

## YALOVA İLİNDE KLİMATOLOJİK YAĞIŞ AÇIĞI İNDİSİNİN ZAMANSAL MEKÂNSAL DEĞİŞİMİNİN VE BAĞCILIK AÇISINDAN İKLİMSEL İNDİSLERİN İRDELENMESİ

Arzu GÜNDÜZ\*

Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-2396-6938

### ÖZ

Ülkemizde bağcılık hemen hemen her yerde yapılmasına karşın bağların gerek su kaynaklarının yetersizliği gerekse halkın ön yargısı nedeniyle yeterince sulanmadığı görülmektedir. Kurak koşullarda yapılan sulamanın genel olarak asma gücünü, tane iriliğini ve verimi artırdığı ancak en büyük etkisinin renk ve aroma gibi sıra kompozisyonu üzerine olduğu bilinmektedir. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yağışlarda azalmalar olduğundan kısıtlı su kaynaklarının tarımda daha etkin kullanımının sağlanması ve bağcılıkta iklim faktörleri arasındaki ilişkiyi daha iyi belirlemek için bazı biyoklimatik indislerin (Derece-gün indisi, Hidrotermik indis, Heliotermik indis, Hidrometrik indis ve Kuraklık indisi) belirlenmesi önem arz etmektedir. Ayrıca yağış ile evapotranspirasyon arasındaki farkı irdeleyen klimatolojik yağış açığı indeksi, tarımsal kuraklığın izlenmesinde kullanılan indislerden biridir. Bu çalışma da Yalova ili meteoroloji istasyonunun 1991-2020 yılları arasındaki iklim verilerine göre bağcılık açısından Derece-gün göstergesi (Winkler İndisi), Branas Heliotermik Göstergesi, Hidrometrik Gösterge (Branas), Enlem Derecesi-Sıcaklık Göstergesi (Jackson ve Cherry indisi), Kuraklık İndisi Biyoklimatik göstergeler belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, bağcılık, biyoklimatik indisler, yağış

### TEMPORAL AND SPATIAL VARIATIONS IN CLIMATOLOGICAL RAINFALL DEFICIT INDEX WAS EXAMINED IN TERMS OF VITICULTURE IN YALOVA PROVINCE

#### ABSTRACT

Although viticulture is carried out almost everywhere in our country, it is seen that the vineyards are not sufficiently irrigated due to the inadequacy of water resources and the prejudice of the people. It is known that irrigation in arid conditions generally increases vine strength, grain size and yield, but the greatest effect is on must composition such as color and aroma. Since there is a decrease in precipitation due to global climate change, it is important to determine some bioclimatic indices (Degree-day index, Hydrothermic index, Heliothermic index, Hydrometric index and Drought Index) in order to ensure more efficient use of limited water resources in agriculture and to better determine the relationship between climate factors in viticulture. In addition, the climatological precipitation deficit index, which examines the difference between precipitation and evapotranspiration, is one of the indices used in monitoring agricultural drought. In this study, according to the climate data of Yalova province meteorological station between 1991-2020, Degree-day indicator (Winkler Index), Branas Heliothermic Indicator, Hydrometric Indicator (Branas), Latitude-Temperature Indicator (Jackson and Cherry Index), Drought. The index of Bioclimatic indicators was determined.

**Keywords:** Drought, viticulture, bioclimatic indices, rainfall

### GİRİŞ

Türkiye, asmanın gen merkezi olması yanında çok eski ve köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir. Doğu Marmara Bölgesi, Kocaeli alt bölgesinde yer alan Yalova, Kocaeli, Sakarya, Düzce ve Bolu illerinin 2019 yılı toplam meyve üretim alanı 1.759.415 dekar'dır. Bu 5 ilin toplam bağ ekiliş alanı ise 57.225 dekar olup bunun toplam meyve üretim alanı içindeki oranı %3.2'dir [2].

İklim değişimine yönelik çalışmalar küresel ısınma ile Türkiye'de de tüm dünya ülkeleri gibi, yağışlarda azalmanın yanı sıra buharlaşmanın artacağı ve yüksek basınç kuşağının kuzeye kayarak,

ülkemizde tropikal iklime benzer koşulların egemen olacağını ön görürken, ısı ortalamasının 1 derece artması durumunda mevcut iklim şartlarının 200 kilometre kuzeye kayacağını ifade etmektedirler [16]. Küresel ısınma ile kuzey bölgeleri ısındığında bu bölgelerdeki üzüm çeşitleri ve bu üzümlerden yapılan şarapların kimyalarının ve yapılarının ne durumda olacağı ve üzüm yetişmeyen soğuk bölgelerde bağlar kurulum şaraba uygun üzümler yetiştirilmesi bağcılık açısından yeni araştırma konuları olacaktır. Yapılan araştırmalara göre, belirli bir ısıya kadar sıcaklığın artmasıyla şarabın kalitesi artmakta, ama belirli bir ısıdan sonra şarabın kalitesini bozulmaktadır. Sıcak iklimlerde şeker/asit dengesini korumak zordur.

\*Sorumlu yazar / Corresponding author: arzu.gunduz@tarimorman.gov.tr

Küresel ısınmanın etkisiyle kurak alanlarda bağ yetiştiriciliğinin devam ettirilebilmesi için bağlarda toplam yaprak alanını azaltan kültürel uygulamalara ağırlık verilmesi, dikim aralık ve mesafesinin arttırılması ve damla sulama sistemlerinin devreye girmesi önerilen çözümlerdendir.

Dünya genelinde bağ bölgesinde yürütülen çalışmalara göre ortalama kış ve yaz sıcaklıklarının sırasıyla 1.3°C ve 1.48°C arttığı belirlenmiştir [13]. Bu çalışmalarda sıcaklık ve yağış rejiminde gözlenen farklılıkların biyoklimatik bağ bölgelerini etkileyebileceği ve bazı değişikliklere yol açabileceği beklenmektedir [8, 9, 24].

Asma hava ve iklimden etkilenen bazı fenolojik dönemlere ayrılmıştır. Yüksek kaliteli üzüm ve şarap üretimi için bu dönemlerin izlenmesi oldukça önemlidir [22]. Her çeşidin sahip olduğu bazı morfolojik ve fizyolojik farklılıklar, fenolojik dönemlerde değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum, vejetasyon dönemi içerisinde bağlarda uygulanması gereken tüm faaliyetlerin (sulama, ilaçlama, gübreleme, yaz budamaları vb.) planlamasını gerektirir. Bu nedenle farklı çeşitlerin fenolojik dönemleri hakkındaki bilgiler ve bu dönemlerin erken ya da geç olmasının önceden tespit edilmesi giderek önem kazanmaktadır [21].

Küresel ısınma dünya üzerinde birçok bölgede erken ısınma ile kendini gösterirken bağda tane gelişimi esnasında kuraklık riski, kurak geçen bir periyottan sonra aşırı yağış olgunlaşma döneminde taneye su akımı gibi etkiler yapmaktadır [26].

İklim değişikliğinin etkisi tüm bölge ve çeşitlerde aynı olmayacağı aşikar olmakla birlikte soğuktan sığa doğru iklim sınırının değişmesi durumunda yüksek kalitedeki şarap üretimi için iklimsel eşiklerle ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Devam eden ısınmanın ise bir bölgenin mevcut çeşitler ile kaliteli şarap üretme olanağını ortadan kaldırmaya başladığı görülmektedir. Örneğin bir bölgenin 15°C'lik ortalama büyüme mevsimi sıcaklığının 1°C'lik yükselmesi durumunda, söz konusu bölge bazı çeşitleri olgunlaştırmaya daha uygun hale gelirken diğer bazı çeşitler için bu potansiyel düşük kalabilmektedir. Ayrıca ısınmanın 2°C ve üzerinde olması durumunda, bölgenin olgunlaştırma bakımından farklı bir iklim tipine (örneğin orta düzeyden ılığa) kayma potansiyeli olacağı belirtilmektedir [14].

Vejetasyon süresince izlenen kuraklığın seviyesi üzüm kalite ve bileşikleri bakımından önemlidir. Bu yüzden üzümün fenolojik dönemlerine göre su ihtiyacını doğru belirlemek gerekmektedir [28].

Sıcaklık artışı ile birlikte asmanın fenolojik dönemlerinde erkencilik beklendiğinden bu durumda üzümlerin daha da erken olgunlaşması beklenir [21,

20]. Bu da şarap üretiminde ciddi kalite problemlerine yol açacağından yüksek sıcaklıklara adaptasyon sağlamak için olgunluğu geciktirmek gerekebilir. Arzu edilen şarap kalitesine ulaşmak için olgunluğu geciktirmeye yönelik uygulamalar yapılabileceği gibi yeni çeşit ve anaç geliştirmeye yönelik çalışmaların arttırılması sağlanmalıdır [30].

Bağcılıkta; Derece-gün göstergesi (Winkler İndisi), Branas Heliotermik Göstergesi, Hidrometrik Gösterge (Branas), Enlem Derecesi-Sıcaklık Göstergesi (Jackson ve Cherry indisi), Kuraklık İndisi ve yararlanılan başlıca Biyoklimatik Göstergelerdir. Yalova iklim değerleri dikkate alınarak bu indekslerin hesaplanması ve değerlendirilmesi bölgedeki bağcılığın niteliği hakkında karar verilmesine yardımcı olacaktır.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Yalova ili, Türkiye'nin Kuzeybatısında ve Marmara Bölgesi'nin Güneydoğu kesiminde, 28°45' ve 29°35' Doğu Boylamları, 40°28' ve 40°45' Kuzey Enlemi arasında yer almaktadır. Yalova ilinin iklimi, makro-klima tipi olarak, Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında bir geçiş niteliği taşımaktadır. Kimi dönemlerde de karasal iklim özelliklerini yansıtmaktadır. İlde yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve bol yağışlıdır.

Çalışma Yalova ili meteoroloji istasyonu 1991-2020 yılı arası 30 yıllık iklim verileri kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 1). Yalova'da 1991-2020 yılları arasında kapsayan uzun yıllar iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 15.1 olup, en soğuk ay 6.8 ile Ocak, en sıcak aylar 24.3 ve 24.5 ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yalova ilinin eski normal (1931-2020) yılları arası ortalama sıcaklık 14.7°C iken yeni normalinde (1991-2020) 15.1°C'e çıkmıştır. Yine alansal yağış normal 755.6 mm iken arası 745.9 mm ye gerilemiştir.

### Metot

#### •Klimatolojik Yağış Açığı İndisi

Klimatolojik yağış açığı indisi [19];

$$PD = ET_0 - P$$

Eşitlikte;

PD: Klimatolojik yağış açığı indisi (mm),

ET<sub>0</sub>: Referans evapotranspirasyon (mm),

P: Yağış (mm),

Referans Evapotranspirasyon Penman Monteith eşitliğine göre CROPWAT 8.0 yardımıyla hesaplanmıştır [1, 27].

CROPWAT 8.0 bilgisayar yazılımı ile Penman-Monteith eşitliği kullanılarak Yalova ili istasyonu için aylık referans evapotranspirasyon değerleri 1991-2020 dönemi için hesaplanmıştır. Düşen yağışın tamamı toprak tarafından depolanmamakta, önemli bir kısmı yüzey akışa geçerek uzaklaşmaktadır. Yüzey akışıyla uzaklaşan su bitki tarafından kullanılmadığı için bu çalışmada düzeltilmiş yağış açığı indisi geliştirilmiştir. Bu indiste düşen yağış yerine etkili yağış dikkate alınmıştır.

$$PDE = ET_0 - Peff$$

Eşitlikte;  
PDE = Düzeltilmiş Klimatolojik Yağış Açığı İndisi (mm),  
Peff = Etkili Yağış (mm),  
Etkili yağış "U.S. Bureau of Reclamation Yöntemi" kullanılarak hesaplanmıştır [27]. Klimatolojik yağış açığı (PD) yöntemine ait sınıflama Çizelge 2'de verilmiştir.  
Değerlendirme;  
PD>0 ise yağış açığı, PD<0 ise yağış fazlalığı vardır.

Çizelge 1. 1991-2020 yılları 30 yıllık ortalama iklim verileri

Table 1. 30-year average climate data for the years 1991-2020

Veriler Data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Top./Ort. Total/Ave.
Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature	6.8	7.2	9.0	12.6	17.4	21.9	24.3	24.5	20.8	16.5	12.0	8.6	15.1
Ortalama rüzgar hızı Average wind speed (m/s)	1.9	1.9	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.9	1.6
Toplam yağış ortalaması Total rainfall average (mm)	84.6	68.7	73.9	51.3	39.0	47.4	21.3	32.2	52.9	93.7	75.9	105.0	745.9
Günlük toplam güneş süresi Daily total rad. hours (s)	1.9	3.2	4.4	5.8	7.6	9.0	9.6	9.0	7.3	5.0	2.9	1.5	5.6
Nisbi nem (%) Relative humidity	73.6	73.1	72.9	72.1	72.3	70.7	70.5	72.3	72.9	77.1	75.0	72.8	72.9

•*Biyoklimatik İndisler:* Asmanın biyo-ekolojik potansiyeli dikkate alınarak, iklim istekleri ile biyolojik reaksiyonları arasındaki ilişkiler, indeks adı verilen rakamsal gösterge ve ifadelere dönüştürülmüştür [7].

Bazı biyoklimatik indisler aşağıda verilmiştir:

- A) Helio termik Göstergeler,
  - a) Branas göstergesi,
  - b) Huglin göstergesi,
- B) Derece Gün Göstergesi (Winkler İndisi),
- C) Hidrometrik Gösterge (Branas İndisi),
- D) Enlem Derecesi Sıcaklık Göstergesi,
- E) Kuraklık Göstergesi (İndisi),

•*Helio termik Göstergeler*

a) *Branas Helio termik Göstergesi:* Branas tarafından 1946 yılında geliştirilen bu gösterge aşağıdaki formülle ifade edilmektedir. Kuzey yarım kürede HI alt sınır 2.6 değeridir [4].

$$\text{Helio termik İndis (HI)} = X.H.10^{-6}$$

X = Yıllık Etkili Sıcaklık Toplamı (°C),

H = Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi (saat),

b) *Huglin Helio termik Göstergesi:* Huglin tarafından geliştirilen bu gösterge, vejetasyon devresi boyunca (yani 4. ayın başlangıcından 9. ayın sonuna kadar olan devrede), günlük ortalama ve günlük maksimum sıcaklıklardan; vejetasyon gelişme başlangıcı sıcaklık derecesi olarak kabul edilen 10°C'nin çıkarılmasıyla elde edilen ortalama

değerlerin, toplanarak gün uzunluğu katsayısı ile çarpılması ve bunların toplanmasıyla bulunan değerdir.

Kültür asmanın yetiştiği yerlerde IH=1500'den aşağı olmamalıdır [12]. Laget vd. [18] göre ise bu değer 1600'den aşağıda olmamalıdır. Huglin indisi (IH) özellikle şaraplık üzüm çeşitlerinde kalite ile (iklim değerlerinden) sıcaklık arasındaki ilişkiyi gösterir.

Çizelge 2. PD yöntemine göre sınıflandırma [19]

Table 2. Classification according to the PD method

PD / Climatological rainfall deficit	Kuraklık sınıfı / Drought class
0<PD<50 mm	Çok hafif yağış açığı
50<PD<100 mm	Hafif yağış açığı
100<PD<200 mm	Orta derecede yağış açığı
200<PD<400 mm	Yüksek derecede yağış açığı
400<PD<600 mm	Çok yüksek derecede yağış açığı
PD>600 mm	Aşırı derecede yağış açığı

Çizelge 3. Huglin Helio termik göstergesi iklim sınıfları

Table 3. Huglin Heliothermic indicator climate classes

İklim sınıfı Climate class	Kısaltma Abbreviation	Sınıf aralığı Class range
Çok Soğuk / Very cold	Hİ-3	Hİ<1500
Soğuk / Cold	Hİ-2	1500<Hİ<1800
Serin / Cool	Hİ-1	1800<Hİ<2100
Ilık / Warm	Hİ+1	2100<Hİ<2400
Sıcak / Hot	Hİ+2	2400<Hİ<3000
Çok Sıcak / Very hot	Hİ+3	3000<Hİ

İklim sınıfları Çizelge 3’de verilen bu gösterge şöyle formüle edilmektedir [31, 7, 6].

30 Eylül

$$IH = \sum (T_{mi} - 10^{\circ}\text{C}) + (T_{xi} - 10^{\circ}\text{C}) \times L$$

1 Nisan [2]

$T_{mj}$  = Günlük Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ),

$T_{xj}$  = Günlük En Yüksek Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ),

L = Gün Uzunluğu Katsayısı ( $40^{\circ}1$ ’dan  $42^{\circ}0$ ’ya kadar 1.02),

•*Derece-Gün Göstergesi (Winkler İndisi):*

Vejetasyon periyodu içinde  $10^{\circ}\text{C}$ ’nin üzerindeki sıcaklıkların toplamı Etkili Sıcaklık Toplamı’dır (EST). Bu parametre bir yörenin bağcılığa elverişli olma durumunu belirlemek için kullanıldığı gibi; bir ekolojide üzüm çeşitlerinin olgunlaşabilme potansiyelinin belirlenmesi bakımından da yararlı sonuçlar vermektedir [32, 17]. Ekonomik anlamda bağcılık yapılabilmesi için etkili sıcaklık toplamının en az 900 gün-derece olması gerekmektedir. Kuzey yarımkürenin bağcılık kuşağı için ( $30^{\circ}$ - $50^{\circ}$  kuzey enlemleri) vejetasyon periyodu olarak kabul edilen 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arasındaki değerler esas alınır (Çizelge 4).

Bu hesaplama;

30 Ekim

$$IH = \sum (T_o - 10^{\circ}\text{C})$$

formülüne göre yapılmaktadır [31, 5].

1 Nisan

$T_o$ : Günlük Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )

Çizelge 4. Etkili sıcaklık toplamı iklim sınıfları

Table 4. Total effective temperature climate classes

Sınıflandırma / Classification	EST (derece-gün) / EST (degree-day)
I	<1371
II	1371-1649
III	1650-1926
IV	1927-2205
V	>2205

•*Branas Hidrometrik Göstergesi:* IHT bağ hastalıklarının (özellikle mildiyö ve çürüme) gelişimini izlemek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle çevre kültürel işlemler açısından zor şartlarda bulunan *Vitis vinifera* türüne ait çeşitlerde  $9000$  ile  $10000^{\circ}\text{C}.\text{mm}$  değerlerinden sonra hastalık riski oldukça fazladır [5]. IHT  $2500^{\circ}\text{C}.\text{mm}$ ’nin altında olduğu durumlarda mildiyö riski bulunmamasına rağmen bu değer  $2500$ - $5100^{\circ}\text{C}.\text{mm}$  arasında seyrettiğinde risk nispeten artmaktadır.  $5100^{\circ}\text{C}.\text{mm}$ ’den yüksek değerlerde ise Mildiyö ve çürüme açısından bağlarda yüksek risk söz konusu olmaktadır [7].

30 Ekim

$$IHT = \sum T \times P$$

formülü esas alınarak yapılmaktadır.

1 Nisan [4]

T = Aylık Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ),

P = Aylık Ortalama Yağış (mm),

•*Enlem Derecesi Sıcaklık Göstergesi:* Asmada vejetasyon süresinin uzunluğu ve iklimin uygunluğu üzerine asmanın bulunduğu enlem derecesinin de etkili olduğu belirlenmiştir. Buna dayanarak enlem derecesi-sıcaklık indisi (ESİ) hesaplanmaktadır [5].

Enlem Derecesi – Sıcaklık İndisi (ESİ) =  $T \times (60 - E)$

T = Yıl içinde en sıcak ayın ortalama sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ),

E = Bağın Bulunduğu Enlem Derecesi,

60 = Kuzey ve Güney yarımkürede kültür asmasının yayıldığı en son enlem derecesini göstermektedir.

•*Kuraklık İndisi:* Bu gösterge vejetasyon dönemi içindeki toplam yağışın,  $10^{\circ}\text{C}$  üzerindeki yıllık toplam aktif sıcaklığa oranı ve bunun 10’ la çarpılmasından bulunan değerdir.

$$K = (P / ta) \times 10$$

P = Vejetasyon devresindeki toplam yağış (mm),

ta = Yıllık toplam aktif sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ),

K’nın 1’den küçük olan değerleri yağışın yetersiz, dolayısıyla kuraklık olduğunu; 1’e yakın veya 1’den büyük değerler yağışın yeterli olduğunu göstermektedir [3].

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Yalova ili meteoroloji istasyonu 1991-2020 yılı arasındaki uzun yıllar yağış ve evapotranspirasyon değişimi Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. 1991-2020 yılları arasında Yalova ili için evapotranspirasyon ve yağışın değişimi

Table 5. Variation of evapotranspiration and rainfall for Yalova province between 1991-2020

Yıl Year	Yağış Rainfall (mm)	Eto Evapotrans piration (mm)	Yıl Year	Yağış Rainfall (mm)	Eto Evapotrans piration (mm)
1991	733.1	718.77	2008	662.4	792.67
1992	712.8	745.02	2009	815.8	779.44
1993	479.2	749.69	2010	1293.2	801.27
1994	750.0	819.73	2011	472.4	766.35
1995	698.8	797.96	2012	806.3	791.73
1996	633.3	755.58	2013	525.6	779.62
1997	944.4	757.24	2014	831.3	808.65
1998	890.2	774.22	2015	743.2	799.76
1999	710.8	804.05	2016	802.4	806.60
2000	749.4	774.11	2017	770.7	793.27
2001	957.7	793.89	2018	909.5	801.74
2002	586.8	773.62	2019	568.0	823.62
2003	712.4	764.74	2020	613.0	821.27
2004	787.5	756.04	Standart	165.9	26.21
2005	921.8	745.96	Ortalama	745.9	781.29
2006	641.8	749.17	CV	22.2	3.36
2007	651.7	792.79			

Çizelge 5 incelendiğinde, Penman Monteith yöntemine göre hesaplanan evapotranspirasyon değeri en düşük 718.77 mm ile 821.27 mm arasında değişmiş ortalama 781.29 mm değerini almıştır. Yıllara göre evapotranspirasyon değerlerinde değişkenlik incelendiğinde varyasyon katsayısı %3.36 değerini almıştır. Evapotranspirasyon değeri 2020 yılında en yüksek değeri almıştır.

1991-2020 yılları arasında Yalova meteoroloji istasyonu için yağış değerleri 472.4 mm ile 2011 yılında en düşük, 1293.2 mm değeri ile 2010 yılında en yüksek değerde ve ortalama yağış değerinin de 745.9 mm olduğu görülmüştür. En fazla yağışın

olduğu aylar Ekim-Mart ayları arası olup vejetasyon periyodunda ortalama yağış miktarı 337.8 mm'dir.

Yalova ili için 1991-2020 yılları arasındaki 30 yıllık dönemde, yüksek derecede yıllık yağış açığı 208.27 mm ile 293.95 mm arasında değişmiş olup ortalama değer 35.4 mm'dir (Çizelge 6). En yüksek yağış açığı değeri 2011 yılında olmuştur. Değerlendirmeye alınan yıllarda 5 yıl yüksek derecede yağış açığı sınıfında yer almıştır. Çizelge 6'da yağış açığı değerlerinin uzun yıllar aylık ortalamaları dikkate alındığında özellikle Kasım, Aralık, Ocak, Şubat aylarında yağış fazlalığı diğer aylarda ise yağış açığı söz konusudur.

Çizelge 6. Yalova ili meteoroloji istasyonuna ait 1991-2020 yılları arası aylık ve yıllık klimatolojik yağış açığı (PD) değerleri

Table 6. Monthly and annual climatological precipitation deficit (PD) values of Yalova province meteorological station between 1991 and 2020

Yıl Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık Yearly PD	Sınıf Class
1991	-21.56	-30.08	8.58	-74.20	-29.21	101.70	79.68	118.47	-4.10	-66.77	-18.40	-78.44	-14.33	Yağış fazlalığı
1992	-12.55	-61.64	-61.31	29.30	63.77	-39.70	66.92	123.38	72.90	-49.72	-29.50	-69.63	32.22	Çok hafif yağış açığı
1993	-62.19	-30.88	-0.38	32.40	29.05	85.10	125.14	113.08	37.50	45.39	-63.10	-40.62	270.49	Yüksek derece yağış açığı
1994	-58.82	-6.10	10.14	49.80	80.19	23.50	124.39	80.82	93.00	-141.70	-90.30	-95.19	69.73	Hafif yağış açığı
1995	-139.22	5.28	-60.00	7.50	98.14	75.20	101.24	108.63	62.80	-7.05	-116.90	-36.46	99.16	Orta derece yağış açığı
1996	-29.90	-24.16	-80.36	-20.90	81.64	113.40	120.83	99.61	-19.70	-37.05	-5.20	-75.93	122.28	Orta derece yağış açığı
1997	-42.38	-37.86	-41.96	-43.50	58.80	86.60	98.22	-4.00	72.20	-151.75	-14.60	-166.93	-187.16	Yağış fazlalığı
1998	-48.34	-45.28	-82.22	37.30	-27.11	90.40	113.68	127.41	41.10	-106.81	-91.70	-124.41	-115.98	Yağış fazlalığı
1999	-21.87	-96.26	-8.80	48.40	100.55	49.60	80.64	85.62	46.30	-6.62	-75.70	-108.61	93.25	Hafif yağış açığı
2000	-70.36	-73.54	-78.17	-38.00	77.96	72.90	118.97	98.63	14.30	-19.82	-41.50	-36.66	24.71	Çok hafif yağış açığı
2001	-10.47	-45.50	-9.42	13.50	71.83	114.50	131.69	-98.44	35.10	39.78	-157.90	-248.48	-163.81	Yağış fazlalığı
2002	-31.52	-7.94	-43.45	-25.50	73.31	95.50	133.15	53.34	11.30	-5.96	-30.80	-34.61	186.82	Orta derece yağış açığı
2003	-36.25	-128.20	-22.95	-44.20	92.99	123.50	111.54	125.14	11.40	-70.46	-26.70	-83.47	52.34	Hafif yağış açığı
2004	-151.61	-44.52	-46.14	22.10	78.49	78.50	124.36	15.70	77.70	-69.53	-74.30	-42.21	-31.46	Yağış fazlalığı
2005	-184.01	-56.00	-38.04	10.70	71.53	102.80	100.46	83.86	-49.90	-28.10	-103.60	-85.54	-175.84	Yağış fazlalığı
2006	-74.75	-85.24	-29.73	50.30	78.68	28.80	121.69	116.35	14.50	12.10	-109.60	-15.73	107.37	Orta derece yağış açığı
2007	-107.14	10.06	11.80	20.10	63.47	115.00	120.11	90.09	62.80	-27.81	-87.60	-129.79	141.09	Orta derece yağış açığı
2008	-33.33	-22.56	-70.62	55.00	51.64	108.20	106.33	122.67	-58.00	-25.48	-55.10	-48.48	130.27	Orta derece yağış açığı
2009	-95.18	-131.32	-69.16	30.40	73.41	110.80	119.52	113.13	39.10	-9.55	-81.20	-136.31	-36.36	Yağış fazlalığı
2010	-150.61	-139.10	-43.25	8.70	52.99	-93.90	136.27	127.12	23.90	-306.09	5.30	-113.26	-491.93	Yağış fazlalığı
2011	-41.31	5.98	-2.19	2.00	49.73	98.60	115.45	111.91	81.60	-57.73	5.40	-75.49	293.95	Yüksek derece yağış açığı
2012	-108.02	-73.80	-22.04	-19.10	40.67	111.70	112.14	84.86	52.50	8.09	-57.70	-143.87	-14.57	Yağış fazlalığı
2013	-49.87	-57.28	-55.30	30.40	72.96	89.60	131.70	118.94	73.80	-42.26	-25.60	-33.07	254.02	Yüksek derece yağış açığı
2014	-12.98	3.82	-36.60	35.80	22.51	80.60	68.53	114.15	-99.90	-34.05	-46.80	-117.73	-22.65	Yağış fazlalığı
2015	-104.25	-61.92	-4.64	-29.20	52.90	74.70	136.71	100.71	8.90	-127.53	4.10	6.08	56.56	Hafif yağış açığı
2016	-125.24	-52.28	-47.57	36.80	34.42	100.50	134.90	72.96	48.00	15.19	-73.10	-140.38	4.20	Çok hafif yağış açığı
2017	-95.14	0.92	-16.73	23.80	31.15	42.50	127.57	84.98	67.60	-71.84	-46.10	-126.14	22.57	Çok hafif yağış açığı
2018	-42.45	-59.80	-53.41	53.30	-26.51	71.50	104.12	132.54	-31.30	2.79	-41.90	-216.64	-107.76	Yağış fazlalığı
2019	-67.29	-53.74	23.18	29.50	71.46	102.80	114.40	54.48	71.00	3.32	-20.50	-72.99	255.62	Yüksek derece yağış açığı
2020	-68.31	-41.08	-13.74	44.80	31.21	9.60	137.51	124.31	55.30	-28.54	-26.70	-16.09	208.27	Yüksek derece yağış açığı
ST	46.6	40.3	30.0	34.3	34.4	48.3	19.5	48.2	46.2	69.4	40.2	58.8	164.8	
OR	-69.9	-48.0	-32.8	12.6	54.1	74.2	113.9	90.0	30.4	-45.5	-53.2	-90.2	35.4	
CV	-66.7	-83.9	-91.5	272.7	63.6	65.2	17.1	53.5	151.9	-152.4	-75.5	-65.2	465.2	

Yalova ili için; Branas Heliotermik Göstergesi Heliotermik İndis (HI) =  $2274.8^{\circ}\text{C} \times 2047.1 \text{ saat} \times 10^{-6} = 4.7$  olmuştur. HI 2.6'nın altında olduğunda o bölge de asma için sıcaklık ve güneşlenme yönünden uygun iklim koşulları yetersiz demektir. Fransa'da bu değerler 2.95 (Angers) ile 6.68 (Perpignan) arasında değişirken, İspanyada 4.4 (Rioja) ile 11.5 (Balears) arasında değişmektedir. Montpellier'de bu değer 5.24 iken dünyaca ünlü şarapların üretildiği Bordeaux'da

ise 4.0 civarındadır [31]. Yalova ilinin 4.7 heliotermik indis değeri asma yetiştirmek için sıcaklık ve güneşlenme yönünden uygun iklim koşullarına sahip bir il olduğunu göstermektedir.

Yalova iline ait değerler ile Huglin Heliotermik Göstergesi formüle göre hesaplama yapıldığında Yalova ili yetiştiricilik açısından  $2693.4^{\circ}\text{C}$  değerine göre sıcak iklim sınıfına girmektedir. Derece-gün göstergesi (Winkler İndisi) değerine bakıldığında

Yalova ili etkili sıcaklık toplamı 2096.5°C olup yetiştiricilik açısından IV sınıfa girmektedir. Yılları tek tek irdeleyecek olursak 1997 yılı EST değeri 1715.6°C ile 30 yılın en düşük değerini vermiş olup III. Sınıfa, 2018 yılı ise 2367.7°C EST değeri ile V. Sınıfa girmektedir.

Branas Hidrometrik Göstergesi Yalova iline ait değerlerle hesaplama yapıldığında IHT=6268.5°C.mm civarında bulunmuştur. Bulunan bu değer Yalova ilinde Mildiyö ve çürüme açısından bağlarda yüksek risk söz konusu olduğunu göstermektedir. Yine yıllara tek tek baktığımızda hidrometrik gösterge değeri 3060.3°C.mm değeri ile 1993 yılı en düşük değeri vermiş, 2010 yılında ise 13140.9°C.mm ile en yüksek değeri vermiştir. 2010 yılında üzüm verim ve kalitesi bunu göstermiştir.

Yalova için, Enlem Derecesi-Sıcaklık İndisi (ESİ) = 24.5°C (60-40°35') Enlem Derecesi-Sıcaklık İndisi (ESİ) = 490.0 olarak hesaplanmıştır. Buna göre ılık iklim grubuna girmektedir. Gelecekte sıcaklık artışının daha da artacağı dikkate alındığında bağ alanlarının enlemsel kayma göstereceği ve bağcılık coğrafyasının büyük oranda değişeceği tahmin edilmektedir. Kuzey Yarım Küre'de kutup bölgelerine doğru bağcılığa uygun alanların artabileceği ancak Güney Yarım Küre'de yeterli arazi varlığının olmaması nedeniyle bağ alanlarının azalabileceği beklenmektedir [25, 15]. İklim değişikliği nedeniyle beklenen sıcaklık artışının bağ bölgelerini de etkilemesi ve bugün için marjinal olabilecek yüksek enlemlerde bulunan bölgelerin bağcılık için daha uygun hale gelecek olması birçok çalışmada belirtilmiştir [8, 9, 29, 24]. Sıcaklığın her 100 m'de 0.65°C azalması dikkate alındığında yakın gelecekte bağcılık faaliyetlerinin daha yüksek enlemlerde devam etmesi gerekecektir.

Yalova ili için kuraklık indisi değeri  $K = (337.8 / 2274.8) \times 10$  K = 1.48 olarak bulunmuştur. K'nın 1'den küçük olan değerleri yağışın yetersiz, dolayısıyla kuraklık olduğunu; 1'e yakın veya 1'den büyük değerler yağışın yeterli olduğunu göstermektedir [7]. Yalova ilinde 1.48 kuraklık indisi değeri yağışların yeterli olduğunu ifade etmektedir. İklimsel değişikliklerin incelendiği gelecek senaryolarına göre, özellikle Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkelerde yaşanması beklenen kuraklığın bağcılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyeceği belirtilmiştir [23]. Yaz kuraklığının özellikle bu ülkelerde yüksek kaliteli üretimi kısıtlaması, verim kayıplarına neden olması ve buna bağlı olarak yoğun bir sulama ihtiyacının ortaya çıkması beklenmektedir [10]. Yine İklim değişikliği ile ilgili gelecek senaryoları, ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası'nda yaz kuraklığının giderek artacağını ve buna bağlı olarak verim kayıplarının meydana

geleceğini göstermektedir [9, 10]. Bu bölgede olası su stresi nedeniyle tane ve salkımların yeterince gelişmemesi ve ciddi verim kaybı yaşanması beklenmektedir [11]. Küresel ısınmanın bağcılık üzerinde etkileri farklı etkileri olabilecektir. Bunlar şu şekilde gerçekleşebilir. Daha sıcak ve daha uzun büyüme mevsimleri ve fenolojik zamanların değişimi (gözlerin daha erken uyanması ve hasadın öne gelmesi ile birlikte bu periyodun kısalmasına neden olacaktır).

Olgunlaşma profillerinin değişimi ile iklim değişikliği asmaların daha hızlı gelişmesi ve dengesiz olgunlaşmaya neden olmaktadır. Olumlu hava şartlarında şekerlerin olumlu seviyelerde birikimini sağlayan, asit yapısını koruyan bir durumda, dengeli şaraplar üretilirken idealinden daha sıcak olan bir ortamda, asma fenolojik aşamalardan daha hızlı geçecek ve daha erken olgunlaşma ve muhtemelen daha yüksek bir şeker olgunluğu sonucunu doğuracaktır. İklimsel farklılıklar oluşması ile bağcılık bölgelerinin, gelecek 50 yılda +2°C ısınma göreceği tahmin edilmektedir. Buna bağlı olarak her on yılda 0.2-0.6°C artış, dolayısıyla vejetasyon periyodunun daha sıcak olması beklenmektedir.

Hastalık zamanı, şiddetinin, zararlı böceklerde etkinlik zamanı ve yoğunluk değişimi, sonucunda daha ılık kış ayları ve gece sıcaklıklarından dolayı hastalıkların artması ve yayılması olasıdır. Aynı zamanda toprak ısınmasından dolayı filokseranın yayılma riskinin daha da artacağı beklenmektedir. Su ihtiyaçlarının değişimi yüzünden verim ve kalite kriterleri de etkilenmektedir [14].

Küresel ısınma kaçınılmaz olduğundan sürdürülebilir bağcılık için; daha uygun iklimsel özellik taşıyan yerlere bağ tesis edilmesi, yeni çeşitlerin (anaç veya yeni hibritler) ıslahı, su ve toprak yönetimi (aşırı sulamadan kaçınacak sulama yöntemleri, kısıtlı sulama, basınçlı sulama, uygun gübreleme sulama programlarını düzenlenmesi, örtü bitkileri kullanımı, yaprak su potansiyelinin takibi), asma tacı yönetimi (sürgün yönlerinin ayarlanması, asmalara uygun terbiye şekli verilmesi, minimum budama, vb.) gibi yetiştiricilik uygulamaları yapılmalıdır [6].

## SONUÇ

Gittikçe azalan su kaynakları nedeniyle sulamanın kısıtlı olması sıcak ve kurak şartlara dayanıklı anaç ve çeşitlerin kullanımının yanı sıra toprak ve asmaların su durumlarının ölçümlerini ve kontrollerini gerektirmektedir. Gelecek yıllarda fenolojik dönemlere bağlı olarak toprak nemini belirlemek veya bitkilerin içsel su mekanizmasının belirleyecek cihazlarla fizyolojik ölçümler yapmak su ihtiyaçlarını

belirlemek ve ona göre sulama yapmak bakımından önem arz etmektedir.

Yalova ilinin 1991-2020 yılları arasında 30 yıllık iklim verilerinin değerlendirilmesine göre Yalova ili uzun yıllar ortalamasına göre yağış açığının hafif olduğu, EST değerlerinin yani sıcaklığın artış gösterdiği görülmüştür. Yağış açığının yüksek olduğu ayların vejetasyon dönemini tamamıyla kapsamı sulamayı ve suyun etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Küresel iklim değişikliği senaryoları içinde gelecek yıllarda yağışlarda azalma bununla birlikte evapotranspirasyonda artış öngörülmektedir. Bölgede yeterli yerüstü su kaynaklarının azalması vejetasyon döneminde su seviyeleri hızla düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle sulamada yüzey sulama yerine basınçlı sulama yani kontrollü sulamanın yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Bu çalışma da Yalova ili meteoroloji istasyonunun 30 yıllık iklim verilerine göre bağcılık açısından Branas Heliotermik Göstergesi 4.7; Huglin Heliotermik Göstergesi 2693.4°C; Branas Hidrometrik Göstergesi 6268.5°C.mm ve kuraklık indisi 1.48 olarak belirlenmiştir. Yalova ili için hesaplanan göstergeler uzun dönemde ısınmayı işaret etmektedir ve yağışta ise dengesizlikler görülmektedir. Yağış miktarında çok fazla değişiklik olmamasına rağmen yağış dönemleri değişmektedir. Bu nedenle, çeşit seçimi ve yetiştirme yönetimi gibi stratejiler belirlenirken, uzun yıllar iklim verileri göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir. Vejetasyon dönemindeki iklim tahminleri ise yetiştiricilik açısından çok iyi irdelenmelidir. Özellikle toprak ve asma su potansiyelleri üzerine çalışmaların yoğunlaştırılması yerinde olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Roma.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu Resmi, (www.tuik.gov.tr).
- Bahar, E., Korkutal, İ., Boz, Y. 2010. Tekirdağ ili Şarköy ilçesinin terroir açısından değerlendirilmesi. Şarköy Değerleri Sempozyumu, 14 Ekim 2010.
- Branas, J., Bernon, G., Levadoux, L. 1946. Éléments de Viticulture Générale. Déhan, Bordeaux.
- Carbonneau, A., Deloire, A., Jaillard, B. 2007. La Vigne. Physiologie, Terroir, Culture. Dunod, Paris, ISBN:9782100499984.
- Carbonneau, A. 2009. Facing the climate change by vineyard management. 1. Int. Congress on Global Climate Changes and Agriculture. May 28-30 2009, Tekirdag, pp:150-159.
- Çelik, S. 2007. Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, 1:426.
- Fraga, H., A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira, J.A. Santos, 2013. Future scenarios for viticultural zoning in Europe: ensemble projections and uncertainties. International J. of Biometeorology (doi:10.1007/s00484-012-0617-8) 57(6):909-925.
- Fraga, H., I. García de Cortázar Atauri, A.C. Malheiro, J.A. Santos 2016. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. Global Change Biology (doi:10.1111/gcb.13382) 22(11):3774-3788.
- Fraga, H., I. de Cortázar Atauri, J.A. Santos 2018. Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. Agricultural Water Management (doi:10.1016/j.agwat. 2017.10.023) 196:66-74.
- Fraga, H., I. García de Cortázar Atauri, A.C. Malheiro, J.A., Gambetta, G.A. 2016. Water stress and grape physiology in the context of global climate change. Journal of Wine Economics (doi:10.1017/jwe.2015. 16) 11(1):168-180.
- Huglin, P., Nouveau Mode d'évaluation des Possibilités Hélio-thermiques d'un Milieu Viticole, 1978. In: Proceedings of the Symposium International sur l'écologie de la Vigne. Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Contança, pp:89-98.
- Jones, G.V., M.A. White, O.R. Cooper, K. Storchmann, 2005. Climate change and global wine quality. Climatic Change (doi:10.1007/s10584-005-4704-2) 73(3):319-343.
- Jones, G.V. 2007. Climate change: observations, projections and general implications for viticulture and wine production. OIV Climate and Viticulture Congress. Spain.
- Jones, G.V., R. Reid, A. Vilks, 2012. Climate, grapes and wine: structure and suitability in a variable and changing climate, 109-133. In: The Geography of Wine: Regions, Terroir and Techniques, (Eds): Springer, Dordrecht.
- Korukçu, A., Yazgan, S., Büyükcangaz, H. 2007. Tarımda suyun etkin kullanımı: Türkiye'ye bir bakış. 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi - Tikdek, 11-13 Nisan, İTÜ, İstanbul.
- Kunter, B., Cantürk, S., Keskin, N., Çetiner, H. 2017. Ankara ili bağcılık potansiyelinin etkili sıcaklık toplamı-fenoloji ilişkisi kullanılarak incelenmesi. 5. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 12-15 Eylül, Kırklareli, s:520-527.

18. Laget, F., Tondut, J.L., Deloire, A., Kelly, M.T. 2008. Climate trends in Aspecific Mediterranean Viticultural area between 1950 and 2006. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 42(3):113-123.
19. Mohrmann, J.C.J., Kessler, J. 1959. Water deficiencies in European agriculture, Ilri. Pub 5. Wageningen.
20. Molitor, D., J. Junk, 2019. Climate change is implicating a two-fold impact on air temperature increase in the ripening period under the conditions of the Luxembourgish grape growing region. *OENO one* 53(3):409-422 (doi:10.20870/oeno-one.2019.53.3.2329).
21. Moriondo, M., G.V. Jones, B. Bois, C. Dibari, R. Ferrise, G. Trombi, M. Bindi, 2013. Projected shifts of wine regions in response to climate change. *Climatic Change* (doi:10.1007/s10584-013-0739-y) 119(3):825-839.
22. Parker, A.K., I.G. de Cortázar-Atauri, C. Van Leeuwen, I. Chuine, 2011. General phenological model to characterize the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research* (doi:10.1111/j.1755-0238.2011.00140.x) 17(2):206-216.
23. Tóth, J.P., Z. Végvári, 2016. The future of wine grape growing regions in Europe. *Australian Journal of Grape and Wine Research* (doi:10.1111/ajgw.12168) 22(1):64-72.
24. Santos, J.A., H. Fraga, A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira, L.T. Dinis, C. Correia, M. Moriondo, L. Leolini, C. Dibari, S. Costafreda-Aumedes, T. Kartschall, C. Menz, D. Molitor, J. Junk, M. Beyer, H.R. Schultz, 2020. A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences* (doi:10.3390/app10\_093092) 10(9):3092.
25. Schultz, H.R., G.V. Jones, 2010. Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research* (doi:10.1080/09571264.2010.530098) 21(2-3):137-145
26. Seguin, B. 2008. Perspectives d'évolution du climat pour les principaux vignobles. *progr. Agric. Vitic. (Comite de Lecture)* 125(17):481-487.
27. Smith, M. 1992. Cropwat a computer program for irrigation planning and management. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 46, Rome, 126p.
28. Soltekin, O., A. Güler, A. Candemir, A. Altındışli, A. Unal, 2019. Response of (*Vitis vinifera* L.) cv. fantasy seedless to water deficit treatments: Phenolic compounds and physiological activities. *BIO Web of Conferences* 15:01001 (doi:10.1051/bioconf/20191501001).
29. Van Leeuwen, C., P. Darriet, 2016. The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics* (doi:10.1017/jwe.2015.21) 11(1):150-167
30. Van Leeuwen, C., A. Destrac-Irvine, M. Dubernet, E. Duchêne, M. Gowdy, E. Marguerit, P. Pieri, A. Parker, L. de Ressaiguier, N. Ollat, 2019. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy* 9(9):514 (doi:10.3390/agronomy9090514).
31. Vaudour, E. 2003. *Les terroirs viticoles. Definitions, Characterization Et Protection.* Dunod, Paris, ISBN:2100064541.
32. Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.M. 1974. *General viticulture.* University of California Press, Berkley, p:710.