



Bağcılıkta etkili sıcaklık toplamı hesaplamasında kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması

Comparison of various methods of effective heat summation calculations in viticulture

Burak AKTÜRK^{id}, Halil İbrahim UZUN^{id}

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07070, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author): B. Aktürk, e-posta (e-mail): akturkbrk@gmail.com

Yazar(lar) e-posta (Author e-mail): uzun@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 11 Mart 2019
Düzeltilme tarihi 26 Mart 2020
Kabul tarihi 31 Mart 2020

Anahtar Kelimeler:

Vitis vinifera
Sıcaklık
Ekoloji
Üzüm çeşidi

ÖZ

Antalya ekolojik koşullarında yetiştirilen 34 üzüm çeşidinin uyanma-olgunluk dönemine ait etkili sıcaklık toplamı (EST) istekleri değişik yöntemlerle belirlenmiştir. Her bir çeşit için saatlik, minimum, maksimum ve meteorolojik rasattaki sıcaklıkların esas alındığı 4 farklı günlük ortalama sıcaklık (GOS) değeri hesaplama yöntemine göre EST isteklerindeki değişim incelenmiştir. Bazı çeşitlerin EST istekleri farklı ekolojilerde elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Üzüm çeşitleri içerisinde en düşük EST isteği Early Sweet çeşidinde saptanmıştır. Bu çeşidin farklı GOS hesaplamaları için Winkler indisine göre saptanan EST isteği 912-954 derece gün (dg) arasında değişmiştir. Bu çeşidin farklı yöntemlere göre hesaplanan EST isteği ise en düşük 925 dg, en yüksek 983 dg olarak saptanmıştır. Farklı GOS hesaplaması ve farklı yöntemlerin kullanılması çeşitlerin EST isteklerinde değişik düzeylerde farklılıklara yol açmıştır. Sonuç olarak GOS değerlerinin hesaplanmasında yöntemler arasındaki korelasyonun oldukça yakın olduğu, hesaplamalarda 24 saatlik ortalamanın alınmasının daha uygun olacağı fakat bunun temin edilemediği durumlarda diğer yöntemlerin kullanılmasının da çok önemli yanığya yol açmayacağı belirlenmiştir. Ayrıca, çeşitlerin EST isteklerinin saptanmasında, saatlik GOS değerleri kullanılarak Winkler indisi formülüne göre hesaplanmanın daha uygun olacağı kararına varılmıştır.

ARTICLE INFO

Received 11 March 2019
Received in revised form 26 March 2020
Accepted 31 March 2020

Keywords:

Vitis vinifera
Heat summation
Ecology
Grape cultivar

ABSTRACT

Effective heat summation requirements (EHS) of 34 grape cultivars for budburst–maturity period were determined by different methods in Antalya ecological conditions. The variations in EHS requirements of some cultivars were investigated by using four daily average temperature (DAT) calculation models by using hourly, minimum, maximum and meteorological observation temperature records. EHS requests of some varieties were compared with the values obtained in different ecologies. Among the grape cultivars, the lowest EHS request was determined in the Early Sweet cultivar. EHS requirements of this cultivar determined according to Winkler index ranged from 912 to 954 degree days (dd) for different daily average temperature calculation models. Meanwhile, The EHS requirement of Early Sweet ranged from 925 dd to 983 dd depending on calculation methods. Different DAT and EHS calculation models have led to differences in the EHS requirements of the varieties at different levels. As a result, it was determined that the correlation between the methods in calculating DAT values was very close, and it would be more convenient to take the 24-hour average in the calculations, but the use of other methods did not lead to an important error when DAT could not be provided. Furthermore, it was decided that it would be more appropriate using hourly DAT data in Winkler index for determining of EHS requirements of grape cultivars.

1. Giriş

Bağcılıkta olgunluk dönemi genelde 1-2 hafta gibi kısa bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Bu durum, özellikle büyük çaplı üretim yapan bağcılık işletmelerinde; pazar durumu, hasatta kullanılacak alet-ekipman ve malzemeler, hasatta kullanılacak işgücü, kültürel işlemler, üzümlerin depolanma durumu ve depoların hazırlığı gibi konularda planlamayı gerektirir. Dolayısıyla, hasat zamanının önceden doğru bir şekilde tahmin edilmesine ihtiyaç vardır. Bu açıdan yararlanılabilecek en önemli iki kriter; üzüm çeşitlerinin, uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayıları ve ihtiyaç duydukları EST istekleridir (Jacob ve Winkler 1950).

Hava sıcaklıkları canlıların gelişimini etkileyen en önemli iklim faktörüdür. Genel olarak belirli bir dereceye kadar ılık sıcaklıklar gelişmeyi artırırken, serin sıcaklıklar ise oransal olarak azaltır. Eşik sıcaklık; bitkinin gelişmeye başladığı sıcaklığı; optimum sıcaklık ise bitkinin en fazla geliştiği veya fotosentez yaptığı sıcaklığı ifade eder. Sıcaklık optimum derecenin üzerine çıktıkça gelişme oranı doğrusal olarak azalır. Eşik ve optimum sıcaklık değerleri canlı türlerine göre değişmektedir. Kışın yetişen bitkiler yazın yetişen bitkilere göre daha düşük eşik sıcaklık değerlerine sahiptir. Sıcaklık, canlıların gelişme oranını gösteren en önemli göstergelerden biridir. EST, bitkilerin veya diğer canlıların olgunluk zamanının tahmin edilmesinde kullanılan ve hava sıcaklıklarının ölçülmesine dayanan en önemli hesaplama araçlarından biridir. Olgunluk zamanının tahmin edilmesi; işçi, makine ve parasal girdilerin düzenlenmesinin yanı sıra kültürel işlemlerle ilgili budama, gübreleme, sulama, ilaçlama gibi kültürel işlemlerin doğru zamanda yapılmasına ve bunlarla ilgili girdilerin uygun zamanda temin edilmesine yardımcı olur (Payero 2017).

Asmalar için gözlerin uyanmaya başladığı eşik sıcaklık değeri 10°C kabul edilir. Optimum sıcaklıkların ise, yaprakların en fazla fotosentez yaptığı 25-35°C olduğu saptanmıştır (Mullins ve ark. 2004). Eşik sıcaklığın türlere, çeşitlere ve hatta büyüme safhası ve işlemine göre farklılık gösterebileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (McMaster ve Wilhelm 1997). Sıcaklığın büyümeyi etkilemesinin temelinde, metabolik olaylarda rol alan enzimlerin aktivitelerinin belirli sıcaklıklarda başlaması, artması ve yavaşlaması yatmaktadır (Bonhomme 2000). Son zamanlarda bu durumun enzimlerin oluşumunu tetikleyen genlerin çalışmaya başlamasıyla da yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir (Ikegami ve ark. 2016). Üzüm çeşitlerinin EST istekleri, genellikle gözlerin uyanmasından olgunluğa (hasada) kadar geçen dönemdeki günlük ortalama hava sıcaklıkları ile eşik değerin arasındaki farkların toplanmasıyla elde edilir. Bunun amacı, bir ekolojide çeşitlerin hangi tarihlerde olgunlaşacağını önceden tahmin etmektir. Diğer taraftan bağ kuruluş aşamasında, ekolojilerin 1 Nisan-31 Ekim tarihleri arasındaki EST potansiyelleri hesaplanarak, o ekolojinin hangi çeşitlerin EST isteklerini karşılayabileceği belirlenebilir. Bir çeşidin belirli bir yöreye sıcaklık açısından uygun olabilmesi için; çeşidin EST isteğinin yörenin EST potansiyelinden daha düşük olması gerekmektedir. Böylece, bağ tesis aşamasında o yöre için sıcaklık açısından uygun çeşitler seçilir. Bu durumun, özellikle soğuk bölgelerde oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir.

Gözlemlenen GOS değerlerinin hesaplanmasında, Winkler ve ark. (1974) tarafından günlük minimum (min) ve maksimum (max) değerlerin ortalamasının kullanılması önerilmiştir. Ancak gerçek anlamdaki GOS'u hesaplamak için, gün içinde saat başı yapılan rasatların ortalamasının alınması gerektiği belirtilmiştir

(Cross ve Zuber 1972; Perry ve ark. 1986; Yalçın ve ark. 2005). EST değerlerinin hesaplanmasında bazı araştırmacılar, eşik sıcaklığın altında kalan ve optimum sıcaklığın üstüne çıkan sıcaklıkların, toplamdan çıkarılmasını önermiştir (Perry ve ark. 1986; Fraisse ve Moraes 2018). Bu açıdan bağcılıkta GOS değerinin eşik sıcaklık altında kalması durumunda; Jacob ve Winkler (1950) tarafından farkın genel toplamdan çıkarılması önerilmiş; ancak McMaster ve Wilhelm (1997) sıcaklıkların eşik sıcaklık altında kalması durumunda bunları eşik sıcaklık ile eşdeğer kabul etmiştir. Bağcılıkta EST değerlerinin hesaplanmasında optimum sıcaklık aralığının üst değeri olan 35°C'nin üstündeki yüksek sıcaklıkların, EST'ye etkisi genelde yok sayılmıştır ve EST değeri hesaplanmasında bu açıdan herhangi bir eksiltmeye gidilmemiştir (Jacob ve Winkler 1950). Bunun nedeni, genelde bağcılık yapılan yerlerin GOS değerinin, optimal sıcaklık aralığının üst değeri olan 35°C değerini pek aşmayan bölgelerde yapıyor olmasından kaynaklanabilir. Yurdumuzun en sıcak bölgelerinden olan Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu gibi güney bölgelerde bile GOS değerleri nadiren 35°C üzerine çıkmaktadır. Bu bölgelerde günlük maksimum sıcaklıklar 40-45°C'ye kadar çıksa bile, gece hava serinlediği için o güne ait ortalama sıcaklık değeri genelde 35°C'nin altında kalmaktadır. Bu nedenle, yüksek sıcaklık stresinin EST'ye etkisi genellikle göz ardı edilmektedir. Benzer olarak asmalar uandıktan sonra yurdumuzdaki bağcılık bölgelerinde GOS değerleri genelde eşik sıcaklık değerinin altına pek düşmemektedir. Bu nedenle yurdumuzda yapılan çalışmalarda GOS değerinin saptanmasında, eşik sıcaklık (10°C) altında kalan veya optimal üst sıcaklık (35°C) değerinin üstüne çıkan sıcaklıklar, genellikle dikkate alınmamaktadır.

Üzüm çeşitlerinin uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayıları, sıcak iklimden soğuk iklimlere ve iklimin yıllara göre değişimi bakımından oldukça farklı sonuçlar verebilmektedir. Örneğin uyanmadan olgunluğa kadar geçen gün sayısı; Cardinal üzüm çeşidi için sıcak iklime sahip Antalya koşullarında 102 gün olmasına karşın, diğer illerde 97-142 gün arasında değişmiştir. Benzer durum Trakya İlkeren çeşidi için yörelere göre 97-131 gün arasında, Yalova İncisi için 94-130 gün arasında ve Hamburg Misketi için 119-155 gün arasında değişmiştir (Çelik ve ark. 2005; Sağlam ve ark. 2009; Gazioğlu ve ark. 2009; Köse 2014; Kılıç ve ark. 2016).

Üzüm çeşitlerinin uyanmadan olgunluğa kadar geçen süredeki EST istekleri açısından, ekolojilere göre yapılan genel bir değerlendirmede; aynı çeşitte ekolojiler arasında ve hatta kendi ekolojisinde bile yıllara göre değişen farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aynı ekolojide yıllara göre oluşan bu farklılıklar iklimsel değişikliklere bağlanır iken, ekolojiler arasındaki değişimler toprak ve iklim farklılıklarına ek olarak yetiştirme koşullarından (kültürel işlemler, anaç, terbiye sistemi, asmanın yaşı vb.), uyanma ve olgunlaşma zamanının değişik araştırmacılar tarafından farklı şekilde ölçülmesinden de kaynaklanabilmektedir. Örneğin Cardinal çeşidinin değişik yıllarda uyanma-olgunluk dönemindeki EST isteği; Antalya'da 1207 dg, Kalecik'de 1313 dg, Van'da 1095-1281 (420A anacına aşılı) ve 1181-1317 (110R anacına aşılı) dg, Tokat'ta 1221-1247 dg, Edirne'de 1267-1271 dg, Tekirdağ'da 1186-1258 dg olarak tespit edilmiştir. Bu durumda Cardinal çeşidinin EST isteğinde ekolojiler arasında %9, aynı ekolojide ise %0.3-16 arasında değişen farklılıklar ortaya çıkmıştır. EST isteği yukarıdaki ekolojilerde yetiştirilen Hamburg Misketi çeşidinde incelendiğinde; Van'da 1265 dg ve Edirne'de 1701 dg ile ekolojiler arası EST farkının %34 e kadar çıktığı görülmektedir. Söz konusu çeşitte, aynı ekolojide yıllara göre EST farkı ise

%10'a kadar çıkmıştır (Çelik ve ark. 2005; Sağlam ve ark. 2009; Gazioglu ve ark. 2009; Köse 2014; Kılıç ve ark. 2016).

Aynı üzüm çeşidinin EST isteğinin saptanmasında değişik araştırmacılar tarafından farklı sonuçlar elde edilmesinin ana nedenlerinde biri de, hesaplama yöntemi ile sıcaklık kayıtlarının alınma yeri ve şekline kaynaklanan farklılıklardır. Genel olarak günlük ortalama sıcaklık değerlerinin hesaplanmasında Winkler ve ark. (1974), tarafından min ve max sıcaklıklar esas alınmıştır. Bazı araştırmacılar aylık sıcaklık ortalamasını o ay için gerekli gün sayısı ile çarparak hesaplamışlardır (Gazioglu ve ark. 2009). Ayrıca bazı çalışmalarda hava sıcaklığı kayıtları, denemenin yapıldığı bağdan belirli uzaklıkta olan meteoroloji istasyonlarından alınmıştır (Kılıç ve ark. 2016; Gazioglu ve ark. 2009; Sağlam ve ark. 2009). Sıcaklık değerinin günlük alınma sayısı ve şekli de EST değerlerini etkileyebilmektedir. Meteoroloji istasyonlarından alınan eski günlük ortalama sıcaklık değerleri, genelde o gün içerisinde belirli saatlerde yapılan 3 rasadın (saat 07.00, 14.00 ve 21.00) kullanılması ile oluşturulan bir formülle hesaplanması şeklindedir. Ancak son yıllarda bazı istasyonlarda dijital olarak saatlik rasat yapılmakta, o güne ait ortalama sıcaklık yapılan saatlik tüm rasatlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu açıdan, deneme yapılan araziye yerleştirilen dijital sıcaklık kaydedici cihazlarla, saatlik olarak yapılacak kayıtlar en pratik ve gerçekçi ölçüm yöntemi olduğu bulunmuştur (Cross ve Zuber 1972; Gu 2016).

Bu çalışmanın amacı; üzüm çeşitlerinin EST isteklerinin saptanmasında kullanılan farklı GOS hesaplama modellerinin ve her bir çeşidin uyanma- olgunluk dönemindeki EST isteklerinin belirlenmesinde kullanılan farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırmasını yapmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Deneme, Antalya'da Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi bağlarında yer alan 34 adet sofralık üzüm çeşidinde 2017 yılında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü bağların denizden yüksekliği 50 m ve denize uzaklığı ise yaklaşık 5 km'dir. Tüm bağ, kırmızı toprak (terra-rossa) grubuna sahip arazi üzerindedir. Çeşitler 99R anacı üzerinde veya kendi kökleri üzerinde yetiştirilmiştir. Hesaplamalarda EST değerlerine az miktarda etki edebilecek olan bitki yaşı, anaç, terbiye sistemi gibi faktörler göz ardı edilmiştir. Günlük ortalama sıcaklıklar, bağ içerisinde asma seviyesindeki rasat siperine yerleştirilen dijital bir sıcaklık ve nem kaydedici cihaz (Extech 42270) yardımıyla saatlik olarak alınan değerlerden hesaplanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. GOS hesaplama yöntemleri

Gerçek anlamdaki GOS değerleri gün içinde saat başı yapılan rasatların aritmetik ortalamasıdır (Yalçın ve ark. 2005). GOS saptanmasında çalışmanın yürütüldüğü araziye yerleştirilen ve kayıt cihazı tarafından saat başı yapılan rasatlardan faydalanılmıştır. Bu amaçla her saat başında bir rasat olacak şekilde, bir gün için toplam 24 hava sıcaklığı rasadının aritmetik ortalaması, GOS değeri olarak alınmıştır. Bağcılıkta günlük EST hesaplamalarında genel olarak Winkler indisi denilen aşağıdaki formül kullanılır ve birimi derece gün olarak ifade edilir (Winkler ve ark. 1974).

EST ($T_{ortalama} - T_{eşik}$)

$T_{ortalama}$: Günlük ortalama sıcaklık (°C)

$T_{eşik}$: Asmada gözlerin uyanmaya başladığı sıcaklık (10°C)

EST hesaplamasında her bir çeşide ait uyanma-olgunluk dönemindeki her bir güne ait günlük EST istekleri hesaplanmıştır. Jacob ve Winkler (1950) tarafından bildirildiği gibi GOS değeri eşik sıcaklığın altına düşmesi durumunda oluşan negatif değerler, genel ortalamadan çıkarılmıştır. GOS hesaplama yöntemlerinin Winkler indisinde belirtilen GOS değerinde kullanılan farklı hesaplama yöntemlerinin EST değerindeki değişime etkisini incelemek amacıyla, dört farklı GOS hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Günlük saat başı yapılan sıcaklık ölçümlerin ortalamasına ek olarak, Birgücü ve Karsavuran (2009) tarafından belirtilen aşağıdaki 3 farklı yöntemle hesaplanan GOS verilerinin, Winkler indisine uyarlanması sonucu elde edilen değerler saptanmıştır.

$$GOS = \begin{cases} \frac{T_{max} + T_{min}}{2}, \\ \frac{T_{max} + 2T_{min}}{3}, \\ \frac{T_{07^{00}} + T_{14^{00}} + (2 \times T_{21^{00}})}{4}, \end{cases}$$

T_{max} : Günlük maksimum sıcaklık değeri, T_{min} : Günlük minimum sıcaklık değeri, $T_{07^{00}}$, $T_{14^{00}}$, $T_{21^{00}}$: sırasıyla günlük 07.00, 14.00 ve 21.00 saatlerinde yapılan sıcaklık ölçüm değerleri.

2.2.2. EST hesaplama yöntemleri

Farklı EST hesaplama yöntemlerinin çeşitlerin EST değerini ne derece değişikliğe yol açtığını belirlemek amacıyla her bir çeşit için uyanma-olgunluk dönemindeki EST istekleri, Winkler indisindeki (Winkler ve ark. 1974) saatlik GOS ortalamasıyla bulunan EST isteğine ek olarak, McMaster ve Wilhelm (1997) ile Nunes ve ark. (2016) tarafından bildirilen aşağıdaki yöntemlerle de hesaplanmıştır:

McMaster ve Wilhelm (1997) yöntemi;

$$EST = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{eşik}, \quad \begin{matrix} T_{max} < T_{eşik} \text{ ise } T_{max} = T_{eşik} \text{ alınır} \\ T_{min} < T_{eşik} \text{ ise } T_{min} = T_{eşik} \text{ alınır} \end{matrix}$$

Nunes ve ark. (2016) yöntemi;

$$T_{min} > T_{eşik} \text{ ise, } EST = \frac{(T_{min} - T_{eşik}) + (T_{max} - T_{eşik})}{2}$$

$$T_{max} < T_{eşik} \text{ ise, } EST = 0$$

Her bir çeşit için uyanma-olgunluk döneminde farklı yöntemlerle yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen GOS değerleri, Minitab®16 istatistik paket programı ile korelasyon analizine tabi tutulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı yöntemlerle tespit edilen GOS değerleri arasındaki korelasyon katsayıları 0.991-0.997 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Bu çizelgedeki korelasyon katsayıları incelendiğinde tüm yöntemlerin, 24 saatlik rasat ile saptanan GOS değerleri ile çok yakın bir ilişkide olduğu görülmüştür. En yüksek ilişkinin ise, 07.00-14.00-21.00 saatlerinde yapılan rasatları kullanan yöntemle 24 saat ortalaması arasında olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Farklı GOS hesaplama yöntemlerin korelasyon katsayıları.

Table 1. Correlation coefficient of different DAT methods.

GOS hesaplama yöntemleri	GOS hesaplama yöntemleri		
	24 saat ortalaması	(max+min)/2	(max+2min)/3
(Max+min)/2	0.995	-	-
(Max+2min)/3	0.991	0.996	-
(7+14+2x21)/4	0.997	0.990	0.986

Çizelge 2. Farklı GOS hesaplama yöntemlerine göre EST değerlerinin değişimi.

Table 2. Variation in EHS values calculated by different DAT methods.

Çeşitler	24 Saat ortalaması	EST isteği (dg)		
		$T_{max} + T_{min}$ 2	$T_{max} + 2 T_{min}$ 3	$T_{07}^{00} + T_{14}^{00} + (2 \times T_{21}^{00})$ 4
Alphonse Lavallee	1585.48	1569.22	1313.85	1545.87
Amasya Beyazı	1583.38	1604.90	1327.27	1573.60
Atasarısı	1473.84	1489.05	1244.43	1466.80
Autumn Royale	1974.33	1993.65	1684.70	1965.65
Black Magic	1352.10	1363.89	1079.23	1338.78
Cardinal	1207.20	1220.05	1009.50	1202.63
Çavuş	1684.46	1706.35	1416.57	1673.43
Çınarlı Karası	1768.93	1782.00	1504.13	1758.65
Early Sweet	925.48	954.24	721.34	912.52
Flame Seedless	1381.13	1406.60	1154.60	1378.93
Hafızali	1546.63	1570.10	1292.43	1537.80
Hamburg Misketi	1428.43	1449.00	1188.93	1420.23
İtalia	1657.80	1670.75	1408.87	1647.50
K-7	1714.63	1712.95	1428.17	1685.63
Kabarcık	1911.83	1935.35	1615.40	1899.33
Kara Erik	2114.55	2136.05	1800.60	2098.98
Kozak Beyazı	1496.03	1513.80	1256.60	1489.58
Kozak Siyahı	1744.28	1759.80	1477.57	1735.83
Michelle Palieri	1791.13	1806.75	1516.30	1781.43
Muscat Bleu	1568.93	1589.80	1308.83	1556.05
Muscat Reine des Vignes	1461.91	1487.30	1215.13	1450.98
Perlette	1451.91	1477.70	1209.77	1445.28
Prima	1197.60	1230.75	1020.77	1212.60
Reçel Üzümlü	2127.22	2142.35	1824.23	2111.83
Red Globe	1810.31	1822.10	1537.33	1796.88
Regent	1509.81	1533.50	1258.17	1499.70
Sultani Çekirdeksiz	1803.29	1821.95	1518.33	1789.48
Superior Seedless	1307.00	1334.00	1083.90	1301.70
Thompson Seedless	1605.30	1628.45	1346.13	1597.00
Trakya İlkeren	1174.67	1187.30	978.57	1169.80
Uslu	1149.68	1172.15	953.40	1151.40
Verigo	1662.71	1677.60	1414.60	1653.83
Victoria	1282.66	1313.20	1068.20	1280.43
Yalova İncisi	1261.70	1284.75	1059.07	1260.28

Araştırma süresince ilk uyanan çeşitten (01.03.2017), son hasada kadar geçen dönemde (21.08.2017) gözlenen en düşük ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 9.95°C ve 36.96°C olarak ölçülmüştür. Gün içerisinde maksimum hava sıcaklığının değişik günlerde ve bazı saatlerde 40°C üzerinde olduğu (en yüksek: 46.5°C) kayıtlar da tespit edilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bağın bulunduğu yöreye ait EST potansiyeli 3359.58 dg olarak (1 Nisan-31 Ekim) tespit edilmiştir. Buna göre, bir yörenin iklim özelliğinin EST değerine göre sınıflandırıldığında, bağın bulunduğu Antalya merkez ilçe 'sıcak' iklim kuşağında yer almıştır (Çelik ve ark. 1998; Winkler ve ark. 1974).

Farklı GOS hesaplama yöntemlerine göre Winkler indisi esas alınarak hesaplanan çeşitlere ait EST istekleri Çizelge 2'de verilmiştir. Buradan görüldüğü şekilde çeşitlerin en düşük EST isteği değeri daima max+2min/3 formülünden elde edilmiştir. Buna karşılık, max+min/2 formülü, diğer GOS hesaplama yöntemlerine göre her bir çeşit için daima en yüksek EST değerini oluşturmuştur.

Araştırma kapsamında Winkler indisi dışında, **McMaster ve Wilhelm (1997)** ile **Nunes ve ark. (2016)** gibi bazı araştırmacılar tarafından belirtilen, farklı hesaplama yöntemleri kullanılarak da çeşitlerin EST istekleri hesaplanmıştır (**Çizelge 3**). Farklı yöntemlerle her bir çeşit için saptanan EST isteklerinin genel olarak birbirine yakın olmakla beraber, bu yöntemlerle elde edilen değerlerin büyükten küçüğe doğru; **McMaster ve Wilhelm (1997)** > **Nunes ve ark. (2016)** > **Winkler ve ark. (1974)** şeklinde bir sıralamaya sahip olduğu görülmüştür. Aradaki bu farklılıkların nedeni ise her bir yöntemin farklı GOS değeri hesaplama prensipleri üzerine kurulmuş olmasıdır. Bu durum **McMaster ve Wilhelm (1997)** tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla da desteklenmektedir. Araştırmacılar farklı prensipler doğrultusunda çalışan aynı derece gün saptama formülünü 1987 yılına ait bir veri setine uyguladıklarında, bir ay için hesaplanan derece gün değerlerinin %80'e varan derecede farklılıklara neden olduğunu göstermişlerdir. Bu farklılıkların yaz aylarında çok az olduğunu tespit eden araştırmacılar, bahar aylarında yüksek seviyelere çıkan farklılıklardan söz etmektedirler. Bu durum, çalışmanın Antalya gibi sıcak ve buna ek olarak gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarının az olduğu bir yerde yapılmış olması, yöntemler arasındaki korelasyon katsayılarının yüksek ve birbirine yakın çıkmasına yol açmış

olabileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle yöntemlerin daha soğuk iklime sahip bağ alanlarında da test edilmesinde yarar vardır.

Ayrıca, Winkler indisinin temel parametrelerinden biri olan, GOS değerinin tespitinde de farklı yöntemlerin söz konusu olduğu **Birgücü ve Karsavuran (2009)** tarafından bildirilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile yapılan yazılı görüşmeler sonucunda edinilen bilgiye göre, 1926-2010 yılları arasındaki GOS hesapları: 07.00-14.00-21.00 (rasat istasyonunun bulunduğu konumun yerel saatine göre) saatlerinde yapılan rasatlar sonucunda kaydedilen sıcaklık değerleri ile GOS hesaplaması şeklinde yapıldığı öğrenilmiştir. 2017 yılının Ocak ayından itibaren ise tüm Türkiye'de otomatik meteoroloji sistemleri üzerinden, saat başı alınan rasatların (24 değer) aritmetik ortalaması alınarak yapıldığı bilgisi edinilmiştir. Bu nedenle, sıcaklık rasatlarının dışardan temin edilmek zorunda olduğu durumlarda, Meteoroloji Bölge Müdürlükleri'nden alınacak 2006 yılı öncesine ait kayıtların da gerçek değerler yerine kullanılacak nitelikte olduğu kararına varılmıştır. Ayrıca minimum-maksimum termometreler kullanılarak, üretimin planlandığı arazide, alınacak günlük rasatların da ortalama sıcaklık tespiti için yeterli olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Üzüm çeşitlerinin EST isteklerinin hesaplama yöntemine göre değişimi.

Table 3. EHS requirements of grape cultivars depending on methods.

Çeşitler	Winkler ve ark.(1974)	Nunes ve ark yöntemi (2016)	McMaster ve Wilhelm yöntemi (1997)
Alphonse Lavallée	1585.48	1586.21	1592.85
Amasya Beyazı	1583.38	1594.76	1615.15
Atasarısı	1473.84	1476.41	1484.55
Autumn Royale	1974.33	1979.58	1992.95
Black Magic	1352.10	1354.01	1362.95
Cardinal	1207.20	1208.76	1216.90
Çavuş	1684.46	1695.59	1717.55
Çımarlı Karası	1768.93	1769.16	1777.30
Early Sweet	925.48	952.06	982.74
Flame Seedless	1381.13	1392.08	1409.60
Hafızali	1546.63	1560.29	1583.20
Hamburg Misketi	1428.43	1441.44	1461.30
İtalia	1657.80	1659.88	1665.45
K-7	1714.63	1701.53	1719.05
Kabarcık	1911.83	1926.54	1949.45
Kara Erik	2114.55	2127.51	2147.90
Kozak Beyazı	1496.03	1500.98	1514.35
Kozak Siyahı	1744.28	1745.74	1756.25
Michelle Palieri	1791.13	1793.73	1807.10
Muscat Bleu	1568.93	1584.18	1607.35
Muscat Reine des Vignes	1461.91	1479.70	1503.10
Perlette	1451.91	1467.09	1490.00
Prima	1197.60	1216.93	1222.50
Reçel Üzüümü	2127.22	2131.27	2141.50
Red Globe	1810.31	1812.11	1821.05
Regent	1509.81	1524.13	1544.50
Sultani Çekirdeksiz	1803.29	1813.06	1833.45
Superior Seedless	1307.00	1322.99	1345.90
Thompson Seedless	1605.30	1617.14	1639.10
Trakya İlkeren	1174.67	1176.96	1185.90
Uslu	1149.68	1157.14	1173.50
Verigo	1662.71	1664.11	1670.75
Victoria	1282.66	1293.74	1315.70

Farklı üzüm çeşitlerinin yurdumuzdaki sıcak iklimden soğuk iklime kadar değişen farklı yörelerde uyanma-olgunlaşma dönemindeki EST istekleri ve gün sayıları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Diğer araştırmacılar tarafından saptanan, sıcak ve soğuk iklimde yer alan değişik bölgelerde yer alan bazı yörelerde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin uyanma-olgunluk dönemindeki EST istekleri ve gün sayılarına ait veriler Çizelge 4’de özetlenmiştir. Buradaki EST değerleri; Antalya için Uzun (1997) ile Aktürk ve Uzun (2019), Kalecik/Ankara için Çelik ve ark. (2005), Van için Gazioğlu ve ark. (2009), Tekirdağ için Sağlam ve ark. (2009), Samsun için Köse (2014), Tokat için Kılıç ve ark. (2016) tarafından saptanmıştır.

Çeşitlerin incelenmesinden görüldüğü şekilde Antalya ekolojisinde olduğu gibi yıllar arasında Trakya İlkeren (T. İlkeren)’de 87 dg, Alphonse Lavallee (A. Lavallee)’de 70 dg’lik fark oluşmuştur. Bu durum, o yöredeki yıllık iklim değişikliklerine bağlanabilir. Diğer taraftan Ankara ve Antalya’da yetiştirilen A. Lavallee çeşidinde ekolojiler arasında 19 dg gibi oldukça küçük fark saptanmıştır. Buna karşın, Antalya ve Edirne’de yetiştirilen Hafızali çeşidinde olduğu gibi bu farkın 165 dg gibi oldukça yüksek rakamlar çıktığı da görülmüştür. Gün sayısı açısından çeşitler ekolojilere göre karşılaştırıldığında aradaki farklar; Tekirdağ ve Tokat ekolojilerinde yetiştirilen Cardinal çeşidinde olduğu gibi 0 güne düşmekte, fakat Antalya ve Samsun’da yetiştirilen T. İlkeren’de olduğu gibi 34 güne kadar çıkabilmektedir. Değişik yayınlarda görülen herhangi bir çeşidin EST isteğindeki farklı rakamların, ekolojilerin iklim ve topraklarındaki farklılıkların yanı sıra; anaçlardaki, bitki yaşlarındaki, yetiştirme koşullarındaki ve araştırmacıların hesaplama yöntemlerindeki farklılıklardan da kaynaklanabileceğini de gözden uzak tutmamak gerekir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yukarıda belirtilen tüm farklı sıcaklık ölçüm yöntemleri ve günlük ortalama hava sıcaklığı hesaplama yöntemleri, üzüm çeşitlerinin gerçek EST isteklerinin saptanmasını ve karşılaştırılmasını zora sokmaktadır. Çeşidin gerçek EST değerinin saptanabilmesi için, o çeşidin uyanma ve olgunluk tarihleri arasında kalan dönemde her bir gün için etkili sıcaklık değerinin hesaplanması gerekir. Bu amaçla yapılacak günlük ortalama hava sıcaklıklarının hesaplanmasında da, bağ içine yerleştirilen veri kaydedici cihazlardan alınan değerlerle yapılmasının daha doğru olacağı sonucuna varılmıştır.

EST hesaplamalarında kullanılacak GOS değerleri gerçeğe en yakın olarak saatlik rasatlarla elde edilebileceği kanaatine varılmıştır. Ancak, GOS hesaplamasında kullanılan yöntemler arasındaki korelasyon katsayıları oldukça yüksek çıkmıştır. Bu nedenle, saatlik rasadın yapılmadığı yerlerde diğer hesaplama yöntemlerini de kullanmak fazla yanıtıcı olmayacaktır. Fakat bu çalışma, Antalya gibi nispeten sıcak olan ve ayrıca gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıklarının da az olduğu bir yerde yapılmıştır. Bu nedenle, söz konusu formüllerin yapay sıcaklık veri setleriyle veya gece ile gündüz sıcaklık farklarının daha yüksek olduğu daha serin iklim kuşaklarında ve birkaç yıl ardışık olarak test edilmesinde yarar vardır. EST hesaplamalarında aylık sıcaklık ortalamalarından çok, o dönemdeki her bir güne ait GOS değerlerinin hesaplamada kullanılması daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Bundan sonra yapılacak olan EST hesaplamaları içeren çalışmalarda, araştırmacıların kullandıkları yöntem ile verileri elde etme şekillerini, açık ve ayrıntılı olarak belirtmesi gerekmektedir. Böylece, bu konuda yapılacak çalışmaların kendi aralarındaki karşılaştırılmalarda oluşabilecek karışıklıklar da önlenmiş olacaktır.

Çizelge 4. Değişik ekolojilerde yetişen aynı üzüm çeşitlerinin EST istekleri.

Table 4. EHS requirements of same grape cultivars grown in different ecologies.

Çeşitler	Bağ ekolojileri												
	Antalya		Kalecik/Ankara		Samsun		Tekirdağ		Tokat		Van		
	2017	1997	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	EST	Gün	
Alphonse Lavallee	1585	120	1655	1604	133	---	---	---	---	---	---	---	
Cardinal	---	---	1397	1313	112	1455	142	1293	122	1221	122	1228	115
Trakya İlkeren	1175	101	1088	1073	97	1210	131	1050	110	1052	117	---	---
Michelle Palieri	1791	135	---	---	---	---	---	1715	145	---	---	---	---
Victoria	1283	116	---	---	---	---	---	---	---	1273	135	---	---
Çavuş	1684	136	---	1410	125	1420	142	---	---	---	---	---	---
Y.İncisi	1261	107	---	1234	114	1239	123	1172	112	---	---	1187	114
Hafızali	1547	130	---	1667	142	---	---	1823	147	---	---	---	---

Teşekkür

Bu çalışmayı Yüksek Lisans Tezi olarak FYL-2017-2696 nolu proje ile destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aktürk B, Uzun Hİ (2019) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Antalya’da değişik yörelere uygunlukları ve etkili sıcaklık toplamı istekleri. Mediterranean Agricultural Sciences 32(3): 267-273.

Birgücü AK, Karsavuran Y (2009) Gün-derece modellemeleri ve bitki korumada kullanım olanakları. Anadolu Dergisi 19(2): 98-117.

Bonhomme R (2000) Bases and limits to ‘degree.day’ units. European Journal of Agronomy 13: 1-10.

Cross HZ, Zuber MS (1972) Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agronomy Journal 64: 351-355.

Çelik H, Ağaoğlu YS, Fidan Y, Marasalı B, Söylemezoğlu B (1998) Genel bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1, Ankara.

Çelik H, Söylemezoğlu G, Çetiner H, Kunter B, Çakır A (2005) Bazı üzüm çeşitlerinin Kalecik (Ankara) koşullarındaki fenolojik

- özellikleri ile etkili sıcaklık toplamı (EST) isteklerinin belirlenmesi. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu Cilt 2, Tekirdağ, s. 390-397.
- Fraisse CW, Moraes SVP (2018) Degree-days: growing, heating, and cooling. IFAS extension, University of Florida, ABE 381.
- Gazioglu ŞRİ, Balta F, Cangı R (2009) Bazı sofralık üzüm çeşitlerinin Van ekolojik koşullarındaki etkili sıcaklık toplamı değerlerinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13(3): 49-59.
- Gu S (2016) Growing degree hours – a simple, accurate, and precise protocol to approximate growing heat summation for grapevines. International Journal of Biometeorology 60: 1123-1134.
- Ikegami AK, Sakamoto T, Shiboya K, Katayama T, Takai MG (2016) Effects of abscisic acid treatment on berry coloration and expression of flavonoid biosynthesis genes in grape. American Journal of Plant Sciences 7: 1325-1336.
- Jacob HE, Winkler AJ (1950) Grape growing in California. Circular 116. California Agricultural Extension Service, College of Agriculture, University of California, Berkeley, California.
- Kılıç D, Topal H, Kaya Y, Başaran B, Yağcı A, Cangı R (2016) Bazı erkenci üzüm çeşitlerinin Tokat merkez koşullarına adaptasyonu (1). VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, 2: 678-682.
- Köse B (2014) Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L. varieties in the maritime climate of Samsun in Turkey's Black Searegion. South African Journal of Enology and Viticulture 35(1): 90-102.
- McMaster GS, Wilhelm WW (1997) Growing degree-days: one equation, two interpretations. Agriculture and Forest Meteorology 87: 291-300.
- Mullins MG, Bouquet A, Williams E (2004) Biology of the grapevine. Cambridge University Press, London.
- Nunes NAS, Leite AV, Castro CC (2016) Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine 'Isabel' (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology 76(4): 975-982.
- Payero J (2017) Growing Degree-Day Calculator for the Southeast USA. Cooperative Extension, AC10, pp. 4.
- Perry KB, Wehner TC, Johnson GL (1986) Comparison of 14 methods to determine heat unit requirements for cucumber harvest. Hortscience 21(3): 419-423.
- Sağlam M, Boz Y, Kiracı MA, Aydın S (2009) Sofralık üzüm çeşitlerinin Trakya bölgesindeki değişik ekolojik koşullara uyumu. Türkiye 7. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Cilt 2, Manisa, s. 129-138.
- Uzun Hİ (1997) Heat summation requirements of grape cultivars. Acta Horticulturae 441: 383-386.
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA (1974) General viticulture: Second revised edition. University Of California Press, Berkeley, California.
- Yalçın G, Demircan M, Ulupınar Y, Bulut E (2005) Klimatoloji-1. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 2005/1, Ankara.