

**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜ'NDE VEJETASYON  
SÜRESİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARINA  
GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Taner ŞAR**

**2501140254**

**TEZ DANIŞMANI**

**Prof. Dr. Meral AVCI**

**İSTANBUL – 2018**



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS  
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN;

Adı ve Soyadı : TANER ŞAR Numarası : 2501140254  
Anabilim Dalı / Anasanat Dalı / Programı : İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ Danışmanı : PROF. DR. MERAL AVCI  
Tez Savunma Tarihi : 19.06.2018 Saati : 13:30  
Tez Başlığı : 'İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜ'NDE VEJETASYON SÜRESİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ"

TEZ SAVUNMA SINAVI, İÜ Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜNE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

| JÜRİ ÜYESİ                  | İMZA | KANAATİ<br>(KABUL / RED / DÜZELTME) |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|
| 1-PROF. DR. MERAL AVCI      |      | Kabul                               |
| 2-PROF. DR. HÜSEYİN TUROĞLU |      | Kabul                               |
| 3-PROF. DR. NURTEN GÜNAL    |      | Kabul                               |

| YEDEK JÜRİ ÜYESİ                 | İMZA | KANAATİ<br>(KABUL / RED / DÜZELTME) |
|----------------------------------|------|-------------------------------------|
| 1-PROF. DR. BARBAROS GÖNENÇGİL   |      |                                     |
| 2-DR. ÖĞR. ÜYESİ YASEMİN ÖZDEMİR |      |                                     |

## ÖZ

### İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜ'NDE VEJETASYON SÜRESİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SENARYOLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Taner ŞAR

İnceleme alanı Türkiye'nin batısında Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü oluşturmaktadır. İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık ortalama sıcaklığı genel olarak 10°C ile 16°C arasındadır. Araştırma sahasının yıllık ortalama sıcaklığı güneyden kuzeye ve batıdan doğuya doğru gidildikçe yükseltinin ve kıyı şeridine olan uzaklığın artması nedeniyle azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde bölümün Ocak ayı sıcaklık değerleri kuzey ve doğu alanlarda 1°C'nin altında iken, güneyde ve batıda 3°C'nin üzerindedir. Temmuz ayı sıcaklıkları ise kuzeyde 20°C'yi geçmezken, doğuda genel olarak 21.0-23.0°C, güneyde ve batıda ise 24°C'nin üzerindedir.

İç Batı Anadolu Bölümünün uzun yıllık yağış ortalaması doğuda yaklaşık 400 mm'dir ve yıllık yağışa oranla ilkbahar yağışlarının fazla olması nedeniyle İç Anadolu yağış rejimi özelliği göstermektedir. İnceleme sahasının diğer alanlarının yıllık yağış ortalaması 550 ile 800 mm arasındadır. Bölümün yağış karakteri incelendiğinde ise günlük yağışların %95'inden fazlasının 25mm ve altındaki normal yağışlar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sahasının de Martonne'ye göre bölümün kuzeyi (Keles) nemli saha özelliği gösterirken diğer alanlar yarı kurak - nemli saha özelliğindedir. Ortalama maksimum sıcaklıkların da dikkate alındığı Erinç'e göre çalışılan istasyonların büyük bir bölümü yarı nemli olmasına karşın Keles ve Simav'da nemli saha, Emirdağ, Bolvadin ve Dinar'da ise yarıkurak saha özelliği gösterir. Thornthwaite metoduna göre kuraklık analizi incelendiğinde de Erinç'e benzer olarak, Keles ve Simav'da

yarı nemli iklim tipi, Emirdağ, Bolvadin ve Dinar’da yarı kurak iklim tipi görülür. Diğer alanlarda ise yarı nemli veya kurak - az nemli iklim tipi görülür.

Rubinstein metoduna göre tespit edilen hakim rüzgar yönleri incelendiğinde, bölümün kuzeyi hariç diğer istasyonların yıllık hakim rüzgar frekansları %50’nin altındadır. Bölüm genelinde kuzey sektörlü rüzgarlar hakim olmasına rağmen, bazı istasyonlarda birden fazla hakim rüzgar yönü vardır.

Günlük ortalama sıcaklık değerlerine bağlı olarak +8.0°C ve üzeri esas alınarak belirlenen vejetasyon süresi, 1000 m yükseltide genel olarak 180 ile 220 gün arasında değişmektedir. Vejetasyon süresi kuzeyden güneye ve doğudan batıya doğru günlük ortalama sıcaklık değerlerinin artması ile arttığı belirlenmiştir. İnceleme sahasının vejetasyon süresi RCP 4.5 senaryosu dikkate alındığında 190 ile 240 gün arasında, RCP 8.5 senaryosu dikkate alındığında ise 220 ile 255 gün arasında olabileceği hesaplanmıştır.

İç Batı Anadolu Bölümünde vejetasyon devresinin RCP 4.5 senaryosuna göre genel olarak 2-3 hafta kadar uzayabileceği belirlenmiştir. İnceleme sahasının vejetasyon devresi RCP 8.5 senaryosuna göre ise genel olarak 40 gün daha artabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İç Batı Anadolu Bölümü, vejetasyon dönemi, iklim değişikliği, iklim özellikleri, sıcaklık, yağış, rüzgar.

## **ABSTRACT**

### **VEGETATION PERIOD IN THE INNER WEST ANATOLIA SUBREGION AND EVALUATION OF CLIMATE CHANGE SCENARIOS**

**Taner ŞAR**

It has been determined that the long-term average temperature of the Inner West Anatolian Subregion is generally between 10 °C and 16 °C. These temperature values decrease towards from southern part to northern part and from western part to eastern part and decline due to the increase of altitude and distance from the coastline. Similarly, January temperature values are below 1 °C in the north and east areas, and above 3 °C in the south and west. July temperatures are below 20 °C in the north, generally 21.0-23.0 °C in the east and above 24 °C in the south and west.

It has been determined that the long-term average annual precipitation in the eastern part of the researching area is about 400 mm and it shows the Central Anatolia precipitation characteristics because of high spring precipitation compared to the annual precipitation. Annual average precipitation of the other areas has been also determined as ranged from 550 to 800 mm. When the characteristic of precipitation is examined, it is determined that more than 95% of daily rainfall is normal rainfall of 25 mm or less.

The drought analysis of the research area is determined by three different method (de Martonne, Erinc and Thornthwaite). According to de Martonne's method, it was seen semiarid - humid climate in all area except from north. According to Erinc's method, most of the stations are semi-humid.

When the dominant wind directions determined according to the Rubinstein method are examined, annual prevailing wind frequencies of the stations except from Keles are below 50%. Despite the presence of northern sector winds throughout the research area, some stations may have second dominant wind direction.

It has been determined that the vegetation period for the 1000 m elevation in the Inner West Anatolian Subregion has been determined ranged from 180 to 220 days. It has also been determined that this period increases from the northern part to the southern part and from the eastern part to the western part with increasing average daily temperature values. The vegetation period of the study area is estimated to range from 190 to 240 days when the RCP 4.5 scenario is considered and range from 220 to 255 days when the RCP 8.5 scenario is considered.

As a conclusion, it has been foreseen that the vegetation period of the Inner West Anatolian Subregion may be increased by 2-3 weeks through RCP 4.5 scenario. Moreover, vegetation period might be increased by nearly 40 days according to the RCP 8.5 scenario.

**Key Words:** The Inner West Anatolia Subregion, vegetation period, climate change, climate features (temperature and precipitation).

## ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İklim Değişikliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan “İç Batı Anadolu Bölümü'nde Vegetasyon Süresi ve İklim Değişikliği Senaryolarına Göre Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmanın amacı, küresel ısınmanın ülkemizin iklim bakımından bir geçiş özelliği gösteren İç Batı Anadolu Bölümü'nde vegetasyon dönemi üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasıdır. Bu çalışma Giriş kısmı dışında üç bölümden oluşmaktadır. I. Bölümde araştırma alanının iklim özellikleri, II. Bölümde vegetasyon devresinin süresi, başlangıç ve bitiş tarihlerinin araştırma alanındaki dağılışı ortaya konmuştur. Çalışmanın III. Bölümünde ise vegetasyon devresi üzerine küresel ısınmanın etkilerinin belirlenmesi amacıyla muhtemel iklim senaryolarından RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarının etkileri değerlendirilmiştir.

Tez konusunun belirlenmesinde büyük katkı sağlayan, bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan, olumlu fikir ve düşünceleri ile her daim desteğini göstererek bana yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Meral AVCI'ya, tez çalışmasının veri analizlerinde yardımlarını esirgemeyen ve daima bana vakit ayırdığı için sayın Prof. Dr. Sedat AVCI'ya, maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan ve destek gösteren ailem Zihni ŞAR ve Sevinç ŞAR'a teşekkür ederim.

Taner ŞAR

İstanbul, 2018

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                       | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>ÖZ</b> .....                                                                                                       | iii          |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                                                 | v            |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....                                                                                                    | vii          |
| <b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....                                                                                         | x            |
| <b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....                                                                                       | xii          |
| <b>GİRİŞ</b> .....                                                                                                    | 1            |
| <b>BİRİNCİ BÖLÜM</b>                                                                                                  |              |
| <b>İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜNÜN İKLİM ÖZELLİKLERİ</b>                                                                    |              |
| 1.1. Sıcaklık.....                                                                                                    | 11           |
| 1.1.1. Aylık ve Yıllık Sıcaklıklar.....                                                                               | 11           |
| 1.1.2. Günlük Ortalama Sıcaklık.....                                                                                  | 12           |
| 1.1.3. Donlu Gün Sayısı ve Donlu Günlerin Süresi.....                                                                 | 20           |
| 1.1.4. Sıcaklık Frekansları.....                                                                                      | 21           |
| 1.1.5. Ekstrem sıcaklıklar.....                                                                                       | 23           |
| 1.2. Yağış.....                                                                                                       | 24           |
| 1.2.1. Aylık ve Yıllık Yağışlar.....                                                                                  | 24           |
| 1.2.2. Yağışın mevsimlere dağılışı.....                                                                               | 33           |
| 1.2.3. Sağanak Yağış.....                                                                                             | 35           |
| 1.3. Rüzgar.....                                                                                                      | 36           |
| 1.4. İç Batı Anadolu Bölümü'ndeki istasyonların kuraklık analizleri ve iklim tipleri.....                             | 43           |
| <b>İKİNCİ BÖLÜM</b>                                                                                                   |              |
| <b>İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜN'DE VEJETASYON DEVRESİ</b>                                                                  |              |
| 2.1. Vejetasyon devresinin süresinin dağılışı.....                                                                    | 65           |
| 2.2. Vejetasyon devresinin başlangıç tarihlerinin dağılışı.....                                                       | 66           |
| 2.3. Vejetasyon devresinin bitiş tarihlerinin dağılışı.....                                                           | 67           |
| <b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>                                                                                                   |              |
| <b>İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜNÜN VEJETASYON SÜRESİNİN İKLİM DEĞİŞİMİ SENARYOLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ</b>             |              |
| 3.1. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Süresinin Dağılışı.....  | 78           |
| 3.2. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Başlangıç Tarihleri..... | 79           |



|                                                                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre<br>Vejetasyon Devresinin Bitiş Tarihlerinin Dağılışı.....           | 81        |
| 3.4. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre<br>Vejetasyon Devresinin Süresinin Dağılışı.....                    | 82        |
| 3.5. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre<br>Vejetasyon Devresinin Başlangıç Tarihleri.....                   | 83        |
| 3.6. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre<br>Vejetasyon Devresinin Bitiş Tarihlerinin Dağılışı.....           | 84        |
| 3.7. İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 ve 8.5 İklim Değişikliği<br>Senaryolarına Göre Vejetasyon Devresinin Dağılışının Karşılaştırılması.... | 85        |
| <b>SONUÇ.....</b>                                                                                                                          | <b>93</b> |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                                                                                                                       | <b>96</b> |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                   | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Şekil 1.</b> Çalışma sahasının (İç Batı Anadolu Bölümü) yeri.....                                                              | 1            |
| <b>Şekil 2.</b> Farklı tip RCP senaryolarına göre sera gaz emisyonlarının geleceğe yönelik muhtemel değişimleri (IPCC, 2013)..... | 7            |
| <b>Şekil 3.</b> İç Batı Anadolu Bölümünde Yıllık, Ocak ve Temmuz ortalama sıcaklık değerleri (°C).....                            | 13           |
| <b>Şekil 4.</b> Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli’de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.....             | 16           |
| <b>Şekil 5.</b> Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz’de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.....                       | 17           |
| <b>Şekil 6.</b> Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent’te günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.....                       | 18           |
| <b>Şekil 7.</b> Simav, Tavşanlı ve Uşak’ta günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.....                                  | 19           |
| <b>Şekil 8.</b> İç Anadolu Bölümü’de yıllık yağışın dağılışı.....                                                                 | 26           |
| <b>Şekil 9.</b> Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli’de yağışın yıllara göre değişimi.....                                | 29           |
| <b>Şekil 10.</b> Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz’de yağışın yıllara göre değişimi.....                                         | 30           |
| <b>Şekil 11.</b> Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent’te yağışın yıllara göre değişimi.....                                         | 31           |
| <b>Şekil 12.</b> Simav, Tavşanlı ve Uşak’ta yağışın yıllara göre değişimi.....                                                    | 32           |
| <b>Şekil 13.</b> İç Batı Anadolu Bölümü’nde yağışın mevsimlere dağılışı.....                                                      | 34           |
| <b>Şekil 14.</b> Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü’nde kış aylarında Rüzgar Yönleri.....                           | 39           |
| <b>Şekil 15.</b> Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü’nde ilkbahar aylarında Rüzgar Yönleri.....                      | 40           |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 17.</b> Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde yaz aylarında Rüzgar Yönleri.....                                    | 41 |
| <b>Şekil 17.</b> Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde sonbahar aylarında Rüzgar Yönleri.....                               | 42 |
| <b>Şekil 18.</b> Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli'de su bilançosu....                                                          | 52 |
| <b>Şekil 19.</b> Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz'de su bilançosu.....                                                                   | 53 |
| <b>Şekil 20.</b> Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent'te su bilançosu.....                                                                   | 54 |
| <b>Şekil 21.</b> Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta su bilançosu.....                                                                              | 55 |
| <b>Şekil 22</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitişi.....                           | 69 |
| <b>Şekil 23.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 senaryosuna göre vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitişi..... | 87 |
| <b>Şekil 24.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 8.5 senaryosuna göre vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitişi..... | 90 |

## ÇİZELGELER LİSTESİ

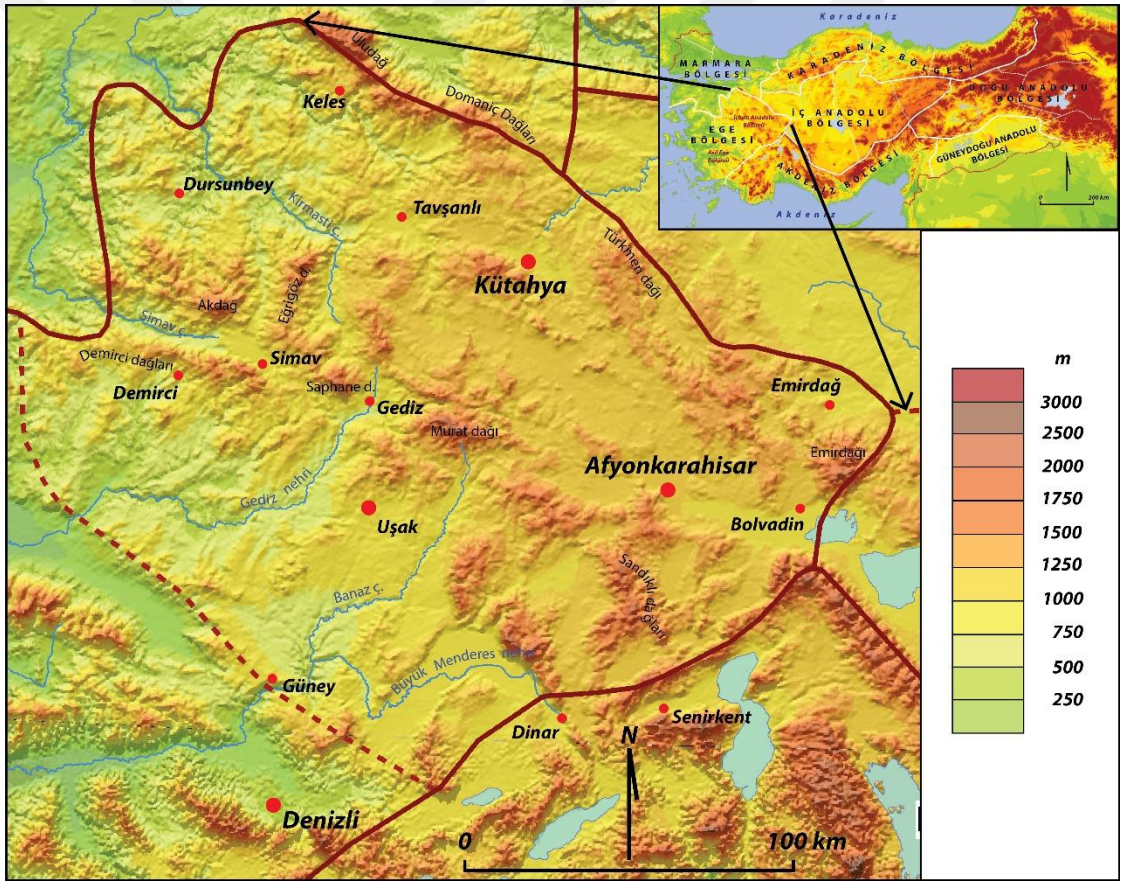
|                                                                                                                                          | <u>Sayfa</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Çizelge 1.</b> Küresel Yıllık Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değişimi (°C) (IPCC, 2013).....                                                | 6            |
| <b>Çizelge 2.</b> Küresel Yıllık Ortalama Deniz Seviyesi Yükselişi (m) (IPCC, 2013).....                                                 | 7            |
| <b>Çizelge 3.</b> Araştırma sahasında kullanılan meteoroloji istasyonları, istasyonların yükseltileri ve iklim veri kayıt tarihleri..... | 9            |
| <b>Çizelge 4.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).....                                       | 14           |
| <b>Çizelge 5.</b> İç Batı Anadolu Bölümünde ortalama donlu gün süresi.....                                                               | 21           |
| <b>Çizelge 6.</b> İç Batı Anadolu Bölümünde kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları.....                                             | 22           |
| <b>Çizelge 7.</b> İç Batı Anadolu Bölümünde ekstrem (en düşük ve en yüksek) sıcaklıklar.....                                             | 24           |
| <b>Çizelge 8.</b> İç Anadolu Bölümü'nün Aylık ve Yıllık Yağış Değerleri (mm)....                                                         | 28           |
| <b>Çizelge 9.</b> İç Batı Anadolu Bölümünde yağışın karakteri.....                                                                       | 36           |
| <b>Çizelge 10.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde de Martonne formülüne (1923) göre kurak - nemli aylar.....                                 | 47           |
| <b>Çizelge 11.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde de Martonne formülüne (1923) aylık ve yıllık indis değerleri.....                          | 48           |
| <b>Çizelge 12.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde Erinç formülüne (1965) göre kurak - nemli aylar.....                                       | 49           |
| <b>Çizelge 13.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde Erinç formülüne (1965) göre aylık ve yıllık indis değerleri.....                           | 50           |
| <b>Çizelge 14.</b> İç Batı Anadolu Bölümü'nde Thornthwaite formülüne göre kurak - nemli aylar.....                                       | 51           |
| <b>Çizelge 15.</b> Afyonkarahisar'ın su bilançosu.....                                                                                   | 56           |
| <b>Çizelge 16.</b> Bolvadin'in su bilançosu.....                                                                                         | 56           |
| <b>Çizelge 17.</b> Demirci'nin su bilançosu.....                                                                                         | 57           |
| <b>Çizelge 18.</b> Denizli'nin su bilançosu.....                                                                                         | 57           |

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 19.</b> Dinar'ın su bilançosu.....                                                                                                                                                                        | 58 |
| <b>Çizelge 20.</b> Dursunbey'in su bilançosu. ....                                                                                                                                                                   | 58 |
| <b>Çizelge 21.</b> Emirdağ'ın su bilançosu.....                                                                                                                                                                      | 59 |
| <b>Çizelge 22.</b> Gediz'in su bilançosu.....                                                                                                                                                                        | 59 |
| <b>Çizelge 23.</b> Güney'in su bilançosu.....                                                                                                                                                                        | 60 |
| <b>Çizelge 24.</b> Keles'in su bilançosu.....                                                                                                                                                                        | 60 |
| <b>Çizelge 25.</b> Kütahya'nın su bilançosu.....                                                                                                                                                                     | 61 |
| <b>Çizelge 26.</b> Senirkent'in su bilançosu.....                                                                                                                                                                    | 61 |
| <b>Çizelge 27.</b> Simav'ın su bilançosu.....                                                                                                                                                                        | 62 |
| <b>Çizelge 28.</b> Tavşanlı'nın su bilançosu.....                                                                                                                                                                    | 62 |
| <b>Çizelge 29.</b> Uşak'ın su bilançosu.....                                                                                                                                                                         | 63 |
| <b>Çizelge 30.</b> Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi.....                          | 70 |
| <b>Çizelge 31.</b> Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi.....                                 | 71 |
| <b>Çizelge 32.</b> RCP 4.5 ve RCP 8.5'e göre farklı senaryolar ile sıcaklık anomalilik değişimleri (°C) (Demircan vd., 2017).....                                                                                    | 77 |
| <b>Çizelge 33.</b> RCP 4.5 senaryosuna göre Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi..... | 88 |
| <b>Çizelge 34.</b> RCP 4.5 senaryosuna göre Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi.....        | 89 |
| <b>Çizelge 35.</b> RCP 8.5 senaryosuna göre Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi..... | 91 |
| <b>Çizelge 36.</b> RCP 8.5 senaryosuna göre Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitiş ile vejetasyon süresi.....        | 92 |

# GİRİŞ

## 1. Araştırma Sahasının Yeri, Sınırları ve Genel Özellikleri

İnceleme alanı Türkiye'nin batısında yer alan Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü'dür. Sahanın sınırları; batıda Ege Bölümü, kuzeyde Marmara Bölgesi, doğuda İç Anadolu Bölgesi ve güneyde ise Akdeniz Bölgesi meydana getirir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma sahasının (İç Batı Anadolu Bölümü) yeri.

Ege Bölgesi, adını aldığı Ege Denizi kıyılarından itibaren içeriye doğru derin bir şekilde sokulur. Kıyıdan iç kesimlere doğru yani kabaca W-E uzunluğu yaklaşık 450 kilometreyi bulur (Darkot ve Tuncel, 1995). Bu bölge, Ege Bölümü ve İç Batı Anadolu Bölümü olmak üzere 2 coğrafi bölüme ayrılır. Ege Bölgesi'nde genel olarak

Akdeniz iklimi görülür, fakat görülen Akdeniz iklimi güneyden kuzeye doğru ve batıdan doğuya doğru değişime uğrar. Ege Bölümü'nden İç Batı Anadolu Bölümü'ne doğru gidildikçe yükseltinin artması ve denizden uzaklaşmasının etkisiyle karasal iklim özellikleri ortaya çıkmaya başlar. Bu nedenle Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde kışlar soğuk ve kar yağışlı geçer (Erinç, 1957). Bu bölümde yaz ve kış sıcaklıkları arasındaki farklar da fazladır (Darkot ve Tuncel, 1995).

Ege Bölgesi'nin Ege Bölümü kış yağışlarının en fazla ve yıllık yağış miktarının nispeten az olduğu ve Akdeniz Yağış rejiminin görüldüğü bölüm olarak ifade edilir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde ise kış yağışları yüksek olmasına rağmen ilkbahar yağışları %25'in üzerindedir ve kış yağışları ile ilkbahar yağışları arasında önemli bir fark görülmemektedir. Afyonkarahisar ve civarında ilkbahar yağışlarının fazla olması nedeniyle, bu alanlar İç Anadolu geçiş rejimi özellikleri gösterir (Yılmaz, 2001).

Ege Bölgesi, doğal ve antropojen etmenler dikkate alındığında geleceğe yönelik muhtemel senaryolar çerçevesinde çölleşme süreçlerinden daha fazla etkilenebilecek bir konumda bulunmaktadır (Türkeş, 1998; Türkeş, 1999). Benzer şekilde, uzun yıllık yağış verilerine bakıldığında geçmiş yıllara göre azalan ve gelecekte de azalmanın devam edebileceği ve bununla birlikte sıcaklık değerlerinin de artması sonucunda kuraklık riskinin artacağı bir bölge olarak da ifade edilebilmektedir (Pamuk vd., 2004; Güner-Bacanli, 2017).

İç Batı Anadolu Bölümü'nün yer şekilleri, Ege Bölümü'ne göre farklılık göstermektedir. Bu bölüm doğusundaki İç Anadolu ile batısındaki Ege Bölümü arasında bir eşik oluşturur. Akdeniz Bölgesinin Göller Yöresi ile kuzeyde Güney Marmara bölümü arasında SE-NW doğrultusunda uzanan bu eşik üzerinde aralıklı dizilmiş dağlar yer alır (Darkot ve Tuncel, 1995). İç Batı Anadolu Bölümü'nde uzun çöküntü oluklarına da rastlanmaz. Dik bir basamakla çıkılan plâtolar üzerinde 2000 m'ye kadar yükselen dağlar görülür (örnek olarak Murat Dağı, Emir Dağı ve Eğrigöz Dağı). Uşak ve Eşme çevresi ile Afyonkarahisar- Kütahya arasında kalan bölge, dalgalı geniş plâtolardan oluşur. Bölümün batısında Kula çevresinde yeni volkanik

şekiller coğrafi görünümünde önemli yer tutar ve bu saha “Katakekaumene” (yanık yöre) adıyla da bilinir.

Ege Bölgesinin coğrafi özellikleri bakımından iki bölümü, bitki örtüsü bakımından da oldukça farklıdır. Özellikle iklim koşullarında ortaya çıkan değişimler bitki örtüsü üzerine de yansır. Akdeniz ikliminin etkisinin çok daha belirgin olduğu Ege kıyılarından iç kesimlere doğru, Akdeniz vejetasyonunun özellikleri de giderek kaybolur. İç Batı Anadolu eşiği üzerinde daha karasal koşulları yansıtan ağaç türleri Akdeniz iklim tipinin göstergesi olan kızılçam ve maki elemanlarının yerini alır. Özellikle meşe ve ardıç türleri tahripten arta kalan yerlerde hakim duruma geçer.

Ege Bölgesinin iki önemli nehri olan Büyük Menderes ve Gediz, İç Batı Anadolu Bölümü’nden doğar ve Ege Denizi’ne ulaşır. Adıgüzel Barajı, Denizli ve Uşak il sınırında ve Büyük Menderes Nehri üzerinde inşa edilmiştir. Demirköprü Barajı ise Manisa’da, Gediz Nehri üzerinde kurulmuştur. Seyitler Barajı, Afyonkarahisar ilinde, Seyitler Çayı üzerinde kurulmuştur.

## **2. İç Batı Anadolu Bölümü**

1941 yılında yapılan Birinci Coğrafya Kongresinde alınan kararlar doğrultusunda Türkiye’nin 7 coğrafi bölge ve 21 bölüme ayrılmasına karar verilmiştir.

1941 yılında 1.Coğrafya Kongresi kapsamında 7 coğrafi bölgeden biri olan Ege Bölgesi, Ege Bölümü ve İç Batı Anadolu Bölümünden oluşur. İç Batı Anadolu Bölümü, Ege Bölgesi’nin kuzeydoğu yönünde İç Anadolu Bölgesi’ne doğru sokulan bölümdür. İç Batı Anadolu Bölümü, Ege Bölümü ile Marmara, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasında konumlanmaktadır. Bölüm içerisinde, güneydoğu kuzeybatı doğrultusunda birkaç dağ dizisi uzanmaktadır (Darkot ve Tuncel, 1995).

İç Batı Anadolu Bölümü Gördes - Uşak yöresi, Dursunbey - Kütahya yöresi ve Afyon yöresi olmak üzere 3 yöreden oluşur (Darkot ve Tuncel, 1995).



**1. Gördes Uşak Yöresi**, Ege Bölümüne komşu ve Akşehir-Alaşehir ovaları üzerinde dik yamaçla başlayarak içerilere doğru yavaş yavaş yükselen dalgalı bir platodur. Bu yörenin kuzey ve kuzeydoğu kesiminde yükselti 1500 metreyi Şaphane ve Murat Dağında ise 2000 metreyi geçer (Murat Dağı 2309 m ve Şaphane Dağı 2120 m). Yörenin batı kısmı sularını Gediz Nehri, doğu kısmı ise Büyük Menderes kolları vasıtasıyla boşaltır.

**2. Dursunbey - Kütahya Yöresi**, Kuzeyde Marmara Bölgesi içerisinde geniş bir girinti ile engebeli ormanlık bir kesimden oluşur. Bu yörenin sularını toplayan Susurluk Marmara Denizine dökülür. Yörenin güneyinde Akdağ-Şaphane Dağı 2000 metreyi geçer. Kütahya çevresi ise iklim ve bitki örtüsü bakımından Marmara, Karadeniz, Ege ve İç Anadolu koşullarının bir karışım alanının oluşturur.

**3. Afyonkarahisar Yöresi**, Doğuda İç Anadolu Bölgesine sokulan az engebeli ve ormanlık alanların az görüldüğü kesimdir. Bu yöre, İç Batı Anadolu da artık daha çok İç Anadolu Bölgesi etkilerinin daha fazla hissedildiği alanı meydana getirir. Belli başlı yüksek kütlelerde zirveler 2000 metreyi geçer. Dağlık alanların arasına ise tabanları 1000-1100 metre arasında değişen Sandıklı, Şuhut ve Afyon gibi ovalar yerleşmiştir.

Ege Bölgesinin %22'ye yakın bir kısmı 250 metreden daha alçaktır. Alçak sahaların neredeyse tamamı Ege Bölümü'ndedir. Ege Bölümü'nün yaklaşık %60.15'i 500 metre ve altındaki sahalardan oluşurken, İç Batı Anadolu Bölümü'nde ise bu oran %4 civarındadır. İç Batı Anadolu Bölümü'nün %60'tan fazlası 750-1250 metreler arasındadır. Bölgede 1750 metrenin üstündeki sahalara (Murat Dağı 2309 m, Şaphane Dağı 2120m, Eğrigöz Dağı 1931m, Simav Akdağı 2089m, Yerlice Dağı 1764m, Gümüş Dağı 1901m, Emirdağ 2307m, Ahırdağ 1915m, Akdağ 2336m, Kumalar Dağı 2247m) ise %1 civarındadır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010).

Asıl Ege Bölümü'nde, Kaz Dağı'nın güneye bakan yamaçlarında 500-600 metreye kadar yayılış gösteren kızılçamlar, İç Batı Anadolu Bölümü'nde Şaphane Dağları sınırlarına kadar ulaşabilmektedir. Ayrıca, Ege Bölgesi'nin doğu kesimine doğru meşeler, özellikle palamut meşesi ile ardıçlar toplulukları oluşturmaya başlar. Uşak ve Kütahya sınırları içerisinde yer alan Murat Dağı (2309 m) bitki örtüsü

açısından önemli bir özelliğe sahiptir. Yükseltisi 2000 metreyi geçen Murat Dağı'nın kuzey ve kuzeydoğu yamaçları dik ve sarp bir şekilde yükselmektedir. Bu coğrafi özellikler nedeniyle elverişli yağış şartlarının oluşumu nemli ve yarı nemli orman topluluklarının meydana gelmesine yol açmıştır. Orman toplulukları türce son derece zengindir (Günel, 1986; Günel, 1997; Günel, 2003).

Ormanların yaygın türleri karaçam (*Pinus nigra*), titrek kavak (*Populus tremula*) ve sarıçamdır (*Pinus sylvestris*). Karaçam ormanlarının yayılış alanları Dursunbey, Alaçam Dağları, Şaphane Dağları ve Beşparmak Dağlarının 800-900 metrenin üzerindeki seviyelerindedir. Karaçamlar arasında karaağaç (*Ulmus* sp.), ardıç (*Juniperus* sp.) ile meşe türleri (saçlı meşe, tüylü meşe, mazı meşesi, Macar meşesi) gibi farklı bitki türleri de bulunmaktadır. Ardıç türleri ise Denizli, Afyon ve Kütahya çevresinde dağlık sahalar üzerinde güneye bakan yamaçlarda topluluklar halinde bulunur. Yaygın olan ardıç türleri; boylu (*Juniperus excelsa*), kokar (*J. foetidissima*) ve katran ardıcı (*J. oxycedrus*)'dır (Günel, 1986; Günel, 1997; Yılmaz, 2001; Günel, 2003; Günel, 2013). Bölüm içerisinde özellikle yağışın arttığı alanlarda doğu kayını (*Fagus orientalis*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), İran akçaağacı (*Acer hyrcanum* subsp.*heckianum*), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* subsp.*caucasica*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), Ihlamur (*Tilia cordata*), ova akçaağacı (*Acer campestre*), fındık (*Corylus avellana*), gürgen (*Carpinus betulus*) ve kuş üvezi (*Sorbus torminalis*) gibi nemcil bitki türleri yayılış alanı bulunmaktadır (Dönmez, 1972, Günel, 1986; Günel, 1997; Günel, 2003; Günel, 2013).

### 3. İklim Değişikliği

İklim sistemi, Dünyanın yaklaşık 4,5 milyar yıllık tarihi boyunca milyon yıldan on yıllara değin, tüm zaman periyotlarında doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir. En belirgin iklim değişiklikleri, Kuvaterner'deki buzul ve buzullar arası dönemlerde oluşmuştur. 19. Yüzyıldan beri ise, iklim değişikliğine neden olan doğal etkenlere ek olarak insan etkisinin de ortaya çıktığı yeni bir döneme girilmiştir.

Bundan dolayı, sera gaz emisyonlarını arttıran antropojen etkinin de dikkate alınması gerekmektedir.

İklim sisteminin gözlemlenmesi uydu ve diğer platformlardan uzaktan algılama ve doğrudan ölçümler üzerine kuruludur. Sıcaklık ve diğer değişkenler için 19. yüzyılın ortalarında endüstriyel alanlardan küresel çapta gözlemleri 1950 yılları sonrasında daha kapsamlı ve detaylı hale gelmiştir. Paleoklimatik kayıtlar yüzlerce yıldan milyonlarca yıla değin bazı kayıtlar sunar. Güncel kayıtlar ile geçmiş döneme ait kayıtlar, atmosfer, okyanus, kriyosfer ve yeryüzü alanlarındaki uzun vadeli değişimler ile çeşitliliğin kapsamlı olarak görülmesini sağlar (IPCC, 2013).

Karalar yüzeyi ve okyanus alanların sıcaklığı, 1880 ile 2012 yılları arasında 0,85°C'lik bir ısınma gösterdiği ve bu süreler arasında sıcaklık artışının lineer bir şekilde arttığı görülmektedir. 1850 ile 1900 yılları arasında ve 2003 ile 2012 yılları arasında 0,78°C'lik bir artış olduğu belirtilmiştir. 1998 ile 2012 yılları arasındaki 15 yıllık iklim verilerine göre, küresel sıcaklık artışı 10 yıl için 0.05°C olduğu, fakat 1951 ile 2012 yılları arasındaki uzun dönemde ise her 10 yıla karşılık 0.12°C olduğu bildirilmektedir. Geleceğe yönelik farklı senaryolara göre yıllık yüzey sıcaklığı artış değişim değerleri Çizelge 1'de gösterilmektedir. 2046 ile 2065 yıllarına yönelik, küresel ortalama yüzey sıcaklık değişimi değerlerinin yıllık 1.0 ile 2.0°C arasında bir artışla gerçekleşeceği beklenirken, 2081 ile 2100 yılları arasında ise bu artış değerlerinin 1.0 ile 3.7 °C arasında olabileceği öngörülmektedir (IPCC, 2013; Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Küresel Yıllık Ortalama Yüzey Sıcaklığı Değişimi (°C) (IPCC, 2013).

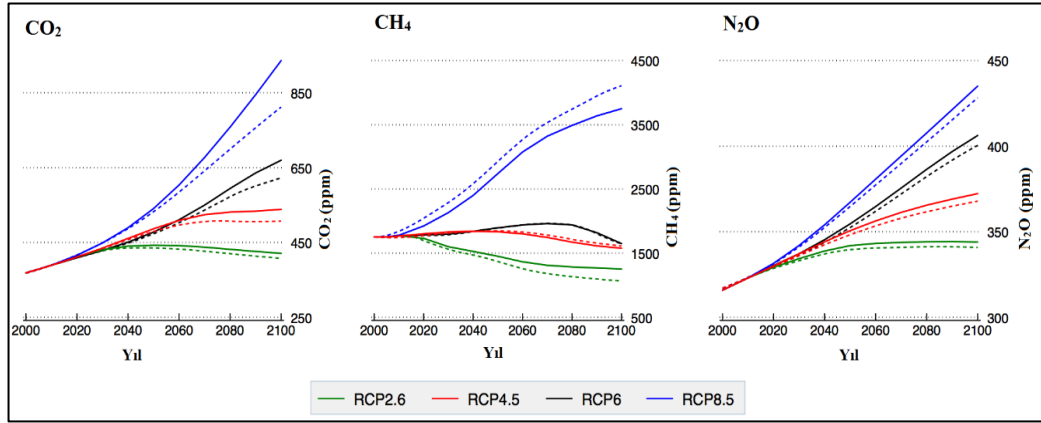
| Senaryo | 2046 - 2065          | 2081 - 2100          |
|---------|----------------------|----------------------|
|         | Ortalama ve yaklaşık | Ortalama ve yaklaşık |
|         | değer                | değer                |
| RCP 2.6 | 1.0 (0.4 - 1.6)      | 1.0 (0.3 - 1.7)      |
| RCP 4.5 | 1.4 (0.9 - 2.0)      | 1.8 (1.1 - 2.6)      |
| RCP 6.0 | 1.3 (0.8 - 1.8)      | 2.2 (1.4 - 3.1)      |
| RCP 8.5 | 2.0 (1.4 - 2.6)      | 3.7 (2.6 - 4.8)      |

1901 yılından 2010 yılına kadar küresel deniz seviyesinin ortalama 0.19 m yükseldiği belirlenmiştir. 1901 ile 2010 yılları arasında yıllık 1.7 mm, 1971 ile 2010 yılları arasında yıllık 2.0 mm ve 1993 ile 2010 yılları arasında ise yıllık 3.2 mm arttığı ifade edilmiştir. Geleceğe yönelik farklı senaryolara göre deniz seviyelerindeki yıllık artış miktarı Çizelge 2’de gösterilmektedir. 2046 ile 2065 yıllarına yönelik, küresel ortalama deniz seviyesi yükseliş değerleri için yıllık 0.24 ile 0.30 m arasında bir artış olabileceği beklenirken, 2081 ile 2100 yılları arasında ise 0.40 ile 0.63 m arasında olabileceği öngörülmektedir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Küresel Yıllık Ortalama Deniz Seviyesi Yükselişi (m) (IPCC, 2013).

| Senaryo | 2046 - 2065          | 2081 - 2100          |
|---------|----------------------|----------------------|
|         | Ortalama ve yaklaşık | Ortalama ve yaklaşık |
|         | değer                | değer                |
| RCP 2.6 | 0.24 (0.17 - 0.32)   | 0.40 (0.26 - 0.55)   |
| RCP 4.5 | 0.26 (0.19 - 0.33)   | 0.47 (0.32 - 0.63)   |
| RCP 6.0 | 0.25 (0.18 - 0.32)   | 0.48 (0.33 - 0.63)   |
| RCP 8.5 | 0.30 (0.22 - 0.38)   | 0.63 (0.45 - 0.82)   |

Çizelge 1 ve 2’de belirtilen RCP (Representative Concentration Pathways) senaryoları geleceğe yönelik insan kaynaklı sera gaz emisyonlarındaki (Şekil 2) muhtemel değişimleri ile ilgili değer aralıklarını belirtmektedir (Collins vd., 2013). RCP 2.6 2010 - 2020 yılları arasında küresel yıllık sera gaz emisyonların belli bir noktaya artacağı, daha sonraki yıllarda ise bu artış oranının azalacağını varsaymaktadır. RCP 4.5 sera gaz emisyonunun en fazla 2040 yılına kadar artacağı ve sonrasında ise azalacağını belirtmektedir. RCP 6 senaryosuna göre, emisyonların 2080 yılına kadar artacağını ve sonrasında azalacağını, RCP 8.5 senaryosu ise 21. yüzyıl boyunca artacağını ifade etmektedir (Meinshausen vd., 2011).



**Şekil 2.** Farklı tip RCP senaryolarına göre sera gaz emisyonlarının geleceğe yönelik muhtemel değişimleri (IPCC, 2013).

#### 4. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Ege Bölgesi'nde kıyı kesimlerden iç kesimlere geçişi aksettiren İç Batı Anadolu Bölümü iklim özellikleri bakımından Asıl Ege Bölümü'nden ve İç Anadolu Bölgesi'nden farklıdır. Bu çalışmanın amacı İç Batı Anadolu Bölümü'nün iklim özelliklerinin (sıcaklık ve yağış) belirlenmesi ve belirlenen iklim özelliklerine göre vejetasyon süresinin ortaya konulmasıdır.

Bu çalışmanın önemli bir diğer hedefi ise, küresel sıcaklık artışının ülkemizin bir geçiş alanı olan İç Batı Anadolu Bölümü'deki etkilerinin belirlenmesidir. İnceleme sahasında küresel sıcaklık artışının yol açabileceği değişimlerin vejetasyon devresinin süresi, vejetasyon döneminin başlangıç ve bitiş zamanları üzerine etkilerinin tahmin edilmesidir.

Çalışma alanımızı ilgilendiren bazı çalışmalar da mevcuttur. Bunlarda birisi Yılmaz (2009)'ın yaptığı araştırmadır. Bu çalışmada İç Batı Anadolu Bölümü'nün iklim özellikleri ve iklim değişikliğinin tarımsal üretime etkilerini incelemiştir. Fakat doğal bitki örtüsünün iklim değişikliğine tepkileri araştırma konusu dışında tutulmuştur. Yapılan bu tez ile İç Batı Anadolu Bölümü'nün güncellenen iklim özellikleri ile vejetasyon döneminin belirlenmesi ve iklim değişikliği senaryolarının vejetasyon dönemi üzerine etkileri ilk defa bu çalışma ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu araştırmada, Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼ę¼'nden temin edilen çalışma alanı sınırları içerisindeki 12 meteoroloji istasyonunun g¼nl¼k ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Ayrıca, Denizli, Dinar ve Senirkent İ Batı Anadolu Bölümü içinde kalmasa da fikir vermesi açısından değerlendirilen istasyonlar içine dahil edilmiştir. Özellikle Denizli uzun s¼re rasat yapan bir istasyon olması nedeniyle de g¼z ardı edilmemiştir. Çizelge 3'de 15 meteoroloji istasyonlarının y¼kselti (m) ve iklim veri kayıt s¼releri g¼sterilmektedir.

**Çizelge 3.** Araştırma sahasında kullanılan meteoroloji istasyonları, istasyonların y¼kseltileri ve iklim veri kayıt tarihleri.

| <b>Meteoroloji İstasyonu</b> | <b>Y¼kselti (m)</b> | <b>Sıcaklık İlim Veri Kayıt Tarihleri</b> | <b>Yağış İlim Veri Kayıt Tarihleri</b> |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| K¼tahya                      | 969                 | 1960 - 2016                                | 1960 - 2016                             |
| Simav                        | 809                 | 1960 - 2016                                | 1960 - 2012                             |
| Tavşanlı                     | 833                 | 1965 - 2016                                | 1965 - 2012                             |
| Gediz                        | 736                 | 1972 - 2016                                | 1972 - 2012                             |
| Afyonkarahisar               | 1034                | 1960 - 2016                                | 1960 - 2016                             |
| Dinar                        | 864                 | 1960 - 2016                                | 1960 - 2012                             |
| Emirdağ                      | 983                 | 1964 - 2016                                | 1964 - 2012                             |
| Bolvadin                     | 1018                | 1968 - 2016                                | 1968 - 2012                             |
| Denizli                      | 425                 | 1960 - 2016                                | 1960 - 2016                             |
| G¼ney                        | 825                 | 1964 - 2016                                | 1964 - 2012                             |
| Uşak                         | 919                 | 1960 - 2016                                | 1960 - 2014                             |
| Dursunbey                    | 637                 | 1965 - 2016                                | 1965 - 2012                             |
| Keles                        | 1063                | 1965 - 2016                                | 1965 - 2012                             |
| Senirkent                    | 959                 | 1966 - 2016                                | 1966 - 2012                             |
| Demirci                      | 855                 | 1991 - 2016                                | 1991 - 2012                             |

Çalışmada vejetasyon süresinin kesintisiz olarak devam ettiği dönem olarak belirtilen  $+8^{\circ}\text{C}$  ve üzerindeki sıcaklık değerlerine göre günlük ortalama sıcaklık verileri analiz edilmiş ve vejetasyon süresi belirlenmiştir. Vejetasyon sürelerinin belirlenmesinde sıcaklığın  $+8^{\circ}\text{C}$  ve üzerinde olması ile  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin altına düşmemesi şartı aranmıştır. Çalışma sahasındaki meteoroloji istasyonlarının bulunduğu yükseltiler 425 metre (Denizli) ile 1063 metre (Keles) arasında değişmektedir. Ayrıca araştırma sahası içerisinde 2000 m yükseltiye sahip olan alanlar da mevcuttur. Meteoroloji istasyonu olmayan yüksek sahaların vejetasyon sürelerinin belirlenmesi için ise farklı yükseklikler için günlük ortalama sıcaklık değerleri hesaplanarak ortalama vejetasyon süreleri tespit edilmiştir.

IPCC tarafından yayımlanan AR5 (Fifth Assessment Report) raporuna göre  $\text{CO}_2$  salınım senaryosu dikkate alındığında dünyanın ortalama yüzeysel sıcaklığının  $2.6^{\circ}\text{C}$  ile  $4.8^{\circ}\text{C}$  arasında artması tahmin edilmektedir. İç Batı Anadolu Bölümünde küresel sıcaklık artışının vejetasyon devresi üzerine etkisinin değerlendirilmesinde de RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre günlük ortalama sıcaklık verilerinin sırasıyla  $2.6^{\circ}\text{C}$  ve  $4.8^{\circ}\text{C}$  arttırılması esas alınmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen analiz ve yorumlamalar üç bölüm halinde değerlendirilmiştir.

**Birinci Bölüm:** İç Batı Anadolu Bölümü'nün iklim özelliklerinin (sıcaklık, yağış ve rüzgar) ortaya konulduğu bölümdür.

**İkinci Bölüm:** Vejetasyon süresinin, başlangıç ve bitiş zamanları iklim verilerine göre bu bölüm içinde değerlendirilmiştir.

**Üçüncü Bölüm:** İklim değişimi senaryolarına göre vejetasyon devresi süresindeki değişimlerin değerlendirilmesinin yapıldığı bölümdür. Bu bölümde iklim değişimi senaryolarına (RCP 4.5 ve RCP 8.5) göre vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş tarihlerinin nasıl değişebileceği hesaplamalar ile tespit edilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜNÜN İKLİM ÖZELLİKLERİ

#### 1.2. Sıcaklık

##### 1.1.1. Aylık ve Yıllık Sıcaklıklar

İklim elemanları bitki hayatı için önemli bir faktördür. Sıcaklık, bitkilerin özümleme, terleme gibi hayati faaliyetlerini düzenleyen iklim elemanıdır ve bitkilerin vejetasyon dönemlerinin değişiminde önemli rol oynamaktadır (Erinç, 1977; Dönmez, 1985; Bradley vd., 1999; Beaubien ve Freeland, 2000; Sparks vd., 2000; Chmielewski ve Rotzer, 2002; Chmielewski vd., 2005).

İç Batı Anadolu Bölümü'nün yıllık ortalama sıcaklıklarını ortaya koymak için bölüm içerisinde yer alan çeşitli meteoroloji istasyonlarının iklim verileri kullanılmıştır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı dikkate alındığında, bölümün kuzeyinde sıcaklıklar 10 dereceyi bulmazken (Keles 9.7°C), doğu kesiminde bazı alanlarda 11°C dereceyi geçer (Tavşanlı 11.4°C, Afyonkarahisar 11.4°C, Emirdağ 11.5°C, Bolvadin 11.2°C). İç Batı Anadolu Bölümü batısında ve güneyinde sıcaklıklar 13°C'nin üzerine çıkar (Dinar 13.0°C, Demirci 13.6°C, Güney 13.8°C). Özellikle Denizli'de yıllık ortalama sıcaklık değerleri 16°C'nin üzerindedir (16.3°C; Çizelge 4, Şekil 3).

Araştırma sahasının uzun yıllık ortalama sıcaklığı incelendiğinde en düşük sıcaklık değerleri Ocak ayı, en yüksek sıcaklık değerleri ise genel olarak Temmuz ayı içerisinde yer almaktadır. Araştırma sahasında soğuk dönemi temsil eden Ocak ayı sıcaklıkları, kuzeyde ve doğuda çoğunlukla 1 dereceyi bulmaz (Keles 0.3°C, Kütahya 0.5°C, Afyonkarahisar 0.4°C, Emirdağ 0.1°C, Bolvadin 0.1°C). Sadece Tavşanlı'da 1 dereceyi çok az geçer (Tavşanlı 1.2°C). Çalışma alanının batısında ve güneyinde ise



kış sıcaklıkları 3°C'nin üzerindedir (Demirci 3.8°C, Güney 3.6°C, Denizli 5.9°C; Çizelge 4, Şekil 3-7).

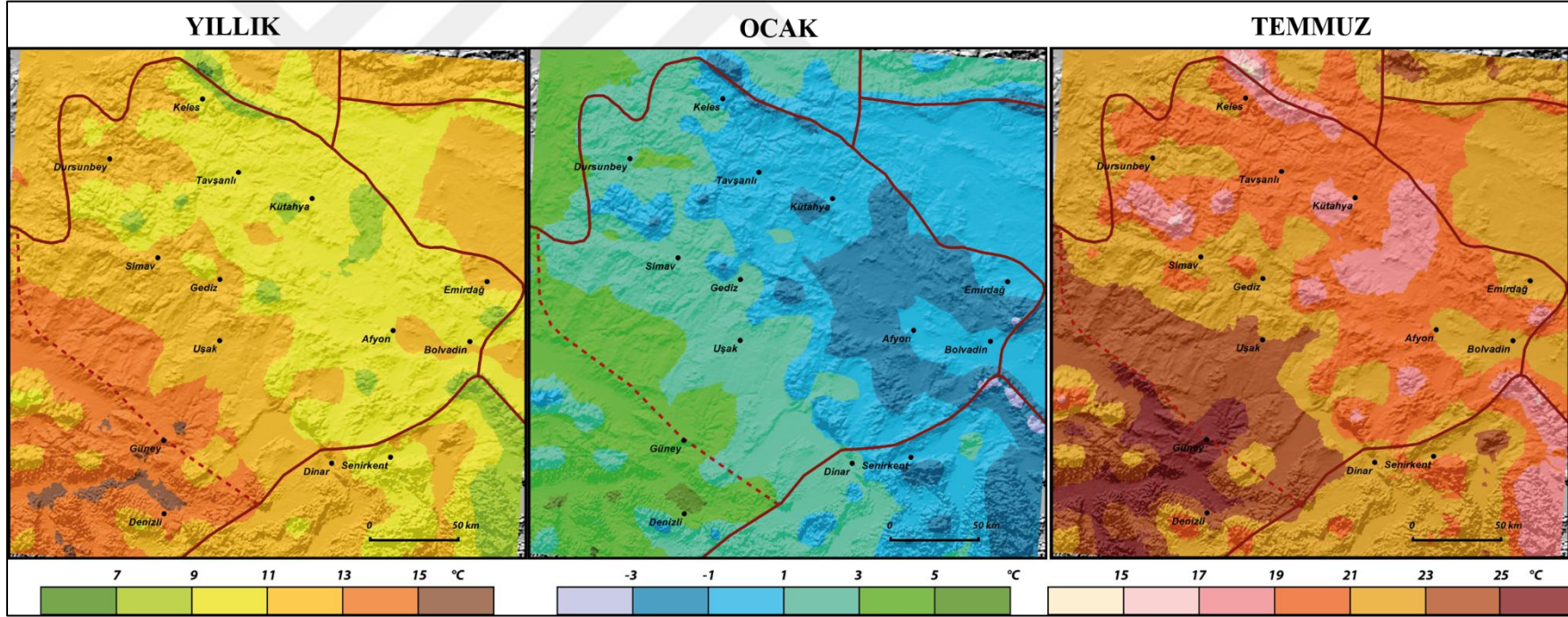
Araştırma sahasında sıcak dönemi temsil eden Temmuz ayı sıcaklıkları, kuzeyde 20 dereceyi aşmaz (Keles 19.3°C). Doğuda ise genel olarak 21.0-23.0°C arasındadır (Kütahya 21.0°C, Simav 22.1°C, Afyonkarahisar 22.3°C, Emirdağ 22.9°C, Bolvadin 22.6°C). Bölümün batısında ve güneyinde ise 24°C'nin üzerindedir (Demirci 24.4°C, Güney 24.7°C, Denizli 27.6°C; Çizelge 4, Şekil 3-7).

Aylık ortalama sıcaklıklarının belli bir eşik değeri ve üzeri sıcak dönem olarak ifade edilmektedir. Sıcak dönem bazı araştırmalarda 15°C (Erinç ve Sungur, 1964; Koç, 1993), bazı araştırmalarda ise 20°C (Tunçdilek, 1967; Çiçek, 2000) ve üzeri değerlendirilmiştir. Aylık ortalama sıcaklık değerlerine göre eşik değer olarak 20°C değerlendirildiğinde, İç Batı Anadolu Bölümü'nde sıcak dönem 2 ay sürer. Bölgede gözlemlenen sıcak dönem Temmuz ve Ağustos aylarında görülür. Sıcak dönemin belirlenmesi için eşik değeri olarak 15°C değerlendirildiğinde ise, araştırma sahasında sıcak dönem 5 ay (Mayıs ve Eylül ayları arasında) sürer.

İç Batı Anadolu Bölümünün sıcaklık analizine göre, araştırma sahasının güneyinde Denizsel Akdeniz termik rejimi, doğusunda Karasal İç Anadolu termik rejimi ve kuzeyinde ise termik rejimin karasal karakterde olduğu görülür (Ardel, 1973, Koçman, 1993b, Dönmez, 1990).

### **1.1.2. Günlük Ortalama Sıcaklık**

Günlük sıcaklık değerleri bitkilerin vejetasyon devresi ile yakın ilişkilidir. Sıcaklık değerlerinin düşük ya da yüksek olması bitki fizyolojisini de etkilemektedir. Düşük sıcaklıklar ve don olaylarının görülmesi bitki dokularının donmasına neden olur, fakat bitki dinlenme devresindeyken düşük sıcaklığa maruz kalması durumunda ise bitkiler çok fazla etkilenmezler. Yüksek sıcaklıkların bitki gelişimi üzerine etkisi ise terlemeyi arttırır (Erinç, 1977; Dönmez, 1985; Avcı, 1990; Avcı, 1998; Özdoğan, 2011).



Şekil 3. İç Batı Anadolu Bölümünde Yıllık, Ocak ve Temmuz ortalama sıcaklıkların dağılışı (°C).

**Çizelge 4.** İç Batı Anadolu Bölümü’nde aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri (°C).

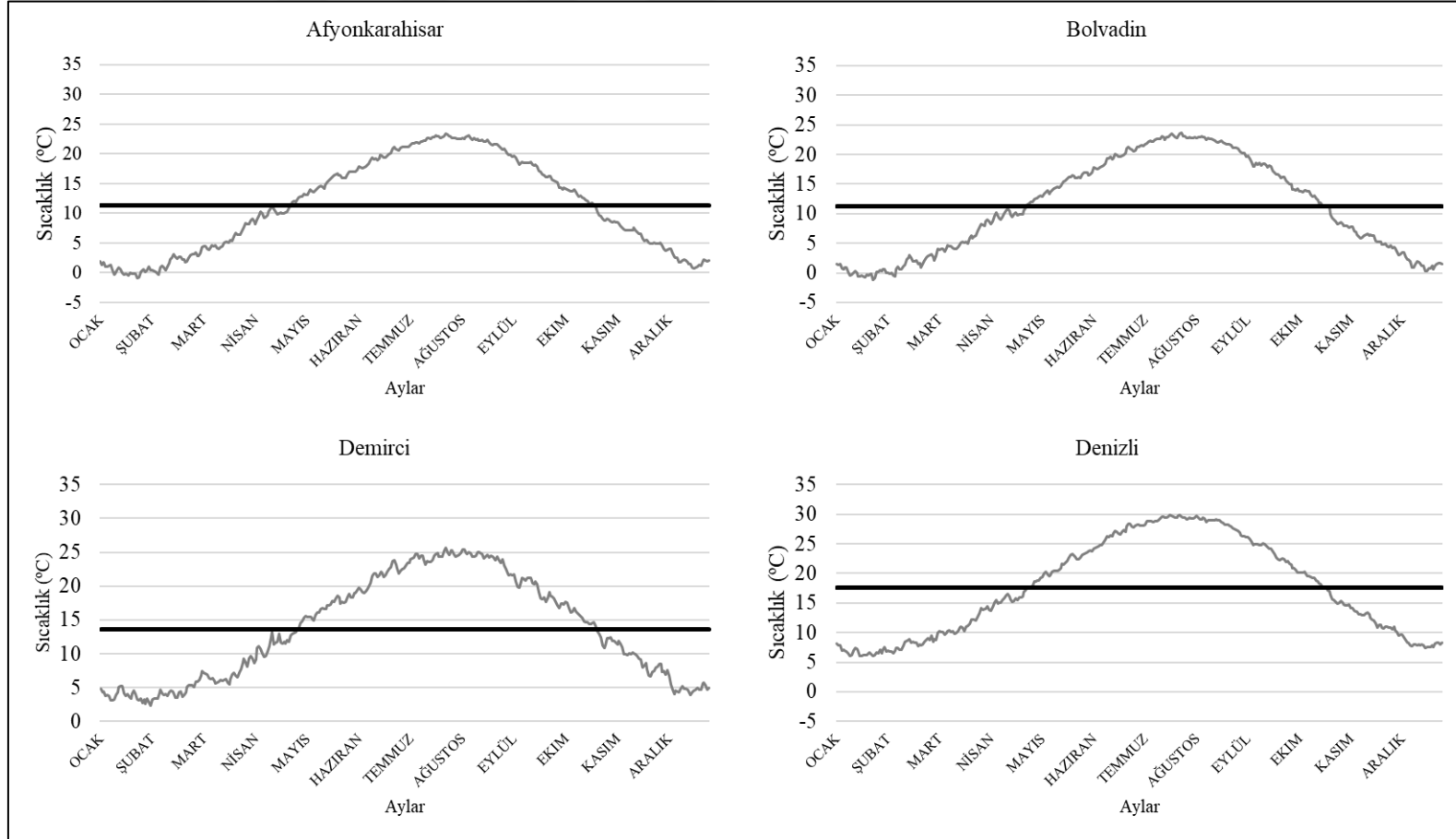
| Meteoroloji<br>istasyonu | Yükselti<br>(m) | Aylar |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     | Yıllık      |
|--------------------------|-----------------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------|
|                          |                 | 1     | 2   | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12  |             |
| Afyonkarahisar           | 1034            | 0.4   | 1.8 | 5.5  | 10.4 | 15.1 | 19.2 | 22.3 | 22.1 | 17.8 | 12.3 | 6.8  | 2.5 | <b>11.4</b> |
| Bolvadin                 | 1018            | 0.1   | 1.6 | 5.3  | 10.2 | 15.0 | 19.2 | 22.6 | 22.2 | 17.8 | 12.1 | 6.3  | 2.0 | <b>11.2</b> |
| Demirci                  | 855             | 3.8   | 4.4 | 7.0  | 11.6 | 16.9 | 21.2 | 24.3 | 24.4 | 20.0 | 15.0 | 9.7  | 5.4 | <b>13.6</b> |
| Denizli                  | 425             | 5.9   | 7.1 | 10.1 | 14.7 | 19.8 | 24.7 | 27.6 | 27.0 | 22.5 | 16.8 | 11.4 | 7.6 | <b>16.3</b> |
| Dinar                    | 864             | 2.8   | 3.9 | 7.0  | 11.3 | 16.0 | 20.5 | 24.0 | 23.7 | 19.2 | 13.7 | 8.5  | 4.7 | <b>13.0</b> |
| Dursunbey                | 637             | 2.8   | 3.7 | 6.4  | 11.0 | 15.6 | 19.7 | 22.0 | 21.7 | 18.1 | 13.3 | 8.4  | 4.6 | <b>12.3</b> |
| Emirdağ                  | 983             | 0.1   | 1.6 | 5.8  | 10.9 | 15.6 | 19.8 | 22.9 | 22.4 | 18.2 | 12.6 | 6.7  | 2.1 | <b>11.5</b> |
| Gediz                    | 736             | 2.4   | 3.5 | 6.6  | 11.3 | 16.2 | 20.7 | 24.3 | 24.0 | 19.2 | 13.2 | 7.5  | 4.0 | <b>12.7</b> |
| Güney                    | 825             | 3.6   | 4.5 | 7.5  | 12.0 | 17.0 | 21.7 | 24.7 | 24.5 | 20.4 | 15.0 | 9.7  | 5.5 | <b>13.8</b> |
| Keles                    | 1063            | 0.3   | 1.0 | 3.7  | 8.3  | 13.0 | 16.8 | 19.3 | 19.1 | 15.3 | 10.9 | 6.2  | 2.2 | <b>9.7</b>  |
| Kütahya                  | 969             | 0.5   | 1.9 | 5.3  | 10.1 | 14.7 | 18.4 | 21.0 | 20.7 | 16.7 | 11.8 | 6.8  | 2.6 | <b>10.9</b> |
| Senirkent                | 959             | 1.5   | 2.8 | 6.6  | 11.5 | 16.3 | 20.9 | 24.5 | 24.1 | 19.3 | 13.2 | 7.2  | 3.1 | <b>12.6</b> |
| Simav                    | 809             | 2.4   | 3.4 | 6.2  | 10.7 | 15.4 | 19.4 | 22.1 | 21.7 | 17.4 | 12.4 | 7.8  | 4.3 | <b>11.9</b> |
| Tavşanlı                 | 833             | 1.2   | 2.5 | 5.6  | 10.3 | 15.1 | 18.9 | 21.7 | 21.4 | 17.2 | 12.1 | 7.1  | 3.0 | <b>11.4</b> |
| Uşak                     | 919             | 2.3   | 3.2 | 6.4  | 10.9 | 15.9 | 20.3 | 23.7 | 23.5 | 19.0 | 13.4 | 8.0  | 4.2 | <b>12.6</b> |

İç Batı Anadolu Bölümü'nde uzun yıllık günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde en düşük sıcaklık değeri bölümün kuzeyinde (Keles) 15 Ocak tarihinde  $-0.54^{\circ}\text{C}$ 'dir. Doğuda ise 23 Ocak tarihinde genel olarak  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin altındadır (Kütahya  $-0.35^{\circ}\text{C}$ , Afyonkarahisar  $-0.86^{\circ}\text{C}$ , Emirdağ  $-1.26^{\circ}\text{C}$ , Bolvadin  $-1.81^{\circ}\text{C}$ ). Bölümün güneyine inildiğinde ise en düşük sıcaklıklar  $2.0^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindedir hatta bu değer Denizli'de 5 dereceyi geçer (9 Ocak Güney  $2.90^{\circ}\text{C}$  ve Denizli  $5.02^{\circ}\text{C}$ ; Şekil 4-7).

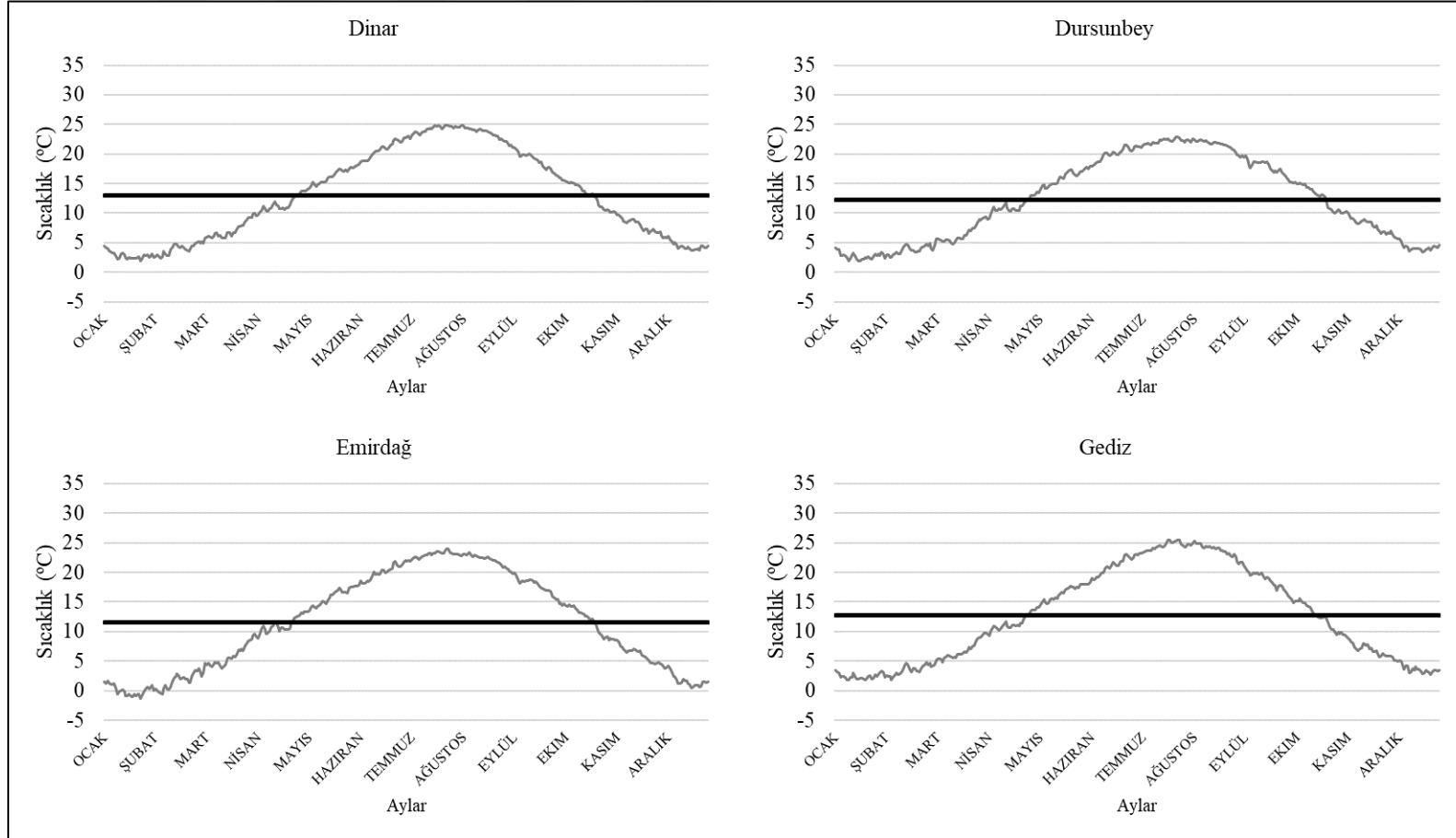
Sıcaklığın yıl içindeki gidişini ortaya koyarken, aylık ortalama sıcaklık değerlerine nazaran günlük ortalama sıcaklık değerleri önem taşır. Sıcaklığın yıl içindeki seyri incelendiğinde, araştırma sahasının batısında ve güneyinde yılın hiçbir günü sıcaklık  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin altına inmez. Denizli'de ise günlük sıcaklık hep  $5^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindedir. Diğer alanlarda Mart ayından (Mart ayının ilk 2-3 günü dışında) Aralık ayının başına kadar sıcaklıklar hep  $5^{\circ}\text{C}$  ve üzerinde seyretmektedir. Aralık ayı sonundan Şubat ayı başına kadar olan devrede ise sıcaklıklar Güney meteoroloji istasyonu ( $3-5^{\circ}\text{C}$  arasında) hariç diğer alanlarda  $2-4^{\circ}\text{C}$  civarındadır (Şekil 4-7).

Günlük ortalama sıcaklıklar bölümün kuzeyinde ve doğusunda (Keles, Kütahya, Afyonkarahisar, Bolvadin ve Emirdağ) en düşük değerlere ulaşır. Aralık ayının ortalarına doğru başlayan soğuk devre Mart ayının başına kadar devam eder. Özellikle bu devre içinde sıcaklıkların Ocak ayının ikinci yarısının ilk 10 gününde  $0^{\circ}\text{C}$ 'nin altında seyrettiği görülür. Bu alanlarda Mart ayının ikinci yarısından itibaren sıcaklıkların  $5^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerine çıktığı ve Kasım ayının son haftasına kadar devam ettiği görülür (Şekil 4-7).

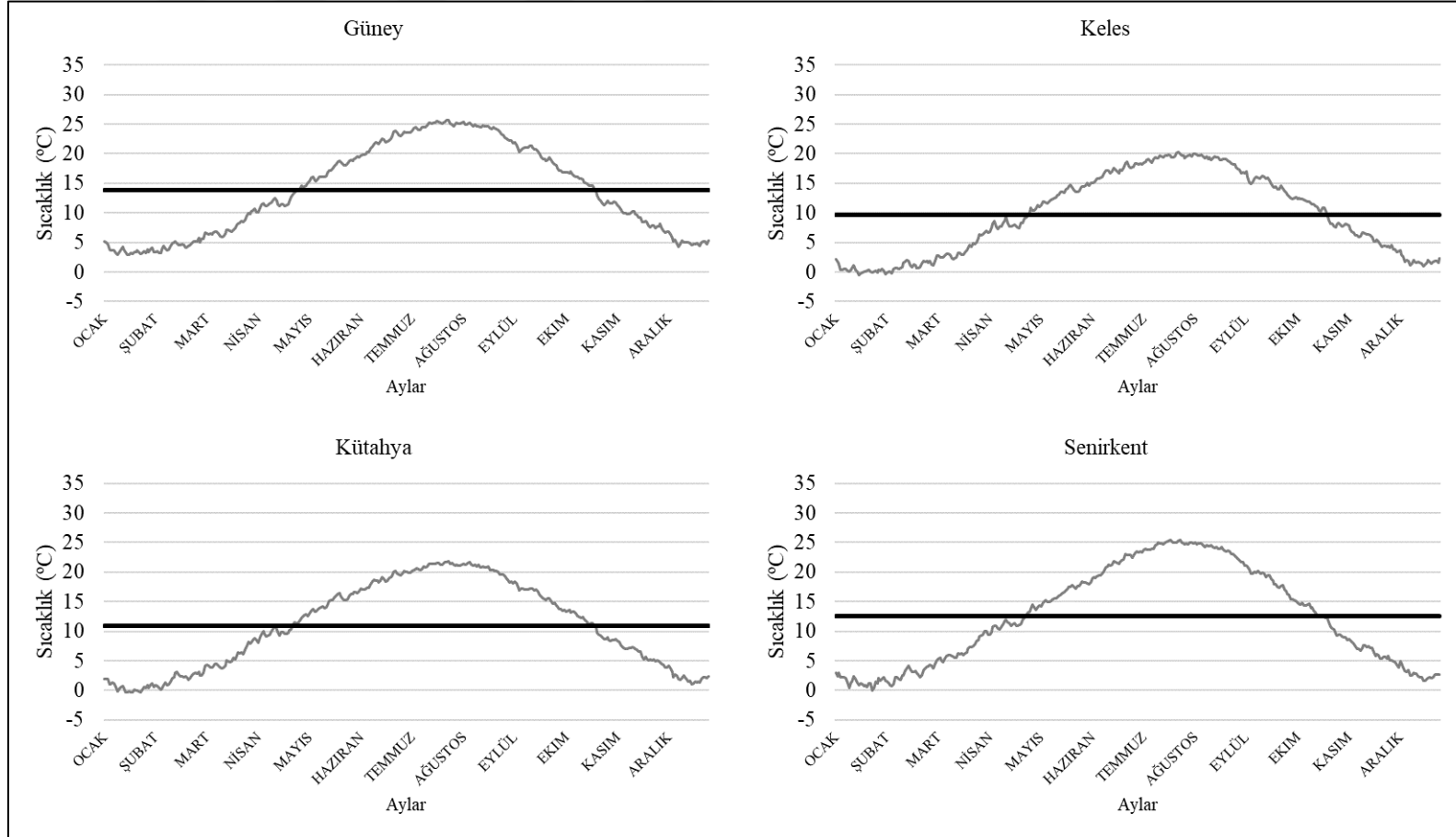
İç Batı Anadolu Bölümü'nde uzun yıllık günlük ortalama sıcaklıklar incelendiğinde en yüksek sıcaklık değeri bölümün kuzeyinde 26 Temmuz tarihinde  $20.23^{\circ}\text{C}$  olarak Keles'tedir. Doğuda 26 Temmuz tarihinde  $21^{\circ}\text{C}$ 'yi geçer (Kütahya  $21.81^{\circ}\text{C}$ , Afyonkarahisar  $23.39^{\circ}\text{C}$ , Emirdağ  $23.99^{\circ}\text{C}$ , Bolvadin  $23.70^{\circ}\text{C}$ ). Batıda ve güneyde ise 26 Temmuz tarihinde  $25.0^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindedir (Güney  $25.67^{\circ}\text{C}$ , Denizli  $28.21^{\circ}\text{C}$ , Demirci  $25.70^{\circ}\text{C}$ ; Şekil 4-7).



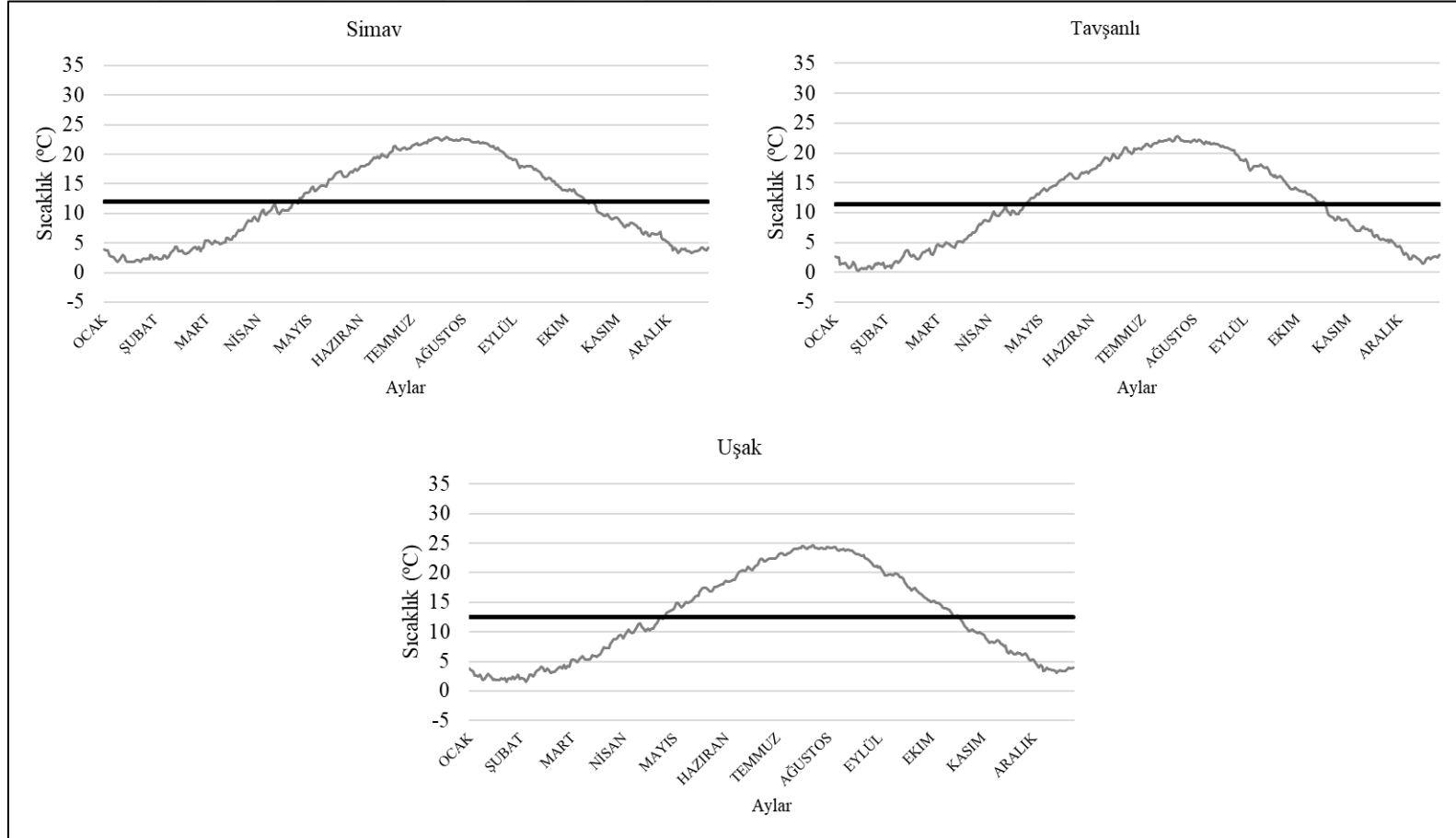
Şekil 4. Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli’de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.



Şekil 5. Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz’de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.



Şekil 6. Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent'te günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.



Şekil 7. Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.



### 1.1.3. Donlu Gün Sayısı Ve Donlu Günlerin Süresi

Bitki  rt s  bakımından don olaylarının önemi büyüktür. Donlu günler bitkilerde bazı fizyolojik değişimlere yol açar. Donma,   ek tomurcuklarının,   eklerin ve meyvelerin sayısını azaltabilir (Rodrigo, 2000). Donlu gün sayıları kadar bunların hangi mevsimde meydana geldiğinin de önemi büyüktür. Özellikle yetişme mevsiminin başında meydana gelen don olayları bitkilere daha fazla zarar verir ( epel, 1988).

  Batı Anadolu Bölümü'nün kıyıya göre   kısımda yer alması ve karasallık etkisine bağlı olarak, don olayının etki süresi batıdan doğuya doğru artar (Yılmaz, 2009).

  Batı Anadolu Bölümünde ortalama donlu gün sayısı incelendiğinde, en fazla donlu gün kış aylarında görülür. Araştırma sahasında kış aylarında donlu günlerin sayısı en fazla bölümün doğusundadır ve bu alanlarda donlu günler 30 günden fazladır (Kütahya 33.1, Afyonkarahisar 32.8, Bolvadin 32.5, Emirdağ 31.4 gün). Kuzeyde (Keles) donlu gün süresi (26.6 gün) de inceleme alanının doğusuna benzer özellikler gösterir. Donlu gün sayıları bölümün güneyine ve batısına gidildiğinde belirgin şekilde azalır. Güneyde (Dinar 13.2 gün, Güney 12.2 gün) ortalama 13 gün civarında, batıda ise 15 günü geçmez (Demirci 14.1 gün). Bölümün güneyinde yer alan Denizli'de donlu günler 5 günü aşmaz ( izelge 5).

Araştırma sahasında bahar aylarında ise donlu günlerin sayısı çok daha azdır. Ancak özellikle ilkbahar mevsiminde donlu gün sayılarında sonbahara nazaran çok az da olsa fark vardır. İlkbaharda donlu günlerin sayısı bölümün kuzeyinde 5 günden fazla (Keles 5.7 gün) iken doğusunda ortalama 3-4 gün arasında değişir. Bölümün güneyine inildiğinde de donlu gün süresinin önemsiz olduğu görülür (Dinar 1.4 gün, Güney 1.5 gün, Denizli 0.2 gün). Bölümün batısında ise donlu gün süresi yine düşüktür (Demirci 2 gün;  izelge 5).

Araştırma sahasında sonbahar aylarında donlu günlerin sayısı ise ilkbahar aylarına göre çok daha azdır. Sonbaharda donlu gün süresi kuzeyde ve doğuda 2 gün civarındadır (Keles 2.3 gün, Afyonkarahisar 2 gün, Kütahya 2.2 gün, Emirdağ 2.2

gün, Bolvadin 2.3 gün). Bölümün batısında ve güneyinde ise bu değerler oldukça önemsizdir (Güney 0.6 gün, Dinar 0.6 gün, Demirci 1.1 gün). Özellikle Denizli’de sonbaharda donlu gün görülmez (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** İç Batı Anadolu Bölümünde ortalama donlu gün sayısı

|                | Kış  | İlkbahar | Sonbahar |
|----------------|------|----------|----------|
| Afyonkarahisar | 32.8 | 4.1      | 2.0      |
| Bolvadin       | 32.5 | 3.9      | 2.3      |
| Demirci        | 14.1 | 2.0      | 1.1      |
| Denizli        | 4.9  | 0.2      | 0.0      |
| Dinar          | 13.2 | 1.4      | 0.6      |
| Dursunbey      | 16.5 | 2.2      | 0.9      |
| Emirdağ        | 31.4 | 3.5      | 2.2      |
| Gediz          | 10.7 | 0.5      | 0.3      |
| Güney          | 12.2 | 1.5      | 0.6      |
| Keles          | 26.6 | 5.7      | 2.3      |
| Kütahya        | 33.1 | 4.6      | 2.2      |
| Senirkent      | 22.8 | 2.1      | 1.3      |
| Simav          | 20.3 | 2.6      | 1.3      |
| Tavşanlı       | 24.2 | 3.0      | 1.4      |
| Uşak           | 17.9 | 2.1      | 1.0      |

#### 1.1.4. Sıcaklık Frekansları

Günlük ortalama sıcaklık değerlerinin çok düşük veya çok yüksek olması, bitki yaşamını kesintiye uğratmasına neden olabilir. Düşük sıcaklıklar don etkisi nedeniyle, yüksek sıcaklıklar ise buharlaşmayı arttırdığından dolayı bitki yetişmesi açısından olumsuz rol oynarlar. Bundan dolayı, günlük sıcaklık değerleri Dönmez tarafından tespit edilen kritik ve optimum sıcaklık değer kategorilerine (0 °C’nin altı, 9-21°C arası ve 30 °C’nin üstü) göre de değerlendirilmiştir (Dönmez, 1979).

Saat 7:00, 14:00 ve 21:00'de olmak üzere günde defa yapılan sıcaklık rasatlarının incelenmesinden elde edilen sonuçlara göre en yüksek frekansa sahip sıcaklıklar 9°C ile 21°C arasındaki sıcaklıklardır (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** İç Batı Anadolu Bölümünde kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları.

| <b>Meteoroloji İstasyonu</b> | <b>Toplam gün sayısı</b> | <b>0°C'nin altındaki gün sayısı</b> | <b>%</b> | <b>9-21°C'nin arasındaki gün sayısı</b> | <b>%</b> | <b>30°C'nin üzerindeki gün sayısı</b> | <b>%</b> |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| Kütahya                      | 22185                    | 2124                                | 9.57     | 11796                                   | 53.17    | 0                                     | 0        |
| Simav                        | 22270                    | 1289                                | 5.79     | 11758                                   | 52.80    | 1                                     | 0        |
| Tavşanlı                     | 17476                    | 1395                                | 7.98     | 8950                                    | 51.21    | 1                                     | 0        |
| Gediz                        | 16746                    | 472                                 | 2.82     | 7798                                    | 46.57    | 4                                     | 0.02     |
| Afyonkarahisar               | 21986                    | 2059                                | 9.36     | 10854                                   | 49.37    | 8                                     | 0.04     |
| Dinar                        | 17627                    | 804                                 | 4.56     | 8714                                    | 49.44    | 14                                    | 0.08     |
| Emirdağ                      | 17142                    | 1851                                | 10.80    | 8091                                    | 47.20    | 9                                     | 0.05     |
| Bolvadin                     | 17324                    | 1760                                | 10.16    | 8296                                    | 47.89    | 4                                     | 0.02     |
| Denizli                      | 22034                    | 271                                 | 1.23     | 10649                                   | 48.33    | 590                                   | 2.68     |
| Güney                        | 17387                    | 712                                 | 4.10     | 8343                                    | 47.98    | 63                                    | 0.36     |
| Uşak                         | 22482                    | 1105                                | 4.91     | 10745                                   | 47.79    | 18                                    | 0.08     |
| Dursunbey                    | 17291                    | 928                                 | 5.37     | 9156                                    | 52.95    | 3                                     | 0.02     |
| Keles                        | 17373                    | 1832                                | 10.55    | 9251                                    | 53.25    | 0                                     | 0        |
| Senirkent                    | 17258                    | 1194                                | 6.92     | 7812                                    | 45.27    | 26                                    | 0.15     |
| Demirci                      | 9614                     | 409                                 | 4.25     | 4701                                    | 48.90    | 25                                    | 0.26     |

\*Kütahya, Simav, Afyonkarahisar, Dinar, Denizli ve Uşak'ın 1960-2016; Emirdağ ve Güney'in 1964-2016; Tavşanlı, Dursunbey ve Keles'in 1965-2016; Senirkent'in 1966-2016; Bolvadin'in 1968-2016; Gediz'in 1972-2016; Demirci'nin 1991-2016 arasındaki günlük sıcaklık değerlerini kapsamaktadır.

İç Batı Anadolu Bölümündeki istasyonların gerçek sıcaklık değerlerinin %45'den fazlası, 9-21 dereceler arasında değişir (Keles %53.35, Tavşanlı %51.21, Kütahya %53.17, Dursunbey %52.95, Simav %52.80, Afyonkarahisar %49.37, Emirdağ %47.20, Bolvadin %47.89, Senirkent %45.27, Güney %47.98, Denizli %48.33, Dinar %49.44, Demirci %48.90, Gediz %46.57, Uşak %47.49; Çizelge 6).

Araştırma alanında 0°C'nin altındaki sıcaklıkları temsil eden gerçek sıcaklık değerleri, araştırma sahasının kuzeyindeki ve doğusundaki istasyonlarda %5 ile %10 arasında değişmektedir. Yani ölçülen değerlerin yalnızca %5-10 arasındaki kısmı 0°C'nin altındadır (Kütahya %9.57, Afyonkarahisar %9.36). Emirdağ ve Bolvadin gibi daha çok İç Anadolu Karasal etkilerinin ortaya çıktığı alanlarda ise bu değerler %10'un üzerine çıkar (Emirdağ %10.80, Bolvadin %10.16). İnceleme sahasında %5'in altındakiler ise bölümün daha çok güney ve batıya yakın kesimlerdir (Güney %4.10, Denizli %1.23, Dinar %4.56, Demirci %4.25, Uşak %4.91, Gediz %2.81; Çizelge 6).

İç Batı Anadolu Bölümünde 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların frekansı da son derece düşüktür. Araştırma sahasının güneyinde yer alan Denizli'de %2.68 olduğu fakat diğer alanlarda ise bu oranın oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

### **1.1.2. Ekstrem sıcaklıklar**

Ekstrem sıcaklıkların meydana geldiği devre ve frekansları bitki hayatı açısından oldukça önemlidir. Çok düşük sıcaklıklar don tehlikesi yaratarak, çok yüksek sıcaklıklar ise buharlaşmayı arttırarak bitki yetişmesini olumsuz etkiler. İç Batı Anadolu Bölümü'nde en düşük sıcaklık 9 Şubat 1965 tarihinde Afyonkarahisar'da -25.3°C olarak ölçülmüştür. Bölüm içerisinde düşük sıcaklıklar Ocak veya Şubat aylarında görülmesinden dolayı, inceleme sahasında bitki hayatı bakımından yetiştirme devresinin bütününde bir tehlike yaratmadığı ortaya çıkar (Çizelge 7).

İç Batı Anadolu Bölümünde ölçülen maksimum sıcaklık değerleri çoğunlukla 40°C'nin üzerindedir (Emirdağ, Tavşanlı, Dursunbey, Senirkent, Dinar, Denizli, Güney, Gediz, Uşak ve Keles). Diğer istasyonlarda da yine 40°C'ye yakın değerler ölçülmüştür. İnceleme sahasında en yüksek sıcaklıklar Temmuz veya Ağustos aylarında görülmüştür. Bölüm içerisindeki yüksek sıcaklıklar bitki yetiştirme devresinde görüldüğünden dolayı, bitki hayatının devamlılığı açısından büyük önem taşır.

**Çizelge 7.** İç Batı Anadolu Bölümünde ekstrem (en düşük ve en yüksek) sıcaklıklar.

|               | Rasat<br>Yılları | Maksimum Sıcaklık |        |      | Minimum Sıcaklık |        |      |
|---------------|------------------|-------------------|--------|------|------------------|--------|------|
|               |                  | °C                | Günü   | Yılı | °C               | Günü   | Yılı |
| Kütahya       | 1960-2016        | 39.5              | 31.Tem | 2010 | -22.9            | 09.Şub | 1964 |
| Afyonkarahisa | 1960-2016        | 39.8              | 29.Tem | 2000 | -25.3            | 09.Şub | 1965 |
| Emirdağ       | 1964-2016        | 40.7              | 26.Tem | 2012 | -24.3            | 18.Oca | 2012 |
| Simav         | 1960-2016        | 38.8              | 25.Tem | 2007 | -21.7            | 09.Oca | 2015 |
| Tavşanlı      | 1965-2016        | 42.2              | 29.Tem | 2000 | -22.7            | 30.Oca | 2009 |
| Dursunbey     | 1965-2016        | 40.3              | 25.Tem | 2007 | -16.0            | 21.Şub | 1985 |
| Bolvadin      | 1968-2016        | 39.0              | 27.Tem | 2012 | -23.7            | 20.Oca | 2012 |
| Senirkent     | 1966-2016        | 40.7              | 26.Tem | 2012 | -20.0            | 28.Oca | 2006 |
| Dinar         | 1960-2016        | 40.7              | 05.Ağu | 1962 | -20.0            | 21.Oca | 2000 |
| Denizli       | 1960-2016        | 44.4              | 15.Ağu | 2007 | -11.4            | 09.Şub | 1965 |
| Güney         | 1964-2016        | 40.5              | 27.Tem | 2007 | -15.4            | 18.Oca | 1964 |
| Gediz         | 1972-2016        | 42.4              | 20.Ağu | 1999 | -22.0            | 21.Oca | 2000 |
| Demirci       | 1991-2016        | 39.0              | 25.Tem | 2012 | -12.6            | 15.Şub | 2004 |
| Uşak          | 1960-2016        | 42.2              | 29.Tem | 2000 | -22.7            | 10.Oca | 2009 |
| Keles         | 1965-2016        | 41.0              | 16.Tem | 2012 | -20.2            | 21.Şub | 1985 |

## 1.2. Yağış

### 1.2.1. Aylık ve Yıllık Yağışlar

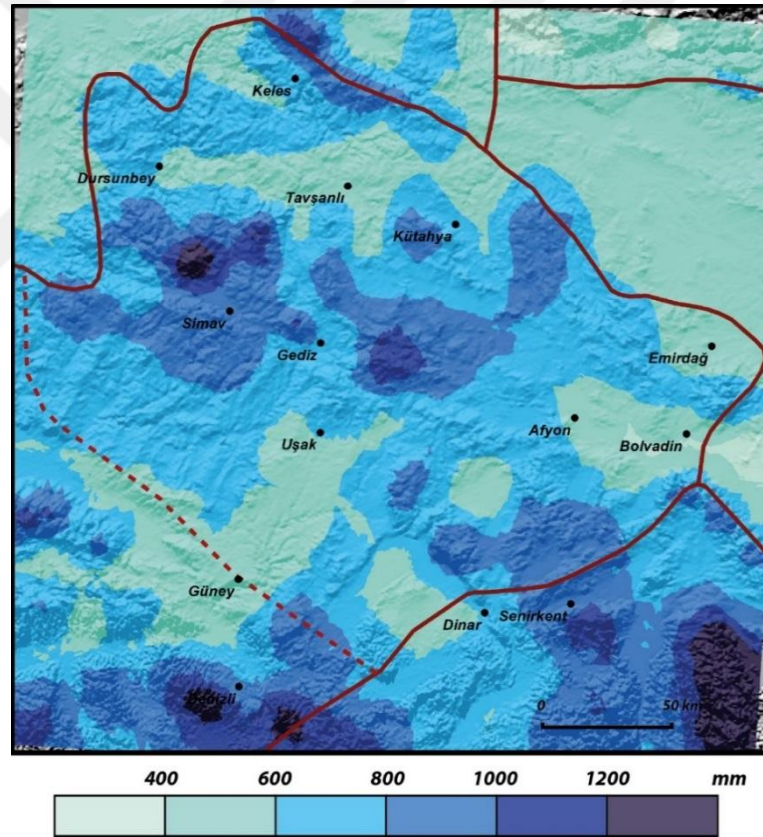
Bitkiler hayati varlıklarına devam edebilmeleri için suya ihtiyaç duymaktadırlar. İnorganik maddeleri topraktan suda çözünmüş olarak kökleri vasıtasıyla alırlar. Yeryüzünde suyun kaynağını oluşturan yağışlar, bitki örtüsünün dağılışını etkileyen en önemli iklim elemanlarından birisidir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış azlığı, bitki hayatını tehlikeye sokabilir (Avcı, 1996, 1998).

Türkiye iklimi Akdeniz makro iklimiyle karakterize olur. Türkiye'nin batı ve güney bölgelerinde mevsimsel olarak yağışlı bir rejim, Orta ve Doğu Anadolu bölgelerinde karasal yarı kurak ve nemli ılıman iklim, kuzey Marmara ve Karadeniz bölgelerinde nispeten eşit derecede yağışlı bir iklim (Erinç, 1984; Türkeş, 1996, 1998, 1999; Trigo vd., 2006; Türkeş ve Tatlı, 2009) özelliği ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de yıllık yağış miktarı ile ilgili çalışmalara Tümertekin ve Conturk (1960) de katkıda bulunmuştur. Tümertekin ve Conturk (1960)'e göre Türkiye'nin yıllık yağış miktarının en değişken bölgeleri Akdeniz ve Ege bölgeleridir. Son yıllarda da Türkiye'de iklim elemanlarının anomalileri (en düşük ve en yüksek hava sıcaklığı, kuraklık ve çölleşme, yağış rejimi gibi) üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Gönençgil ve İçel, 2010; Turoğlu, 2011; Türkeş, 2011; Türkeş, 2012; Erlat ve Türkeş, 2013; Deniz ve Gönençgil, 2015; Gönençgil ve Deniz, 2016).

İç Batı Anadolu Bölümüne ait uzun yıllık yağış verileri kullanılarak, yağışın uzun yıllık eğilimi incelenmiştir (Çizelge 8). İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık yağış ortalamaları incelendiğinde bazı alanların yağış miktarları 800 mm'yi geçerken bölüm içinde yağışın 400 mm'nin altına indiği alanların olduğu da dikkati çeker. En az yağış alan istasyon Bolvadin'dir (386,8 mm). Deniz seviyesinden 1018m yükseltide yer alan bu istasyonun yeri Akşehir Eber depresyonunun hemen kuzeyindedir. Bu nedenle aldığı yağış değeri de diğerlerine göre çok daha azdır. En fazla yağış alan istasyon ise Simav'dır (819,3 mm). Bölüm içinde diğer istasyonların aldığı yağış miktarları ise çoğu yerde 400 mm'yi aşmaktadır. 2 istasyon ise 600 mm'nin üzerinde yağış alır (Senirkent ve Demirci). Bunlardan Demirci bölümün en fazla yağış alan istasyonu Simav'a yakındır ve buradaki Demirci dağlarının etkisindedir (Çizelge 8; Şekil 8).

İç Batı Anadolu Bölümüne ait uzun yıllık yağış verileri kullanılarak, yağışın uzun yıllık eğilimi incelenmiştir. Uzun yıllık yağış ortalaması 751.7 mm olan kuzey alanlarda (Keles), bazı yıllarda yağış 1100 mm'nin üzerine çıkarken (2010, 1189,2 mm), bazı yıllarda ise 600 mm'nin altına inmiştir (1994, 538.9mm). Bu durum bölümün doğusuna geçildiğinde de benzerdir. Örneğin Afyonkarahisar'da uzun yıllık yağış ortalaması 423,6 mm iken, bazı yıllarda yağış 600 mm'nin üzerine çıkar (1963,

616.0 mm; 2015, 750.0 mm), bazı yıllarda da 300 mm'nin altına düşer (1974, 238.2 mm; 2004, 271.1mm). İç Batı Anadolu Bölümünün güneyinde ise 550 mm civarında olan uzun yıllık yağış ortalamaları (Güney 555,6 mm), bazı yıllarda 1000 mm üzerine çıkarken (1968, 1215 mm), bazı yıllarda da 350 mm'nin altına düşmüştür (2008, 314.5 mm). Uzun yıllık yağış ortalaması bölümün batısında 600 mm civarındadır (Demirci 616.0 mm). Ancak burada da bazı yıllarda yağış 800 mm'nin üzerine çıkmışken (2009, 821.9 mm), bazı yıllarda da 500 mm'nin altına inmiştir (2008, 406.5mm; Çizelge 8; Şekil 8-12).



**Şekil 8.** İç Anadolu Bölümü'nde yıllık yağışın dağılışı.

İç Batı Anadolu Bölümü, yıllık yağış miktarlarının dağılışı bakımından orta dereceli yağışlı alanlar olarak kabul edilebilir. Erinç (1957)'e göre Türkiye'de 400 ile 700 mm arasında yağış alan alanlar “orta dereceli yağışlı” sayılır. Araştırma

sahasında düşen yıllık yağış miktarı farkı, batı-doğu doğrultusunda uzanan dağ sıraları ve platoların varlığı ile ilişkili olabilir (Koçman, 1993a).

Yıllık yağış miktarı gibi, yağışın yıl içerisinde aylara göre dağılışı da bölgesel olarak farklılık gösterebilir. Farklı yağış rejimlerinin meydana gelmesinde etkili olan faktörler Erinç (1957)'e göre iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi, hava kütlelerinin mevsimlik hareketleri ile cephesel depresyonların frekansıdır. İkincisi ise yer şekilleri, bakı ve orografik doğrultu ve karasallık derecesi gibi coğrafi faktörlerdir (Erinç, 1957).

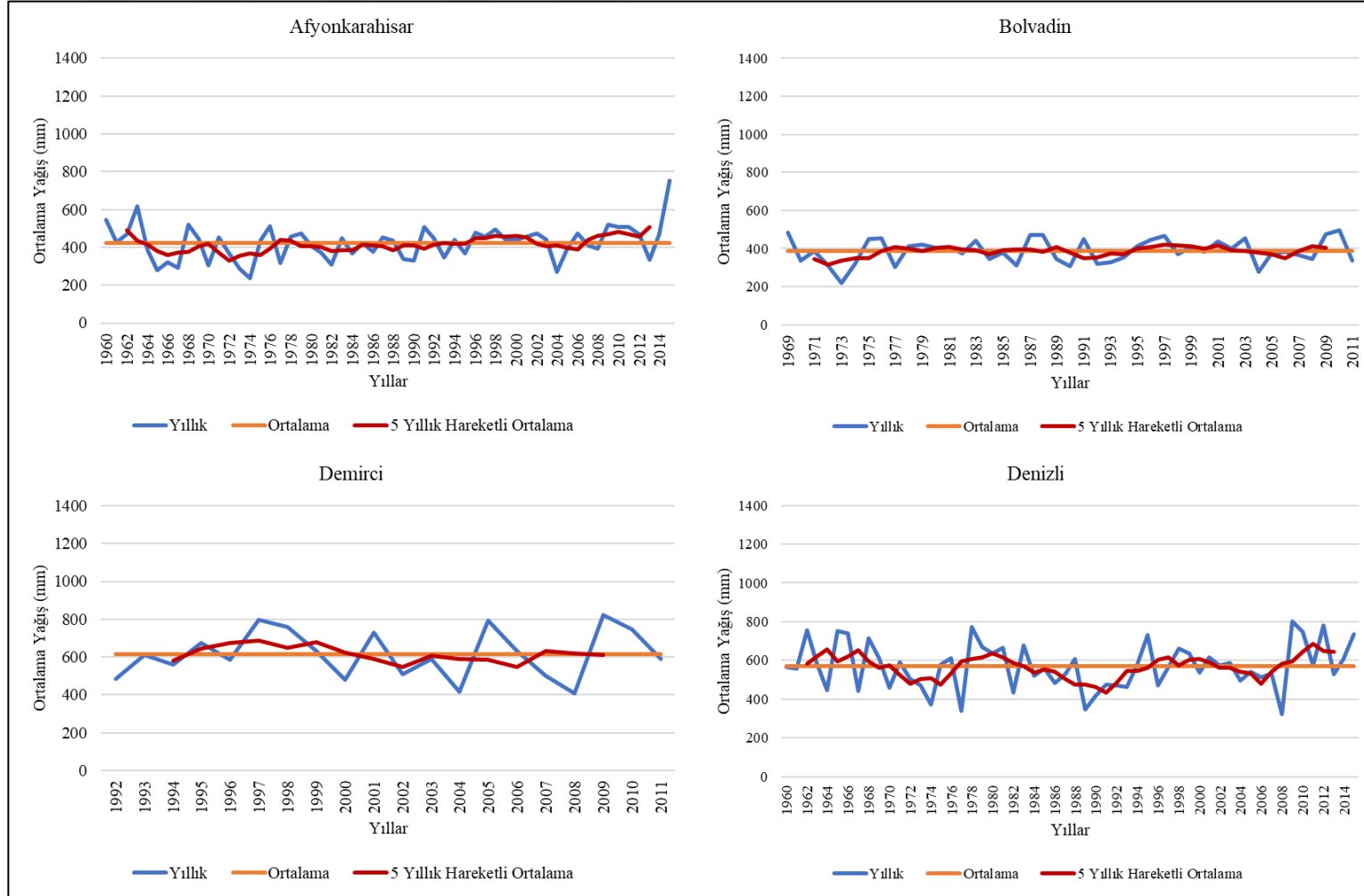
İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık yağış miktarı ortalamalarına göre en düşük yağış miktarı Temmuz veya Ağustos aylarında görülür. En düşük yağış miktarlarının Temmuz ayında olduğu yerler Dursunbey, Keles ve Demirci'dir. Bu istasyonların Temmuz ayı yağışları 15mm'yi bulmaz (Dursunbey 9.9 mm, Keles 14.7 mm ve Senirkent 8.5 mm). Araştırma sahasında yağışın en az olduğu ay, diğer istasyonlarda Ağustos ayıdır. Bu istasyonların çok büyük kısmı (9 istasyon) yine 15 mm'nin altında yağış alır. Kütahya, Tavşanlı ve Emirdağ'da ise Ağustos ayı yağışları 15 mm'yi biraz aşar (Kütahya 15.4 mm, Tavşanlı 17.6 mm ve Emirdağ 15.2 mm; Çizelge 8).

İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık yağış miktarı ortalamalarına göre en yüksek yağış miktarı bazı alanlarda Aralık ayındadır. Denizli, Güney ve Demirci'de Aralık ayı yağışları 100mm'ye yaklaşır (Denizli 90.9 mm, Güney 90.1 mm ve Demirci 93.1 mm). Keles ve Senirkent'te ise 100 mm'yi geçer (Keles 11.8 mm ve Senirkent 101.4 mm). Aralık ayında en fazla yağış alan istasyon ise 158.1 mm ile Simav'dır. İlkbahar aylarından özellikle Mart (Simav, Denizli, Güney, Uşak, Keles, Senirkent ve Demirci) ve Nisan (Tavşanlı, Gediz, Dinar, Bolvadin ve Dursunbey) daha fazla yağış almaktadır. Bu aylarda çoğu zaman yağış miktarları 50-60 mm'nin üzerine çıkmakta, hatta iki istasyonda 80 mm'yi de aşmaktadır (Simav 87.7 mm ve Keles 80.2 mm; Çizelge 8).



**Çizelge 8. İç Anadolu Bölümü'nün Aylık ve Yıllık Yağış Değerleri (mm)**

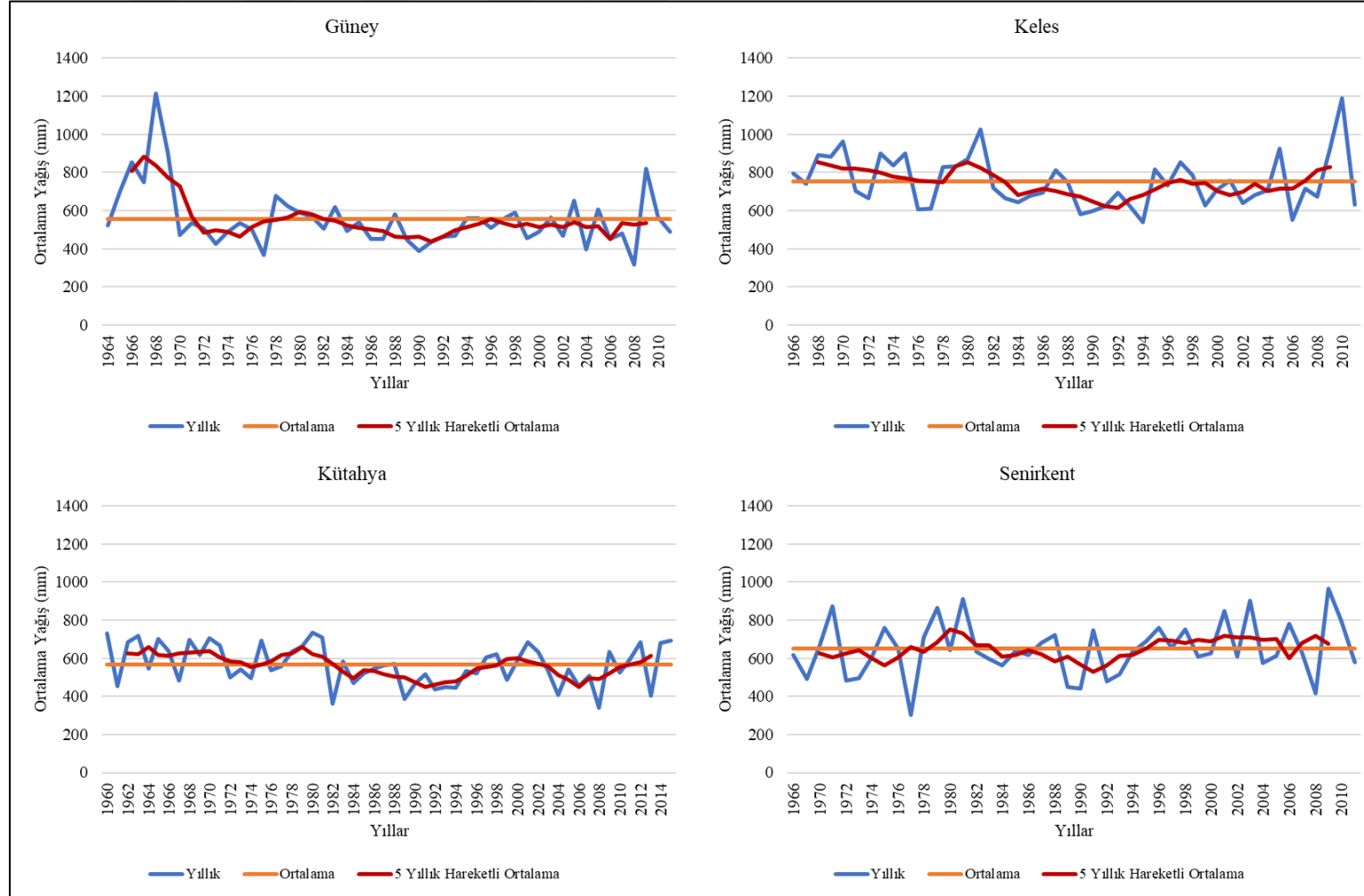
| <b>Meteoroloji<br/>istasyonu</b> | <b>Yükseklik<br/>(m)</b> | <b>Aylar</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           | <b>Yıllık</b> |
|----------------------------------|--------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
|                                  |                          | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |               |
| Kütahya                          | 969                      | 69.2         | 58.9     | 59.1     | 55.0     | 53.4     | 37.1     | 18.2     | 15.4     | 23.2     | 42.4      | 50.8      | 83.2      | <b>565.9</b>  |
| Simav                            | 809                      | 126.4        | 108.4    | 87.7     | 72.3     | 49.1     | 27.8     | 12.0     | 9.1      | 24.4     | 49.3      | 94.7      | 158.1     | <b>819.3</b>  |
| Tavşanlı                         | 833                      | 51.4         | 42.7     | 46.6     | 48.7     | 46.8     | 29.7     | 21.1     | 17.6     | 22.3     | 40.4      | 47.0      | 60.1      | <b>474.4</b>  |
| Gediz                            | 736                      | 73.9         | 63.9     | 56.4     | 58.6     | 40.4     | 24.3     | 14.1     | 11.2     | 19.6     | 50.5      | 65.7      | 85.8      | <b>564.5</b>  |
| Afyonkarahisar                   | 1034                     | 41.6         | 38.3     | 43.5     | 47.3     | 48.8     | 36.5     | 18.0     | 13.3     | 18.9     | 38.9      | 32.1      | 46.5      | <b>423.6</b>  |
| Dinar                            | 864                      | 46.9         | 43.0     | 49.0     | 57.4     | 49.1     | 30.5     | 16.0     | 12.4     | 15.3     | 36.2      | 43.3      | 52.8      | <b>451.8</b>  |
| Emirdağ                          | 983                      | 35.6         | 35.3     | 40.6     | 47.0     | 49.3     | 39.4     | 15.9     | 15.2     | 16.2     | 34.9      | 33.6      | 47.3      | <b>410.2</b>  |
| Bolvadin                         | 1018                     | 34.9         | 35.0     | 37.9     | 46.1     | 44.6     | 36.3     | 12.5     | 11.6     | 13.7     | 35.6      | 35.5      | 43.1      | <b>386.8</b>  |
| Denizli                          | 425                      | 88.5         | 77.4     | 64.1     | 55.0     | 42.0     | 24.7     | 13.9     | 8.5      | 13.4     | 36.0      | 56.7      | 90.9      | <b>570.9</b>  |
| Güney                            | 825                      | 80.7         | 73.0     | 62.1     | 52.3     | 38.6     | 22.7     | 13.4     | 8.1      | 15.9     | 35.5      | 63.1      | 90.1      | <b>555.6</b>  |
| Uşak                             | 919                      | 72.6         | 66.5     | 56.8     | 56.6     | 46.0     | 24.8     | 16.6     | 9.7      | 15.5     | 41.0      | 58.9      | 82.6      | <b>547.6</b>  |
| Dursunbey                        | 637                      | 71.6         | 63.5     | 57.7     | 59.7     | 43.8     | 28.7     | 9.9      | 11.2     | 20.9     | 45.4      | 64.6      | 85.1      | <b>562.1</b>  |
| Keles                            | 1063                     | 99.5         | 83.7     | 80.2     | 78.9     | 60.2     | 41.6     | 14.7     | 15.5     | 28.7     | 53.3      | 83.7      | 111.8     | <b>751.7</b>  |
| Senirkent                        | 959                      | 77.6         | 76.5     | 72.1     | 70.9     | 55.9     | 33.9     | 15.7     | 10.4     | 17.9     | 49.0      | 70.4      | 101.4     | <b>651.9</b>  |
| Demirci                          | 855                      | 77.5         | 82.2     | 70.8     | 65.2     | 46.1     | 15.8     | 8.5      | 11.0     | 21.8     | 50.0      | 74.0      | 93.1      | <b>616.0</b>  |



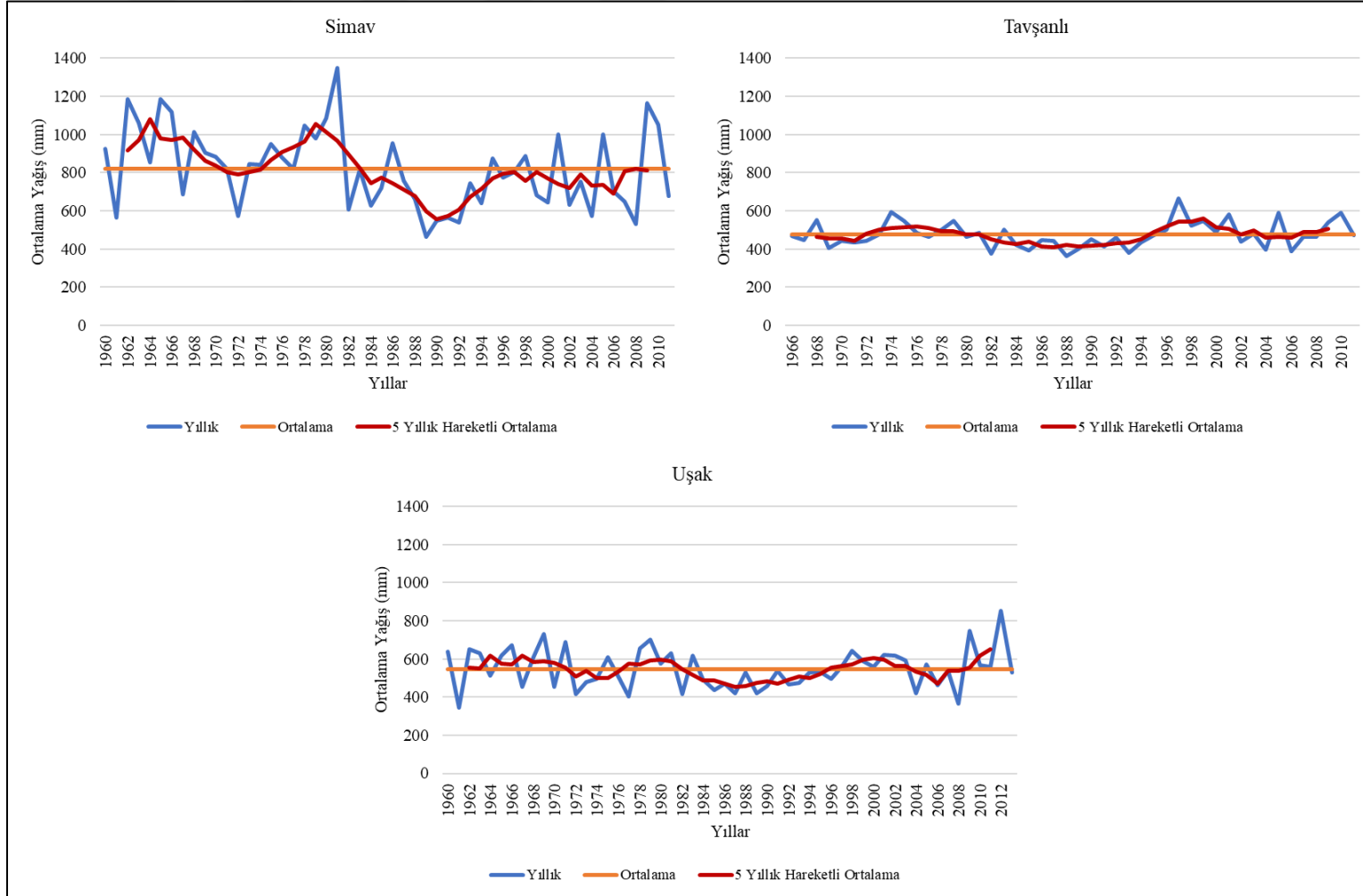
**Şekil 9.** Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli’de yağışın yıllara göre değişimi.



Şekil 10. Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz’de yağışın yıllara göre değişimi.



Şekil 11. Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent'te yağışın yıllara göre değişimi.



Şekil 12. Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta yağışın yıllara göre değişimi.

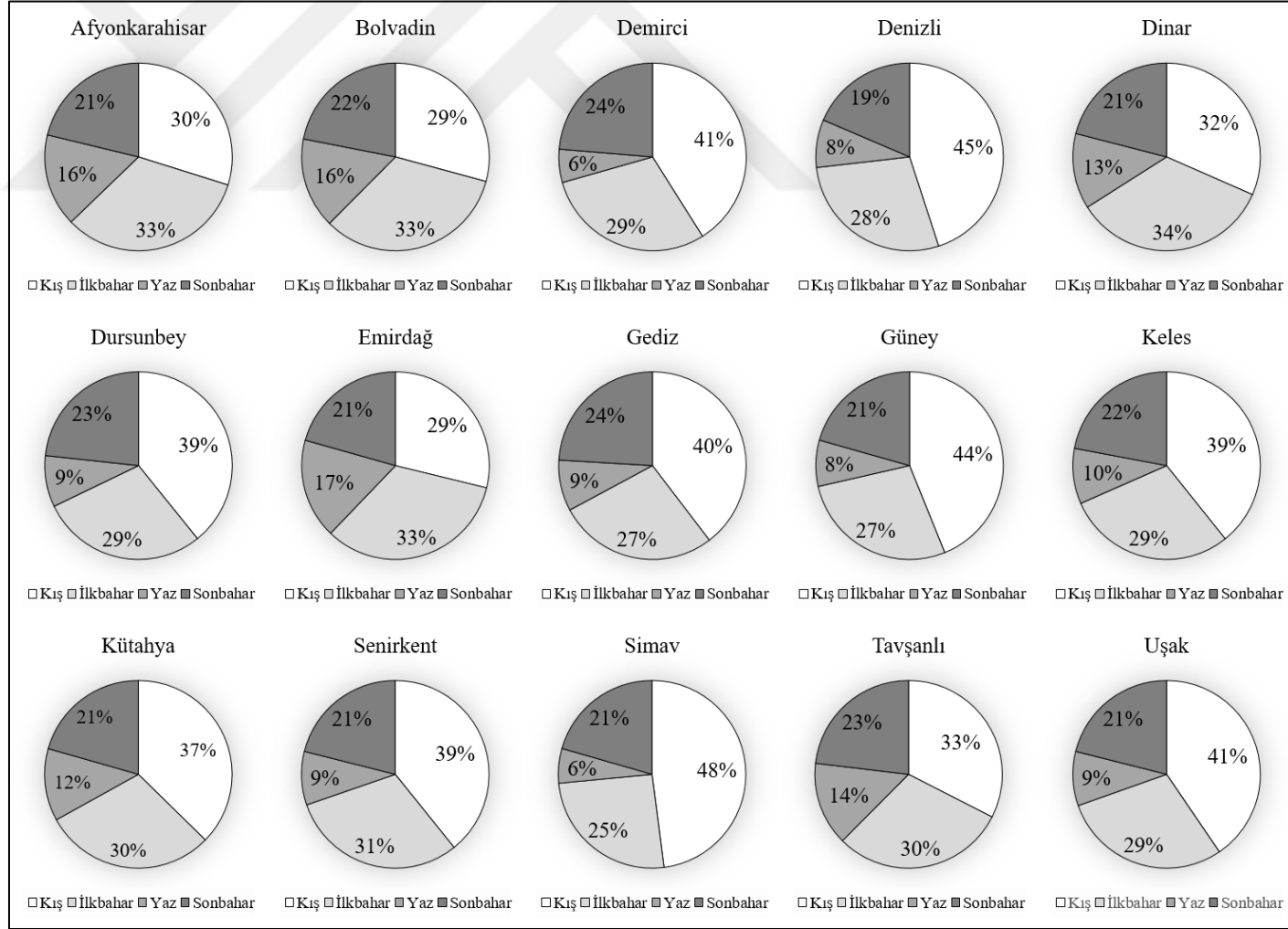
### 1.2.2. Yağışın mevsimlere dağılışı

İç Batı Anadolu Bölümü'nde en fazla yağış kış ve ilkbahar aylarında, en az yağış ise yaz aylarındadır (Şekil 13).

İç Batı Anadolu Bölümü'nde en fazla yağışın kış mevsiminde düştüğü yerler arasında Demirci, Simav, Uşak, Güney ve Denizli gibi istasyonlarda kış yağış payı %40'ın üzerine çıkar (hatta Simav'da %50'ye yaklaşır, Simav'ın kış yağış payı %48'dir). Birçok istasyonda ise %40'a yakındır (Dursunbey, Keles, Kütahya ve Senirkent). Gediz'de de yağışın %40'ı kış mevsiminde düşmektedir. En fazla yağışın ilkbaharda düştüğü yerler ise daha azdır. Afyonkarahisar, Bolvadin, Dinar ve Emirdağ'da ilkbahar yağışlarının oranı kış yağışları oranında biraz daha fazladır.

Yaz mevsimi en az yağış alan mevsimdir. Ancak yaz yağışı bakımından istasyonlar arasındaki farklılık dikkat çekicidir. Bazı istasyonlarda yaz yağışı oranı diğerlerine nazaran çok daha yüksektir. Afyonkarahisar, Bolvadin ve Emirdağ istasyonlarında yaz yağışı oranı %15'i geçer (Şekil 35). Kütahya (%12) ve Tavşanlı'da (%14) da %10'un üzerine çıkar. Bu özellik İç Batı Anadolu eşiğinde, artık belirgin bir yaz kuraklığının olmadığını da (yani Akdeniz ikliminin yağış rejimi özelliğinin büyük oranda ortadan kalktığını) göstermektedir. Bu alanlar yarınemli ve nemli ortamların göstergeleri olan nemcil bitkilere yetişme olanağı sağlar. Bu toplulukların başlıca elemanları fındık (*Corylus avellana*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), üvez (*Sorbus torminalis*, *S. umbellata*), ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos*), kartopu (*Viburnum lantana*), yabani erik (*Prunus divaricata*, *P. spinosa*), sumak (*Rhus cotinus*), Kafkas hanımeli (*Lonicera caucasica* subsp. *orientalis*), kızılçık (*Cornus mas*, *C. sanguinea*) ve dişbudak (*Fraxinus ornus*, *F. angustifolia*)'dır (Günel, 2003).

İç Batı Anadolu Bölümünde sonbahar yağışı oranı genellikle %20 ve biraz üzerindedir (Şekil 13). Sonbahar yağışlarının en fazla olduğu istasyonlar Demirci ve Gediz'dir. Bu istasyonlarda sonbahar yağışı oranı %24'dür.



Şekil 13. İç Batı Anadolu Bölümü'nde yağışın mevsimlere dağılışı.

Yıllık yağış değerinin %40'dan fazlasının kış mevsiminde düştüğü ve yaz yağış oranlarının az olduğu sahalarda (Demirci, Uşak, Gediz) hakim bitki örtüsünü kurakçıl karakterde ormanlar oluşturur. Yükseltinin az olduğu bu alanlarda bazı maki elemanları, kızılçam ve meşeler, yükseltinin fazla olduğu yerlerde ise karaçam ve ardıçlar yayılış gösterir. Dağlık sahaların yüksek yağışa sahip kesimlerinde ise nemcil türlerin oluşturduğu nemli ve yarınemli ormanların ortaya çıktığı görülür (Günel, 2003).

İç Batı Anadolu Bölümünün yağış miktarlarına ve yağışın mevsimlere dağılışına bakıldığında, araştırma sahasının güneyinde Akdeniz yağış rejiminin etkisi doğusunda İç Anadolu karasal geçiş tipi ve güneydoğusunda ise Akdeniz İç Anadolu geçiş tipi olduğu görülür (Erinç, 1957; Koçman 1993a).

### **1.2.3. Sağanak Yağış**

İç Batı Anadolu Bölümünde yağışların karakteri de incelenmiştir. Yağış miktarı kadar yağışın karakteri de önem taşımaktadır. Bitkilerin büyük ölçüde faydalanabildikleri günlük yağışların 25 mm'nin altındaki normal yağışlar olduğu kabul edilirse, çalışma sahasının bu açıdan uygun koşullara sahip olduğu görülmektedir (Yamanlar, 1956; Dönmez, 1979; Avcı, 1998; Günel, 2003).

İç Batı Anadolu Bölümü'nde günlük yağış değerlerinin %95'i hep 25 mm'nin altındaki yağışlardan oluşur. 25-50 mm arasında kaydedilen yağışların payı da oldukça azdır. Simav, Keles, Demirci, Denizli, Güney ve Senirkent gibi istasyonlarda bu oran bile %5'in altındadır. 50-100 mm arasındaki yağışların oranı ise Simav dışında tüm istasyonlarda %1'in altındadır (Çizelge 9).



**Çizelge 9.** İç Batı Anadolu Bölümü'nde yağışın karakteri.

|                | 25 mm.'den az | 25-50 mm. | 50-100 mm. | 100 mm.'den çok |
|----------------|---------------|-----------|------------|-----------------|
| Kütahya        | %98.2         | %1.7      | %0.1       | %0.01           |
| Simav          | %93.4         | %5.3      | %1.3       | %0.03           |
| Tavşanlı       | %98.4         | %1.5      | %0.1       | %0.02           |
| Gediz          | %97.5         | %2.3      | %0.2       |                 |
| Afyonkarahisar | %98.9         | %1.1      | %0.0       |                 |
| Dinar          | %98.7         | %1.2      | %0.1       |                 |
| Emirdağ        | %99.0         | %1.0      | %0.1       |                 |
| Bolvadin       | %98.9         | %1.0      | %0.0       |                 |
| Denizli        | %96.1         | %3.4      | %0.5       | %0.02           |
| Güney          | %95.6         | %3.8      | %0.6       |                 |
| Uşak           | %97.8         | %2.1      | %0.1       |                 |
| Dursunbey      | %98.1         | %1.8      | %0.1       |                 |
| Keles          | %96.7         | %3.2      | %0.1       | %0.02           |
| Senirkent      | %94.6         | %4.6      | %0.8       | %0.02           |
| Demirci        | %95.9         | %3.9      | %0.3       |                 |

### 1.3. Rüzgar

Rüzgar, sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları ile beraber bitki örtüsü üzerine önemli bir etkisi olan unsurdur. Rüzgarlar şiddetli estiği zaman, dal, yaprak ve sürgünlerin kopmasına yol açarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca, estiği yön ile ilgili olarak ise taşıdığı nem nedeni ile bitki gelişimi üzerinde olumlu yönde de etkiye sahip olabilirler. Rüzgar polen ve tohumların etrafa dağıtılmasına da aracılık eder (Avcı, 1996, 1998; Günel, 2003).

İnceleme sahasında rüzgar durumunu ortaya koymak amacıyla bölüm içerisinde yer alan bazı istasyonların rüzgar verileri değerlendirilmiştir. Rubinstein metoduna göre tespit edilen hakim rüzgar yönleri incelendiğinde, bazı istasyonlarda birden fazla hakim rüzgar yönü olduğu dikkati çeker. Bölümün kuzeyi hariç diğer istasyonların yıllık hakim rüzgar frekansları %50'nin altındadır (Keles %56.3).

İnceleme sahasında mevsimler arasında hakim rüzgar yönleri ve frekansları bakımından farklılıklar vardır (Şekil 14-17). Sahada kış aylarında hem kuzey hem de güneyden gelen farklı hava kütleleri etkilidir. İstasyonların bulunduğu sahanın topografik özelliklerine bağlı olarak rüzgarın yönünde yöresel farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kışın rüzgarlar bölümde yer alan istasyonlarda çoğunlukla kuzeyden eser. Bölümün kuzeyinde (Keles) rüzgarlar N 50.3°E'den %54.9 frekansla eser. Dursunbey (%49.9 frekansla N 19.4°E), Dinar (%37.4 frekansla N 64.7°W) ve Uşak'ta (%34.6 frekansla N 63.0°E) rüzgarlar Keles'e benzer şekilde kuzeyden eser. Buna karşılık Senirkent (%44.2 frekansla S 72.4°E), Denizli (%39.9 frekansla S 65.9°W), Demirci (%40.8 frekansla S 40.0°E) ve Emirdağ'da (%43.4 frekansla S 33.9°W) esen rüzgarlar ise güney sektörlü rüzgarlardır. Ayrıca, Bolvadin, Gediz, Güney, Kütahya, Tavşanlı, Afyonkarahisar ve Simav'da ise iki hakim rüzgar yönü belirir. Birinci dereceden hakim rüzgarların kuzeyden estiği Tavşanlı (%50.8 frekansla N 83.7°E; %25.1 frekansla S 71.9°W), Gediz (%49.4 frekansla N 15.7°W; %25.8 frekansla S 7.4°W), Bolvadin (%40.9 frekansla N 40.0°W; %28.3 frekansla S 56.7°E), Güney (%45.9 frekansla N 14.2°W; %27.5 frekansla S 15.6°W) ve Kütahya'da (%28.9 frekansla N 58.9°W; %28.3 frekansla S 58.2°E) ikinci dereceden hakim rüzgarlar güney sektörlüdür. Afyonkarahisar (%40.7 frekansla S 27.9°E; %27.0 frekansla N 30.3°W) ve Simav'da (%41.7 frekansla S 89.1°E; %34.8 frekansla N 8.2°W) ise birinci dereceden hakim rüzgar yönü güney sektörlüyken, ikinci dereceden hakim rüzgarlar ise kuzey sektörlüdür (Şekil 14).

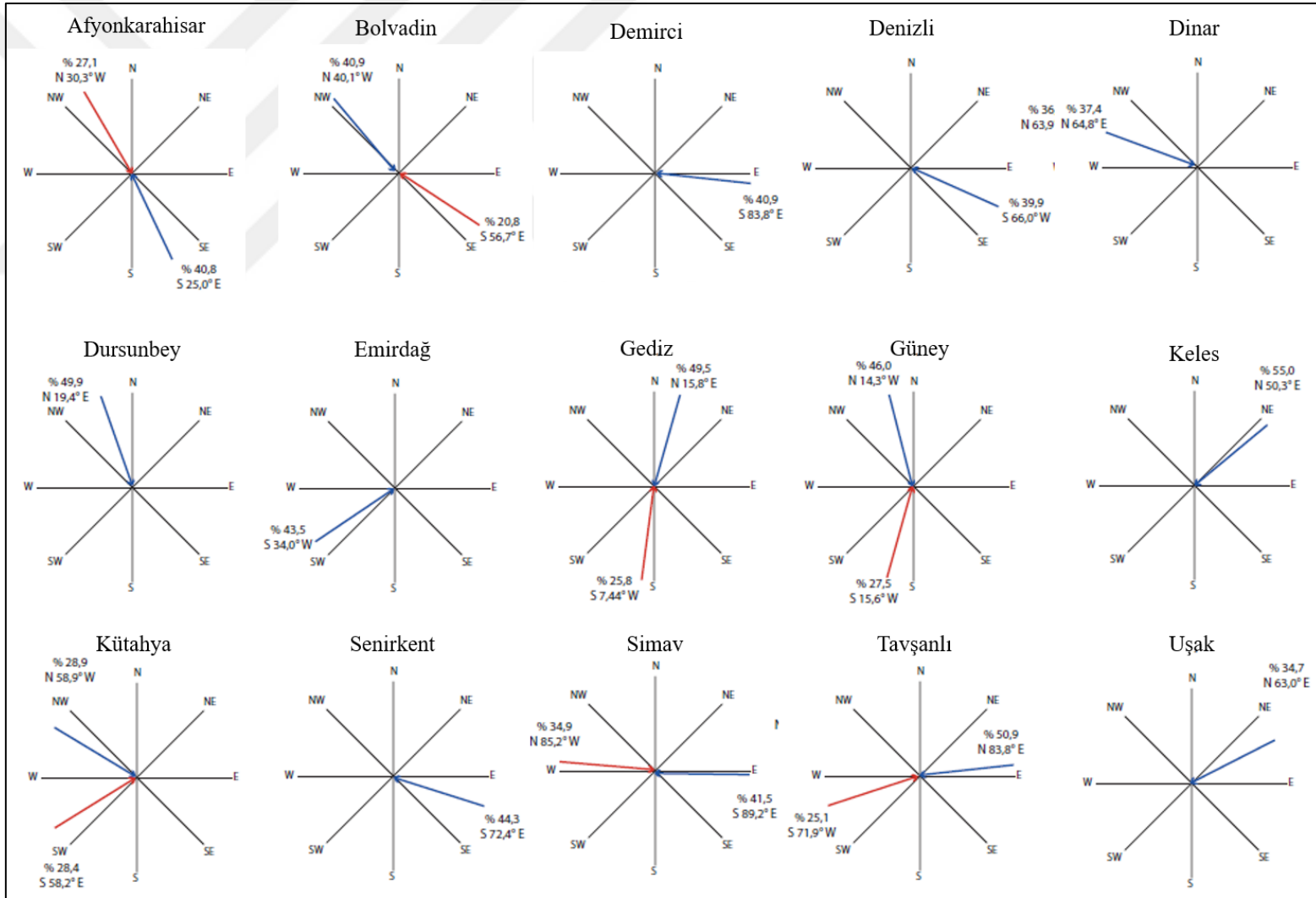
İlkbaharda kuzeyden esen rüzgarların hakimiyeti söz konusudur. Afyonkarahisar, Bolvadin, Kütahya, Denizli, Güney, Simav ve Uşak'ta esen rüzgarların hakim yönü kuzeybatı sektörlüdür. Bölümün kuzeyinde yer alan Keles istasyonu ile Gediz'de hakim rüzgar yönü ise kuzeydoğu iken, Demirci, Dinar, Dursunbey, Emirdağ, Senirkent ve Tavşanlı'da güney sektörlüdür (Şekil 15).

İç Batı Anadolu Bölümü'nde yaz mevsiminde tekdüze bir atmosfer dolaşımının etkili olması nedeniyle kuzey sektörlü rüzgarlar hakimdir. Bunun nedeni Temmuz'da, Anadolu üzerinde alçak basınç şartlarının egemen olması ve kuzeybatı Avrupa'dan, Basra alçak basınç merkezine doğru genel bir hava dolaşımının

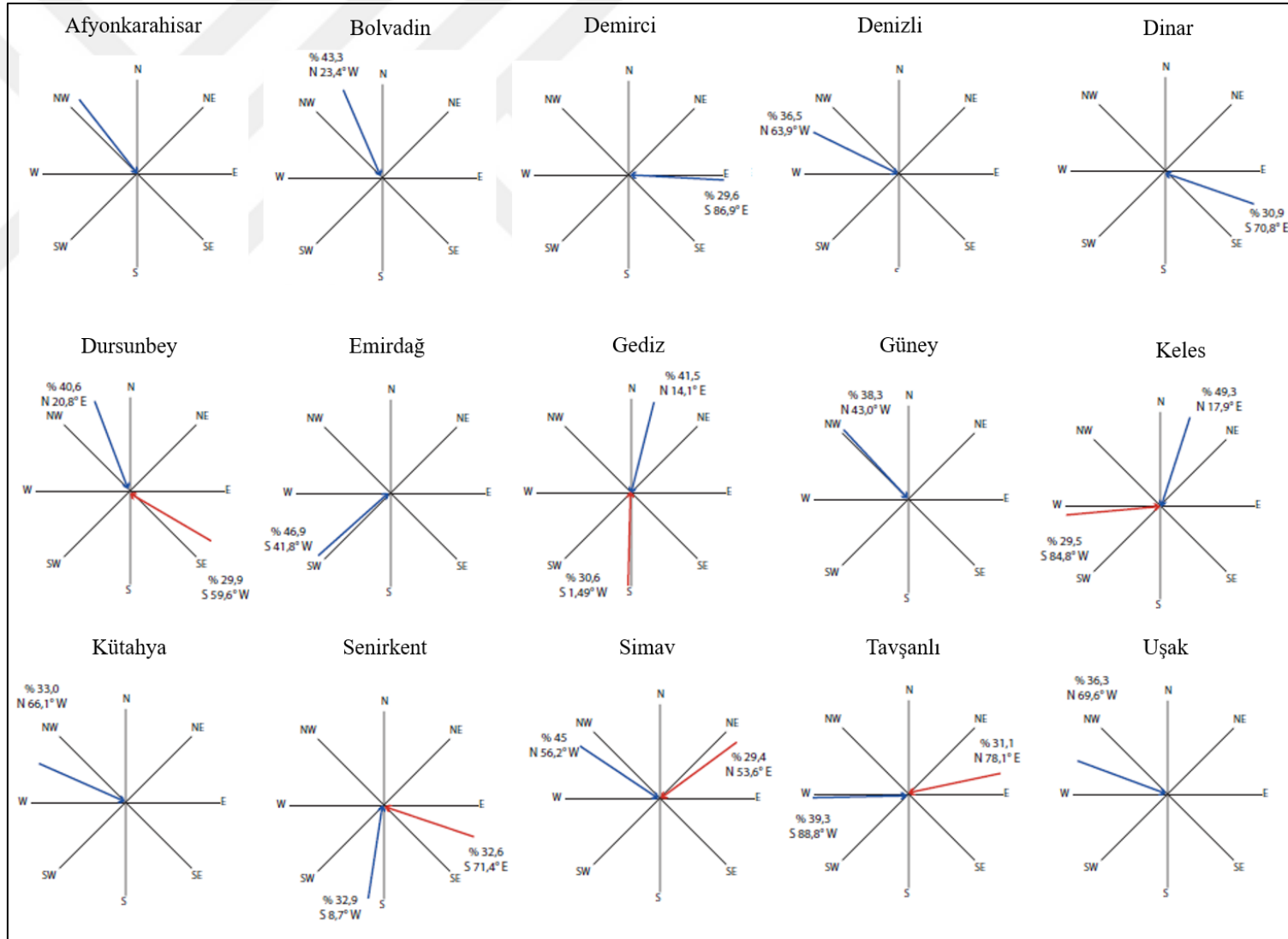
olmasıdır (Erinç, 1957). Yazın Afyonkarahisar'da esen rüzgarların %54'ü N 29.3°W'den, Bolvadin'de esen rüzgarların %51'i N 15.8°W'den, Demirci'de esen rüzgarların %43'ü N 13.7°W'den, Denizli'de esen rüzgarların %53'ü N 55.4°W'den, Emirdağ'da esen rüzgarların %37'ü N 38.9°W'den, Güney'de esen rüzgarların %53'ü N 34.0°W'den, Kütahya'da esen rüzgarların %42'si N 26.4°W'den, Simav'da esen rüzgarların %59'u N 81.0°W'den ve Uşak'ta esen rüzgarların %39'u N 45.7°W'den esmektedir. Dinar'da esen rüzgarların %51'i 26.7°E'den, Dursunbey'de esen rüzgarların %52'si N 1.2°E'den, Dinar'da esen rüzgarların %51'i 26.7°E'den, Dursunbey'de esen rüzgarların %52'si N 1.2°E'den, Gediz'de esen rüzgarların %59'u N 9.4°E'den, Keles'te esen rüzgarların %61'i N 37.7°E'den, Senirkent'te esen rüzgarların %42.3'ü N 74.2°E'den esmektedir. Tavşanlı'da ise iki hakim rüzgar belirir (%33.9 frekansla N 85.9°W ve %31.4 frekansla S 74.1°E; Şekil 16).

İnceleme sahasında rüzgarların en kararlı olduğu mevsim sonbahardır. Sonbaharda da Emirdağ ve Senirkent hariç bölüm genelinde kuzey sektörlü rüzgarlar hakimdir (Afyonkarahisar %37.9 N 22.4°W, Kütahya %33.0 N 89.2°W, Dursunbey %49.5 N 17.2°E, Emirdağ %41.6 S 42.6°W'den, Bolvadin %48.6 N 33.1°W, Demirci %34.5 N 40.0°E, Denizli %39.2 N 86.0°W, Dinar %39.6 N 51.2°E, Gediz %51.9 N 6.7°E, Güney %49 N 22.4°W, Keles %60.4 N 42.2°E, Simav %42.1 N 57.3°W, Tavşanlı %41.7 N 87.2°E, Uşak %40.2 N 51.9°W; Şekil 17).

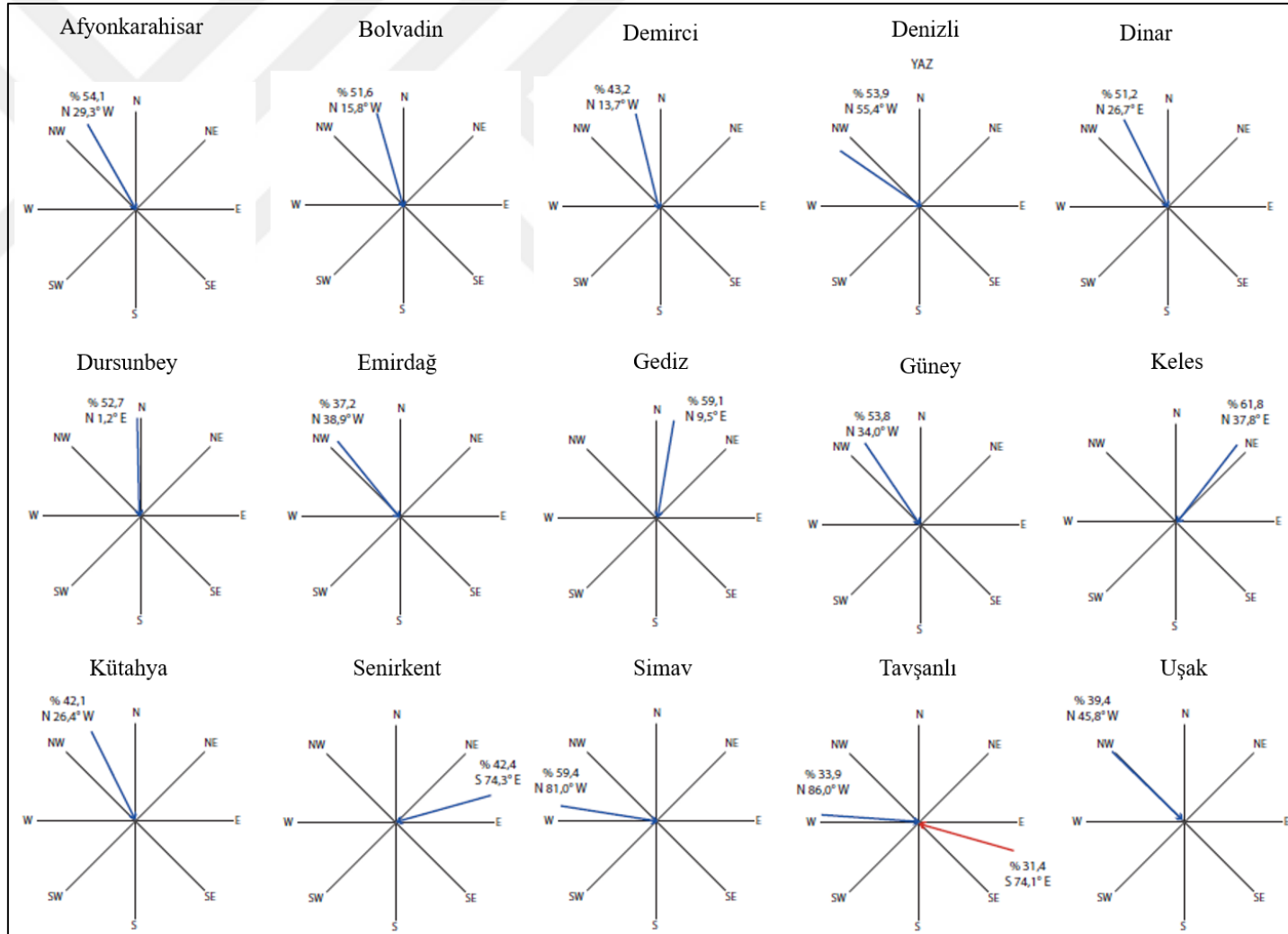
Yağışın az olduğu kurak devrelerde, nemli yerlerden gelen rüzgarların yağış getirip kuraklığı azaltarak, bunun yanı sıra kurak ortamlardan gelen rüzgarların ise buharlaşmayı arttırarak bitki gelişimi üzerine olumlu veya olumsuz etkisi olabilir (Avcı, 1996). Bölümde kuzey ve batıdan esen ve nem taşıyan rüzgarlar, bitki gelişimini olumlu etkiler. Özellikle rüzgarların kuzeyden estiği sahalarda nemcil türlerin ortaya çıkması, nemli ve yarınemli ormanların gelişmesine olanak verir. Bunun yanı sıra Murat Dağı gibi yüksek kesimlerin özellikle orman sınırı yakınlarında esen şiddetli rüzgarlar ağaçların boylarının kısılmasına, gövdelerinin, dallarının çıplaklaşmasına, çalı formuna dönmesine neden olur (Günel, 2003).



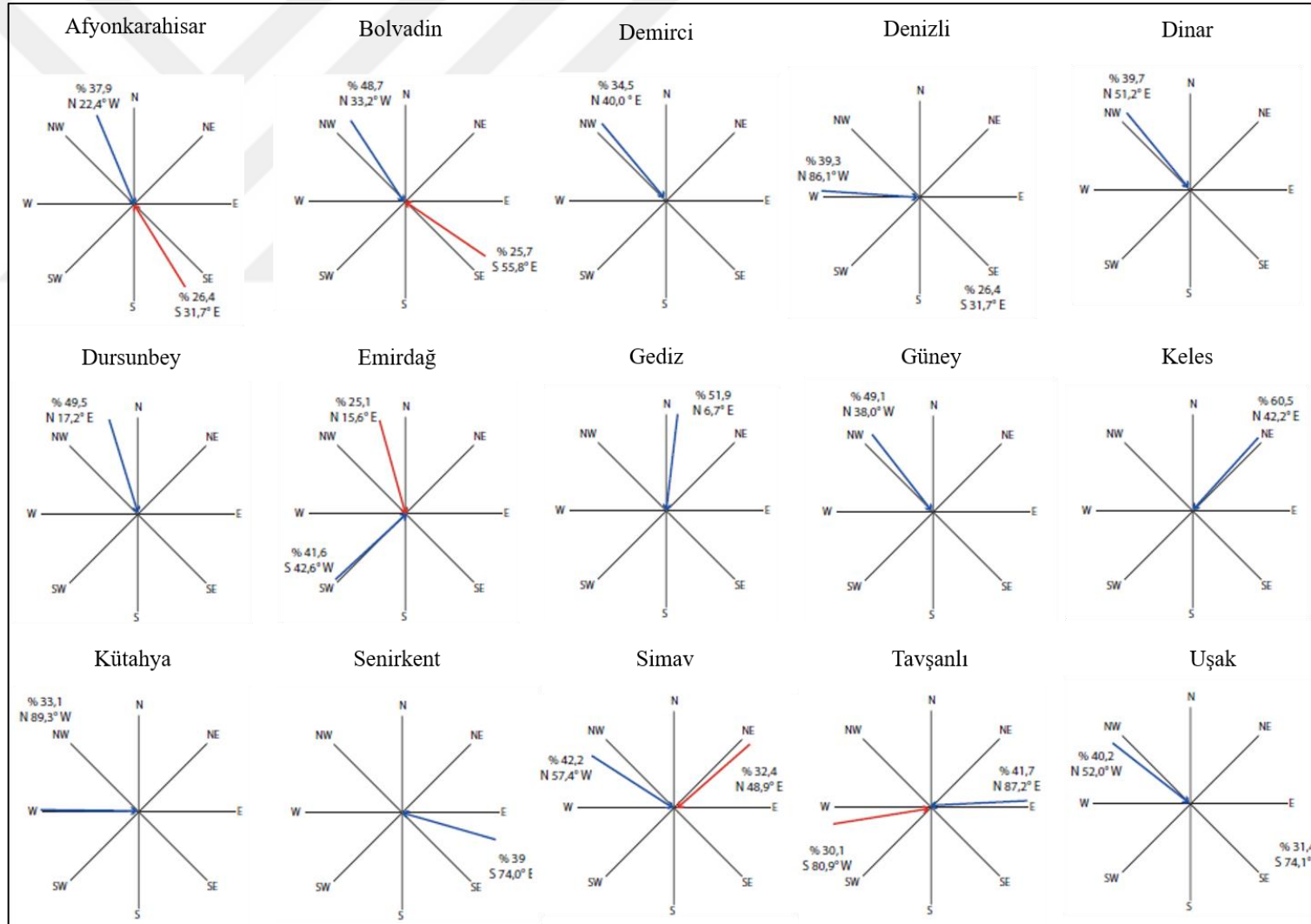
**Şekil 14.** Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde kış aylarında rüzgar yönleri



**Şekil 15.** Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde ilkbahar aylarında rüzgar yönleri



Şekil 16. Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde yaz aylarında rüzgar yönleri



Şekil 17. Rubinstein Formülüne Göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde sonbahar aylarında Rüzgar Yönleri.

#### **1.4. İç Batı Anadolu Bölümü'ndeki istasyonların kuraklık analizleri ve iklim tipleri**

Aylık ve yıllık sıcaklık miktarları, yıllık yağış miktarları ve yağışın yıl içindeki dağılışı değerlerine göre inceleme sahasında yer alan istasyonların kuraklık analizi de Martonne ve Erinç metotlarına göre değerlendirilmiştir.

de Martonne'un iklim gruplandırması sıcaklık ve yağış parametreleri dikkate alınarak yapılmıştır. de Martonne'a göre bu etmenler içinde en önemlisi sıcaklıktır. Yıllık ortalama sıcaklıkların yanı sıra Temmuz ve Ocak ayı ortalamaları ve bunlar arasındaki sıcaklık farkı, sıcak ve soğuk devrelerin devamı da göz önünde bulundurulmuştur. Sıcaklıktan sonra gelen önemli etmen ise yağıştır. Yıllık yağış miktarı, nemli ve kurak iklimleri ayırmaya olanak verir. Kuraklık yalnızca yağış miktarına değil, aynı zamanda buharlaşmaya yani sıcaklığa da bağlıdır. Aylık ortalama yağış miktarı, kurak devreleri olan iklimlerin ayırt edilmesine yardımcı olur. de Martonne kurak ve nemli iklimlerin ayırt edilmesi amacıyla geliştirdiği 1923 yılındaki yıllık kuraklık indis formülünde 1942 yılında Gottman ile birlikte bazı değişiklikler yapmıştır. Bu yeni formülde yıllık ortalama sıcaklık ile yıllık yağış tutarı arasındaki ilişki dışında en kurak ayın sıcaklığı da dikkate alınmıştır (Dönmez, 1990).

de Martonne yıllık kuraklık indis formülüne göre (1942) bölümün kuzeyinde yer alan Keles (nemli saha) hariç sahada yer alan istasyonların tamamı yarı kurak - nemli sahaları temsil eder (Çizelge 10-11).

de Martonne'in aylık kuraklık indis formülünün (1923; 1923'deki formüle göre indis değerleri. İndis 10'dan küçük - çöl (kurak); 10-20 - yarıkurak; 20-30 - Yarıkurak -nemli arası; 30'dan büyük nemli iklimlerdir) sahadaki istasyonlara uygulanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar ise şöyledir. İncelenen istasyonlarda kurak geçen dönem, Keles ve Kütahya'da 2 ay (Temmuz - Ağustos), Uşak, Afyonkarahisar, Dursunbey, Tavşanlı, Simav, Emirdağ, Bolvadin, Dinar ve Senirkent'te 3 ay (Temmuz - Eylül), Denizli, Demirci, Gediz ve Güney'de ise 4 ay (Haziran-Eylül) sürer (Çizelge 10-11).



Karasal bölgelerde yağış miktarları ile ortalama sıcaklıkların doğrudan oranlanması gerçekte olduğundan daha nemli bir durum ortaya çıkarabilir. Ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklık esas alınarak belirlenen indis (I) değerlerine göre iklim gruplandırılması yapılabilir (Kurak  $I < 8$ ; Yarı kurak  $8 < I < 23$ ; Yarı nemli  $23 < I < 40$ ; Nemli  $40 < I < 55$ ; Çok nemli  $I > 55$ ; Erinç, 1965).

Ortalama maksimum sıcaklıkların da dikkate alındığı Erinç'in yağış etkinlik indis formülüne göre çalışılan istasyonların büyük kısmı yarı nemlidir (Kütahya, Uşak, Afyon, Denizli, Dursunbey, Tavşanlı, Demirci, Gediz, Güney ve Senirkent). Bazı istasyonlar ise nemli (Keles ve Simav) iken bazıları da yarıkuraktır (Emirdağ, Bolvadin ve Dinar; Çizelge 12-13).

Erinç'in yağış etkinlik indis formülünün yukarıda belirtilen istasyonlar için aylara uygulanmasıyla Keles, Kütahya, Afyonkarahisar, Emirdağ ve Bolvadin'de 3 ay (Temmuz-Eylül) kurak-tam kurak ay olarak belirginleşmektedir. Diğer istasyonlarda ise bu dönem 4 ay (Haziran-Eylül) sürer. Tüm istasyonlar için diğer aylar yarı kurak, yarı nemli, nemli ve çok nemli aylardır. Özellikle bütün istasyonlarda Aralık- Mart arasındaki dönem nemli-çok nemlidir (sadece Emirdağ ve Bolvadin'de Mart ayı yarı nemli olmakla beraber bu ayın indis değeri de nemliye çok yakındır; Emirdağ'da 37,7; Bolvadin'de 36,3). Vejetasyon döneminin büyük çoğunlukla başladığı ay olan Nisan ayı 5 istasyonda çok nemli-nemli iken (Kütahya, Uşak, Keles, Simav ve Senirkent) 10 istasyonda yarı nemli aydır (Afyonkarahisar, Bolvadin, Denizli, Dinar, Dursunbey, Demirci, Emirdağ, Gediz, Güney ve Tavşanlı). Yarı nemli kategorisine giren istasyonlarından Demirci ve Dursunbey'de indis değerleri yine nemli kategorisine oldukça yakın değerlerdir (Demirci 38,4; Dursunbey 38,9). Mayıs ayı ise 8 istasyonda yarı nemli (Kütahya, Uşak, Afyonkarahisar, Keles, Simav, Emirdağ, Dinar ve Senirkent), 7 istasyonda da yarı kurak aydır (Denizli, Dursunbey, Tavşanlı, Demirci, Gediz, Bolvadin ve Güney). Ancak yarı kurak olan istasyonlardan Dursunbey, Tavşanlı, Demirci ve Bolvadin'in indis değerleri yarı nemliye oldukça yakındır (Çizelge 12-13). Bu durum yetiştirme devresinin başında bitkiler açısından nem sıkıntısının olmadığını da ifade etmektedir.

Thornthwaite'in iklim sınıflandırması, yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkilere dayanır. Thornthwaite'e göre yağışın evapotranspirasyondan sürekli fazla olduğu yerlerde toprak doymuş halde olup bu yerde bir su fazlalığı vardır ve bu yerin iklimi nemlidir. Aksine, yağışların evapotranspirasyondan daima az olduğu yerlerde ise toprakta su birikmemekte ve bu durumda ise toprak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu verememektedir. Böyle alanlarda su eksikliği vardır ve bu yerin iklimi kuraktır. Thornthwaite'in sınıflandırmasındaki iklim tipleri bu iki ekstrem arasında geçer. Thornthwaite öncelikle iklimleri yağışla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanarak, nemli iklim ve kurak iklim olarak iki grupta toplamış; nemli iklimleri nemlilik derecelerine göre 6 farklı iklim tipine, kurak iklimleri de kuraklık derecelerine göre 3 farklı iklim tipine ayırmıştır (Dönmez, 1990).

Thornthwaite metodunun sahadaki istasyonlara uygulanması sonucunda Keles ve Simav B1 harfi ile ifade edilen nemli iklim tipine, Kütahya ve Senirkent C2 harfi ile ifade edilen yarı nemli iklim tipine, Afyonkarahisar, Dursunbey, Tavşanlı, Gediz, Güney, Demirci, Uşak ve Denizli C1 harfi ile ifade edilen kurak- az nemli iklim tipine, Emirdağ, Bolvadin ve Dinar ise D harfi ile ifade edilen yarı kurak iklim tipine girer (Çizelge 14).

İç Batı Anadolu Bölümünde Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında yağışların potansiyel evapotranspirasyondan fazla olduğu görülür (Çizelge 15-29; Şekil 18-21). Bu aylarda su fazlalığı vardır. Mayıs ayında sıcaklıkların artışı ve yağışların azalmasıyla potansiyel evapotranspirasyonun arttığı dikkati çeker. Demirci istasyonu hariç tüm istasyonların potansiyel evapotranspirasyonunun en fazla olduğu ay Temmuz'dur. Bunu sırasıyla Ağustos ve Haziran ayları izler. Demirci istasyonunun potansiyel evapotranspirasyonu Temmuz (118,3 mm) ve Ağustos (119,7 mm) aylarında hemen hemen aynıdır (Çizelge 15-29; Şekil 18-21).

Bölümün kuzeyinde (Keles) Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında toprakta su noksanlığı söz konusudur. Kuzeyde toplam su noksanı 240,9 mm'dir. Keles'in yıllık su fazlası toplamı ise 304,6 mm'dir. Bölümün diğer sahalarındaki

toprakta su noksanı Haziran ve Ekim ayları arasında belirir. Bölümün doğusunda toplam su noksanı 310 ile 360 mm arasında iken (Afyonkarahisar 316 mm, Bolvadin 356 mm, Emirdağ 342 mm), bu bölgede yıllık su fazlası miktarı ise oldukça azdır (Afyonkarahisar 54 mm, Bolvadin 27 mm, Emirdağ 30 mm). Bölümün batısında ve güneyinde ise topraktaki su noksanı bazı alanlarda 500 mm'yi geçer (Demirci 425 mm, Güney 432 mm, Denizli 516 mm, Simav 324 mm). Bu alanlardaki yıllık su fazlası toplamı, bölümün doğusuna göre daha fazladır (Demirci 163 mm, Güney 164 mm, Denizli 195 mm, Simav 369 mm; (Çizelge 15-29; Şekil 18-21).

Thornthwaite yöntemine göre yarı kurak iklim tipine (D harfi) giren Emirdağ, Bolvadin ve Dinar'ın çizelgeleri incelenirse; bu üç istasyonda da Mayıs ve Haziran aylarındaki yağış eksikliğinin yani potansiyel evapotranspirasyon açığının büyük kısmının topraktaki sudan karşılandığı da dikkati çeker.

**Çizelge 10.** İç Batı Anadolu Bölümü'nde de Martonne formülüne (1923) göre kurak - nemli aylar.

| Meteoroloji İstasyonu | Aylar |       |                   |                   |                   |           |       |       |           |                   |                   |       | YILLIK            |
|-----------------------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------------------|-------------------|-------|-------------------|
|                       | 1     | 2     | 3                 | 4                 | 5                 | 6         | 7     | 8     | 9         | 10                | 11                | 12    |                   |
| Kütahya               | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Yarıkurak | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Uşak                  | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Afyonkarahisar        | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Denizli               | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak         | Kurak     | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Keles                 | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Yarıkurak | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Nemli             |
| Dursunbey             | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak         | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Tavşanlı              | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Demirci               | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak         | Kurak     | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Simav                 | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Gediz                 | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak         | Kurak     | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Emirdağ               | Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Yarıkurak - Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Bolvadin              | Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak         | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Yarıkurak - Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Güney                 | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak         | Kurak     | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Dinar                 | Nemli | Nemli | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak         | Yarıkurak - Nemli | Nemli | Yarıkurak - Nemli |
| Senirkent             | Nemli | Nemli | Nemli             | Nemli             | Yarıkurak - Nemli | Yarıkurak | Kurak | Kurak | Kurak     | Yarıkurak - Nemli | Nemli             | Nemli | Yarıkurak - Nemli |

**Çizelge 11.** İç Batı Anadolu Bölümü'nde de Martonne formülüne (1923) aylık ve yıllık indis değerleri.

| <b>Meteoroloji</b> | <b>Aylar</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           | <b>YILLIK</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| <b>İstasyonu</b>   | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |               |
| Kütahya            | 79,1         | 59,9     | 46,4     | 33,0     | 25,9     | 15,7     | 7,1      | 6,0      | 10,4     | 23,3      | 36,3      | 79,2      | 16,6          |
| Uşak               | 68,9         | 58,9     | 40,7     | 31,9     | 20,9     | 10,4     | 5,8      | 3,5      | 7,0      | 21,0      | 38,2      | 69,2      | 13,7          |
| Afyonkarahisar     | 48,0         | 39,3     | 33,7     | 27,8     | 23,3     | 15,0     | 6,7      | 5,0      | 8,2      | 20,9      | 22,9      | 44,6      | 12,4          |
| Denizli            | 66,8         | 54,6     | 38,3     | 26,8     | 16,9     | 8,5      | 4,4      | 2,8      | 4,9      | 16,1      | 31,8      | 62,0      | 12,3          |
| Keles              | 106,6        | 83,1     | 63,8     | 46,6     | 28,3     | 16,9     | 5,4      | 5,8      | 12,3     | 27,6      | 58,4      | 102,0     | 20,2          |
| Dursunbey          | 63,7         | 51,6     | 39,1     | 31,6     | 18,9     | 10,7     | 3,4      | 3,9      | 8,2      | 21,5      | 38,8      | 64,5      | 13,4          |
| Tavşanlı           | 51,1         | 37,3     | 32,5     | 26,1     | 20,2     | 11,1     | 7,2      | 6,1      | 8,9      | 19,9      | 30,9      | 51,2      | 19,7          |
| Demirci            | 58,6         | 56,0     | 40,2     | 29,2     | 16,5     | 4,9      | 2,4      | 3,1      | 7,0      | 19,2      | 36,8      | 59,7      | 11,8          |
| Simav              | 116,3        | 90,9     | 60,4     | 39,0     | 21,5     | 10,5     | 4,2      | 3,2      | 9,9      | 24,5      | 59,3      | 123,2     | 19,0          |
| Gediz              | 66,3         | 51,5     | 36,7     | 29,4     | 16,2     | 8,3      | 4,4      | 3,6      | 7,2      | 22,2      | 40,9      | 66,9      | 12,9          |
| Emirdağ            | 40,5         | 33,3     | 28,1     | 24,5     | 21,0     | 14,4     | 5,3      | 5,1      | 6,3      | 16,8      | 21,8      | 42,4      | 11,2          |
| Bolvadin           | 38,9         | 33,1     | 26,6     | 24,7     | 19,2     | 13,4     | 4,1      | 4,0      | 5,7      | 17,7      | 24,2      | 40,0      | 10,3          |
| Güney              | 66,2         | 53,9     | 38,8     | 26,0     | 15,6     | 7,8      | 4,2      | 2,5      | 5,7      | 15,5      | 34,8      | 63,6      | 11,9          |
| Dinar              | 41,1         | 34,5     | 31,8     | 29,5     | 20,4     | 11,3     | 5,0      | 3,8      | 5,5      | 17,5      | 25,2      | 40,6      | 11,0          |
| Senirkent          | 78,2         | 66,3     | 47,8     | 36,4     | 23,4     | 12,1     | 5,0      | 3,4      | 6,7      | 23,2      | 45,1      | 85,2      | 15,0          |

**Çizelge 12.** İç Batı Anadolu Bölümü'nde Erinç formülüne (1965) göre kurak - nemli aylar.

| Meteoroloji    | Aylar     |           |            |            |            |            |           |           |           |            |            |           | YILLIK     |
|----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
| İstasyonu      | 1         | 2         | 3          | 4          | 5          | 6          | 7         | 8         | 9         | 10         | 11         | 12        |            |
| Kütahya        | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Uşak           | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Nemli      | Yarı nemli | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı nemli | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Afyonkarahisar | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı nemli | Yarı Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı nemli |
| Denizli        | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı Kurak | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı nemli |
| Keles          | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Çok nemli  | Yarı nemli | Yarı Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Çok nemli  | Çok nemli | Nemli      |
| Dursunbey      | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Tavşanlı       | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı Kurak | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı nemli |
| Demirci        | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Yarı nemli | Yarı Kurak | Tam Kurak  | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Simav          | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Nemli      | Yarı nemli | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Kurak     | Yarı nemli | Çok nemli  | Çok nemli | Nemli      |
| Gediz          | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı nemli | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Emirdağ        | Çok nemli | Çok nemli | Yarı nemli | Yarı nemli | Yarı nemli | Yarı Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı Kurak | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı Kurak |
| Bolvadin       | Çok nemli | Çok nemli | Yarı nemli | Yarı nemli | Yarı Kurak | Yarı Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı Kurak | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı Kurak |
| Güney          | Çok nemli | Çok nemli | Nemli      | Yarı nemli | Yarı Kurak | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı Kurak | Nemli      | Çok nemli | Yarı nemli |
| Dinar          | Çok nemli | Nemli     | Nemli      | Yarı nemli | Yarı nemli | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı Kurak | Yarı nemli | Çok nemli | Yarı Kurak |
| Senirkent      | Çok nemli | Çok nemli | Çok nemli  | Nemli      | Yarı nemli | Kurak      | Tam Kurak | Tam Kurak | Tam Kurak | Yarı nemli | Çok nemli  | Çok nemli | Yarı nemli |

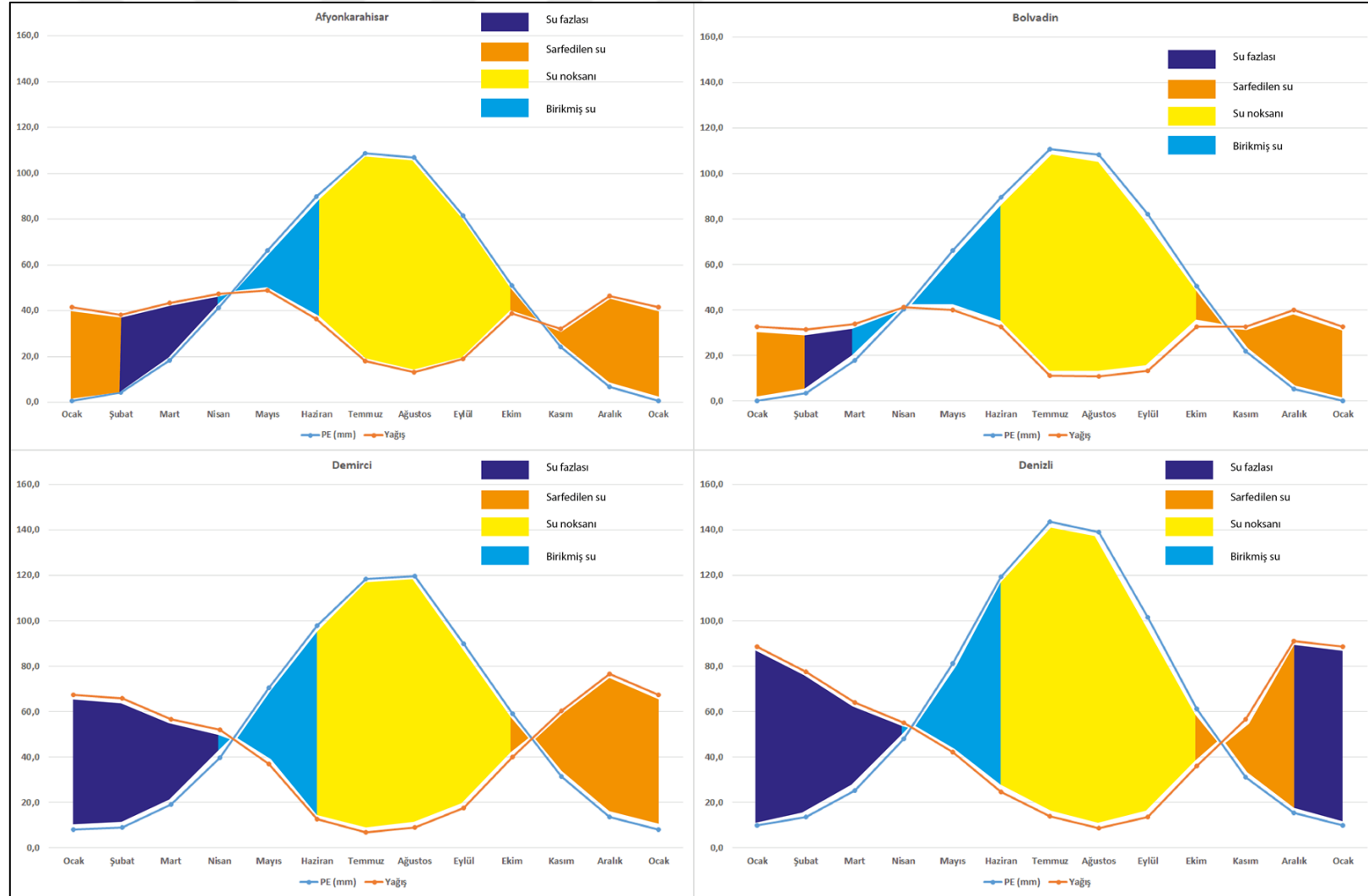
**Çizelge 13.** İç Batı Anadolu Bölümü'nde Erinç formülüne (1965) göre aylık ve yıllık indis değerleri

| <b>Meteoroloji</b> | <b>Aylar</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           | <b>YILLIK</b> |
|--------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| <b>İstasyonu</b>   | <b>1</b>     | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |               |
| Kütahya            | 173,0        | 105,5    | 63,9     | 40,7     | 29,9     | 17,7     | 7,7      | 6,5      | 11,2     | 26,8      | 47,6      | 151,3     | 33,1          |
| Uşak               | 120,3        | 95,3     | 55,3     | 40,2     | 24,8     | 11,9     | 6,4      | 3,8      | 7,8      | 24,2      | 48,8      | 111,7     | 29,2          |
| Afyonkarahisar     | 108,5        | 71,8     | 47,0     | 35,0     | 27,6     | 17,1     | 7,3      | 5,4      | 9,0      | 24,4      | 30,3      | 84,5      | 24,5          |
| Denizli            | 101,1        | 77,4     | 48,7     | 31,9     | 19,2     | 9,5      | 4,8      | 3,0      | 5,4      | 18,2      | 39,3      | 89,4      | 25,5          |
| Keles              | 226,3        | 151,0    | 92,3     | 60,5     | 33,8     | 19,5     | 6,0      | 6,3      | 13,5     | 32,5      | 79,6      | 188,5     | 43,6          |
| Dursunbey          | 114,8        | 81,6     | 52,7     | 38,9     | 21,7     | 12,0     | 3,7      | 4,2      | 8,9      | 25,0      | 51,0      | 107,0     | 28,2          |
| Tavşanlı           | 92,3         | 57,0     | 41,3     | 30,9     | 22,5     | 12,0     | 7,6      | 6,3      | 9,1      | 21,5      | 37,4      | 83,3      | 23,4          |
| Demirci            | 109,3        | 98,7     | 58,6     | 38,4     | 19,9     | 5,7      | 2,7      | 3,4      | 8,1      | 23,9      | 52,1      | 104,5     | 27,1          |
| Simav              | 203,2        | 147,4    | 82,2     | 48,3     | 24,9     | 11,8     | 4,6      | 3,4      | 10,5     | 27,1      | 73,8      | 197,9     | 41,5          |
| Gediz              | 101,5        | 72,6     | 44,7     | 34,0     | 17,8     | 9,0      | 4,7      | 3,8      | 7,4      | 23,8      | 48,1      | 96,9      | 25,2          |
| Emirdağ            | 93,0         | 59,8     | 37,7     | 29,8     | 24,3     | 16,1     | 5,7      | 5,5      | 6,8      | 19,3      | 28,7      | 80,3      | 21,0          |
| Bolvadin           | 87,2         | 58,9     | 36,3     | 30,6     | 22,4     | 15,1     | 4,6      | 4,4      | 6,2      | 20,6      | 31,9      | 76,2      | 20,4          |
| Güney              | 118,4        | 87,2     | 53,2     | 33,1     | 18,3     | 8,9      | 4,7      | 2,8      | 6,4      | 18,4      | 47,3      | 105,9     | 26,1          |
| Dinar              | 68,0         | 52,9     | 41,3     | 35,3     | 23,2     | 12,4     | 5,4      | 4,1      | 5,9      | 19,3      | 30,5      | 61,5      | 21,2          |
| Senirkent          | 145,0        | 109,4    | 65,0     | 45,6     | 27,6     | 13,8     | 5,6      | 3,7      | 7,3      | 26,3      | 57,9      | 143,1     | 32,4          |

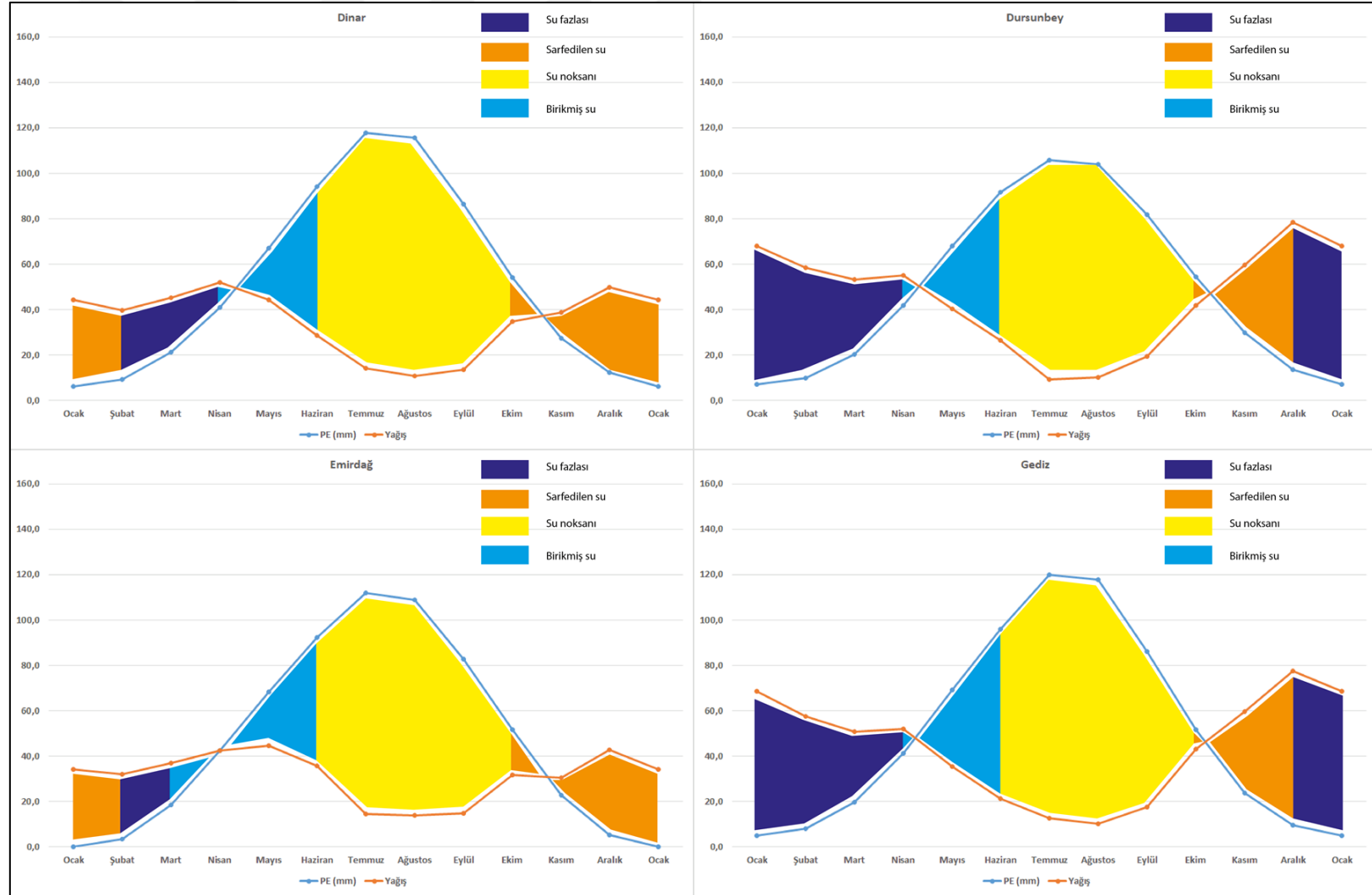
**Çizelge 14.** İç Batı Anadolu Bölümü’nde Thornthwaite formülüne göre kurak - nemli aylar.

| <b>Meteoroloji istasyonu</b> | <b>Thornthwaite iklim tipine göre harflendirme</b> | <b>Harflerin ifadesi</b> |                              |                                              |                        |
|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| Keles                        | B1 B'1 s2 b'3                                      | nemli                    | birinci dereceden mezotermal | Yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı       | denizel şartlara yakın |
| Simav                        | B1 B'1 s2 b'3                                      | nemli                    | birinci dereceden mezotermal | Yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı       | denizel şartlara yakın |
| Afyonkarahisar               | C1 B'1 d b'3                                       | kurak - az nemli         | birinci dereceden mezotermal | su fazlası olmayan veya pek az olan          | denizel şartlara yakın |
| Taşanlı                      | C1 B'1 s b'3                                       | kurak - az nemli         | birinci dereceden mezotermal | kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan | denizel şartlara yakın |
| Dursunbey                    | C1 B'1 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | birinci dereceden mezotermal | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Gediz                        | C1 B'2 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | ikinci dereceden mezotermal  | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Güney                        | C1 B'2 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | ikinci dereceden mezotermal  | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Demirci                      | C1 B'2 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | ikinci dereceden mezotermal  | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Uşak                         | C1 B'2 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | ikinci dereceden mezotermal  | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Denizli                      | C1 B'3 s2 b'3                                      | kurak - az nemli         | üçüncü dereceden mezotermal  | kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan  | denizel şartlara yakın |
| Kütahya                      | C2 B'1 s2 b'3                                      | yarı nemli               | birinci dereceden mezotermal | Yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı       | denizel şartlara yakın |
| Senirkent                    | C2 B'2 s2 b'3                                      | yarı nemli               | ikinci dereceden mezotermal  | Yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı       | denizel şartlara yakın |
| Emirdağ                      | D B'1 d b'3                                        | yarı kurak               | birinci dereceden mezotermal | su fazlası olmayan veya pek az olan          | denizel şartlara yakın |
| Bolvadin                     | D B'1 d b'3                                        | yarı kurak               | birinci dereceden mezotermal | su fazlası olmayan veya pek az olan          | denizel şartlara yakın |
| Dinar                        | D B'2 d b'3                                        | yarı kurak               | ikinci dereceden mezotermal  | su fazlası olmayan veya pek az olan          | denizel şartlara yakın |

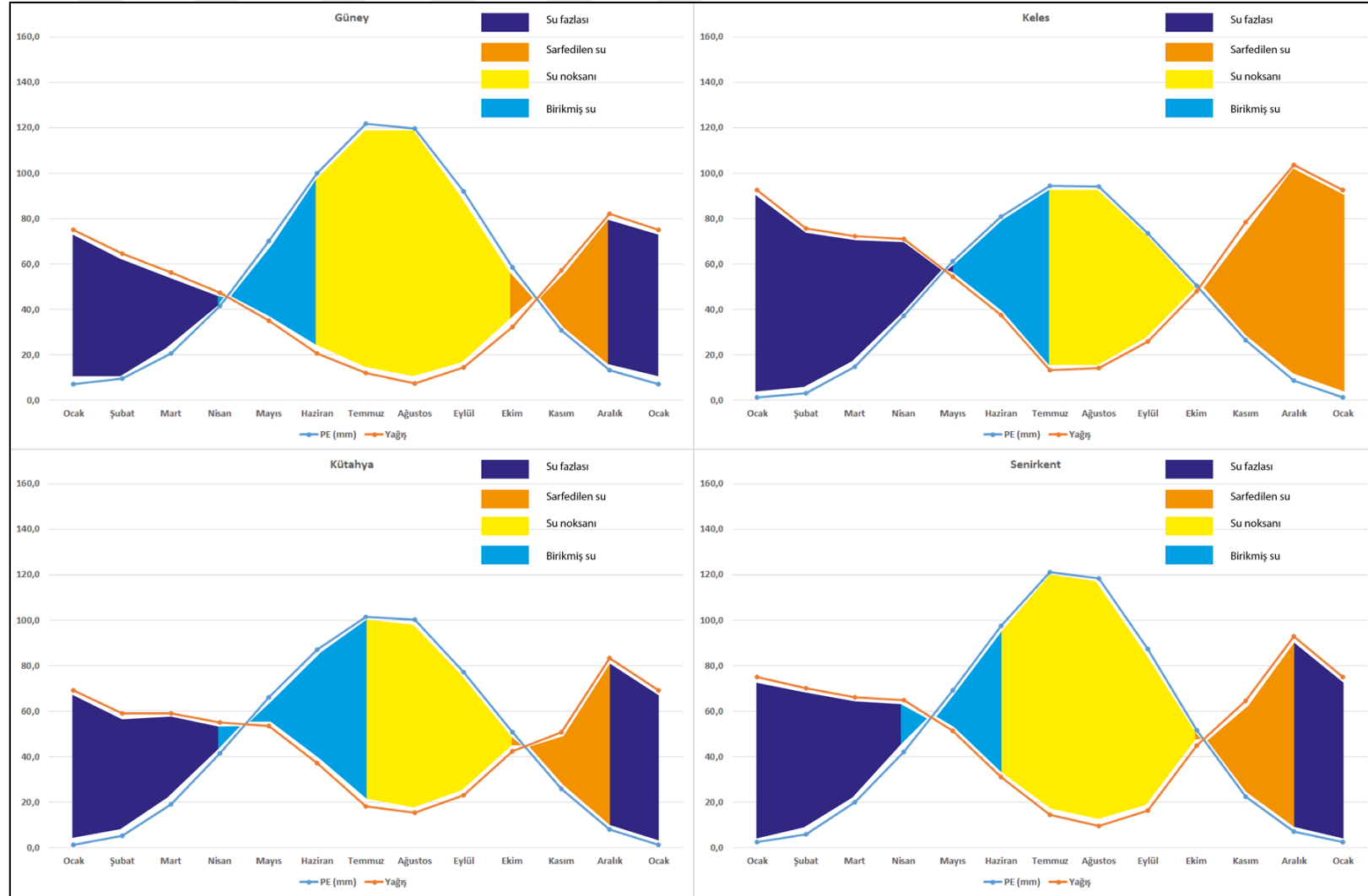




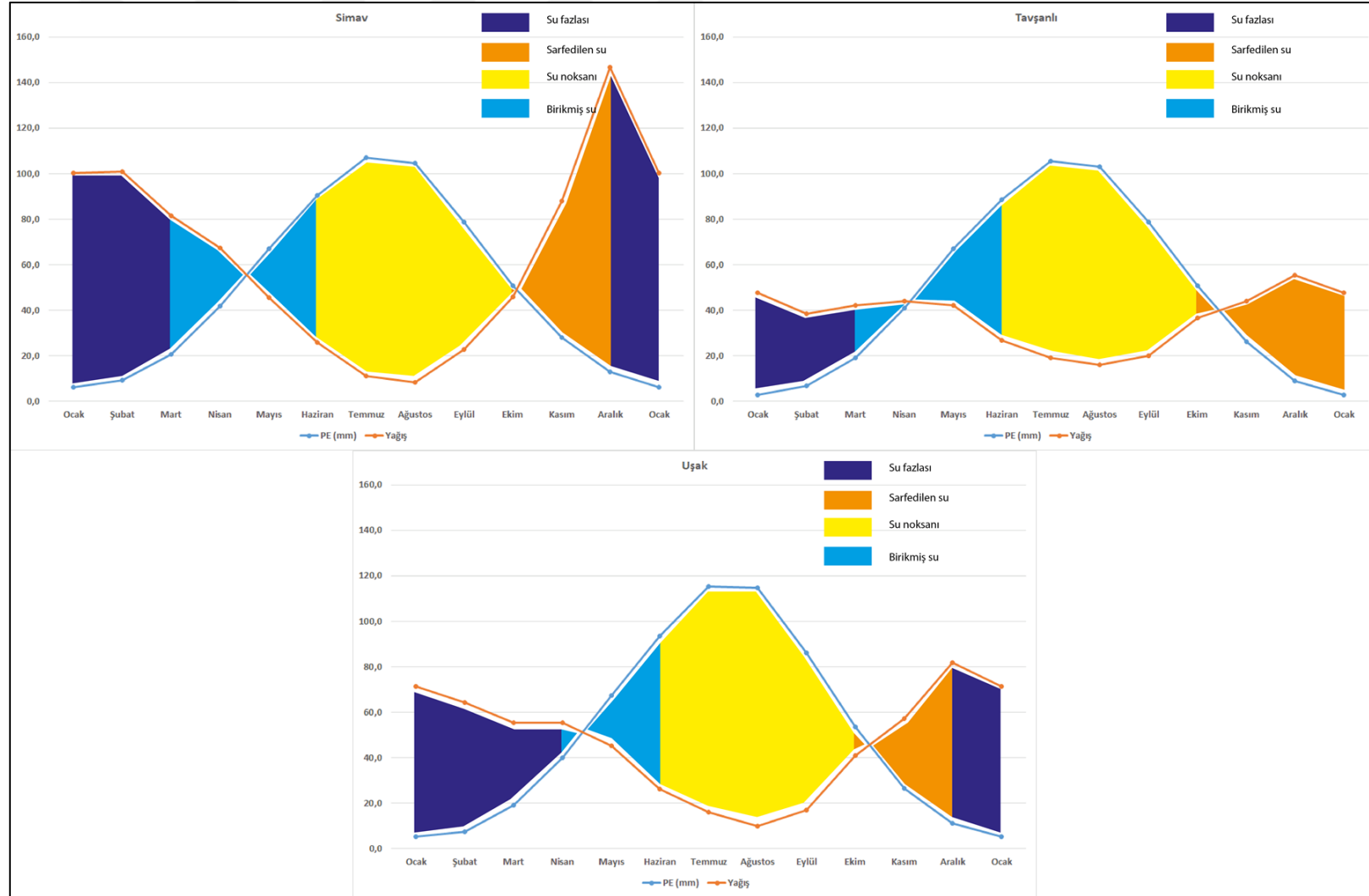
Şekil 18. Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci ve Denizli’de su bilançosu.



Şekil 19. Dinar, Dursunbey, Emirdağ ve Gediz’de su bilançosu.



Şekil 20. Güney, Keles, Kütahya ve Senirkent'te su bilançosu.



Şekil 21. Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta su bilançosu.

**Çizelge 15. Afyonkarahisar’ının Su Bilançosu**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 0.4   | 1.7   | 5.5   | 10.4  | 15.1  | 19.2  | 22.3  | 22.0  | 17.8 | 12.3 | 6.8  | 2.5  | 11.3   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.0   | 0.2   | 1.2   | 3.0   | 5.3   | 7.7   | 9.6   | 9.4   | 6.8  | 3.9  | 1.6  | 0.4  | 49.1   |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 0.7   | 4.2   | 18.5  | 41.4  | 66.4  | 89.9  | 108.7 | 106.9 | 81.7 | 51.2 | 24.2 | 6.8  | 600.4  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.9   | 0.8   | 1.0   | 1.1   | 1.2   | 1.2   | 1.3   | 1.2   | 1.0  | 1.0  | 0.8  | 0.8  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 0.6   | 3.5   | 19.0  | 45.9  | 81.8  | 111.7 | 137.2 | 126.1 | 85.0 | 49.1 | 20.2 | 5.6  | 685.7  |
| Yağış                                     | 41.6  | 38.3  | 43.5  | 47.3  | 48.8  | 36.5  | 18.0  | 13.3  | 18.9 | 38.9 | 32.1 | 46.5 | 423.7  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 41.0  | 6.2   | 0.0   | 0.0   | -33.0 | -67.1 | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 11.9 | 40.9 |        |
| Birikmiş Su                               | 93.8  | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 67.1  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 11.9 | 52.8 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 0.6   | 3.5   | 19.0  | 45.9  | 81.8  | 103.6 | 18.0  | 13.3  | 18.9 | 38.9 | 20.2 | 5.6  | 369.2  |
| Su Noksanı                                | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 8.2   | 119.2 | 112.8 | 66.1 | 10.2 | 0.0  | 0.0  | 316.5  |
| Su Fazlası                                | 0.0   | 28.6  | 24.5  | 1.4   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 54.5   |
| Akış                                      | 0.0   | 14.3  | 26.6  | 12.9  | 0.7   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 54.5   |
| Nemlilik Oranı                            | 72.5  | 10.0  | 1.3   | 0.0   | -0.4  | -0.7  | -0.9  | -0.9  | -0.8 | -0.2 | 0.6  | 7.4  |        |

**Çizelge 16. Bolvadin’in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |      |       |       |       |       |      |      |      |      | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 0.1   | 1.4   | 5.3   | 10.1 | 15.0  | 19.1  | 22.6  | 22.2  | 17.8 | 12.1 | 6.2  | 2.0  | 11.2   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.0   | 0.2   | 1.1   | 2.9  | 5.3   | 7.6   | 9.8   | 9.6   | 6.8  | 3.8  | 1.4  | 0.3  | 48.7   |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 0.1   | 3.3   | 17.8  | 40.1 | 66.1  | 89.6  | 110.7 | 108.2 | 82.0 | 50.4 | 21.7 | 5.2  | 595.2  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.11 | 1.23  | 1.24  | 1.26  | 1.18  | 1.04 | 0.96 | 0.84 | 0.82 |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 0.1   | 2.8   | 18.4  | 44.6 | 81.4  | 111.2 | 139.7 | 127.7 | 85.2 | 48.4 | 18.2 | 4.3  | 681.9  |
| Yağış                                     | 32.7  | 31.4  | 33.9  | 41.3 | 40.0  | 32.5  | 11.2  | 10.7  | 13.1 | 32.6 | 32.7 | 40.0 | 352.1  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 32.6  | 17.2  | 0.0   | -3.3 | -41.4 | -55.4 | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 14.5 | 35.7 |        |
| Birikmiş Su                               | 82.8  | 100.0 | 100.0 | 96.8 | 55.4  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 14.5 | 50.3 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 0.1   | 2.8   | 18.4  | 44.6 | 81.4  | 87.9  | 11.2  | 10.7  | 13.1 | 32.6 | 18.2 | 4.3  | 325.1  |
| Su Noksanı                                | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0   | 23.4  | 128.5 | 117.0 | 72.1 | 15.8 | 0.0  | 0.0  | 356.8  |
| Su Fazlası                                | 0.00  | 11.45 | 15.55 | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.0   |
| Akış                                      | 0.00  | 5.73  | 13.50 | 7.78 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.0   |
| Nemlilik Oranı                            | 320.9 | 10.3  | 0.9   | -0.1 | -0.5  | -0.7  | -0.9  | -0.9  | -0.9 | -0.3 | 0.8  | 8.4  |        |

**Çizelge 17. Demirci'nin su bilançosu**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |      |      |      |       |       |       |       |       |      |      |      | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
|                                           | 1     | 2    | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10   | 11   | 12   |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 3.8   | 4.1  | 6.9  | 11.4 | 16.9  | 21.2  | 24.2  | 24.4  | 20    | 15   | 9.7  | 5.4  | 13.58  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.66  | 0.74 | 1.63 | 3.48 | 6.32  | 8.91  | 10.89 | 11.0  | 8.16  | 5.28 | 2.73 | 1.12 | 60.93  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 8.06  | 9    | 19.1 | 39.7 | 70.28 | 97.65 | 118.3 | 119.7 | 89.7  | 59.1 | 31.4 | 13.4 | 675.6  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84 | 1.03 | 1.11 | 1.23  | 1.24  | 1.26  | 1.18  | 1.04  | 0.96 | 0.84 | 0.82 |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 6.85  | 7.56 | 19.7 | 44.0 | 86.48 | 121.1 | 149.1 | 141.3 | 93.3  | 56.7 | 26.3 | 11   | 763.7  |
| Yağış                                     | 67.4  | 65.8 | 56.6 | 52.1 | 36.9  | 12.7  | 6.8   | 8.8   | 17.5  | 40   | 60.4 | 76.6 | 501.6  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0.37  | 0    | 0    | 0    | -49.5 | -50.4 | 0     | 0     | 0     | 0    | 34.  | 65.6 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100  | 100  | 100  | 50.42 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 34.0 | 99.6 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 6.85  | 7.56 | 19.7 | 44.0 | 86.48 | 63.12 | 6.8   | 8.8   | 17.5  | 40   | 26.3 | 11   | 338.2  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 58.02 | 142.3 | 132.5 | 75.8  | 16.7 | 0    | 0    | 425.4  |
| Su Fazlası                                | 60.1  | 58.2 | 36.8 | 8.03 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 163.3  |
| Akış                                      | 30.0  | 59.2 | 47.5 | 22.4 | 4.02  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 163.3  |
| Nemlilik Oranı                            | 8.84  | 7.7  | 1.87 | 0.18 | -0.57 | -0.9  | -0.95 | -0.94 | -0.81 | -0.3 | 1.29 | 5.96 |        |

**Çizelge 18. Denizli'nin su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |       |        |        |       |       |       |      | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8      | 9     | 10    | 11    | 12   |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 5.9   | 7     | 10.1  | 14.6  | 19.8  | 24.7  | 27.5   | 27     | 22.5  | 16.8  | 11.4  | 7.6  | 16.24  |
| Sıcaklık İndisi                           | 1.28  | 1.66  | 2.9   | 5.07  | 8.03  | 11.23 | 13.21  | 12.85  | 9.75  | 6.26  | 3.48  | 1.88 | 77.61  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 9.94  | 13.3  | 25.2  | 47.8  | 81.2  | 119.1 | 143.5  | 139.0  | 101.3 | 61.0  | 31.1  | 15.4 | 788.3  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.1   | 1.23  | 1.24  | 1.25   | 1.17   | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82 |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 8.45  | 11.2  | 26.0  | 52.7  | 99.8  | 147.7 | 179.8  | 163.0  | 105.  | 58.6  | 26.1  | 12.6 | 891.8  |
| Yağış                                     | 88.5  | 77.4  | 64.1  | 55    | 42    | 24.7  | 13.9   | 8.5    | 13.4  | 36    | 56.7  | 90.9 | 571.1  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -57.8 | -42.1 | 0      | 0      | 0     | 0     | 30.5  | 69.4 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 42.13 | 0     | 0      | 0      | 0     | 0     | 30.52 | 100  |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 8.45  | 11.24 | 26.02 | 52.78 | 99.87 | 66.83 | 13.9   | 8.5    | 13.4  | 36    | 26.1  | 12.6 | 375.8  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 80.92 | 165.91 | 154.55 | 92    | 22.62 | 0     | 0    | 516    |
| Su Fazlası                                | 80.05 | 66.16 | 38.08 | 2.22  | 0     | 0     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 8.77 | 195.2  |
| Akış                                      | 44.41 | 73.11 | 52.12 | 20.15 | 1.11  | 0     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 4.38 | 195.2  |
| Nemlilik Oranı                            | 9.47  | 5.89  | 1.46  | 0.04  | -0.58 | -0.83 | -0.92  | -0.95  | -0.87 | -0.39 | 1.17  | 6.19 |        |

**Çizelge 19. Dinar’ın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7      | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 2.9   | 3.8   | 7     | 11.2  | 16    | 20.4   | 24     | 23.7  | 19.2  | 13.7  | 8.4   | 4.7   | 12.9   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.44  | 0.66  | 1.66  | 3.39  | 5.82  | 8.41   | 10.75  | 10.55 | 7.67  | 4.6   | 2.19  | 0.91  | 57.0   |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 6.25  | 9.1   | 21.26 | 40.84 | 67.03 | 93.94  | 117.73 | 115.6 | 86.35 | 54.03 | 27.39 | 12.23 | 651.8  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.1   | 1.23  | 1.24   | 1.25   | 1.17  | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 5.31  | 7.64  | 21.9  | 44.96 | 82.45 | 116.48 | 147.2  | 135.4 | 89.8  | 51.87 | 23.01 | 10.03 | 736.1  |
| Yağış                                     | 44.2  | 39.7  | 45.1  | 52.1  | 44.3  | 28.5   | 14.1   | 10.8  | 13.4  | 34.6  | 38.6  | 49.7  | 415.1  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 38.89 | 5.84  | 0     | 0     | -38.1 | -61.85 | 0      | 0     | 0     | 0     | 15.59 | 39.67 |        |
| Birikmiş Su                               | 94.16 | 100   | 100   | 100   | 61.85 | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 15.59 | 55.27 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 5.31  | 7.64  | 21.9  | 44.96 | 82.45 | 90.35  | 14.1   | 10.8  | 13.4  | 34.6  | 23.01 | 10.03 | 358.5  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26.13  | 133.1  | 124.6 | 76.4  | 17.27 | 0     | 0     | 377.6  |
| Su Fazlası                                | 0     | 26.21 | 23.2  | 7.14  | 0     | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 56.55  |
| Akış                                      | 0     | 13.11 | 24.71 | 15.17 | 3.57  | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 56.55  |
| Nemlilik Oranı                            | 7.32  | 4.19  | 1.06  | 0.16  | -0.46 | -0.76  | -0.9   | -0.92 | -0.85 | -0.33 | 0.68  | 3.96  |        |

**Çizelge 20. Dursunbey’in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 2.8   | 3.6   | 6.3   | 10.9  | 15.7  | 19.7   | 22    | 21.7  | 18.1  | 13.3  | 8.4   | 4.6   | 12.26  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.42  | 0.61  | 1.42  | 3.25  | 5.65  | 7.97   | 9.42  | 9.23  | 7.01  | 4.4   | 2.19  | 0.88  | 52.46  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 7     | 9.74  | 20.37 | 41.94 | 67.84 | 91.48  | 105.8 | 103.9 | 81.82 | 54.51 | 29.75 | 13.46 | 627.6  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.84  | 0.83  | 1.03  | 1.11  | 1.24  | 1.25   | 1.27  | 1.18  | 1.04  | 0.96  | 0.83  | 0.81  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 5.88  | 8.09  | 20.98 | 46.55 | 84.08 | 114.31 | 134.3 | 122.6 | 85.09 | 52.33 | 24.71 | 10.91 | 709.8  |
| Yağış                                     | 67.9  | 58.5  | 53.1  | 55.1  | 40.4  | 26.5   | 9.1   | 10.3  | 19.3  | 41.8  | 59.5  | 78.5  | 520    |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -43.6 | -56.32 | 0     | 0     | 0     | 0     | 34.79 | 65.21 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 56.32 | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 34.79 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 5.88  | 8.09  | 20.98 | 46.55 | 84.08 | 82.82  | 9.1   | 10.3  | 19.3  | 41.8  | 24.71 | 10.91 | 364.5  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31.49  | 125.2 | 112.3 | 65.79 | 10.53 | 0     | 0     | 345.3  |
| Su Fazlası                                | 62.02 | 50.41 | 32.12 | 8.55  | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2.38  | 155.4  |
| Akış                                      | 32.2  | 56.22 | 41.27 | 20.34 | 4.27  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1.19  | 155.4  |
| Nemlilik Oranı                            | 10.55 | 6.23  | 1.53  | 0.18  | -0.52 | -0.77  | -0.93 | -0.92 | -0.77 | -0.2  | 1.41  | 6.2   |        |

**Çizelge 21. Emirdağ’ın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |        |       |        |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 0.1   | 1.5   | 5.7   | 10.8  | 15.6  | 19.7   | 22.9  | 22.4   | 18.1  | 12.6  | 6.7   | 2.1   | 11.52  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0     | 0.16  | 1.22  | 3.21  | 5.6   | 7.97   | 10.01 | 9.68   | 7.01  | 4.05  | 1.56  | 0.27  | 50.75  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 0.1   | 3.31  | 18.59 | 42.43 | 68.23 | 92.22  | 112.0 | 108.8  | 82.67 | 51.78 | 22.9  | 5.12  | 608.2  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.11  | 1.23  | 1.24   | 1.26  | 1.18   | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 0.09  | 2.78  | 19.15 | 47.1  | 83.92 | 114.36 | 141.1 | 128.4  | 85.97 | 49.71 | 19.24 | 4.2   | 696.1  |
| Yağış                                     | 34.1  | 31.9  | 36.8  | 42.5  | 44.7  | 35.7   | 14.4  | 13.8   | 14.7  | 31.6  | 30.4  | 42.8  | 373.4  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 34.01 | 16.22 | 0     | -4.6  | -39.2 | -56.18 | 0     | 0      | 0     | 0     | 11.16 | 38.6  |        |
| Birikmiş Su                               | 83.78 | 100   | 100   | 95.4  | 56.18 | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 11.16 | 49.76 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 0.09  | 2.78  | 19.15 | 47.1  | 83.92 | 91.88  | 14.4  | 13.8   | 14.7  | 31.6  | 19.24 | 4.2   | 342.8  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 22.47  | 126.7 | 114.66 | 71.27 | 18.11 | 0     | 0     | 353.2  |
| Su Fazlası                                | 0     | 12.89 | 17.65 | 0     | 0     | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 30.55  |
| Akış                                      | 0     | 6.45  | 15.27 | 8.83  | 0     | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 30.55  |
| Nemlilik Oranı                            | 398.8 | 10.46 | 0.92  | -0.1  | -0.47 | -0.69  | -0.9  | -0.89  | -0.83 | -0.36 | 0.58  | 9.2   |        |

**Çizelge 22. Gediz’in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 2.4   | 3.4   | 6.6   | 11.2  | 16.3   | 20.7   | 24.3  | 24    | 19.1  | 13.2  | 7.5   | 3.9   | 12.72  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.33  | 0.56  | 1.52  | 3.39  | 5.98   | 8.59   | 10.95 | 10.75 | 7.61  | 4.35  | 1.85  | 0.69  | 56.57  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 4.89  | 7.92  | 19.8  | 41.11 | 69.04  | 96.05  | 119.8 | 117.8 | 85.94 | 51.59 | 23.62 | 9.57  | 647.2  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.84  | 0.83  | 1.03  | 1.11  | 1.24   | 1.25   | 1.27  | 1.18  | 1.04  | 0.96  | 0.83  | 0.81  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 4.13  | 6.6   | 20.39 | 45.63 | 85.37  | 119.72 | 151.8 | 139.0 | 89.38 | 49.52 | 19.69 | 7.79  | 739.0  |
| Yağış                                     | 68.5  | 57.5  | 50.7  | 51.9  | 35.5   | 21.3   | 12.7  | 10.2  | 17.4  | 42.9  | 59.7  | 77.5  | 505.8  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -49.87 | -50.13 | 0     | 0     | 0     | 0     | 40.01 | 59.99 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 50.13  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 40.01 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 4.13  | 6.6   | 20.39 | 45.63 | 85.37  | 71.43  | 12.7  | 10.2  | 17.4  | 42.9  | 19.69 | 7.79  | 344.2  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 48.29  | 139.1 | 128.8 | 71.98 | 6.62  | 0     | 0     | 394.8  |
| Su Fazlası                                | 64.37 | 50.9  | 30.31 | 6.27  | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 9.72  | 161.5  |
| Akış                                      | 37.05 | 57.64 | 40.6  | 18.29 | 3.13   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4.86  | 161.5  |
| Nemlilik Oranı                            | 15.59 | 7.71  | 1.49  | 0.14  | -0.58  | -0.82  | -0.92 | -0.93 | -0.81 | -0.13 | 2.03  | 8.95  |        |



**Çizelge 23. Güney'in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 3.6   | 4.4   | 7.4   | 11.9  | 17     | 21.6   | 24.7  | 24.4  | 20.4  | 15    | 9.7   | 5.5   | 13.8   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.61  | 0.82  | 1.81  | 3.72  | 6.38   | 9.16   | 11.23 | 11.02 | 8.41  | 5.28  | 2.73  | 1.16  | 62.32  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 7.13  | 9.58  | 20.61 | 41.49 | 70.17  | 99.85  | 121.6 | 119.4 | 91.79 | 58.35 | 30.7  | 13.31 | 684.1  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.1   | 1.23   | 1.24   | 1.25  | 1.17  | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 6.06  | 8.05  | 21.23 | 45.75 | 86.31  | 123.81 | 152.3 | 140.1 | 95.46 | 56.02 | 25.79 | 10.92 | 771.8  |
| Yağış                                     | 75    | 64.7  | 56.3  | 47.4  | 35     | 20.6   | 12.1  | 7.3   | 14.4  | 32.2  | 57.1  | 82.1  | 504.2  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -51.31 | -48.69 | 0     | 0     | 0     | 0     | 31.31 | 68.69 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 48.69  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 31.31 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 6.06  | 8.05  | 21.23 | 45.75 | 86.31  | 69.29  | 12.1  | 7.3   | 14.4  | 32.2  | 25.79 | 10.92 | 339.3  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 54.52  | 140.2 | 132.8 | 81.06 | 23.82 | 0     | 0     | 432.4  |
| Su Fazlası                                | 68.94 | 56.65 | 35.07 | 1.65  | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 2.49  | 164.8  |
| Akış                                      | 35.72 | 62.8  | 45.86 | 18.36 | 0.83   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1.25  | 164.8  |
| Nemlilik Oranı                            | 11.37 | 7.04  | 1.65  | 0.04  | -0.59  | -0.83  | -0.92 | -0.95 | -0.85 | -0.43 | 1.21  | 6.52  |        |

**Çizelge 24. Keles'in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11   | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 0.4   | 0.9   | 3.6   | 8.3   | 13    | 16.7  | 19.2  | 19.1  | 15.3  | 10.9  | 6.1  | 2.2   | 9.64   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.02  | 0.07  | 0.61  | 2.15  | 4.25  | 6.21  | 7.67  | 7.61  | 5.44  | 3.25  | 1.35 | 0.29  | 38.92  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 1.27  | 3.14  | 14.6  | 37.16 | 61.2  | 80.92 | 94.5  | 93.96 | 73.4  | 50.3  | 26.3 | 8.48  | 545.4  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.8   | 0.83  | 1.03  | 1.11  | 1.25  | 1.26  | 1.27  | 1.19  | 1.04  | 0.96  | 0.82 | 0.8   |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 1.06  | 2.6   | 15.1  | 41.2  | 76.2  | 101.5 | 120.0 | 111.3 | 76.3  | 48.3  | 21.7 | 6.82  | 622.4  |
| Yağış                                     | 92.4  | 75.5  | 72.3  | 71.1  | 54.3  | 37.5  | 13.2  | 14    | 25.9  | 48    | 78.3 | 103.7 | 686.2  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -21.9 | -64.0 | -13.9 | 0     | 0     | 0     | 56.5 | 43.4  |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 78.0  | 13.9  | 0     | 0     | 0     | 0     | 56.5 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 1.06  | 2.6   | 15.11 | 41.25 | 76.2  | 101.5 | 27.1  | 14    | 25.9  | 48    | 21.7 | 6.82  | 381.5  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 92.8  | 97.3  | 50.4  | 0.32  | 0    | 0     | 240.9  |
| Su Fazlası                                | 91.3  | 72.9  | 57.1  | 29.8  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 53.4  | 304.6  |
| Akış                                      | 72.3  | 82.1  | 65.0  | 43.5  | 14.9  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    | 26.71 | 304.6  |
| Nemlilik Oranı                            | 86.02 | 28.01 | 3.79  | 0.72  | -0.29 | -0.63 | -0.89 | -0.87 | -0.66 | -0.01 | 2.6  | 14.19 |        |

**Çizelge 25. Kütahya'nın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 0.5   | 1.8   | 5.3   | 10.0  | 14.7  | 18.4  | 20.9  | 20.7  | 16.7 | 11.8 | 6.8  | 2.6   | 10.9   |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.0   | 0.2   | 1.1   | 2.9   | 5.1   | 7.2   | 8.7   | 8.6   | 6.2  | 3.7  | 1.6  | 0.4   | 45.7   |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 1.1   | 5.2   | 19.2  | 41.5  | 66.2  | 86.9  | 101.4 | 100.3 | 77.3 | 50.7 | 26.0 | 8.1   | 583.6  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.8   | 0.8   | 1.0   | 1.1   | 1.2   | 1.3   | 1.3   | 1.2   | 1.0  | 1.0  | 0.8  | 0.8   |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 0.9   | 4.3   | 19.8  | 46.0  | 81.8  | 108.4 | 128.5 | 118.3 | 80.3 | 48.7 | 21.6 | 6.6   | 665.2  |
| Yağış                                     | 69.2  | 58.9  | 59.1  | 55.0  | 53.4  | 37.1  | 18.2  | 15.4  | 23.2 | 42.4 | 50.8 | 83.2  | 565.9  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | -28.4 | -71.3 | -0.3  | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 29.2 | 70.8  |        |
| Birikmiş Su                               | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 71.6  | 0.3   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 29.2 | 100.0 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 0.9   | 4.3   | 19.8  | 46.0  | 81.8  | 108.4 | 18.5  | 15.4  | 23.2 | 42.4 | 21.6 | 6.6   | 388.9  |
| Su Noksanı                                | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 110.0 | 102.9 | 57.1 | 6.3  | 0.0  | 0.0   | 276.3  |
| Su Fazlası                                | 68.3  | 54.6  | 39.4  | 9.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 5.8   | 177.0  |
| Akış                                      | 37.0  | 61.4  | 47.0  | 24.2  | 4.5   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 2.9   | 177.0  |
| Nemlilik Oranı                            | 74.2  | 12.7  | 2.0   | 0.2   | -0.4  | -0.7  | -0.9  | -0.9  | -0.7 | -0.1 | 1.4  | 11.7  |        |

**Çizelge 26. Senirkent'in su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 1.5   | 2.7   | 6.6   | 11.4  | 16.3   | 20.9   | 24.5  | 24.1  | 19.3  | 13.2  | 7.2   | 3.1   | 12.57  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.16  | 0.39  | 1.52  | 3.48  | 5.98   | 8.72   | 11.09 | 10.82 | 7.73  | 4.35  | 1.74  | 0.48  | 56.47  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 2.57  | 5.78  | 19.84 | 42.18 | 69.09  | 97.37  | 121.2 | 118.5 | 87.24 | 51.64 | 22.37 | 6.99  | 644.8  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.1   | 1.23   | 1.24   | 1.25  | 1.17  | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 2.18  | 4.85  | 20.44 | 46.47 | 84.99  | 120.74 | 151.7 | 138.8 | 90.72 | 49.58 | 18.79 | 5.73  | 735.1  |
| Yağış                                     | 74.9  | 70.2  | 66.1  | 65    | 51.2   | 31.1   | 14.4  | 9.6   | 16.4  | 44.9  | 64.6  | 93    | 601.4  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -33.79 | -66.21 | 0     | 0     | 0     | 0     | 45.81 | 54.19 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 66.21  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 45.81 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 2.18  | 4.85  | 20.44 | 46.47 | 84.99  | 97.31  | 14.4  | 9.6   | 16.4  | 44.9  | 18.79 | 5.73  | 366.0  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 23.42  | 137.3 | 129.2 | 74.32 | 4.68  | 0     | 0     | 369.0  |
| Su Fazlası                                | 72.72 | 65.35 | 45.66 | 18.53 | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 33.07 | 235.3  |
| Akış                                      | 52.89 | 69.03 | 55.5  | 32.1  | 9.26   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 16.54 | 235.3  |
| Nemlilik Oranı                            | 33.31 | 13.46 | 2.23  | 0.4   | -0.4   | -0.74  | -0.91 | -0.93 | -0.82 | -0.09 | 2.44  | 15.22 |        |

**Çizelge 27. Simav’ın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |        |       |        |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8      | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 2.4   | 3.3   | 6.2   | 10.7  | 15.4  | 19.4   | 22.1  | 21.7   | 17.4  | 12.4  | 7.8   | 4.3   | 11.93  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.33  | 0.53  | 1.38  | 3.16  | 5.49  | 7.79   | 9.49  | 9.23   | 6.61  | 3.96  | 1.96  | 0.8   | 50.73  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 6.09  | 9.18  | 20.73 | 41.94 | 67.11 | 90.42  | 106.9 | 104.5  | 78.57 | 50.74 | 27.89 | 12.93 | 617.0  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.11  | 1.23  | 1.24   | 1.26  | 1.18   | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 5.17  | 7.7   | 21.35 | 46.55 | 82.65 | 112.26 | 134.9 | 123.31 | 81.72 | 48.71 | 23.38 | 10.58 | 698.3  |
| Yağış                                     | 100.2 | 100.7 | 81.5  | 67.2  | 45.6  | 25.8   | 11.2  | 8.4    | 22.7  | 45.7  | 87.9  | 146.8 | 743.7  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 0     | 0     | 0     | 0     | -37.0 | -62.95 | 0     | 0      | 0     | 0     | 64.52 | 35.48 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 100   | 62.95 | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 64.52 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 5.17  | 7.7   | 21.35 | 46.55 | 82.65 | 88.75  | 11.2  | 8.4    | 22.7  | 45.7  | 23.38 | 10.58 | 374.1  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 23.51  | 123.7 | 114.9  | 59.02 | 3.01  | 0     | 0     | 324.2  |
| Su Fazlası                                | 95.03 | 93    | 60.15 | 20.65 | 0     | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 100.7 | 369.5  |
| Akış                                      | 97.89 | 94.02 | 76.57 | 40.4  | 10.32 | 0      | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 50.37 | 369.5  |
| Nemlilik Oranı                            | 18.4  | 12.08 | 2.82  | 0.44  | -0.45 | -0.77  | -0.92 | -0.93  | -0.72 | -0.06 | 2.76  | 12.88 |        |

**Çizelge 28. Tavşanlı’nın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                        | Aylar |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                             | 1.2   | 2.4   | 5.5   | 10.2  | 15.1  | 18.9   | 21.7  | 21.3  | 17.2  | 12.1  | 7.1   | 3     | 11.31  |
| Sıcaklık İndisi                           | 0.12  | 0.33  | 1.16  | 2.94  | 5.33  | 7.49   | 9.23  | 8.97  | 6.49  | 3.81  | 1.7   | 0.46  | 48.03  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon             | 2.83  | 6.72  | 18.95 | 41.02 | 66.98 | 88.68  | 105.3 | 102.9 | 78.82 | 50.78 | 26.08 | 8.89  | 598.1  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                  | 0.84  | 0.83  | 1.03  | 1.11  | 1.24  | 1.25   | 1.27  | 1.18  | 1.04  | 0.96  | 0.83  | 0.81  |        |
| Düzenlenmiş Potansiyel Evapotranspirasyon | 2.38  | 5.59  | 19.52 | 45.53 | 82.98 | 110.75 | 133.7 | 121.5 | 81.98 | 48.75 | 21.68 | 7.21  | 681.6  |
| Yağış                                     | 47.7  | 38.5  | 42    | 44    | 42.2  | 26.8   | 19.1  | 15.9  | 20.1  | 36.6  | 44    | 55.5  | 432.4  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi             | 29.39 | 0     | 0     | -1.53 | -40.7 | -57.68 | 0     | 0     | 0     | 0     | 22.32 | 48.29 |        |
| Birikmiş Su                               | 100   | 100   | 100   | 98.47 | 57.68 | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 22.32 | 70.61 |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                 | 2.38  | 5.59  | 19.52 | 45.53 | 82.98 | 84.48  | 19.1  | 15.9  | 20.1  | 36.6  | 21.68 | 7.21  | 361.0  |
| Su Noksanı                                | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26.26  | 114.6 | 105.6 | 61.88 | 12.15 | 0     | 0     | 320.5  |
| Su Fazlası                                | 15.94 | 32.91 | 22.48 | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 71.33  |
| Akış                                      | 7.97  | 24.42 | 27.69 | 11.24 | 0     | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 71.33  |
| Nemlilik Oranı                            | 19.06 | 5.89  | 1.15  | -0.03 | -0.49 | -0.76  | -0.86 | -0.87 | -0.75 | -0.25 | 1.03  | 6.7   |        |

**Çizelge 29. Uşak’ın su bilançosu.**

| Meteorolojik Etmen                           | Aylar |       |       |       |        |        |       |       |       |       |       |       | Yıllık |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                              | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |        |
| Sıcaklık (°C)                                | 2.4   | 3.1   | 6.3   | 10.8  | 15.9   | 20.2   | 23.6  | 23.5  | 19    | 13.4  | 8     | 4.2   | 12.53  |
| Sıcaklık İndisi                              | 0.33  | 0.48  | 1.42  | 3.21  | 5.76   | 8.28   | 10.48 | 10.41 | 7.55  | 4.45  | 2.04  | 0.77  | 55.18  |
| Potansiyel Evapotranspirasyon                | 5.16  | 7.3   | 19.16 | 39.88 | 67.47  | 93.43  | 115.4 | 114.7 | 85.97 | 53.47 | 26.51 | 11.04 | 639.6  |
| Enlem Düzeltme Katsayısı                     | 0.85  | 0.84  | 1.03  | 1.11  | 1.23   | 1.24   | 1.26  | 1.18  | 1.04  | 0.96  | 0.84  | 0.82  |        |
| Düzenlenmiş<br>Potansiyel Evapotranspirasyon | 4.38  | 6.13  | 19.74 | 44.26 | 83.07  | 115.9  | 145.6 | 135.4 | 89.41 | 51.33 | 22.24 | 9.04  | 726.6  |
| Yağış                                        | 71.2  | 64.3  | 55.3  | 55.3  | 45.2   | 26.2   | 16.1  | 9.7   | 17    | 41    | 57.3  | 81.9  | 540.5  |
| Birikmiş Suyun Aylık Değişimi                | 0     | 0     | 0     | 0     | -37.87 | -62.13 | 0     | 0     | 0     | 0     | 35.06 | 64.94 |        |
| Birikmiş Su                                  | 100   | 100   | 100   | 100   | 62.13  | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 35.06 | 100   |        |
| Gerçek Evapotranspirasyon                    | 4.38  | 6.13  | 19.74 | 44.26 | 83.07  | 88.33  | 16.1  | 9.7   | 17    | 41    | 22.24 | 9.04  | 360.9  |
| Su Noksanı                                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 27.64  | 129.5 | 125.7 | 72.41 | 10.33 | 0     | 0     | 365.6  |
| Su Fazlası                                   | 66.82 | 58.17 | 35.56 | 11.04 | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 7.92  | 179.5  |
| Akış                                         | 37.37 | 62.5  | 46.87 | 23.3  | 5.52   | 0      | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3.96  | 179.5  |
| Nemlilik Oranı                               | 15.26 | 9.49  | 1.8   | 0.25  | -0.46  | -0.77  | -0.89 | -0.93 | -0.81 | -0.2  | 1.58  | 8.06  |        |

## İKİNCİ BÖLÜM

### İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜ'NDE VEJETASYON DEVRESİ

Sıcaklık bitki büyümesini etkileyen en önemli değişkenlerden biridir. Fotosentez, solunum, organ gelişimi ve büyümesi, kuru madde üretimi ve dağılımı sıcaklığa bağlıdır (Montheith, 1981; Ng ve Loomis, 1984; MacKerron ve Waister, 1985; van Keulen ve Wolf, 1986; Ewing vd., 1990; Squire, 1995; Mazurczyk vd., 2003). Çevre ortamın sıcaklık değerleri aynı zamanda vejetasyon süresini de belirlediğinden dolayı, bitki gelişimi için oldukça önemlidir.

Vejetasyon süresi için kabul edilen eşik değer günlük ortalama sıcaklık değerine göre değişmektedir. Yapılan bazı çalışmalara göre vejetasyon dönemi günlük ortalama sıcaklık değerinin  $+5.0^{\circ}\text{C}$  ve üzerinde olduğu günler esas alınarak belirlenmektedir (Erinç, 1984; Primault, 1992). Atalay (1994) yapmış olduğu bir çalışmada vejetasyon döneminin ağaçların tomurcuklanmaya başladığı eşik sıcaklık değeri olarak  $+8.0^{\circ}\text{C}$  ve üzerindeki sıcaklık değerlerinin kesintisiz olarak devam ettiği dönemi kapsadığını belirtmiştir. Farklı yapılan bir çalışmada ise vejetasyon döneminin  $+10.0^{\circ}\text{C}$  ve üzerindeki sıcaklıkların esas alındığı dönemi kapsadığı belirtilmektedir (Dönmez, 1985). Daha sonra yapılan çok sayıda bitki coğrafyası çalışmasında  $+8^{\circ}\text{C}$  esas alınmış ve bu değer devamlılığı aranmamıştır. Vejetasyon devresinin süresinin belirlenmesinde  $+8^{\circ}\text{C}$ 'yi esas alan çeşitli çalışmalar örnek verilebilir (Güngördü, 1993; Avcı, 1990; Avcı, 1997; Avcı, 1998).

Trakya'da yapılan bir çalışmada, vejetasyon devresinin belirlenmesinde hem  $+5.0^{\circ}\text{C}$  hem de  $+8.0^{\circ}\text{C}$  ve üzerindeki sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda ortalama vejetasyon süresinin  $+5.0^{\circ}\text{C}$ 'nin  $+8.0^{\circ}\text{C}$ 'ye göre 35 gün kadar farklı olduğu bildirilmiştir (Koç ve İkiel, 2017).

Türkiye'de yapılan birçok vejetasyon döneminin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda yukarıda da belirtildiği gibi günlük ortalama sıcaklık değerlerine bağlı olarak  $+8.0^{\circ}\text{C}$  ve üzeri esas alınmıştır ve uzun süreli sıcaklık

düşüşleri yoksa devamlılık aranmamıştır. Yapılan bu çalışmada da benzer olarak, vejetasyon süresinin belirlenmesinde günlük ortalama sıcaklık değerinin +8.0 °C ve üzerindeki sıcaklık değerleri esas alınmıştır.

### 3.1. Vejetasyon Devresinin Süresinin Dağılışı

İnceleme alanında vejetasyon devresinin süresinin dağılışını gösteren harita incelendiğinde (Şekil 22) vejetasyon devresinin süresi bakımından belirgin farklılıkların ortaya çıktığı dikkati çekmektedir. Vejetasyon devresinin süresi bölümün bazı alanlarında 225 günün üzerine çıkarken, özellikle doğu kesimdeki yükseltinin arttığı yerlerde 165 günün altına inmektedir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresinin en uzun olduğu yerler bölümün batısındaki alçak kesimlerdir. Buralarda özellikle Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin yukarı çığırını oluşturan alçak alanlarda vejetasyon devresinin süresinin yaklaşık 250 günü bulduğu görülür. Vejetasyon devresinin 8 ayı bulduğu bu alanlar İç Batı Anadolu Bölümü'nde sıcaklık talebi yüksek olan maki elemanları ile diğer Akdeniz bitkilerin yayılış gösterdiği alanları da meydana getirmektedir. Bu 2 akarsuyun açtığı oluklar arasında bulunan Uşak çevresindeki platolarda vejetasyon devresinin süresi 210-220 gün arasındadır (Yani yaklaşık 1 aya yakın daha kısadır). Aynı şekilde Büyük Menderes Nehri ile Acıgöl depresyonu arasında yer alan dağlık alanlarda da vejetasyon devresi yaklaşık 7 ay kadar sürmektedir. Bu alanlar büyük ölçüde Akdeniz'in daha sıcak ve kurak koşullarını yansıtan bitkilerin ortadan kalktığı alanları da oluşturmaktadır (Avcı, 1996).

Kabaca Dursunbey-Dinar arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda çekilecek hattın doğusunda kalan ve İç Batı Anadolu Bölümü'nün daha yüksek kesimlerini oluşturan alanlarda vejetasyon devresinin süresi belirgin olarak azalmaktadır. İç Batı Anadolu Bölümü'nün doğu yarısındaki alçak sahaların çoğunda vejetasyon devresinin süresi 195-210 gün arasında değişmektedir. Yaklaşık 6,5 ay kadar vejetasyon devresinin devam ettiği bu alanlara, Tavşanlı çevresi dahi alçak sahalar, Kütahya doğusundaki Porsuk çayı vadisi çevresi, Afyonkarahisar-Bolvadin arasındaki alçak sahalar (Akarçay vadisi çevresi) örnek verilebilir.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün doğu yarısında vejetasyon devresinin 195 günün altına indiği alanlar yani yaklaşık 6 ay kadar sürdüğü yerler yükseltinin nispeten arttığı alanlardır. Bu bölümün doğu yarısında vejetasyon devresinin süresinin 6 ayın altına düştüğü yani 165-180 gün arasında sürdüğü daha yüksek sahalarda geçiş bölgelerini oluşturmaktadır.

Bölümün doğu yarısında vejetasyon devresinin en kısa sürdüğü yerler (Şekil 22) Kütahya batısında Yellice (1758m) ve Gümüş Dağının (1901m), Kütahya depresyonu doğusundaki Türkmen Dağının ve Afyonkarahisar depresyonunu çevreleyen dağlık alanların (Emirdağ 2241m) yüksek kısımlarıdır. Vejetasyon devresinin süresinin 180 günün altına düştüğü bu sahalarda büyük ölçüde karaçam ve ardıç topluluklarının hakimiyeti söz konusu olur (Dönmez, 1972). Afyonkarahisar ile Sandıklı ovalarını ayıran Sandıklı Dağlarının yüksek kesimlerinde de vejetasyon devresinin süresi 180 günden azdır. Bu yüksek sahalarda vejetasyon devresi 6 aydan azdır. Bölümün kuzeyinde, Ege bölgesi coğrafi bölgesini Marmara Bölgesi'nden ayıran sınırın geçtiği Domaniç ve Uludağ'ın (2543m) su bölümü hattına yakın yerlerde yani zirvelere yakın yerler de ise bu sürenin 165 günün altına indiği görülür.

### **3.2. Vejetasyon devresinin başlangıç tarihlerinin dağılışı**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin başlangıç tarihlerinde özellikle bölümün batısı ve doğusu arasında belirgin bazı farklılıkların olduğu görülür (Şekil 22). Özellikle bölümün batısındaki alçak alanlarla doğusundaki yüksek dağlık alanlar arasında vejetasyon devresinin başlangıcı bakımından yaklaşık 1 aylık bir fark dikkati çekmektedir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin en erken başladığı yerlerde bu süreç Mart'ın son haftası - Nisan'ın ilk haftasından itibaren başlarken, doğuda sıcaklık değerlerinin daha düşük olması nedeniyle Mayıs'ın ilk yarısından itibaren başlamaktadır. Bu anlamda bakıldığında bölümün batısı ve doğusu arasında belirgin bir fark söz konusudur. Bölümün yüksek kesimlerinde ise vejetasyon devresinin başlangıcı Mayıs'ın sonunu bulmaktadır. Kuzeyde Dursunbey ile güneyde Dinar arasından çekilebilecek hattın batısında kalan vadiler ve ovalar vejetasyon devresinin en erken başladığı alanları meydana

getirmektedir. Bu alanda Gediz vadisinin Büyük Menderes Nehri'nin yakın çevresindeki alçak sahalar vejetasyon devresinin en erken başladığı alanlardır. Bu alçak sahalar da vejetasyon devresi Mart sonu - Nisan'ın ilk haftasından itibaren başlamaktadır. Doğuya doğru gidildikçe Uşak çevresindeki platolarda, Gediz ve Demirci çevresindeki yükseltinin arttığı alanlarda vejetasyon devresinin başlaması ise Nisan'ın başını bulmaktadır. Yine bölümün kuzeyinde Kirmasti çayı vadisi, Kütahya doğusunda nispeten yükseltinin fazla olmadığı alanlar ile Emirdağ ve Bolvadin çevresi gibi alçak sahalarda da vejetasyon devresinin başlangıcı 1 Nisan - 15 Nisan arasındaki dönemdir.

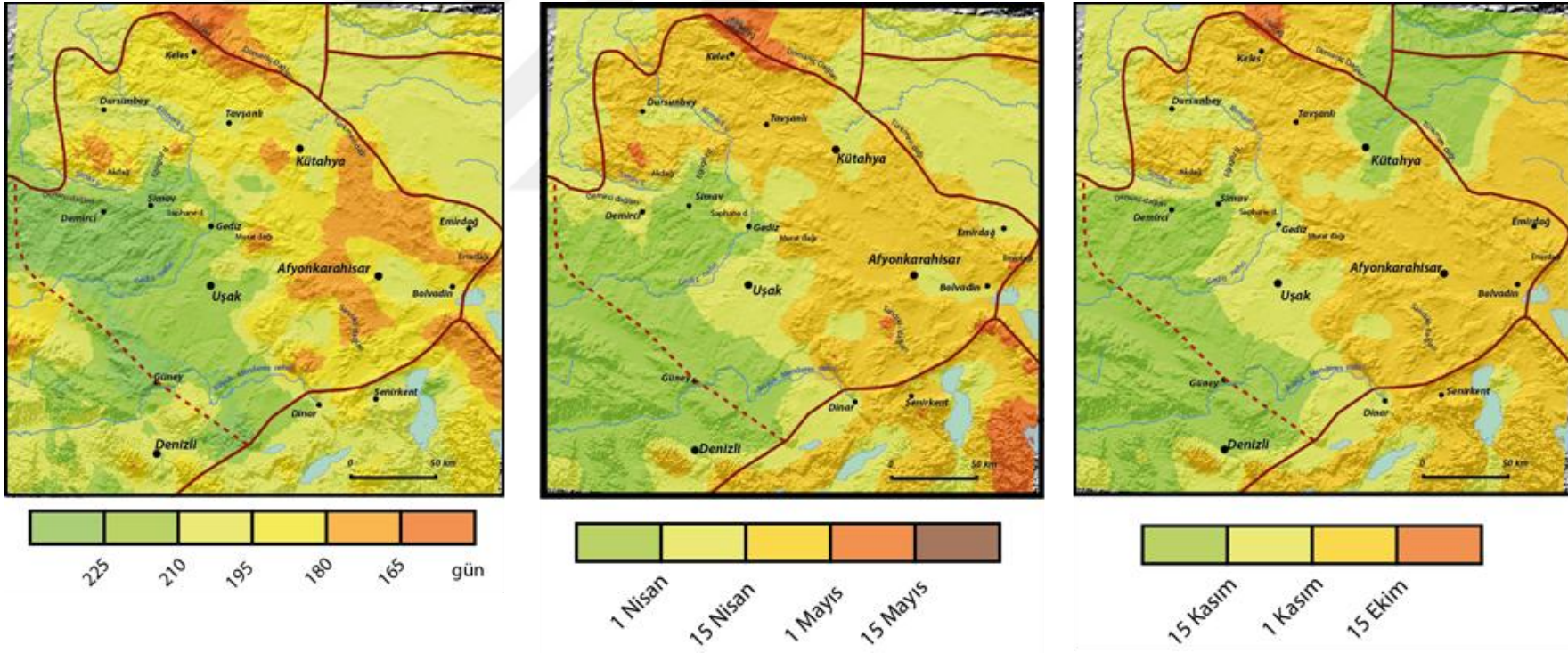
İç Batı Anadolu Bölümü'nde Dursunbey ile Dinar arasında çekilen hattın doğusunda kalan yüksek eşik aynı zamanda vejetasyon devresinin, en geç başladığı geniş alanları da büyük ölçüde içinde barındırmaktadır. Buralarda genellikle 15 Nisan'dan sonra vejetasyon devresi başlamaktadır. Domaniç dağlarının Sandıklı dağlarının, Emirdağ'ının ve Dursunbey güneyindeki dağlık alanların yüksek kesimlerinde ise vejetasyon devresinin başlaması, Mayıs ayının ilk haftasından itibaren söz konusu olmaktadır.

### **3.3. Vejetasyon devresinin bitiş tarihlerinin dağılışı**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin bitişi bakımından, yukarıda belirtilen özelliklere benzer bir dağılışı söz konusudur. Bölümde vejetasyon devresinin en erken başladığı yerler, aynı zamanda vejetasyon devresinin en geç sona erdiği yerlerdir (Şekil 22). Bölümün en batısında Asıl Ege Bölümü'ne komşu olan alçak sahalarda vejetasyon devresi genel olarak Kasım'ın ortalarına kadar devam etmektedir. Sıcaklık talebi yüksek olan bitkilerin İç Batı Anadolu Bölümüne sokulduğu alanları da oluşturan bu alçak sahalarda vejetasyon devresi 15 Kasım'a kadar sürmektedir. Gediz vadisi, Büyük Menderes vadisi çevresi bu sahalara belirgin örnekleri oluşturur. Adı geçen akarsuların kaynak sahalarına doğru çıkıldıkça yükseltinin artmasına bağlı olarak vejetasyon devresinin batıdaki sahalardan daha erken sona erdiği de dikkati çekmektedir. Gediz ve Büyük Menderes'in yukarı çığırında, Dursunbey çevresinde, Kirmasti çayı yukarı çığırında ve Uşak



platolarında vejetasyon devresi Kasım'ın ilk yarısında (1 Kasım - 15 Kasım arasında) sonra ermektedir. Yine kabaca Dursunbey-Dinar hattının doğusunda kalan alanlar yani İç Batı Anadolu eşiğinin yüksek alanlarında vejetasyon devresi, bölümün batısına nazaran çok daha erken bitmektedir. Buralarda Tavşanlı çevresi Murat Dağı, Sandıklı Dağları, Emirdağ, Kütahya doğusundaki Türkmen Dağı ile kuzeydeki Domaniç Dağlarında vejetasyon devresi Ekim'in ikinci yarısından itibaren sona ermektedir (15 Ekim - 1 Kasım arasındaki dönem). Dursunbey-Dinar hattı batısında kalan alanda ise Akdağ ve Şaphane Dağının batı uzantıları vejetasyon devresinin en geç bittiği yerler bakımından bir istisna oluşturmaktadır. Bu dağlık sahalar da doğuda vejetasyon devresinin Ekim'in ikinci yarısından itibaren bittiği yüksek sahalara benzerlik göstermektedir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin Ekim başında sona erdiği alanlar ise, bölümün en kuzeyinde Marmara Bölgesi coğrafi bölge sınırının geçtiği Uludağ ve Domaniç Dağlarının zirve nehirlerine yakın yerler örnektir.



Şekil 22. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitiş tarihleri.

**Çizelge 30.** Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu      | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |          |            |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|------------|
|                               |                 | Başlangıç  | Bitiş    | Süre (gün) |
| Afyonkarahisar<br>(1960-2016) | 1034            | 11 Nisan   | 31 Ekim  | 204        |
|                               | 1500            | 27 Nisan   | 22 Ekim  | 179        |
|                               | 2000            | 8 Mayıs    | 9 Ekim   | 155        |
| Bolvadin<br>(1964-2016)       | 1018            | 13 Nisan   | 31 Ekim  | 202        |
|                               | 1500            | 26 Nisan   | 22 Ekim  | 180        |
|                               | 2000            | 6 Mayıs    | 13 Ekim  | 161        |
| Demirci<br>(1991-2016)        | 855             | 30 Mart    | 20 Kasım | 236        |
|                               | 1000            | 3 Nisan    | 16 Kasım | 228        |
|                               | 1500            | 25 Nisan   | 28 Ekim  | 187        |
| Denizli<br>(1960-2016)        | 425             | 14 Mart    | 1 Aralık | 263        |
|                               | 1000            | 28 Mart    | 16 Kasım | 234        |
|                               | 1500            | 21 Nisan   | 28 Ekim  | 191        |
|                               | 2000            | 1 Mayıs    | 19 Ekim  | 172        |
| Dinar<br>(1960-2016)          | 864             | 30 Mart    | 12 Kasım | 228        |
|                               | 1000            | 5 Nisan    | 9 Kasım  | 219        |
|                               | 1500            | 24 Nisan   | 26 Ekim  | 186        |
|                               | 2000            | 9 Mayıs    | 15 Ekim  | 160        |
| Dursunbey<br>(1965-2016)      | 637             | 11 Nisan   | 10 Kasım | 214        |
|                               | 1000            | 21 Nisan   | 27 Ekim  | 190        |
|                               | 1500            | 8 Mayıs    | 19 Ekim  | 165        |
| Emirdağ<br>(1964-2016)        | 983             | 11 Nisan   | 28 Ekim  | 201        |
|                               | 1500            | 28 Nisan   | 18 Ekim  | 174        |

**Çizelge 31.** Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |          |            |
|--------------------------|-----------------|------------|----------|------------|
|                          |                 | Başlangıç  | Bitiş    | Süre (gün) |
| Gediz<br>(1972-2016)     | 736             | 23 Mart    | 13 Kasım | 236        |
|                          | 1000            | 29 Mart    | 6 Kasım  | 223        |
|                          | 1500            | 22 Nisan   | 25 Ekim  | 187        |
|                          | 2000            | 3 Mayıs    | 14 Ekim  | 165        |
| Güney<br>(1964-2016)     | 825             | 18 Mart    | 23 Kasım | 251        |
|                          | 1000            | 3 Nisan    | 16 Kasım | 228        |
|                          | 1500            | 26 Nisan   | 27 Ekim  | 185        |
|                          | 2000            | 7 Mayıs    | 18 Ekim  | 165        |
| Keles<br>(1965-2016)     | 1063            | 26 Nisan   | 24 Ekim  | 182        |
|                          | 1500            | 8 Mayıs    | 14 Ekim  | 160        |
|                          | 2000            | 24 Mayıs   | 26 Eylül | 126        |
| Kütahya<br>(1960-2016)   | 969             | 11 Nisan   | 29 Ekim  | 202        |
|                          | 1500            | 27 Nisan   | 20 Ekim  | 177        |
| Senirkent<br>(1966-2016) | 959             | 1 Nisan    | 5 Kasım  | 219        |
|                          | 1500            | 22 Nisan   | 25 Ekim  | 187        |
|                          | 2000            | 8 Mayıs    | 24 Ekim  | 170        |
| Simav<br>(1960-2016)     | 809             | 24 Mart    | 21 Kasım | 243        |
|                          | 1000            | 25 Mart    | 16 Kasım | 237        |
|                          | 1500            | 9 Nisan    | 25 Ekim  | 200        |
|                          | 2000            | 30 Nisan   | 15 Ekim  | 169        |
| Tavşanlı<br>(1965-2016)  | 833             | 13 Nisan   | 29 Ekim  | 200        |
|                          | 1000            | 17 Nisan   | 28 Ekim  | 195        |
|                          | 1500            | 3 Mayıs    | 17 Ekim  | 168        |
| Uşak<br>(1960-2016)      | 919             | 6 Nisan    | 7 Kasım  | 216        |
|                          | 1500            | 26 Nisan   | 24 Ekim  | 182        |

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **İÇ BATI ANADOLU BÖLÜMÜNÜN VEJETASYON SÜRESİNİN İKLİM DEĞİŞİMİ SENARYOLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ**

İklim değışikliğı büyük ölçekli ve önemli etkileri bulunan uzun süreli ve yavaş gelişen değışikliklerdir. İklim değışikliğı iç (doğal) süreçler veya dış (doğal olmayan) süreçler ile oluşabilir (Türkeş, 2010). Tarih öncesi meydana gelen iklim değışikliğinde yörüngesel değışimler, atmosfer bileşimindeki değışimler, volkanik etkenler, kıtaların kayması, orojenez gibi iç süreçler etkili olmuştur. Sanayi devrimi ile birlikte antropojen etkinin artması ile atmosferin bileşiminde meydana gelen doğal olmayan değışikler önemli rol oynamıştır (Gönençgil, 2008).

Günümüzde ısınmanın küresel ortalama hava ve okyanus sıcaklıklarının artışı, kar-buzul erimelerinin ve küresel ortalama deniz seviyesindeki artışların gözlemlenmesiyle net bir şekilde görülmektedir (IPCC, 2007). İklim değışikliğinin RCP senaryoları ve iklim değışimi modellemeleriyle bitki vejetasyonu dönemi ve bitki ürün verimi üzerine etkileri çeşitli çalışmalar ile araştırılmıştır.

Kuzey Amerika’da yapılan güncel bir araştırma sonucunda, hem baharın daha erken ortaya çıkması hem de sonbahar döneminin uzamasının bir sonucu olarak yaz aylarında bitkilerde ürün oluşumu ve verimin azaldığı gösterilmiştir. Bu azalmanın kuraklık ile ilişkili olabileceğı ve bununla birlikte artan karbondioksit emisyonunun etkisi ile iklim değışikliğinin ürün verimi üzerine etkisinin daha büyük olabileceğı düşünülmüştür (Hufkens vd., 2016).

Tanaka ve arkadaşlarının (2015) yapmış oldukları bir modelleme çalışmasında, buğday üretiminde lider olan 9 ülkenin, 2100 yılına ait (RCP 8.5 senaryosu değerlendirilerek) buğday ürün verimi 1990’lı yıllara ait verim değerlerine göre irdelenmiştir. Analiz sonucunda, Birleşik Devletler, Kanada, Birleşik Krallık,

Türkiye, Avustralya ve Arjantin'de buğday verimindeki değişkenliğin yaklaşık %34-45'i iklim değişkenliği ile açıklanmıştır.

Meksika körfezi kıyılarında yapılan sıcaklık ve yağış veri analizleri sonucunda, iklim değişikliğinin bitkilerin topluluk yapısını değiştirebileceği ve beklenen bu değişimin deniz seviyesinin yükselmesi ve iklim elemanları ile ilişkili olabileceği saptanmıştır. Bu araştırma sahasında, mevcut olan bataklık alanların doğrusal olmayan sıcaklık eşikleri doğrultusunda mangrov orman tipine dönüşebileceği bildirilmiştir. Benzer şekilde bu bölgede öngörülen değişikliklerin benzer bölgelerde de gelecekte potansiyel değişikliğin göstergesi olabilir (Gabler vd., 2017).

Yapılan bir başka çalışmada ise bitki örtüsü değişikliklerine yüzey hava sıcaklığının etkisi ile incelenmiştir. 1982 yılından bu yana, dünya çapındaki yeşillendirmenin küresel yeryüzü sıcaklığının artışı ile yavaşladığı görülmüştür. Bitkilerin net su tüketimi etkisi, buharlaşmanın (evapotranspirasyon) artması (%70), atmosferik sirkülasyonun değişmesi (%44), kısa dalga transmisitesinin azalması (%-29) ve uzun dalga hava emisyonunu artması (%21) ile albedonun (ışığın yansıtması) azalmasından (%-6) gelen toplam su tüketimidir. Küresel su tüketimi, yaprak alanı indeksinin arttığı Avrasya, Avrupa, Hindistan, kuzeybatı Amazon ve Sahel gibi bölgelerden kökenlenir. Bununla birlikte, Dünyanın yeşillendirilmesi son 30 yıl süresince küresel yeryüzü ısınmasının etkisi ile %12 oranında azalmıştır (Zeng vd., 2017).

Avustralya'da, 1982-2010 döneminde, yağış eşiğinin son otuz yılda önemli ölçüde düştüğü bildirilirken, orta nemli ve yarı kurak havzalarda sadece yeşil alanların değil aynı zamanda daha fazla su tüketerek akarsu akımında da ciddi bir azalma (% 24-28) olduğu bildirilmiştir (Ukkola vd.. 2016).

Karasal su döngüsünün küresel ısınmaya tepkisi, su kaynakları, tarım ve ekosistem sağlığı gibi konuların merkezinde yer alır. Yakın zamanda yapılan çalışmalar atmosferik arz (yağış) ve arazi yüzeyindeki suyun talebi (potansiyel evapotranspirasyon) açısından tanımlanan kuraklığın daha sıcak bir dünyada küresel olarak artacağını göstermektedir. Vejetasyon üzerine artan atmosferik CO<sub>2</sub>'nin

fizyolojik etkisi kuraklık üzerinde niteliksel olarak benzer bir kontrol uygular (Berg vd., 2016).

Ormanlık alanların bozulması önemli abiyotik (yangın, kuraklık, rüzgar, kar) ve biyotik (böcekler ve patojenler) ajanlar ile iklim değişiminin etkisi ile ilişkilidir. Kurak ve sıcak koşullar özellikle yangın, kuraklık ve böcek zararlarını kolaylaştırırken, daha sıcak ve nemli koşullar rüzgar ve patojenlerden gelen zararları artırır. Gelecekte olabilecek bu değişiklikler muhtemelen iğne yapraklı ormanlarda ve Boreal biyomunda belirgin olabilir (Seidl vd., 2017).

İklim değişikliği ve yangın rejimleri, özellikle dünyanın en büyük biyomu olan Boreal ormanlarını değiştirmektedir. Boreal Kuzey Amerika, 2014’de kuzeybatı bölgelerinde ve 2015’de ise Alaska’da büyük yangınlara maruz kalmıştır. Bu yangınların nedeni olarak, yıldırımların 1975 yılından beri artan etkisi ve 2014 ile 2015 olaylarının rekor sayıda yıldırım nedeniyle ateşlemeyle ve kuzey bölgelerdeki tepelerin yanmasıyla çakıştığı görülmüştür. Bu bölgelerdeki alanların %55’den fazlasının yanmasında yıldırımlar ve bu durumun sıcaklık ve yağış verileri ile uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak ise, yıldırımların Boreal ormanlarını etkileyeceği ve yangınlar sonucu karbon kaybını arttırmasıyla ormanlık alanların kuzeye doğru genişlemesini hızlandıracağını işaret etmektedir (Veraverbeke vd., 2017).

Shane-Underwood ve arkadaşlarının (2017) iklim değişikliğinin yerel ekonomi üzerine etkisini incelediği bir çalışmada, ABD’de artan sıcaklıkların malzeme seçiminin önemli bir etken olduğu ve bakım maliyetleri için yakından ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. 799 bölgede gözlemlenen yerin %35’inde yanlış malzeme seçiminin yapıldığı belirlenmiş. 2010, 2040 ve 2070 yılları için iklim senaryolarından RCP 4.5’e göre kaldırım maliyetlerinin sırasıyla 13.6. 19.0 ve 21.8 milyar dolar artışa neden olabileceği; RCP 8.5 senaryosuna göre ise yine sırasıyla 14.5, 26.3 ve 35.8 milyar dolara neden olabileceği bildirilmiştir.

Fortems-Cheiney ve arkadaşlarının (2017) Avrupa bölgesinde ozon seviyesini araştırdığı bir çalışmada, RCP 8.5 senaryosuna göre 2040-2069 arasındaki dönemde  $+3^{\circ}\text{C}$ 'lik, RCP 4.5 senaryosuna göre 2028-2057 arasındaki dönemde ise  $+2^{\circ}\text{C}$ 'lik artışın olabileceğini bildirmişlerdir. Bu emisyon artışının özellikle sanayi ve büyük kentsel alanlar ile Türkiye de dahil olmak üzere Güney Avrupa'da daha yüksek olması beklenmektedir (Fortems-Cheiney vd., 2017).

Yano ve arkadaşlarının (2007) Adana üzerine yapmış oldukları iklim modelleme çalışmasında, 2100 yılı için sıcaklığın değişimi hakkında üç farklı model (CGCM2, ECHAM4 ve MRI) ile tahminde bulunmuşlardır. Yapılan bu çalışma doğrultusunda 2100 yılı için yeryüzü sıcaklığının sırasıyla 4.3, 5.3 ve  $3.1^{\circ}\text{C}$  artabileceğini bildirmişlerdir (Yano vd., 2007). Fujihara ve arkadaşlarının (2008) Seyhan Nehri sahası üzerine yapmış oldukları MRI ve CCSR modelleme çalışmasında ise ilgili sahada yıllık ortalama sıcaklığının sırasıyla 2.0 ve  $2.7^{\circ}\text{C}$  artabileceği ifade edilmiştir (Fujihara vd., 2008).

Albek ve arkadaşlarının (2004) yapmış oldukları çalışmada ise, iklim değişimine bağlı olarak Eskişehir'in yıllık ortalama sıcaklığının  $3^{\circ}\text{C}$  artabileceğini ifade etmişlerdir (Albek vd., 2004).

Aksoy ve arkadaşlarının (2008) Trakya bölgesinde yapmış oldukları iklim değişimi modelleme (ECHAM4, HadCM2 ve HadCM3) çalışması, Hayrabolu'da ECHAM4 modeline göre en yüksek sıcaklık artışının yaz aylarında (2025, 2050 ve 2100 yılları için sırasıyla 1.1, 2.1 ve  $4.3^{\circ}\text{C}$ ) ve en fazla yağış miktarının azalmasının ise sonbaharda (2025, 2050 ve 2100 yılları için sırasıyla % 5.1, 9.4 ve 19.1) olabileceğini bildirmişlerdir. ECHAM4 modeline göre Ocak ayında sıcaklığın 2100 yılı için  $3^{\circ}\text{C}$  artabileceği bildirilmektedir. HadCM2 modeline göre sıcaklığın ilkbahar aylarında az miktarda artabileceğini, yaz aylarında ise  $4^{\circ}\text{C}$  artabileceğini vurgulamışlardır (Aksoy vd., 2008).

Sen ve arkadaşlarının (2012) yapmış oldukları bir iklim değişimi modelleme (A2 iklim senaryosu, ICTP-RegCM3 modeli) çalışmasında ise, Türkiye'nin batı bölgelerinde yaz mevsimi süresince sıcaklığın 5 ile  $7^{\circ}\text{C}$  arasında, kış mevsimi süresince ise  $3.5^{\circ}\text{C}$  artabileceğini bildirmişlerdir (Sen vd., 2012). Önal ve



arkadaşlarının (2009) iklim değışimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, A2 simülasyonuna göre sıcaklıklardaki en dramatik değışimin Ege Bölgesi'nde yaz mevsiminde 5 ile 6°C arasında, kış mevsimi dışındaki mevsimlerde ise 3 ile 4°C arasında artış olabileceğini bildirmişlerdir. Geleceğe yönelik yapılan bu simülasyon çalışmasında en az artışın kış mevsiminde 2 ile 3°C olabileceğini hesaplamışlardır.

Demircan ve arkadaşları (2017) RCP 4.5 ve RCP 8.5 iklim değışimi senaryoları ile üç farklı iklim modeline göre, 2016-2040 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklığın 1-2°C artabileceğini bildirmişlerdir (Çizelge 32). 2041 ile 2070 yılları arasında yer yüzü sıcaklığının 1.5-4°C artabileceğini, 2071-2099 yılları için ise 1.5°C ile 5°C arasında bir artışın olabileceğini bildirmişlerdir (Çizelge 35). 2071-2099 yılları için bazı iklim senaryolarına göre kış sıcaklığının 3°C, yaz sıcaklığının ise 6°C artabileceğini bildirmişlerdir (Çizelge 35). Bu sıcaklık artışları ise daha çok kış aylarında Doğu ve İç Anadolu Bölgelerinde, yazın ise Güneydoğu Bölgesi ile kıyı sahil şeritlerinde (Karadeniz hariç) olabileceği bildirilmiştir (Demircan vd., 2017).

Özdoğan (2011)'nın Trakya bölgesinde yapmış olduğu B1, A1B ve A2 iklim değışimi senaryo çalışmalarına göre tarım ürünlerinin daha hızlı gelişebileceğini ortaya koymuştur. Buğday bitkisinin gelişimi üzerine yapılan bu çalışmada B1 senaryosuna göre ufak bir değışimin (yaklaşık 5 gün) olabileceğini, fakat A1B ve A2 senaryolarına göre ise daha büyük bir değışimin (yaklaşık 12 gün daha erken) olabileceğini bildirmiştir (Özdoğan vd., 2011). Yapılan başka bir benzer çalışmada ise, Çukurova bölgesinde 1975 ile 1999 yılları arasında mısır, buğday ve pamuk ürünlerin verimlerinin iklim elemanları ile kıyaslandığında, bitkilerin dikim, çiçeklenme ve hasat zamanının sıcaklığa bağlı olarak değıştiğini bildirilmiştir (Ozkan ve Akcaoz, 2002).

**Çizelge 32.** RCP 4.5 ve RCP 8.5'e göre farklı senaryolar ile sıcaklık anomalilik değişimleri (°C) (Demircan vd., 2017).

| Model      | Periyot   | RCP 4.5 | RCP 8.5  | RCP 4.5 | RCP 8.5  | RCP 4.5   | RCP 8.5 | RCP 4.5 | RCP 8.5 |
|------------|-----------|---------|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|
|            |           | Kış     | İlkbahar | Yaz     | Sonbahar |           |         |         |         |
| HadGEM2-ES | 2016-2040 | 1.5 - 2 | 0 - 1    | 2 - 3   | 1 - 2    | 2 - 3     | 1.5 - 2 | 2 - 3   | 1 - 2   |
|            | 2041-2070 | 1.5 - 2 | 1.5 - 2  | 2 - 3   | 2 - 3    | 2 - 3     | 3 - 4   | 2 - 3   | 2 - 3   |
|            | 2071-2099 | 2 - 3   | 2 - 3    | 2 - 3   | 3 - 5    | 3 - 4     | 5 - 7   | 3 - 4   | 4 - 6   |
| MPI-ESM-MR | 2016-2040 | 0 - 1   | 0 - 1    | 0 - 1.5 | 1 - 1.5  | 1 - 2     | 1.5 - 2 | 0 - 1.5 | 1 - 1.5 |
|            | 2041-2070 | 1.5 - 2 | 1 - 2    | 1 - 2   | 2 - 3    | 1 - 2     | 2 - 4   | 1 - 2   | 1.5 - 2 |
|            | 2071-2099 | 1 - 1.5 | 2 - 3    | 1.5 - 2 | 3 - 5    | 1.5 - 3   | 4 - 6   | 1 - 2   | 3 - 5   |
| GFDL-ESM2M | 2016-2040 | 0.5 - 1 | 0.5 - 1  | 0.5 - 1 | 0.5 - 1  | 0.5 - 1.5 | 1 - 2   | 0.5 - 1 | 1 - 1.5 |
|            | 2041-2070 | 1 - 1.5 | 1.5 - 2  | 1 - 1.5 | 1.5 - 2  | 1.5 - 2   | 2 - 3   | 1 - 2   | 2 - 3   |
|            | 2071-2099 | 0.5 - 1 | 1.5 - 2  | 1 - 1.5 | 2 - 4    | 1.5 - 3   | 3 - 5   | 1 - 2   | 3 - 4   |

1960'ların başından beri iklim değişikliğine bağlı olarak orta enlemlerde vejetasyon süresinin 10.8 gün uzadığı tespit edilmiştir (EEA, 2004; Erhat, 2010; Menzel, 2000). Koç (2016)'un yapmış olduğu tez çalışmasında ise, Bolkar Dağları Arslanköy, Ereğli, Mut, Pozantı, Ulukışla) araştırma sahasının vejetasyon süresi RCP 4.5 iklim senaryosuna göre 1 ve 25 gün arasında, RCP 8.5 senaryosuna göre ise 27 ile 53 gün artabileceğini belirlemiştir (Koç, 2016).

Bu tez çalışmasında, İç Batı Anadolu Bölümü'nün muhtemel iklim değişimi senaryolarına göre vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş tarihleri ile vejetasyon süresinin değişiminin belirlenebilmesi için literatür çalışmaları doğrultusunda iklim değişimi senaryolarından RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılmıştır. RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları için mevcut günlük sıcaklık değerlerinin sırasıyla 2.6 ve 4.8 °C artırılması ile vejetasyon devresinin değişimi hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

### **3.1. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Süresinin Dağılışı**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 senaryosuna göre hazırlanan ve vejetasyon devresinin süresini gösteren harita incelendiğinde (Şekil 23), gerçek değerlere göre çizilen haritadan, belirgin farklılıklar olduğu dikkati çekmektedir. Bölümde 4.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin süresinin belirgin olarak değişime uğradığı görülmektedir. Bölümün kuzeyinde Kirmasti çayı, Gediz çayının yukarı çığırı ile Büyük Menderes Nehri'nin yukarı çığırına kadar olan alanların büyük kısmında vejetasyon devresinin süresi 7 ayı geçmekte hatta bazı alanlarda bu süre 8 aya yaklaşmaktadır. Bölümün doğusunda yani Dursunbey-Dinar hattının doğusunda kalan sahalarda ise, vejetasyon devresinin süresi bakımından çok belirgin değişimler söz konusu olmaktadır. Güncel duruma göre bu sahalarda vejetasyon devresinin süresi genel olarak 165-195 gün (yani 5.5 ay - 6.5 ay kadar) sürerken, 4.5 senaryosuna göre 180-210 gün arasında (yani 6 ay - 7ay kadar) bir zaman dilimine doğru değişim görülmektedir. Yani kabaca 15 günlük belirgin bir uzama süresi olasılığı söz konusu olmaktadır. Bu harita daha ayrıntılı ele alındığında bölgenin kuzeyinde vejetasyon devresinin yaklaşık 7 ayı bulduğu Kirmasti çayı vadisindeki

sıcak sahaların, yayılış alalarının doğudaki Keles ve Tavşanlı çevresine doğru genişledikleri ve daha doğudaki Porsuk çevresi sıcak alanları ile birleştikleri görülmektedir. Kütahya ovasının batısı, doğusu ve güneyindeki yüksek sahalar, Afyon ovasını çevreleyen dağlık sahalar ve Murat Dağının nispeten yüksek kesimlerinde güncel durumda 165-180 gün arasında değişen vejetasyon devresinin süresi, 4.5 senaryosuna göre 180-195 gün çıkmaktadır. Yani bu sahalarda vejetasyon devresinin süresi en az 2-3 hafta uzamaktadır. Bölümün doğu yarısında güncel duruma göre daha geniş alanlar kaplayan vejetasyon devresinin en kısa sürdüğü yerlerin Sandıklı Dağları, Emirdağ, Domaniç Dağları gibi birkaç dağlık alanın zirveler bölgeleriyle sınırlı kaldığı da görülmektedir.

4.5 senaryosuna göre İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresi özellikle ovalar ve vadiler gibi alçak alanların daha da ısındığı ve buna bağlı olarak da vejetasyon devresinin süresinin uzadığı görülmektedir. Örneğin Afyonkarahisar ve Bolvadin ovalarında güncel duruma göre 200 gün civarında iken (yani yaklaşık 6.5 ay kadar), bu dönem 4.5 senaryosuna göre en az 3 hafta kadar uzamaktadır. Aynı durum Sandıklı Dağları batısındaki Sandıklı ovası için de söz konusudur.

### **3.2. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Başlangıç Tarihleri**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin başlangıç zamanı birçok alan için daha erken tarihlere kaymaktadır. Güncel duruma göre vejetasyon devresinin başlangıcını gösteren harita (Şekil 23) ile 4.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin başlangıç haritasını gösteren karşılaştırıldığında en dikkati çeken özellikle bölümün batı yarısında Akdağ-Eğrigöz Dağı, Murat Dağı ve Sandıklı Dağları hattına kadar olan sahada vejetasyon devresinin başlangıç zamanının daha da önceye gittiğidir. Bu alanda özellikle Gediz ve Büyük Menderes gibi akarsuların açtıkları vadiler boyunca denizin ıltıcı etkisinin de iç kesimlere sokulması nedeniyle sıcaklık değerlerindeki artışlar vejetasyon devresinin Mart ayının başından itibaren başlayabileceğine işaret etmektedir. Güncel durumda

vejetasyon devresi bölüm içinde en erken bu alanlarda başlamakla beraber, başlangıç tarihi Mart sonunu bulmaktadır. Yine güncel duruma göre Uşak çevresi ve Gediz'in yukarı çığırındaki yani kaynak alanları ve doğusundaki sahalarda vejetasyon devresi Nisan'ın ilk yarısından itibaren başlarken, 4.5 senaryosuna göre bu alanlarda vejetasyon devresinin başlaması Mart'ın ikinci yarısına çekilecek gibi görünmektedir. Anlaşılabacağı gibi en azından 15 günlük daha erkene kaymalar söz konusu olacaktır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün doğu yarısında ise özellikle vejetasyon devresinin 15 Nisan'dan sonra başladığı yerlerin yayılış alanlarında belirgin daralmalar görünmektedir. Bu durum Dursunbey, Tavşanlı, Kütahya ve Afyonkarahisar çevresinde oldukça dikkat çekidir. Adı geçen alanlarda vejetasyon devresinin başlangıcı Nisan'ın ilk yarısına doğru kaymaktadır. Yine özellikle bölümde Simav çayı - Kirmasti çayı arasındaki dağlık sahaların, Sandıklı Dağlarının, Emirdağ'ın ve kuzeyde İç Batı Anadolu Bölümü'ne komşu olan Uludağ-Domaniç dağlarının yüksek kesimlerinde güncel duruma göre Mayıs'ı ilk haftasından sonra başlayan vejetasyon devresi, Nisan sonuna doğru başlar duruma gelebilecektir (Uludağ zirve nahiyelerine yakın olan Alpin kuşak hariç). Bu durum vejetasyon devresinin birçok yerde en az 15 gün önce başlayacağını göstermektedir. Özellikle sıcaklık talebi yüksek olmayan ve dağlık sahalarda yayılışlarını sürdüren bitkiler bakımından bazı değişiklikleri de beraberinde getirebilir.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin 1 Nisan - 15 Nisan arasında başladığı alanların yayılışları dikkate alındığında, güncel durumda İç Batı Anadolu Bölgesi'ne doğru sokulmasına, İç Batı Anadolu Bölümü'nün yüksek kesimleri yani İç Batı Anadolu eşiği bir engel oluşturmaktadır. Halbuki 4.5 senaryosuna göre bu eşik büyük ölçüde ortadan kalkmakta ve vejetasyon devresinin Nisan'ın ilk yarısında başladığı alanlar Porsuk çayının yukarı çığırındaki daha alçak ve sıcak alanlarıyla birleşmektedir.

### **3.3. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vegetasyon Devresinin Bitiş Tarihlerinin Dağılışı**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde 4.5 senaryosuna göre vegetasyon devresinin sona erme tarihlerinde de belirgin değişimler ortaya çıkmaktadır. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vegetasyon devresinin en geç bittiği sahalardan, bölümün batısında kalan yerlerle, Porsuk çayının yukarı çığırındır. 4.5 senaryosuna göre oluşturulan harita (Şekil 23) incelendiğinde bu durumun büyük ölçüde değişmediği ancak sona erme tarihlerinde kaymalar olduğu görülmektedir. Bölümün batısında kalan ve Ege Bölümü'ne komşu olan sahalarda güncel duruma göre vegetasyon devresi Kasım'ın ikinci yarısından itibaren sona ermektedir. 4.5 senaryosuna göre bu sahalardan Ege Bölümü'ne komşu olan alanlardan daha doğuya doğru kaydığı gibi aynı zamanda vegetasyon devresinin sona erdiği tarihler de özellikle batıda çoğunlukla Aralık ayının ilk yarısına doğru gitmektedir. Güncel durumda 1-15 Kasım arasında vegetasyon devresinin sona erdiği Uşak çevresindeki platolarda, 4.5 senaryosuna göre vegetasyon devresi 30 Kasım'a yani Aralık başına kadar devam etmektedir. Aynı şekilde bölümün doğu yarısındaki dağlık sahalardan yüksek kesimleri dışında kalan alanların büyük kısmında da vegetasyon devresi Kasım'ın ilk yarısına kadar sürmektedir. Bu alan yine Kütahya doğusunda Porsuk çayı vadisi ve çevresindeki sahalara bağlanmaktadır. Daha doğuda Porsuk çayı vadisi ve çevresinde vegetasyon dönemi neredeyse bazı alanlarda Kasım sonuna kadar sürmektedir. Vegetasyon döneminin Kasım ortalarına kadar sürdüğü alanlara Sandıklı ve Bolvadin ovaları da örnektir. Sandıklı ovası çevresindeki bu sahalardan 4.5 senaryosuna göre yayılışlarını genişletirken, Bolvadin-Afyonkarahisar arasında yeni sahalardan ortaya çıkmaktadır. Bu özellik daha güneyde Akşehir ve Eber depresyonlarında da devam etmektedir.

Vegetasyon döneminin 15 Ekim'den itibaren sona erdiği alanların ise 4.5 senaryosuna göre oluşturulan haritada belirgin şekilde daraldığı da görülmektedir. Bu alanların başında Dursunbey-Tavşanlı arasında kalan ve Kirmasti çayı ve kolları tarafından yarılan (Kirmasti çayının yukarı çığırındaki su toplama havzası) alanlar gelmektedir. Buna karşılık Kütahya ovası batısındaki Yellice Dağı, Gümüş Dağı,

Eğrigöz Dağı ve bu sıra üzerinde bulunan diğer dağlık kütleler ile daha güneyde Şaphane Dağı, Murat Dağı, Sandıklı Dağları ve Emirdağ ve çevresindeki dağlık alanlarda vejetasyon dönemi 15 Ekim’den itibaren (15 Ekim-1 Kasım arasında) sona ermeye başlamaktadır.

#### **3.4. İç Batı Anadolu Bölümü’nde RCP 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Süresinin Dağılışı**

İç Batı Anadolu Bölümü’nde vejetasyon devresinin süresi için oluşturulan haritalardan 8.5 senaryosu haritası incelendiğinde, bu haritanın diğerlerinden çok daha farklı özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 24). Vejetasyon devresinin süresi bakımından bölümün tamamında belirgin değişimler söz konusu olabilecektir. İç Batı Anadolu Bölümü’nün batı kesiminde vejetasyon devresinin süresi 8.5-9 aya yaklaşırken, doğuda İç Batı Anadolu eşiği üzerinde de bu süre güncel duruma göre belirgin şekilde uzamaktadır. Afyonkarahisar ovasını kuzeyden ve batıdan çevreleyen yüksek alanlarda bile bu süre 195-200 gün arasındadır (yani yaklaşık 7 ayı bulmaktadır). Aynı durum Murat Dağı, Sandıklı Dağları, Emirdağ ile Sultan Dağlarının kuzey uzantıları ve kuzeyde Marmara Bölgesi’nin sınırında Uludağ ve Domaniç dağlarının yamaçlarında da ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bölümün geneli dikkate alındığında vejetasyon döneminin süresi bakımından çok belirgin bir değişimin olabileceği öngörülebilir. Bu değişimin vejetasyon devresinin belirgin şekilde uzaması yönünde ortaya çıkabileceği açıktır.

İç Batı Anadolu Bölümü’nde 8.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin süresinin en kısa olduğu alanlar kuzeyde Uludağ’ın yüksek kesimleri ile Sandıklı Dağlarının yüksek kesimleriyle sınırlıdır. Buralarda vejetasyon devresinin süresi 195 günden azdır. Uludağ için bu tahmin 5.5 ay (167 gün) kadar iken, güneyde Sandıklı dağlarının yüksek alanları için 6 ay (yaklaşık 180 gün) kadardır. Bu durumda inceleme alanının kuzeyi ve güneyi arasında da yaklaşık 20-25 günlük bir fark da söz konusudur.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresinin uzadığı yerlerin başında vadiler ve depresyon sahaları gelmektedir. Bölümün batısında Gediz, Büyük Menderes vadileri kanalıyla sokulan denizel etkinin, bu senaryoya göre yayılışını çok daha genişletebilecek gibi görünmektedir. Dursunbey-Dinar hattının batısında kalan sahanın büyük kısmı sıcaklık talepleri yüksek ve yıl boyunca yeşil kalan bitkiler açısından daha uygun hale gelebilecektir. Bu sahalarda vejetasyon devresinin süresi 8.5 ayı geçmekte bazı yerlerde ise 9-9.5 ayı (Demirci 289 gün, Gediz 282 gün, Uşak 264 gün ve Güney 278 gün gibi) bulmaktadır. Dolayısıyla buralarda vadiler boyunca sokulan maki elemanlarının (Günel 1986) tür çeşitliliğinin daha da artacağı varsayılabilir.

Dursunbey, Tavşanlı, Kütahya, Sandıklı, Afyonkarahisar ve Bolvadin ovaları gibi İç Batı Anadolu eşiğinin depresyon sahaları da vejetasyon devresinin süresi bakımından değişime uğrayan yerlerdir. Güncel durumda vejetasyon devresi bu sahalarda yaklaşık 7-7.5 ay kadar sürmektedir. 8.5 senaryosuna göre bu alanlarda vejetasyon döneminin süresi 8-8.5 aya kadar uzayabilecek gibi görünmektedir.

### **3.5. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Başlangıç Tarihleri**

Bu senaryoya göre inceleme alanında vejetasyon devresinin en erken başladığı yerler yine bölümün batı yarısındaki alanlardır. Bu sahalarda vejetasyon devresi 15 Mart'tan önce başlamaktadır. Kabaca Dursunbey-Simav-Uşak-Dinar hattının batısında kalan bu alanlar sahanın en fazla ısınan yerleri arasındadır. Ege Bölgesi'nin sularını toplayan büyük akarsuların yukarı çığırılarını meydana getiren bu sahalarda, İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin en önce başladığı yerleri de meydana getirmektedir. Bu alanda Demirci, Uşak, Sandıklı ovası gibi yerler de ise bu tarih 10-15 gün daha sonradır. Adı geçen sahalarda vejetasyon devresinin başlangıcı Mart ayı sonunu bulmaktadır. Yani bu alanlarda vejetasyon devresi Mart'ın ikinci yarısında başlamaktadır.



İç Batı Anadolu eşiğine doğru gidildikçe vejetasyon devresinin başlangıcı Nisan ayı başına kaymaktadır. Kütahya batısındaki sahalara ile Afyonkarahisar çevresindeki sahalarda ve Murat Dağının yüksek kesimlerinde vejetasyon devresinin başlangıcı 1 Nisan - 15 Nisan arasındaki dönemde gerçekleşeceği görülmektedir. İç Batı Anadolu Bölümü'nün doğu kesimindeki bu dağlık yüksek alanlar arasındaki Tavşanlı, Kütahya ve Bolvadin gibi alçak sahalarda ise vejetasyon devresi çok daha erken başlamaktadır. Vejetasyon devresini başlangıcı bakımından bu alçak sahalarda yüksek kesimler arasında en azından 15 günlük fark söz konusudur. Daha doğuda ve kuzeydeki dağların yüksek kesimlerinde ise vejetasyon devresinin başlangıcı Nisan sonunu bulmaktadır.

8.5 senaryosuna göre ortaya çıkan bu dağılışı özellikleri güncel durumu gösteren Şekil 22 ile karşılaştırıldığında yine çok önemli farklar olduğu görülür. Bölümün genelinde vejetasyon devresinin başlangıcı daha önce Mart sonu Nisan başına doğru iken bu durumda yaklaşık 1 aya yakın geriye doğru kayma ortaya çıkıyor gibi görünmektedir. Aynı zamanda Nisan'ın ikinci yarısında büyük ölçüde vejetasyon faaliyetinin başladığı İç Batı Anadolu Bölümü'nün doğu yarısında bu özellikler büyük bir değişime uğramaktadır. Vejetasyon faaliyetinin büyük ölçüde Nisan'ın ikinci yarısında başladığı bu sahalarda çoğunlukla vejetasyon faaliyetinin Mart'ın ikinci yarısında ve Nisan'ın ilk yarısında vejetasyon faaliyetinin başladığı yerlere dönüşmektedir.

### **3.6. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 8.5 İklim Değişikliği Senaryosuna Göre Vejetasyon Devresinin Bitiş Tarihlerinin Dağılışı**

Bu senaryoya göre oluşturulan ve vejetasyon devresinin bitiş tarihlerini gösteren harita büyük ölçüde aynı senaryonun başlangıç tarihlerini gösteren haritaya benzerlik göstermektedir. Bölümün batı yarısında vejetasyon devresi Aralık ayının ortalarına kadar devam etmektedir. Bu durumda vejetasyon devresinin kesintiye uğradığı dönem çok kısa bir zaman dilimini (1-1.5 ay kadar) kapsıyor görünmektedir. Demirci-Uşak-Dinar hattının doğusuna geçildiğinde vejetasyon döneminin daha erken sona erdiği alanlar ortaya çıkar. Bu alanlarda vejetasyon faaliyeti Kasım'ın

ikinci yarısında sona erer. Kirmasti çayı, Simav çayı, Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin yukarı Porsuk çayı yukarı çığırlarında vejetasyon devresi Kasım'ın ikinci yarısında sona ermektedir.

İnceleme alanının kuzeyinde Uludağ ve Domaniç dağlarının güneye bakan yamaçları Türkmen Dağı, Murat Dağı, Sandıklı Dağları ve Emirdağ yamaçlarında vejetasyon faaliyeti Kasım'ın ilk yarısına kadar devam etmektedir. Bu dağlık alanların yüksek kesimlerine çıkıldıkça özellikle yükseltinin 2000 metrenin üzerinde olduğu yerlerde ise vejetasyon dönemi Ekim'in ikini yarısından sonra bitmektedir. Bu özellikler güncel durum haritası ile karşılaştırıldığında vejetasyon devresinin sonra erme tarihlerinde 8.5 senaryosuna göre belirgin değişimlerin ortaya çıktığı, bölümün batı yarısında vejetasyon faaliyetinin neredeyse yılın tamamına yayıldığı, bölümün doğu yarısında ise Ekim'in ikinci yarısında vejetasyon devresinin sona erdiği alanların son derece küçüldüğü dikkati çekmektedir. Bu küçülme Simav depresyonun kuzeyinde ve güneyindeki dağlık alanlar, Kütahya ovası batısındaki dağlık alanlar, Murat Dağı ile Afyonkarahisar çevresindeki tüm yüksek sahalar için söz konusudur. Özellikle bu dağlık alanlarda yayılış gösteren ve birçoğu öksin flora elemanı olan bitkilerin varlıklarını korumaları bakımından bir değişimi ortaya çıkarabilecektir. Bu alanlarda yayılış gösteren, kayın, Macar meşesi, Kafkas ıhlamuru, porsuk, fındık, kızılıçık, ayı üzümü, kartopu ve barut ağacı gibi bitkiler daha ılıman ve nemi koşullara uyum sağlamış türlerdir. Bunların sıcaklık artışı ve bunu izleyen vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş tarihleri ile vejetasyon devresinin süresinde ortaya çıkacak değişimlere nasıl uyum göstereceği, bu durumun diğer bitki türlerine nasıl yansıyacağı da izlenmesi gerek durumlar arasındadır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün özellikle doğu yarısında dağların yüksek kesimlerinde yayılış alanı bulan ve daha soğuk koşullar yetiştirme ortamı olarak talep eden sarıçamın da yayılış alanını koruyup koruyamayacağı üzerinde durulması gereken konular arasındadır.

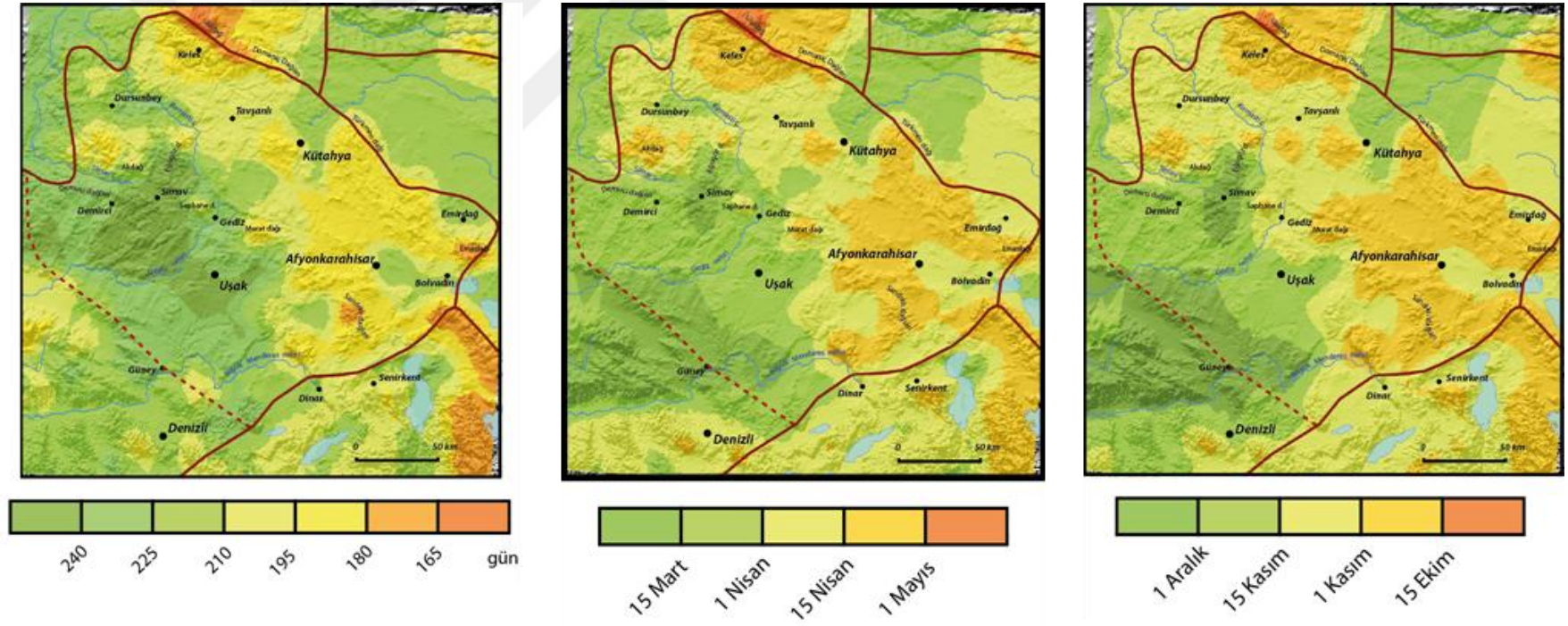
### **3.7. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 ve RCP 8.5 İklim Değişikliği Senaryolarına Göre Vejetasyon Devresinin Dağılışının Karşılaştırılması**

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresi farklı iklim değişikliği senaryoları (RCP 4.5 ve RCP 8.5) ile kıyaslandığında bazı farklılıkların olduğu görülür. Bölümün batı kesiminde vejetasyon devresinin süresi RCP 4.5 senaryosuna göre 7 ayı geçtiği bazı alanlarda ise 8 aya yaklaştığı görülürken, RCP 8.5 senaryosuna göre bu sürenin 8.5-9 aya yaklaştığı dikkati çeker. İklim senaryolarına göre bölümün batı yarısında vejetasyon süresi bakımından 15 ile 30 gün arasında bir fark oluşmaktadır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresi RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre asıl belirgin farkın bölümün doğu yarısında olduğu görülür. Özellikle Kirmasti çayı vadisindeki alçak alanlar ile Kütahya, Afyonkarahisar, Bolvadin ve Sandıklı ovaları gibi İç Batı Anadolu eşiğinin depresyon sahalarında RCP 4.5 senaryosuna göre 195 günün altında süren vejetasyon devresi, RCP 8.5 senaryosuna göre ise bu süre genel olarak 210 ile 225 gün arasındadır.

RCP 4.5 ve 8.5 senaryolarına göre vejetasyon devresinin süresi gibi vejetasyon devresinin en erken başladığı alanlar bakımından da bazı farklılıkların olduğu görülür. Her iki senaryoda da vejetasyon devresi en erken bölümün batı yarısında başlar. RCP 4.5 senaryosu ile Nisan ayının başında başladığı vejetasyon devresi, RCP 8.5 senaryosuna göre bu dönemin Mart ayının ortalarına doğru kaydığı görülür. Bölümün doğu yarısında ise, vejetasyon devresinin RCP 4.5 senaryosu ile 15 Nisan'dan sonra başladığı, RCP 8.5 senaryosu ile bu dönemin Nisan ayının başına kaydığı görülür.

Vejetasyon devresinin sona erme tarihleri RCP 4.5 ile 8.5 senaryoları ile incelendiğinde bölümün batı yarısında benzer özelliklere sahip olduğu görülürken, en belirgin farkın bölümün doğu yarısında olduğu dikkati çeker. RCP 4.5 senaryosu ile vejetasyon devresi 15 Ekim'den (15 Ekim-1 Kasım) itibaren sona ermeye başlamaktadır. RCP 8.5 senaryosuna göre bölümün doğusunda vejetasyon devresi ise Ekim'in ikinci yarısında vejetasyon devresinin sona erdiği alanların iyice daraldığı ve Kasım ayının başına kadar uzadığı görülür.



Şekil 23. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 senaryosuna göre vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitişi.

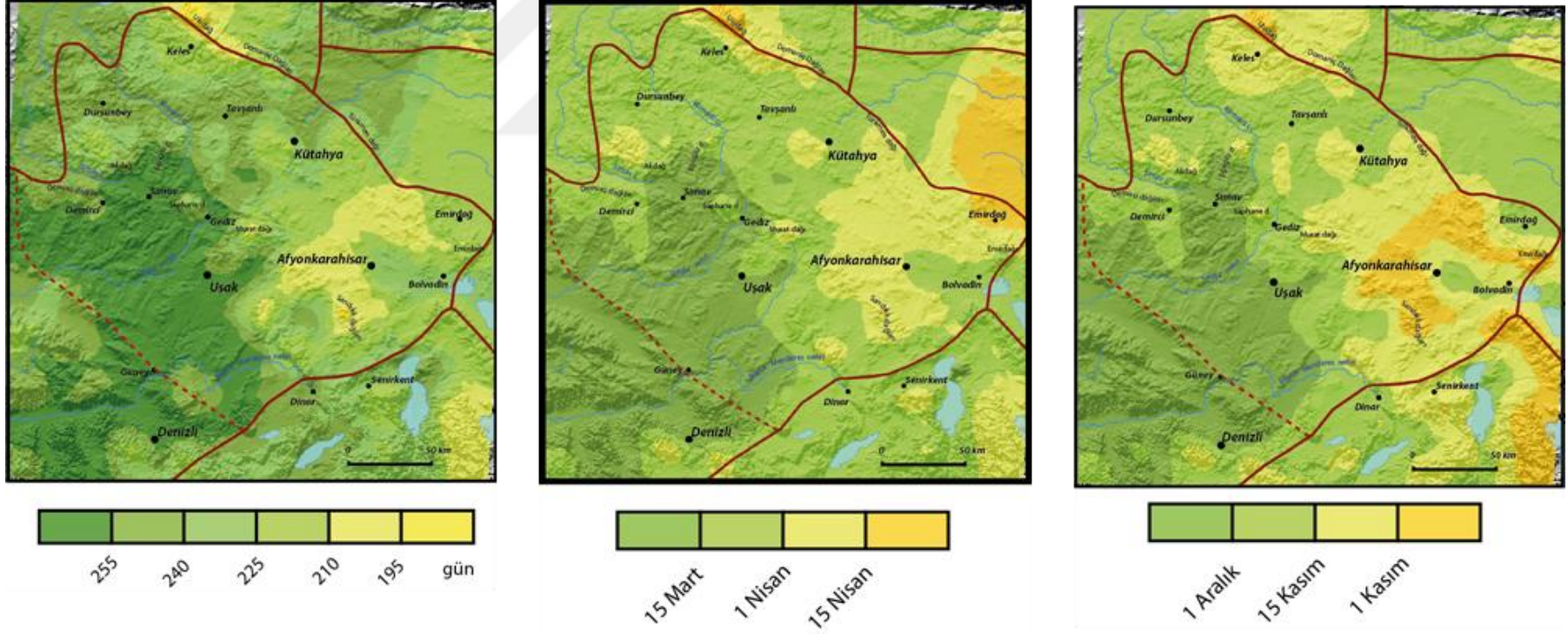
**Çizelge 33.** RCP 4.5 senaryosuna göre Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu      | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |          |            |
|-------------------------------|-----------------|------------|----------|------------|
|                               |                 | Başlangıç  | Bitiş    | Süre (gün) |
| Afyonkarahisar<br>(1960-2016) | 1034            | 4 Nisan    | 7 Kasım  | 218        |
|                               | 1500            | 22 Nisan   | 25 Ekim  | 187        |
|                               | 2000            | 5 Mayıs    | 12 Ekim  | 161        |
| Bolvadin<br>(1964-2016)       | 1018            | 29 Mart    | 7 Kasım  | 224        |
|                               | 1500            | 23 Nisan   | 24 Ekim  | 185        |
|                               | 2000            | 3 Mayıs    | 15 Ekim  | 166        |
| Demirci<br>(1991-2016)        | 855             | 26 Mart    | 18 Kasım | 238        |
|                               | 1000            | 31 Mart    | 16 Kasım | 231        |
|                               | 1500            | 24 Nisan   | 28 Ekim  | 188        |
| Denizli<br>(1960-2016)        | 425             | 10 Mart    | 4 Aralık | 270        |
|                               | 1000            | 25 Mart    | 18 Kasım | 239        |
|                               | 1500            | 12 Nisan   | 6 Kasım  | 209        |
|                               | 2000            | 27 Nisan   | 22 Ekim  | 179        |
| Dinar<br>(1960-2016)          | 864             | 24 Mart    | 20 Kasım | 242        |
|                               | 1000            | 30 Mart    | 13 Kasım | 229        |
|                               | 1500            | 18 Nisan   | 1 Kasım  | 198        |
|                               | 2000            | 3 Mayıs    | 19 Ekim  | 170        |
| Dursunbey<br>(1965-2016)      | 637             | 25 Mart    | 16 Kasım | 237        |
|                               | 1000            | 13 Nisan   | 3 Kasım  | 205        |
|                               | 1500            | 30 Nisan   | 22 Ekim  | 176        |
| Emirdağ<br>(1964-2016)        | 983             | 2 Nisan    | 2 Kasım  | 215        |
|                               | 1500            | 23 Nisan   | 21 Ekim  | 182        |

**Çizelge 34.** RCP 4.5 senaryosuna göre Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |           |            |
|--------------------------|-----------------|------------|-----------|------------|
|                          |                 | Başlangıç  | Bitiş     | Süre (gün) |
| Gediz<br>(1972-2016)     | 736             | 17 Mart    | 20 Kasım  | 249        |
|                          | 1000            | 22 Mart    | 11 Kasım  | 235        |
|                          | 1500            | 10 Nisan   | 31 Ekim   | 205        |
|                          | 2000            | 27 Nisan   | 19 Ekim   | 176        |
| Güney<br>(1964-2016)     | 825             | 1 Nisan    | 17 Kasım  | 231        |
|                          | 1000            | 3 Nisan    | 16 Kasım  | 228        |
|                          | 1500            | 20 Nisan   | 1 Kasım   | 196        |
|                          | 2000            | 29 Nisan   | 23 Ekim   | 178        |
| Keles<br>(1965-2016)     | 1063            | 22 Nisan   | 31 Ekim   | 193        |
|                          | 1500            | 3 Mayıs    | 22 Ekim   | 173        |
|                          | 2000            | 15 Mayıs   | 1 Ekim    | 140        |
| Kütahya<br>(1960-2016)   | 969             | 4 Nisan    | 6 Kasım   | 217        |
|                          | 1500            | 21 Nisan   | 20 Ekim   | 183        |
| Senirkent<br>(1966-2016) | 959             | 22 Mart    | 17 Kasım  | 241        |
|                          | 1500            | 7 Nisan    | 31 Ekim   | 208        |
|                          | 2000            | 29 Nisan   | 22 Ekim   | 177        |
| Simav<br>(1960-2016)     | 809             | 2 Mart     | 11 Aralık | 285        |
|                          | 1000            | 13 Mart    | 6 Aralık  | 269        |
|                          | 1500            | 26 Mart    | 24 Kasım  | 244        |
|                          | 2000            | 11 Nisan   | 26 Ekim   | 199        |
| Tavşanlı<br>(1965-2016)  | 833             | 27 Mart    | 16 Kasım  | 235        |
|                          | 1000            | 10 Nisan   | 2 Kasım   | 207        |
|                          | 1500            | 21 Nisan   | 26 Ekim   | 189        |
| Uşak<br>(1960-2016)      | 919             | 24 Mart    | 20 Kasım  | 242        |
|                          | 1500            | 12 Nisan   | 3 Kasım   | 206        |





Şekil 24. İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 8.5 senaryosuna göre vejetasyon süresi ve vejetasyon devresinin başlangıcı ile bitişi.

**Çizelge 35.** RCP 8.5 senaryosuna göre Afyonkarahisar, Bolvadin, Demirci, Denizli, Dinar, Dursunbey ve Emirdağ'da farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu      | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |           |            |
|-------------------------------|-----------------|------------|-----------|------------|
|                               |                 | Başlangıç  | Bitiş     | Süre (gün) |
| Afyonkarahisar<br>(1960-2016) | 1034            | 27 Mart    | 19 Kasım  | 238        |
|                               | 1500            | 8 Nisan    | 29 Ekim   | 205        |
|                               | 2000            | 23 Nisan   | 19 Ekim   | 180        |
| Bolvadin<br>(1964-2016)       | 1018            | 26 Mart    | 17 Kasım  | 237        |
|                               | 1500            | 3 Nisan    | 30 Ekim   | 211        |
|                               | 2000            | 24 Mart    | 24 Ekim   | 215        |
| Demirci<br>(1991-2016)        | 855             | 21 Şubat   | 6 Aralık  | 289        |
|                               | 1000            | 23 Mart    | 23 Kasım  | 246        |
|                               | 1500            | 15 Nisan   | 5 Kasım   | 205        |
| Denizli<br>(1960-2016)        | 425             | 18 Şubat   | 18 Aralık | 304        |
|                               | 1000            | 16 Mart    | 28 Kasım  | 258        |
|                               | 1500            | 1 Nisan    | 14 Kasım  | 228        |
|                               | 2000            | 15 Nisan   | 30 Ekim   | 199        |
| Dinar<br>(1960-2016)          | 864             | 9 Mart     | 2 Aralık  | 269        |
|                               | 1000            | 16 Mart    | 25 Kasım  | 255        |
|                               | 1500            | 27 Mart    | 11 Kasım  | 230        |
|                               | 2000            | 21 Nisan   | 31 Ekim   | 194        |
| Dursunbey<br>(1965-2016)      | 637             | 18 Mart    | 29 Kasım  | 257        |
|                               | 1000            | 28 Mart    | 19 Kasım  | 237        |
|                               | 1500            | 16 Nisan   | 5 Kasım   | 204        |
| Emirdağ<br>(1964-2016)        | 983             | 17 Nisan   | 20 Kasım  | 218        |
|                               | 1500            | 7 Nisan    | 30 Ekim   | 207        |



**Çizelge 36.** RCP 8.5 senaryosuna göre Gediz, Güney, Keles, Kütahya, Senirkent, Simav, Tavşanlı ve Uşak'ta farklı yükseltilere göre vejetasyon devresinin başlangıcı ve bitişi ile vejetasyon süresi.

| Meteoroloji<br>istasyonu | Yükselti<br>(m) | Vejetasyon |           |            |
|--------------------------|-----------------|------------|-----------|------------|
|                          |                 | Başlangıç  | Bitiş     | Süre (gün) |
| Gediz<br>(1972-2016)     | 736             | 3 Mart     | 9 Aralık  | 282        |
|                          | 1000            | 11 Mart    | 29 Kasım  | 264        |
|                          | 1500            | 25 Mart    | 8 Kasım   | 229        |
|                          | 2000            | 17 Nisan   | 29 Ekim   | 196        |
| Güney<br>(1964-2016)     | 825             | 5 Mart     | 7 Aralık  | 278        |
|                          | 1000            | 15 Mart    | 30 Kasım  | 261        |
|                          | 1500            | 25 Mart    | 16 Kasım  | 237        |
|                          | 2000            | 21 Nisan   | 29 Ekim   | 192        |
| Keles<br>(1965-2016)     | 1063            | 1 Nisan    | 11 Kasım  | 225        |
|                          | 1500            | 17 Nisan   | 29 Ekim   | 196        |
|                          | 2000            | 4 Mayıs    | 17 Ekim   | 167        |
| Kütahya<br>(1960-2016)   | 969             | 24 Mart    | 22 Kasım  | 244        |
|                          | 1500            | 6 Nisan    | 4 Kasım   | 213        |
| Senirkent<br>(1966-2016) | 959             | 11 Mart    | 24 Kasım  | 259        |
|                          | 1500            | 27 Mart    | 10 Kasım  | 229        |
|                          | 2000            | 15 Nisan   | 28 Ekim   | 197        |
| Simav<br>(1960-2016)     | 809             | 10 Şubat   | 22 Aralık | 316        |
|                          | 1000            | 25 Şubat   | 19 Aralık | 298        |
|                          | 1500            | 18 Mart    | 30 Kasım  | 258        |
|                          | 2000            | 29 Mart    | 12 Kasım  | 230        |
| Tavşanlı<br>(1965-2016)  | 833             | 19 Mart    | 25 Kasım  | 252        |
|                          | 1000            | 24 Mart    | 21 Kasım  | 243        |
|                          | 1500            | 8 Nisan    | 4 Kasım   | 211        |
| Uşak<br>(1960-2016)      | 919             | 14 Mart    | 2 Aralık  | 264        |
|                          | 1500            | 27 Mart    | 16 Kasım  | 235        |

## SONUÇ

Bu çalışmada. İç Batı Anadolu Bölümü'nün iklim özellikleri (sıcaklık, yağış, rüzgar vb.) ile vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş tarihleri ile vejetasyon süresinin belirlenmesi ve muhtemel iklim senaryolarına (RCP 4.5 ve RCP 8.5) göre vejetasyon devresinin değişimi hakkında değerlendirme yapılmıştır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık ortalama sıcaklığı genel olarak kuzeyde 10°C, doğuda 11°C, batı ve güneyde ise 13°C'nin üzerindedir. İnceleme sahasının en düşük sıcaklık değerleri Ocak ayında kuzey ve doğuda 0°C'nin altında, batıda ve güneyde ise 2.0°C'nin üzerindedir. Araştırma sahasının en yüksek sıcaklık değeri ise Temmuz ayında kuzeyde 20°C, doğuda 21-23 °C arasında, batı ve güneyde ise 25°C'nin üzerindedir.

İç Batı Anadolu Bölümündeki istasyonların gerçek sıcaklık değerlerinin %45'den fazlası, 9-21 dereceler arasında değişir. 0°C'nin altındaki sıcaklıkları temsil eden gerçek sıcaklık değerleri, bölümün kuzeyinde ve doğusunda %5-10 arasında, doğusunda ve güneyinde ise %5'in altındadır. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların frekansı ise bölüm genelinde oldukça düşüktür.

İç Batı Anadolu Bölümünde ortalama donlu gün sayısı incelendiğinde, en fazla donlu gün kış aylarında görülür. Kışın donlu gün süresi doğuda 30 günden fazla sürer. Kuzeyde 26.6 gün, güneyde ve batıda ise 15 günü geçmez. Baharda donlu gün daha az görülür (Kuzeyde 5.7 gün, doğuda ortalama 4 gün, batıda ve güneyde ise 2 günden azdır). Sonbaharda donlu gün süresi ise kuzeyde ve doğuda yaklaşık 2 gün, güneyde ve batıda ise çok düşüktür.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün uzun yıllık yağış ortalaması genel olarak kuzeyde 700mm'nin üzerinde, doğuda 400 mm'nin üzerinde, batı ve güney alanlarda ise 600 mm'nin üzerindedir. İç Batı Anadolu Bölümü'nde en fazla yağış kış ve ilkbahar aylarında, en az yağış ise yaz ve sonbahar aylarında görülür. İç Batı Anadolu Bölümü'nün kuzeyinde ve batısında kış yağışların oranı %40, ilkbahar

yağışlarının oranı ise %29'dur. Buna karşılık araştırma sahasının doğusunda en fazla yağış oranı ilkbaharda görülür. Doğuda ilkbahar yağışlarının oranı %33, kış yağışlarının oranı ise %30'dur.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde günlük yağış değerlerinin %95'inden fazlası 25 mm'nin altındaki yağışlardır. 25-50 mm arasında kaydedilen yağışların oranı doğu alanlardı %1 ile %1.5 arasında iken, bölümün diğer alanlarında %3'ten daha fazladır. Bölüm genelinde 50 mm ve üzeri yağış oranı ise oldukça düşük oranlardadır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde, Rubinstein metoduna göre, bazı istasyonlarda birden fazla hakim rüzgar yönü vardır. Kuzey hariç, bölüm genelinde yıllık hakim rüzgar frekansları %50'nin altındadır (Keles %56.3). İç Batı Anadolu Bölümü'nde genellikle kuzey sektörlü rüzgarlar hakimdir.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde kuraklık analizleri incelendiğinde, de Martonne yıllık kuraklık indis formülüne göre bölümün kuzeyi hariç tüm alanların yarı kurak - nemli saha özelliği gösterir. Ortalama maksimum sıcaklıkların da değerlendirildiği Erinç'in yağış etkinlik indis formülüne göre çalışılan istasyonların çoğunluğu yarı nemlidir (Kütahya, Uşak, Afyon, Denizli, Dursunbey, Tavşanlı, Demirci, Gediz, Güney ve Senirkent). Erinç'in yağış etkinlik indisine göre Keles ve Simav nemli saha özelliği, Emirdağ, Bolvadin ve Dinar ise yarıkurak saha özelliği gösterir. thornthwaite metoduna göre incelendiğinde ise, Afyonkarahisar, Dursunbey, Tavşanlı, Gediz, Güney, Demirci, Uşak ve Denizli C1 harfi ile ifade edilen kurak- az nemli, Kütahya ve Senirkent yarı nemli, Keles ve Simav nemli, Emirdağ, Bolvadin ve Dinar yarı kurak iklim tipindedir.

İç Batı Anadolu Bölümü'nün günlük ortalama sıcaklık veri analizlerine göre vejetasyon devresi bölümün bazı alanlarında 225 günün üzerine çıkar. Bölümde vejetasyon devresinin en uzun sürdüğü alanlar bölümün batısındaki alçak sahalardır. Gediz ve Büyük Menderes nehirlerinin yukarı çığırını oluşturan alçak alanlarda vejetasyon devresinin süresi yaklaşık 250 günü bulur. Bölümün doğu yarısında vejetasyon süresi yükseltinin arttığı alanlarda 165 günün altına inerken, alçak sahalarda genel olarak 195 ile 210 gün arasındadır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresi RCP 4.5 senaryosuna göre incelendiğinde, Kirmasti çayı, Gediz çayının yukarı çığırı ile Büyük Menderes Nehri'nin yukarı çığırına kadar olan alanların büyük kısmında vejetasyon devresinin süresi 7 ayı geçtiği hatta bazı alanlarda bu süre 8 aya yaklaştığı görülür. Bölümün doğu yarısında kabaca 15 günlük bir uzama ile vejetasyon devresinin süresinin arttığı görülür.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde 8.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin süresi, batıda 8.5-9 aya yaklaşırken doğuda da İç Batı Anadolu eşiği üzerinde de bu süre güncel duruma göre belirgin şekilde uzamaktadır. 8.5 senaryosuna göre vejetasyon devresinin süresinin en kısa olduğu alanlar kuzeyde Uludağ'ın yüksek kesimleri ile Sandıklı dağlarının yüksek kesimleriyle sınırlıdır. Buralarda vejetasyon devresinin süresi 195 günden azdır. İç Batı Anadolu Bölümü'nde vejetasyon devresinin süresinin uzadığı yerlerin başında vadiler ve depresyon sahaları gelmektedir. Özellikle bölümün batısında Gediz, Büyük Menderes bu senaryoya göre etkisini çok daha genişletebileceği görünmektedir. Bu sahalarda vejetasyon devresinin süresi 8.5 ayı geçmekte, bazı yerlerde ise 9-9.5 ayı (Demirci 289 gün, Gediz 282 gün, Uşak 264 gün ve Güney 278 gün gibi) bulmaktadır.

İç Batı Anadolu Bölümü'nde RCP 4.5 senaryosuna göre günlük ortalama sıcaklığının 2.6 °C artacağı düşünüldüğünde, vejetasyon devresinin süresi genel olarak 2-3 hafta uzayabileceği belirlenmiştir. RCP 8.5 senaryosuna göre günlük ortalama sıcaklığının 4.8 °C artacağı düşünüldüğünde ise bu sürenin bölüm genelinde 40 gün daha fazla olabileceği belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

- Aksoy H., Unal N.E., Alexandrov V., Dakova S., Yoon J. (2008). Hydrometeorological analysis of northwestern Turkey with links to climate change. **International Journal of Climatology**, 28(8): 1047-1060.
- Albek M., Öğütveren Ü.B., Albek E. (2004). Hydrological modeling of Seydi Suyu watershed (Turkey) with HSPF. **Journal of Hydrology**, 285(1): 260-271.
- Ardel A. (1973). **Klimatoloji** (Genişletilmiş 3. Baskı). İstanbul Üniversitesi Yayınları. 146.
- Atalay İ. (1994). **Türkiye Vegetasyon Coğrafyası**. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.
- Avcı M. (1990). **Göller Yöresi Batı Kesiminin Bitki Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, yayımlanmamış doktora tezi, İstanbul.
- Avcı M. (1996). Göller yöresi batı kesiminde bitki toplulukları ve dağılışları. **Coğrafya Dergisi**, 4: 227-264.
- Avcı M. (1997). Karasu-Tuzla Çayı Arasındaki Sahada Orman Kalıntıları. **Coğrafya Dergisi**, 5: 179-224.
- Avcı M. (1998). Ilgaz Dağları ve Çevresinin Bitki Coğrafyası I: Bitki Örtüsünün Coğrafi Şartları. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, **Coğrafya Dergisi**, 6: 137-216.
- Beaubien E.G., Freeland H.J. (2000). Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. **International Journal of Biometeorology**, 44(2): 53-59.
- Berg A., Findell K., Lintner B., Giannini A., Seneviratne S.I., van den Hurk B., Lorenz R., Pitman A., Hagemann S., Meier A., Cheruy F., Ducharne A., Malyshev S., Milly P.C.D. (2016). Land-atmosphere feedbacks amplify aridity increase over land under global warming. **Nature Climate Change**, 6: 869-874.

Bradley N.L., Leopold A.C., Ross J., Huffaker W. (1999). Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 96: 9701-9704.

Chmielewski F.M., Muller A., Kuchler W. (2005). Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). **International Journal of Biometeorology**, 50: 96-104.

Chmielewski F.M., Rotzer T. (2002). Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. **Climate Research**, (19): 257-264.

Collins M., Knutti R., Arblaster J., Dufresne J.-L., Fichefet T., Friedlingstein P., Gao X., Gutowski W.J., Johns T., Krinner G., Shongwe M., Tebaldi C., Weaver A.J., M. Wehner (2013). Chapter 12- Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. **In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. IPCC Working Group I Contribution to AR5. Eds. IPCC. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, U. K., and New York.

Çepel N. (1988). **Forest Ecology**. Istanbul University, Faculty of Forestry, Istanbul, Turkey, 536.

Çiçek İ. (2000). Türkiye'de Termik Dönemlerin Yayılışı ve Süreleri. **DTCF Dergisi**, 40(1-2): 189-212.

Darkot B., Tuncel M. (1995). **Ege Bölgesi Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 2365. Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 99. İstanbul (3.baskı).

de Martonne E. (1923). Aridité et indices d'aridité. **Académie Des Sciences. Comptes Rendus**, 182, 1935-1938.

de Martonne E. (1942). Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. **Annales de Géographie**, 51, 242-250.

Demircan M., Gürkan H., Eskioğlu O., Arabacı H., Coşkun M. (2017). Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two Scenarios. **Türkiye Su Bilimi ve Yönetimi Dergisi**, 1(1): 22-43.

Deniz Z.A., Gönençgil B. (2015). Trends of summer daily maximum temperature extremes in Turkey. **Physical Geography**, 36(4): 268-281.

Dönmez Y. (1972). **Kütahya Ovasının Ve Çevresinin Fiziki Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Matbaası.

Dönmez Y. (1979). **Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi. Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Sayı 112.

Dönmez Y. (1985). **Bitki Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 3319. İstanbul.

Dönmez Y. (1990). **Umumî Klimatoloji ve İklim Çalışmaları**. İstanbul Üniversitesi Basımevi. Üniversite Yayın No: 3648. Fakülte No: 3248. ISBN: 975-404-224-1.

EEA (2004). Impacts of Europe's changing climate (an indicator-based assesment). Copenhagen. Denmark: **European Environment Agency**.

Elibüyük M., Yılmaz E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 8(1): 27-55.

Erinç S. (1957). **Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları**. İTÜ Hidrojeoloji Enstitüsü. İstanbul.

Erinç S. (1977). **Vejetasyon Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü yayını 92. İstanbul.

Erinç S. (1984). **Klimatoloji ve Metotları**. İÜ. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü. İstanbul.

Erinç S., Sungur K.A. (1964). İstanbul'da Hava Tipleri. **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**. 7(14): 76-98.

Erlat E. (2010). **İklim Sistemi ve İklim Değişimleri**. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 155.

Erlat E., Türkeş M. (2013). Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days. and the 2010 hot summer in Turkey. **International Journal of Climatology**, 33(8): 1898-1908.

ESRI (2013). ArcGIS 10.2. **Environmental Systems Research Institute, Inc.** Redlands, USA.

Ewing E.E., Heyn W.D., Batutis E.J., Snyder R.G., Khedher M., Sandlan K.P., Turner A.D. (1990). Modifications to the simulation model POTATO for use in New York. **Agricultural System**. 33: 173-192.

Fortems-Cheiney A., Foret G., Siour G., Vautard R., Szopa S., Dufour G., Colette A., Lacressonniere G., Beekmann M. (2017). A 3°C global RCP8.5 emission trajectory cancels benefits of European emission reductions on air quality. **Nature Communications**, 8:89.

Fujihara Y., Tanaka K., Watanabe T., Nagano T., Kojiri T. (2008). Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations. **Journal of Hydrology**, 353(1): 33-48.

Gabler C.A., Osland M.J., Grace J.B., Stagg C.L., Day R.H., Hartley S.B., Enwright N.M., From A.S., McCoy M.L., McLeod J.L. (2017). Macroclimatic change expected to transform coastal wetland ecosystems this century. **Nature Climate Change**, 7(2):142-147.

Gönençgil B. (2008). **Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan**. Çantay Kitabevi. İstanbul.

Gönençgil B., Deniz Z.A. (2016). Extreme maximum and minimum air temperature in Mediterranean coasts in Turkey. **Geography Environment Sustainability**, 9(1): 59-70.



Gönençgil B., İçel. G. (2010). Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında yıllık toplam yağışlarda görülen değişimler (1975-2006). **Türk Coğrafya Dergisi**, 55: 1-12.

Günel N. (1986). **Gediz-Büyük Menderes Arasına Kalan Sahanın Bitki Coğrafyası**. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul.

Günel N. (1997). **Türkiye'de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları. Ekolojik ve Floristik Özellikleri**. Çantay Kitabevi. ISBN-975-7206-16-4. İstanbul.

Günel N. (2003). **Yukarı Gediz Havzasının Bitki Coğrafyası**. Çantay Kitabevi. ISBN 975-7206- 78-4. İstanbul.

Günel N. (2013). Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri. **Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi**. V(1): 1-22.

Güner Bacanlı Ü. (2017). Trend analysis of precipitation and drought in the Aegean region. Turkey. **Meteorological Applications**, 24(2): 239-249.

Güngördü M. (1993). **Güney Marmara Bölümünün (Batı Kesimi) Bitki Coğrafyası**. İst. Üniv. Sosyal Bil. Enst. Basılmamış Doçentlik Tezi, İstanbul.

Hufkens K., Keenan T.F., Flanagan L.B., Scott R.L., Bernacchi C.J., Joo E., Brunsell N.A., Verfaillie J., Richardson A.D. (2016). Productivity of North American grasslands is increased under future climate scenarios despite rising aridity. **Nature Climate Change**, 6(7): 710-714.

IPCC (2007). "Contribution of Working Groups I. II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" **Climate Change 2007: Synthesis Report**, Eds. Pachauri. R.K. and Reisinger. A. IPCC. Geneva. Switzerland.

IPCC (2013). "Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**, Eds. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J.

Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley, Cambridge University Press, New York, USA.

van Keulen H., Wolf J. (1986). Crop production as determined by nutrient availability. **Modelling of Agricultural Production: Weather, Soils and Crops**. Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen.

Koç D.E. (2016). **Bolkar Dağları Bitki Örtüsü ve İklim Değişikliği**. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Coğrafya Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Koç D.E., İkiel C. (2017). Vegetation periods and changes in the Thrace (1965-2011) Trakya’da vejetasyon süreleri ve değişimleri (1965-2011). **Journal of Human Sciences**, 14(3): 2326-2344.

Koç T. (1993). Türkiye’de hava tipleri. **İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni**. 10: 119-134. İstanbul.

Koçman A. (1993a). **İnsan Faaliyetleri Ve Çevre Üzerine Etkileri Açısından Ege Ovalarının İklimi**. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları. Sayı 73.

Koçman A. (1993b). **Türkiye İklimi**. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları. Sayı 72.

MacKerron D.K.L., Waister P.D. (1985). A simple model of potato growth and yield. Part I. Model development and sensitivity analysis. **Agricultural and Forest Meteorology**, 34: 241-252.

Mazurczyk W., Lutomirska B., Wierzbicka A. (2003). Relation between air temperature and length of vegetation period of potato crops. **Agricultural and Forest Meteorology**, 118(3): 169-172.

Meinshausen M., Smith S.J., Calvin K., Daniel J.S., Kainuma M.L.T., Lamarque J.F., Matsumoto K., Montzka S.A., Raper S.C.B., Riahi K., Thomson A., Velders G.J.M. van Vuuren D.P.P. (2011). The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300”. **Climatic Change**, 109(1-2): 213.

Menzel A. (2000). Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. **International Journal of Biometeorology**, 44(2): 76-81.

Montheith J.L. (1981). Climatic variation and the growth of crops. **Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society**, 107: 749-774.

Ng E., Loomis R.S. (1984). **Simulation of growth and yield of the potato**. Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen. 147 pp.

Ozkan B., Akcaoz H. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, 7(4): 367-380.

Önol B., Ünal Y.S., Dalfes H.N. (2011). İklim değişimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi. **İTÜDERGİSİ**, 8(5): 169-177.

Özdoğan M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in Northwestern Turkey. **Agriculture Ecosystems & Environment**, 141(1): 1-12.

Pamuk G., Özgürel M., Topçuoğlu K. (2004). Standart yağış indisi (SPI) ile Ege Bölgesinde kuraklık analizi. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 41(1): 99-106.

Primault B. (1992). Temperature data used to determine a theoretical start to forest tree growth in spring. **Theoretical and Applied Climatology**, 45(2): 139-143.

Rodrigo J., (2000). Review: spring frost in deciduous fruit trees-morphological damage and flower hardiness. **Scientia Horticulturae**, 83, 155-173.

Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Wild J., Ascoli D., Petr M., Honkaniemi J., Lexer M.J., Trotsiuk V., Mairota P., Svoboda M., Fabrika M., Nagel T.A., Reyser C.P.O. (2017). Forest disturbances under climate change. **Nature Climate Change**, 7(6):395-402.

Sen B., Topcu S., Türkeş M., Sen B., Warner J.F. (2012). Projecting climate change. drought conditions and crop productivity in Turkey. **Climate Research**. 52: 175-191.

Shane-Underwood B., Guido Z., Gudipudi P., Feinberg Y. (2017). Increased costs to US pavement infrastructure from future temperature rise. **Nature Climate Change**, 7:704-707.

Sparks T.H., Jeffree E.P., Jeffree C.E. (2000). An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phonological records from the UK. **International Journal of Biometeorology**, 44: 82-87.

Squire G.R. (1995). **Linkage between plant and weather in models of crop production. Modelling and Parameterization of the Soil-Plant-Atmosphere System**, Eds. K P, Marshall B, van den Broek BJ, Vos J, van Keulen H, Wageningen Pers. Wageningen.

Tanaka A., Takahashi K., Masutomi Y., Hanasaki N., Hijioka Y., Shiogama H., Yamanaka Y. (2015). Adaptation pathways of global wheat production: Importance of strategic adaptation to climate change. **Scientific Reports**, 5: 14312.

Thorntwaite C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, 38(1), 55-94.

Trigo R., Xoplaki E., Zorita E., Luterbacher J., Krichak S., Alpert P., Jacobeit J., Saenz J., Fernandez J., Gonzalez-Rouco F., Garcia-Herrera R., Rodo X., Brunetti M., Nanni T., Maugeri M., Türkeş M., Gimeno L., Ribera P., Brunet M., Trigo I., Crepon M., Mariotti A. (2006). “**Relations between variability in the Mediterranean region and mid-latitude variability**”, Developments in Earth and Environmental Sciences, Eds, Lionello P., Malanotte-Rizzoli P., Boscolo R., Amsterdam, 4: 179-226.

Tunçdilek N. (1967). Isparta Isı Takvimi. **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 8(16): 38-52.

Turoğlu, H. (2011). Flash Floods and Floods in Istanbul, İstanbul'daki Sel ve Taşkınlar. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 1(3): 39-46.

Tümertekin E., Cöntürk H. (1960). Türkiye’de Yıllık Yağışlar. **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 20: 51-64.

Türkeş M., Tatlı, H. (2009). Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. **International Journal of Climatology**, 29(15): 2270-2282.

Türkeş M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. **International Journal of Climatology**, 16: 1057-1076.

Türkeş M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey. **International Journal of Climatology**, 18: 649-680.

Türkeş M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. **Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences**, 23(5): 363-380.

Türkeş M. (2010). **Klimatoloji ve Meteoroloji**. Kriter Yayınevi.

Türkeş M. (2011). Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi bileşimi. **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 9(1): 79-99.

Türkeş M. (2012). Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi**, 4(2). 1-32.

Ukkola A.M., Colin Prentice I., Keenan T.F., van Dijk A.I., Viney N.R., Myneni R., Bi J. (2016). Reduced streamflow in water-stressed climates consistent with CO<sub>2</sub> effects on vegetation. **Nature Climate Change**, 6(1):75.

Veraverbeke S., Rogers B.M., Goulden M.L., Jandt R.R., Miller C.E., Wiggins E.B., Randerson J.T. (2017). Lightning as a major driver of recent large fire years in North American boreal forests. **Nature Climate Change**, 7(7): 529-534.

Yamanlar O. (1956). Gediz Nehri Yağış Havzasında Vukuu Bulan Toprak Erozyonu ve Demirköprü Barajı'nın Siltasyondan Korunmasına Dair Araştırmalar.

Yano T., Aydın M., Haraguchi T. (2007). Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a Mediterranean environment of Turkey. **Sensors**, 7(10): 2297-2315.

Yılmaz F.K. (2009). **İç Batı Anadolu Bölümü'nün iklim özellikleri ve iklim değişikliğinin tarımsal üretime etkileri**. Uyum Ajans.

Yılmaz Ö. (2001). Afyon ve çevresinin bitki örtüsü. **Türk Coğrafya Dergisi**. 37: 47-77.

Zeng Z., Piao S., Li L.Z., Zhou L., Ciais P., Wang T., Li Y., Lian X., Wood E.F., Friedlingstein P., Mao J., Estes L.D., Myneni R.B., Peng S., Shi X., Seneviratne S.I., Wang Y. (2017). Climate mitigation from vegetation biophysical feedbacks during the past three decades. **Nature Climate Change**. 7(6): 432-436.