

## İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.) VERİMİNE OLASI ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: MARMARA BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Hüdaverdi GÜRKAN<sup>1</sup>  
hgurkan@mgm.gov.tr

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR<sup>2</sup>  
nbayrak@agri.ankara.edu.tr

Hüseyin BULUT<sup>1</sup>  
hbulut@mgm.gov.tr

Nilüfer KOÇAK<sup>2</sup>  
nkocak@ankara.edu.tr

Osman ESKİOĞLU<sup>1</sup>  
oeskioglu@mgm.gov.tr<sup>1</sup>

Mesut DEMİRCAN<sup>1</sup>  
mdemircan@mgm.gov.tr

<sup>1</sup> Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

### ÖZET

Ayçiçeği, Türkiye’de bitkisel yağ sektörünün ham maddesi konumundadır. Üretim, yurtiçi tüketim için bile yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle ülkemizde hem üretim alanlarının hem de verimin artırılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışma ayçiçeği verimi ile iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde ayçiçeği verimi üzerindeki olası etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Marmara Bölgesi’ndeki 10 il değerlendirilmiştir. Materyal olarak; 1985-2014 yıllarına ait ayçiçeği üretim verileri ile meteorolojik gözlem değerleri, 2016-2099 arası dönemi kapsayan HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanılmıştır. Kullanılan iklim parametreleri; minimum sıcaklık < -5°C olan gün sayısı, aylık ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık > 35°C olan gün sayısı, aylık ortalama nisbi nem, ortalama nisbi nem > 70 olan gün sayısı, aylık toplam güneşlenme süresi ve aylık toplam yağıştır. Çalışmanın ilk kısmında; gözlem değerleri ve üretim verileri arasında tekli ve çoklu korelasyon analizleri ile en küçük kareler yöntemiyle doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır. İkinci kısımda; oluşturulan regresyon denklemleri ile iklim projeksiyonu verileri kullanılarak gelecek dönemler (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) için öngörülen iklim değişikliklerinin yıllık ayçiçeği verimi üzerine olası etkileri ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre iklim faktörlerinin verim üzerinde önemli bir belirleyici etmen olduğu belirlenmiştir. Verim tahmini analizlerine göre Marmara bölgesinin ayçiçeği yetiştiriciliği açısından olumsuz etkilenmesi öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ayçiçeği Verimi, HadGEM2-ES, RCP8.5, İklim Değişikliğinin Etkileri.

## ANALYZING OF THE POTENTIAL IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON YIELD OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.): EXAMPLE OF MARMARA REGION

Hüdaverdi GÜRKAN<sup>1</sup>  
hgurkan@mgm.gov.tr

Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR<sup>2</sup>  
nbayrak@agri.ankara.edu.tr

Hüseyin BULUT<sup>1</sup>  
hbulut@mgm.gov.tr

Nilüfer KOÇAK<sup>2</sup>  
nkocak@ankara.edu.tr

Osman ESKİOĞLU<sup>1</sup>  
oeskioglu@mgm.gov.tr<sup>1</sup>

Mesut DEMİRCAN<sup>1</sup>  
mdemircan@mgm.gov.tr

<sup>1</sup> Ministry of Forestry and Water Affairs, Turkish State Meteorological Service

<sup>2</sup> Ankara University, Faculty of Agriculture, Agronomy Division

### ABSTRACT

Sunflower, is the raw material of vegetable oils sector in Turkey. Production is not sufficient even for domestic consumption. Therefore, it is necessary to carry out the projects to increase the yield and production areas. This study, was carried out in order to determine the possible effects of the future climate changes on the sunflower yield. In the study, 10 provinces in the Marmara region were evaluated. Sunflower production values and meteorological data, which belong to years of 1985-2014, climate projections, with 20 km resolution, based on HadGEM2-ES Global Climate Model and RCP8.5 scenario that cover period of 2016-2099 were used as material. Climate parameters used in this study are number of days that minimum temperature below -5°C, monthly average temperature, number of days that maximum temperature above 35°C, monthly average relative humidity, number of days that average relative humidity above % 70, monthly total sunshine duration, monthly total precipitation. The potential impact of climate changes, that are projected for the future periods (2016-2040, 2041-2070 and 2071-2099), on yield of sunflower have been put forward with using the generated high-rate regression equations and climate projection data. According to the results, it was determined that an important characteristic factor of climate factors on productivity. With reference to the yield prediction analyses, Marmara region will be negatively affected.

**Key Words:** The Yield Of Sunflower, HadGEM2-ES, RCP8.5, The effects of climate change.

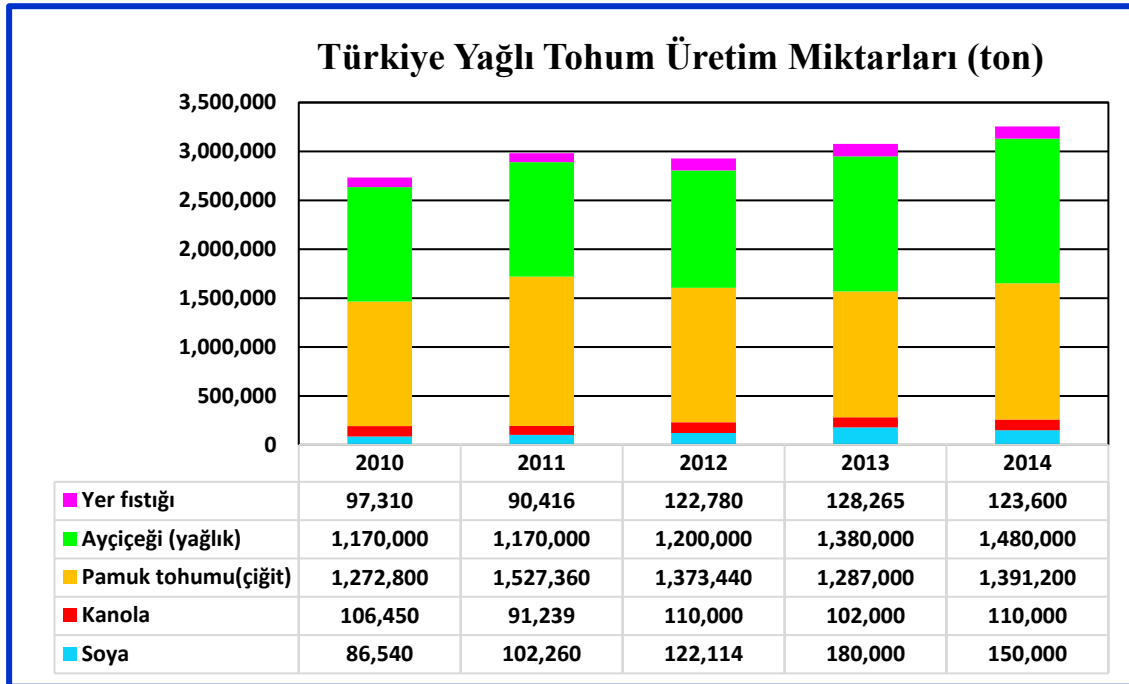
## 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde üç ana grup yer almaktadır. Bunlar yağlar, proteinler ve karbonhidratlardır. Bu üç ana grup içerisinde yağlar insan beslenmesinde önemli bir kalori kaynağını oluşturmaktadır (Hatırlı ve ark., 2002).

Bitkisel yağ sektörünün ham maddesi olan yağlı tohumlar aynı zamanda birçok farklı sektörün de hammaddesi konumundadır. Oldukça yüksek protein içeriğine sahip olan yağlı tohum küspeleri hayvan beslenmesinde de tercih edilmektedir (İlkdoğan 2008). Bitkisel yağlar, gıda, enerji ve kimyasal sektörde yoğun olarak kullanılan stratejik ürünlerdir (Taşkaya Top ve Uçum 2012).

Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği raporlarına göre 2014 yılında dünya yağlı tohum üretiminde soya, kanola ve çığitten sonra dördüncü sırada yer alan ayçiçeği ülkemizde ise ilk sırada yer almaktadır (BYSD, 2015).

Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ayrıca Orta Karadeniz, Kıyı Ege, Çukurova ve son yıllarda İç Anadolu Bölgesi'ndeki ekim alanlarında ciddi bir artış söz konusudur.



Şekil 1. Türkiye yağlı tohum üretim miktarları (TÜİK, 2015)

Ülkemizde, 2014 yılı verilerine göre en fazla üretimi yapılan ilk beş bitki sırası ile ayçiçeği (yağlık), pamuk tohumu (çığit), soya, yer fıstığı ve kanola şeklindedir. 2010 yılında yaklaşık 2.7 milyon ton olan beş yağlı tohumun üretim miktarı 2014 yılında 2010'a göre yaklaşık %19'luk artışla 3.25 milyon ton düzeyine ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre 2010-2014 döneminde ayçiçeği (yağlık) üretimindeki artış oranı ise yaklaşık %26,4 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2015). Aynı dönemde dünya geneli ayçiçeği üretimindeki %20,3 olan artış oranı göz önüne alındığında ülkemizdeki artış oranının daha fazla olduğu dikkat çekmektedir.

BYSD tarafından yayınlanan USDA kaynaklarından alınan verilere göre dünya bitkisel ham yağ üretimi 176 milyon ton düzeyindedir (BSYD, 2015). Üretim içerisindeki en büyük pay palm yağında iken ayçiçeği yağı sıralamada dördüncü olarak yer almaktadır. 2010-2014 yılları içerisinde ham ayçiçeği yağı üretimi 12 milyon tondan 15 milyon tona çıkmıştır.

TÜİK kaynaklarına göre son 10 yıl içerisinde yağlık ayçiçeği ekilen alanlarda yaklaşık % 12.7 üretim miktarında % 71.1 ve veriminde ise yaklaşık % 52 artış sağlanmıştır.

**Çizelge 1. Türkiye yağlık ayçiçeği üretim verileri (TÜİK,2015)**

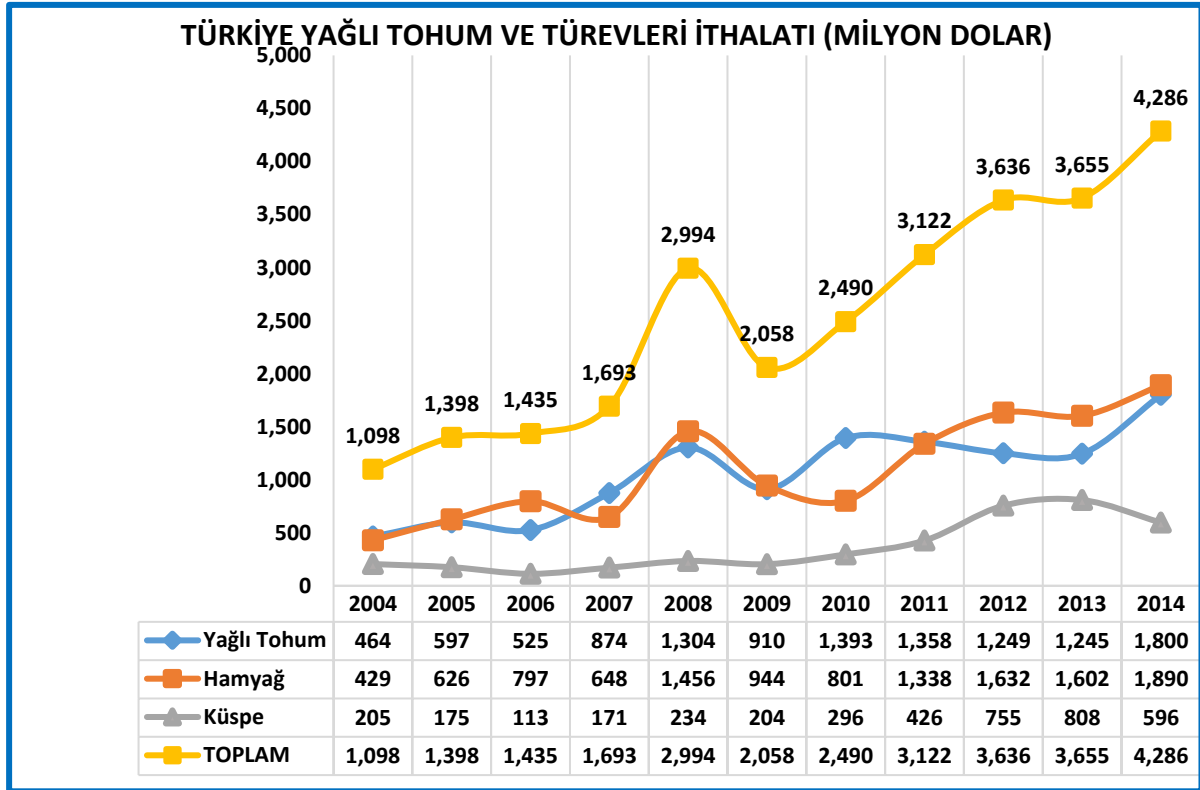
| Yıl  | Ekilen alan(dekar) | Üretim(ton) | Verim(kg/da) |
|------|--------------------|-------------|--------------|
| 2005 | 4,900,000          | 865,000     | 177          |
| 2006 | 5,100,000          | 1,010,000   | 198          |
| 2007 | 4,857,000          | 770,000     | 159          |
| 2008 | 5,100,000          | 900,387     | 177          |
| 2009 | 5,150,000          | 960,300     | 186          |
| 2010 | 5,514,000          | 1,170,000   | 212          |
| 2011 | 5,560,000          | 1,170,000   | 210          |
| 2012 | 5,046,160          | 1,200,000   | 238          |
| 2013 | 5,202,600          | 1,380,000   | 265          |
| 2014 | 5,524,651          | 1,480,000   | 269          |

Türkiye’de bitkisel ham yağ üretimi artan tüketimi dengeleyebilmek için sürekli bir artış eğiliminde olmasına rağmen henüz iç talebi karşılayabilecek düzeyde bile değildir. Ülkemizde bitkisel ham yağ sektörünün en önemli ham madde ihtiyacı yağlık ayçiçeği üretiminden karşılanmaktadır. Fakat ülke içi tüketim ve dış ticaretteki ihracat nedeniyle ülkemizde ciddi bir bitkisel yağ açığı bulunmaktadır. Bu açık her yıl farklı ülkelerden yapılan ithalat ile karşılanmaya çalışılmaktadır (BSYD, 2015).

**Çizelge 2. 2015/2016 sezonu ham ayçiçeği yağı arz-talep dengesi**

|   |               |
|---|---------------|
| Türkiye yerli ürün hasadından elde edilen Ayçiçeği Yağı Üretimi | 430 bin ton   |
| Türkiye Ayçiçeği Yağı Tüketimi                                  | 900 bin ton   |
| Türkiye Ayçiçeği Yağı İhracatı                                  | 500 bin ton   |
| Toplam Ayçiçeği Yağı İhtiyacı                                   | 1,400 bin ton |
| Ayçiçeği Yağı Bazında Açık                                      | 970 bin ton   |

Trakya Birlik kaynaklarına göre ayçiçeği yağı bazında yıllık yaklaşık 970 bin ton açığımız mevcuttur (Tekçe 2015). Bu açık her yıl ithalat yapılarak karşılanmaya çalışılmaktadır. Türkiye’nin bir tarım ülkesi olarak nitelendirilmesine rağmen yağlı tohumlar üretiminde ciddi bir açığımızın bulunması, sektörü hammadde temini konusunda dışa bağımlı hale getirmektedir (Tosun 2003). Ülkemizin yağlı tohumlu bitkilerdeki temel stratejisi ithalatı mümkün olduğunca azaltarak gereksinim duyulan yağlı tohumu üretmek ve kendine yeter bir duruma gelmektir (Kolsarıcı ve ark., 2015).



**Şekil 2. Türkiye yağlı tohum ve türevleri ithalatı (BSYD, 2015)**

BYSD kaynaklarına göre yağlı tohum ve türevleri ithalatı 2014 itibariyle 4,286 milyon dolar olmuştur. Artan talep nedeniyle ithalat oranı her geçen yıl artmaktadır.

Ayçiçeği ülkemizin çeşitli bölgelerinde geniş bir doğal yetişme alanına sahiptir. Ülkemizde yağlık ve çerezlik olmak üzere iki farklı amaçla tarımı yapılan ayçiçeği en fazla yağlık amaçla yetiştirilmektedir. Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizde yoğun olarak Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Ülkemizde yağlık ayçiçeği tarımı yoğun olarak kuru tarım şeklinde yapılmaktadır. Sulama imkanlarının olduğu yörelerde verimde ciddi artışlar sağlanabilmektedir.

Geniş coğrafyalarda yetiştirilme olanaklarına sahip ve değişik iklim koşullarına uyum sağlayabilen ayçiçeği de tüm bitkilerde olduğu gibi değişen iklim şartlarından etkilenir. Günümüzde özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren iklim değişiklikleri önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. İklim değişikliğinin en önemli göstergesi, meteorolojik olarak küresel ölçekte düzenli ölçümlerin yapılmaya başladığı 1850'den günümüze artış gösteren küresel ortalama sıcaklıklardır.

WMO kaynaklarına göre 2014 yılı küresel sıcaklık ortalaması, 1961-1990 dönemi küresel sıcaklık ortalaması olan 14.0°C'nin 0.57°C üzerinde gerçekleşerek 1850'den günümüze kadarki en sıcak yıl olarak rekor kırmıştır (WMO, 2015).

MGM'nin "2014 Yılı İklim Değerlendirmesi" raporuna göre Türkiye geneli ortalama sıcaklığı 1994'den günümüze 21 yılda sadece iki yıl (1997,2011) 1981-2010 dönemi ortalama sıcaklığı olan 13.5°C'nin altında gerçekleşmiştir. 2010 yılı ortalama sıcaklığı 15.5 °C ile Türkiye'nin en sıcak yılı olarak rekor kırmıştır. 2014 yılı da en sıcak ikinci yıl olarak kaydedilmiştir (MGM, 2015a).

MGM bünyesinde, 2011 yılında "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği" adlı ülkemiz ve bölgesi için uzun vadeli, yüksek çözünürlüklü (20 km) bölgesel iklim projeksiyonları geliştirme çalışmalarına başlanmış ve 2015 yılında çalışmanın sonuçları elde edilmiştir. MGM'nin çalışmasında yer alan üç modelden biri olan HadGEM2-

ES küresel model verileri ile RCP8.5 senaryosu temelinde RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeli kullanılarak elde edilen 20 km çözünürlüklü projeksiyon sonuçlarına göre;

• Türkiye geneli ortalama sıcaklıkların 2016-2099 periyodunda 0.9-7.1°C ve ortalama olarak da 3.6°C artması öngörülmektedir.

• Yağış miktarlarında RCP8.5 senaryosuna göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenirken daha sonraki dönemlerde azalışlar öngörülmektedir (Akçakaya ve ark., 2015).

Ülkemizin yağlı tohumlu bitkilerdeki temel stratejisi ithalatı mümkün olduğunca azaltarak gereksinim duyulan yağlı tohumu üretmek ve kendine yeter bir duruma gelmektir (Kolsarıcı ve ark., 2015). Bu çalışma ile ülkemiz tarım ve ekonomisi açısından günümüzde olduğu gibi gelecekte de önemi artarak devam edecek olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tarımında iklim değişikliklerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine olası etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1 Ayçiçeği üretim verileri

Çalışmada ayçiçeği üretiminin yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi'ndeki 10 il ait Türkiye İstatistik Kurumu'na ait istatistik verileri (TÜİK, 2015) ele alınmıştır. Ele alınan 10 il: Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya ve Tekirdağ'dır. İklim faktörleri-verim arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 1985-2014 yılları arası dönem (30 yıllık) ele alınarak analizler yapılmıştır.

#### 2.1.2 Meteorolojik parametreler

WMO tarafından bir yerin iklim özelliklerinden bahsetmek için geçmişe dönük 30 yıllık bir süreyi kapsayan bir dönemin iklimsel özelliklerini ele almak gerektiği kabul görmüştür. Bu nedenle bitki verimi üzerine meteorolojik parametrelerin etkisini en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla 30 yıllık meteorolojik parametreler tercih edilmiştir.

Çalışmada ayçiçeği iklim istekleri dikkate alınarak verim üzerinde etkisi olduğu düşünülen parametreler seçilmiştir. Seçilen parametreler il bazlı ayçiçeği vejetasyon dönemi verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sisteminden (TÜMAS) temin edilmiştir (MGM, 2015b). Verim-iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla;

- Günlük Minimum Sıcaklık  $< -5^{\circ}\text{C}$  olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Günlük Maksimum Sıcaklık  $> 35^{\circ}\text{C}$  olan gün sayısı
- Aylık Ortalama Nisbi Nem (%)
- Günlük Ortalama Nisbi Nem (%)  $> 70$  olan gün sayısı
- Aylık Toplam Güneşlenme Süresi (saat)
- Aylık Toplam Yağış (mm) parametreleri kullanılmıştır.

#### 2.1.3 HadGEM2-ES küresel iklim modeli projeksiyon verileri

Gelecekte görülmesi muhtemel iklimin tahmin edilmesinde en önemli çalışma iklimin modellenmesidir (Demircan ve ark., 2014). Günümüzde etkilerini iyice hissettiren iklim değişiklikleri nedeniyle gelecek dönemlerde meydana gelebilecek iklim değişikliklerini ortaya koyabilmek amacıyla iklim modelleri çalışmaları yapılmaktadır. Ülkemizde de Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) bünyesinde iklim modelleri çalışması yapılmış olup nihai sonuçlar 2015 yılında paylaşılmıştır. Bu çalışmada, MGM tarafından yapılan "Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC" (Akçakaya vd., 2015) adlı raporda kullanılan HadGEM2-ES küresel modeli verileri ve RCP8.5 senaryosu



temelinde Türkiye ve bölgesi için oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları sonuçlarına ait seçilmiş olan meteorolojik parametrelerin verileri kullanılmıştır. MGM kaynaklarına göre; HadGEM2-ES, İngiltere Meteoroloji Servisi'ne (Met Office) bağlı bir araştırma kuruluşu olan Hadley Merkezi tarafından geliştirilen 2. nesil küresel bir modeldir (MGM, 2013).

## 2.2 Yöntem

### 2.2.1 Korelasyon analizi

Çalışmanın ilk kısmında 1985 - 2014 yılları arasındaki gerçekleşmiş meteorolojik parametreler ile bu yıllar arasındaki ayçiçeği verim değerleri arasındaki ilişki çoklu korelasyon analizi yöntemiyle ortaya konulmuştur.

Çoklu Korelasyon Katsayısı Formülü:

$r$  : Korelasyon Katsayısı

$X$ : Bağımsız Değişken

$Y$ : Bağımlı Değişken

$$R_{Y.X_1X_2} = \sqrt{\frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1} \cdot r_{YX_2} \cdot r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2}}$$

### 2.2.2 Regresyon analizi

Çalışmanın ikinci kısmında öncelikle, En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY) ile 10 ilin 1985 – 2014 yılları ayçiçeği verimi değerleri ve seçilen yedi iklim parametresi kullanılarak il bazlı regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon denklemleri yardımıyla, HadGEM2-ES küresel iklim modeli verileri kullanılarak RegCM4.3.4. bölgesel iklim modeliyle RCP8.5 senaryosuna göre elde edilmiş olan 20 km çözünürlüklü, 2016 - 2099 yılları arası iklim projeksiyonuna ait, seçilmiş olan yedi meteorolojik parametrede oluşması öngörülen değişiklerin yıllık ayçiçeği veriminde neden olabileceği olası değişiklikler ortaya konulmuştur.

Çalışmada EKKY ile oluşturulan regresyon analizi denklemi şu şekildedir:

$$y = As + Bp + Ch + Dk + Et + Fm + Gv + H$$

Bağımlı Değişken;

$$y = \text{Verim}$$

Bağımsız Değişkenler;

$$s = \text{Toplam Güneşlenme Süresi (saat)}$$

$$p = \text{Toplam Yağış (mm)}$$

$$h = \text{Ortalama Nisbi Nem (\%)}$$

$$k = \text{Günlük Ortalama Nisbi Nem (\%) > 70 olan gün sayısı}$$

$$t = \text{Ortalama Sıcaklık (°C)}$$

$$m = \text{Günlük Maksimum Sıcaklık > 35°C olan gün sayısı}$$

$$v = \text{Günlük Minimum Sıcaklık < -5°C olan gün sayısı}$$

$$A, B, C, D, E, F, G, H = \text{Katsayılar}$$

İl bazlı olarak oluşturulan, doğrusal çoklu regresyon denklemlerindeki katsayılar, EKKY yöntemiyle elde edilen aşağıdaki matrislerin çözülmesiyle elde edilmiştir.

$$Z \cdot X = W$$

$$Z^{-1} \cdot W = X \quad X \text{ matrisi : Katsayılar}$$

**Çizelge 3. EKKY yönteminde kullanılan parametre matrisleri**

| Z matrisi      |                |                |                |                |                |                |            | W matrisi  | X matrisi |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|-----------|
| $\sum S_i^2$   | $\sum p_i S_i$ | $\sum h_i S_i$ | $\sum k_i S_i$ | $\sum t_i S_i$ | $\sum m_i S_i$ | $\sum v_i S_i$ | $\sum S_i$ | $\sum S_i$ | A         |
| $\sum S_i p_i$ | $\sum p_i^2$   | $\sum h_i p_i$ | $\sum k_i p_i$ | $\sum t_i p_i$ | $\sum m_i p_i$ | $\sum v_i p_i$ | $\sum p_i$ | $\sum p_i$ | B         |
| $\sum S_i h_i$ | $\sum p_i h_i$ | $\sum h_i^2$   | $\sum k_i h_i$ | $\sum t_i h_i$ | $\sum m_i h_i$ | $\sum v_i h_i$ | $\sum h_i$ | $\sum h_i$ | C         |
| $\sum S_i k_i$ | $\sum p_i k_i$ | $\sum h_i k_i$ | $\sum k_i^2$   | $\sum t_i k_i$ | $\sum m_i k_i$ | $\sum v_i k_i$ | $\sum k_i$ | $\sum k_i$ | D         |
| $\sum S_i t_i$ | $\sum p_i t_i$ | $\sum h_i t_i$ | $\sum k_i t_i$ | $\sum t_i^2$   | $\sum m_i t_i$ | $\sum v_i t_i$ | $\sum t_i$ | $\sum t_i$ | E         |
| $\sum S_i m_i$ | $\sum p_i m_i$ | $\sum h_i m_i$ | $\sum k_i m_i$ | $\sum t_i m_i$ | $\sum m_i^2$   | $\sum v_i m_i$ | $\sum m_i$ | $\sum m_i$ | F         |
| $\sum S_i v_i$ | $\sum p_i v_i$ | $\sum h_i v_i$ | $\sum k_i v_i$ | $\sum t_i v_i$ | $\sum m_i v_i$ | $\sum v_i^2$   | $\sum v_i$ | $\sum v_i$ | G         |
| $\sum S_i$     | $\sum p_i$     | $\sum h_i$     | $\sum k_i$     | $\sum t_i$     | $\sum m_i$     | $\sum v_i$     | $n^*$      | $\sum v_i$ | H         |

\* Meteorolojik parametrelerin kullanıldığı yıl sayısı.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

İklim parametrelerinin yağlık ayçiçeği verimi üzerine etkilerini belirlemek ve günümüzde de etkisini hissettirmeye başlayan iklim değişikliklerinin gelecek dönemlerde (2016-2040, 2041-2070, 2071-2099) verim üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan bu araştırma Türkiye’de yağlık ayçiçeği tarımının yoğun olarak yapıldığı Marmara Bölgesi’ndeki 10 il geneli için yapılmıştır.

Araştırmanın ilk kısmında verim üzerinde meteorolojik parametrelerin tek başına değil de bir bütün olarak etkilemesi nedeniyle verim-parametreler arası çoklu korelasyon analizleri yapılmıştır. Yapılan çoklu korelasyon analizi sonuçlarına göre verim-meteorolojik parametreler arasında en yüksek ilişki 0.62 ile Bilecik, en düşük ilişki ise 0.36 ile Sakarya ilinde tespit edilmiştir.

İkinci kısmında regresyon analizi yöntemiyle değişkenler arasında ilişkinin niteliğini saptamak amaçlanmıştır. İklim faktörleri ile verim arasında en küçük kareler yöntemiyle (EKKY) yapılan çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre verimi en yüksek oranda tahmin edilebilen il 0.80’lik oranla Kırklareli en düşük çıkan il ise 0.60 ile Sakarya’dır. Regresyon analizi sonuçlarının genel olarak oldukça yüksek oranlarda olması iklim faktörleri-verim arasındaki ilişkinin modellenebilir ve denkleme dönüştürülebilir olduğunun göstergesidir.

**Çizelge 4. İl bazlı çoklu regresyon analizleri**

| İller             | Çoklu Regresyon |
|-------------------|-----------------|
| <b>Balıkesir</b>  | 0.74            |
| <b>Bilecik</b>    | 0.79            |
| <b>Bursa</b>      | 0.70            |
| <b>Çanakkale</b>  | 0.75            |
| <b>Edirne</b>     | 0.74            |
| <b>İstanbul</b>   | 0.62            |
| <b>Kırklareli</b> | <b>0.80</b>     |
| <b>Kocaeli</b>    | 0.62            |
| <b>Sakarya</b>    | <b>0.60</b>     |
| <b>Tekirdağ</b>   | 0.65            |

Araştırmanın son kısmında il bazlı olarak oluşturulan regresyon denklemleri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün “Yeni Senaryolarla Türkiye İklim projeksiyonları ve İklim Değişikliği (TR2015-CC)” adlı çalışmasına ait HadGEM2-ES küresel iklim modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde oluşturulan 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyon verileri kullanılarak



2016-2040, 2041-2070, 2071-2099 dönemlerinde ayçiçeği veriminde meydana gelebilecek olası verim değişiklikleri ortaya koyulmuştur.

**Çizelge 5. İl bazlı ayçiçeği verim değişimi öngörülleri**

| <b>AYÇİÇEĞİ (YAĞLIK) VERİM ÖNGÖRÜLERİ</b> |                                     |                                      |                  |                  |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|
| İller                                     | Referans<br>Dönem Verimi<br>(kg/da) | Gelecek Dönemler Verimi Değişimi (%) |                  |                  |
|   | <b>1985-2014</b>                    | <b>2016-2040</b>                     | <b>2041-2070</b> | <b>2071-2099</b> |
| <b>Bahkesir</b>                           | 111                                 | 15                                   | -5               | -28              |
| <b>Bilecik</b>                            | 107                                 | 15                                   | 19               | -41              |
| <b>Bursa</b>                              | 147                                 | -24                                  | -14              | -23              |
| <b>Çanakkale</b>                          | 171                                 | -22                                  | -9               | 19               |
| <b>Edirne</b>                             | 170                                 | 26                                   | 55               | 85               |
| <b>İstanbul</b>                           | 171                                 | 53                                   | 32               | -33              |
| <b>Kırklareli</b>                         | 164                                 | 0                                    | 6                | 26               |
| <b>Kocaeli</b>                            | 129                                 | -16                                  | -9               | -7               |
| <b>Sakarya</b>                            | 136                                 | -21                                  | 9                | 31               |
| <b>Tekirdağ</b>                           | 179                                 | -26                                  | -41              | -51              |

#### 4. SONUÇLAR

İklim faktörleri ve verim arasında oldukça yüksek oranda ilişki bulunmaktadır. İklimi oluşturan etmenler, tek tek belirleyici unsur olmaması nedeniyle iklim faktörleri-verim arasında tekli ilişki analizi çok anlamlı olmamaktadır. Bu nedenle iklim faktörleri-verim arasındaki ilişki düzeyi çoklu korelasyon analizleri ile daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmektedir (Bulut ve ark., 2016)

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre; bölge genelinin gelecek dönemlerde iklim değişikliklerinden olumsuz etkilenmesi ve buna bağlı olarak da ortalama ayçiçeği verimlerinde azalışların olması öngörülmektedir. Bölge genelindeki ayçiçeği bitkisi vejetasyon döneminde maksimum sıcaklık  $> 35^{\circ}\text{C}$  olan gün sayılarındaki artışların bitki tozlanma dönemini olumsuz etkileyerek verim üzerinde negatif etkiye sebep olması öngörülmektedir.

Dönemsel olarak yapılan verim tahmin analizi sonuçlarıyla 1985-2014 dönemi ortalama verim değerleri kıyaslandığında;

Marmara Bölgesi'nde; ele alınan 10 ilin değerlendirme sonuçlarına göre;

- 2016-2040 döneminde 4 ilde artış, 5 ilde azalış ve 1 ilde herhangi bir değişiklik olmayacağı,

- 2041-2070 döneminde 5 ilde artış, 5 ilde azalış,

- 2071-2099 döneminde ise 4 ilde artış, 6 ilde azalış olması öngörülmektedir.

Bölge içerisinde Edirne ili gelecek dönemlerdeki muhtemel iklim değişikliklerinden en olumlu etkilenecek il, Tekirdağ'ın ise iklim değişikliklerinden en olumsuz etkilenecek il olması öngörülmektedir.

Sonuç olarak, iklim faktörlerinin ayçiçeği verimi üzerinde tek belirleyici unsur olmamakla birlikte verim üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya koyulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre; ayçiçeği verimi üzerinde özellikle sıcaklık ve nem parametrelerinin ciddi etkiye sahip olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

HadGEM2-ES küresel modeli ve RCP8.5 senaryosu temelinde elde edilen 20 km. çözünürlüklü iklim projeksiyonları verileri kullanarak yapılan verim tahminlerine göre;

ayçiçeği tarımı yapılan bölgeler gelecek dönemlerde yaşanması muhtemel iklim değişikliklerinden etkilenecektir.

Yapılan bu araştırma sonuçları, ayçiçeği verimini etkileyen tüm unsurlar ele alınarak yapılabilecek olan ilişki belirleme çalışmalarında altlık olarak kullanılabilmesi gibi, meteorolojik tahminler temelinde yıl bazlı verim tahmin beklentilerinin belirlenmesinde de kullanılabilir. Ayrıca bölgesel tabanda veya ülke genelinde gelecek dönemlerdeki ürün planlamalarında, teşvik edilecek bölgelerin belirlenmesinde yararlı olabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Akçakaya, A., Sümer, U.M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S. ve Çukurçayır, F. 2015. Yeni Senaryolarla Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği-TR2015-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü yayını, 149 s., Ankara.

Bulut, H., Gürkan, H., Arslan, N. 2016. Türkiye’de İklim Faktörlerinin ve İklim Değişikliğinin Haşhaş (*Papaver somniferum L.*) Bitkisinin Verimi Üzerine Etkisi. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Antalya.

BYSD 2015. <http://www.bysd.org.tr>, [Erişim: 20.07.2015]

Demircan, M., Demir Ö., Atay, H., Eskioğlu O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., ve Akçakaya, A. 2014. Türkiye’de Yeni Senaryolara Göre İklim Değişikliği Projeksiyonları. TÜCAUM - VIII. Coğrafya Sempozyumu, 23-24 Ekim, Ankara.

Hatırlı, S.A., Demircan, V., Aktaş, A.R. 2002. Ayçiçek ve Soya Yağı İthalat Talebinin Analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 71-79.

İlkdoğan, U. 2008. Dünya ve Avrupa Birliği’nde Yağlı Tohum Ticaretinde Gelişmeler Türkiye Bağlamında Değerlendirme. AB Uzmanlık Tezi, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, 128, Ankara.

Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Göksoy, A.T., Arıoğlu, H., Kulan, E.G., Day, S. 2015. Yağlı Tohum Üretiminde Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, Ankara, s:401-425.

MGM 2013. Yeni Senaryolar İle Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, TR2013-CC. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 67s.

MGM 2015a. [www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf](http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/2014-yili-iklim-degerlendirmesi.pdf), [Erişim: 20.07.2015]

MGM 2015b. <http://tumas.mgm.gov.tr/wps/portal/>, [Erişim: 15.07.2015]

TÜİK 2015. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, [Erişim: 15.07.2015]

WMO 2015. <https://www.wmo.int/media/content/warming-trend-continues-2014>, [Erişim: 25.07.2015]

Taşkaya Top, B., Uçum, İ. 2012. Türkiye’de Bitkisel Yağ Açığı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Yayınları.

Tekçe, A. 2015. Türkiye’de Ayçiçeği Tohumu ve Ayçiçeği Yağı Üretimi, Arz Talep Dengesi. Trakya Birlik, Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Bitkisel Yağlar Konferansı. İstanbul.

Tosun, M. Ocak 2003. Bitkisel Sıvı Yağlar Sektör Araştırması. Türkiye Kalkınma Bankası Araştırma Müdürlüğü, Genel Araştırmalar. Ankara.