



SALDA GÖLÜ HAVZASI YERALTISULARINA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ

Fatma AKSEVERİ^{1*}, Ayşen DAVRAZ¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Salda Gölü Havzası,
Yeraltısuyu Seviye Değişimi,
İklim Sınıflandırması,
Kuraklık.*

Öz

Gelecekte su kaynaklarının sürdürülebilirliği, yönetimi ve politikaları çerçevesinde yeraltısularına iklim değişikliklerinin etkisinin belirlenmesi, izlenmesi ve kontrol altına alınabilmesi için iklim sınıflandırmasına yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır. Günümüzde yüzey sularında olduğu gibi yeraltısularında da iklim değişikliğine bağlı olumsuzluklar gözlenmektedir. Salda Gölü havzası, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Ulusal Sulak Alan Komisyonu tarafından 2008 yılında korunması gereken önemli sulak alanlar içerisine alınmıştır. Sulak alanlarda hidrolojik sistemin tanımlanarak iklim değişikliklerinin etkisinin tespiti sürdürülebilirlik için büyük önem taşımaktadır. Salda Gölü Havzası'nda hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, De Martonne Kuraklık İndeksi ve Erinç iklim sınıflandırması yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bölgenin iklim kategorisi Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemine göre "Hafif Kurak", De Martonne kuraklık indeksi yöntemine göre "Yarı Kurak" ve Erinç iklim sınıflandırması ile "Kurak" olarak belirlenmiştir. Salda Gölü havzası için iklim şartlarının kurak iklime geçiş sürecinde ve genel kuraklaşma eğilimi içerisinde olduğu görülmüştür. Uygulanan kuraklık analizleri ile havzayı temsil eden sondaj kuyularında uzun yıllara ait statik seviye ölçümleri karşılaştırılmıştır. Havzada bulunan kuyularda yaklaşık olarak 4 m düşüm olduğu tespit edilmiş olup kuraklığın yeraltısuyu seviye değişimleri üzerindeki etkisi de gözlenmiştir.

THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON GROUNDWATERS OF SALDA LAKE BASIN

Keywords

*Salda Lake Basin
Groundwater Level Change,
Climatic Classification,
Aridity.*

Abstract

Studies on climate classification gain importance in order to determine, the impact of climate changes, monitor and control on groundwater within the framework of sustainability, management and policies of water resources in the future. Today, negative effects due to climate change observed in groundwater as well as in surface waters. The Salda Lake basin was included in the important wetlands to protect in 2008 by the National Wetland Commission of the Ministry of Forestry and Water Affairs. Determining the impact of climate changes to identifying the hydrological system in wetlands are of great importance for sustainability. Hydrological and meteorological drought analyzes were carried out in the Salda Lake Basin. In these analyzes, Standardized Precipitation Index, De Martonne Drought Index and Erinç climate classification methods were compared. The climate category of the region was determined as "Mildly Arid" according to the Standardized Precipitation Index method, "Semi-Arid" according to the De Martonne drought index method, and "Arid" with the Erinç climate classification. It observed that the climatic conditions for the Salda Lake basin are in the transition period to arid climate and in a general aridity trend. The static level measurements of long years in boreholes representing the basin were compared with the drought analyzes applied. It has been determined that there is a decrease of approximately 4 m in the wells in the basin, and the effect of drought on groundwater level changes has also been observed.

Alıntı / Cite

Aksever, F., Davraz, A., (2023). Salda Gölü Havzası Yeraltısularına İklim Değişikliğinin Etkisi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(2), 577-594.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

F. Aksever, 0000-0002-9907-8451
A. Davraz, 0000-0003-2442-103X

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	16.12.2022
Revizyon Tarihi / Revision Date	20.02.2023
Kabul Tarihi / Accepted Date	20.02.2023
Yayın Tarihi / Published Date	28.06.2023

* İlgili yazar / Corresponding author: fatmaaksever@sdu.edu.tr, +90-246-211-1322

THE EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON GROUNDWATERS OF SALDA LAKE BASIN

Fatma Aksever^{1†}, Ayşen Davraz¹

¹Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Isparta, Turkiye

Highlights

- Today, the hydrological cycle in nature is affected by climate.
- Salda Lake Basin is within the scope of important wetlands to be protected.
- The effect of climate on groundwater in the Salda Lake Basin was investigated.
- The effect of drought on groundwater level changes has been observed.

Graphical Abstract

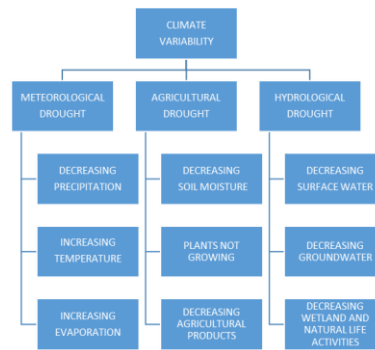


Figure. Climate Variability

Purpose and Scope

The aim of this study is to determine effect the hydrological and meteorological drought on groundwater Salda Lake Basin.

Design/methodology/approach

Hydrological and meteorological drought analyzes were carried out in the Salda Lake Basin. 31 years (1990-2020) climatologic data was used obtained from gauging stations for drought in the study area. In these analyzes, Standardized Precipitation Index, De Martonne Drought Index and Erinç climate classification methods were compared and he climate category of the Salda Lake Basin was determined .The static level measurements of long years in boreholes representing the basin were compared with the drought analyzes applied.

Findings

The climate category of the region was determined as "Mildly Arid" according to the Standardized Precipitation Index method, "Semi-Arid" according to the De Martonne drought index method, and "Arid" with the Erinç climate classification. It observed that the climatic conditions for the Salda Lake basin are in the transition period to arid climate and in a general aridity trend. There is a decrease of approximately 4 m in the wells in the basin. The climate of the Salda Lake basin and its surroundings is in the process of transition to arid climate in the coming years.

Social Implications

The change processes of meteorological and hydrological parameters of Salda Lake Basin should be monitored periodically. In the future, surface and groundwater may decrease, agricultural problems may arise, may be the migration of the population in the study area.

Originality

The fact that the hydrological and meteorological drought analysis for Salda lake Basin and surrounding is a preliminary.

† Corresponding author: fatmaaksever@sdu.edu.tr, +90-246-211-1322

1. Giriş (Introduction)

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO, 2017) göre "iklim değişikliği ve küresel ısınma" yirmi birinci yüzyılda insanlığın en büyük mücadelesidir. İklim değişiklikleri, kentleşme ve ormansızlaşma gibi çevresel değişikliklere ek olarak, aşırı hava olaylarına eşlik eden sıcak hava dalgaları, aşırı yağışlar, sel, kuraklık, su kıtlığı, toz fırtınaları, tropikal siklonlar (tayfunlar veya kasırgalar) ile karakterize edilir (Handmer vd., 2012; Nava vd., 2017). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan kuraklığın doğal yaşamı etkilediği öne sürülmektedir. Kuraklık, dünyanın çoğu bölgesi için en büyük risklerden biri olarak kabul edilebilir (Şarлак & Mahmood Agha, 2018). Kuraklık, hemen hemen tüm iklim bölgelerinde farklı sıklıkta, şiddette ve sürede meydana gelen iklimsel bir durumdur (Du vd., 2021). Kuraklığın şiddetinin belirlenmesi, yansımaların değerlendirilmesi ve beklenen etkilerin azaltılması kritik öneme sahiptir (Tigkas vd., 2013). Bu nedenle, bir bölgede ortaya çıkan kuraklığın iklim değişikliği olarak izlenmesi gerekmektedir. Kuraklığın belirlenebilmesi için dünyada farklı yöntem ve endeksler kullanılmaktadır. Günümüzde iklim kategorisini belirleyebilmek için iklim unsurlarının yıl içerisinde ve yıldan yıla değişmelerinin belirlenmesi iklim değişikliğinin takibinin sürdürülebilirliğini ön plana çıkarmaktadır. İklim değişikliğinde; atmosferik koşullar, coğrafik konum, çevresel doğal unsurlar, dış etkenler, insan faaliyetleri vb. birçok faktör etkili olmaktadır. Özellikle iklim değişikliği, suyun hidrolojik döngüsünü, su kaynaklarını, bunların mekânsal ve zamansal dağılımlarını, su kalitesini ve su kaynaklarına olan ihtiyacı etkilemektedir (IPCC, 2014). İklim değişikliğinin yeraltısuyu kaynakları üzerindeki doğrudan etkisi, yeraltısuyu beslenmesinin hacmindeki ve dağılımındaki değişime bağlıdır. Bu nedenle, iklim değişikliğinin yeraltısuyu kaynakları üzerindeki etkisini ölçmek, yalnızca ana iklim değişkenlerindeki değişikliklerin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini değil, aynı zamanda havza ölçeğinde yeraltısuyu seviye değişimlerinin takibini de gerektirir. Günümüzde, iklim değişikliğinin hidrolojik süreçler ve su kaynakları üzerindeki yerel veya bölgesel etkilerine ilişkin bilgiler daha önemli hale gelmektedir (Kumar, 2012). Son yıllarda artan sıcaklıklar ve azalan yağışlardan dolayı meydana gelen ve suyun varlığına bağlı olarak tüm doğal kaynakları etkileyen iklim değişikliği olgusu söz konusu alanda yapılacak tüm çalışmaları yakından ilgilendirir konuma gelmiştir. Bu nedenle, son yıllarda söz konusu değişimin herhangi bir bölgedeki su kaynaklarında meydana getirdiği etkinin belirlenmesi havza bazında yapılacak olan iklim değişikliği çalışmalarına ayrı bir boyut kazandırmaktadır. Bu çalışmada, Salda Gölü havzası ve çevresinde mevcut iklim koşulları ve iklim koşullarındaki değişikliklerin yeraltısuları üzerindeki olası etkisi incelenmiştir.

1.1. Çalışma Alanı (Study Area)

Göller Bölgesi'nin güneybatısında yer alan Salda Gölü havzası ve çevresini oluşturan çalışma alanı yaklaşık olarak 295,63 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Burdur Gölü havzasının alt havzası konumundaki Salda Gölü havzası, Özel Çevre Koruma Bölgesi içerisinde uluslararası öneme sahip sulak alan olup kapalı havza özelliğindedir. Çalışma alanı içerisinde bulunan yerleşim merkezleri Yeşilova, Salda, Doğanbaba, Kayadibi, Işıklar, Düden, Niyazlar ve Karaatlı'dır (Şekil 1). Çalışma alanının en önemli yüzey suyu Salda Gölü'dür. Göl, yaklaşık 207,14 km² drenaj alanı, 44.354 km² yüzey alanı, 1139 m kotu ve 184 m'lik maksimum derinliğe sahiptir (BİÇDR, 2010). Çalışma alanında geniş alanlarda yüzeyleyen Kuvaterner alüvyon ve yamaç molozu ile Kayadibi yerleşim merkezi civarında yayılım gösteren kireçtaşları yeraltısuyu bulunduran önemli akifer ortamlardır. Çalışma alanında sıcak ve ılıman bir iklime sahip olup kış aylarında yaz aylarından fazla yağış düşmektedir. Bölgede 1991-2021 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık 11.5 °C ile en düşük ortalama sıcaklık Ocak ayında ölçülen 0.7 °C, ortalama en yüksek sıcaklık ise Temmuz ayındaki 23.2 °C'dir. Ortalama yıllık yağış miktarı 423 mm olan bölgede, 8 mm yağışla Ağustos ayı (kurak ay), 57 mm yağışla Mayıs ayı (yağışlı ay) arasındaki yağış miktarı 49 mm'dir (URL - 1).

2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Çalışma alanında iklim değişikliğinin yeraltısuyuna etkisini belirleyebilmek için yeraltısuyu statik seviye temin edilmiştir. Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi'ni temsil eden sondaj kuyularında ölçülen rasat verileri Burdur, DSİ 182. Şube Müdürlüğü'nden alınmıştır. Rasat verileri ile çalışma alanındaki yeraltısuyu seviyeleri takip edilerek değişimleri grafiklerle yorumlanmıştır. Ayrıca, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden çalışma alanını temsil edecek meteorolojik gözlem istasyonlarına ait veriler (yağış, sıcaklık, nem, güneşlenme oranı vb.) temin edilmiştir. Yağışın çalışma alanındaki dağılımını ve kurak-yağışlı dönemlerini belirlemek için "Eklenik Sapma" yöntemi kullanılmıştır. Sıcaklığa bağlı gerçekleşen buharlaşma miktarını belirlemek için "Thornthwaite" (Thornthwaite ve Mather, 1957) yöntemi uygulanmıştır. Yöntem ile denestirmeli su bütçesi hazırlanarak bölgedeki gerçek (Etr) ve potansiyel (Etp) buharlaşma miktarları hesaplanmış ve grafiklerle yorumlanmıştır. Ayrıca bölgeye ait iklimsel veriler "Standartlaştırılmış Yağış İndeksi-SYİ (Mckee vd., 1993)", "De Martonne Kuraklık İndeksi (De Martonne, 1925)" ve "Erinç" iklim sınıflandırması yöntemleri ile değerlendirilmiş ve çalışma alanının iklim kategorileri belirlenerek, iklim değişimi grafiklerle yorumlanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Location map of the study area)

3.1. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi-SYİ Yöntemi (Standardized Precipitation Index-SPI)

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ), Mckee vd., (1993) tarafından yağışın zamana bağlı olarak değişiminin takibini ortaya koyabilmek için geliştirilmiştir. İndeks hesaplanırken aylık yağış veri seti, ideal olarak en az 30 yıllık sürekli bir dönem olan aylık bir süre için hazırlanır. Yağış dönemleri 3, 6, 12, 24 veya 48 aylık bir zaman ölçeği kümesi olarak belirlenebilmektedir. Veri kümelerinin her biri, yani seçilmiş olan zaman dilimi içerisinde olasılığın yağışla ilişkisini tanımlamak için uyarlanmıştır. SYİ değerleri eşitlik (1) ile hesaplanmaktadır.

$$SYİ = \frac{(x_{ij} - x_{im}^{ort})}{\sigma} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de;

- SYİ : Standartlaştırılmış yağış indeksi
- x_i : Aktüel yağış (mm)
- x_i^{ort} : Ortalama yağış miktarı (mm)
- σ : Standart sapmayı ifade etmektedir.

Gösterge olarak SYİ değerleri kullanılarak, her zaman ölçeği için fonksiyonel ve nicel olarak kuraklık ve nemlilik tanımı oluşturulabilmektedir. Bir zaman ölçeğinde kuraklık olayı, SYİ'nin sürekli olarak negatif olduğu ve SYİ'nin -1,0 veya daha düşük bir değere ulaştığı bir dönem olarak tanımlanır. Kuraklık, SYİ ilk sıfırın altına düştüğü anda başlar ve -1,0 veya daha düşük bir değerinden sonra SYİ'nin pozitif değeri ile sona erer. Yani, SYİ değerleri negatif ise "Kuraklık", pozitif değerde ise "Nemlilik" olarak değerlendirilir. İklim sınıflandırması, SYİ değerlerine göre Tablo 1'deki gibi tanımlanmaktadır.

Tablo 1. Standartlaştırılmış yağış indeksine göre iklim sınıflandırması
(Classification of Climate by standardized precipitation index) (Mckee vd., 1993; Mckee vd., 1995; Tsakiris & Vangelis 2004)

SYİ Değerleri	İklim Kategorisi
$SYİ \leq -2,0$	Aşırı kurak
$-2,0 < SYİ \leq -1,5$	Çok kurak
$-1,5 < SYİ \leq -1,0$	Orta kurak
$-1,0 < SYİ \leq 0$	Hafif kurak
$0 < SYİ \leq 1,0$	Hafif nemli
$1,0 < SYİ \leq 1,5$	Orta nemli
$1,5 < SYİ \leq 2,0$	Çok nemli
$SYİ \geq 2,0$	Aşırı nemli

3.2. De Martonne Kuraklık İndeksi Yöntemi (Method of De Martonne Aridity Index)

De Martonne kuraklık indeksi, buharlaşmanın iklim ve kuraklık üzerine etkisini belirlemek için 1925 yılında Emmanuel De Martonne tarafından ortaya konulan bir kuraklık sınıflandırmasıdır. Yönteme göre uzun yıllar yağış ve sıcaklık verileri değerlendirilir ve yıllık, aylık ve mevsimlik olarak kuraklık indeksleri hesaplanır. De Martonne (1925) tarafından geliştirilen eşitlik (2) ile "yıllık (I_{YDM})", eşitlik (3) ile "aylık (I_{ADM})" ve eşitlik (4) ile de "mevsimlik (I_{MDM})" kuraklık indeksleri hesaplanabilmektedir. İklim sınıflandırması, I_{DM} değerlerine göre Tablo 2'deki gibi tanımlanmaktadır.

$$I_{YDM} = \frac{P_Y}{T_Y + 10} \quad (2)$$

$$I_{ADM} = \frac{12P_A}{T_A + 10} \quad (3)$$

$$I_{MDM} = \frac{4P_M}{T_M + 10} \quad (4)$$

Eşitlik (2, 3 ve 4)'te;

I_{YDM} : Yıllık De Martonne kuraklık indeksi

P_Y : Yıllık toplam yağış (mm)

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

I_{ADM} : Aylık De Martonne kuraklık indeksi

P_A : Aylık toplam yağış (mm)

T_A : Aylık ortalama sıcaklık (°C)

I_{MDM} : Mevsimsel De Martonne kuraklık indeksi

P_M : Mevsimsel toplam yağış (mm)

T_M : Mevsimsel ortalama sıcaklık (°C) miktarını ifade etmektedir.

Tablo 1. De Martonne kuraklık indeksine göre iklim sınıflandırması
(Classification of climate by De Martonne aridity index)(De Martonne, 1925)

I_{DM} Değerleri	İklim Kategorisi
$I_{DM} < 10$	Kurak
$10 \leq I_{DM} < 20$	Yarı Kurak
$20 \leq I_{DM} < 24$	Orta Kurak (Akdeniz)
$24 \leq I_{DM} < 28$	Yarı Nemli
$28 \leq I_{DM} < 35$	Nemli
$35 \leq I_{DM} \leq 55$	Çok Nemli
$I_{DM} > 55$	Aşırı Nemli

3.3. Erinç İklim Sınıflandırması (Erinç Climate Classification)

Sırrı Erinç tarafından 1965 yılında geliştirilen iklim sınıflandırmasında, maksimum sıcaklık ve yağış etkinliği dikkate alınarak iklim kategorisi belirlenmektedir. Erinç yağış etkinlik indeksi eşitlik (5) ile hesaplanıp, iklim sınıflandırması, I_E değerlerine göre Tablo 3'deki gibi tanımlanmaktadır.

$$I_E = \frac{P_Y}{T_{YOM}} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'de;

I_E : Erinç yağış etkinlik indeksi

P_Y : Yıllık toplam yağış (mm)

T_{YOM} : Yıllık ortalama maksimum sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) miktarını ifade etmektedir.

Tablo 3. Erinç iklim sınıflandırması (Erinç climate classification)(Erinç, 1965)

IDM Değerleri	İklim Kategorisi
$I_M < 8$	Tam Kurak
$8 < I_M < 15$	Kurak
$15 < I_M < 23$	Yarı Kurak
$23 < I_M < 40$	Yarı Nemli
$40 < I_M < 55$	Nemli
$I_M > 55$	Çok Nemli

4. Araştırma Bulguları (Research Finding)

4.1. Sondaj kuyuları (Boreholes)

Çalışma alanında özel/resmi olarak açılmış çok sayıda sondaj kuyusu yer almaktadır. Alanda ruhsatlı özel 123 adet şahıs kuyusu ve DSİ 182. Şube Müdürlüğü tarafından açılmış 16 adet resmi sondaj kuyusu bulunmaktadır. Salda Gölü havzası içerisinde izinli/izinsiz olmak üzere açılan sondaj kuyusu yaklaşık olarak 150'yi aşmaktadır. Sondaj kuyuları genellikle Yeşilova yerleşim merkezinde yoğunlaşırken, Salda, Niyazlar ve Kayadibi yerleşim merkezlerinde de mevcuttur. Sondaj kuyularından elde edilen yeraltı suları yerleşim merkezlerinde içme-kullanma ve sulama amaçlı kullanılmaktadır.

Çalışma alanı ve civarında DSİ 182. Şube Müdürlüğü tarafından açılmış ve aylık rasat ölçümü yapılan 3 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. 42423 nolu sondaj kuyusu Kayadibi köyünde, 22221 nolu sondaj kuyusu Yeşilova Merkez ilçede ve 25115 nolu sondaj kuyusu ise Karaatlı köyünde yer almaktadır. Sondaj kuyularına ait teknik özellikler Tablo 4'de sunulmuştur. 25115 nolu kuyu çalışma alanının doğu sınırı dışında kalmaktadır. Ancak, söz konusu kuyu diğer kuyular gibi çalışma alanına ait alüvyon akiferi temsil ettiğinden verileri çalışmada kullanılmıştır. Aylık periyodik statik seviye ölçümleri 25115 nolu kuyuda 2000-2021 yılları arasında 42423 nolu kuyuda da 2015-2020 yılları arasında gerçekleştirilmiştir (Tablo 5, 6). 22221 nolu kuyuda ise 1989-2020 yılları arasında mevsimlik ölçümler yapılmıştır (Tablo 7). Bu 3 kuyuda ölçülmüş periyodik statik seviyelerin yıl bazında değişimleri grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 2a, 2b, 2c).

Tablo 4. Sondaj kuyularına ait teknik özellikler (Technical specifications of boreholes)

Kuyu Adı	Kayadibi	Yeşilova Merkez	Karaatlı
Kuyu No	42423	22221	25115
Pafta No	M23d3	M23d3	M23c4
Zemin Kotu	1177	1188	1140
Koordinat	X (D) Y (K)	742427 4155238	747837 4158797
Kuyu Derinliği (m)	100	75	65
Tip (Araştırma/İşletme)	Araştırma	İşletme	Araştırma
İl	Burdur	Burdur	Burdur
İlçe	Yeşilova	Yeşilova	Yeşilova
Köy / Mahalle	Kayadibi	Merkez	Karaatlı
Açıldığı Yıl	1992	1977	1978
Havza Adı	Burdur	Burdur	Burdur
Alt havza/Ova Adı	Yeşilova-Salda	Yeşilova-Yarıslı	Yeşilova-Yarıslı
Temsil Ettiği Akifer Türü	Alüvyon	Alüvyon +Serpantin	Alüvyon

Kayadibi köyünde bulunan 42423 nolu kuyuda 2016-2020 yılları arası Limnigraf (Manuel) ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde 2016 yılında 3,5 m, 2017 yılında 1,89 m ve 2018 yılında 1,15 m seviye düşümleri tespit edilmiştir. Genel anlamda bakıldığında 2016-2018 yılları arasında YAS seviye düşümleri gözlenmiş olmasına

rağmen düşüm oranının giderek azaldığı görülmektedir. 2018 yılı Aralık ayından itibaren YAS seviyesinde artış başlamıştır. 2019 yılı YAS seviye yükselimi 1,09 m'dir. 2019 yılında başlayan YAS seviye yükselimi 2020-Haziran ayına kadar devam etmiştir. Ocak-Haziran ayları arasında YAS seviyesi 0,21 m'dir. 2020-Temmuz ayından itibaren 0.22 m'lik düşüm gerçekleşmiştir (Tablo 5).

Karaatlı köyünde bulunan 25115 nolu kuyuda ise 2000 yılı statik su seviyesi 2,67-3,24 m arasında değişirken, 2020 yılında statik su seviyesi 3,67-6,58 m arasında değişmektedir. Kuyuda genel olarak kurak aylarda seviye düşümü gözlenirken, yağışlı aylarda seviye yükselimi gözlenmiştir. Kuyuda statik seviye 2003 yılının Mart ayında 0,67 m ölçülürken, 2020 yılı Eylül ayında en yüksek düşüm miktarı görülmüş ve seviye 6,58 m olarak ölçülmüştür (Tablo 6).

Yeşilova Merkez ilçede bulunan 22221 nolu kuyuda en düşük statik seviye 21,3 m ile 1990 yılında Temmuz-Aralık dönemi için ölçülmüştür. En yüksek statik su seviye değeri ise 8.56 m ile 2012 yılı Ocak-Haziran döneminde tespit edilmiştir. 1989 yılından 2002 yılına kadar dalgalanmalar olmakla birlikte genel olarak YAS seviyesinde düşüm tespit edilmiştir. 2001 yılı kış mevsiminden itibaren gözlenen YAS seviye yükselimi 2002 yılında 1.44 m olarak ölçülmüştür. 2003-2005 yılları arasında tekrar seviye düşümleri tespit edilmiştir. 2006 yılında 1,19 m YAS seviyesinde yükselim ölçülmüştür. Ocak-2009 ve Ocak-2010 arasında yükselim söz konusudur. 2010 yılında seviye düşümü tespit edilse de 2011-Ocak ve 2012-Ocak ölçümleri arasında yine yükselim gerçekleşmiştir. En yüksek YAS seviye yükselimi 8,36 m ile 2014 yılında ölçülmüştür. 2015 yılında da yükselim bir miktar devam etmiştir. 2016 yılından 2019 yılı başlarına kadar YAS yine düşmüştür. 2019 ve 2020 yıllarında sırasıyla 1,35 ve 3,92 m'lik yükselim tespit edilmiştir. 2020 yılında, Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Aralık ayında bir önceki yılın Aralık ayı seviyesine ulaşılmıştır (Tablo 7).

Tablo 5. 42423 Nolu sondaj kuyusu aylık rasat verileri (Monthly observation data of borehole No. 42423)

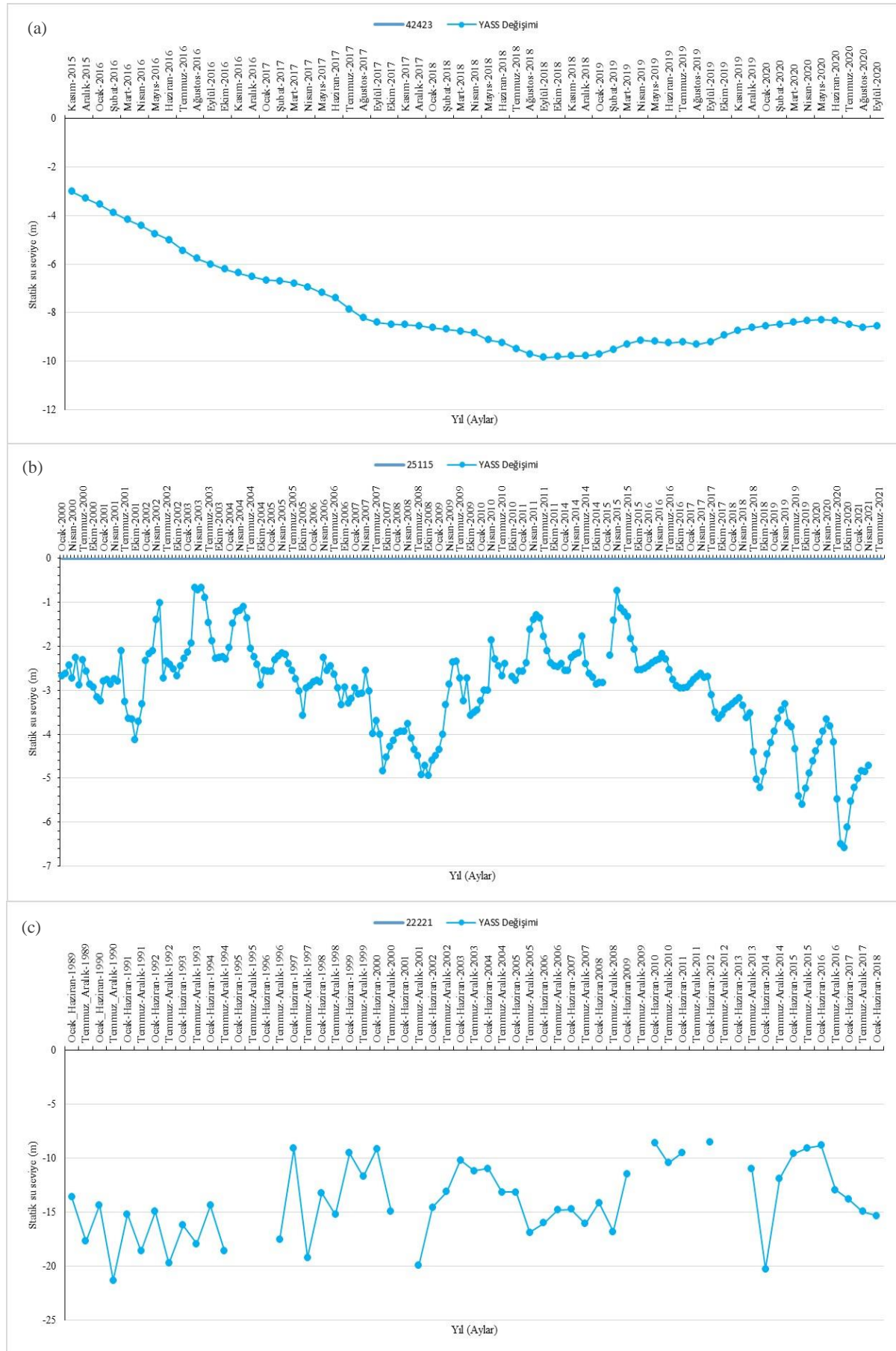
Yıllar	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2015	Limnigraf	-3,02	-3,29										
	YAS kotu	1173,98	1173,71										
	Açıklama												
2016	Limnigraf	-3,55	-3,89	-4,17	-4,43	-4,75	-5,01	-5,44	-5,78	-6,01	-6,21	-6,37	-6,52
	YAS kotu	1173,45	1173,11	1172,83	1172,57	1172,25	1171,99	1171,56	1171,22	1170,99	1170,79	1170,63	1170,48
	Açıklama	2016 yılı statik su seviyesi 3,02-6,52 m arasında değişmektedir. Bu yılda yeraltısuyu kotu 1170,48-1173,45 m arasındadır. 2016 yılında 3,5 m seviye düşümü gözlenmiştir. Yılın bütün aylarında düzenli bir düşüm tespit edilmiştir.											
2017	Limnigraf	-6,66	-6,7	-6,79	-6,94	-7,18	-7,4	-7,86	-8,22	-8,4	-8,49	-8,5	-8,55
	YAS kotu	1170,34	1170,3	1170,21	1170,06	1169,82	1169,6	1169,14	1168,78	1168,6	1168,51	1168,5	1168,45
	Açıklama	2017 yılı statik su seviyesi 6,66-8,55 m arasında değişmektedir. Bu yılda yeraltısuyu kotu 1170,34-1168,45 m arasındadır. 2017 yılında 1,89 m seviye düşümü gözlenmiştir. Yılın bütün aylarında düzenli bir düşüm tespit edilmiştir.											
2018	Limnigraf	-8,63	-8,69	-8,77	-8,85	-9,13	-9,24	-9,48	-9,7	-9,84	-9,82	-9,79	-9,78
	YAS kotu	1168,37	1168,31	1168,23	1168,15	1167,87	1167,76	1167,52	1167,3	1167,16	1167,18	1167,21	1167,22
	Açıklama	2018 yılı statik su seviyesi 8,63-9,78 m arasında değişmektedir. Bu yılda yeraltısuyu kotu 1168,37-1167,22 m arasındadır. 2018 yılında 1,15 m seviye düşümü gözlenmiştir. Aralık ayı hariç yılın bütün aylarında düzenli bir düşüm tespit edilmiştir. Aralık ayından itibaren YAS seviye yükselimi başlamıştır.											
2019	Limnigraf	-9,71	-9,52	-9,3	-9,14	-9,18	-9,25	-9,21	-9,31	-9,2	-8,93	-8,73	-8,62
	YAS kotu	1167,29	1167,48	1167,7	1167,86	1167,82	1167,75	1167,79	1167,69	1167,8	1168,07	1168,27	1168,38
	Açıklama	2019 yılı statik su seviyesi 9,71-8,62 m arasında değişmektedir. Bu yılda yeraltısuyu kotu 1167,29-1168,38 m arasındadır. 2019 yılında bütün aylarda seviye yükselimi tespit edilmiştir. 2019 yılı yeraltısuyu seviye yükselimi 1,09 m'dir.											
2020	Limnigraf	-8,54	-8,48	-8,41	-8,32	-8,3	-8,33	-8,49	-8,6	-8,55			
	YAS kotu	1168,46	1168,52	1168,59	1168,68	1168,7	1168,67	1168,51	1168,4	1168,45			
	Açıklama	2020 yılında Ocak ve Eylül ayları arasında rasat verileri bulunmaktadır. 2019 yılında başlayan YAS seviye yükselimi 2020 Haziran ayına kadar devam etmiştir. Ocak-Haziran ayları arasında yeraltısuyu seviyesi 0,21 m'dir. Temmuz ayından itibaren 0.22 m'lik düşüm gerçekleşmiştir. 2020 yılı Eylül ayı YAS kotu 1168,45 m'dir.											

Tablo 6. 25115 Nolu sondaj kuyusu aylık rasat verileri (Monthly observation data of borehole No. 25115)

Yıl	Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2000	Limnigraf (m)	-2,67	-2,62	-2,43	-2,73	-2,26	-2,89	-2,32	-2,57	-2,86	-2,93	-3,16	-3,24
	YAS kotu (m)	1137,33	1137,38	1137,57	1137,27	1137,74	1137,11	1137,68	1137,43	1137,14	1137,07	1136,84	1136,76
	Açıklama	2000 yılı statik su seviyesi 2,67-3,24 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,33-1136,76 m arasındadır. 2000 yılında 0,57 m seviye düşümü gözlenmiştir. Yılın bütün aylarında düzenli bir düşüm tespit edilmiştir. Aralık ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,44 m seviye yükselimi gerçekleşmiştir.											
2001	Limnigraf (m)	-2,8	-2,76	-2,87	-2,75	-2,8	-2,1	-3,26	-3,64	-3,66	-4,12	-3,71	-3,32
	YAS kotu (m)	1137,2	1137,24	1137,13	1137,25	1137,2	1137,9	1136,74	1136,36	1136,34	1135,88	1136,29	1136,68
	Açıklama	2001 yılı statik su seviyesi 2,80-4,12 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,20-1135,88 m arasındadır. 2001 yılında Ocak-Ekim ayları arasında 1,32 m seviye düşümü gözlenmiştir. Kasım-Aralık aylarında seviye yükselimi gözlenmiştir. Aralık ayında Eylül ayı seviyesinden 0,34 m daha düşük yeraltısuyu ölçülmüştür. Aralık ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,99 m seviye yükselimi gerçekleşmiştir.											
2002	Limnigraf (m)	-2,33	-2,17	-2,1	-1,4	-1,02	-2,72	-2,34	-2,41	-2,52	-2,68	-2,45	-2,28
	YAS kotu (m)	1137,67	1137,83	1137,9	1138,6	1138,98	1137,28	1137,66	1137,59	1137,48	1137,32	1137,55	1137,72
	Açıklama	2002 yılı statik su seviyesi 1,02-2,68 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1138,98-1137,28 m arasındadır. Nisan-Mayıs aylarında seviye yükselimi gözlenmiştir. En düşük statik seviye Ekim ayında 2,68 m olarak ölçülmüştür. Ekim-Aralık ayları arasında 0,40 m yükselimi gerçekleşmiştir. Aralık ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,14 m seviye yükselimi tespit edilmiştir.											
2003	Limnigraf (m)	-2,14	-1,94	-0,67	-0,73	-0,68	-0,89	-1,47	-1,88	-2,28	-2,27	-2,25	-2,29
	YAS kotu (m)	1137,86	1138,06	1139,33	1139,27	1139,32	1139,11	1138,53	1138,12	1137,72	1137,73	1137,75	1137,71
	Açıklama	2003 yılı statik su seviyesi 0,67-2,29 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1139,33-1137,71 m arasındadır. Şubat ayından Mayıs ayına kadar seviye yükselimi gözlenmiştir. Haziran- Aralık ayları arasında ise sürekli düşüm tespit edilmiştir. Aralık ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,15 m seviye yükselimi gerçekleşmiştir.											
2004	Limnigraf (m)	-2,04	-1,48	-1,22	-1,19	-1,1	-1,37	-2,05	-2,24	-2,41	-2,89	-2,56	-2,57
	YAS kotu (m)	1137,96	1138,52	1138,78	1138,81	1138,9	1138,63	1137,95	1137,76	1137,59	1137,11	1137,44	1137,43
	Açıklama	2004 yılı statik su seviyesi 1,10-2,89 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1138,90-1137,11 m arasındadır. Şubat ayından Mayıs ayına kadar seviye yükselimi gözlenmiştir. Haziran- Aralık ayları arasında ise sürekli düşüm tespit edilmiştir.											
2005	Limnigraf (m)	-2,57	-2,32	-2,23	-2,16	-2,2	-2,4	-2,55	-2,74	-3,02	-3,57	-2,96	-2,9
	YAS kotu (m)	1137,43	1137,68	1137,77	1137,84	1137,8	1137,6	1137,45	1137,26	1136,98	1136,43	1137,04	1137,1
	Açıklama	2005 yılı statik su seviyesi 2,16-3,57 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,84-1136,43 m arasındadır. Şubat- Nisan ayları arasında seviye yükselimi gözlenmiştir. Mayıs ayından itibaren başlayan düşüm Kasım ayında sonlanmıştır. Kasım ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,15 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir.											
2006	Limnigraf (m)	-2,81	-2,78	-2,81	-2,27	-2,56	-2,46	-2,65	-2,96	-3,33	-2,93	-3,3	-3,19
	YAS kotu (m)	1137,19	1137,22	1137,19	1137,73	1137,44	1137,54	1137,35	1137,04	1136,67	1137,07	1136,7	1136,81
	Açıklama	2006 yılı statik su seviyesi 2,27-3,33 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,73-1136,70 m arasındadır. En düşük seviye Eylül ayında ölçülmüş olup Ekim ayında seviye yükselimi tespit edilmiştir. Ancak, ekimden itibaren YAS düşümü devam etmiştir. Kasım ayı ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,35 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir.											
2007	Limnigraf (m)	-2,95	-3,1	-3,07	-2,56	-3,02	-3,99	-3,7	-4	-4,84	-4,52	-4,28	-4,15
	YAS kotu (m)	1137,05	1136,9	1136,93	1137,44	1136,98	1136,01	1136,3	1136	1135,16	1135,48	1135,72	1135,85
	Açıklama	2007 yılı statik su seviyesi 2,56-4,84 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,44-1135,16 m arasındadır. Bu yılda Mayıs-Eylül ayları arasında sürekli düşüm gözlenmiştir. Eylül- ile bir sonraki yılın Ocak ayı arasında 0,87 m YAS yükselimi tespit edilmiştir.											
2008	Limnigraf (m)	-3,97	-3,94	-3,93	-3,77	-4,1	-4,35	-4,5	-4,93	-4,71	-4,94	-4,6	-4,5
	YAS kotu (m)	1136,03	1136,06	1136,07	1136,23	1135,9	1135,65	1135,5	1135,07	1135,29	1135,06	1135,4	1135,5
	Açıklama	2008 yılı statik su seviyesi 3,77-4,94 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1136,23-1135,06 m arasındadır. Bu yılda en yüksek seviye Nisan ayında, en düşük seviye Ekim ayında ölçülmüştür.											
2009	Limnigraf (m)	-4,35	-4	-3,33	-2,87	-2,36	-2,35	-2,73	-3,25	-2,73	-3,57	-3,51	-3,46
	YAS kotu (m)	1135,65	1136	1136,67	1137,13	1137,64	1137,65	1137,27	1136,75	1137,27	1136,43	1136,49	1136,54
	Açıklama	2009 yılı statik su seviyesi 2,35-4,35 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,65-1135,65 m arasındadır. Bu yılda Ocak-Haziran ayları arasında 2 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir. Temmuz- Aralık ayları arasında 1,11 m seviye düşümü gözlenmiştir.											
2010	Limnigraf (m)	-3,25	-3	-3	-1,87	-2,3	-2,45	-2,68	-2,4	-2,7	-2,78	-2,78	-2,58
	YAS kotu (m)	1136,75	1137	1137	1138,13	1137,7	1137,55	1137,32	1137,6	1140	1137,3	1137,22	1137,42
	Açıklama	2010 yılı statik su seviyesi 1,87-3,25 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1138,13-1136,75 m arasındadır. Ocak-Nisan ayları arasında 1,38 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir. Mayıs- Aralık ayları arasında 0,71 m seviye düşümü gözlenmiştir.											
2011	Limnigraf (m)	-2,57	-2,38	-1,62	-1,4	-1,3	-1,37	-1,78	-2,1	-2,39	-2,46	-2,47	-2,4
	YAS kotu (m)	1137,43	1137,62	1138,38	1138,6	1138,7	1138,63	1138,22	1137,9	1137,61	1137,54	1137,53	1137,6
	Açıklama	2011 yılı statik su seviyesi 1,30-2,47 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1138,70-1137,53 m arasındadır. Ocak-Mayıs ayları arasında 1,27 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir. Mayıs- Kasım ayları arasında 1,1 m seviye düşümü gözlenmiştir. Aralık ayında bir miktar artış tespit edilmiştir.											
2014	Limnigraf (m)	-2,56	-2,56	-2,26	-2,2	-2,15	-1,78	-2,4	-2,62	-2,71	-2,86	-2,84	-2,83
	YAS kotu (m)	1137,44	1137,44	1137,74	1137,8	1137,85	1138,22	1137,6	1137,38	1137,29	1137,14	1137,16	1137,17
	Açıklama	2012 ve 2013 yılları arasında ölçüm yapılmamıştır. 2014 yılı statik su seviyesi 1,78-2,86 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1138,22-1137,14 m arasındadır. Ocak-Haziran ayları arasında 0,78 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir. Haziran- Ekim ayları arasında 1,08 m seviye düşümü gözlenmiştir.											
2015	Limnigraf (m)	-2,21	-1,41	-0,74	-1,13	-1,22	-1,32	-1,83	-2,08	-2,54	-2,53	-3,44	-2,5
	YAS kotu (m)	1140	1137,79	1138,59	1139,26	1138,87	1138,78	1138,68	1138,17	1137,92	1137,46	1137,47	1137,5
	Açıklama	2015 yılı statik su seviyesi 0,74-2,54 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1139,26-1137,46 m arasındadır. 2014 yılı Kasım ayından itibaren başlayan yas yükselimi Mayıs ayına kadar devam etmiştir. Nisan ayından yılsonuna kadar 1,76 m seviye düşümü gözlenmiştir.											
2016	Limnigraf (m)	-2,46	-2,39	-2,33	-2,3	-2,18	-2,29	-2,54	-2,77	-2,9	-2,95	-2,95	-2,93
	YAS kotu (m)	1137,54	1137,61	1137,67	1137,7	1137,82	1137,71	1137,46	1137,23	1137,1	1137,05	1137,05	1137,07
	Açıklama	2016 yılı statik su seviyesi 2,18-2,65 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,82-1137,05 m arasındadır. Ocak-Mayıs ayları arasında yeraltısuyu yükselimi gözlenmiştir. Haziran-Kasım ayları arasında ise seviye düşümü gerçekleşmiştir.											
2017	Limnigraf (m)	-2,85	-2,77	-2,7	-2,62	-2,71	-2,7	-3,11	-3,1	-3,65	-3,55	-3,44	-3,38
	YAS kotu (m)	1137,15	1137,23	1137,3	1137,38	1137,29	1137,3	1136,89	1136,5	1136,35	1136,45	1136,56	1136,62
	Açıklama	2017 yılı statik su seviyesi 2,62-3,65 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1137,38-1136,35 m arasındadır. Ocak-Haziran ayları arasında 0,15 m yeraltısuyu yükselimi tespit edilmiştir. Haziran- Ekim ayları arasında 0,85 m seviye düşümü gözlenmiştir.											
2018	Limnigraf (m)	-3,32	-3,25	-3,18	-3,35	-3,62	-3,53	-4,41	-5,02	-5,21	-4,86	-4,46	-4,19
	YAS kotu (m)	1136,68	1136,75	1136,82	1136,65	1136,38	1136,47	1135,59	1134,98	1134,79	1135,14	1135,54	1135,81
	Açıklama	2018 yılı statik su seviyesi 3,18-5,21 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1136,82-1134,79 m arasındadır. 2017 yılı Ekim ayından itibaren başlayan YAS yükselimi 2018 yılı Nisan ayına kadar devam etmiştir. Mayıs-Eylül ayları arasında 1,59 m yas düşümü ölçülmüştür.											
2019	Limnigraf (m)	-3,93	-3,65	-3,45	-3,31	-3,75	-3,84	-4,34	-5,41	-5,59	-5,23	-4,89	-4,62
	YAS kotu (m)	1136,07	1136,35	1136,55	1136,69	1136,25	1136,16	1135,66	1134,59	1134,41	1134,77	1135,11	1135,38
	Açıklama	2019 yılı statik su seviyesi 3,31-5,59 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1136,69-1134,41 m arasındadır. 2018 yılı Ekim ayından itibaren başlayan yas yükselimi 2019 yılı Nisan ayına kadar devam etmiştir. Mayıs-Eylül ayları arasında 1,84 m YAS düşümü ölçülmüştür.											
2020	Limnigraf (m)	-4,38	-4,18	-3,94	-3,67	-3,81	-4,18	-5,48	-6,49	-6,58	-6,11	-5,52	-5,21
	YAS kotu (m)	1135,62	1135,82	1136,06	1136,33	1136,19	1135,82	1134,52	1133,51	1133,42	1133,89	1134,48	1134,79
	Açıklama	2020 yılı statik su seviyesi 3,67-6,58 m arasında değişmektedir. Bu yılda yas kotu 1136,33-1133,42 m arasındadır. 2019 yılı Ekim ayından itibaren başlayan YAS yükselimi 2020 yılı Nisan ayına kadar devam etmiştir. Mayıs-Eylül ayları arasında 2,77 m yas düşümü ölçülmüştür.											
2021	Limnigraf (m)	-5,01	-4,84	-4,86	-4,72	arızalı	arızalı	arızalı	arızalı				
	YAS kotu (m)	1134,99	1135,16	1135,14	1135,28								
	Açıklama	2020 yılı Ekim ayından itibaren başlayan yeraltısuyu yükselimi 2021 yılı Nisan ayına kadar devam ettiği görülmektedir. Daha sonraki aylarda ölçüm alınmamıştır.											

Tablo 7. 22221 Nolu sondaj kuyusu mevsimlik rasat verileri (Seasonal observation data of borehole No. 22221)

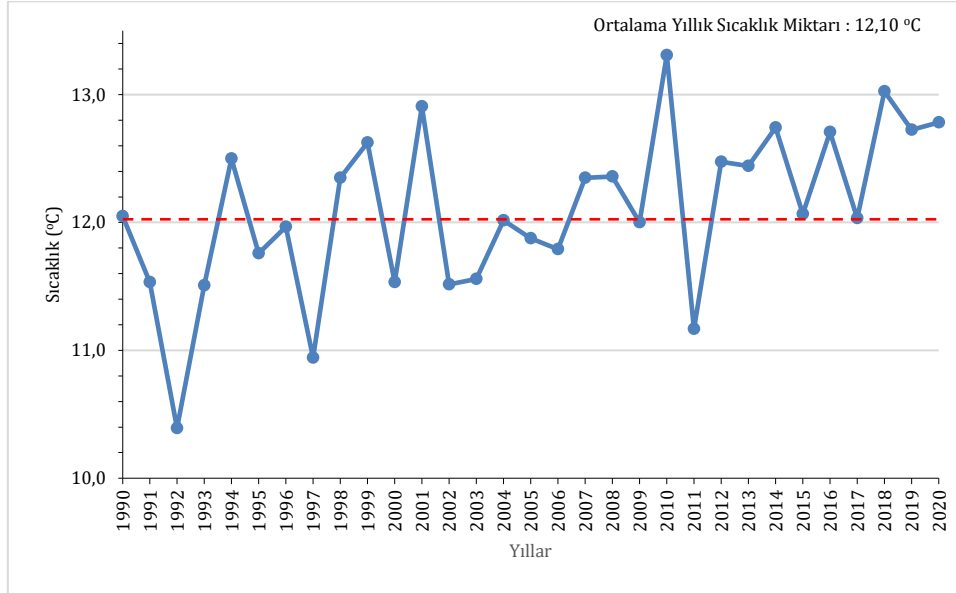
YIL	AY	Limnigraf (m)	YAS kotu (m)	YAS seviye farkı	Açıklama
1989	Ocak-Haziran	-13,62	1174,38	-4,08	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir.
	Temmuz-Aralık	-17,7	1170,3		
1990	Ocak-Haziran	-14,34	1173,66	-6,96	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-21,30	1166,7		
1991	Ocak-Haziran	-15,20	1172,8	-3,4	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-18,60	1169,4		
1992	Ocak-Haziran	-14,95	1173,05	-4,8	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-19,75	1168,25		
1993	Ocak-Haziran	-16,20	1171,8	-1,75	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-17,95	1170,05		
1994	Ocak-Haziran	-14,40	1173,6	-4,2	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-18,60	1169,4		
1996	Ocak-Haziran	-	-	-10,1	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-17,55	1170,45		
1997	Ocak-Haziran	-9,12	1178,88	-1,98	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-19,22	1168,78		
1998	Ocak-Haziran	-13,24	1174,76	-2,15	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-15,22	1172,78		
1999	Ocak-Haziran	-9,55	1178,45	-5,74	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-11,70	1176,3		
2000	Ocak-Haziran	-9,16	1178,84	-1,00	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-14,90	1173,1		
2001	Ocak-Haziran	-	-	-2,2	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir.
	Temmuz-Aralık	-19,90	1168,1		
2002	Ocak-Haziran	-14,57	1173,43	1,44	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-13,13	1174,87		
2003	Ocak-Haziran	-10,20	1177,8	-3,73	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-11,20	1176,8		
2004	Ocak-Haziran	-10,97	1177,03	-1,32	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-13,17	1174,83		
2005	Ocak-Haziran	-13,17	1174,83	-2,67	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-16,90	1171,1		
2006	Ocak-Haziran	-15,99	1172,01	-1,84	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-14,80	1173,2		
2007	Ocak-Haziran	-14,74	1173,26	-1,15	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-16,06	1171,94		
2008	Ocak-Haziran	-14,13	1173,87	8,36	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir.
	Temmuz-Aralık	-16,80	1171,2		
2009	Ocak-Haziran	-11,47	1176,53	0,5	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi bir miktar yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-	-		
2010	Ocak-Haziran	-8,60	1179,4	-4,12	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-10,44	1177,56		
2011	Ocak-Haziran	-9,50	1178,5	-1,15	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-	-		
2012	Ocak-Haziran	-8,56	1179,44	-0,49	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Düşüm bir önceki yıldan itibaren devam etmiştir.
	Temmuz-Aralık	-	-		
2013	Ocak-Haziran	-	-	1,35	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Aralık ayında bir önceki yılın Aralık ayı seviyesine ulaşılmıştır.
	Temmuz-Aralık	-11,00	1177		
2014	Ocak-Haziran	-20,26	1167,74	3,92	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir.
	Temmuz-Aralık	-11,90	1176,1		
2015	Ocak-Haziran	-9,59	1178,41	-4,12	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi bir miktar yükselmiştir. Yükselim bir önceki yıldan itibaren devam etmektedir.
	Temmuz-Aralık	-9,09	1178,91		
2016	Ocak-Haziran	-8,82	1179,18	-1,15	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Ancak, bir önceki yılın Aralık ayına göre Ocak ayında seviye yükselimi söz konusudur.
	Temmuz-Aralık	-12,94	1175,06		
2017	Ocak-Haziran	-13,81	1174,19	-0,49	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviye düşümü gerçekleşmiştir. Düşüm bir önceki yıldan itibaren devam etmiştir.
	Temmuz-Aralık	-14,96	1173,04		
2018	Ocak-Haziran	-15,32	1172,68	1,35	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Aralık ayında bir önceki yılın Aralık ayı seviyesine ulaşılmıştır.
	Temmuz-Aralık	-15,81	1172,19		
2019	Ocak-Haziran	-14,51	1173,49	3,92	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Aralık ayında bir önceki yılın Aralık ayı seviyesine ulaşılmıştır.
	Temmuz-Aralık	-13,16	1174,84		
2020	Ocak-Haziran	-17,47	1170,53	3,92	Ocak ve Aralık ayları arasında YAS seviyesi yükselmiştir. Aralık ayında bir önceki yılın Aralık ayı seviyesine ulaşılmıştır.
	Temmuz-Aralık	-13,55	1174,45		



Şekil 2. Sondaj kuyularına ait yeraltısuyu seviye değişim grafikleri a)42423 Nolu sondaj kuyusu, b)25115 Nolu sondaj kuyusu c)22221 Nolu sondaj kuyusu (Graphs of groundwater level change in boreholes a)No. 42423, b)No. 21115, c)No. 22221)

4.2. Sıcaklık (Temperature)

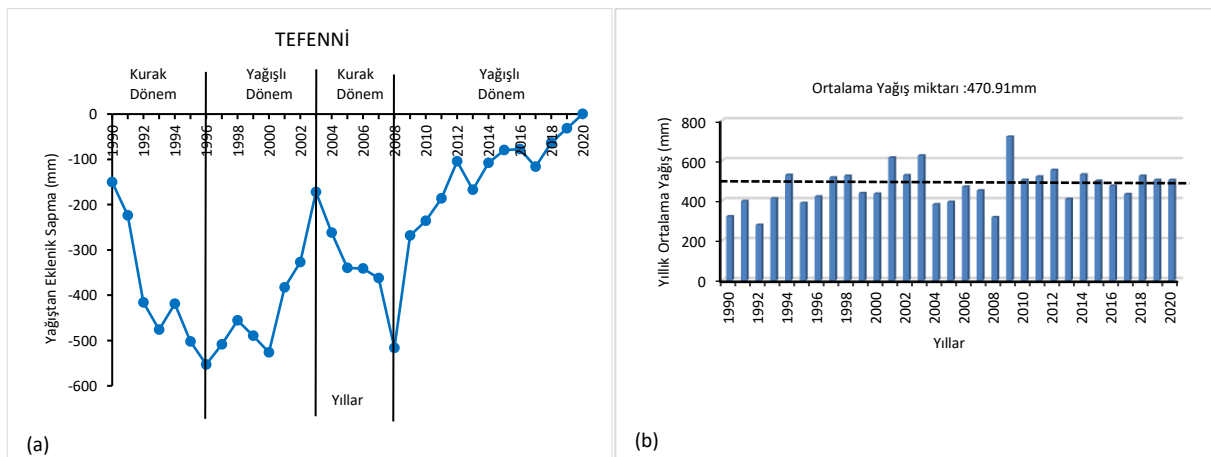
Çalışma alanı içerisinde bulunan Yeşilova (Burdur) Devlet Meteoroloji İstasyonu'nda (DMİ) 2012-2020 yılları arasında aylık ortalama sıcaklık değerleri ölçülmüştür. 8 yıllık süreçte en düşük sıcaklık (-1,80 °C) Ocak ayında yaşanırken, en yüksek sıcaklık (25,30 °C) Temmuz ayında gerçekleşmiş ve ortalama sıcaklık 12,77 °C'dir. Çalışma alanı ve civarının sıcaklığını temsil eden Tefenni (Burdur) Devlet Meteoroloji İstasyonu'nda (DMİ) ise 31 yıllık (1990-2020) aylık ortalama sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Ölçümlere göre aylık ortalama sıcaklık 12,10 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Tefenni DMİ'ye ait ortalama yıllık sıcaklık değişim grafiği
(Average annual temperature change graph of tefenni SMS)

4.3. Yağış (Precipitation)

Çalışma alanında yağışın dönemsel değişikliklerini belirleyebilmek için Tefenni (Burdur) Devlet Meteoroloji İstasyonu'nda (DMİ)'de 1990-2020 yılları arasında ölçülen yağış değerleri ile eklenik sapma grafikleri hazırlanmıştır. Tefenni DMİ'ye ait eklenik sapma grafiğinde, 1990-1996 yılları arası kurak dönem, 1996-2003 yılları arası yağışlı dönem, 2003-2008 yılları arası yağışlı dönem, 2003-2008 yılları arası kurak dönem ve 2008-2020 yılları arası yağışlı dönem temsil etmektedir (Şekil 4a). Çalışma alanındaki yıllık ortalama yağış miktarı ise 470,91 mm olarak belirlenmiştir (Şekil 4b).



Şekil 4. Tefenni DMİ'ye ait a) Ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma ve b) Yağış dağılım grafikleri
(a) Additive deviation from average annual precipitation and b) Precipitation distribution graphic of Tefenni SMS)

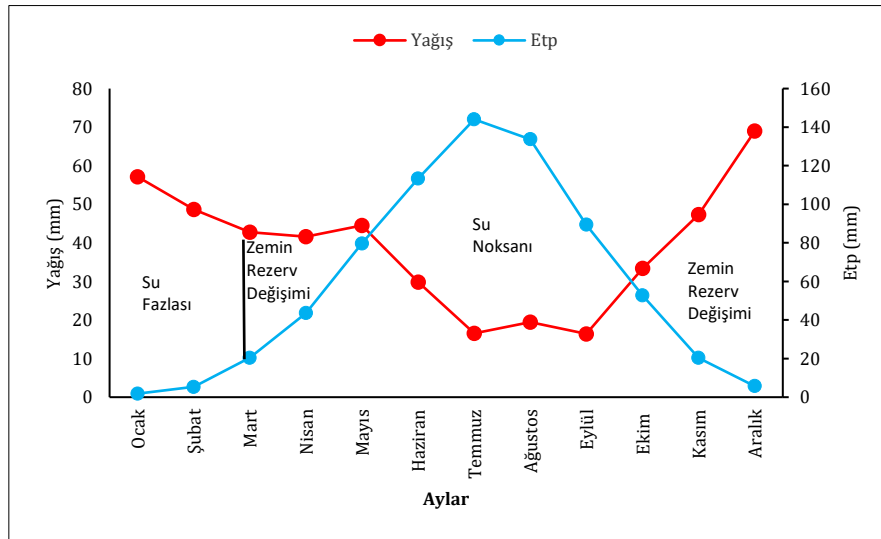
4.4. Buharlaşma (Evaporation)

Çalışma alanında buharlaşma miktarını belirleyebilmek için Thornthwaite (Thornthwaite ve Mather, 1957)

yöntemi uygulanmıştır. Yöntemde Tefenni DMİ'ye ait 1990-2020 yılları arası gerçekleşen yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. Elde edilen veriler ile yapılan denestirmeli su bütçesine göre çalışma alanındaki toplam ortalama yıllık yağış miktarı (P) 466,61 mm, yıllık toplam sıcaklık 145,16 °C, gerçek buharlaşma (Etr) 355,53 mm ve potansiyel buharlaşma (Etp) 710,27 mm olarak hesaplanmıştır (Tablo 8). Etp ve Etr değerleri karşılaştırılmak için yağış-Etp değişim grafiği hazırlanmıştır (Şekil 5). Grafiğe göre çalışma alanında Ocak, Şubat ve Mart aylarında zemin rezervi 100 iken Etp değerleri Etr değerlerine eşittir ve gerçekleşen buharlaşmalardan sonra geriye kalan miktar su fazlası olarak kaydedilmiştir. Mart ayından Mayıs ayı sonuna kadar yağış miktarı Etp'den düşük olup zemin rezerv değişimi gözlenmektedir. Haziran ayından Ekim ayının sonuna kadar devam eden düşük yağış ve yüksek Etp miktarları zemin rezervinin tükenmesine sebep olmuş ve su noksanı ortaya çıkmıştır. Kasım ayında yağış miktarının Etp miktarından fazla olmasıyla beraber zemin rezervi dolmaya başlamış ve Aralık ayında 63,20 mm seviyesine ulaşmıştır.

Tablo 8. Tefenni DMİ'ye ait Thornthwaite yöntemine göre denestirmeli su bütçesi
(Compensated water budget according to Thornthwaite method of Tefenni DMİ)

TEFENNİ (1990-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık sıcaklık (t)	1,18	2,66	6,28	10,55	15,34	19,86	23,49	23,34	18,99	13,37	7,23	2,86	145,16
Aylık endeks (i)	0,11	0,38	1,41	3,10	5,46	8,07	10,41	10,31	7,54	4,44	1,75	0,43	53,41
Etp (mm)	1,83	5,31	20,47	43,62	79,68	113,35	144,04	133,69	89,37	52,76	20,37	5,77	710,27
Yağış (mm)	57,16	48,63	42,76	41,64	44,51	29,84	16,53	19,43	16,42	33,40	47,31	68,97	466,61
Etr	1,83	5,31	20,47	43,62	79,68	92,69	16,53	19,43	16,42	33,40	20,37	5,77	355,53
Zemin Rezervi	100,00	100,00	100,00	98,02	62,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,94	63,20	551,02
Zemin Rezerv Değişimi	-	-	-	1,98	35,17	-62,85	0,00	0,00	0,00	0,00	26,94	90,14	-
Su Noksanı	-	-	-	-	-	20,66	127,51	114,26	72,95	19,35	-	63,20	417,94
Su Fazlası	55,33	43,32	22,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120,94
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	-



Şekil 5. Tefenni DMİ'ye ait yağış-etp değişim grafiği (Precipitation-Etp change graph of Tefenni SMS)

4.5. Standartlaştırılmış Yağış İndeksinin Belirlenmesi (Determination of Standardized Precipitation Index)

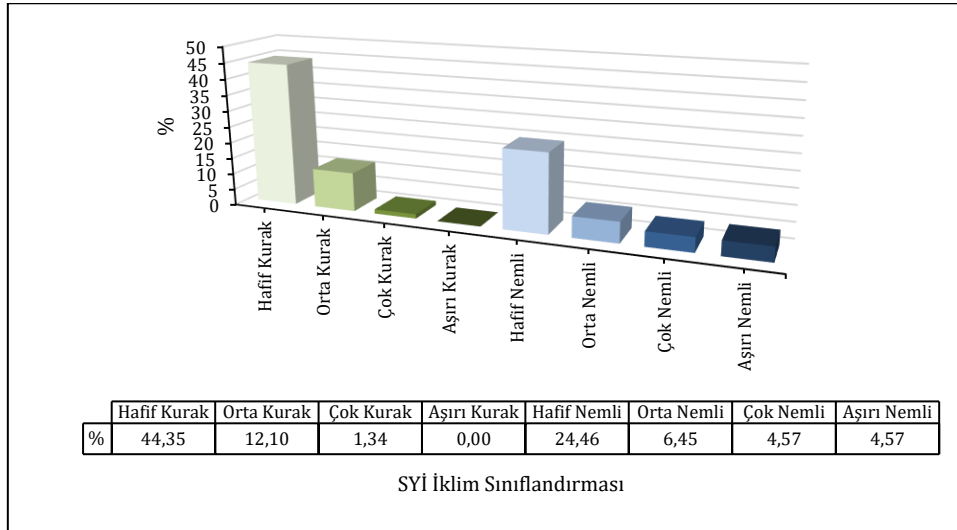
Bir bölgede SYİ yöntemine göre kuraklık-nemlilik sınıflandırması yapabilmek için en az 30 yıllık iklim verisinin olması gerekmektedir. Çalışma alanını temsil eden Yeşilova (Burdur) DMİ'nde 2012 yılından bu yana iklimsel ölçüm yapılmaktadır. Bu nedenle bu istasyonda ölçülen veriler SYİ yöntemi için yetersiz olduğundan çalışma alanına en yakın istasyon olarak 17892 nolu Tefenni (Burdur) DMİ'ye ait iklim verileri kullanılmıştır. Tefenni (Burdur) DMİ'ye ait 31 yıllık (1990-2020) yağış verileri ile bölgedeki kurak ve yağışlı dönemlerin şiddeti, büyüklüğü ve dağılımı belirlenmiştir. Yağış verileri kullanılarak Mc. Mckee (1993) tarafından geliştirilen eşitlik (1) yardımıyla aylık ve yıllık olarak SYİ değerleri hesaplanmıştır. SYİ değerlerine göre, 1990-2020 yılları arasında geçen 31 yıllık süre içerisinde, 372 ay süresince yağış takibi yapılmıştır. Toplam olarak 215 ay negatif SYİ değerleri, 145 ay pozitif SYİ değerleri elde edilmiştir. 31 yıl süresinde %44,35 (145 ay) oranında "Hafif Kurak", %12,10 (45 ay) oranında "Orta Kurak" ve % 1,34 (5 ay) oranında "Çok Kurak" dönemler belirlenmiştir. "Aşırı Kurak" ay hiç gözlenmemiştir. Ayrıca, %24,46 (91 ay) oranında "Hafif Nemli", %6,45 (24 ay) oranında "Orta Nemli", % 4,57 (17 ay) oranında "Çok Nemli" ve %4,57 (17 ay) oranında "Aşırı Nemli" dönemler belirlenmiştir. Bu analiz çalışma alanında % 57,80 oranında (215 ay) "Kuraklık" yaşanırken, %40,05 oranında (145 ay) "Nemlilik" yaşandığını göstermektedir. Şubat (1999, 2009), Mart (1995, 2015), Nisan (2003), Mayıs (1993), Haziran (2018, 2019), Temmuz (1998), Ağustos (1997), Eylül (2009, 2014), Ekim (2006, 2010), Kasım (2001, 2007) ve Aralık (2001) süresince "Aşırı Nemli"lik yaşanmıştır. Ocak (1990, 1992, 2008), Şubat (2017) ve Nisan ayında (2018) ise "Çok

Kurak” dönem gözlenmiştir (Tablo 9). En nemli ay 2001 yılının Aralık ayında (SYİ=3,57) yaşanırken, en kurak ay 1992 yılı Ocak ayında (SYİ=-1,64) yaşanmıştır (Şekil 6). 31 yıl süresince ise Şubat, Mayıs ve Eylül ayları (20’şer ay) en kurak aylar ve Ocak ayı (13 ay) en nemli ay olarak belirlenmiştir (Tablo 9). Uzun yıllar SYİ değerlerinin zamansal dağılımını (12 aylık) görebilmek için SYİ-zaman grafiği hazırlanmıştır (Şekil 7).

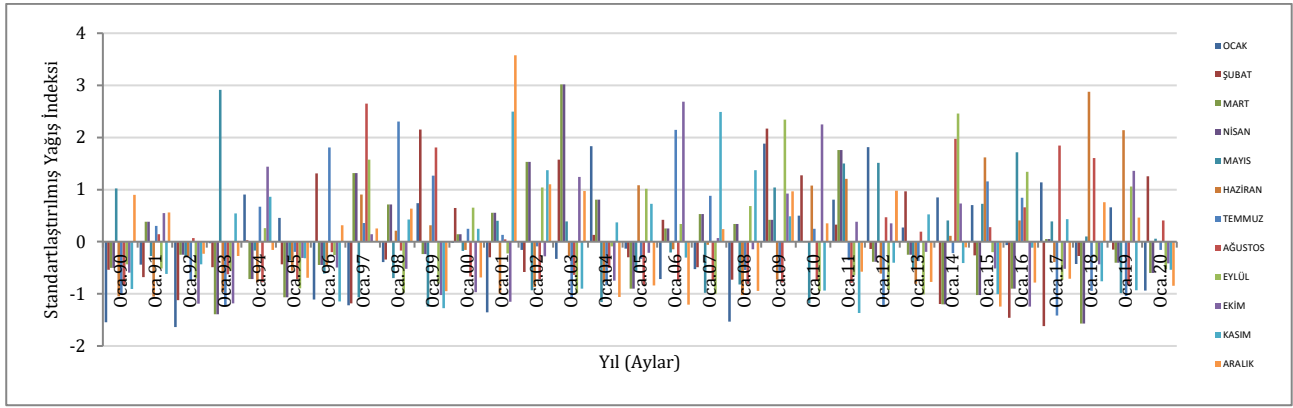
Tablo 9. Tefenni DMI’ye ait SYİ değerleri (SPI values of Tefenni SMS)

YIL	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1990	-1,54	-0,54	-1,23	-0,50	1,02	-1,05	-1,02	-0,83	-0,43	-0,59	-0,90	0,90
1991	-0,44	-0,68	-1,14	0,39	-0,27	-1,06	0,31	0,14	-0,51	0,55	-0,62	0,56
1992	-1,64	-1,12	0,01	-0,25	-0,27	-0,28	-0,75	0,07	-0,70	-1,19	-0,43	-0,23
1993	-0,03	-0,49	-0,03	-1,39	2,91	-0,96	-1,22	-0,62	-0,56	-1,19	0,54	-0,27
1994	0,91	0,03	0,84	-0,72	-0,17	-0,77	0,67	-0,78	0,26	1,44	0,86	-0,16
1995	0,46	-0,43	2,21	-1,07	-0,36	-0,56	-0,19	-0,72	-0,89	-0,31	-0,32	-0,69
1996	-1,11	1,31	0,54	-0,45	-0,61	-0,45	1,81	-0,20	-0,25	-0,50	-1,15	0,32
1997	-1,22	-1,18	-0,28	1,32	-1,06	0,90	0,36	2,65	1,57	0,14	0,00	0,25
1998	-0,39	-0,34	1,34	0,72	-0,69	0,21	2,30	-0,17	-0,98	-0,52	0,43	0,64
1999	0,74	2,15	-0,26	-0,24	-1,24	0,32	1,27	1,81	-0,81	-1,02	-1,28	-0,95
2000	-0,02	0,65	0,49	0,15	-0,17	-0,16	0,25	-0,67	0,66	-0,97	0,25	-0,69
2001	-1,35	-0,30	-1,43	0,56	0,40	-1,00	0,13	0,05	-0,22	-1,15	2,50	3,57
2002	-0,16	-0,58	0,06	1,53	-0,93	-0,87	-0,09	-0,72	1,04	-0,28	1,37	1,10
2003	-0,33	1,58	1,09	3,02	0,39	-0,27	-1,07	-0,64	-0,98	1,25	-0,90	0,98
2004	1,83	0,13	-0,95	0,81	-1,16	-0,78	-0,83	-0,50	-0,09	-0,75	0,37	-1,06
2005	-0,13	-0,30	-0,57	-0,90	-0,56	1,08	-0,33	-0,83	1,01	-0,21	0,72	-0,84
2006	-0,72	0,42	0,42	0,26	-0,21	-0,14	2,15	-0,76	0,34	2,69	-0,31	-1,21
2007	-0,52	-0,49	-1,31	0,53	-0,98	-0,06	0,88	-0,75	-1,00	0,07	2,49	0,24
2008	-1,53	-0,73	-0,13	0,34	-0,82	-1,02	-0,54	-0,81	0,69	-0,14	1,37	-0,94
2009	1,88	2,17	-0,20	0,42	1,04	-0,73	-0,58	-0,78	2,34	0,92	0,49	0,97
2010	0,50	1,27	-1,20	-0,01	-1,18	1,08	0,25	-0,74	-0,95	2,25	-0,94	0,35
2011	0,81	0,33	-0,37	1,76	1,50	1,21	-0,35	-0,79	-0,64	0,38	-1,36	-0,57
2012	1,81	-0,14	-0,89	-0,39	1,52	-0,61	-1,25	0,47	-0,92	0,35	-0,40	0,98
2013	0,27	0,97	-0,15	-0,25	-0,52	-0,81	-0,37	0,19	-1,01	-0,20	0,53	-0,77
2014	0,85	-1,19	-0,03	-1,20	0,41	0,11	-0,22	1,97	2,46	0,74	-0,41	-0,11
2015	0,70	-0,26	2,61	-1,02	0,73	1,62	1,15	0,28	-0,20	-0,51	-1,01	-1,24
2016	-0,06	-1,46	1,62	-0,90	1,72	0,41	0,85	0,66	1,34	-1,25	-0,11	-0,78
2017	1,14	-1,62	-0,09	0,05	0,39	-0,39	-1,42	1,85	-0,73	-0,52	0,43	-0,71
2018	-0,42	-0,28	0,31	-1,57	0,10	2,88	-0,95	1,60	-0,36	-0,43	-0,76	0,76
2019	0,66	-0,15	-0,77	-0,40	-0,98	2,14	-1,04	-0,84	1,06	1,36	-0,93	0,46
2020	-0,94	1,26	-0,49	-0,60	0,06	0,00	-0,16	0,41	-0,52	-0,42	-0,54	-0,84

SYİ Değerlerine Göre İklim Sınıflandırması (McKee vd., (1993); McKee vd., (1995); Vermes (1998); Tsakiris & Vangelis (2004))				
	$-1,0 < SYİ \leq 0$	Hafif Kurak	$0 < SYİ \leq 1,0$	Hafif nemli
	$-1,5 < SYİ \leq -1,0$	Orta Kurak	$1,0 < SYİ \leq 1,5$	Orta nemli
	$-2,0 < SYİ \leq -1,5$	Çok Kurak	$1,5 < SYİ \leq 2,0$	Çok nemli
	$-2,0 \leq -SYİ$	Aşırı Kurak	$2,0 \geq SYİ$	Aşırı nemli



Şekil 6. Tefenni DMI’ye ait SYİ değerlerinin % dağılımı (% Distribution of Tefenni SMS SPI values)



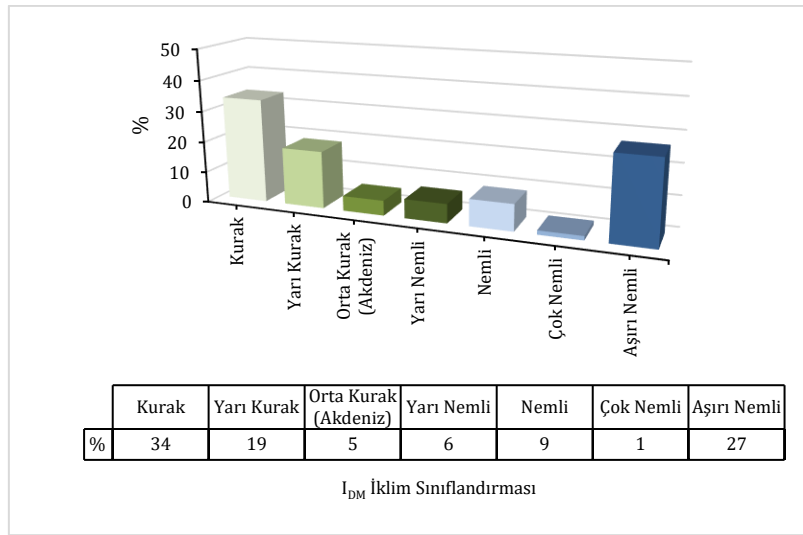
Şekil 7. Tefenni DMİ'ye ait 12 aylık SYİ-zaman grafiği (12 monthly SPI-Time graph of Tefenni SMS)

4.6. De Martonne Kuraklık İndeksinin Belirlenmesi (Determination of De Martonne Aridity Index)

De Martonne kuraklık indeksi yöntemi ile çalışma alanındaki iklimin kategorisini belirleyebilmek için Tefenni (Burdur) DMİ'ye ait 31 yıllık (1990-2020) yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. De Martonne (1925) tarafından geliştirilen eşitlik (2) ve (3) yardımıyla aylık (I_{DMA}) ve yıllık (I_{DMY}) kuraklık indeks değerleri hesaplanmıştır. 31 yıllık (372 ay) süreçte çalışma alanında %35 (125 ay) "Kurak", %19 (69 ay) "Yarı Kurak", %5 (18 ay) "Orta Kurak (Akdeniz)", %27 (100 ay) "Aşırı Nemli", %1 (5 ay) "Çok Nemli", %9 (32 ay) "Nemli" ve %6 (23 ay) "Yarı Nemli, dönemler belirlenmiştir (Tablo 10, Şekil 8). Dolayısıyla, çalışma alanında 212 ay "Kuraklık" ve 160 ay "Nemlilik" gözlenmiştir. Kurak aylar "Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül" aylarında yaşanırken, nemli aylar "Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim ve Kasım" aylarında yaşanmıştır. En kurak aylar en düşük I_{ADM} değeri (0,00) ile 2017 yılı Temmuz, 2013 Eylül ve 2015 yılı Aralık aylarında, en nemli ay ise en yüksek I_{ADM} değeri (265,19) ile 2001 yılında Aralık ayında gözlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Tefenni DMİ'ye ait I_{ADM} değerleri (I_{ADM} values of Tefenni SMS)

YIL	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
1990	42,19	32,43	6,49	17,04	37,96	0,28	1,61	0,15	3,96	8,95	12,13	101,83
1991	32,38	29,84	7,59	30,06	18,72	0,20	7,44	8,30	3,39	24,77	20,12	123,84
1992	23,85	23,85	38,60	21,15	18,20	9,01	3,05	7,72	2,19	0,78	25,12	74,11
1993	50,81	43,33	33,52	4,38	68,55	1,26	0,84	1,84	2,96	0,85	48,53	45,46
1994	42,65	46,31	48,97	12,97	18,18	3,36	8,90	0,58	7,79	34,74	57,52	65,56
1995	33,05	29,22	79,31	9,84	15,57	5,46	5,46	1,05	0,78	14,01	33,00	28,15
1996	111,45	75,37	49,20	20,35	11,51	6,89	13,23	5,35	5,33	11,43	7,32	65,28
1997	12,94	14,92	33,00	56,48	5,40	22,60	7,62	31,89	18,95	19,84	32,43	74,98
1998	39,59	34,31	73,67	32,29	11,28	14,47	15,27	5,36	0,21	9,76	38,95	96,28
1999	105,19	108,58	26,94	20,65	2,92	15,76	11,35	22,11	1,37	3,02	4,96	12,87
2000	106,89	73,85	47,32	25,23	19,20	10,41	6,59	1,52	11,33	4,15	35,55	29,66
2001	35,91	37,02	2,07	32,21	27,26	0,81	6,22	7,30	5,10	1,38	92,39	265,19
2002	42,95	25,37	30,55	48,49	7,70	2,27	5,60	1,15	14,80	13,51	61,57	159,18
2003	78,16	135,86	65,82	74,18	25,69	8,91	1,47	1,77	0,17	32,75	13,24	124,13
2004	59,55	50,90	11,79	36,35	4,52	3,30	2,47	2,90	6,21	6,56	42,07	9,23
2005	38,30	40,58	19,27	11,30	12,94	24,66	4,46	0,14	14,10	16,04	54,90	20,30
2006	74,06	59,61	39,35	26,99	18,26	10,46	15,41	0,67	9,20	54,78	29,57	1,97
2007	35,48	32,41	5,20	35,04	6,63	10,92	9,27	0,77	0,08	17,90	87,86	82,40
2008	35,48	30,22	25,16	27,27	9,48	0,53	3,60	0,34	11,46	16,22	58,83	15,09
2009	108,10	106,39	30,37	30,59	37,63	3,76	3,56	0,55	24,13	28,76	44,71	97,59
2010	76,62	68,50	6,56	23,66	3,92	25,27	6,97	0,80	0,40	50,95	10,54	68,59
2011	60,94	55,18	25,07	53,56	47,68	26,98	4,42	0,50	2,44	24,91	3,97	35,15
2012	58,81	51,46	15,02	17,41	44,38	4,76	0,67	11,15	0,55	20,88	21,98	105,60
2013	76,56	63,89	26,76	19,96	12,43	2,86	4,46	8,55	0,00	16,11	40,94	28,62
2014	11,49	10,58	29,47	6,81	27,25	13,56	4,93	22,80	24,35	28,14	25,16	47,85
2015	41,69	39,05	84,30	10,48	30,50	32,92	10,94	9,47	5,11	9,82	10,25	0,00
2016	6,05	3,95	60,56	9,68	47,75	15,95	9,26	12,25	16,37	0,10	30,56	31,75
2017	1,19	0,74	28,38	25,24	27,13	7,68	0,00	22,78	1,75	10,45	45,04	24,41
2018	38,57	30,96	32,00	1,61	21,80	45,01	1,98	20,71	4,27	11,33	15,48	105,90
2019	44,57	37,89	15,14	19,57	6,56	36,12	1,63	0,11	13,81	33,68	11,14	81,76
2020	95,22	78,50	21,00	15,23	21,45	12,42	5,05	10,31	2,96	10,37	21,79	19,08
IDM Değerlerine Göre İklim Sınıflandırması (McKee vd., (1993); McKee vd., (1995); Vermes (1998); Tsakiris & Vangelis (2004))												
	$20 \leq I_{DM} < 24$		Orta kurak (Akdeniz)				$24 \leq I_{DM} < 28$		Yarı nemli			
	$10 \leq I_{DM} < 20$		Yarı kurak				$28 \leq I_{DM} < 35$		Nemli			
	$I_{DM} < 10$		Kurak				$35 \leq I_{DM} \leq 55$		Çok nemli			
							$I_{DM} > 55$		Aşırı nemli			



Şekil 8. Tefenni DMİ'ye ait I_{DM} değerlerinin % dağılımı (% distribution of Tefenni SMS I_{DM} values)

4.7. Erinç İklim Sınıflandırması ile Kuraklığın Belirlenmesi (Determination of Aridity by Erinç Climate Classification)

Erinç yağış etkinlik indeksi için Tefenni (Burdur) DMİ'ye ait 31 yıllık (1990-2020) yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama maksimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Elde edilen I_E değerlerine göre çalışma alanında 31 yıl süresince "Kuraklık" hâkimdir. 1992 yılında en düşük yağış etkinlik indeksi değeri (7,90) ile "Tam Kurak" dönem gözlenmiştir. 2001 ve 2003 yıllarında ise "Yarı Kurak" dönem gözlenmiştir. Geriye kalan 28 yıl süresince "Kurak" dönem belirlenmiş ancak hiç "Nemlilik" gözlenmemiştir.

4.8. Çalışma Alanındaki Yeraltısuyuna İklimin Etkisi (Effect of Climate on Groundwater in the Study Area)

Çalışma alanında yeraltısuyuna iklimin etkisini belirlemek için; bölgedeki rasat kuyularında ölçülen periyodik (kurak-yağışlı dönem) yeraltısuyu statik seviyeleri, eklenik sapma grafiklerinden elde edilen kurak ve yağışlı dönem verileri ile SYİ, De Martonne ve Erinç iklim sınıflandırma yöntemleri ile belirlenen veriler (Tablo 11) karşılaştırılmış ve bölgenin iklim kategorisi tespit edilmiştir.

Kayadibi (42423), Karaatlı (25115) ve Yeşilova (22221) yerleşim merkezlerindeki sondaj kuyularında uzun yıllar ölçülen statik seviye değerlerine göre, 42423 nolu kuyuda 4 yıllık süre içerisinde yaklaşık olarak 3m, 25115 nolu kuyuda 21 yıllık sürede yaklaşık olarak 5,5m ve 22221 nolu kuyuda ise 31 yıllık sürede yaklaşık olarak 4m statik seviye düşümleri gözlenmiştir. Ölçümlerde yağışlı (Nisan) ve kurak (Eylül) dönemler dikkate alındığında, yağışlı dönem seviye değerlerinin kurak dönem ölçümlerine göre yüksek olduğu gözlenmiştir. Söz konusu seviye yükselişi yeraltısuyunun yağıştan beslendiğinin bir göstergesidir. Kurak dönemde sondaj kuyularından yeraltısuyu çekiminin artması ve yağıştan beslenme oranının düşmesi yeraltısuyu seviye düşümlerini artırmaktadır.

Ayrıca, söz konusu dönemlerde yağışın etkisini belirlemek için hazırlanan eklenik sapma grafiklerine göre 1990-1996 ve 2003-2008 yılları arasında kurak dönemlerde sondaj kuyularında statik seviyelerin düştüğü, 1996-2003 ve 2008-2020 yılları arasında yaşanan yağışlı dönemlerde kuyulardaki statik seviyelerin kurak dönemlere göre arttığı belirlenmiştir. Söz konusu eğilim değişiminin yıllara bağlı olarak eklenik yağışlara göre etkilendiği gözlenmiştir. Eklenik sapmaya göre belirlenen 1990-1993 ve 2003-2008 yılları arasındaki gözlenen kurak dönemler SYİ, De Martonne ve Erinç iklim sınıflandırmalarındaki kurak yıllar ile uyumluluk göstermektedir (Tablo 11).

Ayrıca, kurak dönemlerdeki seviye düşümlerinin iklim etkisiyle değişimini belirlemek için uygulanan SYİ yönteminde de uzun yıllar bazında kurak aylar "Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos" olarak De Martonne yöntemi ile Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları olarak belirlenmiştir. Söz konusu kurak aylarda sondaj kuyularındaki yeraltısuyu seviyelerinde yeraltısuyu çekimi ve sıcaklığa bağlı olarak düşümler gözlenmiştir. Bu durum iklimin yeraltısuyu seviye değişimlerinde ne kadar etkili olduğunun göstergesidir.

Tablo 11. Tefenni DMI'ye ait yıllık SYİ, I_{YDM} ve I_E değerleri ve iklim kategorileri (Climate categories and SPI, I_{YDM}, I_E values of Tefenni SMS)

Yıllar	Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ)	İklim Kategorisi	De Martonne (I _{YDM})	İklim Kategorisi	Erinç (I _E)	İklim Kategorisi	Eklenik Sapma	Yeraltısuyu Seviyesi
1990	-1,51	Orta Kurak	14,56	Yarı Kurak	8,92	Kurak	Kurak Dönem	Azalış
1991	-0,70	Hafif Kurak	18,44	Yarı Kurak	11,35	Kurak		
1992	-2,02	Hafif Kurak	13,41	Yarı Kurak	7,90	Tam Kurak		
1993	-0,69	Hafif Kurak	18,52	Yarı Kurak	11,32	Kurak		
1994	0,69	Hafif Nemli	23,49	Orta Kurak (Akdeniz)	14,06	Kurak		
1995	-0,81	Orta Nemli	17,81	Yarı Kurak	11,14	Kurak		
1996	-0,46	Hafif Kurak	19,13	Yarı Kurak	11,06	Kurak		
1997	0,33	Hafif Kurak	23,61	Orta Kurak (Akdeniz)	14,13	Kurak		
1998	0,47	Hafif Nemli	22,73	Orta Kurak (Akdeniz)	13,88	Kurak	Yağışlı Dönem	Artış
1999	-0,28	Hafif Nemli	19,32	Yarı Kurak	12,14	Kurak		
2000	-0,52	Hafif Kurak	19,26	Yarı Kurak	10,64	Kurak		
2001	1,47	Hafif Nemli	26,28	Yarı Nemli	16,05	Yarı Kurak		
2002	0,67	Hafif Nemli	24,47	Yarı Nemli	14,08	Kurak		
2003	1,72	Hafif Nemli	29,01	Nemli	17,18	Yarı Kurak		
2004	-0,87	Hafif Kurak	17,32	Yarı Kurak	10,89	Kurak		
2005	-0,75	Hafif Kurak	17,97	Yarı Kurak	10,62	Kurak	Kurak Dönem	Azalış
2006	0,08	Hafif Kurak	21,62	Orta Kurak (Akdeniz)	12,20	Kurak		
2007	-0,14	Hafif Kurak	20,13	Orta Kurak (Akdeniz)	11,81	Kurak		
2008	-1,56	Çok Kurak	14,16	Yarı Kurak	8,04	Kurak		
2009	2,70	Aşırı Nemli	32,63	Nemli	20,51	Kurak	Yağışlı Dönem	Artış
2010	0,42	Orta Nemli	21,60	Orta Kurak (Akdeniz)	13,21	Kurak		
2011	0,47	Hafif Nemli	23,98	Orta Kurak (Akdeniz)	13,57	Kurak		
2012	0,95	Orta Nemli	24,61	Yarı Nemli	13,73	Kurak		
2013	-0,59	Hafif Kurak	18,19	Yarı Kurak	11,28	Kurak		
2014	0,71	Hafif Nemli	23,31	Orta Kurak (Akdeniz)	14,10	Kurak		
2015	0,38	Orta Nemli	22,62	Orta Kurak (Akdeniz)	14,26	Kurak		
2016	4,00	Hafif Kurak	20,85	Orta Kurak (Akdeniz)	12,79	Kurak		
2017	-0,33	Hafif Kurak	19,61	Yarı Kurak	11,31	Kurak		
2018	0,64	Hafif Nemli	22,74	Orta Kurak (Akdeniz)	15,35	Kurak		
2019	0,42	Orta Kurak	22,12	Orta Kurak (Akdeniz)	13,69	Kurak		
2020	-1,00	Orta Kurak	16,19	Yarı Kurak	13,84	Kurak		
31 yıllık	SYİ	HAFİF KURAK	De Martonne (I _{YDM})	YARI KURAK	Erinç (I _E)	KURAK		

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Salda Gölü hem yeraltı hem de yüzey suları ile beslenen ve bu durumda su potansiyeli ve yönetimi açısından önem arz eden bir yeraltısuyu havzasıdır. Bu çalışmada havzadaki yeraltısularına iklimin etkisi araştırılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Salda Gölü havzasında yıllık ortalama sıcaklık miktarı 12,0 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 470,91 mm ve gerçek buharlaşma miktarı 355,53 mm olarak belirlenmiştir.
- Havzada uzun yıllar ölçülen ortalama yeraltısuyu düşüm miktarı yaklaşık olarak 4m civarındadır.
- Havzada uzun yıllara göre elde edilen eklenik sapma grafiklerine göre 1990-2020 yılları arasındaki 31 yıllık süreçte 19 yıl yağışlı dönem ve 12 yıl kurak dönem yaşanmıştır.
- Havzada iklim kategorisini belirlemek için Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, De Martonne Kuraklık İndeksi, Erinç iklim sınıflandırması ve Eklenik Sapma yöntemleri kullanılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.
- Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemine göre bölgenin iklim kategorisi "Hafif Kurak", De Martonne kuraklık indeksi yöntemine göre "Yarı Kurak" ve Erinç iklim sınıflandırması ile "Kurak" olarak belirlenmiştir. Söz konusu 3 yöntemde elde edilen kurak geçen yıllar ile Eklenik Sapma yöntemi ile belirlenen "Kurak" dönemler de genel olarak örtüşmektedir.
- İklim sınıflandırması ile elde edilen sonuçlara göre; Salda Gölü havzası ve çevresinin ikliminin gelecek yıllarda kurak iklime geçiş sürecinde olduğu ve bölgenin genel kuraklaşma eğilimi içerisinde olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle bölgede meteorolojik ve hidrolojik parametrelerin değişim süreçleri periyodik olarak takip edilmelidir.

Gelecekte su kaynaklarının sürdürülebilirliği, yönetimi ve politikaları çerçevesinde yeraltısularına kuraklığın etkisinin belirlenmesi, izlenmesi ve kontrol altına alınabilmesi için iklim sınıflamalarına yönelik çalışmaların artması faydalı olacaktır. Bu tür çalışmalar, özellikle su gereksinimi fazla olan ürünlerin yetiştirildiği bölgelerde farklı su kullanım senaryoları önermek ve mevsimsel-aylık-yıllık bazlı kuraklık değerlendirmeleri yapmak konularında rehber olabilir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışma, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü adına “Salda Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi” kapsamında yapılmış olup yazarlar, projeyi finansal olarak destekleyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na ve projeyi yürüten Ekoİz-Çevre firması yetkililerine teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- BİÇDR, 2010. Burdur İl Çevre Durum Raporu, Burdur İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Burdur.
- De Martonne E., 1925. *Traité de géographie physique*, Vol. I: Notions generales, climat, hydrographie. *Geogr Rev*, 15, 336-337.
- Du, C., Chen, J., Nie, T., 2021. Spatial-temporal changes in meteorological and agricultural droughts in Northeast China: Change patterns, response relationships and causes. *Nat. Hazards*, 110, 155-173.
- Erinç, S., 1965. Yağış Muessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enstitüsü.
- Handmer, J., Honda, Y., Kundzewicz, Z.W., Arnell, N., Benito, G., Hatfield, J., Mohamed, I.F., Peduzzi, P., Wu, S., Sherstyukov, B., 2012. Changes in impacts of climate extremes: human systems and ecosystems, managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation special report of the intergovernmental panel on climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change, pp 231-290.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)].15 Eylül 2020, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf.
- Kumar, C.P., 2012. Climate change and its impact on groundwater resources. *International Journal of Engineering and Science*, 1 (5), 43-60.
- McKee, T.B., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. In *Proceedings of 9th Conference on Applied Climatology*, Boston, 1995.
- McKee, T. B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993.. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).
- Nava, A., Shimabukuro, J.S., Chmura, A.A., Luz, S.L.B., 2017. The impact of global environmental changes on infectious disease emergence with a focus on risks for Brazil. *ILAR J* 58, 393-400.
- Şarlak, N. Mahmood Agha, O.M.A., 2018. Spatial and temporal variations of aridity indices in Iraq. *Theoretical and Applied Climatology*, 133, 89-99.
- Tigkas, D., Vangelis, H. Tsakiris, G., 2013. The RDI as a Composite Climatic Index. *Eur. Water*, 41, 17-22.
- Trewartha, G.T., Horn, L.H., 1980. McGraw-Hill. New York, NY.
- URL – 1: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/burdur/salda-847778/>, Erişim tarihi: 14.11.2022, Erişim Saati: 15.52.
- WHO, 2017. (WHO report 2017). Global environmental change.