli ve aşırı kuraklıkların 1990'ların sonlarından bu yana tüm Çin için daha ciddi hale geldiğini ortaya koymuştur. Kurak alan on yılda %3.72 oranında artmıştır ve çok yıllık şiddetli kuraklıkların Kuzey Çin, Kuzeydoğu Çin ve batı Kuzeybatı Çin'de daha sık olduğu, Kuzey Çin, güneybatı Çin'in güneybatı bölgesi, Kuzeybatı Çin'in orta ve doğu bölgeleri, Güneybatı Çin'in orta ve güneybatı bölgeleri ile genel olarak birleşmiş yağışların azalmasından dolayı güneybatı ve güneybatı bölgelerinde sıcaklığın artışına bağlı olarak önemli kuraklık eğilimlerinin meydana geldiğini bulmuşlardır. Kuraklıklar da son 30 yılda Çin'in batı

kuzeypbatı, doğu kuzeypbatı, kuzey ve kuzeydoğu bđlgelerini daha sık etkilemiştir. Bu çalışmalarının sonuçlarının, Çin'de kuraklık için erken uyarı sistemi oluşturmak ve bazı referanslar verilerden yola çıkararak kuraklığı neyin tetiklediğini ortaya koymak olduğunu belirtmişlerdir.

Oğuztürk ve Yıldız (2014) kuraklığı, çeşitli sistemler ve canlılar tarafından kullanılan suyun miktarında zamansal ve bđlgesel olarak uzun sreler için ortalamanın veya normalin altına düşmesi sonucu, su açığının ortaya çıktığı doğal bir süreç olarak tanımlamışlardır. Kuraklığın şiddeti, süresi ve ne zaman gerçekleşeceği önceden tahmin edilemeyeceğinden, kuraklık analizlerinde istatistiksel ve olasılıksal metotlar kullanıldığını ve çalışmalarında, iklimsel olarak yarı kurak bir özellik gđsteren Kırıkkale'de SPI kullanarak farklı zaman serilerinde analizler yapmışlardır. Kırıkkale'de bulunan meteoroloji istasyonları için 1950-2007 yıllarında aylık yağış verileriyle çeşitli zaman serileri için (1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık) SPI değerleri hesaplanmış, istasyonların kuraklık özellikleri (şiddet, süre ve genlik) ve bunların birbirleriyle ilişkileri belirlenmiş ve Kırıkkale için farklı zaman serilerindeki kuraklık koşulları incelenerek sonuçlar değerlendirilmiş ve bulunan değerlerin bđlgesel iklim koşullarını ve coğrafi olarak bulunduğu yeri temsil ettiği gđzlemlenmiřtir.

Stagge vd. (2014) alışmalarında Dünya Meteoroloji rgt (WMO) tarafından nerilen SPI'nin bir varyantı olan SPEI meteorolojik kuraklık indeksi olarak önemli bir potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Buna gerekçe olarak da SPEI'nin daha kapsamlı bir su varlığı ölçümü sağlaması ve iklimsel su dengesi kullanmasını gđstermiřlerdir. Bununla birlikte çalışmaya türetilmiş bir terim olan PET'in (Potansiyel Evapotranspirasyon) dahil edilmesi, indeksin geniş kabul gđrmeden önce sıkı bir teste tutulmasını gerektirmiştir. Bu alışmalarında, SPEI'nin SPI'den önemli ölçüde farklılık gđsterip gđstermediđini ele almıştır ve Avrupa'daki 3950 arazi hücresinde yaygın olarak kullanılan beş PET yđntemini kullanmışlardır. Farklı karmaşıklık ve girdi gereklilikleri kullanılarak, ilk önce türetilmiş PET ve ardından SPEI/SPI'yi karşılaştırarak PET yđntemi seçimine duyarlılığını test etmişlerdir. SPEI'nin SPI'den önemli ölçüde farklı olduğu ve sonuçta ortaya çıkan PET ve SPEI değerlerinin PET radyasyon terimine gđre gruplandığı bulmuşlardır. Rzgr hızını ve nemi/basıncı birleştiren kütle transfer teriminin PET

üzerinde ikincil bir etkisi olduğu ve SPEI üzerinde tespit edilebilir bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Chen ve Sun (2015) çalışmalarında Thornthwaite (TH) ve Penman-Monteith (PM) denklemlerini kullanılarak, referans evapotranspirasyonu hesaplayıp Çin için SPEI değerlerine ulaşmışlar ve bunu geçmiş dönem kuraklıkları ile karşılaştırmışlardır. Analizleri bu hesaplamada PM yönteminin, 1961-2012 yılları arasında özellikle Çin'in kurak bölgelerinde TH yöntemine göre daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kullandıkları PM yöntemi, toprak nemi ve akarsu rejimlerinde gözlemlenen değişiklikler bakımından da daha iyi performans göstermiştir. Bunun sonucu olarak Çin'de gözlemlenen kuraklık değişikliklerini, PM yöntemi temelinde hesaplamışlardır. Buldukları sonuçlar, Çin'deki kuraklıkların, son 50 yıl boyunca belirgin bir şekilde farklılıklar gösterdiğini, 1980'lerden önce ve 2000'lerde 1980'ler ve 1990'larla karşılaştırıldığında daha sık ve şiddetli kuraklıkların yaşandığını göstermektedir. 1990'ların sonlarından bu yana kuraklık, özellikle kuzey Çin'in bazı bölgelerinde, Çin geneline göre daha sık ve şiddetli hale gelmiştir. Aynı zamanda, Çin genelinde ardışık kuraklık olayları da artmıştır. Bu, Çin'deki kuraklıkların son yıllarda artmış olduğunu göstermektedir. Yaptıkları diğer analizlerde ise, sıcaklık ve yağış anormalliklerinin, Çin'deki kuraklıkları tespit etmede farklı rollere sahip olduğunu göstermiştir. Çalışmaları, sıcaklık artışı ve yağışın azalmasına bakıldığında, kuraklığın kuzey Çin'de sıcaklık artışlarına daha çok tepki verdiği, güney Çin'de ise yağış azalışlarına nispeten daha büyük tepki verdiğini göstermiştir.

Li vd. (2015) çalışmalarında Güneybatı Çin'deki kuraklık koşullarını 1982-2012 yılları arasında karakterize etmek için SPEI kullanmışlardır. SPEI hesaplamalarını çeşitli dönemler için yağış ve sıcaklık verileri kullanarak yapmışlardır. Buldukları sonuçlar Güneybatı Çin'in kuraklık eğiliminde olduğunu göstermiştir. Beş farklı zaman ölçeğindeki ortalama SPEI değerlerinin tümü önemli ölçüde azalma göstermiştir. 2005'ten sonra bazı orta ve şiddetli kuraklıklar bulunmuş ve kuraklık giderek daha da kötü bir hal almıştır. Ayrıca çalışmalarında SPEI'nin performansını araştırmak için SPEI ile uzaktan algılanan iki kuraklık indeksi arasında korelasyon analizi yapmışlardır. Bunlar Toprak Nemi Durum İndeksi (SMCI) ve Vejetasyon Durumu İndeksidir. (VCI).

Karşılaştırmada ayrıca SPI kullanılmıştır. Sonuçlar hem SMCİ hem de VCI için, SPI ve SPEI'nin uyumlu olduğunu göstermiştir. SPEI, önemli bir sıcaklık artışı ile toprak nemini SPI'den daha iyi izleyebilmektedir. VCI ve SPI/SPEI arasındaki korelasyonlar daha düşük çıkmıştır. Ayrıca SPEI, SPI'dan daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur.

Liu vd. (2015) çalışmalarında Çin'in kuraklık eğiliminin en yüksek olduğu ülkelerden biri olduğunu söylemiştir ve bunu araştırmak için 1961–2013 yılları arasında Çin'de bulunan 810 istasyonu kapsayan SPEI'ye dayanan kuraklığın bölgeselleşmesini ve mekana ve zamana bağlı çeşitlemelerini analiz etmişlerdir. Öncelikle Çin'i, Tree Edge Removal yöntemiyle Mekansal K Luster Analizini kullanılarak, sekiz bölgeye ayırmışlardır. Bunlar; güneybatı, kuzeydoğu, kuzey, güneydoğu, Yangtze Nehri, kuzeybatı, merkezi Çin ve Tibet Platosu. Kuraklık karakteristiğinin zaman-mekansal varyasyonları, kuraklık sayımı kuzeydoğu Çin'in genellikle yüksek olduğunu göstermiştir. Güney Çin ve Kuzey Batıda aşırı şiddetli ve uzun kuraklıklar yaşamıştır. Test sonuçları, belirgin kuruma eğilimi olan istasyonların, çoğunlukla güneybatı, kuzey, kuzeybatı Çin'de bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca sonuçlar, yazın anormal az yağışa ve güneybatı, kuzeydoğu, kuzey Çin'de anormal yüksek sıcaklığa daha fazla önem verilmesi gerektiğini ve anormal az yağışın, güneydoğu ve Yangtze Nehri 'de bütün yıl kuraklığın ana faktörü olduğunu göstermiştir. Çalışmalarının sonucu olarak, su kaynakları yönetimini desteklemesi, ayrıca çevre korunması ve tarımsal üretimin artırılmasını beklemektedirler.

Ma vd. (2015) çalışmalarında Çin'in Batı Loess Platosu'ndaki Taihe Dağları'nda toplanan Çin Çamından (*Pinus tabulaeformis* Carr.) elde edilen ağaç-halka örneklerini, iklim ve kuraklığın radyal büyüme üzerindeki etkilerini analiz etmek ve ortalama Nisan-Haziran standardize edilmiş ortalamasını yeniden oluşturmak için 1730–2012 yılları için SPEI kullanmışlardır. Analizde, yağışlar ağaç büyümesini olumlu etkilerken, sıcaklık kurak mevsimlerde ağaç büyümesini olumsuz etkilemiştir. Ağaç büyümesi SPEI'ye uzun zaman ölçeklerinde olumlu cevap vermiştir, çünkü ağaçlar su açıklarına dayanabilmişlerdir ve kuraklığa hızlı tepki vermemişlerdir. Çalışmada SPEI ile kuraklığın yeniden düzenlenmesi için 10 aylık bir skala seçilmiştir. Buna göre düzenlenen model, 1951-2011 dönemi için SPEI verilerindeki varyansın %51'ini açıklamıştır. SPEI'nin yeniden

inşası, uzun vadeli kuraklık değişkenliği modellerini ortaya çıkarmış ve 1928-1930 yılları arasındaki şiddetli kuraklık ve 1950'lerden bu yana Kuzey Çin'de yaygın olan belirgin kuruma eğilimi gibi bazı önemli kuraklık olaylarıyla örtüşmüştür. Yeniden düzenlenen model, batı Loess Platosu üzerinde hem tek yıllık hem de on yıllık ölçeklerde yapılan hesaplamalarla ile de tutarlı çıkmıştır. Yeniden düzenlenen SPEI serisi, kuraklık / yağış endeksleri ile senkronize varyasyonlar göstermiş ve mekansal korelasyon analizleri, bu düzenlemenin kuzey Çin'deki büyük ölçekli SPEI değişkenliğini temsil edebileceğini göstermiştir.

Stagge vd. (2015) çalışmalarında WMO tarafından önerilen bir meteorolojik kuraklık indeksi olan SPI ve daha yeni iklimsel su dengesi varyantı olan SPEI kullanarak, iklimler arasında karşılaştırma yapmak amacıyla tek değişkenli olasılık dağılımını, indeksi normalleştirmek için kullanmışlardır. Uygun olmayan olasılık dağılımının seçimi, kuraklık şiddetini arttırarak veya azaltarak, indeks değerlerinde hataya neden olabileceğini söylemişlerdir. Çalışmaları Avrupa'ya odaklanarak, kıta ölçeğinde bir olasılık dağılımı seçerek SPI ve SPEI'nin karşılaştırılmasıdır. Çalışmalarında, SPI ve SPEI metodolojisinde bazı değişiklikler ve ayrıca Shapiro-Wilk testine dayanarak SPI / SPEI uyumunu değerlendirmek için güncellenmiş bir prosedür önerilmiştir. SPI için seçilen olasılık dağılımları, kısa vadeli birikimi (1-2 ay) veya uzun vadeli birikimi (> 3 ay) modelleme kabiliyetine bağlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. İki parametrelili gama dağılımı, önceki çalışmalarla uyumlu olarak, Avrupa'daki tüm birikim süreleri ve bölgeler arasında SPI hesaplanırken genel kullanım için önerilirken SPEI hesaplanırken genelleştirilmiş aşırı değer dağılımı, önceki tavsiyelere uygun olarak tavsiye etmişlerdir.

Yang vd. (2015) çalışmalarında iklim değişikliğinin arka planında, Haihe Havzası (HRB) içindeki ve çevresindeki 47 meteorolojik istasyonun aylık ortalama yağış ve aylık ortalama sıcaklığını, farklı kuraklık seviyelerinin zamansal ve mekansal dağılımını elde etmek için SPEI kullanarak son 50 yıl için coğrafi bilgi sistemleri desteğiyle analiz etmişlerdir. Sonuçlar, (1) 1961 - 2010 yılları arasında yıllık ve mevsimsel ölçekte kuraklık sıklığı ve şiddetinin arttığını ve her kuraklık derecesinin etkilenen alanlarının zamansal olarak artan bir eğilime sahip olduğunu göstermiştir. Tüm Haihe Havzası alanını etkileyen kuraklık, hafif kuraklık, orta dereceli kuraklık, şiddetli kuraklık ve aşırı

kuraklığın etkilenme oranları sırasıyla %0.64, % 0.18, %0.31, % 0.14 ve %0.01 oranlarında değişmektedir. (2) 1990'da bir iklim kırılma noktası ortaya çıkmıştır; 1961 ve 1990 ile 1991 ve 2010 yılları arasındaki kuraklık meydana gelme olasılığının karşılaştırılmasından sonra kuraklığın, tüm kuraklık derecelerinde ortaya çıkma olasılığının dikkate değer bir yükseliş eğilimine sahip olduğunu bulmuşlardır.

Chen vd. (2016) çalışmalarında küresel ısınmanın, giderek daha sık ve şiddetli kuraklıklara veya yağış olaylarına neden olduğundan bahsederken, bu şiddetli kuraklığın, su mevcudiyetini sınırladığını ve tarımsal verimi ve sosyoekonomik gelişimi etkilediğini söylemişlerdir. Çin'in Liaoning eyaletindeki ana ürün aşamalarında kuraklığa bağlı verim kaybını ölçmek için, 1960-2015 döneminde sırasıyla SPI ve SPEI kullanılarak kuraklık boyutlarını (büyüklük, süre ve sıklık) araştırmışlardır. Daha sonra, SPI / SPEI ile kuraklığa bağlı verim kaybı arasındaki ilişkiyi mısır, pirinç, sorgum, soya fasulyesi için analiz etmişlerdir. Beklendiği gibi, Liaoning şehrindeki ana ürün büyüme aşamalarında il genelinde meteorolojik kuraklık eğilimlerinin, kuraklık sıklığı, süresi ve büyüklüğü SPI analiziyle açıklamada yeterli olmadığı görülmüştür. SPEI ise, SPI'ye göre potansiyel evapotranspirasyonu da göz önüne aldığından, verim değişkenliğini açıklamada %39 - %78 oranında daha başarılı olurken, kuraklığa bağlı verim kaybını daha doğru değerlendirmiştir. Artan kuraklığın esasen yağmurla beslenen bitkileri (mısır, sorgum, soya fasulyesi) etkilerken, sulanan pirinç üretiminde azalma meydana gelmemiştir. Orta kuraklık koşullarının, sadece yağmurla sulanan mahsuller üzerinde büyük bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte SPEI değerinin -1'den küçük olduğunda mısır için tozlaşma aşamasında, sorgum için sapa kalkma ve gelişme safhasında, soya fasulyesi için çiçeklenme ve tomurcuklanma aşamasında belirgin bir şekilde verim performansını düşürmüştür. Sonuç olarak SPEI'nin kuraklık dönemlerinin belirlenmesi ve kuraklık etkisinin Liaoning eyaletinde tarımsal üretim üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için SPI'ye göre daha yararlı bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Dinç vd. (2016) çalışmalarında dünyada ve ülkemizde meydana gelen kuraklığın küresel ısınma sonucu ortaya çıkan iklim değişikliğinin doğal bir sonucu olduğunu ve belli bir dönemde toplam yağışın uzun yıllar boyunca ortalamasının altında kalmasıyla tüm yaşayan varlıkları olumsuz etkilediğini söylemişlerdir. Zamansal ve mekansal olarak kuraklık

şiddetini tanımlamak için değişik bir çok kuraklık indeksi geliştirildiğini ve çalışmalarında kuraklığı belirlemede yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan SPI ile Antalya sınırları içerisinde bulunan Alanya, Antalya, Demre, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Korkuteli ve Manavgat meteoroloji istasyonlarından elde edilen 1970-2014 aralığında uzun yıllar için yağış verilerinden yararlanarak bölgenin kuraklık analizi yapılmıştır. Uzun yıllık yağışların SPEI'ye göre sınıflandırılması sonucu 3, 6, 12 ve 24 aylık dönemlerde, SPI'de herhangi bir azalmaya rastlanılmadığı ve bu değerleri SPI'ye göre normale yakın kuraklık (0.99~-0.99) olarak değerlendirmişlerdir. Mevsimlere göre yapılan değerlendirmede ise çalışılan bölgede kuraklık değerlerinin yaz mevsiminde görülebildiği gibi kış mevsiminde de ortaya çıktığı sonucuna varmışlardır.

Kumar vd. (2016) çalışmalarında bölgesel ve küresel ölçekte kapsamlı yeraltı suyu gözlemlerinin olmayışının, yeraltı suyu kuraklıklarını ölçmek ve tahmin etmek için alternatif göstergelerin ve endekslerin kullanımına ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Bunlar arasında, SPI yaygın olarak hidro-meteorolojik sistemin farklı bölümlerindeki kuraklıkları karakterize etmek için kullanıldığını söylemişlerdir. Bu çalışmalarında, Almanya ve Hollanda'da jeolojik olarak farklı bölgelerdeki 2000'den fazla yeraltı suyu kuyularındaki gözlemleri kullanarak yerel ve bölgesel ölçekli yeraltı suyu kuraklıklarını karakterize etmek için SPI'nin uygunluğunu araştırmışlardır. Yeraltı suyu kuraklıklarının yerel ve bölgesel davranışlarını analiz etmek için istasyon verileri ve karşılık gelen 0.5'lik aralık tahminleri kullanılarak SPI'nin çok ölçekli bir değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir ve yeraltı suyu kaynaklarındaki standart anomaliler, farklı biriktirme süreleri kullanılarak elde edilen SPI'lerle uyumlu çıkmıştır. Maksimum korelasyona ulaşmak için birikme süreleri, her iki ölçekte de yüksek mekansal değişkenlik sergilemiştir (3-36 ay arasında değişmektedir). Bu ise birikim periyodunun bir olasılıksal seçiminin (SPI hesaplamak için) yeraltı suyu kuraklıklarının yetersiz karakterizasyonuna yol açacağı bulunmuştur. Tüm alan boyunca homojen birikim sürelerinin uygulanması, SPI ve SGI (Standart Yeraltı Su Seviyesi İndeksi) ($\approx 21-66$) arasındaki korelasyonu önemli ölçüde azaltmıştır. Bu ise SPI'nin uzun birikim zamanlarında bile yeraltı suyu kuraklıkları için bir gösterge olarak sınırlı kaldığını göstermektedir. Ayrıca, isabet oranı düşük (0.3-0.6) ve kuyuların ve 0.5 aralıklı hücrelerinin çoğunda yüksek bir yanlış kuraklık oranı (0.4-0.7) ortaya çıkması, SPI kullanarak yeraltı suyu kuraklığı tahminlerinin güvenilirliğinin düşük

olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalarının sonuçları, SPI'yi hem yerel hem de bölgesel ölçekte bir yeraltı suyu kuraklık göstergesi olarak kullanmanın tehlikelerini vurgulamakta ve daha fazla yeraltı suyu gözlemine olan ihtiyacı ve yeraltı suyu kuraklığının izlenmesinde bölgesel hidrojeolojik özelliklerin hesaba katıldığını vurgulamıştır.

Somorowska (2016) çalışmasında 1956-2015 yıllarında Polonya'da kuraklık koşullarının değişkenliğini SPEI kullanarak araştırmıştır. Çalışma, kuraklıktan etkilenmiş alanın geçmişteki genişlemesi olgusunun yanı sıra bir zaman-mekan bağlamında kuraklık eğilimleri hakkında yeni bir fikir vermektedir. Çalışmada tarım ve hidroloji ile ilgili kuraklık koşullarını temsil eden 3 aylık, 6 aylık ve 12 aylık veriler için SPEI analizi yapmıştır. Analiz, kuraklığın mekansal boyutunun geniş bir değişkenlik gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Kuraklık altındaki alanın yüzdesinin yıllık ortalaması, üç SPEI zaman çizelgesinde de bir artışa işaret etmiştir. Bu aynı zamanda, büyüme mevsimi boyunca (Nisan-Eylül) kuraklıktan etkilenen ortalama alan ile de ilgilidir. SPEI değerlerinde düşüş eğilimi, söz konusu 60 yıllık dönemdeki kuraklığın ciddiyetine ve güney batıdan Polonya'nın orta kısmına kadar uzanan bir alanda bir artış olduğunu göstermiştir.

Anlı (2017) çalışmasında Referans Evapotranspirasyonun (ET_0) geçici değişiminin analizinin, su kaynaklarının sınırlı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde büyük önem taşıdığını açıklamaktadır. Çalışmasında parametrik ve parametrik olmayan testler ile referans evapotranspirasyonun (ET_0) geçici değişimi ve L-moment parametresi tahmini ile SPEI yöntemini kullanmış, bölgesel kuraklık analizlerini yarı kurak Konya kapalı havzasında yapmıştır. Kapalı havzaya ait ET_0 değerlerini Penman-Monteith yöntemi kullanmış ve bir takvim yılı için 1 ay, 3 ay, 6 ay, 9 ay ve 12 ay dönemlere ayırmıştır. Çok değişkenli sürelerle göre referans buharlaşma transpirasyonunun zamansal değişimini parametrik Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) testi ve parametrik olmayan Mann Whitney U (M-W) testi ile analiz etmiştir. ET_0 için belirgin bir şekilde artan ve çok az trend değişiklikleri tespit etmiştir. Çok değişkenli dönemler için SPEI yöntemine göre, genel olarak ılımlı kuraklık yaşanmıştır, ancak havzada orta ve şiddetli kuraklıkların meydana geldiği önemli miktarda olay da olmuştur. Evapotranspirasyon kullanan bir başka endeks RDI (Reconnaissance Drought Index) yöntemi ile yaptığı karşılaştırmada, SPEI yönteminin aşırı ve şiddetli kuraklık tahminlerine özellikle duyarlı olduğunu söylemektedir.

SPEI değerleri için L-moment ile bölgesel kuraklık modelini tahmin etmek için uyumsuzluk, heterojenlik ve uyum testlerinin iyiliği kullanılarak iklimsel olarak homojen bir bölge belirtilmiş ve dönemler için en uygun bölgesel dağılımların 5 parametrelili Wakeby dağılımı olduğu bulmuştur. Wakeby homojen bölge dağılımına göre, muhtemel bölgesel SPEI miktarlarının çeşitli geri dönüş sürelerini tahmin etmiştir.

Çamalan vd. (2017) çalışmalarında Türkiye'den seçilen 123 meteoroloji gözlem istasyonunun 1971-2015 yılları için aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık gözlem verileri ile küresel iklim modellerinden HadGEM2-ES modelinin RCP4.5 senaryosunun 2016 – 2098 periyodu bölgesel iklim projeksiyon çıktıları kullanılarak SPEI kuraklık şiddet indisi 1, 3 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde hesaplamışlar ve SPEI indisi kuraklık sınıflarına göre olasılıkları (oluşum sıklıkları) elde etmişlerdir. Yapılan çalışmayla kuraklığın oluşum sıklığının zamansal ve mekansal değişimleri incelemişler ve geçmiş dönemlerdeki klimatolojisi referans alınarak ileride de ortaya çıkabilecek olan kuraklaşma eğiliminin iklimsel açıdan değerlendirmesi amaçlamışlardır. Böylelikle, tarım, hayvancılık, özellikle toprağa bağlı üretim ve çevre açısından; yöneticilere, araştırmacılara, kamu kurumları ve tüm ilgililere, ileriye yönelik planlama çalışmalarında bilimsel destek sağlayacağı için projeksiyon modellerinin kuraklık izlemede ve yönetme de faydalı bir araç olarak kullanılmasını hedeflemişlerdir.

Miah vd. (2017) çalışmalarında kuraklığın tarım, ekosistemler, geçim kaynakları, gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik için kritik bir konu olduğundan ve olumsuzluklarından bahsetmişlerdir. Kuraklık sorununun küresel olarak incelendiğini, ancak bölgesel, hatta yerel boyutunun bazen göz ardı edildiğini belirtmişlerdir. Yerel düzeyde kuraklık değerlendirmesi, söz konusu bölge için kuraklığa adaptasyon ve önleme stratejileri geliştirmenin gerekliliğini ve bunu anlamada, Bangladeş'te yerel ölçekte kuraklık özelliklerinin ayrıntılı bir değerlendirilmesi için bir girişimde bulunmuşlardır. SPEI, yağış ve evapotranspiration veri setini esas alan yeni bir kuraklık indeksi olduğunu ve küresel olarak, SPEI'nin faydalı bir kuraklık indeksi haline geldiğini, ancak yerel ölçekli uygulaması yaygın olmadığından bahsetmişlerdir. Çalışmada Bangladeş'te uzun vadeli iklim verilerinin eksikliğinin üstesinden gelmek için 110 yıl boyunca (1901-2011) SPEI ile analiz yapılmıştır. Bangladeş Meteorolojisinden alınan mevcut hava durumu verileri

(1955– 2011) kullanılmıştır. Bulguları, kuraklığın sıklığının ve yoğunluğunun ülkenin kuzeybatı kesiminde daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu ise bu bölgeyi hem aşırı hem de şiddetli kuraklıklara karşı savunmasız hale getirmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, Bangladeş'te kuraklık değerlendirmesi hakkında bir fikir edinmek için Rangpur'u (kuzeybatı bölgesi) ele alarak SPEI temelli kuraklık yoğunluğu ve frekans analizleri yapılmıştır. SPEI'nin ülkede iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklığın evrimi ve değerlendirmesini anlamak için değerli bir araç olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma ayrıca, Bangladeş'te kuraklığa adaptasyon, kuraklığın önlenmesi ve esneklik mekanizmalarının geliştirilmesi için ilgili politikalara ve tarımsal yeniliklere yol açması gereken kuraklık risk azaltma stratejilerine olan ihtiyacı da ortaya çıkarmıştır.

Bae vd. (2018) çalışmalarının amacını, 1981'den 2010'a kadar Güney Kore'de bulunan 8 istasyonda Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksine (SPEI) göre kuraklık özelliklerini analiz etmek olarak bildirmişlerdir. Geleneksel Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksinin temelini, Thornthwaite denklemine göre hesaplanan evapotranspirasyon değerlerine (SPEI_{th}) bağlı olduğunu açıklamışlardır. Buna rağmen Kore'de standart tarımsal su yönetimi FAO Penman-Monteith (SPEI_{pm}) denklemini önermektedir. Bu nedenle, sırasıyla SPEI_{th} ve SPEI_{pm} kullanarak kuraklığın yoğunluğunu, değişkenliğini ve eğilimlerini analiz ederek sonuçları karşılaştırmışlardır. SPEI_{pm}, Chuncheon ve Gwangju hariç SPEI_{th} yerine biraz daha yoğun kuraklık göstermiştir. Cheoncheon, Gwangju ve Jinju hariç 5 istasyonda, SPEI_{pm}'in 1.5'in altında olması muhtemel birikimli olasılık, 1981-1995'ten 1996–2010 arasında belirgin bir şekilde artmıştır. Ek olarak, kuzeybatı ve güneybatı bölgelerinde 1 ay kuraklık yoğunluğu daha yüksek, orta ve güneybatı bölgelerinde 3 ay kuraklık yoğunluğu daha yüksek bulunmuştur. Mann-Kendall testine göre, sonbahar mevsiminde 1 aylık SPEI ve kış mevsiminde 3 aylık SPEI'nin düşüş eğiliminde olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak SPEI'nin 30 yıllık trend analizinin, kuraklığın trendini yorumlamaya yetmediğini söylemişlerdir. Bu sınırlamalara rağmen, bu çalışma kuraklık özelliklerini daha yakın ve gelecekteki mevsimler de dahil olmak üzere tam bir süre için gösterebilmektedir. Özellikle, iklim değişikliği şiddetli kuraklığın toplamını etkiler. Buna göre, kuraklık eğilimlerinin analizinin, iklim değişikliği koşullarında, tarımsal kuraklıkla başa çıkmada yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Çelik vd. (2018) çalışmalarında Anadolu'nun yüksek ve dağlık bir bölgesi olan Doğu Anadolu Bölgesi incelerler ve bölgenin Türkiye'nin önemli bir tarım ve hayvancılık alanı olarak kabul edildiğini söylemişlerdir. Yapılan çalışmalara göre, kuraklığın tarımda üretimi ve verimi düşürdüğü, ayrıca hayvancılık için çok önemli olan ot verimi ve otlakların biokütle aktivitesini düşürdüğünü, bunun sonucu olarak, meralarda birincil üretimin giderek azaldığını ortaya koymuşlardır. Tarım üzerinde ciddi etkileri olan mevsimlik kuraklığın takip edilmesi, buna bağlı olarak kuraklığın tespiti ve alınması gerekli olan tedbirlerin önemli olduğunu belirtmişlerdir ve bölgedeki 1967-2017 yılları arasındaki 50 yıllık dönemde kuraklığı ortaya koymak için SPI ile analiz yapmışlardır. SPI'nin herhangi bir ülke ya da bölgede kuraklığın tanımlanması ve buna uygun önlemler alınması konusunda etkili bir yöntem olduğunu söylemişlerdir ve yapmış oldukları SPI analizlerinde Doğu Anadolu bölgesinde bulunan 14 ilin (Ağrı, Ardahan, Bingöl, Bitlis, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Hakkari, Iğdır, Kars, Malatya, Muş, Tunceli ve Van) meteorolojik verilerinden yararlanmışlardır. Ayrıca Erinç, De Martonne, Aydeniz ve Thornthwaite'e göre iklim sınıflandırılmaları yapmışlar ve bölgenin geçmişe dönük uzun yıllık dönemler için mevsimlere göre kuraklık durumunu ortaya koymuşlardır. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerin mevsimlere göre kuraklık analizleri ilginç sonuçlar ortaya koymuştur. Bingöl, Bitlis, Hakkari ve Iğdır'da iklimde kuraklık gözlemlenmezken Malatya, Elazığ, Tunceli, Van ve Kars'ta ise mevsimlik anlamda önemli kuraklık eğilimleri gözlemlenmiştir. Beklenenin tersine bölgede kış mevsimlerinde bile kuraklığın gerçekleşebildiği belirlemişlerdir. Bölge genelinde 1989 yılında aralık, ocak ve şubat ayları kurak geçerken 2013 yılında kış döneminde ise nemli koşullar gözlemlenmiştir.

Wang vd. (2018) çalışmalarında Çin'deki en büyük tatlı su gölü olan Poyang Gölünü incelemişlerdir. Poyang Gölü son yıllarda sürekli düşük su seviyesine sahip olan, önemli bir bölgesel su kaynağı ve ikonik bir ekosistemdir. Bu çalışmada, 1961–2015 yılları arasında Poyang Gölü Havzası'ndan geçen meteorolojik kuraklığın zamansal ve mekânsal dağılım özelliklerini analiz etmek için SPEI kullanılmıştır. Ayrıca, göl seviyesi ile havzadaki meteorolojik kuraklık arasındaki ortak ilişkiyi araştırmak için korelasyon analizi yapmışlardır. Başlıca sonuçlar şunu göstermiştir: (1) Poyang Gölü'ndeki su seviyesinin düşüşü 2000 yılından itibaren, özellikle sonbahar aylarında düşüş hızı 11.26

cm/gün'e ulaştığında dramatik ve çarpıcı olmuştur. (2) 1960'ların ardından bu havza 2000'li yıllarda yeni bir kuraklık dönemine girmiştir ve Poyang Gölü Havzası'ndaki meteorolojik kuraklık, mevsimsel özelliklerin belirgin olduğu, ilkbahar ve sonbaharda kuruma eğilimlerinin görülmüştür. (3) Korelasyon analizinin sonuçları, Poyang Gölü Havzası'nda SPEI'ye yanıt vermek için göl seviyesinin üç ve altı aylık zaman ölçeklerinin en uygun zamanlar olduğunu göstermiştir. Mevsimsel olarak, korelasyon kışın en iyi sonuçları, sonbaharda ise en kötü sonuçları vermiştir. Korelasyonların mekansal dağılımlarını ise şu şekilde bulmuşlardır: Hukou <Xingzi <Duchang <Wucheng <Tangyin <Kangshan. Genel olarak, bu çalışmalarının sonuçları iklim değişikliğine bağlı olarak göl seviyesinin meteorolojik kuraklığa verdiği cevabı belirlemiş ve benzer havzalarda su kaynakları yönetimi için güvenilir bir bilimsel temel oluşturmuştur.

Akın (2019) İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Tuz Gölü Havzası'nda yaptığı çalışma sonucunda; bölgede kuraklığın yaşandığını belirtmiştir. Tuz Gölü Havzası'nda yapılan değerlendirmede Köppen İklim Sınıflandırmasına göre iklim tipinin; Kulu'da kışı ılık, yazları sıcak ve kurak iklim (Akdeniz İklimi), Aksaray, Çumra ve Karapınar'da ise yarı kurak olan step iklim tespit edildiğini söylemektedir. Çalışmasındaki amacın Türkiye'de gerçekleşen iklim değişikliği sürecinde, Tuz Gölü Havzası'nda meydana gelen kuraklığın, zamansal ve mekansal karakteristiklerini ve şiddetini, Erinç Yağış Etkinliği İndisi, De Martonne Kuraklık İndisi ve Thornthwaite İklim Sınıflandırması metodlarından yararlanarak ortaya koymak olduğunu belirtmiştir. Kullanılan indisler ile meteorolojik olarak gözlemlenen kuraklığa ait sonuçlar elde edilmiş ve bu amaçla havzada kesintisiz uzun süreli ve homojen dağılım gösteren Kulu, Aksaray, Karapınar ve Çumra meteoroloji istasyonlarına ait 1975-2016 yılları arasındaki veriler ile; uzun yıllar için yıllık ortalama sıcaklık, en düşük minimum sıcaklık, en yüksek maksimum sıcaklık ve yıllık ortalama toplam yağış verilerinin eğilimleri doğrusal trend yöntemi ile hesaplanmış ve kuraklık indisleri formüllerinden yararlanarak hesaplamalar yapmıştır. Meteorolojik veriler kullanılarak elde edilen sonuçlar ile Tuz Gölü Havzası'nda kuraklık analizi ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak, son yıllarda yağışlarda düşüş ve sıcaklıklarda artış olduğunu tespit etmiştir. Bu durumun sonucu olarak Tuz Gölü Havzası'nda iklimin olumsuz etkilendiğini ve giderek daha da artan kurak bir hal aldığını belirlemiştir. Buna göre,

havzada ilerleyen yıllar içinde kuraklığın artacağı ve çölleşmenin gerçekleşebileceği bir alan oluşacağını öngörmüştür.

Tuğrul vd. (2019) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerin kuraklık analizi yapılmışlar ve analiz için 9 istasyondan alınan 1960-2016 yılları arasındaki aylık toplam yağış verilerini kullanmışlardır. Analiz için en az 30 senelik kesintisiz veri setine ihtiyaç duyulduğundan bu koşul Şırnak istasyonunda sağlanamamıştır. Analizlerinde Efektif Kuraklık İndeksi (EKİ) yönteminden yararlanmışlar ve sonuç olarak Adıyaman istasyonunda 22, Batman istasyonunda 15, Diyarbakır istasyonunda 24, Gaziantep istasyonunda 25, Kilis istasyonunda 20, Mardin istasyonunda 9, Siirt istasyonunda 18, Şanlıurfa istasyonunda 21 olmak üzere toplamda 154 kuraklık olayı tespit etmişlerdir. Sonuç olarak 1970-1979 arası dönemin kuraklık olaylarının en fazla yaşandığı dönem olduğunu tespit etmişlerdir. Analiz yapılan 681 aylık zaman periyodu göz önüne alındığında; bu periyotta tüm zamanların ortalama %19'luk zaman diliminin bölgeyi etkileyen kuraklıklarla geçtiğini belirlemişlerdir.

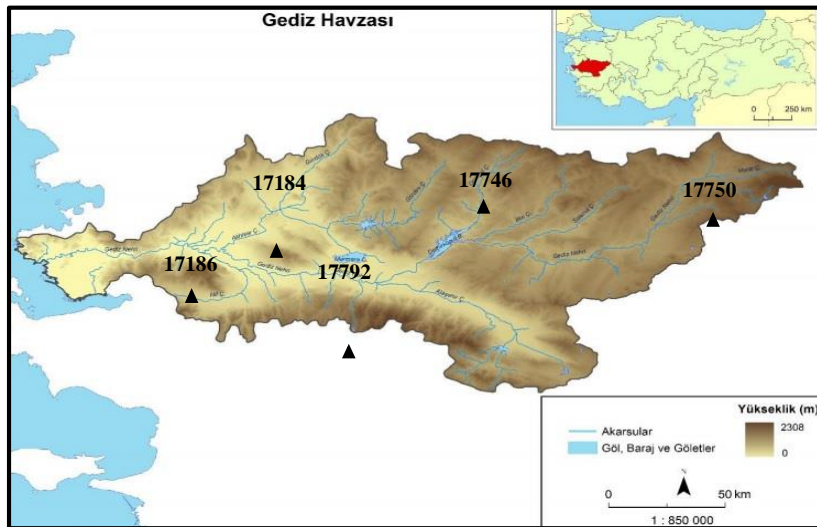
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Ülkemizin Batı Anadolu kısmında yer alan Gediz Havzası, yarı kurak bir iklime sahip olup erişilebilir su kaynaklarının azlığı tarımsal faaliyetleri kısıtlamaktadır. 1980’li yılların sonunda başlayıp 1990’lı yılların ortasına kadar devam eden kurak dönem, sulama suyu açısından önemli problemler doğurmuştur. Havzada yaklaşık 110000 hektar tarım alanı bulunmaktadır (Hiessl 1987, Çetinkaya vd. 2008). Çalışmada Gediz Havzasında bulunan ve çizelge 3.1’de verilen istasyonlardan en az 25 yıllık gözleme sahip toplanan aylık toplam yağmur miktarları ve aylık ortalama sıcaklık verileri materyal olarak kullanılmıştır. Şekil 1’de havzada bulunan ve çalışma için yararlanılan meteoroloji istasyonlarının yaklaşık konumları verilmiştir. Çizelge 3.2-3.6’da çalışmada yararlanılan istasyonlarda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları, çizelge 3.7-3.11’de de aylık ortalama sıcaklıklar verilmiştir.

Çizelge 3.1 Gediz Havzasında bulunan ve araştırmada kullanılan istasyonların özellikleri

İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Yılları	Gözlem Sayısı	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Yıllık Ortalama Toplam Yağış (mm)
Akhisar	17184	1960-2018	59	92	38.9118	27.8233	576.8
Demirci	17746	1992-2018	27	855	39.0349	28.6482	640.4
Gediz	17750	1972-2018	46	736	38.9947	29.4003	565.2
Manisa	17186	1960-2018	59	71	38.6153	27.4049	735.3
Salihli	17792	1960-2018	57	111	38.4831	28.2340	493.1



Şekil 3.1 Gediz havzası ve meteoroloji istasyonlarının konumu

Çizelge 3.2 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)

Yıl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	142.1	54.3	41.7	43.2	104.6	9.0	0.7	6.4	***	5.8	62.3	221.9	692.0
1961	85.4	76.8	13.6	60.9	19.6	56.5	***	0.7	6.2	32.9	38.6	143.8	535.0
1962	87.3	97.1	135.2	92.5	18.1	8.9	15.5	***	10.5	22.6	115.8	234.8	838.3
1965	192.3	101.6	20.4	53.5	43.6	0.6	0.2	***	***	63.4	14.1	50.5	540.2
1966	20.8	64.7	136.2	0.2	22.7	34.5	0.3	***	55.4	***	44.5	192.4	571.7
1967	54.1	272.4	47.0	166.2	70.2	***	***	0.4	***	18.7	117.5	155.9	902.4
1968	146.9	43.5	71.9	30.5	20.6	10.6	***	8.9	14.1	3.7	54.3	162.0	567.0
1969	74.6	34.8	23.2	89.6	37.1	5.2	***	***	8.2	16.3	14.5	105.7	409.2
1970	228.2	94.7	77.1	10.7	31.9	20.8	***	19.0	25.2	6.9	39.1	126.5	680.1
1971	92.6	87.9	40.0	32.2	15.2	13.1	8.6	***	0.2	0.1	24.8	200.4	515.1
1972	63.9	135.1	112.9	25.7	10.7	16.8	6.7	***	0.2	54.5	68.3	113.6	608.4
1973	78.1	120.7	117.4	30.3	15.5	23.6	3.2	14.0	17.9	31.7	86.1	89.8	628.3
1974	25.9	64.6	27.8	53.9	22.4	5.7	10.9	46.0	5.0	92.6	22.6	***	377.4
1975	35.6	134.5	47.8	67.9	24.3	15.0	1.0	6.8	3.1	20.6	64.9	87.5	509.0
1976	11.7	167.4	112.2	37.8	23.2	23.0	2.6	8.7	22.6	21.7	133.6	100.7	665.2
1977	95.8	48.2	50.1	28.8	50.7	28.1	0.1	4.0	0.9	36.6	127.9	85.1	556.3
1978	46.9	40.3	16.1	98.3	46.4	20.8	13.6	11.0	2.8	152.9	44.1	122.6	615.8
1979	69.1	68.9	39.7	53.3	4.6	2.9	0.4	0.6	34.4	82.4	69.3	70.3	495.9
1980	163.0	127.8	119.5	84.9	18.5	6.1	***	***	120.0	72.9	41.8	39.4	793.9
1981	172.6	65.7	33.1	37.1	59.1	19.3	1.4	***	2.0	13.4	104.9	113.4	622.0
1982	134.3	15.7	110.3	31.9	76.2	39.9	***	***	1.0	4.8	105.1	137.6	656.8
1983	226.0	45.8	58.4	15.8	30.1	0.1	4.9	***	0.1	32.5	101.7	351.2	866.6
1984	55.5	47.6	67.7	116.8	48.8	1.8	7.9	***	0.0	89.8	18.3	109.5	563.7
1985	80.0	58.0	5.8	52.4	24.4	12.8	12.5	***	3.5	17.9	171.1	67.1	505.5
1986	125.8	73.4	87.1	91.4	4.5	1.1	1.6	2.8	0.1	0.0	53.1	23.3	464.2
1987	117.9	39.2	49.0	16.4	28.0	7.6	***	14.0	***	21.7	96.6	44.2	434.6
1988	175.8	131.0	25.4	37.6	0.3	15.0	***	***	21.0	18.3	19.8	153.6	597.8
1989	172.0	55.6	45.0	74.9	23.7	12.2	0.2	***	0.3	1.3	96.7	88.0	569.9
1990	23.9	44.9	124.0	19.9	22.5	19.3	***	***	3.1	29.3	122.4	84.1	493.4
1991	8.3	6.3	56.6	7.3	41.5	8.2	0.2	***	4.0	34.5	111.9	142.6	421.4
1992	3.1	61.0	18.2	75.8	13.4	7.0	***	4.8	12.9	29.2	18.9	207.5	451.8
1993	40.6	40.4	12.8	52.7	110.6	3.0	18.8	2.2	0.9	22.3	28.9	71.9	405.1
1994	***	16.7	70.4	42.7	4.5	19.6	21.8	0.1	***	19.4	76.5	108.4	380.1
1995	41.0	68.0	89.6	61.0	40.1	0.7	15.6	***	1.5	6.0	71.7	115.6	510.8
1996	62.9	64.8	39.9	22.3	37.6	1.8	0.3	0.0	53.1	46.9	52.4	61.8	443.8
1997	152.9	33.3	143.3	60.9	8.4	1.2	***	12.0	61.1	18.4	156	74.4	721.9
1998	16.3	126.9	34.9	79.8	15.9	***	29.0	3.4	68.9	20.8	56.0	69.8	521.7
1999	60.7	8.7	131.0	112.7	9.9	5.5	2.5	24.0	***	116.3	50.9	163.1	685.3
2000	104.2	64.5	69.1	20.3	235.7	1.0	3.3	***	8.0	47.5	153.3	85.1	792.0
2001	76.8	192.7	80.5	16.9	1.6	3.2	4.8	***	2.6	37.5	59.0	91.1	566.7
2002	63.0	106.6	79.8	66.5	5.0	***	***	***	***	19.1	39.0	21.3	400.3
2003	18.8	93.9	23.2	90.6	71.7	2.1	0.7	6.1	22.4	3.8	187.1	217.1	737.5
2004	41.0	21.5	92.2	78.1	6.6	***	5.1	1.6	41.8	50.8	135.2	90.5	564.4
2005	74.8	138.5	23.1	85.1	19.8	***	***	0.1	31.1	84.3	35.0	93.9	585.7
2006	205.7	39.7	41.0	34.9	18.6	32.1	***	1.2	***	18.0	50.4	30.0	471.6
2007	71.3	150.9	80.4	27.5	58.5	41.7	5.2	6.8	11.5	20.1	133.8	72.9	680.6
2008	59.9	87.8	105.1	19.3	8.8	1.0	1.6	***	72.2	54.4	32.1	6.0	448.2
2009	41.4	34.8	20.2	16.8	36.4	1.7	***	***	3.2	98.0	85.4	87.8	425.7
2010	26.4	4.7	43.5	38.0	21.0	2.4	***	3.8	20.9	26.2	56.1	68.4	311.4
2011	136.8	144.4	110.0	44.6	30.5	5.4	4.2	***	48.6	35.8	88.0	115.6	763.9
2012	84.8	192.6	34.4	18.2	35.0	38.0	***	3.8	1.9	160.4	13.0	117.7	699.8
2013	65.8	73.2	15.2	52.6	45.0	50.8	5.8	***	8.6	96.2	***	133.3	546.5
2014	111.0	93.8	28.2	66.8	58.2	3.0	***	3.8	2.0	8.8	12.0	135.6	523.2
2015	178.8	132.0	103.6	43.2	50.8	28.0	***	0.2	5.8	79.1	94.2	4.4	720.1
2016	74.6	29.4	40.2	111.4	49.2	48.0	0.4	24	22.6	63.4	45.6	127.2	636.0
2017	121.2	58.4	92.8	26.8	39.8	33.2	***	0.6	15.4	39.6	108.6	***	536.4
2018	167.0	74.4	192.6	11.0	49.2	20.6	***	8.0	14.0	11.7	91.6	9.2	649.3
Ort.	91.2	80.2	65.4	51.6	35.8	15.2	6.05	7.6	18.2	39.9	73.5	109.0	576.8

Çizelge 3.3 Demirci istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)

Yıl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1992	0.4	17.8	90.2	81.3	24.9	75.0	29.0	1.4	0.0	36.9	55.4	71.0	483.3
1993	53.4	89.0	93.5	62.1	94.0	0.5	1.9	0.0	3.7	21.3	96.1	96.6	612.1
1994	56.8	90.8	39.7	63.1	64.2	24.0	15.8	6.2	0.4	36.0	90.3	71.8	559.1
1995	168.0	17.5	126.6	76.8	22.5	5.2	8.1	11.0	44.2	21.0	79.6	92.9	673.4
1996	21.3	156.6	69.7	63.2	15.7	5.4	0.1	6.0	65.5	10.7	68.2	101.7	584.1
1997	57.2	22.6	34.8	165.0	41.8	28.7	9.2	88.8	3.4	125.0	49.8	172.3	798.6
1998	55.8	71.9	106.9	28.5	125.3	8.9	3.0	0.0	34.2	80.7	105.1	137.7	758.0
1999	103.7	212.1	87.6	32.2	2.7	3.2	6.9	1.9	27.4	28.9	63.2	60.3	630.1
2000	72.4	84.4	83.6	82.8	50.9	0.0	8.7	3.3	0.6	55.1	13.0	26.9	481.7
2001	7.9	39.6	29.0	87.8	68.8	3.4	41.4	24.0	11.9	5.4	186.5	225.5	731.2
2002	41.6	27.9	70.5	86.1	12.2	3.6	17.0	10.2	53.7	41.8	81.1	66.0	511.7
2003	100.5	108.0	18.7	128.4	41.9	0.8	0.0	13.9	10.6	59.4	32.5	75.3	590.0
2004	141.2	55.6	17.3	46.8	28.4	11.9	0.3	4.1	0.0	11.8	55.1	44.8	417.3
2005	82.1	94.2	133.0	46.5	58.0	57.3	22.0	27.6	10.9	45.5	131.4	84.8	793.3
2006	115.6	105.4	112.4	29.1	58.6	1.8	1.0	0.5	62.1	89.9	39.6	16.1	632.1
2007	41.7	40.2	29.9	31.0	44.2	16.6	0.0	0.1	1.8	69.3	118.2	106.3	499.3
2008	23.8	3.0	107.6	60.3	7.0	3.5	0.0	10.9	38.2	13.3	82.3	56.6	406.5
2009	186.3	193.5	79.5	43.1	32.1	2.7	0.0	0.0	22.7	35.7	99.0	127.3	821.9
2010	121.2	174.5	55.0	28.3	29.9	28.3	5.3	9.7	27.4	127	32.6	105.6	744.8
2011	99.8	39.6	29.6	61.2	98.3	35.7	0.5	0.1	18.0	85.9	0.4	122.4	591.5
2012	126.8	134.4	40.0	102.8	123.6	16.0	5.2	4.2	2.2	51.0	18.2	141.4	765.8
2013	162.0	120.0	125.8	47.4	48.2	23.0	11.0	1.2	4.4	88.4	86.2	6.0	723.6
2014	52.0	27.0	28.8	79.0	63.6	73.6	0.2	14.8	40.4	46.8	45.9	173.0	645.1
2015	103.8	92.2	125.0	20.8	46.0	43.9	19.0	30.6	14.4	45.0	75.8	0.0	616.5
2016	264.4	67.2	141.4	15.6	52.6	23.2	0.0	13.8	44.3	7.0	143.5	17.0	790.0
2017	172.6	43.6	49.8	86.4	56.2	53.0	1.0	24.4	0.4	77.0	71.8	89.0	725.2
2018	58.6	78.2	114.2	4.6	72.6	69.4	63.4	42.0	8.2	21.2	82.2	90.8	705.4
Ort.	92.3	81.7	75.6	61.5	51.3	22.9	10.0	13.0	20.4	49.5	74.2	88.1	548.2

Çizelge 3.4 Gediz istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)

Yıl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1972	21.4	57.5	18.0	40.5	61.4	113.4	11.3	27.0	13.3	104.8	37.1	0.3	506.0
1973	21.0	125.3	57.0	74.8	20.0	19.7	35.1	1.2	***	43.6	54.6	88.9	541.2
1975	63.3	42.2	84.4	46.9	64.3	28.6	***	2.8	5.8	21.0	110.3	90.2	559.8
1976	60.5	29.5	27.7	84.0	41.3	8.4	26.7	18.9	1.6	117.1	13.7	111.1	540.5
1977	50.8	44.2	41.0	69.4	5.0	41.0	16.4	1.8	45.5	41.3	50.1	109.8	516.3
1978	171.3	168.7	106.8	60.9	16.0	7.0	***	***	87.2	66.8	24.9	56.6	766.2
1979	190.7	36.3	30.3	28.7	62.0	42.6	3.8	0.1	1.3	82.3	98.2	100.4	676.7
1980	135.1	25.2	87.8	44.4	20.3	20.2	1.3	13.7	30.9	9.2	98.8	132.7	619.6
1981	111.9	51.7	40.1	44.9	87.9	84.8	5.1	10.3	4.0	45.4	84.6	205.1	775.8
1982	69.2	34.9	31.1	82.0	28.2	3.9	30.8	0.0	4.1	52.9	16.6	72.0	425.7
1983	68.8	67.5	12.1	63.9	73.6	47.0	92.6	0.9	11.7	30.1	175.0	71.8	715.0
1984	86.1	108.3	79.6	87.4	12.4	5.8	41.0	16.5	***	***	60.5	17.7	515.3
1985	182.3	75.0	68.5	37.2	29.1	5.6	***	40.7	2.6	22.3	100.7	45.2	609.2
1986	137.0	96.0	18.0	23.6	23.3	33.6	***	17.0	23.8	19.8	19.0	158.1	569.2
1987	143.8	23.0	48.2	50.8	35.6	43.3	24.4	1.1	0.8	23.3	52.3	76.3	522.9
1988	17.4	84.3	82.2	74.2	34.3	33.0	0.7	3.0	6.9	44.6	99.2	61.0	540.8
1989	5.5	16.1	25.5	1.1	40.8	9.3	5.8	4.5	1.4	53.5	102.4	88.5	354.4
1990	9.1	44.5	24.6	65.3	27.8	36.4	14.0	22.9	29.8	29.3	34.7	163.5	501.9
1991	37.7	39.4	39.1	55.2	89.8	7.0	7.8	31.1	5.2	28.9	47.0	50.0	438.2
1992	0.2	6.7	80.2	80.8	10.9	53.7	20.3	4.2	***	40.3	74.2	45.4	416.9
1993	51.1	84.2	60.6	41.6	70.4	7.3	0.2	0.0	0.3	17.7	78.4	86.2	498.0
1994	68.8	57.4	47.0	42.5	52.5	23.0	7.2	14.0	5.8	51.2	71.1	74.9	515.4
1995	92.3	14.2	107.6	68.1	15.1	12.0	33.4	10.4	32.5	74.6	58.2	59.8	578.2
1996	20.6	99.0	57.5	55.3	55.9	8.1	5.5	0.7	60.2	22.2	32.9	125.6	543.5
1997	45.4	18.4	15.6	114.0	31.7	44.0	1.6	28.3	22.6	98.6	61.4	133.8	615.4
1998	70.8	72.4	125.7	32.7	98.5	7.8	11.2	***	17.9	64.8	74.2	123.0	699.0
1999	103.7	154.2	72.3	34.4	12.7	25.6	42.5	3.9	22.2	12.1	57.6	39.3	580.5
2000	63.7	80.5	107.6	141.3	15.7	0.4	2.8	15.1	12.7	30.2	26.3	54.0	550.3
2001	9.1	35.4	43.1	94.6	61.3	1.3	7.9	35.9	4.6	63.9	169.4	202.3	728.8
2002	50.1	25.9	72.6	76.0	18.1	2.4	25.5	16.2	75.8	49.5	60.4	52.0	524.5
2003	87.2	100.2	12.3	112.2	40.7	19.5	***	3.1	6.4	78.2	7.3	90.7	557.8
2004	112.3	44.9	26.4	50.6	52.2	9.0	4.4	26.6	0.8	8.3	78.1	24.8	438.4
2005	49.1	99.6	123.4	54.3	73.5	15.5	66.4	24.6	5.9	16.7	126.1	57.6	712.7
2006	73.6	104.8	69.1	17.4	41.7	7.8	9.7	2.3	36.6	49.0	43.7	11.4	467.1
2007	62.5	37.6	42.0	34.2	19.8	20.6	0.0	1.6	7.0	59.6	124.5	80.6	490.0
2008	18.3	1.7	71.1	61.6	10.7	4.6	0.0	7.3	68.7	27.2	75.2	46.0	392.4
2009	128.0	162.7	88.5	47.5	28.6	1.6	***	22.0	78.1	24.3	87.3	122.5	791.1
2010	76.3	136.9	55.7	26.1	19.1	37.1	1.6	19.3	16.4	133.2	40.0	90.2	651.9
2011	94.4	25.4	28.3	63.4	57.8	45.8	2.6	***	17.2	131.0	0.7	107.0	573.6
2012	126.0	99.2	39.6	75.6	79.8	9.8	0.0	5.4	0.2	55.2	26.0	176.6	693.4
2013	147.6	149.6	97.2	46.2	11.0	0.4	0.0	3.8	7.0	67.6	55.6	3.4	589.4
2014	40.0	10.4	24.2	51.4	60.4	85.8	6.8	1.2	13.4	39.8	4.2	0.0	337.6
2015	0.0	27.4	77.0	33.0	72.8	90.7	7.8	51.1	10.2	25.8	60.6	0.6	457.0
2016	219.6	25.4	84.8	28.9	82.7	10.4	3.4	22.6	26.2	8.0	52.4	20.2	584.6
2017	96.8	30.6	33.8	30.6	93.2	71.8	1.2	30.4	0.0	41.4	48.8	89.2	567.8
2018	78.4	54.6	96.4	8.4	124.6	93.2	25.2	97.8	7.2	30.4	52.6	81.6	750.4
Ort.	77.6	63.7	58.3	55.6	45.3	28.3	15.1	15.4	19.3	47.9	63.6	80.4	565.2

Çizelge 3.5 Manisa istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)

Yıl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	174.5	57.6	54.3	55.5	29.8	15.1	0.0	***	4.3	5.2	126.1	325.7	848.1
1961	108.6	99.9	30.6	140.0	25.8	47.1	0.0	0.1	0.5	49.0	68.8	138.2	708.6
1962	79.4	123.7	192.1	86.7	4.6	3.9	25.4	***	11.5	45.2	162.9	309.4	1044.8
1963	197.4	150.5	41.7	48.3	94.3	1.6	19.6	***	***	75.8	26.9	47.3	703.4
1964	34.1	86.7	137	0.0	14.2	40.7	***	***	55.1	0.3	57.2	186.8	612.1
1965	80.4	347.9	83.6	179.5	80.8	1.4	***	***	***	30.9	131.8	229.5	1165.8
1966	242.0	64.0	171.2	35.0	38.3	38.9	***	22.5	27.3	27.0	73.2	305.2	1044.6
1967	136.7	33.8	32.7	65.2	63.5	3.1	6.7	0.3	41.2	40.2	9.9	178.6	611.9
1968	278.2	110.9	97.3	1.5	50.0	25.2	***	0.0	44.0	61.1	60.3	121.4	849.9
1969	136.9	130.7	51.1	44.3	17.2	7.9	16.6	***	0.6	1.6	26.9	323.5	757.3
1970	94.9	200.4	131.6	45.0	24.0	39.7	20.7	***	3.3	97.8	53.8	111.5	822.7
1971	72.0	152.6	158.8	23.3	7.4	24.3	4.0	55.3	6.4	42.6	131.4	135.5	813.6
1972	28.5	75.3	43.5	52.2	43.2	6.1	3.7	1.4	20.7	140.1	41.1	3.7	459.5
1973	59.7	213.7	62.8	84.0	26.2	27.8	16.0	***	9.0	22.1	76.9	148.6	746.8
1974	18.6	178.4	131.2	47.6	24.6	25.2	0.9	11	36.6	39.3	173.2	113.2	799.8
1975	161.4	88.8	69.4	65.9	51.3	38.8	***	1.9	15.8	41.5	107.7	120.3	762.8
1976	72.0	67.2	44.2	93.2	51.8	20.6	21.1	17.1	0.1	157.7	93.0	154.2	792.2
1977	77.9	67.4	56.0	68.3	2.9	10.6	***	0.0	51.5	101.6	94.1	142.1	672.4
1978	257.1	151.0	164.4	80.4	34.5	12.1	***	***	87.8	96.8	59.1	51.9	995.1
1979	230.5	87.5	36.1	26.7	47.8	9.0	2.1	17	***	14.3	126.2	145.8	743.0
1980	202.0	28.0	115.2	52.9	65.4	39.9	***	0.1	1.0	7.5	137.1	215.3	864.4
1981	298.2	62.7	84.9	20.1	49.3	0.1	***	***	1.7	8.4	134.3	393.8	1053.5
1982	53.4	76.4	105.2	123.7	52.3	***	6.7	***	***	75.5	58.4	132.9	684.5
1983	69.0	128.9	12.9	60.7	32.8	11.4	23.6	46.3	1.0	15.4	182.6	100.3	684.9
1984	205.5	93.5	117.3	102.5	1.2	1.0	22.0	7.1	0.1	***	51.2	47.5	648.9
1985	162.3	48.2	79.7	18.1	40.5	5.6	***	0.3	***	48.6	143.1	36.8	583.2
1986	215.5	157.2	34.7	50.8	5.0	50.8	***	***	5.4	37.6	15.1	219.8	791.9
1987	262.5	55.4	61.0	74.4	13.5	6.0	***	0.1	***	13.3	152.0	115.8	754.0
1988	27.6	123.3	163.9	24.6	10.9	0.6	***	***	2.7	15.7	116.6	110.4	596.3
1989	0.8	12.1	108.3	9.1	45.7	8.8	***	***	7.4	96.1	136.3	180.9	605.5
1990	6.3	59.0	19.9	55.0	15.0	12.6	***	10.7	19.9	21.1	11.6	245.0	476.1
1991	39.8	40.7	25.2	66.8	124.6	1.7	22.1	0.1	1.2	29.3	25.7	146.7	523.9
1992	0.3	11.9	79.7	46.2	6.4	11.5	48.6	0.2	***	7.9	109.5	112.3	434.5
1993	52.3	130.3	66.6	62.9	61.0	1.2	***	***	0.2	4.5	121.8	151.9	652.7
1994	73.8	81.4	82.1	67.2	28.5	4.3	***	***	***	53.3	87.3	115.4	593.3
1995	203.4	29.8	180.1	84.1	40.6	0.3	5.2	19.3	19.9	5.7	104.8	82.9	776.1
1996	12.6	163.7	39.7	89.0	27.7	0.4	3.8	***	39.4	18.3	63.6	110.5	568.7
1997	100.7	26.5	118.4	103.7	28.5	7.8	0.7	1.6	***	112.4	63.0	204.4	767.7
1998	174.4	88.2	119.8	25.0	105.9	2.5	1.8	***	37.4	46.6	125.9	139.8	867.3
1999	111.4	317.1	92.3	15.7	0.8	7.6	3.1	0.2	0.2	35.0	67.4	114.3	765.1
2000	96.4	127.8	102.4	68.0	4.6	***	***	2.6	***	36.8	94.0	37.7	570.3
2001	74.6	99.9	24.9	74.1	43.6	2.5	0.1	19.2	***	37.9	270.6	354.8	1002.2
2002	67.6	21.8	117.7	60.5	7.5	***	2.1	0.0	94.8	41.6	99.0	110.3	622.9
2003	106.7	203.3	37.4	100.5	11.7	5.2	0.7	***	6.6	78.7	21.6	95.8	668.2
2004	232.5	59.7	17.4	33.7	19.8	11.5	5.3	***	***	1.0	100.2	46.0	527.1
2005	93.8	209.6	87.4	28.9	47.8	61.1	12.3	7.4	13.7	8.4	139.1	84.9	794.4
2006	88.6	119.8	136.6	35.7	3.1	31.2	5.3	***	56.5	89.9	46.9	16.0	629.6
2007	37.0	32.6	31.4	18.6	37.2	26.6	***	***	***	86.5	97.1	111.6	478.6
2008	27.4	12.2	80.6	40.8	9.8	15.8	***	0.4	45.4	11.6	78.8	83.4	406.2
2009	207.4	209.2	135.8	68.2	25.6	7.2	0.0	***	36.2	29.2	119.2	131.6	969.6
2010	160.6	251.2	29.0	32.8	45.6	85.6	0.0	2.0	23.8	268.5	44.8	133.7	1077.6
2011	96.4	95.2	19.3	43.6	49.7	45.0	***	***	8.8	109.2	***	152.4	619.6
2012	127.0	139.8	29.8	78.0	79.0	11.2	***	***	0.0	19.2	26.4	174.5	684.9
2013	231.6	216.4	75.6	63.0	36.8	42.0	0.5	33.0	8.0	95.2	102.4	15.7	920.2
2014	109.6	16.4	99.6	163.2	33.4	58.8	8.2	15.2	49.0	65.2	11.4	215.3	845.3
2015	177.8	93.8	74.6	32.4	53.8	55.0	0.2	74.6	5.4	95.6	110.8	***	774.0
2016	235.4	88.8	136.2	11.2	79.9	***	27.0	0.0	6.8	23.0	120.8	34.1	763.2
2017	254.6	40.2	75.2	16.5	48.1	10.3	0.2	2.0	0.1	57.0	55.0	91.5	650.7
2018	62.5	117.9	86.4	6.5	33.3	110.8	10.8	20.2	9.0	71.8	107.1	97.1	733.4
Ort.	123.7	108.1	82.9	57.1	36.6	20.9	9.4	11.4	19.9	51.2	90.6	142.3	735.3

Çizelge 3.6 Salihli istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmur miktarları (mm)

Yıl	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1960	96.2	69.1	54.6	30.4	48.0	15.7	***	***	4.5	10.1	35.8	171.5	535.9
1961	67.6	74.0	25.0	57.1	16.0	20.9	***	0.0	***	19.3	12.2	47.5	339.6
1962	78.4	97.2	97.0	47.1	6.8	16.7	1.2	0.0	19.9	52.1	71.7	155.7	643.8
1965	37.4	177.4	86.3	136.8	87.7	1.5	***	3.6	***	33.2	79.3	78.8	722.0
1966	150.4	12.8	139.8	45.7	10.8	4.6	***	24.6	22.9	5.0	33.0	98.8	548.4
1967	69.3	42.2	21.6	43.4	34.3	6.2	1.3	0.0	5.0	16.1	29.9	104.2	373.5
1968	202.7	78.8	86.8	4.5	37.7	56.6	***	11.6	24.9	26.1	60.8	78.1	668.6
1969	109.8	82.3	42.4	39.2	23.1	19.1	2.5	***	***	3.3	10.0	114.7	446.4
1970	72.5	85.9	84.9	24.6	11.8	17.2	3.5	0.0	3.3	77.2	47.7	62.0	490.6
1971	73.8	72.5	82.4	11.8	13.2	24.9	6.2	18.0	8.7	36.6	75.2	95.4	518.7
1972	35.6	59.5	30.9	48.5	31.5	86.5	31.2	0.4	17.2	91.1	23.3	0.2	455.9
1973	27.4	71.2	39.7	27.9	27.4	48.8	14.5	***	11.4	17.3	29.4	84.9	399.9
1974	9.1	126.5	80.3	31.8	23.8	15.9	***	20.9	21.0	12.9	49.7	79.6	471.5
1975	64.6	39.6	54.8	43.9	55.5	20.1	***	6.8	1.1	6.1	107.8	89.0	489.3
1976	45.0	44.8	29.4	75.7	79.1	17.9	29.5	1.1	***	103.9	17.9	92.7	537.0
1977	38.4	61.9	33.7	76.3	0.5	48.5	***	***	34.3	113.1	58.1	90.4	555.2
1978	174.7	83.1	75.5	46.6	12.3	5.8	***	***	90.1	72.9	32.1	75.9	669.0
1979	111.0	37.3	42.0	18.3	81.6	35.8	5.4	0.3	***	19.6	60.3	84.9	496.5
1980	108.6	25.3	105.8	36.1	50.9	17.8	0.3	***	0.8	20.9	79.1	148.5	594.1
1981	196.6	54.9	65.0	11.9	41.2	0.4	0.1	0.3	3.5	19.9	58.7	151.1	603.6
1982	37.7	40.3	81.9	84.1	34.1	19.5	27.3	***	1.7	32.6	19.0	64.6	442.8
1983	71.2	85.1	29.0	41.3	9.3	32.7	11.8	0.2	5.6	26.4	138.3	40.2	491.1
1984	78.0	106.9	74.0	88.9	1.2	1.9	34.7	1.8	1.7	***	45.5	17.3	451.9
1985	116.0	49.7	41.2	9.5	14.7	6.1	***	13.5	***	22.4	68.0	35.1	376.2
1986	104.1	111.4	22.2	22.7	3.9	29.0	***	7.4	14.7	20.8	5.2	103.0	444.4
1987	94.6	34.9	36.7	59.4	7.2	10.3	***	***	***	18.4	71.0	103.7	436.2
1988	13.2	54.3	132.7	34.3	26.2	0.2	***	8.1	3.3	32.2	97.5	95.9	497.9
1989	3.2	3.4	56.2	1.7	38.5	6.9	***	***	3.7	94.0	137.1	95.5	440.2
1990	7.4	44.9	23.5	34.1	8.6	32.8	***	12.2	24.6	21.9	16.2	159.8	386.0
1991	36.7	41.0	35.3	43.7	84.9	7.4	2.1	19.7	0.1	30.3	23.3	125.1	449.6
1992	***	9.6	75.5	18.7	7.2	7.9	10.0	0.8	***	32.5	80.7	74.2	317.1
1993	52.4	98.2	79.3	36.8	33.6	17.3	***	***	2.0	10.6	74.5	56.7	461.4
1994	53.7	51.3	86.0	20.4	45.6	52.7	***	1.8	24.1	26.3	96.4	68.2	526.5
1995	121.7	17.9	109.4	69.9	24.6	2.0	3.0	6.5	22.1	20.9	61.9	46.2	506.1
1996	12.1	105.0	43.8	77.9	8.9	10.8	8.4	1.1	53.5	13.7	47.4	80.3	462.9
1997	43.1	18.9	85.2	114.2	21.4	12.0	***	23.2	***	83.8	28.4	80.0	510.2
1998	51.2	44.1	69.8	34.1	145	7.3	1.7	***	35.3	46.6	116.9	96.4	648.4
1999	71.4	156.7	62.0	3.6	8.3	5.3	21.2	2.1	1.4	18.8	55.1	39.1	445.0
2000	55.8	93.9	101.2	91.8	5.6	***	1.4	0.2	1.7	14.5	17.6	42.2	425.9
2001	10.7	77.7	2.7	97.2	43.1	0.3	22.2	9.1	1.9	0.3	113.5	160.2	538.9
2002	77.6	37.2	43.5	53.7	14.6	0.3	32.9	***	102.5	37.5	54.9	68.3	523.0
2003	57.1	167.3	24.3	83.1	31.6	1.4	***	1.1	0.0	51.5	61.0	111.7	590.1
2004	122.8	44.2	17.2	47.7	18.4	11.4	0.2	***	***	5.3	51.3	29.6	348.1
2005	62.0	63.3	98.8	18.2	11.3	44.8	23.8	10.2	2.9	7.9	119.8	56.9	519.9
2006	99.4	89.0	71.7	36.1	24.1	12.3	11.2	***	65.4	53.1	69.4	4.7	536.4
2007	47.0	29.9	24.6	25.9	26.0	12.4	0.0	0.0	4.4	55.6	99.4	87.9	413.1
2008	26.5	11.6	38.4	27.4	1.2	0.6	***	3.0	46.9	8.0	82.8	47.8	294.2
2009	86.6	119.8	82.3	31.4	38.6	0.7	0.4	***	56.6	12.1	88.2	81.0	597.7
2010	65.9	118.3	31.1	27.3	26.4	121.7	1.3	52.2	4.0	65.4	29.3	105.8	648.7
2011	76.4	48.0	27.2	47.6	72.3	26.8	***	***	7.2	68.8	0.0	77.0	451.3
2012	97.8	87.6	31.8	63.6	86.0	35.0	0.0	13.4	0.0	18.2	22.6	118.4	574.4
2013	106.6	106.0	52.2	66.8	48.8	18.2	7.8	3.4	15.2	68.4	73.4	13.4	580.2
2014	29.0	18.6	29.0	50.8	19.8	59.8	0.0	2.2	30.2	19.2	25.6	148.6	432.8
2015	117.4	78.2	47.4	41.5	32.3	43.1	4.2	18.6	11.6	24.4	45.0	0.8	464.5
2016	126.1	28.8	99.2	1.0	24.2	0.0	0.0	19.9	26.7	6.3	92.3	24.2	448.7
2017	135.4	3.8	38.2	63.2	37.4	12.4	6.4	0.8	2.0	31.8	30.0	60.2	421.6
2018	54.4	35.8	69.4	4.6	74.8	9.2	10.4	8.0	3.8	34.6	42.4	93.4	440.8
Ort.	74.8	65.4	58.8	44.4	32.5	20.6	9.4	8.0	18.0	33.8	57.4	81.0	493.0

Çizelge 3.7 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	7.4	7.8	9.3	13.5	20.0	23.0	26.0	26.1	21.8	19.3	13.0	10.9
1961	6.1	6.4	10.0	16.6	19.8	23.9	26.2	26.5	21.0	16.1	12.7	8.3
1962	7.0	6.2	11.7	13.4	20.7	24.0	26.0	27.2	22.5	17.4	14.8	8.7
1963	6.7	9.8	8.4	13.5	18.6	24.4	27.3	27.8	23.6	17.5	12.3	8.9
1964	2.3	5.7	9.6	14.3	18.5	24.0	25.6	24.8	20.6	17.3	10.6	8.9
1965	6.5	5.3	10.3	13.1	18.4	24.6	26.0	24.6	23.2	15.0	12.1	9.2
1966	7.8	10.0	9.9	15.3	18.3	23.0	26.7	27.0	21.5	19.5	14.4	8.3
1967	5.0	3.6	8.5	14.0	18.8	22.5	26.3	26.8	22.0	17.4	10.5	8.5
1968	5.0	7.8	9.0	15.8	22.1	23.6	26.5	24.6	21.5	16.4	11.6	8.4
1969	5.3	8.7	9.6	11.8	21.0	25.0	24.2	26.2	23.7	17.3	11.5	9.1
1970	7.4	9.3	10.4	15.3	17.5	23.3	26.4	25.9	21.9	15.0	10.9	6.3
1971	8.8	6.2	9.5	12.7	19.3	23.0	24.8	26.3	22.2	15.1	11.2	6.3
1972	4.4	6.5	9.6	16.4	19.7	24.1	26.8	25.9	22.3	14.6	11.0	5.0
1973	5.2	9.0	8.6	13.0	19.5	22.5	26.8	24.6	23.0	16.6	8.6	7.5
1974	2.2	7.5	10.4	12.8	18.6	23.7	25.6	24.5	21.5	19.1	11.1	6.1
1975	4.7	5.3	11.6	15.7	19.0	23.2	26.4	25.8	22.7	16.6	10.6	5.1
1976	4.8	4.8	8.4	13.6	18.7	22.4	25.0	23.0	20.2	17.0	11.3	7.2
1977	6.2	9.9	9.0	13.5	19.9	24.5	26.4	26.1	21.0	13.5	13.0	6.1
1978	5.7	9.4	10.6	13.7	19.1	24.1	26.1	24.6	19.6	16.0	9.1	7.4
1979	7.3	8.3	11.2	13.1	18.9	24.4	25.3	25.8	22.8	16.6	11.1	7.2
1980	4.6	5.8	8.4	12.6	18.1	22.8	26.4	25.9	20.8	17.5	12.2	8.3
1981	5.9	5.9	11.3	14.4	17.1	25.2	25.5	25.6	22.5	19.0	8.9	11.3
1982	6.7	5.0	8.2	13.4	18.3	23.7	24.3	25.5	23.7	16.5	9.6	8.0
1983	3.9	4.9	9.6	16.0	19.5	22.5	25.8	24.4	21.6	15.6	10.9	8.2
1984	6.8	7.8	9.3	12.1	20.3	23.3	25.2	24.0	23.2	18.0	11.9	5.6
1985	8.5	3.2	9.4	15.7	21.2	23.9	25.6	26.9	22.6	14.8	13.1	7.4
1986	8.4	8.8	9.3	16.8	18.5	24.4	27.1	28.2	23.6	16.1	8.9	6.3
1987	7.2	7.9	5.8	12.5	18.1	23.8	28.1	25.9	23.6	16.1	10.5	7.1
1988	6.8	7.1	9.2	13.8	20.0	24.7	28.7	27.6	22.8	16.2	8.4	7.6
1989	3.8	7.2	11.4	18.3	18.7	23.2	26.5	27.3	22.7	15.6	10.0	6.2
1990	3.7	7.2	11.1	14.7	19.0	23.8	27.4	26.6	21.5	17.4	13.2	8.6
1991	5.0	6.4	11.3	14.1	17.4	24.2	26.5	27.1	22.2	17.5	11.3	4.3
1992	2.9	3.5	8.4	14.2	18.5	24.3	25.5	28.1	21.9	19.9	9.9	4.4
1993	3.8	4.2	8.5	13.5	18.1	24.5	26.6	27.2	22.9	19.2	10.1	9.3
1994	7.6	6.9	9.9	16.7	20.8	24.0	27.8	28.2	26.5	20.4	10.2	5.9
1995	7.7	8.8	10.1	13.0	19.9	27.3	27.5	27.0	23.4	15.7	8.0	8.7
1996	4.5	8.0	7.3	12.6	22.0	24.6	27.3	27.0	21.1	15.4	12.4	10.8
1997	6.9	5.9	7.8	10.6	21.1	25.1	27.5	24.8	20.8	16.4	11.8	8.0
1998	5.8	8.4	7.8	16.0	18.9	24.7	28.1	28.5	22.7	18.2	13.0	7.9
1999	7.1	7.5	10.5	15.4	21.1	25.6	28.7	28.2	24.2	18.8	12.4	9.5
2000	3.6	6.5	9.3	16.6	20.1	25.2	29.2	27.5	23.5	17.2	13.2	7.9
2001	8.1	8.6	14.7	14.8	19.4	25.5	29.3	28.8	23.5	18.7	11.0	6.1
2002	4.8	9.8	11.6	14.0	20.2	25.6	28.7	27.4	22.4	17.2	11.2	5.8
2003	9.6	3.7	7.1	12.2	21.9	26.1	27.5	27.9	22.0	18.3	10.7	7.1
2004	5.7	6.6	10.8	14.7	19.4	25.2	27.4	27.0	23.6	19.4	11.5	8.0
2005	7.3	6.9	10.4	15.4	20.3	23.8	28.4	28.3	23.8	16.1	10.8	8.6
2006	4.2	6.5	10.3	15.6	20.2	24.8	27.2	29.3	23.0	17.7	9.8	6.6
2007	6.4	7.9	10.7	13.2	21.7	26.9	29.2	28.7	22.6	18.2	10.5	5.9
2008	3.5	5.9	13.0	15.5	19.9	26.0	27.8	28.5	22.7	17.3	13.3	7.9
2009	6.6	7.9	9.4	14.6	20.1	25.4	28.0	26.7	22.0	19.1	11.1	9.6
2010	7.3	10.0	10.5	15.1	21.3	24.4	28.2	30.3	24.2	16.4	14.9	9.6
2011	5.6	7.0	9.2	12.6	18.6	23.9	28.3	26.7	24.5	14.8	8.3	6.6
2012	3.7	4.7	8.9	16.0	19.5	26.6	29.8	28.3	24.5	20.6	14.0	8.3
2013	7.0	9.1	11.9	15.7	22.3	25.2	27.3	28.3	23.0	15.5	12.1	4.6
2014	8.8	8.9	11.1	15.6	19.6	23.9	27.9	28.6	23.1	17.8	11.8	9.2
2015	5.8	7.4	10.3	13.0	21.4	23.4	28.2	28.9	25.4	18.3	13.3	6.0
2016	5.7	11.4	11.7	18.3	19.5	26.7	28.5	28.5	23.7	17.6	11.1	4.1
2017	3.6	8.2	12.0	15.3	20.1	25.8	28.6	27.6	24.7	17.2	10.9	9.1
2018	6.6	10.2	13.4	18.7	22.7	25.4	28.8	28.9	24.5	18.0	13.2	6.4

Çizelge 3.8 Demirci istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1992	1.1	-0.2	4.2	11.1	15.4	19.4	20.8	24.6	18.3	17.1	7.7	1.6
1993	2.9	0.9	6.0	10.7	14.4	20.3	22.9	24.2	20.2	18.4	7.7	6.6
1994	5.9	4.4	7.2	13.8	17.1	19.8	23.9	24.1	24.1	17.2	7.0	3.4
1995	4.1	6.6	6.3	9.5	16.7	22.4	22.3	22.4	19.3	12.9	5.1	5.6
1996	2.7	4.5	3.6	8.8	18.2	21.0	24.1	22.9	17.0	12.3	11.4	7.3
1997	5.2	2.8	4.4	6.2	17.8	20.5	22.6	19.9	17.2	13.3	10.2	4.9
1998	3.7	5.6	3.9	13.2	14.7	20.2	24.4	25.6	19.1	15.9	10.1	4.8
1999	4.8	2.9	7.3	11.9	17.9	20.4	24.5	24.5	20.3	15.7	9.4	7.7
2000	-1.0	2.7	5.1	12.3	16.0	21.1	25.7	23.6	20.0	14.0	12.8	5.7
2001	5.9	4.8	11.8	11.3	15.8	21.6	25.1	25.0	20.3	15.5	7.8	2.7
2002	2.1	8.0	8.8	10.3	16.6	21.4	24.5	23.0	18.3	14.5	11.2	3.4
2003	6.4	-0.3	4.1	9.0	19.4	22.5	23.4	25.0	18.5	15.2	10.1	5.5
2004	2.1	3.2	7.9	11.6	15.2	20.4	23.9	22.7	20.6	16.7	9.3	5.5
2005	5.1	2.3	6.8	11.2	16.3	19.7	24.2	24.1	19.1	12.6	7.5	5.8
2006	1.7	3.6	6.9	12.8	16.3	20.9	23.6	26.1	19.4	15.1	8.6	5.3
2007	5.4	5.5	8.1	10.6	19.3	23.2	26.5	25.1	20.4	16.0	8.8	4.5
2008	2.8	4.3	9.7	12.8	16.5	22.6	24.8	26.4	19.8	14.7	11.4	6.7
2009	4.9	3.8	5.5	12.2	16.9	22.3	24.5	24.2	19.0	17.0	10.1	7.7
2010	4.9	6.3	8.7	12.6	17.7	20.3	24.4	27.6	21.1	13.2	14.5	8.4
2011	4.7	5.4	7.1	9.8	15.0	19.9	25.0	24.2	22.1	12.4	7.0	6.1
2012	1.0	2.5	6.5	13.7	16.1	23.8	26.6	24.8	22.9	17.9	12.2	6.3
2013	4.3	6.4	8.9	13.2	19.5	21.8	23.9	25.4	19.8	14.5	11.6	5.1
2014	8.0	8.3	8.9	12.8	16.0	20.2	24.5	25.5	19.7	15.2	10.0	7.8
2015	4.0	4.3	7.5	9.9	18.3	19.2	24.9	24.6	22.9	15.8	12.2	6.2
2016	2.4	9.1	8.8	15.9	15.5	23.2	25.4	25.1	20.0	15.3	9.8	1.8
2017	1.0	5.3	9.3	12.2	16.1	21.0	25.2	23.9	22.3	14.2	9.3	7.1
2018	5.5	8.0	10.5	17.2	18.8	21.4	24.2	25.1	21.4	16.1	11.7	4.5

Çizelge 3.9 Gediz istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1972	1.5	3.2	8.4	14.7	17.1	21.2	23.9	21.7	19.0	12.0	7.1	2.4
1973	1.8	5.0	5.1	9.7	16.5	19.0	23.2	22.5	20.6	13.7	4.9	5.1
1975	1.4	1.8	7.6	12.2	14.9	19.7	23.8	23.2	19.2	12.9	7.6	1.7
1976	0.5	0.7	6.3	10.3	15.9	18.9	21.5	20.4	17.3	14.9	8.8	3.8
1977	2.4	6.5	6.6	10.9	16.5	20.2	23.5	23.8	18.2	11.1	9.5	2.6
1978	2.5	5.7	7.3	10.5	16.5	20.1	23.6	21.8	17.0	13.8	6.7	4.1
1979	3.1	5.6	8.3	10.0	15.7	20.4	22.4	23.0	20.2	13.5	8.7	4.0
1980	0.4	2.9	5.2	9.8	15.0	19.6	24.3	23.5	17.6	13.9	9.2	4.6
1981	3.0	3.1	8.5	11.2	13.6	21.0	23.0	22.7	19.9	15.7	5.9	7.6
1982	4.2	1.2	5.4	10.8	15.3	20.0	20.7	22.7	20.6	13.6	6.7	4.6
1983	-0.4	1.0	6.5	12.1	15.7	18.4	21.5	21.2	19.2	12.1	8.0	5.4
1984	3.9	5.0	6.0	9.2	16.9	19.7	22.0	20.1	19.5	14.1	7.8	2.1
1985	4.5	-0.8	6.6	12.1	17.2	20.0	22.3	24.3	19.3	11.6	10.1	4.1
1986	4.7	4.8	7.6	13.7	14.3	19.5	23.8	25.3	20.1	12.6	5.4	2.7
1987	3.1	4.9	1.9	8.8	14.8	19.8	24.6	22.6	20.8	12.4	6.9	3.7
1988	3.4	3.0	5.0	11.2	15.7	19.7	24.8	24.2	18.6	12.2	4.8	4.2
1989	0.3	3.2	8.6	15.2	15.3	18.7	23.2	24.0	18.4	11.5	6.6	2.9
1990	-0.3	2.9	7.3	10.5	14.5	18.1	24.1	22.8	17.1	13.6	8.1	4.1
1991	0.8	2.1	7.2	10.1	12.5	19.7	22.5	22.2	18.3	12.5	6.5	0.7
1992	-1.3	-1.9	4.1	10.6	15.6	19.5	20.8	24.6	18.1	14.8	5.4	1.0
1993	0.6	1.0	5.2	9.8	14.0	19.6	22.4	24.0	18.4	14.5	6.2	5.3
1994	4.5	2.9	5.9	12.1	15.7	19.6	24.1	24.0	22.2	15.2	5.8	1.6
1995	3.3	4.4	5.4	8.9	16.0	20.3	21.8	22.3	18.1	12.2	4.3	4.5
1996	1.3	4.2	4.1	7.7	16.4	19.6	24.7	23.7	16.3	11.2	8.4	6.7
1997	4.1	2.1	5.1	7.1	17.4	20.6	23.3	21.2	17.8	13.0	8.3	4.5
1998	2.5	5.1	3.7	12.5	14.8	20.5	25.6	26.2	19.0	14.6	9.6	4.7
1999	4.0	3.7	6.5	11.2	17.6	20.9	24.8	25.4	20.1	15.0	8.6	5.7
2000	-1.3	2.6	4.7	12.6	16.1	21.6	25.7	23.8	19.4	12.4	8.3	2.8
2001	4.2	4.6	10.9	11.5	15.6	21.9	26.5	25.1	20.1	13.9	6.9	3.4
2002	1.5	6.2	9.0	11.1	17.0	21.5	24.6	22.8	17.5	13.0	8.2	2.7
2003	6.4	0.7	4.3	9.3	18.2	22.0	24.4	25.7	19.0	14.6	7.5	3.6
2004	1.3	2.4	7.6	11.2	15.5	21.5	24.6	22.6	19.5	14.2	7.3	3.2
2005	4.0	3.0	6.6	10.9	16.0	19.6	24.7	24.2	18.4	12.1	6.7	4.1
2006	0.6	0.7	0.8	0.9	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	3.2
2007	3.1	5.0	8.3	10.4	19.2	22.6	27.2	26.5	20.4	15.5	7.9	3.6
2008	1.2	3.1	9.6	13.0	18.0	22.5	25.6	27.1	20.1	14.0	9.8	4.7
2009	3.8	4.6	6.1	12.2	16.5	22.5	25.3	25.3	17.5	15.9	8.1	6.6
2010	4.7	7.2	9.0	12.6	17.6	20.8	26.0	28.0	21.0	13.1	11.8	6.8
2011	3.3	4.6	7.1	11.1	14.9	20.1	25.1	24.6	21.6	11.4	4.8	3.4
2012	-0.4	0.7	5.0	12.9	15.5	23.0	26.3	24.2	21.5	15.4	10.0	5.0
2013	3.1	5.4	8.4	12.0	18.3	21.4	24.1	25.1	18.5	11.9	8.7	1.8
2014	5.5	6.1	7.7	12.2	16.0	20.1	25.2	26.2	19.1	14.5	8.0	6.4
2015	2.5	4.3	7.4	9.4	17.5	19.0	24.8	24.5	22.5	15.2	9.7	3.2
2016	1.0	7.6	8.1	14.3	15.2	22.5	25.9	25.7	19.8	14.2	7.2	1.4
2017	0.0	4.0	8.5	11.1	15.3	20.1	25.5	24.3	21.1	13.2	7.0	5.5
2018	3.5	6.7	9.6	15.3	17.4	20.4	24.1	24.9	20.6	14.5	9.5	3.5

Çizelge 3.10 Manisa istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	8.5	8.9	10.0	14.0	20.4	23.5	26.7	27.1	22.3	19.9	13.6	11.4
1961	6.5	7.1	10.7	16.6	19.8	24.3	26.8	27.2	21.5	16.7	13.3	8.7
1962	7.6	6.8	12.5	14.3	21.2	25.1	27.0	28.4	23.3	18.1	15.6	10.1
1963	8.1	11.3	9.2	14.3	19.0	25.2	28.1	28.7	24.4	18.0	13.1	10.2
1964	2.6	6.5	10.3	15.2	19.1	25.0	27.1	26.1	21.8	19.2	11.8	9.9
1965	7.2	6.1	10.7	13.7	18.5	25.5	27.2	25.5	24.0	15.8	13.6	10.1
1966	8.5	11.1	10.7	16.1	19.3	24.0	27.6	27.8	22.4	20.3	15.7	9.1
1967	6.2	4.8	9.5	14.7	19.6	23.7	27.1	27.6	22.8	17.7	11.1	9.2
1968	5.7	8.6	9.4	16.6	22.8	24.0	27.3	25.3	22.0	16.6	12.2	9.1
1969	5.8	9.4	10.0	12.4	21.5	25.4	25.1	26.8	24.3	17.6	13.3	10.6
1970	8.7	11.2	11.9	16.4	18.9	24.6	27.4	27.2	22.8	16.0	12.0	7.3
1971	10.0	7.4	10.9	13.7	20.8	24.5	26.0	27.0	22.6	15.3	11.9	6.8
1972	4.9	7.3	10.4	17.2	20.2	25.3	27.2	26.6	22.8	14.9	11.8	5.3
1973	6.0	9.7	9.3	14.1	20.4	23.8	28.1	26.0	24.1	18.8	10.0	8.4
1974	3.2	8.1	11.1	13.1	19.1	24.5	27.4	26.4	22.9	20.0	11.4	6.1
1975	5.1	6.0	12.3	15.9	19.6	24.2	27.8	26.3	23.8	17.7	11.5	5.7
1976	5.5	5.5	9.2	13.9	19.5	23.3	25.8	23.9	21.4	17.6	11.9	7.7
1977	6.8	11.0	9.8	14.7	21.0	25.5	28.1	27.4	21.8	14.3	13.6	6.7
1978	6.1	10.2	11.2	14.1	19.8	25.4	27.7	25.5	20.7	16.7	10.2	8.4
1979	7.5	8.9	11.9	14.1	19.6	25.7	26.9	26.7	23.3	17.8	11.9	7.8
1980	5.1	6.4	8.8	13.1	18.4	23.6	28.0	26.9	21.8	19.1	13.3	8.9
1981	6.4	6.9	12.4	15.3	18.3	26.7	26.8	26.7	23.4	20.1	9.9	12.3
1982	7.8	5.1	8.9	14.1	18.8	25.1	25.7	26.5	24.6	17.6	10.4	8.9
1983	4.5	6.0	10.1	16.7	20.6	23.7	27.1	25.4	22.2	16.4	11.8	8.7
1984	7.6	8.2	10.2	12.9	21.3	24.4	26.5	25.0	24.1	18.8	12.3	6.5
1985	9.7	4.2	10.0	16.5	22.1	24.9	26.8	28.0	23.2	15.4	13.8	7.9
1986	8.8	9.3	9.9	17.2	19.7	25.1	27.8	28.6	24.3	16.7	9.1	6.5
1987	8.0	8.1	6.1	12.9	18.6	25.0	28.9	26.6	24.5	16.5	10.9	7.4
1988	7.1	7.4	9.6	14.2	20.6	25.7	29.7	28.2	23.3	16.7	9.2	8.0
1989	4.5	7.8	12.0	18.9	19.2	24.2	27.4	27.8	23.3	16.4	10.7	6.3
1990	4.0	8.2	12.0	15.5	19.9	24.6	28.4	27.2	22.4	18.1	14.3	9.2
1991	5.3	7.3	11.7	14.5	18.1	25.3	27.4	27.4	22.7	18.0	11.6	4.4
1992	3.3	4.2	9.2	14.9	19.4	25.1	26.2	28.9	22.7	20.9	10.8	5.1
1993	4.5	4.9	9.8	14.6	19.1	25.4	27.6	28.0	23.5	19.8	10.8	9.7
1994	8.2	7.3	10.4	16.6	21.2	24.9	28.6	28.9	27.1	20.1	10.5	6.0
1995	8.1	9.6	10.9	13.6	20.4	27.5	27.8	27.2	23.5	16.4	8.2	9.3
1996	5.1	8.5	8.2	13.0	22.2	25.8	28.2	27.6	21.9	15.7	12.8	11.3
1997	7.4	6.7	8.4	10.8	21.6	25.9	28.1	25.6	21.5	16.9	11.9	8.1
1998	5.6	8.4	8.1	16.3	19.0	25.7	29.0	29.4	23.1	18.3	13.1	8.0
1999	7.6	7.6	10.8	15.8	21.8	26.2	29.2	28.8	24.1	18.9	12.5	9.4
2000	3.6	6.9	9.2	16.4	20.8	26.1	29.8	28.4	23.7	17.1	12.6	8.1
2001	8.3	8.5	15.4	15.3	20.3	26.2	30.0	29.5	23.8	19.0	11.2	6.5
2002	4.6	9.8	11.7	14.3	20.6	26.3	29.0	27.8	22.0	17.1	11.3	5.9
2003	10.0	4.0	7.6	12.5	22.3	27.3	28.4	28.9	22.6	19.2	10.9	7.4
2004	6.1	6.9	11.7	15.2	19.7	25.6	28.4	27.5	23.8	19.8	11.8	8.0
2005	7.3	7.0	10.4	15.2	20.9	24.2	28.9	28.6	23.5	16.4	10.9	9.5
2006	4.1	6.9	11.1	16.5	21.0	25.2	27.8	29.7	23.6	18.0	9.8	6.4
2007	7.5	8.1	11.7	13.1	22.2	27.0	29.5	29.5	23.6	19.0	11.7	6.5
2008	4.2	6.7	14.1	16.5	20.6	26.9	28.8	29.7	23.5	18.3	13.9	8.6
2009	7.6	8.7	10.3	15.4	21.0	26.3	29.0	27.8	22.8	19.9	11.6	10.3
2010	8.6	11.2	11.6	16.1	21.6	24.8	28.7	30.7	24.5	16.9	15.6	10.7
2011	5.7	7.4	9.8	13.2	19.0	24.2	28.8	27.4	25.1	15.2	8.5	7.0
2012	4.2	5.0	9.6	16.5	19.9	27.2	30.2	28.9	24.6	20.9	14.3	8.5
2013	7.5	9.3	12.5	15.9	22.5	25.5	27.9	28.6	23.1	15.6	12.5	4.9
2014	8.9	9.5	11.6	15.8	20.1	24.0	27.6	28.5	23.1	18.2	12.1	9.5
2015	6.4	8.0	10.8	13.7	21.6	23.7	28.8	28.6	25.7	18.6	13.6	5.6
2016	6.2	12.0	12.0	18.1	19.7	26.9	29.0	28.8	23.8	18.1	11.5	4.5
2017	4.2	8.8	12.1	15.5	20.8	25.7	28.9	28.5	24.4	17.4	10.7	9.6
2018	6.6	10.7	14.3	18.8	22.9	25.3	28.5	29.0	24.6	18.0	13.5	6.4

Çizelge 3.11 Salihli istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklıklar (°C)

Yıl	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1960	8.5	8.9	10.0	14.0	20.4	23.5	26.7	27.1	22.3	19.9	13.6	11.4
1960	5.1	4.6	6.9	10.6	16.1	18.9	21.3	20.8	16.4	14.5	10.0	8.3
1961	4.0	3.3	6.4	12.3	15.5	20.7	21.6	20.9	15.1	12.0	9.9	6.1
1962	3.6	3.9	9.0	10.6	17.0	21.0	21.1	21.6	17.1	13.5	12.4	7.1
1965	7.4	5.9	11.0	14.2	19.3	26.2	27.2	25.3	23.8	15.1	12.9	10.0
1966	8.6	11.1	10.8	16.8	20.1	24.1	27.6	27.5	21.8	20.3	15.2	9.2
1967	6.4	4.9	9.4	15.0	19.5	23.2	26.4	26.5	22.1	16.6	10.6	8.9
1968	5.6	8.8	9.4	16.9	22.8	24.0	26.2	24.7	21.7	15.5	12.1	8.5
1969	5.4	9.3	10.0	12.0	21.3	24.8	23.7	25.5	22.7	15.5	12.4	10.5
1970	8.4	10.5	11.6	16.5	18.6	24.0	26.5	25.6	21.1	14.7	11.3	7.0
1971	9.5	7.1	10.7	13.6	20.5	23.9	25.0	25.4	21.5	14.4	11.7	6.4
1972	4.7	6.5	10.3	17.0	20.2	24.2	25.8	25.2	22.0	14.9	11.2	4.1
1973	5.1	9.6	9.4	14.4	20.8	23.0	26.7	24.7	22.8	16.9	9.8	9.0
1974	2.5	8.1	10.9	13.5	19.5	24.1	26.0	24.5	21.5	19.2	11.0	5.8
1975	4.9	5.4	12.3	16.0	19.7	23.7	26.6	25.4	22.1	16.3	10.2	5.6
1976	5.6	5.1	9.4	14.3	19.1	22.9	24.9	22.8	20.6	16.9	11.5	7.6
1977	6.4	10.8	10.0	14.5	20.8	24.5	26.3	26.4	21.1	13.0	13.4	6.4
1978	6.1	10.0	11.1	14.2	20.1	24.4	26.2	24.1	19.6	15.6	8.3	8.5
1979	7.7	8.8	11.7	14.2	19.3	24.4	25.2	25.7	22.1	16.9	11.8	7.8
1980	5.6	6.0	9.0	13.8	19.1	23.2	26.4	25.2	20.4	17.9	12.7	8.4
1981	6.5	6.4	11.9	15.0	17.5	25.5	25.4	25.1	21.8	18.9	9.7	11.8
1982	6.9	4.6	8.4	14.3	18.7	23.9	24.3	25.1	23.4	16.4	9.4	8.6
1983	4.2	5.5	10.3	16.8	20.4	22.9	26.1	24.5	21.4	15.1	10.7	8.6
1984	7.3	7.5	10.1	12.7	21.3	23.6	24.9	23.8	23.0	17.4	11.8	5.3
1985	8.9	3.9	9.8	16.7	22.1	24.2	25.5	26.7	21.5	14.1	13.7	7.8
1986	8.7	9.0	9.5	17.3	18.8	24.5	26.7	27.4	23.2	15.7	8.0	5.5
1987	7.6	8.1	6.1	12.8	19.0	24.4	28.2	25.8	23.4	15.5	11.3	7.5
1988	6.8	7.4	9.4	14.3	20.5	25.2	28.3	26.7	22.3	15.7	8.8	7.7
1989	2.9	7.0	11.9	19.2	19.5	23.7	26.6	27.1	22.5	14.9	10.4	6.7
1990	3.4	6.6	11.4	15.3	19.2	23.8	27.2	25.9	21.3	17.2	13.6	9.9
1991	5.4	7.2	11.7	14.7	18.0	24.8	26.6	25.8	21.8	17.5	11.8	4.0
1992	2.8	3.9	8.6	14.8	18.7	24.5	25.6	27.7	21.4	20.3	10.0	4.4
1993	4.1	4.3	9.3	13.9	18.5	24.3	26.3	26.7	22.5	18.7	9.5	9.7
1994	8.2	7.3	10.2	16.7	21.2	24.2	27.6	27.3	25.8	19.3	9.8	5.8
1995	8.3	9.2	10.4	13.3	20.1	26.7	26.7	26.4	22.8	14.7	8.4	8.6
1996	4.7	8.0	7.5	12.7	21.9	24.9	27.0	26.6	21.1	15.0	12.3	10.8
1997	7.1	6.3	7.6	10.7	21.3	25.0	26.8	24.3	20.4	16.4	11.9	8.4
1998	6.2	7.9	7.8	16.2	18.6	24.6	27.8	27.8	22.4	17.9	12.8	7.5
1999	7.2	7.7	10.7	15.8	21.8	25.5	28.1	27.7	23.3	18.1	11.5	9.6
2000	3.0	6.7	9.1	16.5	20.3	25.7	29.2	27.3	23.8	16.9	13.8	7.2
2001	8.1	8.4	16.1	16.2	20.2	26.1	29.2	28.7	24.0	18.7	12.0	6.6
2002	4.6	9.9	11.9	14.5	20.9	26.5	28.4	27.3	21.8	17.3	12.2	6.1
2003	10.0	4.1	7.4	12.7	22.5	26.4	27.9	28.1	22.4	19.0	11.7	7.4
2004	5.9	6.5	11.2	15.5	19.8	25.2	27.4	26.9	23.9	19.2	12.0	8.0
2005	7.4	7.1	10.5	15.4	20.7	24.1	28.0	27.7	23.0	15.8	10.5	9.0
2006	4.0	7.3	11.0	15.7	20.2	24.9	26.3	28.2	22.6	17.4	9.7	6.1
2007	7.3	9.0	11.6	14.3	22.7	27.1	29.6	29.0	23.1	18.0	11.3	5.7
2008	3.8	6.6	13.8	16.7	20.8	26.7	28.1	28.8	23.0	17.5	13.3	8.8
2009	7.5	8.2	10.0	15.2	20.6	26.1	28.4	26.9	22.0	19.5	11.6	10.5
2010	8.3	10.9	11.4	15.9	21.9	24.6	28.2	29.6	24.2	17.0	15.8	10.7
2011	5.9	7.6	10.1	13.1	18.7	24.2	28.6	26.8	24.4	15.0	7.9	7.8
2012	4.4	5.6	9.5	17.2	20.2	26.8	29.8	28.3	24.6	20.6	14.0	8.9
2013	7.7	9.7	12.8	16.4	22.8	25.8	27.3	28.1	23.1	15.6	12.7	5.0
2014	9.5	9.5	11.8	16.6	20.5	24.5	28.3	28.8	23.2	17.9	12.1	10.2
2015	6.4	8.0	10.7	13.9	21.4	23.2	28.4	28.5	25.7	18.6	13.5	5.5
2016	6.7	12.3	12.4	19.1	20.3	27.5	28.7	28.4	23.7	18.0	11.8	4.3
2017	4.4	8.7	12.4	15.9	20.4	25.4	28.7	27.9	25.1	17.5	12.0	10.3
2018	7.6	11.0	14.8	19.8	23.1	25.9	29.1	29.0	25.3	18.1	13.0	6.6

3.2 Yöntem

3.2.1 Aylık toplam yağmur miktarlarının (P_i) referans dönemlerinin saptanması

Gediz havzasında bulunan ve çalışmada yararlanılan istasyonlardan çizelge 3.2-3.6'da verilen aylık toplam yağmur miktarlarının (P_i) 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık toplamı alınarak 5 referans dönem belirlenmiştir (Anlı 2017).

3.2.2 Potansiyel Evapotranspirasyon (PET_i) miktarlarının saptanması

Gediz havzasında bulunan istasyonlardan alınan ve çizelge 3.7-3.11'de verilen aylık ortalama sıcaklıklardan yararlanılarak Potansiyel Evapotranspirasyon (PET_i) miktarları Thornthwaite (1948) ve Thornthwaite ve Mather (1955, 1957)'de verildiği şekilde eşitlik 3.1-3.3 ile saptanmıştır.

$$PET_i = 16 \times \left(\frac{10 \times t}{I} \right)^a \times G \quad (3.1)$$

$$a = 6.7510 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.7110 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.791210 \times 10^{-2} \times I + 0.49239 \quad (3.2)$$

$$I = \sum_1^{12} \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514} \quad (3.3)$$

Eşitlik 3.1-3.3'de;

PET_i = Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)

t = Aylık ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

I = Yıllık sıcaklık indeksi

G = Enlem düzeltme katsayısı

Enlem düzeltme katsayısı (G) Akhisar istasyonu için 1.04, Demirci ve Gediz istasyonları için 0.85, Manisa istasyonu için 1.24 ve Salihli istasyonu için 1.23 olarak alınmıştır (Thornthwaite 1948, Thornthwaite ve Mather 1957).

Potansiyel Evapotranspirasyon miktarları hesaplandıktan sonra, bu miktarların 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık toplamları alınarak 5 referans dönem için belirlenmiştir (Anli 2017).

3.2.3 Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) yöntemiyle kuraklık analizi

Bu aşamada öncelikle Gediz havzasında çalışmada yararlanılan istasyonlarda ölçülen aylık toplam yağmur miktarlarının (P_i) 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık referans dönemleri ile aylık ortalama sıcaklıklardan yararlanarak Thornthwaite yöntemiyle hesaplanan Potansiyel Evapotranspirasyon (PET_i) miktarlarının 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık referans dönemleri arasındaki su fazlalığını ya da eksikliğini gösteren fark (Su Dengesi, D_i serileri) eşitlik 3.4 ile hesaplanmıştır (Vicente-Serrano vd. 2010a).

$$D_i = P_i - PET_i \quad (3.4)$$

D_i serileri hesaplandıktan sonra bu serilere en uygun olasılık dağılımı tahmin edilmiştir. Bu amaçla Normal (N), 3-parametrelili Normal (N3), 3-parametrelili Gama (G3), Lojistik (LO) ve 3-parametrelili Logaritmik Lojistik (LLO3) dağılımları kullanılmış ve en uygun dağılım Anderson-Darling (AD) test istatistiği ile saptanmıştır. Daha sonra serilere uyum sağlayan dağılımlar arasından en uygun dağılımın parametreleri yardımıyla her bir D_i değerinin olasılığı, olasılık dağılımının birikimli dağılım fonksiyonu $F(x)$ ile hesaplanmıştır. Birikimli dağılım fonksiyonlarının $F(x)$ standart değerlerinden yararlanarak ve eşitlik 3.5 ile 3.6 kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SPEI serileri elde edilmiştir (Abramowitz ve Stegun 1965).

$$SPEI = W - \frac{(C_0 + C_1W + C_2W^2)}{(1 + d_1W + d_2W^2 + d_3W^3)} \quad (3.5)$$

$$P \leq 0.5 \text{ için } W = (-2 \ln P)^{0.5}, \quad P = 1 - F(x) \quad (3.6)$$

Eşitlik 3.5 ve 3.6'da

$C_0 = 2.515547$, $C_1 = 0.802853$, $C_2 = 0.010328$, $d_1 = 1.432788$, $d_2 = 0.189269$, $d_3 = 0.001308$,
 $P =$ Olasılık değeri.

$P > 0.5$ olursa, P değerli $1-P$ olarak değişmekte ve hesaplanan $SPEI$ değerinin işareti ters çevrilmiştir. Hesaplanan $SPEI$ değerleri için kuraklık kategorileri çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12 $SPEI$ kuraklık kategorileri (Li vd 2015)

Nem Kategorisi	Kısaltma	$SPEI$
Aşırı nemli	AN	$SPEI > 2.00$
Çok nemli	ÇN	$1.50 < SPEI < 1.99$
Orta nemli	ON	$1.00 < SPEI < 1.49$
Normale yakın	NY	$-0.99 < SPEI < 0.99$
Orta kurak	OK	$-1.00 < SPEI < -1.49$
Şiddetli kurak	ŞK	$-1.50 < SPEI < -1.99$
Aşırı kurak	AK	$SPEI < -2.00$

3.2.4 Bölgesel kuraklık analizi

Gediz havzasında bulunan 5 istasyon verileri ile 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık olarak elde edilen $SPEI$ serilerinin bölgesel analizi için eşitlik 3.7’deki yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin esası, istasyonların yaklaşık olarak homojen bir bölge oluşturması ve bu bölgede yer alan istasyonlardaki frekans dağılımının o istasyona ait olan belirli bir ölçek faktörü dışında aynı olmasıdır (Dalrymple 1960).

$$Q_i(F) = \mu_i q(F), \quad i=1, \dots, N. \quad (3.7)$$

Eşitlik 3.7’de μ_i istasyonundaki frekans dağılımının ortalamasını temsil eden gösterge değeridir. Her istasyon için aynı olan $q(F)$ değeri; aşılma olasılığını göstermektedir (Wallis ve Wood 1985).

Bölgeselleştirme işlemi, genel olarak klimatolojik homojen bölgelerin belirlenmesi, bölgesel frekans dağılımının seçilmesi ve tekrarlanma indekslerinin tahmin edilmesi olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada bölgesel frekans analizinde L momentlerden yararlanarak, elde edilen $SPEI$ serileri ile bölgesel kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Hosking ve Wallis (1993) olasılık ağırlıklı momentleri eşitlik 3.8’de, bunların doğrusal bileşimleri olan L momentleri eşitlik 3.9’da, L moment oranlarını da eşitlik 3.10’da belirtmişlerdir.

Buna göre bir X verisinin L momenti olasılık ağırlıklı momentlerin fonksiyonu olarak ifade edilmekte ve sıralı gözlemlerden $X_{(j)}$ elde edilen olasılık ağırlıklı momentlerin tarafsız örnek tahmini olarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$b_r = n^{-1} \sum_{j=1}^n x_{(j)} \frac{(j-1)(j-2)\dots(j-1)}{(n-1)(n-2)\dots(n-i)} \quad (3.8)$$

b_r değerlerinin ilk dördü olan ($r=0, 1, 2, 3$) olasılık ağırlıklı momentler (b_0, b_1, b_2 ve b_3) bulunduktan sonra, herhangi bir dağılım için ℓ ile sembolize edilen ilk dört L moment istatistiği, aşağıda verilen eşitlikler ile saptanmaktadır.

$$\begin{aligned} \ell_1 &= b_0, \\ \ell_2 &= 2b_1 - b_0, \\ \ell_3 &= 6b_2 - 6b_1 + b_0, \\ \ell_4 &= 20b_3 - 30b_2 + 12b_1 - b_0. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Boyutsuz L moment oranları da (L değişim katsayısı, L çarpıklık ve L basıklık) aşağıda verildiği şekilde tahmin edilmektedir.

$$\begin{aligned} t &= \ell_2 / \ell_1 \text{ (L değişim katsayısı),} \\ t_3 &= \ell_3 / \ell_2 \text{ (L çarpıklık),} \\ t_4 &= \ell_4 / \ell_2 \text{ (L basıklık).} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Bu çalışmada *SPEI* serilerinin bölgesel analizinde; (1) klimatolojik homojen bölgelerin belirlenmesi için Düzensizlik ve Heterojenlik Ölçüleri, (2) bölgesel frekans dağılımının seçilmesinde Uygunluk Ölçüsü, (3) tekrarlanma indekslerinin tahmininde ise Bölgesel L moment algoritması uygulanmıştır. Bu çalışmada Gediz havzasında bulunan ve çalışmada yararlanılan 5 istasyon tek bir bölge olarak kabul edilmiş, analizler bu koşula göre gerçekleştirilmiştir.

Düzensizlik ölçüsü (D) bir bölge içinde uyumsuz olan istasyonların belirlenmesi olup Hosking ve Wallis (1997) tarafından eşitlik 3.11'deki gibi açıklanmıştır.

$$D_i = \frac{1}{3} N(u_i - \bar{u})^T K^{-1} (u_i - \bar{u}). \quad (3.11)$$

Eşitlik 3.11 de; u_i , istasyonun L moment oranlarının vektörünü, K , bu vektörün kovaryans matrisini, \bar{u} de vektörün ortalamasını göstermektedir. Bir istasyonun uyumsuz olarak nitelendirilmesi için düzensizlik ölçüsünün (D) bölge içindeki istasyon sayısına bağlı olarak değişen kritik tablo değerinden büyük olması gerekir. Bu çalışmada 5 istasyon göz önüne alındığı için kritik değer 1.333 olarak hesaplanmıştır (Hosking ve Wallis 1997).

Düzensizlik ölçüsüne göre uygun bir bölge belirtildikten sonra, bölgenin homojen olup olmadığını değerlendirmek için heterojenlik ölçüsü uygulanmıştır. Heterojenlik ölçüsü; L değişim katsayısı ile H_1 , L değişim katsayısı ve L çarpıklık oranlarının bileşimi ile H_2 ve L basıklık ve L çarpıklık oranlarının bileşimi ile de H_3 olmak üzere, üç farklı L istatistiği için hesaplanmıştır. Buradan her üç duruma göre H istatistiği eşitlik 3.12'deki gibi yazılmıştır.

$$H = \frac{(V_{obs} - \mu_v)}{\sigma_v} \quad (3.12)$$

Eşitlik 3.12'de V_{obs} ; L moment oranlarına göre bölgesel veriden elde edilen ağırlıklı standart sapmayı, μ_v ve σ_v ; V_{obs} istatistiğinin simülasyon sayısının ortalama ve standart sapmasını göstermektedir. Bu çalışmada simülasyon yapılırken hidrolojik olayların frekans analizlerinde birçok dağılımı temsil etmesinden dolayı güçlü bir dağılım olan dört parametrelili Kappa olasılık dağılımı kullanılmıştır. μ_v ile σ_v değerlerinin güvenilir olarak tahmin edilmesi açısından simülasyon sayısı bir bölge için 500 adet olarak göz önüne alınmıştır. Bu teste göre bölgenin; eğer $H < 1$ ise kabul edilebilir düzeyde homojen, $1 \leq H < 2$ ise, muhtemelen heterojen ve $H \geq 2$ ise kesinlikle heterojen olduğuna karar verilmektedir (Hosking 1994).

Homojen bölgenin saptanmasından L basıklık oranına ve frekans dağılımına bağlı olarak saptanan Z^{DIST} istatistiği eşitlik 3.13'deki gibi verilmiştir.

$$Z^{DIST} = (\tau_4^{DIST} - t_4^R + B_4) / \sigma_4. \quad (3.13)$$

Eşitlik 3.13'de; t_4^R , örneğin bölgesel ortalama L basıklık oranını, B_4 ve σ_4 de sırasıyla, örneğin bölgesel ortalama L basıklık oranı tarafsızlık değerini ve standart sapmasını göstermekte ve eşitlik 3.14 ile 3.15'de ifade edilmektedir.

$$B_4 = N_{sim}^{-1} \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R). \quad (3.14)$$

$$\sigma_4 = \left[(N_{sim} - 1)^{-1} \left\{ \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{(m)} - t_4^R)^2 - N_{sim} B_4^2 \right\} \right]^{1/2}. \quad (3.15)$$

Eşitlik 3.14 ve 3.15'de N_{sim} , Kappa dağılımı yardımıyla gerçekleştirilen simülasyon sayısı, m ise simülasyon yapılan bölge sayısını ifade etmektedir. Bu çalışmada üç parametrelili olan; Genel Lojistik (GLO), Genel Ekstrem Değerler (GEV), Genel Pareto (GPA), Genel Normal (GNO) ve Pearson tip 3 (PE3) dağılımları uygulanmıştır. Herhangi bir frekans dağılımında mutlak $Z^{DIST} \leq 1.64$ ise bu dağılım bölgesel dağılım için uygun kabul edilmekte, ancak göz önüne alınan dağılımlardan sifra en yakın olan mutlak Z^{DIST} değerini sağlayan dağılım en uygun dağılım olarak seçilmektedir.

Bu aşamadan sonra bölgesel L moment algoritması ile $SPEI$ değerlerinin tekrarlanma indeksleri tahmin edilmiştir. N istasyon sayısına sahip bir bölgede bir i istasyonunun n_i adet verisi olduğu, örnek ortalamasının ℓ_1^i , örnek L moment oranlarının da $t^{(i)}, t_3^{(i)}, t_4^{(i)}$ olarak hesap edildiği ve L moment bölgesel ortalama oranlarının da istasyonların gözlem sürelerine göre ağırlıklı olarak t^R, t_3^R, t_4^R şeklinde saptanmasıyla bunların matematiksel açıklaması eşitlik 3.16-3.18'deki gibi yazılmıştır.

$$t^R = \sum_{i=1}^N n_i t^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i . \quad (3.16)$$

Bölgesel ortalama; $\ell_1^i = 1$ alınarak;

$$t_r^R = \sum_{i=1}^N n_i t_r^{(i)} / \sum_{i=1}^N n_i \quad r= 3, 4, \dots \quad (3.17)$$

ve buradan bölgesel popülasyon (λ_i ve τ_i) ve örnek L moment oranları (ℓ_i^R, t_i^R) eşitlenmiştir.

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \ell_1^R \\ \tau &= t^R \\ \tau_3 &= t_3^R \end{aligned} \quad (3.18)$$

Sonuç olarak bölgesel boyutsuz gelişme eğrilerinin saptandığı eşitlik 3.19 aşağıdaki şekilde yazılmıştır.

$$\hat{Q}_i(F) = \ell_1^i q(F; \ell_1^R, t^R, t_3^R, t_4^R). \quad (3.19)$$

Bölgesel analizler gerçekleştirilirken Hosking (2005) tarafından FORTRAN 77 kaynak kodları ile yazılmış komutlar kullanılmıştır. Bu komutlar bir ana program altında toplanıp derlenerek çalıştırılmıştır (Anlı 2015).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma bulguları verilmiştir.

4.1 Aylık Toplam Yağmur ve Aylık Potansiyel Evapotranspirasyon Miktarlarının Çeşitli Referans Dönemler İçin Saptanan Değerleri

Çizelge 4.1-4.5’de sırasıyla Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli istasyonları için hesaplanan aylık eklemeli toplam yağmurların (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık), çizelge 4.6-4.10’da da ise aylık eklemeli potansiyel evapotranspirasyon miktarlarının (1, 3, 6, 9 ve 12 aylık) toplam değerleri verilmiştir.

4.2 Çeşitli Referans Dönemler İçin Saptanan Su Dengesi (D_i) Serileri

Çizelge 4.11-4.15’de sırasıyla Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli istasyonları için hesaplanan su dengesi (D_i) serileri verilmiştir. İstasyonlardaki D_i serileri incelendiğinde kısa dönemlerde (yani 1 ve 3 aylık toplam) çoğunlukla su fazlası, orta dönemde (6 aylık toplam) su fazlası veya su eksiği, uzun dönemlerde ise (9 ve 12 aylık toplam) çoğunlukla su eksiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak orta dönemden uzun döneme doğru su kullanımının havzada tarımsal ve diğer faaliyetlerle artması söylenebilir. Uzun dönemde su eksiğinin olması kuraklığın uzun dönemde daha fazla yaşanabileceğini ifade etmektedir.

Çizelge 4.1 Akhisar istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	142.1	238.1	394.9	402.0	692.0
1961	85.4	175.8	312.8	319.7	535.0
1962	87.3	319.6	439.1	465.1	838.3
1963	192.3	314.3	412.0	412.2	540.2
1964	20.8	221.7	279.1	334.8	571.7
1965	54.1	373.5	609.9	610.3	902.4
1966	146.9	262.3	324.0	347.0	567.0
1967	74.6	132.6	264.5	272.7	409.2
1968	228.2	400.0	463.4	507.5	680.0
1969	92.6	220.5	281.0	289.8	515.1
1970	63.9	311.9	365.1	372.0	608.4
1971	78.1	316.2	385.6	421.1	628.7
1972	25.9	118.3	200.3	262.3	377.5
1973	35.6	217.9	325.1	336.0	509.0
1974	11.7	291.3	375.3	409.2	665.2
1975	95.8	194.1	301.7	306.7	556.3
1976	46.9	103.3	268.8	295.9	615.5
1977	69.1	177.7	238.5	273.9	495.9
1978	163.0	410.3	519.8	639.8	793.9
1979	172.6	271.4	386.9	390.3	622.0
1980	134.3	260.3	408.3	409.3	656.8
1981	226.0	330.2	376.2	381.2	866.6
1982	55.5	170.8	338.2	346.1	563.7
1983	80.0	143.8	233.4	249.4	505.5
1984	125.8	286.3	383.3	387.8	464.2
1985	117.9	206.1	258.1	272.1	434.6
1986	175.8	332.2	385.1	406.1	597.8
1987	172.0	272.6	383.4	383.9	569.9
1988	23.9	192.8	254.5	257.6	493.4
1989	8.3	71.2	128.2	132.4	421.4
1990	3.1	82.3	178.5	196.2	451.8
1991	40.6	93.8	260.1	282.0	405.1
1992	0.0	87.1	153.9	175.8	380.1
1993	41.0	198.6	300.4	317.5	510.8
1994	62.9	167.6	229.3	282.7	443.8
1995	152.9	329.5	400.0	472.7	721.5
1996	16.3	178.1	273.8	375.1	521.7
1997	60.7	200.4	328.5	355.0	685.3
1998	104.2	237.8	494.8	506.1	792.0
1999	76.8	350.0	371.7	379.1	566.7
2000	63.0	249.4	320.9	320.9	400.3
2001	18.8	135.9	300.3	329.5	737.5
2002	41.0	154.7	239.4	287.9	564.4
2003	74.8	236.4	341.3	372.5	585.7
2004	205.7	286.4	372.0	373.2	471.6
2005	71.3	302.6	430.3	453.8	680.6
2006	59.9	252.8	281.9	355.7	448.2
2007	41.4	96.4	151.3	154.5	425.7
2008	26.4	74.6	136.0	160.7	311.4
2009	136.8	391.2	471.7	524.5	763.9
2010	84.8	311.8	403.0	408.7	699.8
2011	65.8	154.2	302.6	317.0	546.5
2012	111.0	233.0	361.0	366.8	523.2
2013	178.8	414.4	536.4	542.4	720.1
2014	74.6	144.2	352.8	400.2	636.4
2015	121.2	272.4	372.2	388.2	536.4
2016	167.0	434.0	514.8	536.8	649.3
2017	207.1	258.3	345.3	366.3	523.8
2018	62.1	215.0	281.5	298.7	464.8

Çizelge 4.2 Demirci istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1992	0.4	108.4	289.6	320.0	483.3
1993	53.4	235.9	392.5	398.1	612.1
1994	56.8	187.3	338.6	361.0	559.1
1995	168.0	312.1	416.6	479.9	673.4
1996	21.3	247.6	331.9	403.5	584.1
1997	57.2	114.6	350.1	451.5	798.6
1998	55.8	234.6	397.3	434.5	758.0
1999	103.7	403.4	441.5	477.7	630.1
2000	72.4	240.4	374.1	386.7	481.7
2001	7.9	76.5	236.5	313.8	731.2
2002	41.6	140.0	241.9	322.8	511.7
2003	100.5	227.2	398.3	422.8	590.0
2004	141.2	214.1	301.2	305.6	417.3
2005	82.1	309.3	471.1	531.6	793.3
2006	115.6	333.4	422.9	486.5	632.1
2007	41.7	111.8	203.6	205.5	499.3
2008	23.8	134.4	205.2	254.3	406.5
2009	186.3	459.3	537.2	559.9	821.9
2010	121.2	350.7	437.2	479.6	744.8
2011	99.8	169.0	364.2	382.8	591.5
2012	126.8	301.2	543.6	555.2	765.8
2013	162.0	407.8	526.4	543.0	723.6
2014	52.0	107.8	324.0	379.4	645.1
2015	103.8	321.0	431.7	495.7	616.5
2016	264.4	473.0	564.4	622.5	790.0
2017	172.6	266.0	461.6	487.4	725.2
2018	58.6	251.0	397.6	511.2	705.4

Çizelge 4.3 Gediz istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1972	21.4	96.9	312.2	363.8	506.0
1973	21.0	203.3	317.8	354.1	541.2
1975	63.3	189.9	329.7	338.3	559.8
1976	60.5	117.7	251.4	298.6	540.5
1977	50.8	136.0	251.4	315.1	516.3
1978	171.3	446.8	530.7	617.9	766.2
1979	190.7	257.3	390.6	395.8	676.7
1980	135.1	248.1	333.0	378.9	619.6
1981	111.9	203.7	421.3	440.7	775.8
1982	69.2	135.2	249.3	284.2	425.7
1983	68.8	148.4	332.9	438.1	715.0
1984	86.1	274.0	379.6	437.1	515.3
1985	182.3	325.8	397.7	441.0	609.2
1986	137.0	251.0	331.5	372.3	569.2
1987	143.8	215.0	344.7	371.0	522.9
1988	17.4	183.9	325.4	336.0	540.8
1989	5.5	47.1	98.3	110.0	354.4
1990	9.1	78.2	207.7	274.4	501.9
1991	37.7	116.2	268.2	312.3	438.2
1992	0.2	87.1	232.5	257.0	416.9
1993	51.1	195.9	315.2	315.7	498.0
1994	68.8	173.2	291.2	318.2	515.4
1995	92.3	214.1	309.3	385.6	578.2
1996	20.6	177.1	296.4	362.8	543.5
1997	45.4	79.4	269.1	321.6	615.4
1998	70.8	268.9	407.9	437.0	699.0
1999	103.7	330.2	402.9	471.5	580.5
2000	63.7	251.8	409.2	439.8	550.3
2001	9.1	87.6	244.8	293.2	728.8
2002	50.1	148.6	245.1	362.6	524.5
2003	87.2	199.7	372.1	381.6	557.8
2004	112.3	183.6	295.4	327.2	438.4
2005	49.1	272.1	415.4	512.3	712.7
2006	73.6	247.5	314.4	363.0	467.1
2007	62.5	142.1	216.7	225.3	490.0
2008	18.3	91.1	168.0	244.0	392.4
2009	128.0	379.2	456.9	557.0	791.1
2010	76.3	268.9	351.2	388.5	651.9
2011	94.4	148.1	315.1	334.9	573.6
2012	126.0	264.8	430.0	435.6	693.4
2013	147.6	394.4	452.0	462.8	589.4
2014	40.0	74.6	272.2	293.6	337.6
2015	0.0	104.4	300.9	370.0	457.0
2016	219.6	329.8	451.8	504.0	584.6
2017	96.8	161.2	356.8	388.4	567.8
2018	78.4	229.4	455.6	585.8	750.4

Çizelge 4.4 Manisa istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	174.5	286.4	386.8	391.1	848.1
1961	108.6	239.1	452.0	452.6	708.6
1962	79.4	395.2	490.4	527.3	1044.8
1963	197.4	389.6	533.8	553.4	703.4
1964	34.1	257.8	312.7	367.8	612.1
1965	80.4	511.9	773.6	773.6	1165.8
1966	242.0	477.2	589.4	639.2	1044.6
1967	136.7	203.2	335.0	383.2	611.9
1968	278.2	486.4	563.1	607.1	849.9
1969	136.9	318.7	388.1	405.3	757.3
1970	94.9	426.9	535.6	559.6	822.7
1971	72.0	383.4	438.4	504.1	813.6
1972	28.5	147.3	248.8	274.6	459.5
1973	59.7	336.2	474.2	499.2	746.8
1974	18.6	328.2	425.6	474.1	799.8
1975	161.4	319.6	475.6	493.3	762.8
1976	72.0	183.4	349.0	387.3	792.2
1977	77.9	201.3	283.1	334.6	672.4
1978	257.1	572.5	699.5	787.3	995.1
1979	230.5	354.1	437.6	456.7	743.0
1980	202.0	345.2	503.4	504.5	864.4
1981	298.2	445.8	515.3	517.0	1053.5
1982	53.4	235.0	411.0	417.7	684.5
1983	69.0	210.8	315.7	386.6	684.9
1984	205.5	416.3	521.0	550.2	648.9
1985	162.3	290.2	354.4	354.7	583.2
1986	215.5	407.4	514.0	519.4	791.9
1987	262.5	378.9	472.8	472.9	754.0
1988	27.6	314.8	350.9	353.6	596.3
1989	0.8	121.2	184.8	192.2	605.5
1990	6.3	85.2	167.8	198.4	476.1
1991	39.8	105.7	298.8	322.2	523.9
1992	0.3	91.9	156.0	204.8	434.5
1993	52.3	249.2	374.3	374.5	652.7
1994	73.8	237.3	337.3	337.3	593.3
1995	203.4	413.3	538.3	582.7	776.1
1996	12.6	216.0	333.1	376.3	568.7
1997	100.7	245.6	385.6	387.9	767.7
1998	174.4	382.4	515.8	555.0	867.3
1999	111.4	520.8	544.9	548.4	765.1
2000	96.4	326.6	399.2	401.8	570.3
2001	74.6	199.4	319.6	338.9	1002.2
2002	67.6	207.1	275.1	372.0	622.9
2003	106.7	347.4	464.8	472.1	668.2
2004	232.5	309.6	374.6	379.9	527.1
2005	93.8	390.8	528.6	562.0	794.4
2006	88.6	345.0	415.0	476.8	629.6
2007	37.0	101.0	183.4	183.4	478.6
2008	27.4	120.2	186.6	232.4	406.2
2009	207.4	552.4	653.4	689.6	969.6
2010	160.6	440.8	604.8	630.6	1077.6
2011	96.4	210.9	349.2	358.0	619.6
2012	127.0	296.6	464.8	464.8	684.9
2013	231.6	523.6	665.4	706.9	920.2
2014	109.6	225.6	481.0	553.4	845.3
2015	177.8	346.2	487.4	567.6	774.0
2016	235.4	460.4	551.5	585.3	763.2
2017	254.6	370.0	444.9	447.2	650.7
2018	62.5	266.8	417.4	457.4	733.4

Çizelge 4.5 Salihli istasyonunda ölçülen aylık toplam yağmurların çeşitli referans dönemler için değerleri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	96.2	219.9	314.0	318.5	535.9
1961	67.6	166.6	260.6	260.6	339.6
1962	78.4	272.6	343.2	364.3	643.8
1965	37.4	301.1	527.1	530.7	722.0
1966	150.4	303.0	364.1	411.6	548.4
1967	69.3	133.1	217.0	223.3	373.5
1968	202.7	368.3	467.1	503.6	668.6
1969	109.8	234.5	315.9	318.4	446.4
1970	72.5	243.3	296.9	303.7	490.6
1971	73.8	228.7	278.6	311.5	518.7
1972	35.6	126.0	292.5	341.3	455.9
1973	27.4	138.3	242.4	268.3	399.9
1974	9.1	215.9	287.4	329.3	471.5
1975	64.6	159.0	278.5	286.4	489.3
1976	45.0	119.2	291.9	322.5	537.0
1977	38.4	134.0	259.3	293.6	555.2
1978	174.7	333.3	398.0	488.1	669.0
1979	111.0	190.3	326.0	331.7	496.5
1980	108.6	239.7	344.5	345.6	594.1
1981	196.6	316.5	370.0	373.9	603.6
1982	37.7	159.9	297.6	326.6	442.8
1983	71.2	185.3	268.6	286.2	491.1
1984	78.0	258.9	350.9	389.1	451.9
1985	116.0	206.9	237.2	250.7	376.2
1986	104.1	237.7	293.3	315.4	444.4
1987	94.6	166.2	243.1	243.1	436.2
1988	13.2	200.2	260.9	272.3	497.9
1989	3.2	62.8	109.9	113.6	440.2
1990	7.4	75.8	151.3	188.1	386.0
1991	36.7	113.0	249.0	270.9	449.6
1992	0.0	85.1	118.9	129.7	317.1
1993	52.4	229.9	317.6	319.6	461.4
1994	53.7	191.0	309.7	335.6	526.5
1995	121.7	249.0	345.5	377.1	506.1
1996	12.1	160.9	258.5	321.5	462.9
1997	43.1	147.2	294.8	318.0	510.2
1998	51.2	165.1	351.5	388.5	648.4
1999	71.4	290.1	307.3	332.0	445.0
2000	55.8	250.9	348.3	351.6	425.9
2001	10.7	91.1	231.7	264.9	538.9
2002	77.6	158.3	226.9	362.3	523.0
2003	57.1	248.7	364.8	365.9	590.1
2004	122.8	184.2	261.7	261.9	348.1
2005	62.0	224.1	298.4	335.3	519.9
2006	99.4	260.1	332.6	409.2	536.4
2007	47.0	101.5	165.8	170.2	413.1
2008	26.5	76.5	105.7	155.6	294.2
2009	86.6	288.7	359.4	416.4	597.7
2010	65.9	215.3	390.7	448.2	648.7
2011	76.4	151.6	298.3	305.5	451.3
2012	97.8	217.2	401.8	415.2	574.4
2013	106.6	264.8	398.6	425.0	580.2
2014	29.0	76.6	207.0	239.4	432.8
2015	117.4	243.0	359.9	394.3	464.5
2016	126.1	254.1	279.3	325.9	448.7
2017	135.4	177.4	290.4	299.6	421.6
2018	54.4	159.6	248.2	270.4	440.8

Çizelge 4.6. Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	11.9	47.9	321.2	728.8	857.0
1961	8.9	44.8	347.5	755.7	856.4
1962	10.4	51.2	338.0	761.9	877.1
1963	9.7	48.1	322.1	775.7	881.1
1964	2.1	38.2	323.8	710.0	817.5
1965	10.7	46.9	327.0	733.7	832.2
1966	12.5	57.2	324.8	746.0	871.1
1967	7.1	32.5	302.6	724.1	829.0
1968	6.5	42.9	358.0	755.2	854.0
1969	7.0	48.6	343.3	749.7	854.9
1970	13.2	62.6	336.1	748.7	833.4
1971	18.2	54.7	326.7	730.4	819.1
1972	5.5	41.9	347.9	767.7	847.5
1973	7.7	49.7	320.1	734.1	824.6
1974	1.9	46.6	320.3	710.0	821.4
1975	6.2	48.3	335.3	753.1	842.7
1976	7.8	38.9	312.8	678.0	785.8
1977	9.7	55.3	348.2	755.7	840.5
1978	9.1	61.7	348.7	730.5	819.6
1979	12.5	60.8	340.7	747.5	842.8
1980	6.4	37.5	298.3	703.7	816.7
1981	8.5	49.3	329.9	734.0	848.4
1982	11.9	40.1	315.9	719.6	815.7
1983	5.0	38.8	329.1	721.0	817.7
1984	11.6	51.4	329.1	722.7	827.7
1985	15.7	41.6	350.1	768.6	861.1
1986	14.7	53.6	349.0	804.7	882.8
1987	12.6	39.5	305.8	749.7	841.1
1988	10.5	44.4	337.7	798.2	880.0
1989	4.0	48.9	348.1	780.9	862.6
1990	3.7	46.3	327.8	753.3	863.8
1991	6.8	50.2	323.5	750.9	846.3
1992	2.9	27.3	312.5	737.6	844.2
1993	4.1	29.2	306.0	740.7	854.5
1994	10.8	42.1	344.7	835.9	939.2
1995	12.5	54.3	368.0	813.8	892.8
1996	5.2	35.2	338.6	764.1	867.3
1997	11.8	39.5	333.3	738.8	840.1
1998	7.2	37.6	330.9	793.6	901.8
1999	9.2	43.7	356.5	837.3	945.9
2000	3.0	32.6	344.6	816.4	918.3
2001	11.8	70.5	363.3	852.2	946.1
2002	5.2	56.4	358.3	813.7	903.6
2003	18.5	35.6	349.7	793.4	893.1
2004	7.1	44.2	339.2	785.5	895.9
2005	10.9	46.9	339.1	812.5	901.2
2006	4.3	39.7	344.5	808.2	899.0
2007	8.1	46.7	369.5	847.2	938.2
2008	2.8	47.3	358.3	817.7	920.0
2009	9.2	44.1	346.5	783.1	894.7
2010	9.3	50.9	348.5	849.0	952.5
2011	8.2	44.3	315.6	776.6	851.3
2012	2.7	24.5	338.6	837.3	961.9
2013	9.8	58.5	384.0	838.0	917.4
2014	14.5	57.9	343.0	808.3	910.1
2015	6.9	42.7	323.8	816.4	920.1
2016	6.1	59.8	391.7	868.9	952.7
2017	2.8	48.2	356.5	833.2	927.6
2018	7.0	60.1	404.9	900.2	994.0

Çizelge 4.7 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1992	1.6	13.3	249.8	510.1	691.2
1993	4.9	22.5	247.6	518.4	724.6
1994	11.4	38.5	285.8	561.1	768.6
1995	8.5	45.3	301.0	554.6	717.3
1996	4.7	23.7	273.9	545.5	718.5
1997	13.0	32.3	270.7	511.6	687.0
1998	6.4	27.2	263.7	557.5	742.5
1999	8.7	33.0	282.0	566.5	760.2
2000	0.0	16.8	263.8	552.5	746.8
2001	11.6	61.1	300.7	594.6	767.2
2002	2.9	51.9	295.6	569.3	742.9
2003	14.0	23.0	289.0	569.1	747.8
2004	3.0	32.9	267.3	534.1	734.3
2005	11.1	35.6	274.2	555.7	722.6
2006	2.1	28.0	278.8	569.8	747.9
2007	9.3	41.2	311.9	618.8	797.2
2008	3.5	39.6	297.3	599.9	784.4
2009	8.8	28.4	287.0	568.9	763.0
2010	7.6	43.2	284.1	593.5	794.0
2011	9.4	42.9	263.2	551.4	733.5
2012	0.6	17.9	284.1	588.9	811.3
2013	6.7	45.2	320.5	606.0	785.4
2014	17.4	62.9	296.3	588.2	772.5
2015	6.3	34.0	262.7	551.0	768.0
2016	2.7	50.3	324.5	621.0	791.8
2017	0.8	40.0	281.9	567.6	764.5
2018	8.5	55.8	339.9	623.5	814.8

Çizelge 4.8 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1972	2.1	36.0	311.6	659.7	724.3
1973	3.0	30.9	261.6	623.5	699.7
1975	2.1	30.5	268.8	631.3	703.4
1976	0.7	23.2	259.1	576.8	674.1
1977	4.2	42.2	285.5	642.3	713.5
1978	4.7	44.0	287.2	624.3	704.0
1979	5.7	47.1	280.0	633.8	716.2
1980	0.4	21.9	247.6	606.7	698.2
1981	5.4	39.3	268.7	622.6	717.1
1982	9.6	28.0	265.7	610.7	692.1
1983	0.0	23.5	263.0	596.8	680.6
1984	8.8	41.4	280.0	609.8	691.5
1985	9.6	29.3	281.1	638.2	717.0
1986	9.9	44.8	280.7	662.4	724.3
1987	6.4	23.4	245.0	620.7	693.9
1988	7.0	27.8	265.8	640.1	705.2
1989	0.3	36.6	286.9	645.0	708.7
1990	0.0	31.5	249.9	601.1	687.4
1991	1.3	32.1	252.9	598.1	667.5
1992	0.0	12.1	251.2	597.9	674.0
1993	0.8	18.4	241.1	596.0	683.7
1994	9.2	30.9	266.3	653.7	727.3
1995	7.5	36.9	275.6	613.2	681.8
1996	2.1	24.3	250.9	608.1	691.4
1997	9.5	29.3	267.8	605.2	690.1
1998	3.7	23.0	258.0	652.8	741.9
1999	6.9	30.9	278.6	665.9	754.1
2000	0.0	16.9	275.0	656.1	727.4
2001	7.3	52.5	294.5	694.0	763.5
2002	2.0	47.8	302.7	654.6	728.1
2003	14.5	25.2	280.1	660.9	739.9
2004	1.7	30.1	276.9	641.0	719.6
2005	8.4	35.0	270.9	642.1	711.8
2006	0.5	25.9	275.7	660.3	736.9
2007	4.1	35.9	298.8	717.1	795.1
2008	1.0	33.9	301.9	708.5	788.6
2009	6.4	31.2	289.6	663.1	756.7
2010	7.2	47.1	290.3	714.1	799.9
2011	6.2	38.6	269.0	666.3	722.6
2012	0.0	12.0	270.6	670.5	763.2
2013	5.1	43.6	308.5	678.4	744.2
2014	10.8	46.5	280.7	671.1	755.7
2015	3.6	33.6	257.8	655.2	743.5
2016	0.9	43.0	303.2	699.9	767.9
2017	0.0	35.2	264.7	658.2	734.2
2018	5.2	49.6	310.5	688.8	769.2

Çizelge 4.9 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	13.8	53.0	331.7	759.8	891.1
1961	9.2	48.0	350.8	775.3	879.7
1962	10.5	52.4	353.8	808.1	929.0
1963	11.9	54.8	338.1	819.0	928.2
1964	1.9	38.3	334.9	754.3	873.3
1965	11.2	47.7	334.5	767.0	872.9
1966	12.8	60.1	343.0	789.8	922.1
1967	8.9	37.8	322.9	765.7	870.7
1968	7.2	45.0	371.3	785.9	885.8
1969	7.2	49.2	350.7	775.6	889.6
1970	14.6	71.6	365.5	806.9	895.0
1971	20.1	61.8	358.5	781.6	868.4
1972	5.9	45.1	367.8	801.4	882.1
1973	7.9	49.3	335.5	783.8	886.7
1974	2.8	47.9	327.1	761.7	873.8
1975	6.1	49.7	345.6	791.1	886.5
1976	8.5	41.6	324.9	710.3	820.0
1977	9.7	57.4	369.3	812.8	898.3
1978	8.7	62.0	362.4	774.2	867.3
1979	11.4	60.3	358.1	792.9	893.5
1980	6.4	37.0	302.2	739.8	862.5
1981	8.1	51.6	355.0	789.2	910.0
1982	13.4	40.9	330.6	762.5	863.9
1983	5.2	40.2	347.9	764.1	864.5
1984	12.3	52.7	347.1	767.8	875.4
1985	17.7	44.7	370.5	817.1	910.8
1986	14.7	54.9	365.6	840.1	918.9
1987	13.8	39.8	318.9	785.8	877.4
1988	10.3	43.9	350.7	834.3	918.5
1989	4.7	51.0	363.1	815.3	899.8
1990	3.5	49.3	344.6	794.3	909.5
1991	6.7	51.9	339.4	782.6	878.8
1992	3.0	29.2	327.6	773.6	887.0
1993	4.7	33.3	327.4	785.7	901.4
1994	11.6	44.1	356.0	872.9	972.6
1995	12.8	58.8	380.0	832.0	914.5
1996	5.7	37.8	353.6	801.1	904.3
1997	12.2	42.2	345.9	769.4	870.2
1998	6.2	35.8	339.5	827.4	933.8
1999	9.9	44.4	371.1	865.4	972.2
2000	2.8	31.8	356.3	848.0	944.8
2001	11.4	71.1	379.4	890.8	984.9
2002	4.7	55.3	369.0	829.1	917.7
2003	18.4	35.8	365.0	835.3	937.8
2004	7.4	47.2	348.7	813.8	925.0
2005	10.5	45.7	344.1	824.5	916.3
2006	3.7	41.6	360.2	841.1	930.1
2007	9.9	50.5	375.2	876.8	974.8
2008	3.1	51.0	379.3	874.1	980.4
2009	10.3	47.2	366.5	834.2	948.9
2010	11.5	58.6	364.8	883.1	991.0
2011	7.8	45.5	322.5	801.5	877.0
2012	3.1	26.6	352.2	866.0	991.8
2013	10.6	61.1	391.1	856.5	936.6
2014	14.4	61.2	351.5	812.2	917.3
2015	7.8	46.1	333.8	833.9	938.0
2016	6.8	62.6	395.2	883.9	971.1
2017	3.5	49.8	362.5	850.8	945.1
2018	6.9	65.8	411.3	905.4	999.6

Çizelge 4.10 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemler için saptanan potansiyel evapotranspirasyon miktarları (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	12.2	46.0	278.1	586.4	696.6
1961	9.3	38.1	292.7	598.9	690.9
1962	7.0	45.7	295.1	607.9	714.9
1965	11.6	48.7	352.3	781.0	879.1
1966	13.0	60.6	356.1	794.4	924.4
1967	10.1	40.7	326.0	745.5	844.6
1968	7.4	47.5	378.2	773.7	867.5
1969	7.4	53.6	351.0	738.1	842.5
1970	15.3	72.5	365.4	768.6	851.8
1971	20.0	63.1	356.2	747.0	832.0
1972	6.2	45.9	361.5	762.4	843.0
1973	6.7	51.5	340.7	751.4	847.9
1974	2.2	49.7	335.9	728.4	837.2
1975	6.5	51.9	350.4	761.6	848.3
1976	9.4	44.2	327.1	690.8	797.8
1977	9.7	61.2	364.9	774.0	856.3
1978	9.8	66.0	365.3	742.7	828.6
1979	13.2	64.4	352.1	750.5	850.3
1980	8.4	41.2	317.9	712.9	828.5
1981	9.8	54.0	343.2	735.3	852.6
1982	12.3	40.1	325.6	722.9	819.0
1983	5.3	42.5	346.8	739.9	832.1
1984	12.9	54.7	346.4	733.2	832.8
1985	16.6	44.9	370.0	776.3	867.7
1986	16.0	57.3	361.2	800.9	873.3
1987	13.3	41.0	320.0	762.1	852.8
1988	10.5	46.4	352.4	795.2	876.1
1989	2.4	48.3	364.2	794.1	873.5
1990	3.2	45.3	332.0	746.8	861.9
1991	7.5	54.8	341.4	753.8	850.0
1992	2.7	28.4	320.2	738.4	847.5
1993	4.8	33.6	314.6	738.2	848.5
1994	12.8	47.3	357.3	829.0	924.4
1995	14.7	60.4	372.3	798.5	874.6
1996	5.7	36.7	343.3	761.7	862.9
1997	12.6	41.1	336.9	728.0	831.8
1998	8.5	38.2	331.4	780.6	886.7
1999	9.8	46.8	369.1	828.6	931.0
2000	2.1	31.4	349.7	822.1	922.8
2001	11.0	74.7	387.1	879.6	975.2
2002	4.6	56.4	376.4	822.3	915.9
2003	18.9	36.4	359.3	812.9	918.6
2004	7.3	45.1	347.3	795.0	904.9
2005	11.4	49.0	348.8	804.2	892.3
2006	4.1	46.1	354.4	793.2	882.1
2007	9.5	52.8	391.0	883.2	971.8
2008	2.8	50.6	382.1	851.8	953.6
2009	10.7	46.7	361.5	804.7	920.3
2010	11.2	57.6	365.0	858.3	969.8
2011	8.6	49.0	324.4	788.9	864.8
2012	3.5	28.0	356.8	857.6	981.5
2013	11.0	64.1	403.4	856.0	936.7
2014	15.6	61.4	363.2	837.3	940.0
2015	8.0	46.5	329.4	823.1	927.4
2016	7.6	65.4	417.3	896.9	983.0
2017	3.7	50.6	358.0	843.7	945.0
2018	8.5	68.9	429.6	940.6	1030.8

Çizelge 4.11 Akhisar istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (D_i) serileri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	130.2	190.2	73.7	-326.8	-165.0
1961	76.5	131.0	-34.7	-436.0	-321.4
1962	76.9	268.4	101.1	-296.8	-38.8
1963	182.6	266.2	89.9	-363.5	-340.9
1964	18.7	183.6	-44.7	-375.2	-245.8
1965	43.4	326.6	282.9	-123.4	70.2
1966	134.4	205.1	-0.8	-399.0	-304.1
1967	67.5	100.1	-38.1	-451.4	-419.8
1968	221.8	357.1	105.4	-247.7	-174.0
1969	85.6	172.0	-62.3	-459.9	-339.8
1970	50.8	249.3	29.0	-376.7	-225.0
1971	59.9	261.5	59.0	-309.3	-190.4
1972	20.4	76.4	-147.6	-505.4	-470.0
1973	27.9	168.2	5.0	-398.1	-315.6
1974	9.8	244.7	55.0	-300.8	-156.2
1975	89.6	145.8	-33.6	-446.4	-286.4
1976	39.1	64.5	-44.0	-382.1	-170.3
1977	59.4	122.5	-109.7	-481.8	-344.6
1978	154.0	348.6	171.1	-90.7	-25.7
1979	160.1	210.6	46.2	-357.2	-220.8
1980	127.9	222.8	110.1	-294.4	-159.9
1981	217.5	280.9	46.3	-352.8	18.2
1982	43.6	130.7	22.3	-373.5	-252.0
1983	75.0	105.0	-95.7	-471.6	-312.2
1984	114.2	234.9	54.2	-334.9	-363.5
1985	102.2	164.5	-92.0	-496.5	-426.5
1986	161.1	278.6	36.1	-398.6	-285.0
1987	159.4	233.1	77.6	-365.8	-271.2
1988	13.4	148.4	-83.1	-540.6	-386.6
1989	4.3	22.3	-219.9	-648.5	-441.2
1990	-0.6	36.0	-149.3	-557.1	-412.0
1991	33.8	43.6	-63.4	-468.9	-441.2
1992	-2.9	59.8	-158.6	-561.8	-464.1
1993	36.9	169.4	-5.6	-423.2	-343.7
1994	52.1	125.5	-115.4	-553.2	-495.4
1995	140.5	275.2	32.0	-341.1	-171.3
1996	11.1	142.9	-64.8	-389.0	-345.6
1997	48.9	161.0	-4.8	-383.8	-154.8
1998	97.0	200.3	163.9	-287.5	-109.8
1999	67.6	306.3	15.2	-458.2	-379.2
2000	60.0	216.8	-23.7	-495.5	-518.0
2001	7.0	65.4	-63.0	-522.7	-208.6
2002	35.8	98.3	-118.9	-525.8	-339.2
2003	56.3	200.8	-8.4	-420.9	-307.4
2004	198.6	242.2	32.8	-412.3	-424.3
2005	60.4	255.7	91.2	-358.7	-220.6
2006	55.6	213.1	-62.6	-452.5	-450.8
2007	33.3	49.7	-218.2	-692.7	-512.5
2008	23.6	27.4	-222.3	-657.0	-608.6
2009	127.6	347.1	125.2	-258.6	-130.8
2010	75.5	260.9	54.5	-440.3	-252.7
2011	57.6	109.9	-13.0	-459.6	-304.8
2012	108.3	208.5	22.4	-470.5	-438.7
2013	169.0	355.9	152.4	-295.6	-197.3
2014	60.1	86.3	9.8	-408.1	-273.7
2015	114.3	229.7	48.4	-428.2	-383.7
2016	160.9	374.3	123.1	-332.1	-303.4
2017	204.3	210.1	-11.2	-466.9	-403.8
2018	55.1	154.9	-123.4	-601.5	-529.2

*Koyu rakamlar su eksigini göstermektedir.

Çizelge 4.12 Demirci istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (D_i) serileri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1992	-1.2	95.1	39.9	-190.1	-207.9
1993	48.5	213.4	144.9	-120.3	-112.5
1994	45.4	148.8	52.9	-200.1	-209.5
1995	159.5	266.8	115.6	-74.7	-43.9
1996	16.6	223.9	58.0	-142.0	-134.4
1997	44.2	82.3	79.4	-60.1	111.6
1998	49.4	207.4	133.6	-123.0	15.5
1999	95.0	370.4	159.5	-88.8	-130.1
2000	72.4	223.6	110.3	-165.8	-265.1
2001	-3.7	15.4	-64.2	-280.8	-36.0
2002	38.8	88.1	-53.7	-246.5	-231.2
2003	86.5	204.2	109.3	-146.3	-157.8
2004	138.2	181.2	33.9	-228.5	-317.0
2005	71.0	273.7	196.9	-24.1	70.7
2006	113.5	305.4	144.1	-83.3	-115.8
2007	32.4	70.6	-108.3	-413.3	-297.9
2008	20.3	94.8	-92.1	-345.6	-377.9
2009	177.5	430.9	250.2	-9.0	59.0
2010	113.6	307.5	153.1	-113.9	-49.2
2011	90.4	126.1	101.0	-168.6	-142.0
2012	126.2	283.3	259.6	-33.7	-45.5
2013	155.3	362.6	205.9	-63.0	-61.8
2014	34.6	44.9	27.7	-208.8	-127.4
2015	97.5	287.0	169.0	-55.3	-151.5
2016	261.7	422.7	239.9	1.5	-1.8
2017	171.8	226.0	179.7	-80.2	-39.3
2018	50.1	195.3	57.7	-112.3	-109.4

*Koyu rakamlar su eksiğini göstermektedir.

Çizelge 4.13 Gediz istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (D_i) serileri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1972	19.3	60.9	0.6	-295.9	-218.3
1973	18.0	172.4	56.2	-269.4	-158.5
1975	61.2	159.4	60.9	-293.0	-143.6
1976	59.8	94.5	-7.7	-278.2	-133.6
1977	46.6	93.9	-34.1	-327.2	-197.2
1978	166.6	402.8	243.5	-6.4	62.2
1979	185.0	210.2	110.6	-238.0	-39.5
1980	134.7	226.2	85.4	-227.8	-78.6
1981	106.5	164.4	152.6	-181.9	58.8
1982	59.6	107.2	-16.4	-326.5	-266.4
1983	68.8	124.9	69.9	-158.7	34.4
1984	77.3	232.6	99.6	-172.7	-176.2
1985	172.8	296.5	116.6	-197.2	-107.8
1986	127.1	206.2	50.8	-290.1	-155.1
1987	137.4	191.6	99.7	-249.7	-171.0
1988	10.4	156.1	59.6	-304.1	-164.4
1989	5.2	10.6	-188.6	-535.0	-354.3
1990	9.1	46.7	-42.2	-326.7	-185.5
1991	36.4	84.1	15.4	-285.8	-229.3
1992	0.2	75.0	-18.7	-340.9	-257.1
1993	50.3	177.5	74.1	-280.3	-185.7
1994	59.7	142.3	24.9	-335.5	-211.9
1995	84.8	177.2	33.7	-227.6	-103.6
1996	18.5	152.8	45.5	-245.3	-147.9
1997	35.9	50.2	1.3	-283.6	-74.7
1998	67.1	245.9	149.9	-215.8	-42.9
1999	96.8	299.3	124.3	-194.4	-173.6
2000	63.7	234.9	134.2	-216.3	-177.1
2001	1.9	35.1	-49.7	-400.8	-34.7
2002	48.1	100.8	-57.6	-292.0	-203.6
2003	72.7	174.5	92.0	-279.3	-182.1
2004	110.6	153.5	18.5	-313.8	-281.2
2005	40.7	237.1	144.6	-129.8	0.9
2006	73.1	221.6	38.7	-297.3	-269.8
2007	58.4	106.2	-82.1	-491.8	-305.1
2008	17.3	57.2	-133.9	-464.5	-396.2
2009	121.6	348.0	167.4	-106.1	34.4
2010	69.1	221.8	60.9	-325.6	-148.0
2011	88.2	109.5	46.1	-331.4	-149.0
2012	126.0	252.8	159.4	-234.9	-69.8
2013	142.5	350.8	143.5	-215.6	-154.8
2014	29.2	28.1	-8.5	-377.5	-418.1
2015	-3.6	70.8	43.1	-285.2	-286.5
2016	218.8	286.8	148.6	-195.9	-183.3
2017	96.8	126.1	92.1	-269.8	-166.4
2018	73.2	179.8	145.1	-103.0	-18.8

*Koyu rakamlar su eksiğini göstermektedir.

Çizelge 4.14 Manisa istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (D_i) serileri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	160.7	233.4	55.1	-368.7	-43.0
1961	99.4	191.1	101.3	-322.7	-171.1
1962	68.9	342.8	136.6	-280.8	115.8
1963	185.5	334.8	195.7	-265.6	-224.8
1964	32.2	219.5	-22.2	-386.5	-261.2
1965	69.2	464.2	439.1	6.6	292.9
1966	229.3	417.1	246.4	-150.6	122.5
1967	127.8	165.4	12.2	-382.5	-258.8
1968	271.0	441.4	191.8	-178.8	-35.9
1969	129.7	269.5	37.4	-370.3	-132.3
1970	80.3	355.3	170.1	-247.3	-72.3
1971	51.9	321.6	79.9	-277.5	-54.8
1972	22.7	102.2	-119.0	-526.8	-422.6
1973	51.8	286.9	138.7	-284.6	-139.9
1974	15.8	280.3	98.5	-287.6	-74.0
1975	155.3	269.9	130.0	-297.8	-123.7
1976	63.6	141.8	24.2	-323.0	-27.8
1977	68.3	143.9	-86.2	-478.2	-225.9
1978	248.5	510.5	337.1	13.2	127.8
1979	219.1	293.8	79.5	-336.2	-150.5
1980	195.6	308.2	201.2	-235.3	1.9
1981	290.1	394.2	160.3	-272.2	143.6
1982	40.0	194.1	80.5	-344.8	-179.4
1983	63.8	170.6	-32.2	-377.5	-179.6
1984	193.3	363.6	173.9	-217.6	-226.5
1985	144.6	245.5	-16.1	-462.4	-327.6
1986	200.8	352.5	148.4	-320.7	-127.0
1987	248.7	339.1	153.9	-312.9	-123.4
1988	17.4	270.9	0.2	-480.7	-322.2
1989	-3.9	70.2	-178.3	-623.1	-294.3
1990	2.8	36.0	-176.8	-595.9	-433.4
1991	33.1	53.8	-40.6	-460.4	-354.9
1992	-2.7	62.7	-171.6	-568.8	-452.5
1993	47.7	215.9	46.9	-411.2	-248.7
1994	62.2	193.2	-18.7	-535.6	-379.3
1995	190.6	354.5	158.3	-249.3	-138.4
1996	6.9	178.3	-20.5	-424.8	-335.6
1997	88.5	203.4	39.7	-381.5	-102.5
1998	168.2	346.6	176.3	-272.4	-66.4
1999	101.5	476.4	173.8	-317.0	-207.1
2000	93.7	294.8	42.9	-446.2	-374.5
2001	63.2	128.3	-59.8	-551.9	17.3
2002	63.0	151.8	-93.9	-457.1	-294.8
2003	88.3	311.6	99.9	-363.2	-269.6
2004	225.2	262.4	25.9	-433.9	-397.9
2005	83.3	345.1	184.5	-262.5	-121.9
2006	84.9	303.4	54.8	-364.3	-300.5
2007	27.1	50.5	-191.8	-693.4	-496.2
2008	24.3	69.2	-192.7	-641.7	-574.2
2009	197.1	505.2	286.9	-144.6	20.7
2010	149.1	382.2	240.0	-252.5	86.6
2011	88.6	165.4	26.7	-443.5	-257.4
2012	123.9	270.0	112.6	-401.2	-306.9
2013	221.0	462.5	274.3	-149.6	-16.4
2014	95.2	164.4	129.6	-258.8	-72.0
2015	170.0	300.1	153.6	-266.3	-164.0
2016	228.6	397.8	156.3	-298.6	-207.9
2017	251.1	320.2	82.4	-403.6	-294.4
2018	55.6	201.0	6.1	-448.0	-266.2

*Koyu rakamlar su eksiğini göstermektedir.

Çizelge 4.15 Salihli istasyonu için çeşitli referans dönemler için saptanan su dengesi (D_i) serileri (mm)

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	84.1	173.9	35.9	-267.9	-160.7
1961	58.3	128.5	-32.1	-338.3	-351.3
1962	71.4	226.9	48.1	-243.6	-71.1
1965	25.8	252.4	174.8	-250.3	-157.1
1966	137.4	242.4	8.0	-382.8	-376.0
1967	59.2	92.4	-109.0	-522.2	-471.1
1968	195.3	320.8	88.9	-270.1	-198.9
1969	102.4	180.9	-35.1	-419.7	-396.1
1970	57.2	170.8	-68.5	-464.9	-361.2
1971	53.9	165.6	-77.6	-435.5	-313.3
1972	29.4	80.1	-69.0	-421.1	-387.1
1973	20.7	86.8	-98.3	-483.1	-448.0
1974	6.9	166.2	-48.5	-399.1	-365.7
1975	58.1	107.1	-71.9	-475.2	-359.0
1976	35.6	75.0	-35.2	-368.3	-260.8
1977	28.7	72.8	-105.6	-480.4	-301.1
1978	164.9	267.3	32.7	-254.6	-159.6
1979	97.8	125.9	-26.1	-418.8	-353.8
1980	100.2	198.5	26.6	-367.3	-234.4
1981	186.8	262.5	26.8	-361.4	-249.0
1982	25.4	119.9	-28.0	-396.3	-376.2
1983	65.9	142.8	-78.2	-453.7	-341.0
1984	65.1	204.3	4.5	-344.1	-380.9
1985	99.4	162.0	-132.8	-525.6	-491.5
1986	88.1	180.4	-67.9	-485.5	-428.9
1987	81.3	125.3	-76.9	-519.0	-416.6
1988	2.7	153.8	-91.5	-522.9	-378.2
1989	0.8	14.5	-254.3	-680.5	-433.3
1990	4.2	30.5	-180.7	-558.7	-475.9
1991	29.2	58.2	-92.4	-482.9	-400.4
1992	-2.7	56.7	-201.3	-608.7	-530.4
1993	47.6	196.4	3.0	-418.6	-387.1
1994	40.9	143.7	-47.6	-493.4	-397.9
1995	107.0	188.6	-26.8	-421.4	-368.5
1996	6.4	124.2	-84.8	-440.2	-400.0
1997	30.5	106.1	-42.1	-410.0	-321.6
1998	42.7	126.9	20.1	-392.1	-238.3
1999	61.6	243.3	-61.8	-496.6	-486.0
2000	53.7	219.5	-1.4	-470.5	-496.9
2001	-0.3	16.4	-155.4	-614.7	-436.3
2002	73.0	101.9	-149.5	-460.0	-392.9
2003	38.3	212.4	5.5	-447.0	-328.5
2004	115.5	139.1	-85.6	-533.1	-556.8
2005	50.6	175.1	-50.4	-468.9	-372.4
2006	95.3	214.0	-21.8	-384.0	-345.7
2007	37.5	48.7	-225.2	-713.0	-558.7
2008	23.7	25.9	-276.4	-696.2	-659.4
2009	75.9	242.0	-2.1	-388.3	-322.6
2010	54.8	157.7	25.7	-410.1	-321.1
2011	67.9	102.6	-26.1	-483.4	-413.5
2012	94.4	189.2	45.1	-442.4	-407.1
2013	95.6	200.7	-4.8	-431.0	-356.5
2014	13.4	15.2	-156.2	-597.9	-507.2
2015	109.4	196.5	30.5	-428.8	-462.9
2016	118.5	188.7	-138.0	-571.0	-534.3
2017	131.7	126.9	-67.6	-544.1	-523.4
2018	45.9	90.7	-181.4	-670.2	-590.0

*Koyu rakamlar su eksiğini göstermektedir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde Akhisar istasyonunda 1 aylık dönemde 1990 ve 1992 yıllarında, 6 aylık dönemde 1961, 1964, 1966, 1967, 1969, 1972, 1975-1977, 1983, 1985, 1988-1994, 1996, 1997, 2000-2002, 2006-2008, 2011, 2017 ve 2018 yıllarında, 9 aylık dönemde tüm yıllarda, 12 aylık dönemde de 1965 ve 1981 hariç diğer yıllarda su eksiği görülmüştür.

Çizelge 4.12 incelendiğinde Demirci istasyonunda 1 aylık dönemde 1992 ve 2001 yıllarında, 6 aylık dönemde 2001, 2002, 2007 ve 2008 yıllarında, 9 aylık dönemde 2016 hariç tüm yıllarda, 12 aylık dönemde 1997, 1998, 2005 ve 2009 hariç diğer yıllarda su eksiği görülmüştür.

Çizelge 4.13 incelendiğinde Gediz istasyonunda 1 aylık dönemde 2015 yılında, 6 aylık dönemde 1976, 1977, 1989, 1990, 1992, 2001, 2002, 2007, 2008 ve 2014 yıllarında, 9 aylık dönemde tüm yıllarda, 12 aylık dönemde de 1978, 1981, 1983, 2005 ve 2009 yılları hariç diğer yıllarda su eksiği meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14 incelendiğinde Manisa istasyonunda 1 aylık dönemde 1989 ve 1992 yıllarında, 6 aylık dönemde 1964, 1972, 1977, 1985, 1989-1992, 1994, 1996, 2001, 2002, 2007 ve 2008 yıllarında, 9 aylık dönemde 1965 ve 1978 hariç diğer yıllarda, 12 aylık dönemde de tüm yıllarda su eksiği yaşanmıştır.

Çizelge 4.15 incelendiğinde de Salihli istasyonunda 1 aylık dönemde 1992 ve 2001 yıllarında, 6 aylık dönemde 1960, 1962, 1965, 1966, 1968, 1978, 1984, 1993, 2003, 2010, 2012, 2015 yılları hariç diğer yıllarda, 9 ve 12 aylık dönemlerde ise tüm yıllarda su eksiği meydana gelmiştir.

Tüm istasyonlarda ise 3 aylık dönemlerde hiç su eksiği yaşanmamış, gözlem süresi boyunca hep su fazlası görülmüştür.

4.3 Çeşitli Referans Dönemler İçin Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) Serileri

Çeşitli referans dönemler için SPEI serilerini saptamak için öncelikle çizelge 4.11-4.15’de elde edilen su dengesi (D_i) serilerine en iyi uyumu sağlayan frekans dağılımları tespit edilmiştir. Bu amaçla Normal (N), 3-parametrelili Normal (N3), 3-parametrelili Gama (G3), Lojistik (LO) ve 3-parametrelili Logaritmik Lojistik (LLO3) dağılımları uygulanmış ve en uygun dağılım Anderson-Darling (AD) test istatistiği ile saptanmış ve sonuçlar çizelge 4.16-4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (D_i) serilerine uygulanan frekans dağılımları, parametreler ve kriterler

Dağılım	Parametre ve Kriter	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Normal (N)	Ortalama	82.62	188.8	-3.34	-415.7	-299.8
	Standart Sapma	59.75	91.61	101.5	113.7	141.2
	AD	1.321	0.243	0.181	0.351	0.237
	P	<0.005	0.758	0.91	0.459	0.778
	Konum	4.721	7.759	8.584	8.255	6.979
3-parametrelili Normal (N3)	Ölçek	0.4842	0.03867	0.01885	0.0293	0.1289
	Eşik	-43.16	-2155	-5348	-4263	-1383
	AD	0.37	0.267	0.195	0.346	0.147
	P	*	*	*	*	*
	Şekil	2.749	11.2	314.8	1757	476.8
3-parametrelili Gama (G3)	Ölçek	36.92	28.16	5.687	2.689	6.385
	Eşik	-18.89	-126.6	-1805	-5181	-3364
	AD	0.338	0.449	0.658	4.078	0.598
	P	*	*	*	*	*
	Konum	76.99	188.7	-1.879	-415.5	-304.4
Lojistik (LO)	Ölçek	34.38	53.46	56.91	61.69	80.12
	AD	1.208	0.311	0.155	0.151	0.247
	P	<0.005	>0.25	>0.25	>0.25	>0.25
	Konum	4.575	8.474	8.577	8.501	6.866
	Ölçek	0.3342	0.01117	0.01073	0.01254	0.08318
3-parametrelili Log-Lojistik (LLO3)	Eşik	-28.49	-4599	-5310	-5338	-1268
	AD	0.417	0.316	0.169	0.159	0.202
	P	*	*	*	*	*

* Koyu rakamlar Anderson-Darling test istatistiğinin dağılımlar arasında en küçük olanını ve en uygun dağılımı gösteren değeri göstermektedir.

AD: Anderson-Darling test istatistiği, P: olasılık değeri

Akhisar istasyonu için en uygun dağılım 1 aylık dönem için 3-parametrelili Gama (G3), 3 aylık dönem için Normal (N), 6 aylık dönem için Lojistik (LO), 9 aylık dönem için Lojistik (LO), 12 aylık dönem için 3-parametrelili Normal (N3) olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.17 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (D_i) serilerine uygulanan frekans dağılımları, parametreler ve kriterler

Dağılım	Parametre ve Kriter	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Normal (N)	Ortalama	85.39	213	100.1	-139.9	-115.1
	Standart Sapma	63.02	113.5	100.3	101.1	120.4
	AD	0.479	0.26	0.338	0.485	0.217
	P	0.217	0.683	0.477	0.209	0.824
	Konum	4.896	6.974	8.986	9.215	8.995
3-parametrel Normal (N3)	Ölçek	0.4246	0.1038	0.01235	0.009912	0.01467
	Eşik	-60.77	-860.9	-7890	-10191	-8181
	AD	0.204	0.287	0.357	0.499	0.231
	P	*	*	*	*	*
	Şekil	6.141	110.9	1299	9356	2212
3-parametrel Gama (G3)	Ölçek	24.4	10.57	2.743	1.029	2.516
	Eşik	-64.44	-963.7	-3495	-9858	-5732
	AD	0.221	0.299	2.134	14.098	2.918
	P	*	*	*	*	*
	Konum	80.14	211.5	106	-130.2	-111.8
Lojistik (LO)	Ölçek	35.06	65.64	56.56	55.06	67.88
	AD	0.429	0.295	0.288	0.339	0.218
	P	0.243	>0.25	>0.25	>0.25	>0.25
	Konum	4.767	7.121	8.895	9.058	8.879
	Ölçek	0.2859	0.5303	0.007769	0.006436	0.009471
3-parametrel Log-Lojistik (LLO3)	Eşik	-44.91	-1029	-7190	-8714	-7290
	AD	0.244	0.308	0.3	0.352	0.224
	P	*	*	*	*	*

* Koyu rakamlar Anderson-Darling test istatistiğinin dağılımlar arasında en küçük olanını ve en uygun dağılımı gösteren değeri göstermektedir.

AD: Anderson-Darling test istatistiği, P: olasılık değeri

Demirci istasyonu için en uygun dağılım 1 aylık dönem için 3-parametrel Normal (N3), 3 aylık dönem için Normal (N), 6 aylık dönem için Lojistik (LO), 9 aylık dönem için Lojistik (LO), 12 aylık dönem için Normal (N) olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.18 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (D_i) serilerine uygulanan frekans dağılımları, parametreler ve kriterler

Dağılım	Parametre ve Kriter	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Normal (N)	Ortalama	73.11	166.5	53.68	-270	-157.2
	Standart Sapma	53.08	91.84	84.41	97.09	110.9
	AD	0.644	0.3	0.296	0.687	0.517
	P	0.087	0.567	0.58	0.068	0.18
3-parametrel Normal (N3)	Konum	4.801	5.872	8.891	8.847	8.741
	Ölçek	0.4033	0.2487	0.01152	0.01383	0.01756
	Eşik	-58.54	-199.7	-7213	-7225	-6410
	AD	0.296	0.201	0.298	0.678	0.509
3-parametrel Gama (G3)	P	*	*	*	*	*
	Şekil	3.186	12.08	8333	6100	1816
	Ölçek	30.37	26.1	0.9162	1.231	2.576
	Eşik	-23.67	-148.9	-7655	-7849	-4878
Lojistik (LO)	AD	0.268	0.179	18.775	13.522	3.623
	P	*	*	*	*	*
	Konum	68.91	162.3	57.14	-269.1	-158.2
	Ölçek	29.82	52.45	46.98	51	61.51
3-parametrel Log-Lojistik (LLO3)	AD	0.529	0.299	0.246	0.369	0.444
	P	0.135	>0.25	>0.25	>0.25	0.228
	Konum	4.734	5.829	8.705	8.593	8.382
	Ölçek	0.255	0.1531	0.007799	0.009457	0.01407
3-parametrel Log-Lojistik (LLO3)	Eşik	-50.18	-183.7	-5978	-5665	-4527
	AD	0.335	0.267	0.254	0.373	0.432
	P	*	*	*	*	*

* Koyu rakamlar Anderson-Darling test istatistiğinin dağılımlar arasında en küçük olanını ve en uygun dağılımı gösteren değeri göstermektedir.

AD: Anderson-Darling test istatistiği, P: olasılık değeri

Gediz istasyonu için en uygun dağılım 1 aylık dönem için 3-parametrel Gama (G3), 3 aylık dönem için 3-parametrel Gama (G3), 6 aylık dönem için Lojistik (LO), 9 aylık dönem için Lojistik (LO), 12 aylık dönem için 3-parametrel Log-Lojistik (LLO3) olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.19 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (D_i) serilerine uygulanan frekans dağılımları, parametreler ve kriterler

Dağılım	Parametre ve Kriter	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Normal (N)	Ortalama	114.8	266.1	75.3	-354.1	-176.3
	Standart Sapma	80.57	120.8	132.8	141.3	173.9
	AD	1.256	0.263	0.357	0.408	0.158
	P	<0.005	0.69	0.443	0.336	0.949
3-parametrel Normal (N3)	Konum	5.172	9.978	8.888	8.837	7.635
	Ölçek	0.4308	0.005556	0.01817	0.02034	0.08294
	Eşik	-78.07	-21290	-7174	-7243	-2252
	AD	0.64	0.278	0.38	0.414	0.108
	P	*	*	*	*	*
3-parametrel Gama (G3)	Şekil	2.71	23.07	75.52	1489	875.9
	Ölçek	51.82	25.5	15.3	3.632	5.815
	Eşik	-25.62	-322.3	-1084	-5806	-5308
	AD	0.555	0.435	0.561	3.609	1.387
	P	*	*	*	*	*
Lojistik (LO)	Konum	109.3	267	78.14	-352.1	-180.3
	Ölçek	47.88	70.16	74.38	77.74	98.58
	AD	1.279	0.334	0.307	0.285	0.176
	P	<0.005	>0.25	>0.25	>0.25	>0.25
3-parametrel Log-Lojistik (LLO3)	Konum	4.972	10.01	8.892	8.877	7.486
	Ölçek	0.3192	0.003146	0.01024	0.01086	0.05518
	Eşik	-47.38	-22036	-7198	-7519	-1966
	AD	0.682	0.336	0.326	0.3	0.146
	P	*	*	*	*	*

* Koyu rakamlar Anderson-Darling test istatistiğinin dağılımlar arasında en küçük olanını ve en uygun dağılımı gösteren değeri göstermektedir.

AD: Anderson-Darling test istatistiği, P: olasılık değeri

Manisa istasyonu için en uygun dağılım 1 aylık dönem için 3-parametrel Gama (G3), 3 aylık dönem için Normal (N), 6 aylık dönem için Lojistik (LO), 9 aylık dönem için Lojistik (LO), 12 aylık dönem için 3-parametrel Normal (N3) olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.20 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemleri için su dengesi (D_i) serilerine uygulanan frekans dağılımları, parametreler ve kriterler

Dağılım	Parametre ve Kriter	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Normal (N)	Ortalama	64.3	148	-56.31	-456.7	-382.7
	Standart Sapma	45.27	71.06	84.4	106.8	113.7
	AD	0.639	0.199	0.543	0.576	0.566
	P	0.091	0.881	0.156	0.128	0.136
3-parametrel Normal (N3)	Konum	4.727	9.204	8.8	8.976	7.26
	Ölçek	0.3727	0.007091	0.01264	0.01341	0.07878
	Eşik	-56.67	-9786	-6689	-8371	-1810
	AD	0.237	0.215	0.565	0.59	0.487
	P	*	*	*	*	*
3-parametrel Gama (G3)	Şekil	3.027	18.04	3328	1465	1903
	Ölçek	26.99	17.12	1.453	2.775	2.579
	Eşik	-17.39	-160.9	-4938	-4557	-5334
	AD	0.269	0.447	9.403	4.107	3.998
	P	*	*	*	*	*
Lojistik (LO)	Konum	60.87	148.9	-52.26	-453.2	-385.6
	Ölçek	25.31	41.15	46.22	58.47	62
	AD	0.461	0.274	0.368	0.345	0.369
	P	0.21	>0.25	>0.25	>0.25	>0.25
3-parametrel Log-Lojistik (LLO3)	Konum	4.675	9.231	8.687	8.83	7.193
	Ölçek	0.23	0.004033	0.007819	0.008571	0.04652
	Eşik	-50.52	-10057	-5977	-7287	-1718
	AD	0.277	0.278	0.39	0.361	0.342
P	*	*	*	*	*	

* Koyu rakamlar Anderson-Darling test istatistiğinin dağılımlar arasında en küçük olanını ve en uygun dağılımı gösteren değeri göstermektedir.

AD: Anderson-Darling test istatistiği, P: olasılık değeri

Salihli istasyonu için en uygun dağılım 1 aylık dönem için 3-parametrel Normal (N3), 3 aylık dönem için Normal (N), 6 aylık dönem için Lojistik (LO), 9 aylık dönem için Lojistik (LO), 12 aylık dönem için 3-parametrel Log-Lojistik (LLO3) olarak seçilmiştir.

Çizelge 4.21'de her bir istasyon için su dengesi (D_i), serilerine en iyi uyum sağlayan olasılık dağılımları toplu halde verilmiştir.

Çizelge 4.21 İstasyonlar için su dengesi (D_i), serilerine en iyi uyum sağlayan olasılık dağılımları

İstasyonlar	Referans Dönemler				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Akhisar	3-parametrel Gama	Normal	Lojistik	Lojistik	3-parametrel Normal
Demirci	3-parametrel Normal	Normal	Lojistik	Lojistik	Normal
Gediz	3-parametrel Gama	3-parametrel Gama	Lojistik	Lojistik	3-parametrel Log-Lojistik
Manisa	3-parametrel Gama	Normal	Lojistik	Lojistik	3-parametrel Normal
Salihli	3-parametrel Normal	Normal	Lojistik	Lojistik	3-parametrel Log-Lojistik

Çizelge 4.16–4.20’de istasyonlar için referans dönemlere göre seçilen frekans dağılımlarının parametrelerinden faydalanarak her bir su dengesi D_i serisinin birikimli dağılım fonksiyon $F_{(x)}$ değerleri hesaplanmış, bu fonksiyonlara karşılık gelen değerlerden yararlanarak eşitlik 3.5–3.6 ile her bir istasyon ve referans dönemler için *SPEI* değerleri saptanmıştır. Saptanan *SPEI* serileri Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli istasyonları için sırasıyla çizelge 4.22-4.26’da ve şekil 4.1-4.5’de de elde edilen *SPEI* serilerinin zamana göre değişim grafikleri verilmiştir.



Çizelge 4.22 Akhisar istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan *SPEI* serileri

Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	0.88	0.02	0.81	0.87	0.98
1961	0.10	-0.63	-0.36	-0.21	-0.09
1962	0.11	0.87	1.08	1.14	1.74
1963	1.47	0.84	0.97	0.52	-0.23
1964	-1.20	-0.06	-0.47	0.41	0.44
1965	-0.54	1.50	2.48	2.38	2.35
1966	0.93	0.18	0.01	0.17	0.04
1967	-0.06	-0.97	-0.40	-0.36	-0.84
1968	1.86	1.84	1.12	1.54	0.92
1969	0.25	-0.18	-0.65	-0.45	-0.22
1970	-0.38	0.66	0.34	0.39	0.59
1971	-0.20	0.79	0.66	1.03	0.81
1972	-1.15	-1.23	-1.46	-0.88	-1.26
1973	-0.92	-0.22	0.08	0.18	-0.05
1974	-1.52	0.61	0.62	1.10	1.03
1975	0.31	-0.47	-0.35	-0.31	0.16
1976	-0.64	-1.36	-0.46	0.34	0.94
1977	-0.21	-0.72	-1.12	-0.66	-0.26
1978	1.16	1.74	1.69	2.57	1.82
1979	1.23	0.24	0.52	0.58	0.61
1980	0.85	0.37	1.16	1.16	1.01
1981	1.82	1.01	0.52	0.63	2.06
1982	-0.53	-0.63	0.27	0.42	0.40
1983	0.08	-0.91	-0.99	-0.56	-0.02
1984	0.67	0.50	0.61	0.80	-0.40
1985	0.50	-0.26	-0.95	-0.80	-0.90
1986	1.24	0.98	0.41	0.17	0.17
1987	1.22	0.48	0.85	0.50	0.27
1988	-1.38	-0.44	-0.87	-1.19	-0.58
1989	-1.75	-1.82	-2.03	-2.01	-1.02
1990	-2.00	-1.67	-1.48	-1.33	-0.78
1991	-0.77	-1.59	-0.66	-0.53	-1.02
1992	-2.13	-1.41	-1.56	-1.37	-1.21
1993	-0.69	-0.21	-0.04	-0.08	-0.25
1994	-0.35	-0.69	-1.18	-1.30	-1.48
1995	1.00	0.94	0.37	0.74	0.94
1996	-1.47	-0.50	-0.68	0.27	-0.27
1997	-0.42	-0.30	-0.03	0.32	1.02
1998	0.42	0.12	1.63	1.22	1.32
1999	-0.05	1.28	0.19	-0.43	-0.52
2000	-0.19	0.30	-0.24	-0.79	-1.68
2001	-1.63	-1.35	-0.66	-1.04	0.69
2002	-0.72	-0.99	-1.21	-1.07	-0.22
2003	-0.27	0.13	-0.07	-0.05	0.01
2004	1.64	0.58	0.38	0.03	0.88
2005	-0.19	0.73	0.98	0.57	0.61
2006	-0.28	0.26	-0.66	-0.37	-1.10
2007	-0.78	-1.52	-2.02	-2.29	-1.63
2008	-1.05	-1.76	-2.05	-2.06	-2.54
2009	0.84	1.73	1.30	1.46	1.19
2010	0.08	0.79	0.61	-0.25	0.40
2011	-0.24	-0.86	-0.12	-0.44	0.03
2012	0.59	0.21	0.27	-0.55	-1.00
2013	1.33	1.82	1.54	1.15	0.77
2014	0.19	1.12	0.13	0.07	0.25
2015	0.67	0.45	0.55	-0.13	-0.56
2016	1.24	2.02	1.28	0.82	0.04
2017	1.69	0.23	-0.10	-0.52	-0.72
2018	-0.29	-0.37	-1.25	-1.68	-1.78

Çizelge 4.23 Demirci istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan *SPEI* serileri

*Koyu rakamlar kuraklığı göstermektedir.		Referans dönem			
Yıl	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1992	-1.91	-1.04	-0.72	-0.67	-0.77
1993	-0.47	0.00	0.43	0.11	0.02
1994	-0.54	-0.57	-0.58	-0.77	-0.78
1995	1.17	0.47	0.11	0.62	0.59
1996	-1.29	0.10	-0.52	-0.13	-0.16
1997	-0.57	-1.15	-0.29	0.78	1.88
1998	-0.46	-0.05	0.30	0.08	1.08
1999	0.36	1.39	0.58	0.47	-0.12
2000	-0.01	0.09	0.05	-0.40	-1.25
2001	-2.01	-1.74	-1.67	-1.55	0.66
2002	-0.70	-1.10	-1.59	-1.24	-0.96
2003	0.23	-0.08	0.04	-0.18	-0.35
2004	0.94	-0.28	-0.78	-1.06	-1.68
2005	-0.04	0.53	0.97	1.14	1.54
2006	0.62	0.81	0.42	0.53	-0.01
2007	-0.85	-1.25	-2.01	-2.52	-1.52
2008	-1.18	-1.04	-1.89	-2.06	-2.18
2009	1.36	1.92	1.46	1.28	1.45
2010	0.62	0.83	0.52	0.19	0.55
2011	0.29	-0.77	-0.05	-0.43	-0.22
2012	0.79	0.62	1.54	1.05	0.58
2013	1.13	1.32	1.05	0.75	0.44
2014	-0.80	-1.48	-0.84	-0.86	-0.10
2015	0.40	0.65	0.68	0.83	-0.30
2016	2.07	1.85	1.37	1.38	0.94
2017	1.30	0.11	0.79	0.56	0.63
2018	-0.44	-0.16	-0.53	0.20	0.05

Çizelge 4.24 Gediz istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan *SPEI* serileri

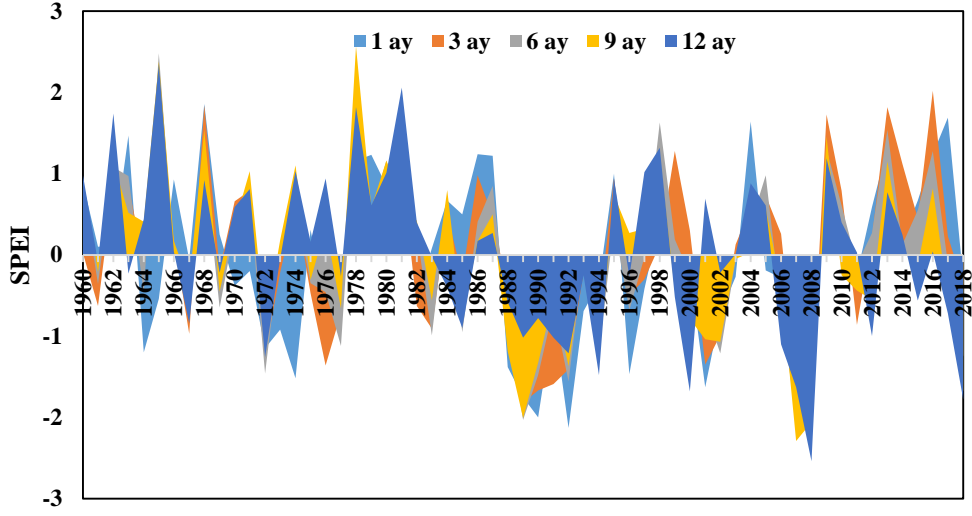
Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1972	-1.08	-1.23	-0.74	-0.33	-0.60
1973	-1.12	0.16	-0.01	0.00	0.01
1975	-0.04	0.02	0.05	-0.29	0.16
1976	-0.07	-0.76	-0.84	-0.11	0.26
1977	-0.35	-0.77	-1.15	-0.70	-0.39
1978	1.54	2.24	2.08	2.53	1.90
1979	1.75	0.56	0.70	0.38	1.14
1980	1.14	0.72	0.37	0.50	0.79
1981	0.74	0.07	1.20	1.02	1.88
1982	-0.07	-0.60	-0.94	-0.69	-1.05
1983	0.11	-0.38	0.17	1.27	1.71
1984	0.26	0.78	0.56	1.12	-0.17
1985	1.61	1.37	0.77	0.86	0.52
1986	1.04	0.52	-0.08	-0.26	0.04
1987	1.17	0.37	0.56	0.24	-0.12
1988	-1.39	-0.02	0.03	-0.43	-0.05
1989	-1.60	-2.03	-2.55	-2.55	-1.78
1990	-1.44	-1.44	-1.24	-0.69	-0.27
1991	-0.59	-0.90	-0.55	-0.20	-0.70
1992	-1.83	-1.03	-0.97	-0.85	-0.97
1993	-0.27	0.22	0.23	-0.14	-0.27
1994	-0.07	-0.18	-0.43	-0.79	-0.53
1995	0.39	0.21	-0.31	0.50	0.56
1996	-1.10	-0.06	-0.15	0.29	0.12
1997	-0.61	-1.39	-0.73	-0.18	0.83
1998	0.08	0.91	1.17	0.64	1.11
1999	0.59	1.39	0.87	0.89	-0.15
2000	0.01	0.80	0.98	0.64	-0.18
2001	-1.75	-1.62	-1.32	-1.47	1.18
2002	-0.32	-0.68	-1.41	-0.28	-0.45
2003	0.18	0.18	0.46	-0.12	-0.23
2004	0.80	-0.05	-0.51	-0.54	-1.19
2005	-0.49	0.82	1.10	1.55	1.46
2006	0.19	0.67	-0.24	-0.34	-1.08
2007	-0.09	-0.61	-1.65	-2.24	-1.39
2008	-1.14	-1.28	-2.12	-2.03	-2.08
2009	0.96	1.80	1.36	1.76	1.71
2010	0.11	0.67	0.05	-0.68	0.11
2011	0.45	-0.57	-0.15	-0.75	0.10
2012	1.02	0.97	1.27	0.42	0.87
2013	1.24	1.83	1.09	0.64	0.05
2014	-0.79	-1.73	-0.85	-1.24	-2.23
2015	-2.03	-1.09	-0.19	-0.20	-1.23
2016	2.11	1.28	1.15	0.87	-0.24
2017	0.59	-0.37	0.46	-0.01	-0.07
2018	0.19	0.24	1.11	1.79	1.31

Çizelge 4.25 Manisa istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan *SPEI* serileri

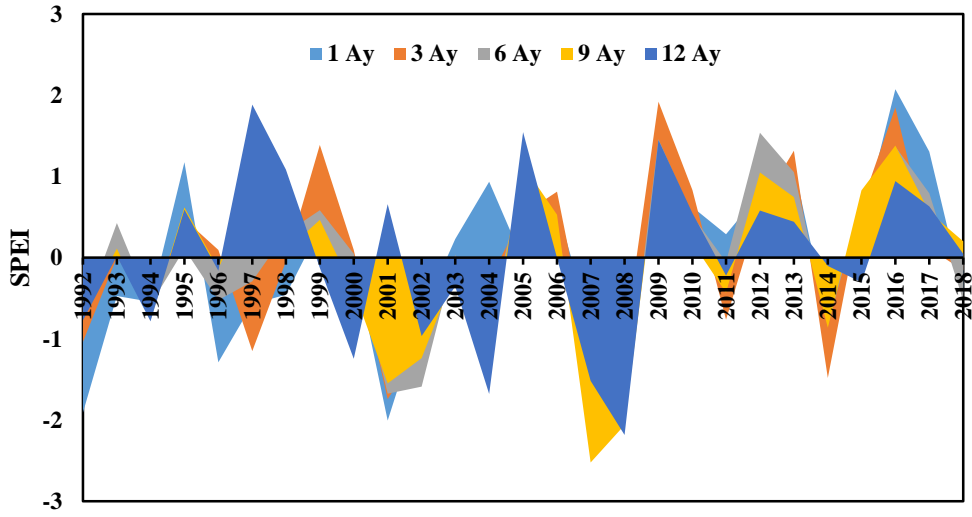
Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	0.69	-0.27	-0.19	-0.13	0.79
1961	0.02	-0.62	0.19	0.24	0.07
1962	-0.40	0.63	0.49	0.57	1.62
1963	0.92	0.57	0.95	0.68	-0.25
1964	-1.06	-0.39	-0.82	-0.28	-0.47
1965	-0.40	1.64	2.42	2.33	2.49
1966	1.28	1.25	1.32	1.48	1.66
1967	0.35	-0.83	-0.55	-0.24	-0.45
1968	1.60	1.45	0.92	1.30	0.83
1969	0.37	0.03	-0.34	-0.15	0.29
1970	-0.24	0.74	0.76	0.82	0.63
1971	-0.68	0.46	0.01	0.59	0.72
1972	-1.28	-1.36	-1.51	-1.31	-1.49
1973	-0.68	0.17	0.50	0.54	0.25
1974	-1.45	0.12	0.17	0.51	0.62
1975	0.63	0.03	0.43	0.43	0.34
1976	-0.48	-1.03	-0.45	0.23	0.87
1977	-0.41	-1.01	-1.29	-0.97	-0.25
1978	1.43	2.02	1.88	2.36	1.69
1979	1.20	0.23	0.01	0.13	0.19
1980	1.00	0.35	0.99	0.91	1.03
1981	1.73	1.06	0.68	0.63	1.77
1982	-0.90	-0.60	0.02	0.06	0.02
1983	-0.48	-0.79	-0.90	-0.20	0.02
1984	0.98	0.81	0.78	1.03	-0.26
1985	0.53	-0.17	-0.77	-0.86	-0.88
1986	1.05	0.71	0.58	0.25	0.32
1987	1.43	0.60	0.63	0.31	0.34
1988	-1.41	0.04	-0.64	-0.99	-0.84
1989	-2.13	-1.62	-1.87	-1.89	-0.67
1990	-1.86	-1.91	-1.86	-1.73	-1.56
1991	-1.04	-1.76	-0.96	-0.85	-1.05
1992	-2.08	-1.68	-1.83	-1.57	-1.69
1993	-0.75	-0.42	-0.26	-0.47	-0.39
1994	-0.51	-0.60	-0.79	-1.36	-1.20
1995	0.96	0.73	0.66	0.80	0.25
1996	-1.72	-0.73	-0.81	-0.58	-0.93
1997	-0.12	-0.52	-0.32	-0.24	0.46
1998	0.76	0.67	0.80	0.63	0.66
1999	0.04	1.74	0.78	0.28	-0.14
2000	-0.06	0.24	-0.30	-0.74	-1.17
2001	-0.49	-1.14	-1.10	-1.47	1.11
2002	-0.49	-0.95	-1.34	-0.82	-0.67
2003	-0.13	0.38	0.18	-0.09	-0.52
2004	1.25	0.03	0.44	0.65	1.32
2005	-0.19	0.65	0.87	0.71	0.35
2006	-0.17	0.31	-0.20	-0.10	-0.71
2007	-1.17	-1.79	-1.95	-2.25	-1.98
2008	-1.24	-1.63	-1.95	-1.99	-2.53
2009	1.02	1.98	1.58	1.52	1.13
2010	0.57	0.96	1.27	0.78	1.47
2011	-0.12	-0.83	-0.43	-0.72	-0.44
2012	0.31	0.03	0.29	-0.39	-0.75
2013	1.22	1.63	1.50	1.48	0.93
2014	-0.04	0.84	0.43	0.73	0.63
2015	0.78	0.28	0.62	0.68	0.11
2016	1.28	1.09	0.65	0.43	-0.15
2017	1.45	0.45	-0.04	-0.41	-0.67
2018	-0.61	-0.54	-0.60	-0.75	-0.50

Çizelge 4.26 Salihli istasyonu çeşitli referans dönemler için hesaplanan *SPEI* serileri

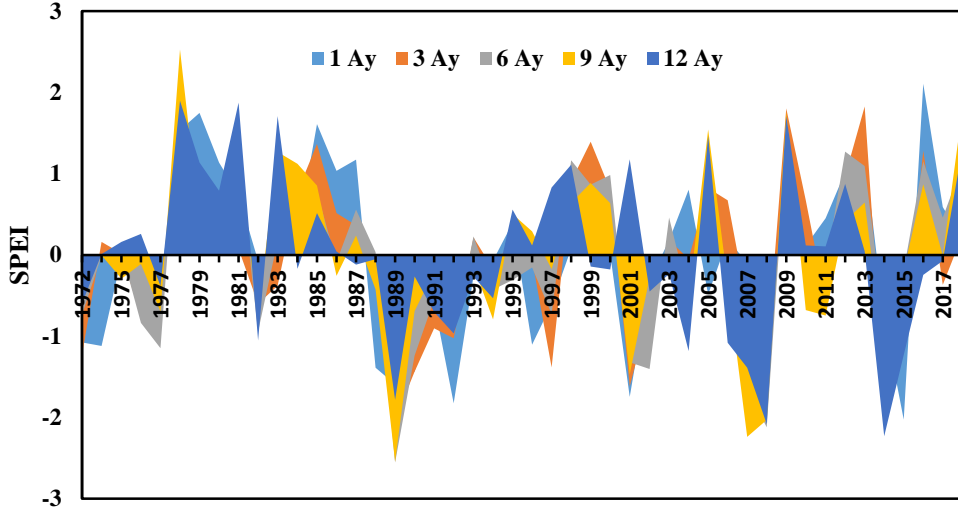
Yıl	Referans dönem				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
1960	0.59	0.36	1.13	1.75	1.84
1961	0.05	-0.27	0.27	1.16	0.36
1962	0.34	1.11	1.27	1.93	2.33
1965	-0.85	1.47	2.44	1.88	1.87
1966	1.45	1.33	0.79	0.74	0.12
1967	0.07	-0.78	-0.75	-0.72	-0.84
1968	2.15	2.43	1.69	1.73	1.60
1969	0.92	0.46	0.23	0.36	-0.08
1970	0.02	0.32	-0.22	-0.12	0.27
1971	-0.06	0.25	-0.34	0.19	0.72
1972	-0.73	-0.96	-0.23	0.34	0.01
1973	-1.02	-0.86	-0.61	-0.32	-0.61
1974	-1.54	0.26	0.05	0.57	0.22
1975	0.04	-0.58	-0.27	-0.23	0.29
1976	-0.54	-1.03	0.23	0.88	1.16
1977	-0.75	-1.06	-0.71	-0.29	0.83
1978	1.81	1.68	1.09	1.85	1.85
1979	0.84	-0.31	0.35	0.37	0.34
1980	0.88	0.71	1.02	0.89	1.36
1981	2.06	1.61	1.02	0.94	1.25
1982	-0.86	-0.40	0.33	0.60	0.12
1983	0.22	-0.07	-0.35	-0.01	0.46
1984	0.20	0.79	0.75	1.11	0.07
1985	0.87	0.20	-1.04	-0.76	-1.04
1986	0.67	0.45	-0.21	-0.34	-0.42
1987	0.54	-0.32	-0.33	-0.69	-0.29
1988	-1.73	0.08	-0.53	-0.73	0.10
1989	-1.81	-1.88	-2.24	-2.05	-0.46
1990	-1.66	-1.65	-1.57	-1.07	-0.89
1991	-0.74	-1.26	-0.54	-0.32	-0.13
1992	-1.98	-1.29	-1.77	-1.51	-1.40
1993	-0.21	0.68	0.73	0.37	0.01
1994	-0.39	-0.06	0.06	-0.43	-0.10
1995	1.00	0.57	0.34	0.34	0.19
1996	-1.56	-0.33	-0.44	0.14	-0.12
1997	-0.69	-0.59	0.14	0.46	0.64
1998	-0.34	-0.30	0.94	0.64	1.33
1999	0.12	1.34	-0.13	-0.46	-0.99
2000	-0.06	1.01	0.67	-0.18	-1.09
2001	-1.86	-1.85	-1.30	-1.56	-0.49
2002	0.37	-0.65	-1.23	-0.07	-0.05
2003	-0.47	0.91	0.76	0.07	0.58
2004	1.13	-0.13	-0.45	-0.83	-1.63
2005	-0.14	0.38	0.03	-0.17	0.16
2006	0.80	0.93	0.41	0.72	0.42
2007	-0.49	-1.40	-1.99	-2.27	-1.65
2008	-0.91	-1.72	-2.42	-2.16	-2.44
2009	0.43	1.32	0.67	0.68	0.63
2010	-0.04	0.14	1.01	0.46	0.65
2011	0.26	-0.64	0.35	-0.32	-0.26
2012	0.78	0.58	1.23	0.11	-0.19
2013	0.80	0.74	0.63	0.24	0.31
2014	-1.28	-1.87	-1.31	-1.42	-1.19
2015	1.03	0.68	1.07	0.26	-0.76
2016	1.18	0.57	-1.10	-1.19	-1.44
2017	1.37	-0.30	-0.21	-0.94	-1.34
2018	-0.26	-0.81	-1.57	-1.98	-1.91



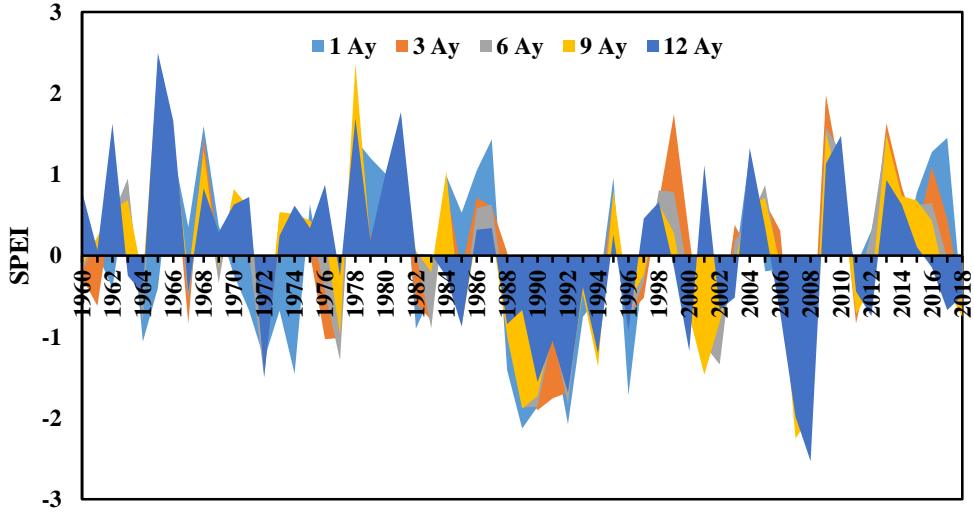
Şekil 4.1 Akhisar istasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği



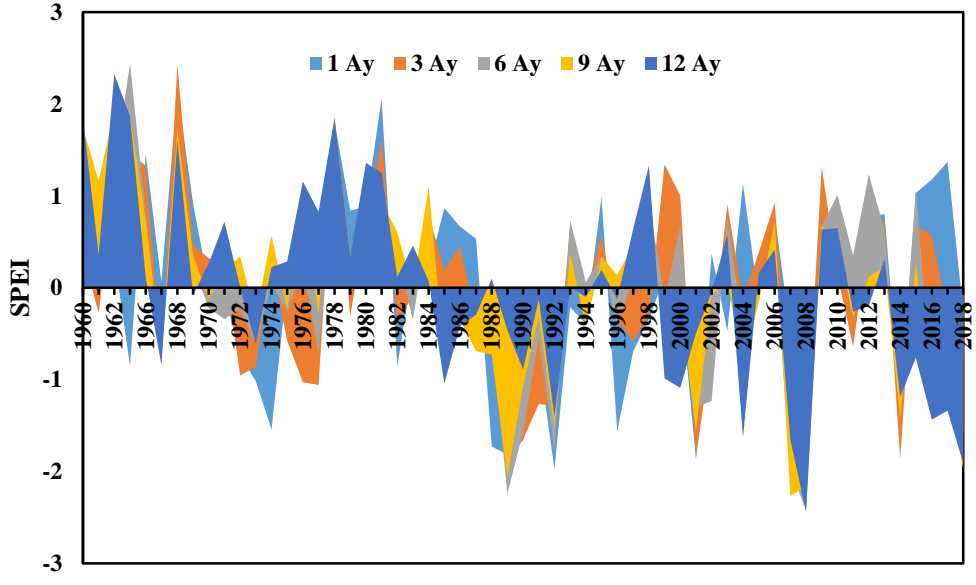
Şekil 4.2 Demirci istasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği



Şekil 4.3 Gediz istasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği



Şekil 4.4 Manisa istasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği



Şekil 4.5 Salihli İstasyonu SPEI değerlerinin değişim grafiği

Çizelge 4.22-4.26 incelendiğinde *SPEI* serilerine göre çizelge 3.12’de verilen kuraklık kategorileri kullanılarak istasyonlarda meydana gelen kurak ve nemli yıl sayıları çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Referans dönemlere göre istasyonlarda meydana gelen kurak ve nemli yıl sayıları

Kuraklık	Akhisar					Demirci				
	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
AN	0	1	1	2	2	1	0	0	0	0
ÇN	4	5	3	1	2	0	2	1	0	2
ON	8	3	5	7	5	4	2	3	4	2
NY	37	41	40	39	39	18	16	19	18	19
OK	5	4	6	6	7	2	6	0	2	1
ŞK	3	5	1	1	3	1	1	3	1	2
AK	2	0	3	3	1	1	0	1	2	1
	Gediz					Manisa				
AN	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1
ÇN	3	2	0	3	4	2	4	3	1	4
ON	5	3	8	3	5	11	4	2	4	5
NY	27	31	30	34	29	35	40	44	44	41
OK	6	6	4	2	5	7	4	3	3	4
ŞK	3	2	1	0	1	2	6	6	4	3
AK	1	1	2	3	2	2	0	0	1	1
	Salihli									
AN	2	1	1	0	1					
ÇN	1	2	1	5	4					
ON	6	6	8	2	4					
NY	39	38	36	41	38					
OK	2	5	5	3	6					
ŞK	7	5	4	3	3					
AK	0	0	2	3	1					

*AN: Aşırı nemli, ÇN: Çok nemli, ON: Orta nemli, NY: Normale yakın, OK: Orta kurak, ŞK: Şiddetli kurak, AK: Aşırı kurak

Diğer yandan çizelge 4.22-4.26 incelendiğinde *SPEI* serileri için çizelge 3.12’de verilen kuraklık kategorileri yardımıyla istasyonlarda yıllara göre meydana gelen nemli ve kurak dönemler aşağıdaki gibi verilmiştir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde Akhisar istasyonunda 1 aylık dönem için 1968, 1981, 2004 ve 2017 yıllarında çok nemli, 1963, 1978, 1979, 1986, 1987, 1995, 2013, 2016 yıllarında orta nemli, 1960-1962, 1965-1967, 1969-1971, 1973, 1975-1977, 1980, 1982-1985, 1991, 1993-1994, 1997-2000, 2002-2003, 2005-2007, 2009-2012, 2014-2015, 2018 yıllarında normale yakın koşullar izlenmiştir. 1964, 1972, 1988, 1996, 2008 yıllarında orta kuraklık, 1974, 1989, 2001 yıllarında şiddetli kuraklık, 1990, 1992 yıllarında aşırı kuraklık koşulları gözlenmiştir.

3 aylık dönem için 2016 yılında aşırı nemli, 1965, 1968, 1978, 2009, 2013 yıllarında çok nemli, 1981, 1999, 2014 yıllarında orta nemli, 1960-1964, 1966-1967, 1969-1971, 1973-1975, 1977, 1979-1980, 1982-1988, 1993-1998, 2000, 2002-2006, 2010-2012, 2015, 2017-2018 yıllarında normale yakın koşullar olmuştur. 1972, 1976, 1992, 2001 yıllarında orta kuraklık, 1989-1991, 2007-2008 yıllarında şiddetli kuraklık izlenmiştir.

6 aylık dönem için 1965 yılında aşırı nemli, 1978, 1998, 2013’te çok nemli, 1962, 1968, 1980, 2009, 2016 yıllarında orta nemli, 1960-1961, 1963-1964, 1966-1967, 1969-1971, 1973-1976, 1979, 1981-1988, 1991, 1993, 1995-1997, 2003-2006, 2010-2012, 2014-2015, 2017’de normale yakın koşullar, 1972, 1977, 1990, 1994, 2002, 2018 yıllarında orta kuraklık, 1992’de şiddetli kuraklık, 1989, 2007-2008 yıllarında da aşırı kuraklık meydana gelmiştir.

9 aylık dönem için 1965, 1978 yıllarında aşırı nemli, 1968 yılında çok nemli, 1962, 1971, 1974, 1980, 1998, 2009, 2013 yıllarında orta nemli, 1960-1961, 1963-1964, 1966-1967, 1969-1970, 1972-1973, 1975-1977, 1979, 1981-1987, 1991, 1993, 1995-1997, 1999-2000, 2003-2006, 2010-2012, 2014-2017 yıllarında normale yakın koşullar, 1988, 1990, 1992, 1994, 2001-2002 yıllarında orta kuraklık, 2018 yılında şiddetli kuraklık, 1989, 2007-2008 yıllarında aşırı kuraklık olmuştur.

12 aylık dönem için 1985, 1991 yıllarında aşırı nemli, 1962, 1978 yıllarında çok nemli, 1974, 1980, 1997-1998, 2009 yıllarında orta nemli, 1960-1961, 1963-1964, 1966-1971, 1973, 1975-1977, 1979, 1982-1988, 1990, 1993, 1995-1996, 1999, 2001-2005, 2010-2011, 2013-2017 yıllarında normale yakın koşullar, 1972, 1989, 1991, 1992, 1994, 2016, 2012 yıllarında orta kuraklık, 2000, 2007, 2018 yıllarında şiddetli kuraklık, 1985, 1991 yıllarında aşırı kuraklık gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.23 incelendiğinde Demirci istasyonunda 1 aylık dönem için 2016'da aşırı nemli, 1995, 2009, 2013, 2017 yıllarında orta nemli, 1993-1994, 1997-2000, 2002-2007, 2010-2012, 2014-2015, 2018'de normale yakın koşullar, 1996, 1998'de orta kuraklık, 1992'de şiddetli kuraklık, 2001 yılında şiddetli kuraklık izlenmiştir.

3 aylık dönem için 2009, 2016'da çok nemli, 1999, 2013'de orta nemli, 1993-1996, 1998, 2000, 2003-2006, 2010-2012, 2015, 2017-2018'de normale yakın koşullar, 1992, 1997, 2002, 2007-2008, 2014'de orta kuraklık, 2001'de şiddetli kuraklık meydana gelmiştir.

6 aylık dönem için 2012'de çok nemli, 2009, 2013, 2016'da orta nemli, 1992-2000, 2003-2006, 2010-2011, 2014-2015, 2017-2018'de normale yakın koşullar, 2001-2002, 2008'de şiddetli kuraklık, 2007'de aşırı kuraklık gözlenmiştir.

9 aylık dönem için 2005, 2009, 2012, 2006'da orta nemli, 1992-2000, 2003, 2010-2011, 2013-2015, 2017-2018'de normale yakın koşullar, 2002, 2004'de orta kurak, 2001'de şiddetli kurak, 2007-2008'de aşırı kurak koşullar gözlemlenmiştir.

12 aylık dönem için 1997, 2005'de çok nemli, 1998, 2009'da orta nemli, 1992-1996, 1999, 2001-2003, 2006, 2010-2018'de normale yakın koşullar, 2000'de orta kuraklık, 2004, 2007'de şiddetli kuraklık, 2008'de aşırı kuraklık olmuştur.

Çizelge 4.24 incelendiğinde Gediz istasyonunda 1 aylık dönem için 2006'da aşırı nemli, 1978, 1979, 1985'de çok nemli, 1980, 1986-1987, 2012-2013'de orta nemli, 1975-1977, 1981-1984, 1991, 1993-1995, 1997-2000, 2002-2007, 2009-2011, 2014, 2017-2018'de

normale yakın koşullar, 1972-1973, 1988, 1990, 1996, 2008'de orta kuraklık 1989, 1992, 2001'de şiddetli kuraklık, 2015'de aşırı kuraklık gözlenmiştir.

3 aylık dönem için 1978'de aşırı nemli, 2009, 2013'de çok nemli, 1985, 1999, 2016'da orta nemli, 1973-1977, 1978-1984, 1986-1988, 1991, 1993-1995, 1998, 2000, 2002-2007, 2010-2012, 2017-2018'de normale yakın koşullar, 1972, 1990, 1992, 1997, 2008, 2015'de orta kuraklık, 2001, 2014'de şiddetli kuraklık, 1989'da aşırı kuraklık gözlemlenmiştir.

6 aylık dönem için 1978'de aşırı nemli, 1981, 1998, 2005, 2009, 2012-2013, 2016, 2018'de orta nemli, 1972-1976, 1979-1980, 1982-1988, 1991-1997, 1999-2000, 2006, 2010-2011, 2014-2015, 2017'de normale yakın koşullar, 1977, 1990, 2001-2002'de orta kuraklık, 2007'de şiddetli kuraklık, 1989, 2008'de aşırı kuraklık meydana gelmiştir.

9 aylık dönem için 1978'de aşırı nemli, 2005, 2009, 2018'de çok nemli, 1981, 1983-1984'de orta nemli, 1972-1977, 1979-1980, 1982, 1985-1988, 1990-2000, 2002-2003, 2006, 2010-2013, 2015-2017'de normale yakın koşullar, 2001, 2014'de orta kuraklık, 1989, 2007-2008'de aşırı kuraklık koşulları oluşmuştur.

12 aylık dönem için 1978, 1981, 1983, 2009'da çok nemli, 1979, 1998, 2001, 2005, 2018'de orta nemli, 1972-1977, 1980, 1984-1988, 1990-1997, 1999-2000, 2002-2003, 2010-2013, 2016-2017'de normale yakın koşullar, 1982, 2004, 2006-2007, 2015'de orta kuraklık, 1989'da şiddetli kuraklık, 2008, 2014'de aşırı kuraklık yaşanmıştır.

Çizelge 4.25 incelendiğinde Manisa istasyonunda 1 aylık dönem için 1968, 1981'de çok nemli, 1966, 1978-1980, 1986-1987, 2004, 2009, 2013, 2016-2017'de orta nemli, 1960-1963, 1965, 1967, 1969-1971, 1973, 1975-1977, 1982-1985, 1993-1995, 1997-2003, 2005-2006, 2010-2012, 2014-2015, 2018'de normale yakın koşullar, 1964, 1972, 1974, 1988, 1991, 2007-2008'de orta kurak, 1990, 1996'da şiddetli kuraklık, 1989, 1992'de aşırı kuraklık meydana gelmiştir.

3 aylık dönem için 1978'de aşırı nemli, 1965, 1999, 2009, 2013'de çok nemli, 1966, 1968, 1981, 2016'da orta nemli, 1960-1964, 1967, 1969-1971, 1973-1975, 1979-1980, 1982-1988, 1993-1998, 2000, 2002-2006, 2010-2012, 2014-2015, 2017-2018'de normale yakın koşullar, 1972, 1976-1977, 2001'de orta kuraklık, 1989-1992, 2007-2008'de şiddetli kuraklık gözlenmiştir.

6 aylık dönem için 1965'de aşırı nemli, 1978, 2009, 2013'de çok nemli, 1966, 2010'da orta nemli, 1960-1964, 1967-1971, 1973-1976, 1979-1988, 1991, 1993-2000, 2003-2006, 2011-2012, 2014-2018'de normale yakın koşullar, 1977, 2001-2002'de orta kuraklık, 1972, 1989-1990, 1992, 2007-2008'de şiddetli kuraklık koşulları gözlemlenmiştir.

9 aylık dönem için 1965-1978'de aşırı nemli, 2009'da çok nemli, 1966, 1968, 1984, 2013'de orta nemli, 1960-1964, 1967, 1969-1971, 1973-1977, 1979-1983, 1985-1988, 1991, 1993, 1995-2000, 2002-2006, 2010-2012, 2014-2018'de normale yakın koşullar, 1972, 1994, 2001'de orta kuraklık, 1989, 1990, 1992, 2008'de şiddetli kuraklık, 2007'de aşırı kuraklık yaşanmıştır.

12 aylık dönem için 1965'de aşırı nemli, 1962, 1966, 1978, 1981'de çok nemli, 1980, 2001, 2004, 2009-2010'da orta nemli, 1960-1961, 1963-1964, 1967-1971, 1973-1977, 1979, 1982-1989, 1993, 1995-1999, 2002-2003, 2005-2006, 2011-2018'de normale yakın koşullar, 1972, 1991, 1994, 2000'de orta kuraklık, 1990, 1992, 2007'de şiddetli kuraklık, 2008'de aşırı kuraklık meydana gelmiştir.

Çizelge 4.26 incelendiğinde Salihli istasyonunda 1 aylık dönem için 1968, 1981'de aşırı nemli, 1978'de çok nemli, 1966, 1995, 2004, 2015-2017'de orta nemli, 1960-1965, 1967, 1969-1972, 1975-1977, 1979-1980, 1982-1987, 1991, 1993-1994, 1997-2000, 2002-2003, 2005-2013, 2018'de normale yakın koşullar, 1973, 2014'de orta kuraklık, 1974, 1988-1990, 1992, 1996, 2001'de şiddetli kuraklık gözlenmiştir.

3 aylık dönem için 1968'de aşırı nemli, 1978, 1981'de çok nemli, 1962-1966, 199-2000, 2009'da orta nemli, 1960-1961, 1967, 1969-1975, 1979-1980, 1982-1988, 1993-1998, 2002-2006, 2010-2013, 2015-2018'de normale yakın koşullar, 1976-1977, 1991-1992,

2007'de orta kuraklık, 1989-1990, 2001, 2008, 2014'de şiddetli kuraklık koşulları meydana gelmiştir.

6 aylık dönem için 1965'de aşırı nemli, 1968'de çok nemli, 1960, 1962, 1978, 1980-1981, 2010, 2012, 2015'de orta nemli, 1961, 1966-1967, 1969-1977, 1979, 1982-1984, 1986-1988, 1991, 1993-2000, 2003-2006, 2009, 2011, 2013, 2017'de normale yakın koşullar, 1985, 2001-2002, 2014-2016'da orta kuraklık, 1990, 1992, 2007, 2018'de şiddetli kuraklık, 1989, 2008'de şiddetli kuraklık izlenmiştir.

9 aylık dönem için 1960, 1962, 1965, 1968, 1978'de çok nemli, 1961, 1984'de orta nemli, 1966-1967, 1969-1977, 1979-1983, 1985-1988, 1991, 1993-2000, 2002-2006, 2009-2013, 2015, 2017'de normale yakın koşullar, 1990, 2014, 2016'da orta kuraklık, 1992, 2001, 2018'de şiddetli kuraklık, 1989, 2007-2008'de aşırı kuraklık gözlenmiştir.

12 aylık dönem için 1962'de aşırı nemli, 1960, 1965, 1968, 1978'de çok nemli, 1976, 1980-1981, 1998'de orta nemli, 1961, 1966-1967, 1969-1975, 1977, 1979, 1982-1984, 1986-1991, 1993-1997, 1999, 2005-2006, 2009-2013, 2015'de normale yakın koşullar, 1985, 1992, 2000, 2014, 2016-2017'de orta kuraklık, 2004, 2007, 2018'de şiddetli kuraklık, 2008'de aşırı kuraklık meydana gelmiştir.

4.4 Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi (SPEI) ile Bölgesel Kuraklık Analizi

SPEI serilerinin bölgesel kuraklık analizi için öncelikle çalışmada yararlanılan 5 istasyon bir bölge olarak kabul edilmiş ve düzensizlik, heterojenlik ve uygunluk ölçüsü testleri bu duruma göre gerçekleştirilmiştir. Daha sonra istasyonlar için çeşitli referans dönemlere göre, ortalama, L moment oranları ve düzensizlik ölçüleri (*D*) çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 *SPEI* değerleri için istasyonlara göre çeşitli referans dönemler için ortalama, L moment oranları ve düzensizlik ölçüleri

Referans dönem	İstasyon	Ortalama	L değişim katsayısı	L çarpıklık	L basıklık	<i>D</i> *
1 ay	Akhisar	-0.51	0.1288	-0.0006	0.0505	1.09
	Demirci	-0.48	0.1375	0.0279	0.1647	1.33
	Gediz	-0.50	0.1409	-0.0189	0.0640	0.95
	Manisa	-0.54	0.1379	-0.0146	0.0516	0.30
	Salihli	-0.46	0.1202	0.0274	0.1208	1.32
3 ay	Akhisar	-0.46	0.1168	-0.0098	0.0980	0.56
	Demirci	-0.59	0.1338	-0.0245	-0.0150	1.32
	Gediz	-0.54	0.1291	-0.0424	0.1175	1.27
	Manisa	-0.41	0.1169	-0.0629	0.1094	1.02
	Salihli	-0.49	0.1230	0.0177	0.0766	0.84
6 ay	Akhisar	-0.54	0.1335	-0.0614	0.1437	0.44
	Demirci	-0.48	0.1230	-0.1221	0.1482	1.13
	Gediz	-0.48	0.1355	-0.0202	0.1289	0.80
	Manisa	-0.49	0.1095	-0.0469	0.1144	1.33
	Salihli	-0.51	0.1362	-0.0512	0.1039	1.31
9 ay	Akhisar	-0.51	0.1387	-0.0288	0.1516	1.32
	Demirci	-0.56	0.1385	-0.1678	0.1468	1.12
	Gediz	-0.59	0.1275	0.0445	0.2152	1.24
	Manisa	-0.47	0.1170	-0.0078	0.1670	0.68
	Salihli	-0.58	0.1244	-0.1126	0.1406	0.64
12 ay	Akhisar	-0.47	0.1279	-0.0027	0.1317	1.29
	Demirci	-0.56	0.1256	-0.0478	0.1383	1.21
	Gediz	-0.54	0.1358	-0.0442	0.0858	1.13
	Manisa	-0.42	0.1199	-0.0257	0.1235	1.12
	Salihli	-0.47	0.1260	-0.0457	0.1106	0.24

*Düzensizlik ölçüsü için kritik değer: 1.333 (Hosking ve Wallis 1997)

Çizelge 4.28 incelendiğinde ortalama *SPEI* değerleri, göz önüne alınan istasyonlara göre havzanın kuraklık durumunun Normale Yakın (NY) olduğunu göstermektedir. L çarpıklık katsayıları incelendiğinde *SPEI* değerlerinin genelinde sola kayma olduğu, ancak bu kaymanın fazla olmadığı görülmektedir. L basıklık katsayıları incelendiğinde *SPEI* değerlerinin genellikle basık olduğu görülmektedir. Düzensizlik ölçüleri incelendiğinde farklı referans dönemler için kritik değere (1.333) çok yakın olan istasyonlar olmasına rağmen, uyumsuz istasyon çıkmamıştır.

Düzensizlik ölçüsüne göre referans dönemlerde uyumsuz istasyon çıkmadığı için, Kappa dağılımı kullanılarak homojen bölge 500 kere simüle edilmiş, buradan bölgesel Kappa olasılık dağılım parametreleri saptanmış ve çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Referans dönemler için bölgesel Kappa dağılımı parametreleri

Referans dönem	Konum	Ölçek	k	h
1 ay	-0.544125	1.311395	0.406189	0.242682
3 ay	-0.430819	1.166130	0.417159	0.166566
6 ay	-0.195394	0.883373	0.277905	-0.216542
9 ay	0.003595	0.608415	0.073444	-0.841084
12 ay	-0.261314	0.934329	0.279487	-0.124873

Çizelge 4.29'a göre hesaplanan Kappa dağılım parametrelerinden yararlanarak her referans dönem için 500 simülasyon sayısına göre saptanan heterojenlik ölçüleri çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Referans dönemler için heterojenlik ölçüleri

Referans dönem	H1	H2	H3
1 ay	-0.2911	-0.2896	-0.9545
3 ay	-0.1912	-0.1881	-0.8758
6 ay	-0.2156	-0.2369	-2.1049
9 ay	-0.1132	-0.1097	-0.4652
12 ay	-0.0882	-0.0869	-2.3861

Çizelge 4.30 incelendiğinde tüm heterojenlik ölçülerine göre tüm referans dönemler kabul edilebilir düzeyde homojen olarak saptanmıştır. Çizelge 4.30'daki heterojenlik ölçülerinin negatif değerlere sahip olması, istasyonlar arasındaki L değişim katsayıları arasındaki ayrılmanın homojen bir bölgeden beklenenden daha az olduğunun ve farklı istasyonlardaki veri arasındaki pozitif korelasyonun göstergesi olarak düşünülmektedir.

Referans dönemlere göre önerilen bölgeler kabul edilebilir düzeyde homojen çıktıktan sonra uygunluk ölçüleri saptanmıştır. Çizelge 4.31'de çalışmada uygulanan frekans dağılımlarının uygunluk ölçüleri (Z^{DIST}) verilmiştir.

Çizelge 4.31 Referans dönemler için çalışmada kullanılan frekans dağılımlarının uygunluk ölçüleri (Z^{DIST})

Frekans dağılımı	Kısaltma	Referans dönem				
		1 ay	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay
Genel Lojistik	GLO	4.84	4.50	2.17	0.13*	2.61
Genel Ekstrem Değer	GEV	1.50*	1.05*	-1.08*	-2.73	-0.63*
Genel Normal	GNO	2.37	2.07	-0.01*#	-1.82	0.35*
Pearson tip 3	PE3	2.35	2.03	-0.10*	-1.88	0.31*#
Genel Pareto	GPA	-4.50	-4.99	-6.60	-7.63	-6.27

* Uygun dağılımlar, # En uygun dağılım

Çizelge 4.31 incelendiğinde 1 ve 3 aylık dönemlerde Genel Ekstrem Değer, 6 ve 12 aylık dönemlerde Genel Ekstrem Değer, Genel Normal ve Pearson tip 3, 9 aylık dönemde ise Genel Lojistik dağılımları uygun dağılımlar olarak saptanmıştır. Genel Pareto dağılımı ise hiçbir referans dönem için uygun çıkmamıştır.

Uygun olan bölgesel dağılımlara göre % 90 kabul düzeyinde bölgesel ağırlıklı parametreler tahmin edilmiş ve buradan bölgesel L moment algoritması tekniği ile bu dağılımlara göre çeşitli aşılma olasılıkları ($P: X \geq x$) ve süreleri (Q_T , yıl) için elde edilen muhtemel bölgesel *SPEI* değerleri çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Referans dönemler için uygun bölgesel dağılımlara göre çeşitli tekrarlanma olasılıkları ve sürelerinde elde edilen bölgesel *SPEI* değerleri

Aşılma Olasılığı ($P: X \geq x$)	Tekrarlanma Süresi (yıl)	Frekans dağılımı / Referans dönem								
		GLO		GEV			GNO		PE3	
		9 ay*	1 ay*	3 ay*	6 ay	12 ay	6 ay*	12 ay	6 ay	12 ay*
0.99	1.01	1.87	1.84	1.57	1.48	1.60	1.62	1.74	1.62	1.74
0.98	1.02	1.54	1.62	1.39	1.33	1.43	1.41	1.50	1.40	1.50
0.96	1.04	1.20	1.34	1.17	1.14	1.21	1.16	1.23	1.16	1.23
0.90	1.11	0.70	0.88	0.78	0.79	0.82	0.76	0.80	0.76	0.80
0.80	1.25	0.27	0.41	0.38	0.40	0.41	0.37	0.38	0.37	0.38
0.50	2	-0.49	-0.51	-0.46	-0.45	-0.46	-0.45	-0.45	-0.45	-0.45
0.25	4	-1.14	-1.23	-1.15	-1.18	-1.17	-1.16	-1.15	-1.16	-1.15
0.20	5	-1.31	-1.40	-1.32	-1.37	-1.35	-1.34	-1.33	-1.34	-1.33
0.10	10	-1.81	-1.86	-1.76	-1.86	-1.81	-1.84	-1.80	-1.84	-1.80
0.05	20	-2.29	-2.22	-2.12	-2.26	-2.19	-2.27	-2.21	-2.27	-2.21
0.01	100	-3.40	-2.87	-2.78	-3.02	-2.89	-3.13	-2.99	-3.13	-2.99

* En uygun dağılıma ait *SPEI* değerleri

Çizelge 4.32 incelendiğinde 1 aylık dönem için en uygun olan Genel Ekstrem Değer dağılımına göre elde edilen *SPEI* değerleri havzada 1.01 ve 1.02 yıl sürecinde çok nemli, 1.04 yılda orta nemli, 1.11, 1.25 ve 2 yıl süreçlerinde normale yakın koşulların yaşanma ihtimali olacağını göstermektedir. Ayrıca havza için 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak, 20 yıl ve daha uzun senelerde ise aşırı kurak koşulların meydana gelebileceği söylenebilir.

3 aylık dönem için en uygun olan Genel Ekstrem Değer dağılımına göre elde edilen *SPEI* değerleri havzanın 1.01 yılda çok nemli, 1.02 ve 1.04 yıl sürecinde orta nemli, 1.11, 1.25 ve 2 yıl süreçlerinde de normale yakın koşullar göstereceği düşünülebilir. Ayrıca havzada 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak, 20 yıl ve daha uzun senelerde ise aşırı kurak koşulların görülme olasılığı vardır.

6 aylık dönem için en uygun olan Genel Normal dağılımına göre elde edilen *SPEI* değerleri havzada 1.01 yılda çok nemli, 1.02 ve 1.04 yıl sürecinde orta nemli, 1.11, 1.25 ve 2 yıl süreçlerinde normale yakın koşulların meydana gelebileceğini göstermektedir. Ayrıca havzada 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak, 20 yıl ve daha uzun senelerde ise aşırı kurak koşulların yaşanma ihtimali vardır.

9 aylık dönem için en uygun olan Genel Lojistik dağılımına göre elde edilen *SPEI* değerleri havzanın 1.01 ve 1.02 yıl sürecinde çok nemli, 1.04 yıl sürecinde orta nemli, 1.11, 1.25 ve 2 yıl süreçlerinde normale yakın geçebileceğini göstermektedir. Havzada 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak, 20 yıl ve daha uzun senelerde ise aşırı kurak koşulların meydana gelebileceği düşünülmektedir.

12 aylık dönem için en uygun olan Pearson tip 3 dağılımına göre elde edilen *SPEI* değerlerine göre havza 1.01 ve 1.02 yıl sürecinde çok nemli, 1.04 yıl sürecinde orta nemli, 1.11, 1.25 ve 2 yıl süreçlerinde normale yakın olabilir. 4 ve 5 yılda orta kurak, 10 yılda şiddetli kurak, 20 yıl ve daha uzun senelerde ise aşırı kurak koşulların yaşanma ihtimali bulunmaktadır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Gediz havzasında bulunan uzun gözlem süresine sahip Akhisar, Demirci, Gediz, Manisa ve Salihli meteoroloji istasyonundan alınan aylık ortalama sıcaklıklar ve aylık toplam yağmur miktarlarından yararlanılarak SPEI ile bölgesel kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Öncelikle aylık toplam yağmur miktarları için 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık olmak üzere 5 farklı referans dönem belirlenmiştir. Sonra aylık ortalama sıcaklıklardan yararlanarak Thornthwaite yöntemiyle potansiyel evapotranspirasyon miktarları elde edilmiş ve bu potansiyel evapotranspirasyon miktarları 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemler olmak üzere 5 farklı referans döneme ayrılmıştır.
- Sonraki aşamada her bir istasyon ve gözlem yılları için 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık toplam yağmur miktarlarından 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık potansiyel evapotranspirasyon miktarları çıkarılarak su dengesi serileri saptanmıştır. İstasyonlara göre su dengesi serileri incelendiğinde 1 aylık dönemde sadece birkaç yılda az su eksiği, 6 aylık dönemde bazı yıllarda su eksiği, bazı yıllarda ise su fazlası görülmüştür. 9 ve 12 aylık dönemlerin neredeyse tamamında su eksiği yaşanırken, 3 aylık dönemde ise hiçbir istasyonda su eksiği yaşanmamış, su fazlası tespit edilmiştir.
- Su dengesi serilerine en iyi uyumu sağlayan dağılımı belirlemek için; Normal, 3-parametrelili Normal, 3-parametrelili Gama, Lojistik ve 3-parametrelili Logaritmik Lojistik dağılımları uygulanmış ve en uygun dağılım Anderson-Darling test istatistiği ile saptanmıştır. Anderson-Darling test istatistiği sonuçlarına göre tüm istasyonlardaki 6 ve 9 aylık referans dönemler için elde edilen su dengesi serilerine Lojistik dağılımı en iyi uyumu sağlamıştır. İstasyonlara göre 3 aylık döneme uyum sağlayan baskın dağılım Normal dağılım olmuş, 1 aylık döneme ise 3-parametrelili Gama ve 3-parametrelili Normal dağılımları, 12 aylık dönem için de 3-parametrelili Logaritmik Lojistik ve 3-parametrelili Normal dağılımları en iyi uyumu sağlamıştır.

- Referans dönemler için su dengesi serilerine en uygun dağılımları belirledikten sonra uygun dağılımların parametrelerinden yararlanarak her bir su dengesi varyantının birikimli olasılık dağılım fonksiyonu saptanmış ve bu fonksiyonlardan ve ilgili eşitliklerden yararlanarak SPEI elde edilmiştir.
- SPEI değerlerine göre tüm istasyonlarda en fazla Normale Yakın koşullar egemen olmuş, Orta ve Şiddetli Kuraklık koşulları ile Orta ve Çok Nemli koşullar zaman zaman meydana gelirken, Aşırı Nemli ve Kurak koşullar nadiren görülmüştür.
- İstasyonlara göre noktasal olarak elde edilen SPEI değerlerinden yararlanarak ve L moment parametre tahmin yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bölgesel kuraklık analizinde çalışmada yararlanılan 5 istasyon bir bölge olarak kabul edilmiş ve L moment oranları ile uygulanan Düzensizlik ve Heterojenlik ölçüsü testlerine göre havza söz konusu 5 istasyon için kabul edilebilir düzeyde homojen olarak belirlenmiştir.
- Havza klimatolojik homojen bölge çıktıktan sonra her bir referans dönem için elde edilen SPEI değerlerine bölgesel olarak en iyi uyumu sağlayan dağılımları tespit etmek amacıyla Genel Lojistik, Genel Ekstrem Değer, Genel Normal, Pearson tip 3 ve Genel Pareto dağılımları olmak üzere 5 adet bölgesel frekans dağılımı uygulanmış ve Uygunluk ölçüsü test sonuçlarına göre 1 ve 3 aylık dönemler için Genel Ekstrem Değer, 6 aylık dönem için Genel Normal, 9 aylık dönem için Genel Lojistik, 12 aylık dönem için ise Pearson tip 3 dağılımları en iyi uyumu sağlamıştır.
- Referans dönemler için en iyi uyumu sağlayan bölgesel frekans dağılımlarının parametrelerine ve L moment algoritma tekniğine göre çeşitli aşılma olasılığı ve tekrarlanma sürelerine göre bölgesel SPEI değerleri elde edilmiştir.
- Bölgesel SPEI değerlerine göre genel olarak referans dönemler için 1.11, 1.25 ve 2 yılda Normale Yakın, 1.04 yılda Orta Nemli, 1.01 ve 1.02 yıllar için ise Çok Nemli koşulların meydana gelebileceği söylenebilir.

- Diğer yandan 4 ve 5 yıl içinde Orta Kurak, 10 yıl içinde Şiddetli Kurak, 20 yıldan daha uzun sürelerde ise Aşırı Kurak koşulların meydana gelebileceği düşünölmektedir.

Havzada kısa vadede nemlilik açısından ortalama koşullar meydana gelebilirken orta ve uzun vadede ise kurak koşulların yaşanabileceği düşünölmektedir. Sonuçlar kısa süreden uzun süreye doğru kurak koşulların meydana geleceğini göstermektedir. Havzada orta ve uzun vadede meydana gelebilecek kurak koşulları en aza indirmek için bir kuraklık kriz merkezi kurulması öncelikli olarak düşünölmelidir. Ayrıca havzada uygulanan sulama yöntemlerinin büyük oranda basınçlı yöntemlere geçişi sağlanmalı, sulama randımanı artırılmalı ve bu konuda eğitimler yapılmalıdır. Su kaynağından tarım arazisine kadar suyun iletiminde meydana gelen kayıpları en aza indirmek için borulu iletim sistemleri ile birlikte arazi toplulaştırmasına gidilmelidir. Bölge iklim ve su kaynakları koşullarına göre bitki deseni oluşturulmalıdır. Havza su hasadı teknikleri ile elde edilen suların sulama amaçlı kullanılmasına gidilmelidir. Su fiyatlandırması alana göre değil, hacme göre planlanmalıdır. Su kaynaklarının çevresinde yapılaşmaya izin verilmeyerek, suyun daha kolay toplanması, kirletilmemesinin önlenmesi yanında, bu alanlardaki sağlıksız yapılaşmanın sel, su baskınları gibi olumsuzlukların da önüne geçilmesi sağlanmalıdır. Sonuç olarak yukarıda sayılan tüm önerilerin sürdürülebilir olması da sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abramowitz, M. and Stegun, I. A. 1965. Handbook of Mathematical Functions, with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables. Dover Publications, 1046 p.
- Akın, B. 2019. Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 2(1). 44-56.
- Anlı, A. S. 2009. Ankara'da meydana gelen yağmurların L moment yöntemleri ile bölgesel frekans analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora tezi, 262 sayfa.
- Anlı, A. S. ve Öztürk, F. 2011. Ankara'da Ölçülen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), 61-71.
- Anlı, A. S. 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.
- Anlı, A. S. 2015. Regional and point precipitation estimation for 1975-2010 period over semi-arid Central Anatolia Region of Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 24 (2a): 632-643.
- Anlı, A. S. 2017. Temporal variation of reference evapotranspiration and regional drought estimation using SPEI method for semi-arid Konya closed basin in Turkey. European Water 59: 231-238.
- Bae, S., Lee, S., Yoo, S. and Kim, T. 2018. Analysis of Drought Intensity and Trends Using the Modified SPEI in South Korea from 1981 to 2010. Water Open Access Journal, 10, 327. 1-17.
- Beguieria, S., Vicente-Serrano, S. M., Reig, F. and Latorre, B. 2014. Standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) revisited: parameter fitting, evapotranspiration models, tools, datasets and drought monitoring. Int. J. Climatol. 34: 3001–3023.
- Chen, H. and Sun, J. 2015. Changes in Drought Characteristics over China Using the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. J. Climate, 28, 5430-5447.
- Chen, T., Xia, G., Liu, T., Chen, W. and Chi, D. 2016. Assessment of Drought Impact on Main Cereal Crops Using a Standardized Precipitation Evapotranspiration Index in Liaoning Province, China. Sustainability-Open Access Journal. Sustainability, 8, 1069; doi:10.3390/su8101069. 1 – 16.
- Çamalan, G., Akgündüz, A. S., Ayvaci, H., Çetin, S., Arabacı, H., ve Çoşku, M. 2017. SPEI İndisine Göre Türkiye Geneli Kuraklık Değişim ve Eğilim Projeksiyonları. IV. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2017 5–7 Temmuz, İstanbul.

- Çelik, M. A., Kopar, İ. ve Bayram, H. 2018. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Mevsimlik Kuraklık Analizi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Eylül, 22(3). 1741-1761.
- Çetinkaya, C. P. Fistikoglu, O., Fedra, K., and Harmancioglu, N. B. 2008. Optimization methods applied for sustainable management of water-scarce basins. Journal of hydroinformatics; 10 (1): 69-95.
- Dalrymple, T. 1960. Flood frequency analyses. Water Supply Paper 1543-A, U.S. Geological Survey, Reston, Va.
- Dinç, N., Aydınşakir, K., Işık, M. ve Büyüktaş, M. 2016. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) Yöntemi İle Antalya İli Kuraklık Analizi. Derim, 33 (2). 279-298.
- Dodangeh, S., Sattari, M. T. ve Seçkin, N. 2011. Minimum Akımların L-Momentler Yöntemi ile Bölgesel Frekans Analizi. Tarım Bilimleri Dergisi S: 17. 43-58.
- Greenwood, J. A., Landwehr, J. M., Matalas, N. C. and Wallis, J. R. 1979. Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. Water Resources Research, 15, 1049-54.
- Hiessl, H. 1987. Risk aspect in the determination of optimal cropping patterns. Engineering reliability and risk in water resources; 124: 485-498.
- Hosking, J.R.M. 1994. The four-parameter kappa distribution. IBM Journal of Research and Development, 38, 251-8.
- Hosking, J.R.M. 2005. FORTRAN routines for use with the method of *L*-moments, Version 3.04. Research Report RC 20525, IBM Research Division, T.C. Watson Research Center, Yorktown Heights, N.Y.
- Hosking, J.R.M. and Wallis, J.R. 1993. Some statistics useful in regional frequency analysis. Water Resources Research, 29, 271-81.
- Hosking, J.R.M., and Wallis, J.R. 1997. Regional frequency analysis: An approach based on *L*-moments. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 224p.
- İlgar, R. 2010. Çanakkale'de Kuraklık Durumu ve Eğilimlerinin Standartlaştırılmış Yağış İndisi ile Belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 22: 183 – 204.
- Ivits, E., Horion, S., Fensholt, R. and Cherlet, M. 2014. Global Ecosystem Response Types Derived from the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index and FPAR3g Series. Remote Sens. 6:4266-4288; doi:10.3390/rs6054266 www.mdpi.com/journal/remotesensing
- Kıymaz, S., Güneş, V. ve Asar, M. 2011. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi İle Seyfe Gölünün Kuraklık Dönemlerinin Belirlenmesi. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1). 91-102.

- Kumar, R., Musuuza, J. L., Van Loon, A. F., Teuling, A. J., Barthel, R., Ten Broek, J., Mai, J., Samaniego, L., and Attinger, S. 2016. Multiscale Evaluation of the Standardized Precipitation Index as a Groundwater Drought Indicator. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20, 1117–1131, 2016. doi:10.5194/hess-20-1117-2016.<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/20/1117/2016/>
- Li, X., He, B., Quan, X., Liao, Z. and Bai X. 2015. Use of the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) to Characterize the Drying Trend in Southwest China from 1982–2012. *Remote Sens.*, 7:10917-10937; doi:10.3390/rs70810917.
- Liu, X., Wang, S., Zhou, Y., Wang, F., Li, W., and Liu, W. 2015. Regionalization and Spatiotemporal Variation of Drought in China Based on Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (1961–2013). Hindawi Publishing Corporation, *Advances in Meteorology*, Volume 2015, Article ID 950262, 18 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/950262>
- Ma, Y., Liu, Y., Song, H., Sun, Y., Lei, Y. and Wang, Y. 2015. A Standardized Precipitation Evapotranspiration Index Reconstruction in the Taihe Mountains Using Tree-Ring Widths for the Last 283 Years. *PLoS ONE* 10 (7):e0133605. doi:10.1371/journal.pone.0133605, 1-15.
- Meixiu, Yu., Qiongfang, Li., Hayes, M. J., Svoboda, M. D. and Heime, R. R. 2014. Are droughts becoming more frequent or severe in China based on the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index: 1951–2010?. *Int. J. Climatol.* 34: 545–558.
- Meza, F. C. 2013. Recent trends and ENSO influence on droughts in Northern Chile: An application of the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index, *Weather and Climate Extremes* 1, 51-58.
- Miah, Md G., Abdullah, H. M. and Jeong, C. 2017. Exploring Standardized Precipitation Evapotranspiration Index for Drought Assessment in Bangladesh. Springer International Publishing, *Environ Monit Assess*, 189:547. 1–16.
- Oğuztürk, G. ve Yıldız, O. 2014. Kırıkkale İli'nde Farklı Zaman Periyotları İçin Kuraklık Analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, Vol.6, No.2.
- Özgürel, M., Pamuk, G. ve Topçuoğlu, K. 2003. Ege Bölgesi Koşullarında Farklı İki Kuraklık İndisinin Karşılaştırılması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 40(1). 95-102.
- Pamuk, G., Özgürel, M. ve Topçuoğlu, K. 2004. Standart Yağış İndisi (SPI) ile Ege Bölgesinde Kuraklık Analizi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2004, 41 (1). 99-106.
- Potop, V. and Možn, M. 2011. The Application A New Drought Index-Standardized Precipitation Evapotranspiration Index in The Czech Republic. *Mikroklima A Mezoklima Krajinných Struktur A Antropogenních Prostředí*. Skalní Mlýn, 2. 4.2. 2011, ISBN 978-80-86690-87-2.

- Redmond, K. T. 2000. Integrated climate monitoring for drought detection, in *Drought: A Global Assessment, Hazards Disasters Ser.*, vol. I, edited by D. A. Wilhite, pp. 145 – 158, Routledge, New York.
- Stagge, J. H., Tallaksen, L. M., Xu, C. and Van Lanen, H. A. J. 2014. Standardized precipitation-evapotranspiration index (SPEI): Sensitivity to potential evapotranspiration model and parameters. *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions Proceedings of FRIEND-Water 2014*, Montpellier, France, October 2014. 367-374.
- Stagge, J. H., Tallaksen, L. M., Gudmundsson, L., Van Loon, A.F. and Stahl, K. 2015. Candidate Distributions for Climatological Drought Indices (SPI and SPEI). *Int. J. Climatol.* 35, 4027–4040.
- Somorowska, U. 2016. Changes in Drought Conditions in Poland over the Past 60 Years Evaluated by the Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index. *Acta Geophysica* Vol. 64, No. 6, Dec. 2016, 2530-2549.
- Thornthwaite, C. W. 1948. An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38:1, 55-94.
- Thornthwaite, C. W. and Mather, J. R. 1955. *The Water Balance*. Laboratory of Climatology Publ. 8. Centerton, NJ.
- Thornthwaite, C. W. and Mather, J. R. 1957. *Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance*. Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Publications in Climatology 10(3), 311 pp.
- Tuğrul, T., Doğan, S. ve Dursun, Ş. 2019. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki İllerin Kuraklık Analizi. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, C.7, S.4, 705-712.
- Türkeş, M., Akgündüz, A. S. ve Demirörs, Z. 2009. Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 7 (2). 129-144.
- Vicente-Serrano, S. M., S. Beguería, and J. I. López-Moreno, 2010a. A Multiscalar Drought Index Sensitive To Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *J. Climate*, 23, 1696-1718.
- Vicente-Serrano, S. M., S. Beguería, and J. I. López-Moreno, Angulo, M. and Kenawy, A. El. 2010b. A New Global 0.58 Gridded Dataset (1901–2006) of a Multiscalar Drought Index: Comparison with Current Drought Index Datasets Based on the Palmer Drought Severity Index. *J. of Hydrometeorology*, 11, 1033-1043.
- Vogel, R. M., Thomas, W. O. and McMahon, T. A. 1993. Flood-flow frequency model selection in Southwestern United States. *Journal of Water Resources and Management*, 119 (3), 353-66.

- Wallis, J.R. and Wood, E.F. 1985. Relative accuracy of log Pearson III procedures. *Journal of Hydraulic Engineering*, 111, 1043-56.
- Wang, R., Peng, W., Liu, W., Wu, W., Chen, X. and Zhang, S. 2018. Responses of Water Level in China's Largest Freshwater Lake to the Meteorological Drought Index (SPEI) in the Past Five Decades. *Journal of Water*. 2018, 10, 137; 1-20. doi:10.3390/w10020137.
- Wilhite, D. A. 2000. Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions, (Chapter 1). In: D.A. Wilhite (ed.), *Drought: A Global Assessment (Volumes 1 and 2)*, Routledge Publishers, London.
- Yang, M., Yan, D., Yu, Y. and Yang, Z. 2015. SPEI-Based Spatiotemporal Analysis of Drought in Haihe River Basin from 1961 to 2010. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Meteorology Volume 2016, Article ID 7658015, 10 pages.* <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7658015>.
- Yetmen, H. 2013. Van Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa ÖNEY

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 13.05.1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Gazi Lisesi (1997)

Lisans : Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat (2006)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama (2015)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (2020)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

06/2018 – Devam : Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,
Pursaklar İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ziraat Mühendisi

06/2016 – 06/2018 : Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,
Kulu İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ziraat Mühendisi

09/2007 – 06/2016 : Orman Genel Müdürlüğü,
İzin ve İrtifak Daire Başkanlığı, Bilgisayar İşletmeni