

# Köppen-Trewartha ve Thornthwaite Yöntemlerine Göre Isparta Yöresi İklim Tipinin Belirlenmesi

İbrahim Dursun<sup>1,\*</sup>, Nilüfer Yazıcı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

## Özet

İklim, bir bölgenin uzun zaman periyodunda takip edilmesiyle ele alınan meteorolojik olayların ortalamasına verilen ifade olarak tanımlanmaktadır. İklim aynı zamanda; bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ve bitki örtüsünü de belirler. İklim tipleri sayısı oldukça fazladır. Çok sayıda bilim insanı, değişik iklim sınıflandırmaları yapmıştır. İklim sınıflandırmalarının ana amacı farklı iklim tiplerini ayırtı etmek, bu bakımdan alanların birbirine benzerliklerini ortaya çıkarmaktır. İklim türleri, sıcaklık ve yağış rejimi gibi durumlara bakılarak sınıflandırılabilir. Köppen ve Thornthwaite yöntemi de yaygın kullanılan iklim tipini belirleme yöntemlerindedir. Bu çalışmada, uzun süreli iklim verileri ile Köppen-Trewartha ve Thornthwaite iklim indis yöntemleri kullanılarak Isparta yöresine ait iklim tipleri ve su bütçesi belirlenmeye çalışılmıştır. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre Isparta ve diğer ilçe istasyonlarının tümünde "Dack" (Yazları sıcak, Kışları serin, Ilıman Karasal) olarak belirlemiştir. Thornthwaite yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda ise Atabey ve Yalvac istasyonlarının "yarı kurak- az nemli" iklim sınıfında; Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent ve Uluborlu ilçelerinin ise "yarı nemli" iklim sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yaz mevsiminde su noksanlığı, kış mevsiminde orta derecede su fazlalığının olduğu görülmüştür.

## Anahtar Sözcükler

İklim, Su Bilançosu, Köppen-Trewartha, Thornthwaite, Isparta

## Determination of Climate Type in Isparta Province by Köppen-Trewartha and Thornthwaite Methods

### Abstract

Climate is defined as the average of meteorological conditions observed in a location or region over a long period of time. Climate knowledge helps to estimate the character and vegetation of a region in relation to weather conditions. The number of climate types is quite large, and numerous climate classifications have been developed over the years. The main purpose of climate classifications is to distinguish different climate types and identify the areas which show similar climatic conditions. Climate types can be classified based on different climate parameters, such as temperature and precipitation. The Köppen and Thornthwaite methods are the most commonly used climate classification methods. In this study, we aimed to determine the climate types and water potential of Isparta province by long-term climate data based on Köppen and Thornthwaite climate indices. According to Köppen-Trewartha climate classification, Isparta and its districts have been classified as "Dack" (hot in summers, cold in winters, temperate continental). According to the Thornthwaite method, Atabey and Yalvac districts are in the "semi-arid- less humid" climate cluster while Isparta, Eğirdir, Senirkent, and Uluborlu are in the "semi-humid" climate cluster. A moderate excess of moisture was observed in all the stations during the season.

### Keywords

Climate, Water Supply, Köppen-Trewartha, Thornthwaite, Isparta

## 1. Giriş

İklim, yeryüzünün herhangi bölgesinde uzun zaman periyotlarında gözlenen ve bütün hava şartlarındaki ortalama özelliklerinin yanında, bu olayların görülmesindeki zamansal dağılımlarının, gözlenen ekstrem değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenliklerin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Türkeş 2010). Burada uzun zaman periyotları 300-500 yıllık bir zaman aralığını ifade etmektedir. Bu jeolojik zaman ölçülerinde iklimler sürekli olarak değişim içerisinde. İklim, insan yaşamını kontrol eden ve coğrafi çevreyi şekillendiren bir etmendir (Erol 1999).

İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını da içerirken; bir bölgenin hava olayları bakımından karakterini ve bitki örtüsünü de belirler. Bitkilerin yetişme şartlarının yanında iklim gelmektedir. İklim elemanları da bitki yaşamı üzerinde teker teker değil, bir arada etkili olurlar. Böylece, bir sahada yetişen bitkiler iklim elemanlarının karşılıklı, yani ortak etkileri sonucunda şekillenmektedir (Dönmez 1985).

Bitki yaşamında bu iklim elemanlarından sıcaklık, yağış ve buharlaşma koşulları son derece önem arz etmektedir. Bu elemanların karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkan toprağın, suya doygun olması ya da su açığının bulunması gibi özellikler, bitkilerin fizyolojik faaliyetleri için ihtiyaç duydukları suyu topraktan alıp alamamalarında büyük rol oynamaktadır (Güçlü 2004).

İklim tipleri sayısı oldukça fazladır. Çok sayıda bilim adamı, çok çeşitli iklim sınıflandırmaları yapmıştır. İklim sınıflandırmalarının temel amacı, iklim koşulları altındaki özellikleri sistemli bir şekilde sınıflandırmaktır. Bu durum iklim bilimcilerin ve klimatolojinin en çok araştırılan konularının başında gelmektedir. Diğer bir ifadeyle; iklim sınıflandırmalarının amacı iklim tiplerinin belirlemek, benzer ve farklı olanların sınırlarını ortaya koymaktır (Yeşilnacar vd. 1998; Öztürk vd. 2017). İklim sınıflandırmaları bilimsel açıdan olduğu kadar, uygulama açısından da büyük öneme sahiptir. Çünkü herhangi bir coğrafi mekânın tarım, planlama, ulaşım, yerleşme, sulama gibi mekândan faydalanma ile ilgili hemen hemen tüm çalışmaları geniş ölçüde iklimle ilgilidir (Erinç 1984).

İklim insanoğlunun varoluşundan bu yana önemli bir konudur. İklim ile ilgili çalışmalar yürüten bilim insanlarının, yürüttükleri çalışmalar doğrultusunda çok sayıda iklim sınıflama yöntemi bulunmuş ve kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ilki araştırmanında konusunu oluşturan, Köppen (1918) tarafından yapılan sınıflandırmadır. İklim tipinin belirlenmesinde bugün dünyada en kabul gören iklim sınıflandırması W. Köppen'e aittir. Köppen'in sınıflandırması, iklim tiplerinde bir taraftan yağış miktarı ve yağışın olduğu zaman, diğer taraftan da sıcaklık derecesi önemlidir. Bu yöntemde iklim, ekvator dan kutba doğru A, B, C, D, E harfleri ile gösterilmekte ve sınırları hem nemlilik hem de sıcaklık derecesine göre tayin edilmektedir. Köppen yöntemi daha sonra yapılan çalışmalarla modifiye edilerek Köppen-Trewartha (Trewartha 1968; Trewartha ve Horn 1980) ve Köppen- Geiger (Köppen 1936; Geiger 1954) olarak bilimsel çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan Köppen-Trewartha yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde kurak ve nemli iklim sınıflandırmaları daha iyi yapılmakta ve bu amaçla 6 farklı iklim sınıfı kullanılmaktadır. Orijinal Köppen sınıflandırmasından farklı olarak B grubu altında kurak iklim sınıflandırması yer almaktadır.

Yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de Thornthwaite iklim sınıflandırmasıdır. Thornthwaite iklim sınıflandırması, yağış-buharlaşma ve sıcaklık-buharlaşma ilişkisine dayanmakta ve daha çok hidroloji çalışmalarında kullanılmaktadır (MGM 2016; Yılmaz ve Çiçek 2016). Thornthwaite yöntemi, iklim tipinin belirlenmesinin yanı sıra tarım, hidrojeoloji, su kaynaklarının geliştirilmesi gibi konular ve evapotranspirasyonun doğrudan hesaplanmadığı koşullarda kullanılmaktadır. Bir bölgenin iklim tipinin bilinmesi, orada yetiştirilmesi düşünülen ürünün planlanmasından, kurulacak olan sanayi tesisine kadar birçok aktivitenin planlanması için gereklidir (Şensoy ve Ulupınar 2007).

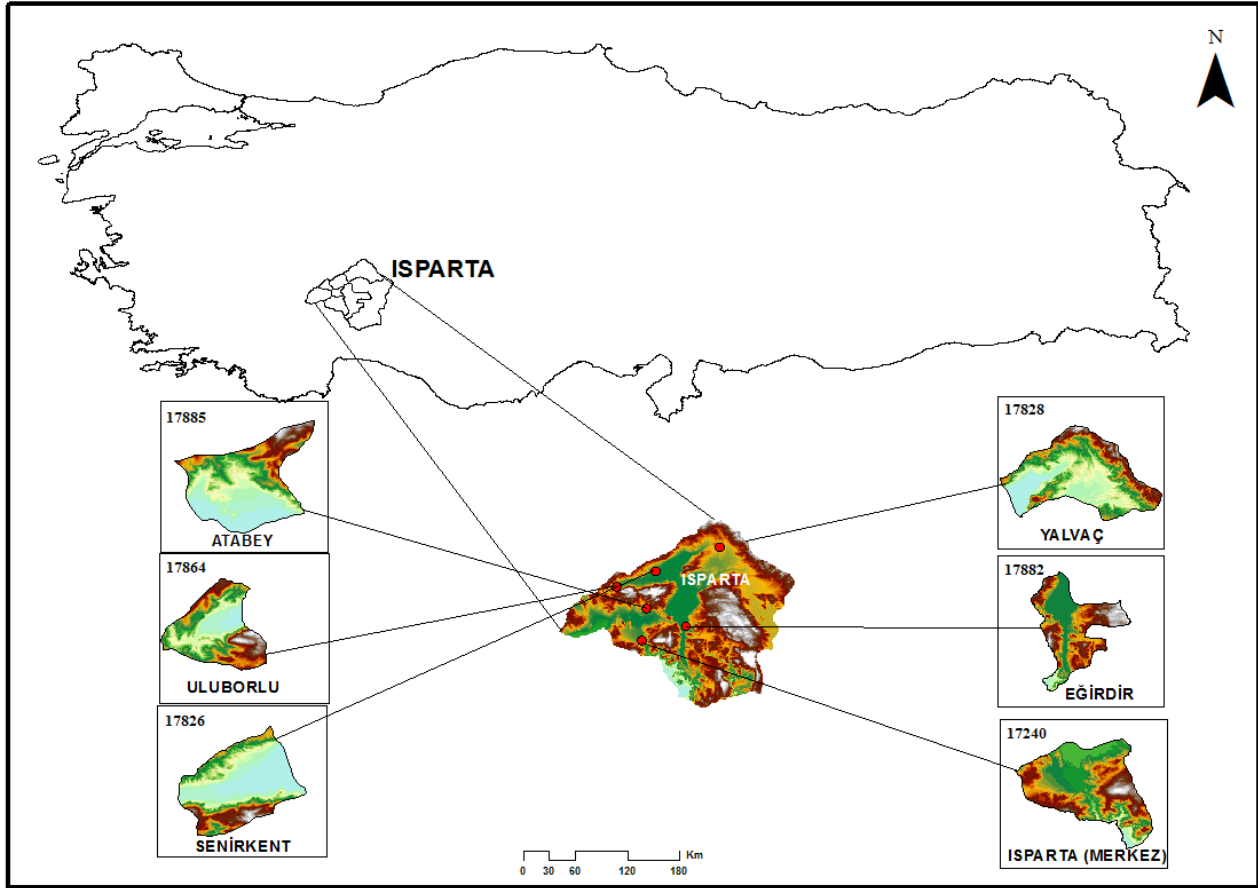
Birçok araştırmacı iklim sınıflandırma yöntemleri aracılığıyla bazı bölgelerde su bilançosu ve iklim tipini belirlemek için araştırmalar yürütmüştür (Köppen 1918; Thornthwaite 1948; Yeşilnacar vd. 1998; Bacanlı ve Saf 2005; Çoban 2013; Demir vd. 2015; Yılmaz ve Çiçek 2016). Türkiye için Thornthwaite iklim sınıf analizleri ilk olarak Erinç (1949) tarafından yapılmış, istasyon verilerinin sınırlılığı çalışmanın istenilen sonuçlara ulaşmasını engellemiştir. Çalışmanın daha ayrıntılı Çiçek (1996) tarafından 202 meteoroloji istasyonu verilerine göre yapılmış ve haritaları üretilmiştir. Benzer bir analiz MGM (2016) tarafından yapılmış, il merkezinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait sonuçlar yayınlanmıştır. Son iki çalışmada yapılan analizler ve haritalar istasyon değerlerine göre yapılmış olup dağılış üzerinde diğer etkenler göz ardı edilmiştir. Ayrıca Birsoy ve Ölgen (1992) Thornthwaite iklim sınıflandırmasını bilgisayar ortamında yapan bir yazılım geliştirmişlerdir (Yılmaz ve Çiçek 2016).

Bu çalışmada; Thornthwaite ve Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması yöntemi kullanılarak Isparta ilinin iklim tipi araştırılmıştır. Çalışılan istasyonların su bilançosu çıkartılmıştır. Su bilançosu diyagramında yer alan aylık ortalama sıcaklığın ve aylık toplam yağışın tüm istasyonlar için eksiksiz olduğu 1990-2020 yılları arasında hesap yapılmıştır. Isparta ilinde yer alan 6 meteoroloji istasyonunun verileri kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Ayrıca bu çalışma ile yöreye ait su atmosfer ile zemin arasındaki su döngüsü ve aylık değişimi tespit edilmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma alanı olan Isparta ili, Akdeniz Bölgesinde yer almaktadır. Isparta'nın yüzölçümü 8933 km<sup>2</sup>'dir. Doğusunda Konya, batısında Afyon-Burdur, kuzeyinde Afyon ve güneyinde Antalya yer almaktadır (URL-1 2021). Çalışmada, Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinde bulunan meteoroloji istasyonlarına ait 31 yıllık (1990-2020) yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır (MGM 2021).

Çalışmada, Isparta ilindeki meteoroloji istasyonları kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan istasyonlar, rakımları, enlemleri ve boylamları Tablo 1'de ve meteoroloji istasyonları sınırları içerisindeki ilçelerin topografik konumu ise Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Isparta ilinin ve istasyonların topografik konumu

Tablo 1: Çalışmada kullanılan istasyonların rakım, enlem ve boylamları

| İstasyon No | İstasyon Adı    | Rakım (m) | Enlem (K) | Boylam (D) |
|-------------|-----------------|-----------|-----------|------------|
| 17885       | Atabey          | 1000      | 37.9549°  | 30.6396    |
| 17882       | Eğirdir         | 920       | 37.8377°  | 30.8720    |
| 17240       | Isparta(Merkez) | 997       | 31.7848°  | 30.7679    |
| 17826       | Senirkent       | 959       | 38.1047°  | 30.5577°   |
| 17864       | Uluborlu        | 1025      | 38.0860°  | 30.4582    |
| 17828       | Yalvaç          | 1096      | 38.2830°  | 31.1778    |

## 2.1. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite tipi aylık su bilançosu modelleri, yağış alanının kararlı durumdaki mevsimsel (iklimsel ortalama) veya sürekli değerlerini, bölgesel su girdisini, kar örtüsünü, toprak nemini ve evapotranspirasyonu simüle etmek için kullanılan kavramsal modellerdir (Topçu 2019). Thornthwaite iklim sınıflandırması, C. Warren Thornthwaite'dan adını alan ve potansiyel evapotranspirasyon (ETP) kavramını baz alan bir yöntemdir. Bu yöntem bir bölgenin enleminin ve aylık ortalama hava sıcaklığının bilinmesi durumunda rahatlıkla uygulanabilen bir tahmin yöntemidir. ETP aşağıdaki (1), (2), (3) ve (4) nolu formüller kullanılarak tespit edilmektedir (Thornthwaite 1948; Çolak ve Memişoğlu 2021).

$$ETP = 16 * \left(\frac{10*t}{I}\right)^a * G \quad (1)$$

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

$$I = \sum_1^{12} i \quad (3)$$

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} \quad (4)$$

Bu formülde (ETP) aylık potansiyel evapotranspirasyon (mm), (t) aylık ortalama sıcaklık (°C), (i) aylık sıcaklık indisi, (I) yıllık sıcaklık indeksi, (G) ise enlem düzeltme katsayısıdır.

Thornthwaite iklim sınıflandırma yönteminde ilk adım su bilançosu tablosunun oluşturulmasıdır. Su bilanço tablosu, aylık ortalama yağış, ortalama sıcaklık ve evapotranspirasyon değerlerinden faydalanılarak oluşturulmaktadır. Bu parametreler ile ETP, su fazlası, su noksanı, akış, nemlilik gibi özellikler hesaplanmaktadır.

Thornthwaite iklim sınıflandırmasının belirlenmesi dört işlem aşamasında gerçekleştirilmektedir. Her bir işlem adımı iklim tipinin bir simgesine karşılık gelmektedir. İlk harf, yağış etkinlik indeksinin hesaplanmasıdır. Bu indeks değeri (5) nolu formül kullanılarak bulunmaktadır. Kurak iklimler ve nemli iklimler olmak üzere iki büyük grupta toplanmıştır. Sonuç olarak en nemliden en kurağa doğru sıralanmaktadır (Tablo 2) (Thornthwaite 1948; Çolak ve Memişoğlu 2021).

$$I_m = \frac{(100 \cdot s - 60 \cdot d)}{ETP} \quad (5)$$

Bu formülde (s) yıllık su fazlasını, (d) yıllık su noksanı olarak verilmiştir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasındaki ikinci harf, Thornthwaite sıcaklık etkinlik indeksinin oluşturulmasıdır. Bu değer, yıllık ETP değerleri kullanılarak belirlenmektedir (Tablo 2) (Thornthwaite 1948; Çolak ve Memişoğlu 2021).

Tablo 2: Thornthwaite yağış etkinlik indeksi ve sıcaklık etkinlik indeksi ile iklim özelliği

| Im          | Harf | İklim Özelliği        | Yıllık ETP (mm) | Harf İklim | Yıllık Etp (mm) Harf İklim Özelliği |
|-------------|------|-----------------------|-----------------|------------|-------------------------------------|
| >100        | A    | Çok nemli             | 1141 ve fazlası | A'         | Megatermal                          |
| 100 – 80    | B4   | Nemli                 | 998 – 1140      | B'4        | Mezotermal                          |
| 80 – 60     | B3   | Nemli                 | 856 – 997       | B'3        | 3.Derece Mezotermal                 |
| 60 – 40     | B2   | Nemli                 | 713 – 855       | B'2        | 2.Derece Mezotermal                 |
| 40 – 20     | B1   | Nemli                 | 571 – 712       | B'1        | 1.Derece Mezotermal                 |
| 20 – 0      | C2   | Yarı Nemli            | 428 – 570       | C'2        | 2.Derece Mikrotermal                |
| 0 – (-20)   | C1   | Yarı Kurak – Az Nemli | 286 – 427       | C'1        | 1.Derece Mikrotermal                |
| -20 – (-40) | D    | Yarı Kurak            | 143 – 285       | D'         | Tundra                              |
| -40 – (-60) | E    | Tam Kurak- Çöl        | 142 ve daha az  | E'         | Don                                 |

Thornthwaite sınıflandırmasındaki üçüncü harf, yağış rejimi indekslerinin oluşturulmasıdır. Bu kısımda, yıllık ETP değeri, su fazlası ve su eksikliği kullanılmaktadır. Yağış rejimi indeksleri yağışlı iklimler için kuraklık indeksi (Ia), kurak iklimler için nemlilik indeksi (Ih) olarak ikiye ayrılmaktadır. Yağışlı iklimlerin kuraklık indeksi için (6), kurak iklimler için nemlilik indeksi ise (7) formülleri hesaplanarak iklim özellikleri belirlenmektedir (Tablo 3) (Thornthwaite 1948; Çolak ve Memişoğlu 2021).

$$I_a = \frac{(100 \cdot d)}{ETP} \quad (6)$$

$$I_h = \frac{(100 \cdot s)}{ETP} \quad (7)$$

Thornthwaite sınıflandırmasındaki iklim tiplerinin son harfi ise yaz aylarındaki ETP'nin, yıllık ETP'ye oranlanmasıyla bulunmaktadır (Tablo 3) (Thornthwaite 1948). Sonuç olarak, bu dört işlem aşamasının birleştirilmesiyle belirlenmek istenen lokasyona ait Thornthwaite iklim sınıflaması tespit edilmektedir.

Tablo 3: Thornthwaite kuraklık indeksi, nemlilik indeksi ile iklim özelliği ve ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksi

| Kuraklık İndeksi (Ia)            | Harf        | İklim Özelliği                                  | Nemlilik İndeksi (Ih)            | Harf        | İklim Özelliği                                  |
|----------------------------------|-------------|---|----------------------------------|-------------|---|
| 0 – 16.7                         | r           | Su noksanı olmayan veya pek az olan             | 0 – 10                           | d           | Su fazlası olmayan veya pek az olan             |
| 16.8 – 33.3 olan                 | s           | Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan | 11 – 20                          | s           | Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan |
| 16.8 – 33.3                      | w           | Su noksanı kış mevsiminde ve orta derecede olan | 11 – 20                          | w           | Su fazlası yaz mevsiminde ve orta derecede olan |
| 33.4 ve fazlası                  | s2          | Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan  | 21 ve fazlası                    | s2          | Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan  |
| 33.4 ve fazlası                  | w2          | Su noksanı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan  | 21 ve fazlası olan               | w2          | Su fazlası yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan  |
| <b>Etp'nin 3 yaz Ayına Oranı</b> | <b>Harf</b> |   | <b>Etp'nin 3 yaz Ayına Oranı</b> | <b>Harf</b> |   |
| 48 ve daha az                    | a'          |   | 61.7 – 68.0                      | b'1         |   |
| 48.1 – 51.9                      | b'4         |   | 68.1 – 76.3                      | c'2         |   |
| 52.0 – 56.3                      | b'3         |   | 76.4 – 88.0                      | c'1         |   |
| 56.4 – 61.6                      | b'2         |   | 88.1 ve daha fazla               | d'          |   |

Sıcaklık ve yağışa dayalı su bilançosu modelleri Thornthwaite ve Mather tarafından geliştirilmiştir (Thornthwaite ve Mather 1955; Topçu 2019). Thornthwaite yöntemi rüzgâr hızı, bulutluluk ve radyasyon gibi parametreleri kullanmasa da iklim tipinin belirlenmesinde en iyi sonucu vermektedir (Vörösmarty vd. 1998).

## 2.2 Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması 6 ana iklim grubundan oluşmaktadır. Trewartha'ya göre A (Tropikal İklimler), C (Subtropikal İklimler), D (Ilıman İklimler), E (Kuzey İklimleri) ve F (Kutup İklimleri) iklim grupları temel termal bölgelerdir. Altıncı grup B (Kurak İklimler), F kutup iklimi hariç diğer iklim tipleri ile kesişen kuru iklim kuşağıdır (Tablo 4). Ana iklim türleri, Köppen iklim sınıflandırması ile benzer şekilde, yıllık ve aylık hava sıcaklığı ve yağış miktarlarının uzun vadeli yıllık ortalamalarına göre belirlenir. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırması, Köppen iklim sınıflandırması ile karşılaştırıldığında C, D ve yeni tanımlanan E tipi gruplarının farklı tanımlamaları, nemli ve kurak iklimleri ayıran farklı eşikleri vardır. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasının, iklim sınıfı ve ikinci harfinin nasıl bulunacağı Tablo 4'te kurallar başlığında açıklanmıştır.

Tablo 4: Köppen-Trewartha iklim tipleri sınıflandırma kuralları (MGM 2018)

| Sınıf | Türü | Tanım                                       | Kurallar  |
|-------|------|---|---|
| A     |      | Tropikal İklimler                           | Tsoğuk $\geq 18^{\circ}\text{C}$  |
| B     |      | Kurak İklimler                              | P limit değerden küçükse(R)<br>$R=2.3 * T - 0.64 * P_w + 41$<br>R: Limit değer<br>T:Yıllık Ortalama Sıcaklık<br>$P_w$ : Kış aylarında meydana gelen yıllık yağış yüzdesi. |
|       | BS   | Yarı Kurak-Step İklim                       | P Limitin yarısından büyükse  |
|       | BW   | Kurak veya Çöl İklimi                       | P Limitin yarısına eşit veya küçükse  |
| C     |      | Subtropikal İklimler                        | 8 ile 12 ay $> 10^{\circ}\text{C}$ ve Tsoğuk $< 18^{\circ}\text{C}$   |
|       | Cs   | Subtropikal kuru yaz iklimi, Akdeniz iklimi | 8 ile 12 ay $> 10^{\circ}\text{C}$ ve $P \leq 89 \text{ cm}$ ve $P_{\text{min}} < P_{\text{max}} / 3$   |
|       | Cw   | Subtropikal kuru kış iklimi                 | 8 ile 12 ay $> 10^{\circ}\text{C}$ ve $P \leq 89 \text{ cm}$ ve $P_{\text{max}} > P_{\text{min}} * 10$  |
|       | Cf   | Subtropikal nemli iklim.                    | $P_{\text{min}} > 3 \text{ cm}$   |
| D     |      | Ilıman İklimler                             | 4 ile 7 ay $> 10^{\circ}\text{C}$   |
|       | Do   | Ilıman Denizsel                             | Tsoğuk $\geq 2^{\circ}\text{C}$   |
|       | Dc   | Ilıman Karasal                              | Tsoğuk $< 2^{\circ}\text{C}$  |
| E     |      | Kuzey İklimleri                             | 1 ile 3 ay $> 10^{\circ}\text{C}$   |
|       | Eo   | Kutup altı Denizsel İklim                   | Tsoğuk $> -10^{\circ}\text{C}$  |
|       | Ec   | Kutup altı Karasal İklim                    | Tsoğuk $\leq -10^{\circ}\text{C}$   |
| F     |      | Kutup İklimleri                             | Tüm aylar $< 10^{\circ}\text{C}$  |
|       | Ft   | Tundra İklimi                               | Tsıcak $> 0^{\circ}\text{C}$  |
|       | Fi   | Buz İklimi                                  | Tsıcak $\leq 0^{\circ}\text{C}$   |

Tablo Açıklaması: T: Yıllık Ortalama Sıcaklık, P: Yıllık Toplam Yağış, R: Limit Değer, Tsoğuk: En soğuk ay Ort.Sıc. Tsıcak: En sıcak ay Ort.Sıc. Ps (Yaz Ayları): Nisan-Eylül 6 ay, Pw (Kış Ayları): Ekim-Mart 6 ay, Pmin: Yaz aylarındaki en düşük yağış, Pmax: Kış aylarındaki en düşük yağış, Pmax: Yaz aylarındaki en yüksek yağış, Pmin: Kış aylarındaki en yüksek yağış, Pmin: En kurak ay yağışı Sınıflandırmanın üçüncü harfi bölgenin sıcaklık durumuna göre tespit edilmektedir (Tablo 5).

Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında üçüncü ve dördüncü harfleri en sıcak ve en soğuk ayların ortalama sıcaklıklarına bakılarak Tablo 5'e göre yapılmaktadır.

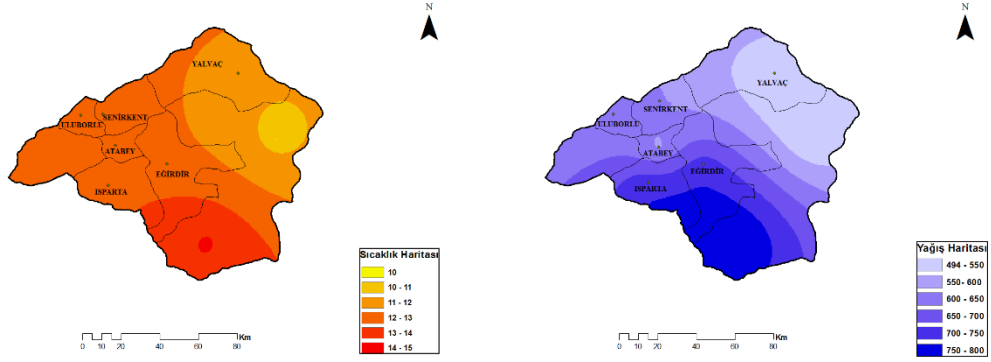
Tablo 5: Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında evrensel sıcaklık ölçeği ve iklim özelliğine göre 3 ve 4'üncü harf açıklamaları (MGM 2018)

| İndeks | İklim Özelliği | Aylık Ort. Sıc.                                   |
|--------|----------------|---|
| i      | Şiddetli Sıcak | $\geq 35^{\circ}\text{C}$                         |
| h      | Çok Sıcak      | $28^{\circ}\text{C}$ ila $34.9^{\circ}\text{C}$   |
| a      | Sıcak          | $23^{\circ}\text{C}$ ila $27.9^{\circ}\text{C}$   |
| b      | Ilık           | $18^{\circ}\text{C}$ ila $22.9^{\circ}\text{C}$   |
| l      | Ilıman         | $10^{\circ}\text{C}$ ila $17.9^{\circ}\text{C}$   |
| k      | Serin          | $0.1^{\circ}\text{C}$ ila $9.9^{\circ}\text{C}$   |
| o      | Soğuk          | $-9.9^{\circ}\text{C}$ ila $0^{\circ}\text{C}$    |
| c      | Çok Soğuk      | $-24.9^{\circ}\text{C}$ ila $-10^{\circ}\text{C}$ |
| d      | Şiddetli Soğuk | $39.9^{\circ}\text{C}$ ila $-25^{\circ}\text{C}$  |
| e      | Aşırı Soğuk    | $\leq -40^{\circ}\text{C}$                        |

## 3. Bulgular ve Tartışma

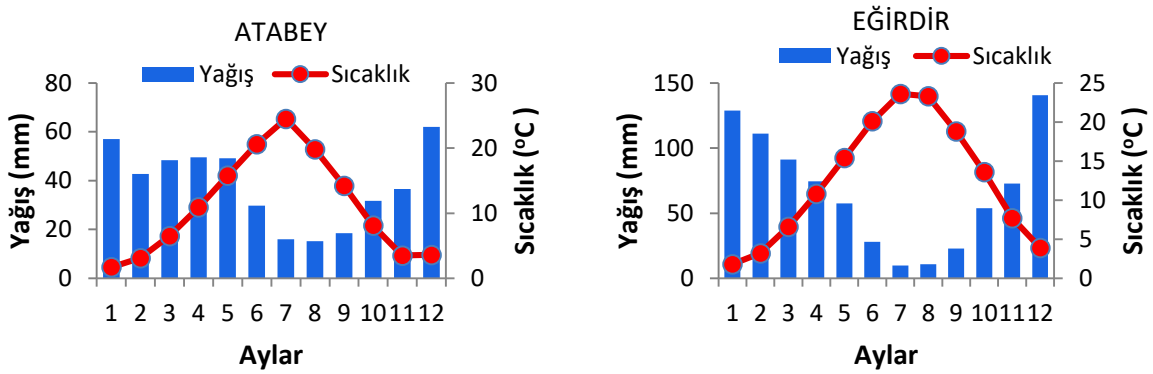
### 3.1. İstasyonlara Ait İklim Diyagramları

Çalışma alanının sıcaklık ve yağış haritaları 1990-2020 yılları ortalama sıcaklık ve toplam yağış verilerine göre yapılmıştır. Kriging yöntemine göre yağış ve sıcaklık tahmin haritaları elde edilmiştir (Şekil 2). Genel tahmin süreci, bilinen değerlerin ağırlıklı ortalaması üzerinde gerçekleştirilmiştir (Uyan 2019).

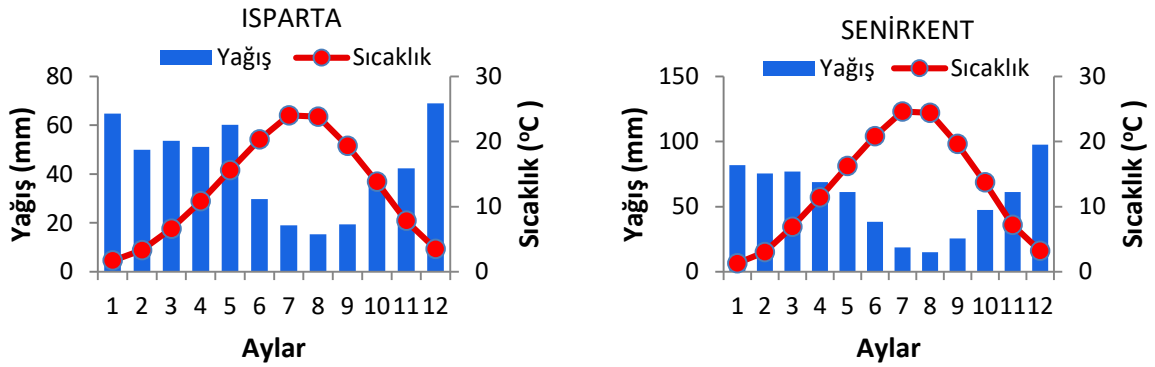


Şekil 2: Sıcaklık ve yağış haritası

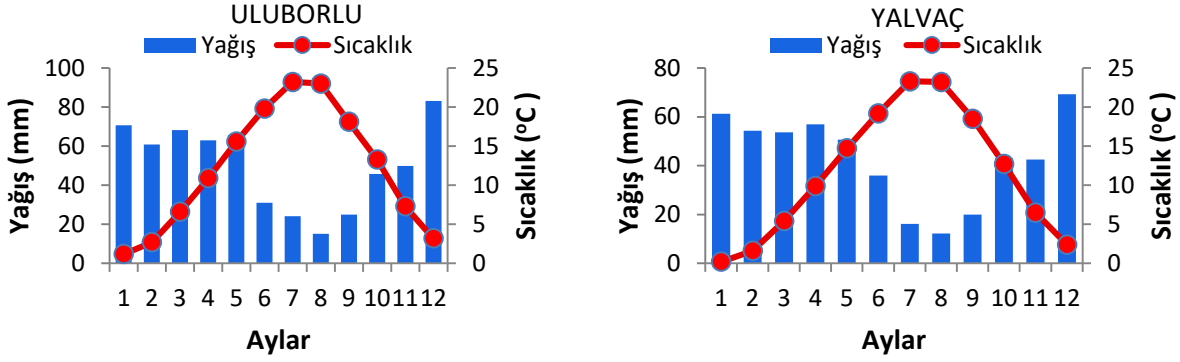
Aylık sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak istasyonlara ait iklim diyagramları çizilmiştir (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5). Çizilen iklim diyagramları ile istasyonlara ait iklim tiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3: Atabey ve Eğirdir istasyonlarına ait iklim diyagramı



Şekil 4: Isparta ve Senirkent istasyonlarına ait iklim diyagramı



Şekil 5: Uluborlu ve Yalvaç istasyonlarına ait iklim diyagramı

Şekil 3, 4 ve 5 iklim diyagramlarını incelediğimizde; yağışsız ay bulunmamaktadır. Genel olarak en fazla yağış miktarı kış mevsiminde ve yaz mevsimine doğru azalmakta, yaz mevsiminde en az miktarı göstermektedir. Sıcaklık dağılışı ise tipiktir. Yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları soğuk ve yağışlıdır. Bu durum bize karasal iklimin özelliğini göstermektedir. En sıcak ay ile en düşük yağış kaydedilen ay çakışmamıştır.

### 3.2. İstasyonlara Ait Su Bilançosu Diyagramları

Çalışmanın bu bölümünde Thornthwaite tipi su bilançosu yöntemi ile hesap edilen su bilançosu bileşenlerinin yıllık döngüsü tablo ve grafik şeklinde verilmiştir. Tablo 6'da genel olarak tüm istasyonların 1990-2020 yılları arasında aylık ortalama sıcaklık, toplam yağış verilerinden hesaplanan su bilançosuna göre açık ve fazla değerleri görülmektedir. Bu tabloya göre yağışın en fazla olduğu istasyon yıllık 802 mm ortalama ile Eğirdir istasyonudur. En az yağış ise 457.10 mm ile Atabey istasyonudur. PET en az Yalvaç istasyonunda iken en yüksek Atabey istasyonundadır. Su bilançosuna göre açığın en fazla olduğu istasyon Atabey'dir. Su fazlasının en çok olduğu istasyon ise Eğirdir'dir.

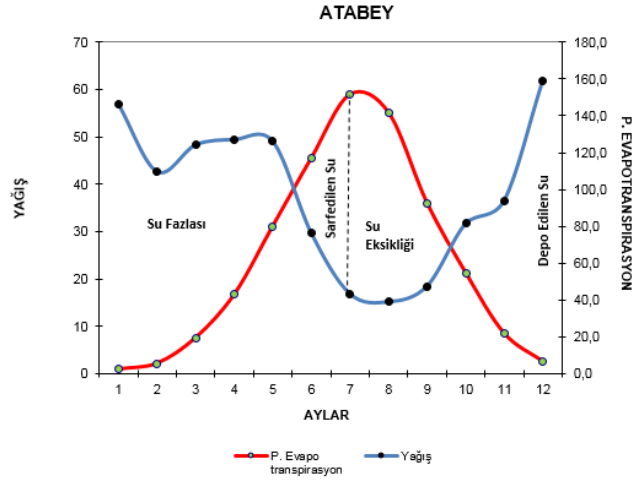
Tablo 6: İstasyonların su bilançosuna göre açık ve fazla değerleri (mm/yıl)

| İstasyonlar      | Yağış  | PET    | GET    | Açık   | Fazla  |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Atabey           | 457.10 | 651.28 | 360.65 | 376.55 | 126.61 |
| Eğirdir          | 802    | 635.34 | 388.43 | 329.52 | 330.18 |
| Isparta (Merkez) | 511.70 | 614.54 | 383.26 | 342.16 | 145.81 |
| Senirkent        | 668.20 | 649.69 | 405.44 | 332.34 | 228.46 |
| Uluborlu         | 602.50 | 624.90 | 409.60 | 297.70 | 187.36 |
| Yalvaç           | 515.80 | 606.25 | 365.38 | 324.23 | 162.62 |

GET: Gerçek Evapotranspirasyon, PET: Potansiyel Evapotranspirasyon

#### 3.2.1. Atabey İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Atabey ilçesine ait Thornthwaite iklim sınıflandırmasına bakıldığında yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliği Tablo 2'ye göre C1 "yarı-kurak az nemli", sıcaklık etkinlik indeksi Tablo 2'ye göre B'2 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliği Tablo 3'e göre "s" su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksinin Tablo 3'e göre b'2 sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Atabey ilçesi Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C1, B'2 2.Derece Mezotermal, s, b'2 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. MGM (2016)'nın Atabey ilçesi için belirlediği iklim özelliği ile benzerlik göstermektedir. Karatepe (2004)'nin çalışmasıyla da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Atabey ilçesi için iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 7) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 6). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Atabey ilçesinde yağışın fazla olduğu ocak, şubat, mart ve nisan aylarında 126.61 mm su fazlası, diğer aylarda ise 376.55 mm su eksiği bulunmaktadır.



Şekil 6: Atabey istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

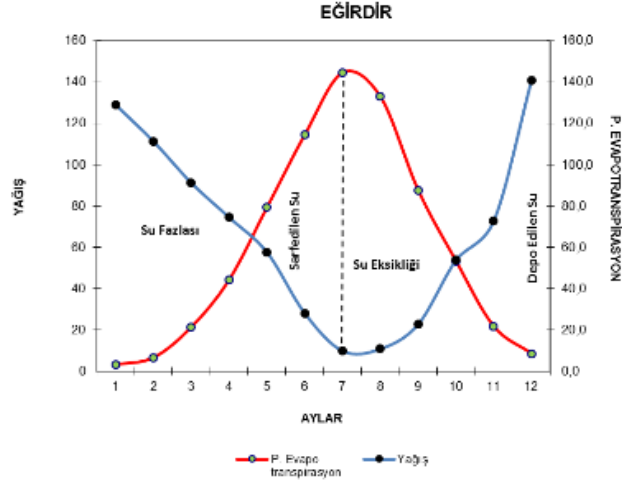
Tablo 7: Atabey ilçesine ait su bilançosu

| Aylar             | 1    | 2    | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11   | 12   | Yıllık |
|-------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| Sıcaklık          | 1.7  | 3.1  | 6.5   | 10.9 | 15.8  | 20.6  | 24.5  | 24.5  | 19.8  | 14.2  | 8.1  | 3.5  | 12.8   |
| Sıcaklık İndisi   | 0,20 | 0,48 | 1,49  | 3,25 | 5,71  | 8,53  | 11,09 | 11,09 | 8,03  | 4,86  | 2,08 | 0,58 | 57,40  |
| G                 | 0,9  | 0,8  | 1,0   | 1,1  | 1,2   | 1,2   | 1,2   | 1,2   | 1,0   | 1,0   | 0,8  | 0,8  |        |
| PET               | 2,9  | 6,8  | 19,0  | 39,1 | 65,7  | 95,1  | 121,1 | 121,1 | 90,0  | 56,6  | 25,9 | 8,0  | 651,28 |
| DET               | 2,5  | 5,7  | 19,6  | 43,1 | 80,1  | 116,9 | 151,4 | 141,7 | 92,7  | 54,9  | 21,9 | 6,7  | 737,20 |
| Yağış             | 56,9 | 42,7 | 48,4  | 49,5 | 49,1  | 29,7  | 16,9  | 15,2  | 18,5  | 31,7  | 36,6 | 61,9 | 457,10 |
| Su Depo, mm       | 100  | 100  | 100   | 100  | 69    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 14,6 | 69,8 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0    | 0    | 0     | 0    | -31,0 | -69,0 | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 14,6 | 55,2 |        |
| GET, mm           | 2,5  | 5,7  | 19,6  | 43,1 | 80,1  | 98,7  | 16,9  | 15,2  | 18,5  | 31,7  | 21,9 | 6,7  | 360,65 |
| Su Fazlası, mm    | 54,4 | 37,0 | 28,8  | 6,4  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,0  | 0,0  | 126,61 |
| Su Eksikliği, mm  | 0,0  | 0,0  | 0,0   | 0,0  | 0,0   | 18,2  | 134,5 | 126,5 | 74,2  | 23,2  | 0,0  | 0,0  | 376,55 |
| Nemlilik%         | 21,6 | 6,5  | 1,5   | 0,10 | -0,40 | -0,70 | -0,90 | -0,90 | -0,80 | -0,40 | 0,70 | 8,30 | 34,49  |
| Yüzeysel Akış, mm | 27,2 | 32,1 | 30,45 | 18,4 | 9,2   | 4,6   | 2,3   | 1,1   | 0     | 0     | 0    | 0    | 125,4  |

### 3.2.2. Eğirdir İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Eğirdir ilçesine ait Thornthwaite iklim sınıflandırmasına bakıldığında yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliği Tablo 2'ye göre C2 "yarı nemli", sıcaklık etkinlik indeksi Tablo 2'ye göre B'2 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliği Tablo 3'e göre "s2" su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksinin Tablo 3'e göre b'3 sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Eğirdir ilçesi Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C2, B'2 2.Derece Mezotermal, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. MGM (2016)'nın Eğirdir ilçesi için belirlediği iklim özelliği ile benzerlik göstermektedir. Dursun ve Babalık (2021)'in yaptığı çalışmalarıyla da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Aktaş vd. (2018) tarafından Eğirdir Gölü havzasında yapılan çalışmada iklim özelliğinin yarı kurak-nemli arası olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sonuçların çalışmamızla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Eğirdir ilçesi için iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 8) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 7). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Eğirdir ilçesinde yağışın fazla olduğu aylarda 330.18 mm su fazlası, diğer aylarda ise 329.52 mm su eksikliği mevcuttur.





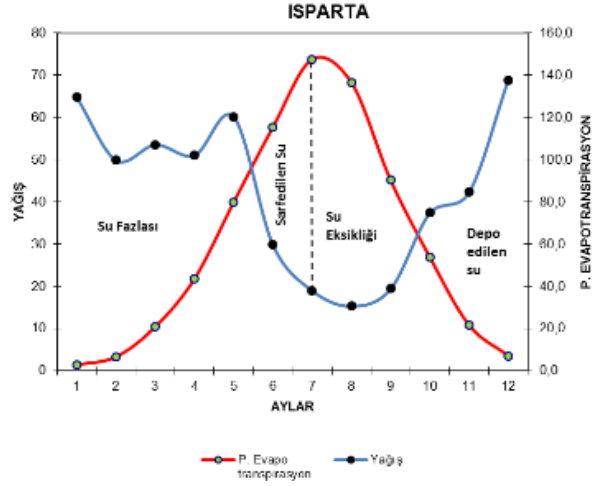
Şekil 7: Eğirdir istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

Tablo 8: Eğirdir ilçesine ait su bilançosu

| Aylar             | 1     | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10   | 11   | 12    | Yıllık |
|-------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|--------|
| Sıcaklık          | 1.8   | 3.2   | 6.6  | 10.8 | 15.4  | 20.1  | 23.6  | 23.3  | 18.8  | 13.6 | 7.7  | 3.9   | 12.4   |
| Sıcaklık İndisi   | 0.21  | 0.51  | 1.52 | 3.21 | 5.49  | 8.22  | 10.48 | 10.28 | 7.43  | 4.55 | 1.92 | 0.69  | 54.51  |
| G                 | 0.9   | 0.8   | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.0   | 1.0  | 0.8  | 0.8   |        |
| PET               | 3.6   | 7.8   | 20.7 | 40.3 | 65.0  | 93.1  | 115.6 | 113.6 | 85.1  | 54.9 | 25.5 | 10.2  | 635.34 |
| DET               | 3.1   | 6.5   | 21.3 | 44.3 | 79.3  | 114.5 | 144.5 | 132.9 | 87.7  | 53.3 | 21.7 | 8.5   | 717.5  |
| Yağış             | 128.8 | 111.1 | 91.1 | 74.4 | 57.6  | 28.1  | 9.9   | 10.9  | 22.8  | 53.8 | 72.8 | 140.7 | 802    |
| Su Depo, mm       | 100   | 100   | 100  | 100  | 78.3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 51.1 | 183.3 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0     | 0     | 0    | 0    | -21.7 | -78.3 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 51.1 | 132.2 |        |
| GET, mm           | 3.1   | 6.5   | 21.3 | 44.3 | 79.3  | 106.4 | 9.9   | 10.9  | 22.8  | 53.8 | 21.7 | 8.5   | 388.43 |
| Su Fazlası, mm    | 125.7 | 104.6 | 69.8 | 30.1 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 330.18 |
| Su Eksikliği, mm  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 8.1   | 134.6 | 122.0 | 64.8  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 329.52 |
| Nemlilik%         | 40.70 | 15.90 | 3.30 | 0.70 | -0.30 | -0.70 | -0.90 | -0.90 | -0.70 | 0.01 | 2.40 | 15.60 | 75.05  |
| Yüzeysel Akış, mm | 62.8  | 83.7  | 76.8 | 53.4 | 26.7  | 13.3  | 6.7   | 3.4   | 1.66  | 0.8  | 0    | 0     | 329.3  |

### 3.2.3. Isparta (Merkez) İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Isparta (Merkez)'e ait Thornthwaite iklim sınıflandırması incelendiğinde yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliği Tablo 2'ye göre C1 "yarı-kurak az nemli", sıcaklık etkinlik indeksine göre Tablo 2'ye göre B'2 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliğinin Tablo 3'e göre "s2" su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksinin Tablo 3'e göre b'3 sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Isparta (Merkez) için Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C1, B'2 2.Derece Mezotermal, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, MGM (2016)'nın Isparta ili için belirlediği iklim özellikleri ile benzerlik göstermektedir. Babalık ve Sönmez (2009) ile Dursun ve Babalık (2021)'in yaptıkları çalışmalarla da çalışmamızın benzerlik gösterdiği söylenebilir. Isparta (Merkez) ait iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 9) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 8). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Isparta (Merkez)'da yağışın fazla olduğu aylarda 145.81 mm su fazlası, diğer aylarda ise 342.16 mm su eksikliği olduğu görülmektedir.



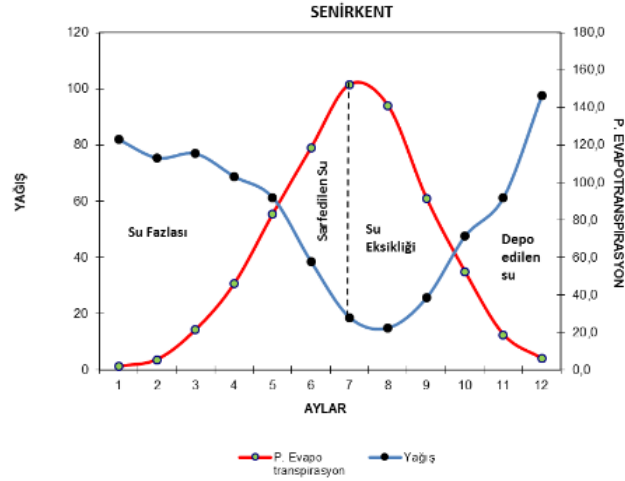
Şekil 8: Isparta (Merkez) istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

Tablo 9: Isparta (Merkez)'e ait su bilançosu

| Aylar             | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| Sıcaklık          | 1.7   | 3.3  | 6.6  | 10.8 | 15.6  | 20.3  | 24    | 23.8  | 19.3  | 13.8  | 7.8   | 3.5  | 12.5   |
| Sıcaklık İndisi   | 0.20  | 0.53 | 1.52 | 3.21 | 5.60  | 8.34  | 10.75 | 10.61 | 7.73  | 4.65  | 1.96  | 0.58 | 55.70  |
| G                 | 0.9   | 0.8  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.0   | 1.0   | 0.8   | 0.8  |        |
| PET               | 3.2   | 7.8  | 20.2 | 39.6 | 65.5  | 93.9  | 118.0 | 116.7 | 87.6  | 55.4  | 25.4  | 8.5  | 614.54 |
| DET               | 2.7   | 6.6  | 20.8 | 43.5 | 79.9  | 115.4 | 147.5 | 136.5 | 90.2  | 53.7  | 21.6  | 7.0  | 725.40 |
| Yağış             | 64.8  | 49.9 | 53.6 | 51.1 | 60.2  | 29.8  | 19    | 15.3  | 19.4  | 37.4  | 42.3  | 68.9 | 511.70 |
| Su Depo, mm       | 100   | 100  | 100  | 100  | 80.3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 20.7  | 82.6 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0     | 0    | 0    | 0    | -19.7 | -80.3 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 20.7  | 61.9 |        |
| GET, mm           | 2.7   | 6.6  | 20.8 | 43.5 | 79.9  | 110.1 | 19    | 15.3  | 19.4  | 37.4  | 21.60 | 7.0  | 383.26 |
| Su Fazlası, mm    | 62.1  | 43.3 | 32.8 | 7.6  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 145.81 |
| Su Eksikliği, mm  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 5.3   | 128.5 | 121.2 | 70.8  | 16.3  | 0.0   | 0.0  | 342.16 |
| Nemlilik%         | 22.90 | 6.60 | 1.60 | 0.20 | -0.25 | -0.70 | -0.90 | -0.90 | -0.80 | -0.30 | 0.90  | 8.80 | 37.18  |
| Yüzeysel Akış, mm | 31.0  | 37.2 | 34.9 | 21.3 | 10.6  | 5.3   | 2.6   | 1.3   | 0.6   | 0     | 0     | 0    | 145.1  |

### 3.2.4. Senirkent İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Senirkent ilçesine ait Thornthwaite iklim sınıflandırmasına bakıldığında yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliğine göre Tablo 2'ye göre C2 "yarı nemli", sıcaklık etkinlik indeksine göre Tablo 2'ye göre B'2 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliğinin Tablo 3'e göre "s2" su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP'nin üç yaz ayına oranı indeksinin Tablo 3'e göre b'3 sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Senirkent ilçesi Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C2, B'2 2.Derece Mezotermal, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. Yıldız (2011) ile Dursun ve Babalık (2021)'in yaptığı çalışmalarıyla da benzerlik göstermektedir. Senirkent ilçesine ait iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 10) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 9). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Senirkent ilçesinde yağışın fazla olduğu aylarda 228.46 mm su fazlası, diğer aylarda ise 332.34 mm su eksikliği olduğu görülmektedir.



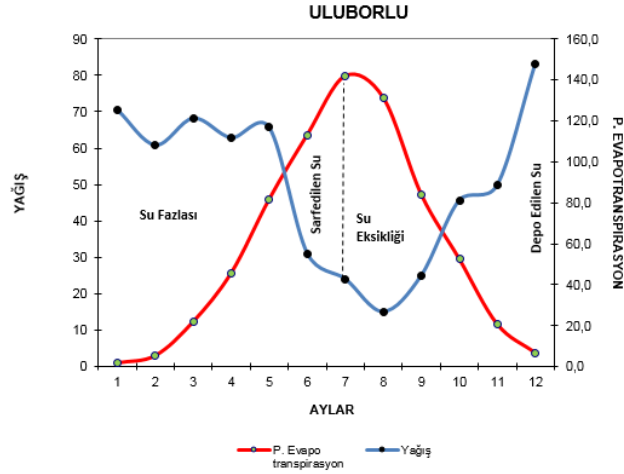
Şekil 9: Senirkent istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

Tablo 10: Senirkent ilçesine ait su bilançosu

| Aylar             | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11   | 12    | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| Sıcaklık          | 1.3   | 3    | 6.9  | 11.4 | 16.2  | 20.8  | 24.6  | 24.4  | 19.6  | 13.7  | 7.2  | 3.2   | 12.7   |
| Sıcaklık İndisi   | 0.13  | 0.46 | 1.63 | 3.48 | 5.93  | 8.66  | 11.16 | 11.02 | 7.91  | 4.60  | 1.74 | 0.51  | 57.23  |
| G                 | 0.9   | 0.8  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.0   | 1.0   | 0.8  | 0.8   |        |
| PET               | 2.0   | 6.5  | 20.8 | 41.8 | 68.1  | 96.4  | 121.8 | 120.4 | 88.8  | 53.9  | 22.0 | 7.1   | 649.69 |
| DET               | 1.7   | 5.5  | 21.4 | 45.9 | 83.1  | 118.6 | 152.3 | 140.9 | 91.4  | 52.3  | 18.7 | 5.9   | 737.78 |
| Yağış             | 81.9  | 75.4 | 76.9 | 68.8 | 61.3  | 38.4  | 18.6  | 14.9  | 25.6  | 47.5  | 61.3 | 97.6  | 668.20 |
| Su Depo, mm       | 100   | 100  | 100  | 100  | 78.2  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 42.6 | 134.3 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0     | 0    | 0    | 0    | -21.8 | -78.2 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 42.6 | 91.7  |        |
| GET, mm           | 1.7   | 5.5  | 21.4 | 45.9 | 83.1  | 116.6 | 18.6  | 14.9  | 25.6  | 47.5  | 18.7 | 5.9   | 405.44 |
| Su Fazlası, mm    | 80.2  | 69.9 | 55.5 | 22.9 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 228.46 |
| Su Eksikliği, mm  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 2.0   | 133.7 | 126.0 | 65.8  | 4.8   | 0.0  | 0.0   | 332.34 |
| Nemlilik%         | 45.80 | 12.8 | 2.60 | 0.50 | -0.30 | -0.70 | -0.90 | -0.90 | -0.70 | -0.10 | 2.30 | 15.50 | 75.97  |
| Yüzeysel Akış, mm | 40.1  | 55   | 55.2 | 39.1 | 19.5  | 9.7   | 4.9   | 2.4   | 1.2   | 0.6   | 0    | 0     | 227.9  |

### 3.2.5. Uluborlu İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Uluborlu ilçesine ait Thornthwaite iklim sınıflandırmasına incelendiğinde yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliğine göre Tablo 2'ye göre C2 "yarı nemli", sıcaklık etkinlik indeksine göre Tablo 2'ye göre B'1 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliğinin Tablo 3'e göre "s2" su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP'nin üç yaz ayına oranı İndeksinin Tablo 3'e göre b'3 sınıfında olduğu hesaplanmıştır Uluborlu ilçesi için Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C2, B'1 2.Derece Mezotermal, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, MGM (2016)'nın belirlediği iklim özellikleri ile benzerlik göstermektedir. Karatepe ve Kantarcı (2017)'nin çalışmasıyla da çalışmamız benzerlik göstermektedir. Uluborlu ilçesine ait iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 11) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 10). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Uluborlu ilçesinde yağışın fazla olduğu aylarda 187.36 mm su fazlası, diğer aylarda ise 297.70 mm su eksikliği olduğu görülmektedir.



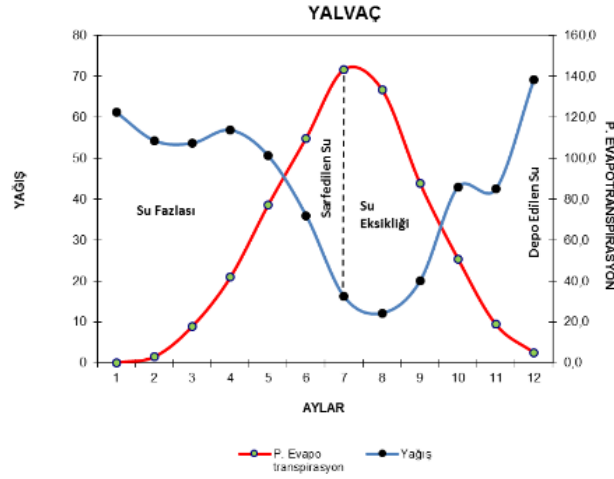
Şekil 10: Uluborlu istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

Tablo 11: Uluborlu ilçesi su bilançosu

| Aylar             | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11   | 12    | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| Sıcaklık          | 1.2   | 2.7  | 6.6  | 10.9 | 15.6  | 19.8  | 23.2  | 23    | 18.1  | 13.3  | 7.3  | 3.2   | 12.1   |
| Sıcaklık İndisi   | 0.12  | 0.39 | 1.52 | 3.25 | 5.60  | 8.03  | 10.21 | 10.08 | 7.01  | 4.40  | 1.77 | 0.51  | 52.90  |
| G                 | 0.9   | 0.8  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 1.0   | 1.0   | 0.8  | 0.8   |        |
| PET               | 2.2   | 6.6  | 21.4 | 41.7 | 67.0  | 91.9  | 113.4 | 112.1 | 81.6  | 54.3  | 24.5 | 8.2   | 624.90 |
| DET               | 1.9   | 5.5  | 22.1 | 45.8 | 81.8  | 113.0 | 141.7 | 131.1 | 84.0  | 52.6  | 20.8 | 6.8   | 707.38 |
| Yağış             | 70.6  | 60.9 | 68.3 | 62.9 | 65.7  | 31.1  | 24.1  | 15.1  | 25    | 45.7  | 49.9 | 83.2  | 602.50 |
| Su Depo, mm       | 100   | 100  | 100  | 100  | 83.9  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 29.1 | 105.5 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0     | 0    | 0    | 0    | -16.1 | -83.9 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 29.1 | 76.4  |        |
| GET, mm           | 1.9   | 5.5  | 22.1 | 45.8 | 81.8  | 115   | 24.1  | 15.1  | 25    | 45.7  | 20.8 | 6.8   | 409.60 |
| Su Fazlası, mm    | 68.7  | 55.4 | 46.2 | 17.1 | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 187.36 |
| Su Eksikliği, mm  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | -2.0  | 117.6 | 116.0 | 59.1  | 6.9   | 0.0  | 0.0   | 297.70 |
| Nemlilik%         | 35.60 | 10.0 | 2.1  | 0.4  | -0.2  | -0.70 | -0.80 | -0.90 | -0.70 | -0.10 | 1.40 | 11.20 | 57.24  |
| Yüzeysel Akış, mm | 34.3  | 44.9 | 45.5 | 31.3 | 15.6  | 7.8   | 3.9   | 1.9   | 0.9   | 0     | 0    | 0     | 186.4  |

### 3.2.6. Yalvaç İstasyonu Su Bilançosu Sonuçları

Yalvaç ilçesine ait Thornthwaite iklim sınıflandırmasına bakıldığında yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliğine göre Tablo 2'ye göre C1 "yarı-kurak az nemli", sıcaklık etkinlik indeksine göre Tablo 2'ye göre B'1 2.Derece Mezotermal, nemlilik indeksi ve iklim özelliğinin Tablo 3'e göre "s2" su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan iklim özellikleri gösterdikleri ve ETP' nin üç yaz ayına oranı indeksinin Tablo 3'e göre b'3 sınıfında olduğu hesaplanmıştır. Yalvaç ilçesi Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre C1, B'1 2.Derece Mezotermal, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, MGM (2016)'nın belirlediği iklim özellikleri ile benzerlik göstermektedir. Karatepe ve Kantarcı (2017)'nin çalışmasında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Yalvaç ilçesine ait iklim parametreleri analiz edilerek su bilançosu hazırlanmış (Tablo 12) ve su bilançosu parametrelerine göre de su bilançosu diyagramı çizilmiştir (Şekil 11). Su bilançosunun incelenmesi sonucunda, Yalvaç ilçesinde yağışın fazla olduğu aylarda 162.62 mm su fazlası, diğer aylarda ise 324.23 mm su eksikliği olduğu görülmektedir.



Şekil 11: Yalvaç istasyonuna ait su bilançosu diyagramı

Tablo 12: Yalvaç ilçesi su bilançosu

| Aylar             | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7      | 8      | 9    | 10   | 11   | 12   | Yıllık |
|-------------------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|--------|
| Sıcaklık          | 0.2   | 1.6  | 5.4  | 9.9  | 14.7  | 19.2  | 23.3   | 23.2   | 18.5 | 12.7 | 6.5  | 2.4  | 11.5   |
| Sıcaklık İndisi   | 0.01  | 0.18 | 1.12 | 2.81 | 5.12  | 7.67  | 10.28  | 10.21  | 7.25 | 4.10 | 1.49 | 0.33 | 50.57  |
| G                 | 0.9   | 0.8  | 1.0  | 1.1  | 1.2   | 1.2   | 1.2    | 1.2    | 1.0  | 1.0  | 0.8  | 0.8  |        |
| PET               | 0.2   | 3.6  | 17.4 | 38.0 | 63.3  | 89.3  | 114.6  | 114.0  | 85.1 | 52.4 | 22.1 | 6.1  | 606.25 |
| DET               | 0.2   | 3.5  | 17.9 | 41.8 | 77.2  | 109.8 | 143.20 | 133.30 | 87.7 | 50.8 | 18.8 | 5.10 | 689.06 |
| Yağış             | 61.2  | 54.3 | 53.7 | 56.9 | 50.6  | 36    | 16.2   | 12.2   | 20   | 43   | 42.5 | 69.2 | 515.80 |
| Su Depo, mm       | 100   | 100  | 100  | 100  | 73.4  | 0     | 0      | 0      | 0    | 0    | 23.7 | 87.8 |        |
| Depo Değiş, mm    | 0     | 0    | 0    | 0    | -26.6 | -73.4 | 0.0    | 0.0    | 0.0  | 0.0  | 23.7 | 64.1 |        |
| GET, mm           | 0.2   | 3.6  | 17.9 | 41.8 | 77.2  | 109.4 | 16.2   | 12.2   | 20   | 43   | 18.8 | 5.1  | 365.38 |
| Su Fazlası, mm    | 61.0  | 51.3 | 35.8 | 15.1 | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0    | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 162.62 |
| Su Eksikliği, mm  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.4   | 127.0  | 121.1  | 67.7 | 7.9  | 0.0  | 0.0  | 324.23 |
| Nemlilik%         | 284.7 | 16.8 | 1.9  | 0.4  | -0.3  | -0.7  | -0.9   | -0.9   | -0.8 | -0.2 | 1.3  | 12.6 | 313.97 |
| Yüzeysel Akış, mm | 30.5  | 40.6 | 38.2 | 26.6 | 13.3  | 6.7   | 3.4    | 1.7    | 0.8  | 0    | 0    | 0    | 161.8  |

### 3.3. Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırması

Isparta ili ve ilçelerdeki (Atabey, Eğirdir, Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç) istasyonların 1990-2020 yılları arası sıcaklık ve yağış değerleri baz alınarak Köppen-Trewartha metodu ile iklim sınıflandırması yapılmıştır. İklim tipinin belirlenmesi için Isparta istasyonu örnek alınarak hesaplama yapılmış ve aşağıdaki işlem adımları izlenmiştir (Tablo 13).

Tablo 13: Isparta istasyonuna ait uzun yıllara ait (1990-2020) sıcaklık ve yağış değerleri

| Aylar         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7  | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | Toplam |
|---------------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|--------|
| Sıcaklık (°C) | 1,7  | 3,3  | 6,6  | 10,8 | 15,6 | 20,3 | 24 | 23,8 | 19,3 | 13,8 | 7,8  | 3,5  | 12,54  |
| Yağış(mm)     | 64,8 | 49,9 | 53,6 | 51,1 | 60,2 | 29,8 | 19 | 15,3 | 19,4 | 37,4 | 42,3 | 68,9 | 511,70 |

1.Adım Tablo 4' e göre "A" iklim tipine girip girmediğine bakılır, buna göre Isparta istasyonu ait 1990-2020 yılları arası sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 13'de verilmiştir. Isparta istasyonu "A" iklim tipine girmez, çünkü en düşük ay sıcaklığı 18°C'den büyük değildir.

2.Adım Tablo 4' e göre "B" iklim tipine girip girmediğine bakılır, buna göre ise "R" limit değeri bulunmaktadır. Kış ayları yağışı 31,69 cm'dir. Kış aylarında meydana gelen yıllık yağış yüzdesi  $P_w = 61,93$  olduğundan limit değer  $R = 30,21$  cm olarak belirlenir. Yıllık yağış 51,17 cm'dir. P "Yıllık yağış miktarı" "R" değerinden büyük bulunduğu için Isparta istasyonu "B" iklim tipine girmediği sonucuna varılmaktadır.

3. Adım Tablo 4' e göre "C" iklim tipine girip girmediğine bakıldığında P (yıllık toplam yağış) hesaplanan limit değerden yüksekse, "C" Sıcak Ilıman İklim veya "D" Soğuk İklim tipini ifade eder. Bu durumda sıcaklık değerlerine bakılır. Bu durumda sıcaklık değerlerine bakılır. 8 ila 12 ay ortalama sıcaklık 10°C'nin üstündeyse ve en soğuk ay sıcaklığı 18°C den düşükse "C" Subtropikal İklimler sınıfına girmektedir. Fakat Isparta istasyonu verileri incelendiğinde 7 ay 10°C'nin üstündedir. Bu sebepten Isparta istasyonu "C" iklim tipine girmemektedir.

4. Adım Tablo 4' e göre "D" iklim tipine girip girmediğine bakıldığında 4 ile 7 ay ortalama sıcaklık 10°C'nin üstünde olması ön koşulu aranmaktadır. Atabey istasyonu verileri incelendiğinde 7 ay 10°C'nin üstündedir. Böylelikle Isparta istasyonu "D" iklim sınıfında olduğu bulunmaktadır.

5. Adım Tablo 4' e göre belirlenen "D" iklim sınıfının 2. harfinin belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamada en soğuk ay sıcaklığının 2°C'nin altında olması sebebiyle "Dc" "İlman Karasal" olarak belirlenmiştir.

6. Adım Tablo 4' e göre belirlenen iklim sınıfı ve 2. Harfin belirlenmesinden sonra 3. ve 4. harfin belirlenmesidir. Bu aşamada Tablo 5'den yararlanılmaktadır. En sıcak ay 24,0°C ile 3. harf "a" "sıcak" olarak belirlenirken en düşük sıcaklık 1,7°C değeriyle 4. harf "k" "serin" olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak örnek olarak ele alınan Isparta istasyonu Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre "D"(İlman İklimler), "c"( İlman Karasal), "a"(sıcak), "k" (serin) olarak "Dack" olarak belirlenmiştir. Isparta (Merkez), istasyonundaki iklim sınıflandırması Atabey, Eğirdir, Uluborlu, Senirkent ve Yalvaç istasyonlarında da aynı sonuçlara karşılık gelmektedir.

MGM (2018)'e göre Isparta için yapılan sınıflandırma "Dack" (Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal)olarak belirlenmiştir. Bu sonuç araştırma sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Ülkemizde Köppen İklim Sınıflandırmasında 5 sınıf görülmektedir. Aynı şekilde, Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında 5 sınıf görülmüştür. Köppen iklim sınıflandırmasında %65 ile en çok Cs sınıfı görülürken, Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında Cs %31'e düşerken en çok %47 ile Dc görülmektedir (MGM 2018).

### 3.4. Köppen-Trewartha ve Thornthwaite Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemleri yaygın olarak kullanılan iklim tipini belirleme yöntemlerindedir. Bu iki yöntemin karşılaştırıldığı bu çalışmada Köppen-Trewartha ve Thornthwaite iklim indis yöntemleri kullanılarak Isparta yöresine ait iklim tipleri belirlenmiştir. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre Isparta ve diğer ilçe istasyonlarının tümünde "Dack" (yazları sıcak, kışları serin, ilman karasal) olarak belirlenmiştir. Thornthwaite yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda ise Atabey ve Yalvaç istasyonlarının "yarı kurak- az nemli" iklim sınıfında; Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent ve Uluborlu ilçelerinin ise "yarı nemli" iklim sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14).

Yöntemler karşılaştırıldığında, araştırma istasyonlarının verilerine göre Thornthwaite yönteminde "yarı kurak- yarı nemli" olarak değişim gösterdiği, Köppen-Trewartha yönteminde ise tüm istasyonların "ılıman karasal" iklim özelliği gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 14). Çalışmada kullanılan yöntemlerin benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tablo 14: Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemlerinin karşılaştırılması

| İstasyon  | Köppen-Trewartha İklim İndisleri | Köppen-Trewartha İklim Özellikleri          | Thornthwaite İklim İndisleri | Thornthwaite İklim Özellikleri |
|-----------|----------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|
| Atabey    | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C1, B'2, s, b'2              | Yarı Kurak- Az Nemli           |
| Eğirdir   | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C2, B'2, s2, b'3             | Yarı Nemli                     |
| Isparta   | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C1, B'2, s2, b'3             | Yarı Nemli                     |
| Senirkent | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C2, B'2, s2, b'3             | Yarı Nemli                     |
| Uluborlu  | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C2, B'1, s2, b'3             | Yarı Nemli                     |
| Yalvaç    | Dack                             | Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal | C1, B'1, s2, b'3             | Yarı Kurak- Az Nemli           |

## 4. Sonuç ve Öneriler

Isparta ilinin iklim tipini ve su bilançosunu belirlemek amacıyla yapılmış olan bu çalışmada, Isparta il sınırları içerisindeki 6 istasyonun aylık yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak, Thornthwaite ve Köppen-Trewartha iklim indisleri hesaplanmıştır. Thornthwaite iklim sınıflandırması yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda; Atabey ilçesinin C1, B'2, s, b'2, Eğirdir ilçesinin C2, B'2, s2, b'3, Isparta (Merkez)'nin C1, B'2, s2, b'3, Senirkent ilçesinin C2, B'2, s2, b'3, Uluborlu ilçesinin C2, B'1, s2, b'3 ve Yalvaç ilçesinin ise C1, B'1, s2, b'3 iklim türünde olduğu belirlenmiştir. Bu sınıflandırmalara bakıldığında Atabey ve Yalvaç istasyonlarının "yarı kurak- az nemli" iklim sınıfında, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent ve Uluborlu ilçelerinin ise "yarı nemli" iklim sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasında Isparta ve diğer ilçe istasyonlarının tümünde "Dack" (Yazları sıcak, Kışları serin, İlman Karasal) olarak belirlenmiştir. Araştırma alanının, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş bölgesi olması nedeniyle sıcaklığın yıl içerisindeki değişiminde önemli bir etkisi vardır. Sıcaklık değerlerinde ayrıca denize olan mesafe, Eğirdir Gölü'nün etkisi ve topoğrafya gibi unsurların etkili olduğu söylenebilir. Çalışma alanının su bilançosu grafikleri analiz edildiğinde, bilhassa yaz aylarında su eksikliğinin oldukça fazla olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda iklim tipi tespitinde kullanılan Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemleri kıyaslandığında Thornthwaite yöntemi daha ayrıntılıdır. Thornthwaite, yağış ile toprağın nemlilik derecesi, yüzeysel akış ve su ihtiyacı gibi çok önemli hususları ortaya koymaktadır. Thornthwaite sınıflandırmasının asıl amacı her ne kadar farklı iklim tiplerini belirlemekse de özellikle uygulamada tarım, hidrojeoloji, su kaynaklarının geliştirilmesi gibi konularda evapotranspirasyonun doğrudan hesaplanmadığı yerlerde geniş kullanım alanı bulmaktadır. Bununla birlikte araştırmada kullanılan yöntemlerin benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Bir yerin iklim karakterinin ve su potansiyelinin bilinmesi o yöreyle ilgili her türlü aktivitenin planlanması açısından oldukça önemlidir. O bölgede yetiştirilmesi düşünülen ürünün planlanmasından kurulacak olan sanayi tesisine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. İklim sınıflandırmalarında yerel alanlarda çalışmalar yapılmalıdır. Bu çalışmalar toprak, su, sanayi, orman ve tarım ile ilgilenenler için önemlidir. Ayrıca ormancılık çalışmaları açısından Thornthwaite'ın kullanımı yaygındır. Özellikle ağaçlandırma çalışmalarının yapılacağı bölgelerde tür tercihinin yapılması açısından iklim tipi ve su potansiyelinin bilinmesi önemlidir. Yine ağaçlandırma alanlarında yaşanan kurumaların iklimle ilişkili olup olmadığını araştırmak için de bu yöntemler kullanılmaktadır.

Çalışmamızda oluşturulan su bilançosu tablolarına göre su baskınlarının oluşabileceği ve fazla suya göre bunun şiddeti, aynı şekilde su noksanlığının oluşacağı aylarda, gereksinim duyulan su miktarının belirlenmesi ve depolanması sağlanabilir ve bu doğrultuda bir planlama yapılabilir. Baraj ve sulama göletlerinde depolanan su miktarı ile sulama amacıyla kullanılacak olan su miktarı arasında dengeyi kurmak ve bu denge durumu doğrultusunda suyun kullanımı için o bölgenin iklim tipi ve su bütçesinin bilinmesi gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Aktaş S., Kalyoncuoğlu Ü.Y., Anadolu Kılıç N.C., (2018), *Eğirdir Göl Havzasının De Martonne Yöntemi ile kuraklık analizi*, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(2), 229-238.
- Babalık A.A., Sönmez K., (2009), *Isparta-Davraz Dağı Kulova Yaylasında meraların otlatma periyodunun ve toprağın otlatma tavinin belirlenmesi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(2), 142-146.
- Bacanlı Ü.G., Saf B., (2005), *Kuraklık belirleme yöntemlerinin Antalya ili örneğinde incelenmesi*, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Sempozyumu, Antalya, ss.184-196.
- Birsoy Y., Ölgün K., (1992), *Thornthwaite yöntemi ile su bilançosunun ve iklim tipinin belirlenmesinde bilgisayar kullanımı*, Ege Coğrafya Dergisi, 6, 153-178.
- Çiçek İ., (1996), *Thornthwaite metoduna göre Türkiye'de iklim tipleri*, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 12, 33-71.
- Çoban A., (2013), *Sungurlu-Boğazkale yöresinin iklim tipleri ve bazı öneriler*, International Journal of Social Science, 6(3), 149-158.
- Çolak E., Memişoğlu T., (2021), *Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi*, Geomatik, 6(1), 31-43.
- Demir Y., Doğan Demir A., Meral R., Yüksel A., (2015), *Bingöl ovası iklim tipinin Thornthwaite ve Erinç indisine göre belirlenmesi*, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2(4), 332-337.
- Dönmez Y., (1985), *Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Dursun İ., Babalık A.A., (2021), *De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği*, Turkish Journal of Forestry, 22(3), 192-201.
- Erinç S., (1949), *The climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications*, Annals of the Association of American Geographers, 39(1), 26-46.
- Erinç S., (1984), *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul Üniversitesi Yayın no: 3278, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayın no:2, İstanbul.
- Erol O., (1999), *Genel Klimatoloji (Genişletilmiş 5. Baskı)*, Çantay Kitabevi, İstanbul, 445ss.
- Geiger R., (1954), *Klassifikation der klimate nach W. Köppen. Landolt-Börnstein-Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik*, 3, 603-607.
- Güçlü Y., (2004), *Thornthwaite ve Erinç indislerine göre Köyceğiz-Fethiye yöresinin iklim tipleri*, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7, 216-225.
- Karatepe Y., (2004), *Eğirdir Gölü Havzası'nın yetiştirme ortamı özellikleri ve sınıflandırılması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karatepe Y., Kantarcı M.D., (2017), *Amenajman Planlarında Meşe Ormanlarının Tür Bazında Ayrım Gerekliliğinin Ekolojik Olarak Değerlendirilmesi*, IV. Ulusal Ormancılık Kongresi İnsan-Doğa Etkileşiminde Orman ve Ormancılık, Antalya, ss. 285-296.
- Köppen W., (1918), *Klassifikation der Klimata nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle)*, Petermanns Geographische Mitteilungen, 64,193-203.
- Köppen W., (1936), *Das geographische system der klimat. Handbuch der klimatologie*, 46ss.
- MGM, (2016), *Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf) [Erişim 25 Kasım 2021].
- MGM, (2018), *Köppen-Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewartha.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/K%C3%B6ppen-Trewartha.pdf) [Erişim 25 Mart 2022].
- MGM, (2021), *Isparta ili iklim verileri*, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öztürk M. Z., Çetinkaya G., Aydın S., (2017), *Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri*, Coğrafya Dergisi, 35, 17-27.
- Şenoy S., Ulupınar Y., (2007), *İklim Sınıflandırmaları*, [http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari.pdf](http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf) 20/10/2010, [Erişim 26 Ekim 2021].
- Thornthwaite C.W., (1948), *An approach toward a rational classification*, Geographical Review, 38(1), 55-94.

- Thornthwaite C.W., Mather J.R., (1955), *The water balance*, Publications in climatology, Vol. 8, No. 1, Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, Centerton, New Jersey.
- Trewartha G.T., (1968), *An introduction to climate*, McGraw-Hill, New York, 408ss.
- Trewartha G. T., Horn L.H., (1980), *Introduction to climate*, 5th ed., McGraw Hill, New York, NY, 416ss.
- Topçu E., (2019), *Doğu Anadolu Bölgesi 'nde Thornthwaite tipi aylık su bilançosu analizi*, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8 (2), 688-705.
- Türkeş M., (2010), *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayınevi, İstanbul, 650ss.
- URL-1, (2021), *Isparta Valiliği Isparta tarihi ve coğrafi özelliği*, <https://www.isparta.gov.tr>, [Erişim 16 Mayıs 2021].
- Uyan M., (2019), *Comparison of different interpolation techniques in determining of agricultural soil index on land consolidation projects*, International Journal of Engineering and Geosciences, 4(1), 28-35.
- Vörösmarty C.J., Federer C.A., Schloss A.L., (1998), *Evaporation functions compared on US watersheds: possible implications for global-scale water balance and terrestrial ecosystem modeling*, Journal of Hydrology, 207,147-169.
- Yeşilnacar M.İ., Yazgan M.S., Gerger, R., (1998), *GAP kapsamındaki illerin su bilançosu.*, II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul, ss.283-294.
- Yıldız Y.T., (2011), *Isparta ilinde iklim-tarım ilişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Yılmaz E., Çiçek İ., (2016), *Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması*, Journal of Human Sciences, 13(3), 3973–3993.