BAHÇE 51 (Özel Sayı 1): 1–7 (2022)
ISSN: 1300-8943 e-ISSN: 2791-6375

TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN ACI BİBER MEYVELERİNDE KAPSAİSİN VE BAZI BİYOKİMYASAL MADDELERİN BELİRLENMESİ

Murat DEVECİ[1], Ali KARA[2]*

[1]Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0003-3675-9062
[2]Zir. Yük. Müh., Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0002-2095-5825

ÖZ

Bu çalışma, Trakya bölgesinde farklı illerde ekimi yapılan acı sivri tipteki biber çeşidinde acılık oranlarının bölgesel farklılık durumunun biber meyve analizleri ile belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu amaç ile Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne İllerinde ekimi yapılan aynı çeşit acı sivri biber parsellerinden alınmış olan biber meyve örneklerinde kapsaisin klorofil ve karotenoid analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları ile meyvede yapılan kapsaisin analizi ve diğer analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. İncelemesi yapılan çalışma alanları arasındaki ortam koşullarının aynı biber çeşidi üzerinde değişim oranları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bakımdan araştırmamız Trakya bölgesinde ve ülkemizde bu amaçla yapılan ilk çalışma örneğini teşkil etmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, Trakya bölgesinin 3 farklı ilinde yetiştirilen aynı çeşide ait biber meyve örnekleri, numune alınan lokasyonlar ve tarihlerin veri ortalamaları değerlendirildiğinde en yüksek veriyi veren iller; kapsaisin 97.40 ppm ile Kırklareli, toplam klorofil 122.78 mg ile Tekirdağ, Klorofil a 86.58 mg, Klorofil b 38.39 mg, karotenoid 25.59 mg ile Kırklareli, renk L değeri 59.39 ile Kırklareli'nde gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trakya, biber, kapsaisin, acılık oranı

DETERMINATION OF CAPSAICIN AMOUNT AND SOME BIOCHEMICAL SUBSTANCES IN HOT PEPPER FRUITS GROWN IN THRACE REGION

ABSTRACT

This study was carried out with the aim of determining the regional differences in the bitterness ratios of the hot pointed type pepper cultivar cultivated in different provinces in the Thrace region by pepper fruit analysis. For this purpose, capsaicin, chlorophyll and carotenoid analyzes were carried out on pepper fruit samples taken from the same kind of hot pepper plots cultivated in Tekirdağ, Kırklareli and Edirne provinces. The results of the analyzes were compared with the results of the capsaicin analysis and other analyzes made in the fruit. It was tried to determine the change rates of the ambient conditions between the studied study areas on the same pepper variety. In this respect, our research constitutes the first example of a study conducted for this purpose in the Thrace region and in our country. According to the results of the research, when the data averages of the pepper fruit samples of the same variety grown in 3 different provinces of the Thrace region, the sampling locations and the dates are evaluated, the provinces that give the highest data are; Kırklareli with capsaicin 97.40 ppm, Tekirdağ with total chlorophyll 122.78 mg, chlorophyll It was observed in Kırklareli with an 86.58 mg, Chlorophyll b 38.39 mg, carotenoid 25.59 mg.

Keywords: Thrace, pepper, capsaicin, bitterness

GİRİŞ

Biber, Türkiye'de yaygın olarak üretilen sebzelerden biri olup birçok varyetesi bulunan bir bitkidir. Biberin olgunlaşmamış veya olgun meyveleri taze veya işlenmiş olarak çeşitli şekillerde tüketilmektedir [1].

Patlıcangiller familyasının bir üyesi olan biber bitkisinin anavatanının tropikal Amerika olduğu, buradan da dünyaya yayıldığı kabul edilmektedir. Çeşitli tür ve formlarının orijin merkezi Tropik Güney Amerika, özellikle Brezilya'dır. Biber önce İspanya'dan 1548 yılında İngiltere'ye, daha sonra orta Avrupa ve diğer Avrupa ülkelerine girmiştir. Balkan ülkelerinden sonra orta ve kuzey Afrika ülkelerine Türkler aracılığı ile götürülmüştür [2].

Biberde acılık kantitatif kalıtımdır. Birçok gen ve çevre faktörlerinden etkilenebilmektedir. Acılık derecesi, *Capsicum* tür ve çeşidine bağlıdır ve meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilenmektedir [3]. Acılık Scovill Heat Units (SHU) ya da mg/L kapsaisin olarak sınıflandırılmaktadır [4].

Kapsaisinoidlerin sentezlendiği ve biriktiği yerler meyvenin plasentasıdır. *Capsicum* türleri, kuru

*Sorumlu yazar / *Corresponding author*: ali.kara@tarimorman.gov.tr
Bu makale Ali KARA'nın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

madde bazında 0.22-20.00 mg kapsaisinoid içerir. *Capsicum* türlerinin meyvelerindeki kapsaisinoidler, genotipe, gelişme dönemine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklı miktarlarda bulunur. Kimyasal formülü $C_{18}H_{27}O_3$ olan proalkaloid bir maddedir. Saf bir madde olmayıp, bazı amidlerin karışımı halindedir [2]. Kapsaisin güçlü bir alkoloid olup soğuğa ve sıcağa karşı dirençlidir, biber pişirildiğinde ve dondurulduğunda aktivitesini kaybetmez [5].

Kapsaisin; *Solanaceae* familyasının, *Capsicum annum* türü olan acı biberlerden elde edilir. Biber Güney Amerika kökenli olup; hemen hemen dünyanın her tarafına yayılmıştır. Kapsaisin *Capsicum* türlerinde çoğunlukla meyvede bulunan ana acılık bileşenidir. Acılık kalıtsal bir özellik olup kültürel uygulamalar ve çevresel faktörlerden de etkilenebilmektedir. Kapsaisin baharat ve lezzet verici olmasının yanında farmakolojik ve fizyolojik etkileri nedeniyle medikal ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Kapsaisinden organik tarımda böcek ve akar gibi zararlılar için uzaklaştırıcı özelliğinin yanında bazı patojenik mantar ve bakterilere karşıda yararlanılmaktadır [6].

Gıda alanında kapsaisin, çoğunlukla doğal tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Genellikle tatlandırıcı olarak kullanımdaki amaç ise gıdalarda doğal bir acı hissi oluşturmasıdır. Gıda sektöründe sıklıkla kullanılan kapsaisin maddesi özellikle acı lezzetleri seven kişilerin tercih ettiği gıdalarda ekstra acılık vermek amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca sanayi hammaddesi olarak da başta konserve, salça, turşu, acı sos, işlenmiş et ürünlerinde kurutulmuş, toz ve pul biber şeklinde de kullanılmaktadır [7]. Geçmiş zamanlarda da acı biberler çok farklı şekillerde kullanılma alanı bulmuştur. Keskin acı özelliğinin olması ilk olarak ve çoğunlukla kullanım sebebi olmuştur. Şili biberlerinden gıdalarda tat verici olarak kullanımı ile beraber, yine gıdaların muhafazasında, gıdalarda bozulmayla meydana gelen kötü tat ve kokuları gidermek içinde eski uygarlıklar tarafından istifade edildiği bildirilmektedir. Acı biberler zamanla tıbbi amaçla da kullanılmış ve ilaç olarak çeşitli bitkilerle de [8, 9]. Acı biberlerin Amerikan yerlileri tarafından işgalcilere karşı savunma amacı ile bu biber dumanından faydalandıkları bildirilmektedir [10].

Sağlık alanında kapsaisin maddesi lokal bir analjezik olarak kullanılmakta ayrıca yakı adı verilen ve tüm dünyada da sıklıkla kullanılan eski bir tedavi yöntemi olan ve ağrıları gidermeye yardımcı olan, sıcak pflasterler yapımında etken madde olarak yararlanılmaktadır.

Karotenoid içeren meyve ve sebze tüketiminin insanlarda kanseri önleyici etkisi olduğu çoğu epidemiyolojik çalışmalarda gösterilmiştir [11].

Kırmızı biberlerdeki kapsaisinoid miktarının, çeşit farklılığı, olgunluk ve bitki gelişimi süresince etkili olan çevre koşullarından; ışık, toprak, nem, gübreleme, sıcaklık vb. ile değiştiği bildirilmektedir [12].

Ülkemizde çokça üretilen biber özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da önde gelen gıda ürünlerinden biridir. Literatürlerde biberin insan sağlığı üzerindeki faydalarını gösteren birçok araştırma mevcut olmasına rağmen, ülkemizde bu konudaki araştırmalar yetersizdir ve dolayısı ile de bu konu ile ilgili makale sayısı da azdır. Literatür taramalarında, Uzakdoğu ve Batılı araştırmacıların bu konuda daha fazla araştırmaya yer verdikleri görülmektedir.

Bu çalışmada Trakya bölgesini temsil edebilecek noktalarda, farklı tarihlerde elde edilen acı sivri biber meyvelerinde kapsaisin ve bazı biyokimyasal madde miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Acı tipteki biber üzerine Trakya bölgesinin 3 farklı ilinde yaptığımız çalışmamız ile kapsaisin oranlarının belirlenmesi konulu araştırmamız ülkemizde de bir ilk olmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada materyal olarak Tekirdağ'da yetiştiriciliği yapılan yöresel adı ile İstanbul Sivrisi olarak bilinen acı sivri tipteki biber çeşidi kullanılmıştır.

Bu amaçla Trakya Bölgesini temsil edebilecek iller olan Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne'deki biber üreticisi çiftçilere ulaşılarak seçilen acı biber çeşidinin de yetiştirilmesi sağlanmıştır. Araştırma, Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesi Nusratlı Mahallesi, Kırklareli merkez Kavaklı köyü, Edirne ili merkez Karaağaç mahallesi olmak üzere 3 ilde 4 tekerrürlü olarak 12 parselde yürütülmüş ve 3 farklı tarihte numune alınmıştır.

Fide elde etmek için tohum ekimi yapılmış ve aynı zamanda da dikim yapılacak araziden toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmış (Çizelge 1) ve bu analizlere göre biber yetiştiriciliği için 3 lokasyonda bitki besin elementlerince uygun hale getirilmiştir [2]. Aynı zamanda üretim dönemi boyunca 3 lokasyonun iklim verileri toplanmıştır (Çizelge 2).

Sebze dikilecek arazilere taban gübresi olarak 20-20-0 gübresi kullanılmıştır. Dikim yapılan arazilerin topraktaki besin elementleri biber yetiştiriciliği için uygun miktarlarda olduğu görülmüştür. Araziye dikim zamanı gelen fideler belirtilen illere 4'er parsel şeklinde ve her parselde 15 bitki toplamda da 180 adet biber dikimi yapılarak deneme kurulmuştur.

Denemede belirtilen illerden; Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hasat olgunluğuna ulaşan biber meyveleri parsel başına 500 g olarak toplanmıştır. Biberler alındıktan sonra nem kaybı ve muhafaza süresini korumak amacı ile kilitli numune poşetlerinde ve buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiş ve hızlı bir şekilde analize alınmışlardır.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3.00/EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Ortalamalar iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir.

Biber meyvesinde kapsaisin analizinin yapılması: Kapsaisin analizleri HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Yüksek Performanslı Sıvı Kromotografisi (HPLC) bir sıvıda çözünmüş bileşenlerin, bir kolon içerisinde bulunan genellikle katı bir destek üzerindeki sabit faz ile değişik etkileşimlere girmesi, kolon içinde değişik hızlarla hareket etmeleri sonucu, farklı zamanlarda bileşenlerin kolonu terk ederek birbirlerinden ayrılması temeline dayanır [13].

Biber meyvesinde klorofil ve karatenoid analizlerinin yapılması: Klorofil ve karotenoid konsantrasyonu Arnon [14]'a göre belirlenmiştir. Bitkilerin taze meyve örnekleri 15 ml %80'lik (hacim/hacim) asetonla homojenize edilerek beyaz bant filtre kâğıdı kullanılarak filtre edildi. Elde edilen ekstraksiyonda absorbans değerleri U.V. spektrofotometresinde 652 nm' de toplam klorofil, 663 nm'de Klorofil a, 645 nm'de Klorofil b ve 470 nm'de karotenoid miktarları ölçülmüştür. Hesaplamalar Lichtenthaler ve Wellburn [15] tarafından aşağıda verilen formüllere göre yapıldı.

Toplam Klorofil = $A_{652} \times 27.8$ / mg örnek ağırlığı

Klorofil a (Kl a) = $(11.75 \times A_{663} - 2.35 \times A_{645}) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Klorofil b (Kl b) = $(18.61 \times A_{645} - 3.96 \times A_{663}) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Karotenoid = $(1000 \times A_{470} - 2.27 \times Kla - 81.4 \times Klb) /227) \times 20$ / mg örnek ağırlığı

Çizelge 1. Toprak örneklerine ait bilgiler ve analiz sonuçları

Table 1. Information on soil samples and analysis results

	Tekirdağ (Süleymanpaşa, Nusratlı, Arkaltı)	Kırklareli (Merkez, Kavaklı, Balık Sırtı)	Edirne (Merkez, Karaağaç, Söğüt Alçağı)
Derinlik (cm) / *Depth*	0-30	0-30	0-30
İşba (%) / *Texture*	42	40	49
pH	5.85	6.17	6.62
Toplam tuz (%) *Total salt (%)*	0.03	0.01	0.04
Kireç $CaCO_3$ (%) *Lime $CaCO_3$ (%)*	0.79	0.4	Eser
Organik madde (%) *Organic matter (%)*	1.03	0.85	1.56
Yarayışlı P_2O_5 (kg/da) *Useful P_2O_5 (kg/da)*	13.66	10.14	12.89
Yarayışlı K_2O (kg/da) *Useful K_2O (kg/da)*	68.93	32.68	46.35

Çizelge.2. Araştırma alanları iklim verileri. (https://mgm.gov.tr/)

Table.2. Research areas climate data (https://mgm.gov.tr/)

	Temmuz / *July*			Ağustos / *August*			Eylül / *September*			Yıllık / *Annual*		
	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli
Ortalama sıcaklık (°C) *Average temperature (°C)*	24.40	25.30	24.60	24.80	25.40	24.60	20.70	20.60	19.90	14.50	14.20	13.80
Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) *Average maximum temperature (°C)*	28.70	32.70	31.30	29.10	33.10	31.50	25.10	27.90	26.60	18.50	20.40	19.40
Ortalama en düşük sıcaklık (°C) *Average minimum temperature (°C)*	19.80	18.20	18.40	20.50	18.30	18.60	16.70	14.20	14.50	10.90	8.90	9.20
Ortalama güneşlenme (saat) *Average sunbathing (hours)*	9.60	9.30	8.60	8.70	9.00	8.60	6.90	6.60	6.30	5.70	5.50	5.30
Ortalama yağışlı gün sayısı *Average number of rainy days*	3.87	6.47	5.67	3.00	4.57	3.67	6.17	6.40	5.70	109.00	112.30	102.80
Aylık toplam yağış ortalaması (mm) *Monthly total rainfall average (mm)*	28.50	39.60	34.20	16.40	24.00	19.10	45.70	39.20	39.90	601.10	625.20	585.80

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kapsaisin Miktarı (ppm)

Denemede yer alan acı sivri biber çeşidinin farklı bölgelerden alınan örneklerinde lokasyon ve zaman ana etkeninin kapsaisin oranına etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

Denemede hasat edilen acı biber meyvelerinde, kapsaisin oranları bakımından ele alınan bitki gruplarının incelenmesi sonucunda bölgeler arasında fark istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Üç aylık veriler incelendiğinde, bölgeler arasında en yüksek kapsaisin oranını ortalama 97.40 ppm ile Kırklareli ili vermiştir. Kırklareli'ni, 92.29 ppm ile Edirne, 88.93 ortalama ile Tekirdağ takip etmiştir.

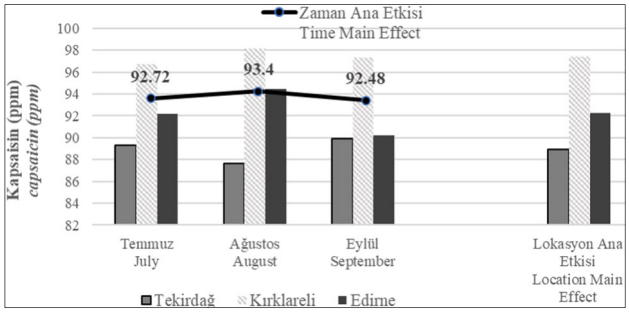
Kapsaisin oranları değişim grafiğini (Şekil 1) değerlendirdiğimizde, hasat edilen acı biber meyvelerinin temmuz, ağustos ve eylül ayları ortalamaları arasında istatistiki fark önemsiz olmasına rağmen, bu aylardan en yüksek kapsaisin oranı 93.40 ppm ile ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde kapsaisin ortalamaları (ppm) ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 3. Groups according to capsaicin averages (ppm) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	89.28 de	87.60 e	89.91 de	88.93 c
Kırklareli	96.71 ab	98.17 a	97.30 ab	97.40 a
Edirne	92.18 cd	94.44 bc	90.24 de	92.29 b
Zaman ana etkisi *Time main effect*	92.72	93.40	92.48	92.87
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 1,773357 Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= 3,071544			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 1. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin kapsaisin oranları üzerine değişimi (ppm)

Figure 1. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on capsaicin ratios (ppm)

Bu çalışmamızdan elde etiğimiz veriler, Biberde acılığın çevre faktörlerince değişime uğrayabileceğini açıklamakta olup, acılık derecesinin *Capsicum* tür ve çeşidi ile meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilendiğini [3] doğrular niteliktedir.

Iwai vd. [16], biberde çiçeklenmeden sonra 10 gün aralıklar ile 10. Günden 50. güne kadar kapsaisinoid oluşumu ve değişimini takip etmişler. Kapsaisinoid ilk çiçeklenmeden 20 gün sonra tespit edilmiş ve 40. günde maksimum seviyeye ulaşmış ve daha sonra azalmaya başladığını gözlemişlerdir. Biberde kapsaisinoid oluşumunda sıcaklık, aydınlanma süresi gibi yetiştirme koşulları etkili olmaktadır [6].

Klorofil ve Karotenoid Değerleri (mg)

İncelenen iller arasında lokasyon ve zaman etkisinin klorofil ve karotenoid değerlerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 4, 5, 6, 7 ve Şekil 2, 3, 4, 5'de gösterilmiştir.

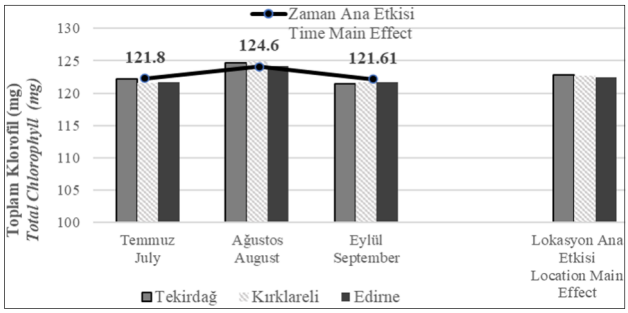
Biber meyvelerinde toplam klorofil değerleri ölçümü ile bitki gruplarının incelenmesi sonucunda, bölgeler arasında zaman ana etkeninin istatistiksel olarak (%1) önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde toplam klorofil ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar[z]

Table 4. Groups according to total chlorophyll averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	122.14	124.73	121.46	122.78
Kırklareli	121.61	124.98	121.68	122.73
Edirne	121.64	124.14	121.69	122.49
Zaman ana etkisi *Time main effect*	121.80 b	124.60 a	121.61 b	122.67
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 0.856765 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)
[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*
Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 2. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam klorofil oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 2. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on total chlorophyll ratios (mg)

İncelenen 3 il arasında ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki olarak fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki istatiksel farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir. Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 ilden de en yüksek toplam klorofil oranının ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Klorofil a oranları, bitki gruplarının incelenmesi sonucunda bölgeler arasında zaman ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur (Çizelge 5, Şekil 3).

Kurulan deneme süresi içinde meyve hasat edilen aylar incelendiğinde ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki farkın önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Aylar arasında en yüksek Klorofil a değerini ortalama 86.37 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar ise 84.88 mg ortalamalar ile ağustos ayını izlemektedir.

Çizelge 5. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil a ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar [z]

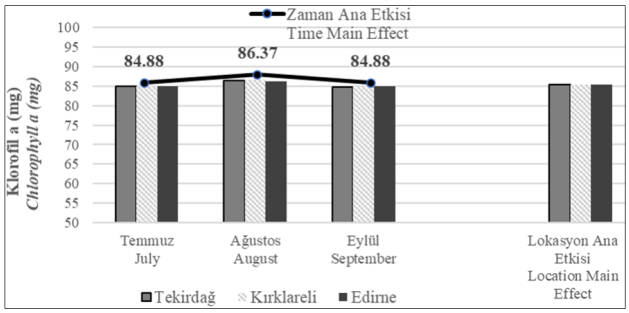
Table 5. Groups according to chlorophyll a mean (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	84.91	86.35	84.83	85.36
Kırklareli	84.86	86.58	84.95	85.46
Edirne	84.87	86.18	84.86	85.30
Zaman ana etkisi *Time main effect*	84.88 b	86.37 a	84.88 b	85.37
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=0.6907932 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 3. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil a oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 3. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on chlorophyll a ratio (mg)

Denemedeki iller arasında en yüksek Klorofil a değerini, 86.58 mg ile ağustos ayında Kırklareli ili vermiştir. Bu ilimizi sırası ile Tekirdağ 86.35 mg, Edirne 86.18 mg klorofil a değerleri ile yine ağustos ayında izlediği görülmektedir.

Klorofil b değerleri incelenmesi sonucunda ise bölgeler arasında zaman ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur (Çizelge 6, Şekil 4). Aylar arasında en yüksek Klorofil b değerini ortalama 38.22 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar sırası ile 36.92 ile Temmuz, 36.73 mg ortalamalar ile Eylül ayıdır.

Yapılan analizler sonucu, klorofil b değerinin de klorofil a değerinde olduğu gibi istatiksel olarak benzer sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 6. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil b ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar [z]

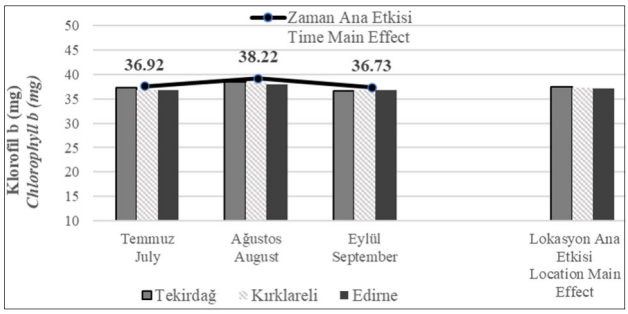
Table 6. Groups according to chlorophyll b averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times [z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	37.23	38.39	36.63	37.42
Kırklareli	36.75	38.32	36.73	37.26
Edirne	36.77	37.97	36.84	37.19
Zaman ana etkisi *Time main effect*	36.92 b	38.22 a	36.73 b	37.29
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=0.6569337 Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$=Ö.D. *N.S.* Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 4. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil b oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 4. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on chlorophyll b ratios (mg)

Karotenoid oranları verilerinin incelenmesi sonucunda lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 7, Şekil 5).

İncelenen 3 il arasında Edirne ilinin diğer iller ile arasında istatistiki olarak fark olup Tekirdağ ve Kırklareli illerindeki farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir. Bölgeler arasında en yüksek karotenoid değerini ortalama 25.59 mg ile Kırklareli ili vermiştir. Tekirdağ 25.50 mg, Edirne ise 25.17 mg ortalama karotenoid değerlerini vermiştir.

Deneme süresince elde ettiğimiz toplam klorofil, Klorofil a, Klorofil b ve karotenoid verileri ilgili

çizelgelerden incelediğinde bölgesel ve zamansal farkın klorofil gurubu ve karotenoid oranlarını etkilediği görülmektedir.

Çizelge 7. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde Karotenoid ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar[z]

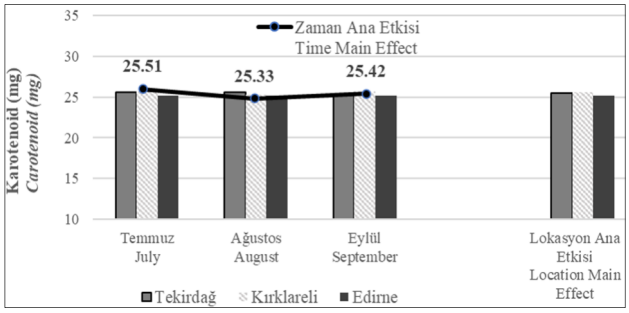
Table 7. Groups according to Carotenoid averages (mg) and LSD test in hot pepper fruits taken from different regions at different times[z]

Lokasyonlar *Locations*	Zaman / *Time*			Lokasyon ana etkisi ve genel ortalama *Location main effect and overall average*
	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*	
Tekirdağ	25.58	25.55	25.37	25.50 a
Kırklareli	25.75	25.29	25.72	25.59 a
Edirne	25.20	25.15	25.16	25.17 b
Zaman ana etkisi *Time main effect*	25.51	25.33	25.42	25.42
$LSD_{0.01}$	Zaman Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= Ö.D. *N.S.* Lokasyon Ana Etkisi $LSD_{0.01}$= 0.3130058 Lokasyon × Zaman İnteraksiyonu $LSD_{0.01}$=Ö.D. *N.S.*			

[z]Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %1 düzeyinde farklılık vardır (LSD)

[z]*Mean separation within columns by LSD multiple test at, 0.01 level*

Ö.D.: Önemli değil *N.S.: Nonsignificant*



Şekil 5. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam karotenoid oranları (mg) üzerine değişimi

Figure 5. Variation of hot pepper fruits taken from different locations at different times on total carotenoid ratios (mg)

Bitkilerdeki klorofil miktarını etkileyen önemli faktörlerden birisi ışıktır [17]. Yüksek ışık koşullarında yetiştirilen bitkilerde, kloroplastların sayıca az klorofil miktarlarının fazla olduğu, gölge ve ışık görenlerin farklı bir iç ve dış yapıya sahip olduğu belirtilmektedir [18]. Sevik vd. [19]'de yaptıkları araştırmalarda klorofil miktarının, daha iyi ışık altında yetişen bitkilere oranla daha az ışık koşullarında yetişen bitkilerden fazla olduğunu belirtmektedir.

Akgül [20], biber meyvelerinin kimyasal yapısında bulunan başta kapsaisin olmak üzere karotenoid pigmentlerinin, kapsorubin, zeaksantin, kriptosantin, lutein vb. maddelerin biber bitkilerinin genetik varyeteye ve yetiştiği ortamın ekolojik şartlarına göre değiştiğini bildirmiştir.

SONUÇ

İnsanlar bozulan çevre şartlarına direnç gösteren bitki türlerini yetiştirerek, gelecekte birçok alanda onlardan etkili bir şekilde faydalanmaya devam etme yollarını aramaktadırlar. Son yıllarda özellikle yetiştiricilikte, çevre şartlarının olumsuz etkisi ve bu koşullara dirençli bitki türlerinin adapte edilerek, gelecekte ümit vadeden bitkilerin bulunması için çalışmalara devam edilmektedir. Araştırıcılar farklı tür ve çeşitleri farklı lokasyonlar da yetiştirerek adaptasyon özelliklerini ve bölgeye olan uyumlarını araştırmaktadırlar. Araştırmamızda farklı lokasyonlardan, farklı dönemlerden alınan acı sivri biberlere ait bazı biyokimyasal parametrelerin sonuçları topluca Çizelge 7'de özetlenmiştir.

Bu çalışmamızdan elde etiğimiz veriler birlikte değerlendirildiğinde lokasyon olarak Kırklareli'nin, zaman olarak ağustos ayının Trakya bölgesinde İstanbul acı sivri biberinde en yüksek biyokimyasal içeriğe sahip olduğunu göstermiştir.

Biberde kapsaisinoid oluşumunda sıcaklık, ışıklanma süresi, yetiştirme koşulları ve çeşit etkili olmaktadır [6]. Bu bağlamda sıcaklık ve ışıklanma süresi en yüksek olan Kırklareli lokasyonunda sonuçların yüksek çıkması literatür ile uyum sağlamıştır.

Çizelge 7. Denemede ele alınan ait bazı biyokimyasal parametrelerin değişimleri

Table 7. Changes of some biochemical parameters of the experiment

No	Kriterler *Criteria*	Lokasyon / *Location*			Zaman / *Time*		
		Tekirdağ	Kırklareli	Edirne	Temmuz *July*	Ağustos *August*	Eylül *September*
1	Kapsaisin miktarı (ppm) *Capsaicin amount (ppm)*	■	▒		■	▒	
2	Toplam klorofil (mg) *Total chlorophyll (mg)*		▒	■		▒	■
3	Klorofil a / *Chlorophyll a*		▒	■	■	▒	
4	Klorofil b / *Chlorophyll b*	▒		■		▒	■
5	Karotenoid / *Carotenoid*		▒	■	▒	■	

En az / *Least* ■ En fazla / *Most* ▒

Deneme de diğer faktör olan örnekleme zamanı bakımından değerlendirildiğin de ağustos ayının yüksek çıkması, bu dönmede sıcaklık ve ışıklanma süresinin diğer örnekleme zamanlarına göre yüksek çıkması yanında literatürde belirtildiği üzere Kapsaisinoid içeriğinin ilk çiçeklenmeden 40 gün sonra maksimum seviyeye ulaşması ile uyumlu bulunmuştur.

Deneme süresince elde ettiğimiz toplam klorofil, Klorofil a, Klorofil b ve karotenoid verileri ilgili çizelgelerden incelediğinde bölgesel ve zamansal

farkın klorofil gurubu ve karotenoid içeriğini etkilemiştir.

Bitkilerdeki klorofil ve karotenoid miktarı bitkinin türü ve genotipleri, aldığı ışık ve azot miktarı, toprağın yapısı ve uygulanan tarımsal işlemler ve meyvelerin olgunluk zamanına göre değişmektedir. Bu faktörler içerisinde ışık önemlidir. Önceki çalışmalarda Klorofil miktarının, daha iyi ışık altında yetişen bitkilere daha fazla olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda Kırklareli Lokasyon ve ağustos ayı yüksek güneşlenme süresi ile en yüksek klorofil ve Karotenoid içeriğine sahip olmuştur.

Trakya koşullarında düşük acılık seviyesindeki acı biberlerde kapsaisin miktarını yükseltmek için farklı stres koşullarında ve farklı çeşitler üzerinde çalışmalar yapılması önerilmektedir.

Sonuç olarak; Trakya bölgesinde 3 farklı lokasyondan elde edilen biberlerin kapsaisin miktarı, klorofil a, karotenoid, bakımından Kırklareli'nden en yüksek sonuçlar alınmıştır. Zaman bakımından denemeye konu olan 3 zaman içerisinden ağustos ayı içerisinde hasat edilen biberlerin kapsaisin miktarı toplam klorofil, klorofil a, klorofil b, ortalamaları en yüksek sonuçları vermiştir.

KAYNAKLAR

1. Güvenç, İ. 2020. Türkiye'de biber üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 23(2):441-445.
2. Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. 2008. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Kitabı Tekirdağ.
3. Rahman, M.J., Inden, H., 2012. Effect of nutrient solution and temperature on capsaicin content and yield contributing characteristics in six sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Journal of Food, Agriculture & Environment, 10:524-529.
4. Kraikruan, W., Sangchote, S., Sukprakarn, S., 2008. Effect of Capsaicin on Germination of *Colletotrichum capsici* Conidia. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42:417-422.
5. İşlek, C. 2009. Serbest ve tutuklanmış *Capsicum annuum* L. hücre süspansiyon kültürlerinde kapsaisin üretimi üzerine bazı uyarıcıların etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış Doktora Tezi).
6. Arın, L. 2018. Kapsaisin ve tarımda kullanımı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Journal of the Institute of Science and Technology 8(4):21-27.
7. Çiçek. H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N.Ö., Meram, İ., 2005. Kapsaisinin (kırmızı biber) insan sağlığı üzerine etkileri (https://www.researchgate.net/publication/270745881kapsaisinin_kirmizi_biber_ınsan_sagligi_uzerine_etkileri).
8. Basu, S.K., De, A.K., 2003. Capsicum: historical and botanical perspectives. (Edited by A.K. De) Capsicum, The Genus Capsicum. Taylor & Francis Ltd. London, pp:1-16.
9. Mortensen, J.M., Mortensen, J.E., 2009. The power of capsaicin. Journal of Continuing Education 11(1):8-13.
10. Cordell, G.A., Araujo, O.E., 1993. Capsaicin: identification, nomenclature, and pharmaco therapy. Annals of Pharmacotherapy 27(3):330-336.
11. Morre, D.J., Morre, D.M., 2003. Synergistic Capsicum-tea mixtures with anticancer activity. J Pharm Pharmacol. 55:987-994.
12. Estrada, B., Bernal, M.A., Diaz, J., Pomar, F., Merino, F., 2002. Capsaicinoids in vegetative organs of *Capsicum annuum* L. in relation to fruiting. Journal of Agricultural Food Chemistry 50:1188-1191.
13. Anonim, 2020. Yüksek performanslı sıvı kromotografisi HPLC. (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78812/mod_resource/content/0/hplc.pdf) (Erişim Tarihi: Nisan 2022).
14. Arnon, P.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol 24:1-15.
15. Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Transac., 11:591-592.
16. Iwai, K., Suzuki, T., Fujiwake, H., 1979. Formation and accumulation of pungent principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogues, in *Capsicum annuum* var. *annuum* cv. Karayatsubusa at different growth stages after flowering. Agricultural and Biological Chemistry 43(12):2493-2498.
17. Johnston, M., Onwueme, I.C., 1998. Effect of shade on photosynthetic pigments in the tropical root crops: yam, taro, tannia, cassava and sweet potato. Experimental Agriculture 34(03):301-312.
18. Kurtar, E.S. 2012. Sera Ekolojisi Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bafra Meslek Yüksek Okulu, Samsun, 72s.
19. Sevik, H. 2012. Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf). African Journal of Biotechnology 11(23):6389-6395.
20. Akgül, A. 1993. Baharat bilimi ve teknolojisi. Gıda Teknolojisi Dergisi Yayın No:15, Ankara.