



**TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN ACI  
BİBER MEYVELERİNDE KAPSAİSİN  
MİKTARININ BELİRLENMESİ**

**Ali KARA**

**Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Murat DEVECİ**

**2022**

**T.C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN ACI BİBER MEYVELERİNDE**  
**KAPSAİSİN MİKTARININ BELİRLENMESİ**

**Ali KARA**  
**ORCID: 0000-0002-2029-5825**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**DANIŞMAN: Prof. Dr. Murat DEVECİ**

**TEKİRDAĞ-2022**  
**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

### TRAKYA BÖLGESİ'NDE YETİŞTİRİLEN ACI BİBER MEYVELERİNDE KAPSAİSİN MİKTARININ BELİRLENMESİ

Ali KARA

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Murat DEVECİ

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 ve diğer laboratuvar 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, meyve ağırlığı 7,22 g ile Edirne, toplam kuru madde miktarı 9,15 g ile Tekirdağ, meyve boyu 19,06 cm ile Edirne, meyve çapı 10,86 mm Tekirdağ, meyve plasenta ağırlığı 0,97 g Tekirdağ, meyve et kalınlığı 1,31 mm Kırklareli, meyvedeki tohum sayısı 79,6 adet ile Tekirdağ, toplam mineral madde % 0,74 ile Kırklareli, protein % 15,73 Edirne, 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, renk a değeri 10,97 ile Tekirdağ, renk b değeri 49,06 ile Kırklareli'nde gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biber, Kapsaisin, Acılık oranı, Trakya.

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF CAPSAICIN AMOUNT IN HOT PEPPER FRUITS GROWN IN THRACE REGION

Ali KARA

Department of Horticulture

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Murat DEVECİ

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 and other laboratory 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, Edirne with 7.22 g fruit weight, Tekirdağ with 9.15 g total dry matter content, Edirne with fruit length 19.06 cm, fruit diameter 10.86 mm Tekirdağ, fruit placenta weight 0, 97 g Tekirdağ, fruit thickness 1.31 mm Kırklareli, number of seeds per fruit Tekirdağ with 79.6, Kırklareli with 0.74% total mineral substance, Edirne with protein 15.73%, Tekirdağ with total chlorophyll 122.78 mg, chlorophyll It was observed in Kırklareli with a 86.58 mg, Chlorophyll b 38.39 mg, carotenoid 25.59 mg, Kırklareli with a color L value of 59.39, Tekirdağ with a color a value of 10.97, and Kırklareli with a color b value of 49.06.

**Keywords:** Pepper, Capsaicin, Bitternes, Thrace

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ.....</b>	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Literatür Özeti .....	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	12
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>14</b>
2.1. Araştırma Alanları .....	14
2.1.1.Araştırma Alanları İklim Verileri.....	14
2.2. Materyal .....	17
2.3. Yöntem.....	19
2.3.1. Kapsaisin Analizinin Yapılması.....	19
2.3.2. Biber meyvesi klorofil ve karotenoid değeri ölçümlerinin yapılması .....	21
2.3.3. Biber Meyvesi Renk Değerlerinin (L, a ve b) Belirlenmesi: .....	22
2.3.4. Meyve Ağırlığı Ölçümleri .....	23
2.3.5. Meyve Plasenta Ağırlığı Ölçümleri.....	23
2.3.6. Meyve Boyu Ölçümleri .....	23
2.3.7. Meyve Çapı Ölçümleri .....	23
2.3.8. Meyve Eti Kalınlığı Ölçümleri.....	24
2.3.9. Meyvedeki Tohum Sayılarının Belirlenmesi .....	24
2.3.10. Toplam Kuru Madde Analizleri .....	24
2.3.11. Toplam Mineral Madde (Kül) Analizleri .....	25
2.3.12. Protein Tayini Analizleri .....	26
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>27</b>
3.1. Kapsaisin Miktarı (ppm) .....	27
3.2. Klorofil ve Karotenoid Değerleri (mg).....	30
3.3. Biber Meyvesi Renk Değerleri (L, a ve b).....	35
3.4. Meyve Ağırlığı (g) .....	39

3.5. Meyve Plasenta Ağırlığı (g).....	40
3.6. Meyve Boyu Ölçümü (cm) .....	41
3.7. Meyve Çapı Ölçümü (mm) .....	42
3.8. Meyve Et Kalınlığı Ölçümü (mm).....	43
3.9. Meyvedeki Tohum Sayıları (adet) .....	45
3.10. Toplam Kuru Madde İçeriği (%).....	46
3.11. Toplam Mineral Madde İçeriği (% Kül) .....	48
3.12. Protein Oranları .....	50
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>53</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>57</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı biber çeşitlerinin Scoville Ünitesi (S.Ü.) olarak belirlenen acılık değerleri ..5	
Çizelge 1.2. Kırmızı biberlerdeki acılık bileşenlerinin formülleri ve oranları ..... 6	
Çizelge 1.3. Farklı çeşit ve orijine ait bazı biberlerdeki kapsaisinoid miktarları ..... 12	
Çizelge 2.1. Araştırma Alanları İklim verileri..... 15	
Çizelge 2.2. Toprak Örneklerine Ait Bilgiler ve Analiz Sonuçları ..... 18	
Çizelge 3.1. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde kapsaisin ortalamaları (ppm) ve LSD testine göre gruplar* ..... 27	
Çizelge 3.2. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde toplam klorofil ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar* ..... 30	
Çizelge 3.3. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil a ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar* ..... 31	
Çizelge 3.4. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil b ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar* ..... 32	
Çizelge 3.5. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde Karotenoid ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar* ..... 33	
Çizelge 3.6. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk L* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar* ..... 35	
Çizelge 3.7. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk a* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar* ..... 36	
Çizelge 3.8. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk b* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar* ..... 37	
Çizelge 3.9. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde meyve ağırlığı ortalamaları (g) ve LSD testine göre gruplar* ..... 39	
Çizelge 3.10. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve plasenta ağırlığı ortalamaları (g) ve LSD testine göre gruplar* ..... 40	
Çizelge 3.11. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve boyu ortalamaları (cm) ve LSD testine göre gruplar* ..... 41	
Çizelge 3.12. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve çapı ortalamaları (mm) ve LSD testine göre gruplar* ..... 42	
Çizelge 3.13. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve eti kalınlığı ortalamaları (mm) ve LSD testine göre gruplar* ..... 43	

Çizelge 3.14. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerindeki tohum sayısı ortalamaları (adet) ve LSD testine göre gruplar* .....	45
Çizelge 3.15. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biberdeki toplam kuru madde ortalamaları (%) ve LSD testine göre gruplar* .....	46
Çizelge 3.16. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biberdeki toplam mineral madde ortalamaları (% kül) ve LSD testine göre gruplar* .....	48
Çizelge 3.17. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber protein oranlarına ait ortalamalar (%) ve LSD testine göre gruplar* .....	50
Çizelge 4.1. Denemede ele alınan ait bazı morfolojik, fizyolojik ve kimyasal parametrelerin değişimleri .....	55





## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Biber bitkisi.....	3
Şekil 1.2. Biberin bazı kullanım şekilleri.....	3
Şekil 1.3. Scoville acılık skalası. ( <a href="https://scovillescale.org/chili-pepper-scoville-scale/">https://scovillescale.org/chili-pepper-scoville-scale/</a> ).....	4
Şekil 1.4. Saf kapsaisin maddesi .....	6
Şekil 1.5. Kapsaisinin kimyasal yapısı.....	11
Şekil 2.1. Deneme alanları harita üzerindeki gösterimi.....	14
Şekil 2.2. Elde edilen biber fideleri.....	17
Şekil 2.3. Analiz için alınan biber örnekleri.....	19
Şekil 2.4. HPLC ve Kromotogram görüntüsü.....	20
Şekil 2.5. Kapsaisin analizi için ön hazırlık aşamaları.....	21
Şekil 2.6. Spektrofotometre analiz aşamaları.....	22
Şekil 2.7. Renk değerleri ölçümü.....	22
Şekil 2.8. Meyve ağırlık ve plasenta ağırlık tartımları.....	23
Şekil 2.9. Meyve boy ve çap ölçümleri.....	23
Şekil 2.10. Meyve et kalınlık ölçümü ve tohum sayısı belirleme aşamaları.....	24
Şekil 2.11. Toplam kuru madde içeriği analiz aşamaları.....	25
Şekil 2.12. Toplam mineral madde içeriği analiz aşamaları.....	25
Şekil 2.13. Protein analiz aşamaları.....	26
Şekil 3.1. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin kapsaisin oranları (ppm) üzerine değişimi.....	27
Şekil 3.2. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam klorofil oranları (mg) üzerine değişimi.....	30
Şekil 3.3. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil a oranları (mg) üzerine değişimi.....	31
Şekil 3.4. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil b oranları (mg) üzerine değişimi.....	32
Şekil 3.5. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam karotenoid oranları (mg) üzerine değişimi.....	33
Şekil 3.6 Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk L* oranları üzerine değişimi.....	35
Şekil 3.7. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk a* oranları üzerine değişimi.....	36

Şekil 3.8. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk b* oranları üzerine değişimi.....	37
Şekil 3.9. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve ağırlığı ortalamaları (g) üzerine değişimi.....	39
Şekil 3.10. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve plasenta ağırlığı ortalamaları (g) üzerine değişimi.....	41
Şekil 3.11. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve boyu ortalamaları (cm) üzerine değişimi.....	42
Şekil 3.12. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve çapı ortalamaları (mm) üzerine değişimi.....	43
Şekil 3.13. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve et kalınlıkları ortalamaları (mm) üzerine değişimi.....	44
Şekil 3.14. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve tohum sayısı ortalamaları (adet) değişimi.....	45
Şekil 3.15. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin toplam kuru madde miktarı ortalamaları (%) değişimi.....	47
Şekil 3.16. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin toplam mineral madde içeriği ortalamaları (% kül) değişimi.....	49
Şekil 3.17. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin protein içeriği ortalamaları (%) değişimi.....	50

## KISALTMALAR

mg	: Miligram
g	: Gram
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
Scoville	: Biber acılık birimi
SHU	: Scoville birimi
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromotogram
LC	: Sıvı kromotogram
kg	: Kilogram
Ppm	: Milyonda bir birim (mg/kg veya L)
ml	: Mililitre
$\mu\text{m}$	: Mikrometre
C°	: Santigrad Derece
%	: Yüzde
nm	: Nanometre
ort	: Ortalama
Yük.	: Yüksek
Düş.	: Düşük
Sıc.	: Sıcaklık
Top.	: Toplam
UV	: Ultraviyole
K1	: Klorofil
KM	: Kuru madde
EC	: Elektrisel İletkenlik

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın hazırlanması ve yürütülmesi sırasında gerek önerileri gerekse değerli bilgileri ile beni yönlendirerek destek olan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bilgilendirme ve yönlendirmeleri ile çalışmamı bilimsel temellerde şekillendiren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Murat DEVECİ 'ye çok teşekkür ederim. Tez çalışmalarım esnasında bana destek ve yardımcı olan, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, samimiyeti ile her zaman yanımda olan değerli hocam Prof. Dr. Levent ARIN' a, Çalışmalarım sırasında teknik bilgi ve birikimleri ile bana yardımcı olan Yük. Ziraat Mühendisi Faruk MISIRLI'ya ve Yük. Kimyager Arıkan KOCABAŐ'a, yine saha çalışmalarında gerekli bilgi paylaşımı ve numune ulaőtırmada bana yardımcı olan Ziraat Mühendisleri Tuğba YEL ve Ersin KURUMLU'ya, desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen eşim ve oğluma teşekkür ederim.

Haziran, 2022

Ali KARA

Ziraat Mühendisi

## 1. 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 (Güvenç, 2020).

100 g taze yeşil biber, 29 kalori, 1,1g protein, 0,2 g yağ, 92,6 g su, 4,2 g karbonhidrat, 1,4 g selüloz ihtiva etmektedir (Keleş 2007). Biberler iyi bir A ve C vitamini kaynağı olmakla birlikte içerdikleri B ve E vitaminleri ve renk maddeleri ile antioksidan kaynağıdır (Şalk vd., 2008).

Türkiye’de yetişen biberler morfoloji ve temel kullanımına göre 5 grupta sınıflandırılabilir. Bunlar dolmalık, sivri, çarliston, süs ve salçalık tür biberlerdir. En yaygın olanları sivri, çarliston ve dolmalık olanlardır. Süs cinsi olanlar acı, sivri cinsi olanlar acı ve tatlı olarak çeşitlilik gösterebilmektedir (Keçeli, 2008).

Kapsaisinoidler, biberlerin karakteristik acılığınca sorumlu olan keskin bileşiklerdir. Bu bileşikler arasında iki ana kapsaisinoid vardır. Bunlar kapsaisin (trans-8-metil N-anilil-6-nonenamid) ve dihidrokapsaisin (DHC; 8-metil-N-anililnonanamid)’dir ve toplam kapsaisinoidlerin yaklaşık %80-90’ını oluştururlar. Bu iki ana bileşiğe ek olarak, biberlerde başka kapsaisinoidler bulunmuştur ve bunlar arasında nordihidro-kapsaisin (n-DHC), homokapsaisin (h-C), homodihidro-kapsaisin (h-DHC) ve nonivamid bulunur (Kadalk vd., 2001).

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 (Arın, 2018).

Kapsaisin ve ilişkili bileşiklerin dil ve deri gibi duyuşal bölgelere temas ettiğinde artan kontaminasyona bağılı olarak rahatsızlık veren bir ağrı ve yanmaya neden olmaktadır.

Scoville, biberlerin acılık birimidir. Wilbur Scoville isimli ilaç-bilimci tarafından 1912 yılında geliştirilmiştir. Test, bir miktar biber ekstresinin şekerli su ile tadı denekler tarafından hissedilmeyecek hale gelene kadar seyreltilmesi ve o andaki şekerli su ile biberin oranlarının ölçülmesi esasına dayanır (Yemiş vd., 2004). Araştırmamızda farklı lokasyonlardan, farklı dönemlerden alınan acı sivri biberlerin kapsaisin miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 1.1. Literatür Özeti

Tüm biberler 1923'e kadar *Capsicum annuum* ve *Capsicum frutescens* türleri içinde sınıflandırılırken, sonraki dönemlerde farklı taksonomistler tarafından çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. *Capsicum* sınıfları olan 4 türe; *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum* ve *C. pubescens* türlerine sonradan *C. chinense* de eklenerek, kültüre alınmış 5 tür olarak sınıflandırılmıştır (Yemiş vd., 2004).

Alem:	<i>Plantae</i>
Bölüm:	<i>Magnoliophyta</i>
Sınıf:	<i>Magnoliopsida</i>
Takım:	<i>Solanes</i>
Familya:	<i>Solanaceae</i>
Cins:	<i>Capsicum L.</i>
Tür:	<i>Capsicum annuum L.</i> <i>Capsicum frutescens</i> <i>Capsicum baccatum.</i> <i>Capsicum pubescens.</i> <i>Capsicum chinense.</i>

Patlıcangiller familyasının bir üyesi olan biber bitkisinin (Şekil 1.1) 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 (Şalk vd., 2008).



Şekil 1.1. Biber bitkisi.

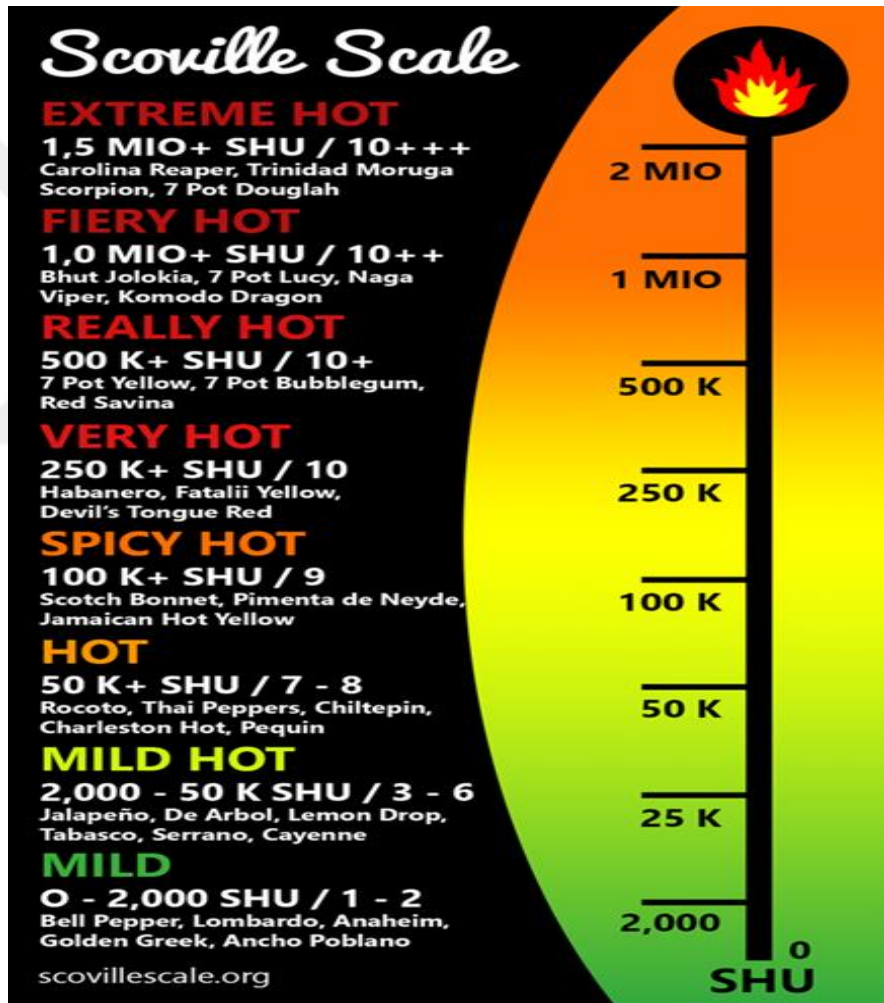


Şekil 1.2. Biberin bazı kullanım şekilleri

Biber bitkisi 50 ila 200 cm ye kadar büyüeyebilen, çok dallı ve otsu bir gövde oluşturabilmektedir. Yan dallanma ilk çiçek oluşumundan sonra gerçekleşir ve ana gövdeden 4-12 yan dal ayrılabilir. Biberde çimlenme ile ilk olarak 3-5 cm uzunlukta kazık kök oluşmakta, bitki olgunluğa eriştiğinde ise kazık ve saçak kökler 90-120 cm derinlik ve 90 cm genişlikte alana yayılabilmektedirler. Yapraklarının şekli, rengi ve büyüklükleri biberin çeşidine ve yetiştirildiği çevre koşullarına göre farklılık göstermekle beraber çoğunlukla oval ve uçları sivri yapıdadır. Biberlerde, çeşitlerin çiçeklerinin taç yaprakları beyaz olmakla birlikte, taç yaprağı mor olan türler de görülmektedir. Biber bitkisinin çiçekleri erselik yapılıdır ve genellikle 5 sepal, 5 petal yaprak, 5 stamen ve 3-5 karpelli 1 pistil ihtiva

etmektedir. Biber meyveleri; meyve duvarı, çiçek tablası ve tohumlar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Meyvedeki tohumları sarı, oval, düz ve yassı şekillerde oluşmaktadır (Aybak, 2007).

Biberde acılık kantitatif kalıttır. Birçok gen ve çevre faktörlerinden etkilenebilmektedir. Acılık derecesi, *Capsicum* tür ve çeşidine bağlıdır (Şekil 1.3) ve meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilenmektedir (Rahman ve Inden 2012). Acılık Scoville Heat Units (SHU) ya da mg/L kapsaisin olarak sınıflandırılmaktadır (Kraikruan vd., 2008).



Şekil 1.3. Scoville acılık skalası. (<https://scovillescale.org/chili-pepper-scoville-scale/>)

Acı biberin başlıca etken maddesi “kapsaisin”dir. Fenolik yapıda olan düz zincirli alkil vanililamidlere, “kapsaisinoid”ler denir. Kapsaisinoidler oldukça stabil bileşiklerdir. Yüksek sıcaklık gerektiren işlemlerde ve uzun süreli depolamalarda dahi parçalanmazlar. Kurutulmuş ürünlerdeki stabilite nisbeten azalabilir. Kurutma sıcaklıkları da kapsaisinoid içeriğini etkiler. Yüksek tuzluluk da acılığın artışına sebep olur. Acı biberin değerini rengi, acısının keskinliği



ve tadı belirler. Kapsaisinoid üretimi olgunluk döneminde belirli bir değere ulaşmaktadır. Daha sonra parçalanarak en yüksek değerin % 60'larına kadar düşebilir (Contreas – Padilla ve Yahia, 1998).

Kapsaisinin verdiği acı üzerine en çok çalışanlardan biri olan Wilbur Scoville, 1912 yılında, bunu bir skalaya uydurarak, saf haldeki kapsaisin için 16 milyon Scoville birimini uygun görmüştür. Scoville nin bu birimi objektiflikten uzak olmasından dolayı bilimsel olarak kabul edilmese de günümüzde acı biberleri sınıflandırmakta kullanılmaktadır (Çizelge 1.1).

Günümüzdeki en acı biberlerin 300.000 ile 500.000 Skovil biriminde olduğu kabul edilmektedir (İyidoğan 2015). Bir ilaç bilimci olan Wilbur Scoville tarafından 1912 yılında bir test geliştirilmiştir. Bu test, bir miktar biber ekstresinin şekerli su ile tadı denekler tarafından hissedilmeyecek hale gelene kadar seyreltilmesi ve o andaki şekerli su ile biberin oranlarının ölçülmesi esasına dayanır (Yemiş vd., 2004). Saf kapsaisin (Şekil 1.4) ile çalışırken koruyucu elbise, tam yüz maskesi, eldiven gibi donanımlar kullanmak gerekmektedir.

Çizelge 1.1. Bazı biber çeşitlerinin Scoville Ünitesi (S.Ü.) olarak belirlenen acılık değerleri (Govindarajan, 1985)

<b>Biber Çeşitleri</b>	<b>Acılık (S.Ü.- Scoville Ünitesi)</b>
Dolma/Tatlı	0-100 S.Ü
New Mexican	500-1,000 S.Ü
Espanda	1,000-1,500 S.Ü
Ancho&Pasilla	1,000-2,000 S.Ü
Cascabel&Cherry	1,000-2,500 S.Ü
Jalepeno&Mirasol	2,500-5,000 S.Ü
Serrano	5,000-15,000 S.Ü
De Arbol	15,000-30,000 S.Ü
Cayenne&Tabasco	30,000-50,000 S.Ü
Chiltopin	50,000-100,000 S.Ü
Haberano	200,000-300,000 S.Ü
Saf Kapsaisin	16,000,000 S.Ü



Şekil 1.4. Saf kapsaisin maddesi

Gıda alanında kapsaisin, çoğunlukla doğal tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Genellikle tatlandırıcı olarak kullanımdaki amaç ise gıdalarda doğal bir acı hissi oluşturmaktır. Çoğu zaman bir gıdanın acı olma seviyesi daha önce de bahsedildiği gibi Scoville acılık ölçeği ile değerlendirilmektedir. 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 (Çiçek vd., 2005).

Acı biberler, baharatlı veya tuzlu gıda katkı maddeleri olarak dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu biberler içerdikleri renk, tat ve acılık özelliklerinden dolayı önemli bir değere (Çizelge 1.3.) sahiptir (Kadalk vd.,2001).

Çizelge 1.2. Kırmızı biberlerdeki acılık bileşenlerinin formülleri ve oranları (Govindarajan ve Sathyanarayana, 1991)

<b>Kapsaisinoidler</b>	<b>Kimyasal Formülleri</b>	<b>Oran (%)</b>
Kapsaisin N-Vanilil-8-metil-6-nonamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH=CH-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	69
Dihidro-kapsaisin N-Vanilil-8-metil-nonamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	22
Nordihidro-kapsaisin N-Vanilil-7-metil-6-loktanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	7
Homokapsaisin N-Vanilil-9-metil-7-dekanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=CH-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1
Homodihidro-kapsaisin N-Vanilil-9-metil-dekanamit	V-NH-CO-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1

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.

Medikal olarak kapsaisin kullanımı özellikle romatizmal hastalıklar alanında da yaygın bir şekilde etken madde olarak kullanılmaktadır. Acı kırmızı biberlerden elde edilen kapsaisinin krem şeklinde cilde uygulanabilen preparatları piyasada bulunmaktadır. Kapsaisinin sinir sistemimizde ağrı uyarılarının iletilmesinde ve inflamasyonda rol alan maddeleri azaltarak etkili olduğu belirtilmiştir. Bu sayede Kapsaisin özütleri sinir incinmeleri ve aşırı ağrıya neden olan semptomları dindirmek veya azaltmak için lokal olarak kullanılmaktadır. Romatoid artrit, osteoartrit, fibromiyalji, diyabetik nöropati ve kronik nonspesifik ağrı gibi durumların tedavisinde de tercih edilebilmektedir (Çiçek vd., 2005).

Karotenoid içeren meyve ve sebze tüketiminin insanlarda kanseri önleyici etkisi olduğu çoğu epidemiyolojik çalışmalarda gösterilmiştir. Morre vd., (2003) kafeinsiz yeşil çay konsantresi ile Kapsikum çayını 25/1 oranında karıştırarak kanser hücre kültürüne uygulamış ve bunun kanser hücrelerini öldürücü etkisini gözlemişlerdir. Kapsikum oleoresinli beslenme biçimi, kolesterol ve trigliseridlerin, karaciğer ve aortada birikmesinde önleyici etki göstermektedir. Oleoresin ile beslenen deney hayvanlarında kolesterol ve trigliseridlerin fekal atılımı belirgin olarak artmıştır. Kapsaisinoidlerin önemli bir antioksidan aktivitesi olduğu bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada; isot biberi alan grupta alımdan sonraki belli dakikalarda alınan kanlarda plazmanın toplam antioksidan kapasitesinin istatistiksel olarak önemli düzeyde (%15) artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu özelliği ile biber araştırmacılar tarafından antioksidan ve antiaging preparatlara karşı doğal ve ucuz bir alternatif olarak tavsiye edilmiştir (Çiçek vd., 2005).

Yoshioka vd., Yaptıkları çalışmalarda, kırmızı biber ve kafein alımının toplam enerji alımını azaltıp, harcanmasını artırdığını gözlemişlerdir. Bu nedenle kırmızı biber ve kafein tüketiminin enerji dengesinde belirgin bir değişikliğe neden olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca kapsaisin, insanların tüketimine sunulmuş bazı gıda takviyelerinde de doğal bir yağ yakıcı ve enerji tüketimini artırıcı özelliği olmasından dolayı da tercihen kullanılmaktadır. Kapsaisin metabolizmayı hızlandırıp ve yağ metabolizmasını düzenlemekte, aynı zamanda kısa süreliğine kendini iyi hissetmeye sebep olacak endorfin salgısını arttırmakta ve yüksek dozda alındığında ağrının şiddetini azaltabilmektedir (Fırat ve İnanç, 2020). Bakterilerin eliminasyonunda bitki ekstraktları ve düşük pH gibi anti-mikrobiyal parametrelerin birlikte kullanımı da vardır. Kırmızı biber ekstreleri de doğal bir anti bakteriyel ajan olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Çiçek vd., 2005).

Amerikan yerlilerinin işgalcilere karşı silah olarak biber dumanından yararlandıkları bildirilmektedir (Cordell ve Araujo, 1993). Tarihi belgelerde, (M.Ö.) 2000’li yıllarda Çinlilerin Hintliler ile savaşında, kurutulmuş ve öğütülmüş kırmızı biberleri kâğıtlara sardıkları ve bu kâğıtları yakarak düşman tarafına attıkları, bu sayede de avantaj elde ettikleri ifade edilmektedir (Altınbaş, 2019). Biber gazı toplumsal olayları kontrol etmek amacıyla güvenlik güçleri tarafından sıklıkla tercih edilen araçlardandır. Gazın müdahaleye maruz kalan kişiler üzerindeki geçici etkisi bu gazın daha çok tercih edilmesinin nedenlerinden biridir. Bu tür göz yaşartıcı gazlarda, gazın etkisine maruz kalan kişilerde genelde gözlerde yanma, aşırı göz yaşarması ve gözleri açmada zorluk belirtileri oluşmaktadır. Ayrıca bu gaz, gözlerde oluşturduğu etkilerin yanında; burun ve deride yanmaya, burun akmasına, nefes almada zorluğa ve yoğun kullanımına maruz kalınmasında kusmaya da neden olabilmektedir. Gazın etki süresi 20 dakika ile 2 saat arasında değişmekte bazen daha uzun sürelerde de devam edebilmektedir. Biber gazının etkisinin bu kadar uzun sürmesinin nedeni ise; içerdiği kapsaisin deriden emildikten sonra sinir uçlarında birikip yavaş yavaş salınmasından kaynaklanmaktadır. Kapsaisin suda çözülmediği için kapsaisine maruz kalan cilde derhal, dokulara nüfuz etmeden bitkisel yağlar, parafin, vazelin gibi yağlı bileşiklerle muamele etmek gerekir. Ciltteki yanma hissini azaltmak için buz veya soğuk nesnelere kullanılabilir. Biber gazı deriden temizlense de etkileri bir süre daha devam edebilmektedir (Osmanoğlu, 2011). Kapsaisinin; biber gazı spreylere, gaz bombaları, toplum müdahale araçları vb. gibi kullanım şekilleri vardır. Piyasada satışı yapılan, özellikle kadınların kullanmayı tercih ettiği biber gazı ürünlerinde de kullanılan etken madde kapsaisin türevleridir.

Kapsaisinin, hayvan uzaklaştırıcısı olarak ve çeşitli zararlılara karşı kullanımı ilk olarak 1962 yılında ABD’de Çevre Koruma Ajansı tarafından kayıt edilmiştir (Arın, 2018). Yine ABD’de su nakil boru hatları, teknelerin su ile teması halinde olan kısımlarında organizma oluşumlarına karşı ve tohum zararlıları için önleyici olarak kapsaisin içerikli ürünler patent almıştır (Fisher, 1993; Neumann, 2004). Kapsaisinin bal arısı ve faydalı böceklerle toksik olduğu bildirilmektedir (Arın, 2018).

Kuşlar ile ilgili yapılan bir çalışmada, kuşların kapsaisinoidlere duyarlı olmaması sayesinde, acı biberi tüketebilmektedirler. Kuşların acı biberleri tüketmeleri ile sindirim sisteminden geçen tohumlar uygun çevre şartları bulabildiğinde rahatlıkla çimlenebilmektedir. Kuşlardaki bu özellik, kuşların acı biber tohumlarının farklı yerlere dağılımında etkili olduğunu göstermektedir (Tewksbury ve Nabhan, 2001; Mortensen ve Mortensen, 2009).

Kapsaisinin içerdiği kapsaisinoid miktarına göre kitinaz gibi bazı bitki savunma enzimlerini artırıcı etkisi olmakta ve görülen artışla ilgili olarak bazı fungal patojenlere karşı dayanıklılığın desteklendiği belirtilmiştir (Crombie, 1999).

Yapılan bir araştırmada; kuş yemi olarak kullanılan bazı bitki tohumlarını önemli miktarda tüketen boz sincap (*Sciurus carolinensis*)'a karşı caydırıcılığı incelenmiş, kapsaisin uygulaması yapılmış ayçiçeği tohumlarının, sincaplar tarafından tüketimini önemli oranda düşüş gösterdiği görülmüştür (Curtis vd., 2000). Benzer şekilde Amerikan siyah ayısı (*Ursus americanus*) tohumlarda ve diğer bazı memeliler için de kullanılabileceği belirtilmektedir (Arın 2018).

Hıyar bitkisinde laboratuvar ve sera şartlarında yapılan bir çalışmada hıyar zararlıları olan yaprak bitleri, beyaz sinekler ve kırmızı örümceklere karşı kapsaisin etkinliğinin araştırılmış, kapsaisin içerikli sprey uygulamalarının iki aya yakın süreyle zararlılara karşı koruyucu olduğu gözlemlenmiştir (Madanlar vd., 2000).

Yapılan bir araştırmada marul yetiştiriciliğinde tavşanlar için uzaklaştırıcı olarak kapsaisinoidin etkisi araştırılmış ve kapsaisinoidin tavşanların marul ile beslenmesini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Kapsaisinoidlerin, ticari olarak üretim yapılan alanlarında tavşanlara karşı uzaklaştırıcı olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (Bosland ve Bosland, 2001). Kuş, hayvan ve böcek kovucu olarak kapsaisin biyokimyasal pestisit olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Chinn vd., 2011).

Kırmızı acı biberin tavuk besiciliğinde yem rasyonuna eklenmesi ile tavukların metabolizmasına uyarıcı etki yaptığı, karaciğer enzim aktivitesini arttırdığı ve yağların yakılmasını kolaylaştırarak döl ve yumurta verimini artırdığı görülmüştür (Özfiliz vd., 2002).

Antonious vd. (2007), yaptıkları araştırmalarda bazı bitki türlerinin böceklerden korumak için kurutulmuş bitki ve bitki ekstraktlarının birçok ülkede çiftçilerce bu amaç ile kullanılmakta olduğunu belirtmişler ve kimyasal ilaçların bırakabileceği toksik kalıntıları nedeniyle bunların yerine, bitki zararlılarına karşı doğal ürünlerin tercih edildiğini vurgulamışlardır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda soğan sineğinin (*Delia antiqua*) yumurta bırakmasını önlemek amacıyla şili biber tozundan faydalandığını, kapsaisinin dikenli kurtların (*Earias insulana*) larva gelişimini baskıladığını ifade etmektedirler. Yapılan araştırmalarda biberlerden elde edilmiş ekstrakt uygulamalarının kırmızı örümceğe karşı

uzaklaştırıcı etkisi olduğu gösterilmiştir. Yine lahana kelebeğini oluşturduğu larvalarında en yüksek ölüm (%94) oranı tespit edilmiştir. Araştırmalar sonucunda, kimyasal ilaçların yerine doğal ürünler olduğu için ve bitkilerin meyve ve yapraklarında oluşabilecek zararları önleme ve yumurta bırakma oranını düşürdüğü için biber meyvelerinden elde edilen ekstraktların, bitki koruma ürünü olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Antonious vd., 2007).

Biberde antraknoza (*Colletotrichum capsici*) karşı farklı şili biberi çeşitlerinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, Kapsaisin içermeyen uygulamada %96 gibi yüksek bir oranda konidium çimlenmesi gözlemlenmiş, 25 mg kapsaisin içeren uygulamada ise %53 kadar çimlenme görülmüştür. 100 ve 200 mg kapsaisinli uygulamada *C. capsici* konidiumlarının çimlenmesi tamamen engellediği belirtilmektedir (Kraikruan vd., 2008).

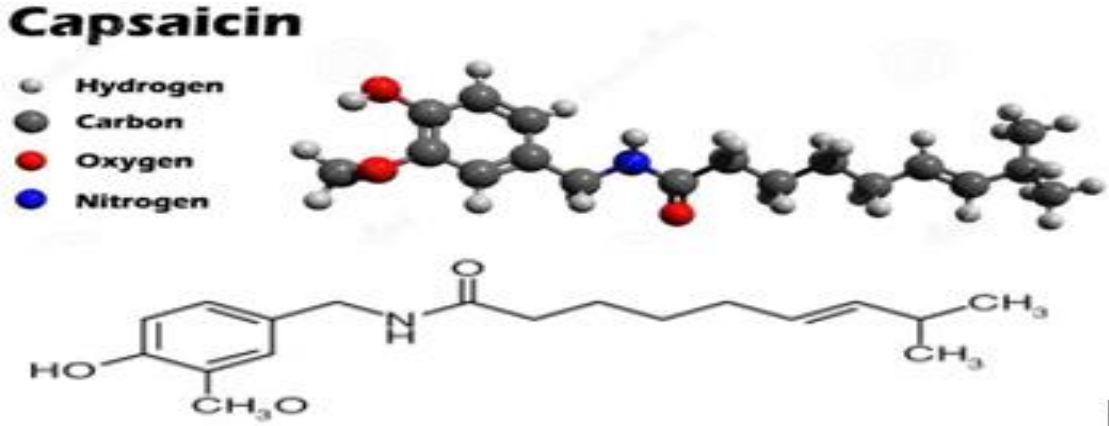
Kapsaisin uygulamalarının kök ur nemotadlarına karşı, kimyasal maddelere alternatif olabileceği yönünde araştırmalar vardır. Neves vd. (2009), sera domates üretiminde kök ur nematodlarına (*Meloidogyne javanica*) karşı yaptıkları bir çalışmada kapsaisin uygulaması ile yumurta ve gal sayısında azalma olduğunu gözlemlemişlerdir.

Yapılan bir çalışmada bal arısı zararlısı ve yaygın bir hastalık olan gram pozitif bakteri *Paenibacillus larvae*'nin neden olduğu Amerikan yavru çürüklüğü'ne karşı, antibiyotik kullanımına alternatif olabilecek farklı kimyasal sınıftaki bazı doğal bileşik ve farklı bitki ekstraktının antibakteriyel özelliklerini araştırmıştır. Bu bileşikler içerisinde en güçlü antibakteriyel etki, kapsaisinin de içinde yer aldığı bileşiklerde gözlemlenmiştir. Kapsaisinin arılar için LD50 değerinin düşük olması nedeniyle bitkilerden elde edilen bu ürünlerin arılara düşük toksiditeleri ve bakteri gelişimini engelleyici özellikleri nedeniyle alternatif kullanım imkânı sunabileceği ifade edilmiştir (Flesar vd., 2010).

Kapsaisinin farklı dozlarının tohumlara uygulanmaları ile iki biber çeşidinde çimlenme, çıkış, fide gelişimi ve verimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmanın sonuçlara göre, kapsaisin ile muamele edilen tohumlar daha erken ve daha yüksek çimlenme ve çıkış oranı göstermiştir. Ayrıca 6 ay gibi bir depolama sürecinde de tohumların çimlenme özelliklerinde bir kayıpla karşılaşılmaşlardır (Arın, 2018).

Acı biberdeki ana fitokimyasal kapsaisinoidtir (Dias, 2012; Othman vd., 2011). Kapsaisinoidler C9-C11 dallanması gösteren yağ asitlerinin ve vanililamin bileşiklerinin asit amid türevleridir (Şekil 1.5). Biberin kapsaisinoid sentezleyebilme ve biriktirme özelliği

baskın bir karakter olup C lokusu tarafından kontrol edilmektedir (İşlek, 2009; Diaz vd., 2004).



Şekil 1.5. Kapsaisinin kimyasal yapısı

Capsicum türlerinin çoğunda kapsaisinoidler anhezisten (çiçeklenmeden) yaklaşık 20 gün sonra meyvelerde birikmeye başlar ve olgunlukla birlikte artar. Kapsaisinoidlerin %90'ı tüm biberin %40'ını oluşturan perikarpta, %10'u da tohumda yer almaktadır. Kapsaisinoidler içerisinde en baskın olan acılık maddesi kapsaisindir (%69). Diğerleri ise dihidrokapsaisin (%22), nordihidro-kapsaisin (%7), homokapsaisin (%1) ve homodihidro-kapsaisindir (%1) (Kadalk vd., 2001).

Tarihsel olarak göz attığımızda 1816 yılında, Bucholtz'un, ilk olarak acı biberin acı kısmını organik çözücüler yardımı ile ayırmış ve daha sonra da bu bileşenlerin alkaliler ile tuz şeklinde olduğunu kaydetmiştir. 1846 yılında da isim babası Thresh tarafından, kapsainin kristal olarak elde edilmiştir (Yemiş vd., 2004).

1864 yılında ise Kosuge ve Inagaki, acı biberin acı kısmında bulunan, dihidrokapsaisin, homokapsaisin, homodi hidro-kapsaisin, nordihidro-kapsaisin gibi diğer "kapsaisinoid"leri ayırarak tanımlamışlardır (İyidoğan, 2015). 1878'de Endre Hogyes bu maddenin mide mukoza membranlarına temas ettiğinde yanma hissi uyandırdığını ve mide salgısında artmaya neden olduğunu rapor etmiştir. 1930'da E. Spath ve F.S. Darling kapsaisin molekülünü sentezleyen ilk bilim adamlarıdır (Mortensen ve Mortensen, 2009).

Kırmızı biberlerdeki kapsaisinoid miktarının, çeşit farklılığı, olgunluk ve bitki gelişimi süresince etkili olan çevre koşullarından; ışık, toprak, nem, gübreleme, sıcaklık vb. ile değiştiği bildirilmektedir (Estrada vd., 2002).

Çizelge 1.3. Farklı çeşit ve orijine ait bazı biberlerdeki kapsaisinoid miktarları (Jarret vd., 2003).

<b>Tür</b>	<b>Orijin</b>	<b>İsim</b>	<b>Kapsaisinoid (ppm)</b>
<i>C. annuum</i>	Cin		1,1
<i>C. annuum</i>	Yemen		123
<i>C. annuum</i>	Arnavutluk	Kosova	17,1
<i>C. annuum</i>	Guatemala		523
<i>C. annuum</i>	Guatemala		356
<i>C. annuum</i>	Paraguay		3,1
<i>C. annuum</i>	Hindistan		2418
<i>C. annuum</i>	İspanya	Pimento bola	0,6
<i>C. annuum</i>	Yugoslavya	Dolga blaga	10,3
<i>C. baccatum</i>	Paraguay		760
<i>C. baccatum</i>	Bolivya		113
<i>C. baccatum</i>	Bolivya		115
<i>C. chinense</i>	Ekvador		703
<i>C. futescens</i>	Guatemala	Diente de perro	3160
<i>C. futescens</i>	Guatemala	Chile blanco	510
<i>C. futescens</i>	Ekvador		3467

## 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

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. Kapsaisin bir homovalinik asit derivesi ve yağda eriyen bir fenoldür. Kapsaisine benzer bileşiklerin, tatlı biberde de acı biberde olduğu gibi önemli miktarlarda bulunduğu belirtilmiştir. Bu iki tür biberin de molekül yapısında bir vanilil çekirdeğine bağlı dallı bir yağ asiti bulunmaktadır. Acı ve tatlı biberler arasındaki en belirgin fark temel yapıya bağlanan açıl ve valinil gruplarının bağlanma şeklerinden kaynaklanmakta ve acı biberde amid bağı (kapsaisin), tatlı biberde ester bağı bulunmaktadır (Çiçek vd., 2005).

Biber, dolmalık ve kızartması dışında çok fazla çeşit yemeği yapılmayan, fakat türlü yemeklere ve salatalara lezzet verici, salça, soslar, pul ve toz biber yapımında kullanılan, bu



sayede de dünya birçok ülke mutfağının vazgeçilmezi olan bir sebzedir türüdür (Şekil 1.2). (Şalk vd., 2008).

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 karıştırılmıştır (Basu ve De, 2003; Mortensen ve Mortensen, 2009). Acı biberlerin Amerikan yerlileri tarafından işgalcilere karşı savunma amacı ile bu biber dumanından faydalandıkları bildirilmektedir (Cordell ve Araujo, 1993).

Türkiye’de 2019 yılı TÜİK verilerine göre 2.625.669 ton biber üretimi vardır. Bu üretimin yaklaşık %8,2’sini kuru biber %91,8’ini ise taze biber üretimi meydana getirmektedir. Bununla birlikte biber üretiminin önemli bir payı da sanayiye (kuru, salçalık vb.) üretim şeklindedir. Biber; Ege, Marmara ve güney illerimizde salça, kurutma, toz ve pul baharat biber üretiminde yetiştiricilik ve işleme uygulamalarında önemli bir istihdam kaynağıdır. Biber üretimi yoğun illerimiz arasında, Bursa, Samsun, İzmir, Hatay, Gaziantep, Kilis, Kahramanmaraş yer almaktadır. Bu bilgiler Türkiye’de biberin taze tüketimi yanında işlenerek mamul ürün olarak değerlendirilmesinin de önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca ülkemiz, Dünya toplam biber üretiminin %7’sini karşılamakta ve 3’üncü en büyük biber üreticisi ülke konumundadır (TÜİK, 2019).

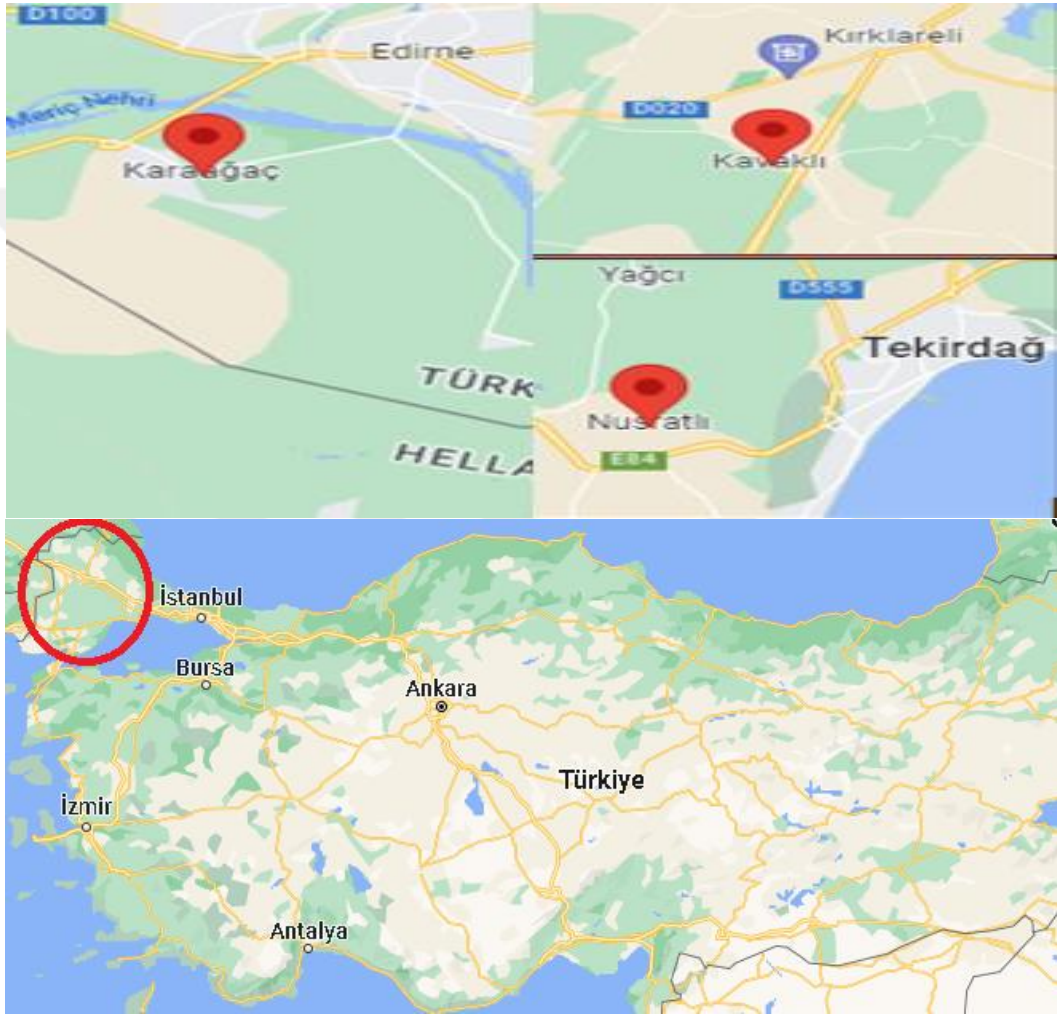
Kapsaisinoidlerin sentezlendiği ve biriktiği yerler meyvenin plasentasıdır. Capsicum türleri, kuru madde bazında 0.22-20.00 mg kapsaisinoid içerir. Capsicum türlerinin meyvelerindeki kapsaisinoidler, genotipe, gelişme dönemine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklı miktarlarda bulunur (İşlek, 2009). Kimyasal formülü C<sub>18</sub>H<sub>27</sub>O<sub>3</sub> olan proalkaloid bir maddedir. Saf bir madde olmayıp, bazı amidlerin karışımı halindedir (Şalk vd., 2008). Kapsaisin güçlü bir alkaloid olup soğuğa ve sığağa karşı dirençlidir, biber pişirildiğinde ve dondurulduğunda aktivitesini kaybetmez (İşlek 2009).

Bu çalışmada Trakya bölgesini temsil edebilecek noktalarda, farklı tarihlerde elde edilen acı sivri biber meyvelerinde kapsaisin 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.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Alanları

Araştırma, Tekirdağ Süleymanpaşa ilçesi Nusratlı Mahallesi, Kırklareli merkez Kavaklı köyü, Edirne ili merkez Karaağaç mahallesi olmak üzere 3 ilde (Şekil 2.1) 4 tekerrürlü olarak 12 parselde yürütülmüş ve 3 farklı tarihte numune alınmıştır.



Şekil 2.1. Deneme alanları harita üzerindeki gösterimi.

#### 2.1.1. Araştırma Alanları İklim Verileri

Deneme kurulan illere ait, meteoroloji genel müdürlüğünün web sitesi üzerinden edinilen yeni ve eski iklim verileri Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırma Alanları İklim verileri. (<https://mgm.gov.tr/>)

<b>TEKIRDAG</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Yıllık</b>
Son İklim Periyodu (2007- 2020)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	5,2	5,8	8,1	12	17,1	21,8	24,4	24,8	20,7	16,1	11,4	7,1	14,5
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	8,6	9,4	12	16,1	21,2	26	28,7	29,1	25,1	20	15,1	10,4	18,5
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	2,4	2,8	4,8	8,4	13,1	17,4	19,8	20,5	16,7	12,7	8,2	4,2	10,9
Ort. Güneşlenme (saat)	2,7	3,5	4,4	6,0	7,5	8,8	9,6	8,7	6,9	4,7	3,3	2,5	5,7
Ort. Yağışlı Gün Say.	12,3	11,3	12,3	10,67	9,8	7,73	3,87	3	6,17	9,23	9,73	12,97	109
Aylık Top. Yağış Ort. (mm)	58,2	62,7	53,7	40,8	37,8	37,9	28,5	16,4	45,7	81,6	61,2	76,6	601,1
Ölçüm Periyodu (1939- 2020)													
En Yük. Sıcaklık (°C)	23,9	24,7	28,1	34,3	33,8	40,2	38,4	37,5	39,7	35,1	27,9	23,5	40,2
En Düş. Sıcaklık (°C)	-14	-13,3	-10,4	-1,2	2,7	8,6	10,9	11	3,7	-1,8	-7,8	-10,9	-13,5
<b>EDİRNE</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Ocak</b>
Son İklim Periyodu (2007- 2020)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	2,8	4,8	8,3	13,2	18,5	22,9	25,3	25,4	20,6	14,8	9,3	4,4	14,2
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	7,1	10,2	14,3	19,8	25,5	30,1	32,7	33,1	27,9	21	14,4	8,4	20,4
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	-0,4	0,7	3,5	7,3	12,1	16,1	18,2	18,3	14,2	9,9	5,4	1,2	8,9
Ort. Güneşlenme (saat)	2,2	3,5	4,2	5,7	7,4	8,5	9,3	9	6,6	4,4	2,9	1,9	5,5
Ort. Yağışlı Gün Say.	10,5	9,57	11,6	11,23	11,7	9,9	6,47	4,57	6,4	8,9	10	11,47	112,3
Aylık Top. Yağış Ortalaması (mm)	65,8	53,3	52,8	44	57,5	46	39,6	24	39,2	66,1	66,4	70,5	625,2
Ölçüm Periyodu (1930- 2020)													
En Yük. Sıcaklık (°C)	20,5	23,3	28	33,5	37,1	42,6	44,1	41,9	39,9	35,8	28	22,8	44,1
En Düş. Sıcaklık (°C)	-20	-19	-12	-4,1	0,7	6	8	8,9	0,2	-3,7	-9,4	-14,9	-19,5

Çizelge 2.1. Araştırma Alanları İklim verileri. (<https://mgm.gov.tr/>) (devam)

<b>KIRKLARELİ</b>	<b>Ocak</b>	<b>Şubat</b>	<b>Mart</b>	<b>Nisan</b>	<b>Mayıs</b>	<b>Haziran</b>	<b>Temmuz</b>	<b>Ağustos</b>	<b>Eylül</b>	<b>Ekim</b>	<b>Kasım</b>	<b>Aralık</b>	<b>Ocak</b>
Son İklim Periyodu (2007- 2020)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	3,3	4,5	7,5	12,4	17,6	22,1	24,6	24,6	19,9	14,6	9,5	5	13,8
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	7,2	9,2	12,8	18,4	24	28,7	31,3	31,5	26,6	20,1	14	8,7	19,4
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	0,3	1	3,4	7,3	12	16,1	18,4	18,6	14,5	10,3	6	2,1	9,2
Ort. Güneşlenme (saat)	2,3	2,9	4,2	5,5	7,3	7,8	8,6	8,6	6,3	4,4	3	2,1	5,3
Ort. Yağışlı Gün Say.	9,93	8,73	10,2	10,5	10,4	9,07	5,67	3,67	5,7	8,67	9,07	11,13	102,8
Aylık Top. Yağış Ortalaması (mm)	61,9	48,3	48,8	39,1	53,6	56,2	34,2	19,1	39,9	60,6	62,4	61,7	585,8
Ölçüm Periyodu (1959- 2020)													
En Yük. Sıcaklık (°C)	18,6	23,1	25,7	31,5	36	40,4	42,5	40,4	38,8	37,4	28,9	21,6	42,5
En Düş. Sıcaklık (°C)	-16	-15	-11,8	-3	1,4	5,8	8,8	8,7	3	-3,4	-7,2	-11,1	-15,8

## 2.2. Materyal

Bu araştırmada materyal olarak Tekirdağ' da yetiştiriciliği yapılan yoresel 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. Fide elde etmek için (Şekil 2.2) tohum ekimi yapılmış ve aynı zamanda da dikim yapılacak araziden toprak örnekleri alınarak analizleri yaptırılmıştır. Toprak analizi sonuçları (Çizelge 2.2)'de verilmiştir. Sebze dikilecek arazilere taban gübresi olarak 20-20-0 gübresi kullanılmıştır. Dikim yapılan arazilerin topraktaki besin elementleri biber yetiştiriciliği için uygun miktarlarda olduğu görölmüştür. 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.



Şekil 2.2. Elde edilen biber fideleri.

Çizelge 2.2. Toprak Örneklerine Ait Bilgiler ve Analiz Sonuçları.

Sıra No	İl		İlçe			Köy	Mevkii	Alan(da)	Ada/Parsel		
<b>1</b>	<b>Tekirdağ</b>		<b>Süleymanpaşa</b>			<b>Nusratlı</b>	<b>Arkalı</b>	<b>13,000</b>			
Ekili/Dikili Ürün Kuru/Sulu	Derinlik (cm)	İşba (%)	pH	Toplam Tuz %	Kireç CaCO <sub>3</sub> %	Azot		Fosfor		Potasyum	
						Organik Madde%	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/da	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı K <sub>2</sub> O Kg/da	Yeterlilik Seviyesi
Biber	0-30	42	5,85	0,03	0,79	1,03	-	13,66	-	68,93	-
<b>2</b>	<b>Kırklareli</b>		<b>Merkez</b>			<b>Kavaklı</b>	<b>Bağlık Sırtı</b>	<b>18,000</b>			
Ekili/Dikili Ürün Kuru/Sulu	Derinlik (cm)	İşba (%)	pH	Toplam Tuz %	Kireç CaCO <sub>3</sub> %	Azot		Fosfor		Potasyum	
						Organik Madde%	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/da	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı K <sub>2</sub> O Kg/da	Yeterlilik Seviyesi
Biber	0-30	40	6,17	0,01	0,40	0,85	-	10,14	-	32,68	-
<b>3</b>	<b>Edirne</b>		<b>Merkez</b>			<b>Karaağaç</b>	<b>Sögüt Alçağı</b>	<b>21,750</b>			
Ekili/Dikili Ürün Kuru/Sulu	Derin-lik (cm)	İşba (%)	pH	Toplam Tuz %	Kireç CaCO <sub>3</sub> %	Azot		Fosfor		Potasyum	
						Organik Madde%	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/da	Yeterlilik Seviyesi	Yarayışlı K <sub>2</sub> O Kg/da	Yeterlilik Seviyesi
Biber	0-30	49	6,62	0,04	Eseri	1,56	-	12,89	-	46,35	-

Denemede belirtilen illerden; Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hasat olgunluğuna ulaşan biber meyveleri parsel başına 500g 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 (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Analiz için alınan biber örnekleri

Denemeden elde edilen verilerin istatistiki analizleri MSTAT versiyon 3,00/EM paket programı kullanımıyla yapılmıştır. Önemli bulunan farklılıklar için LSD kontrol yöntemiyle farklılığı oluşturulan gruplar tespit edilmiştir.

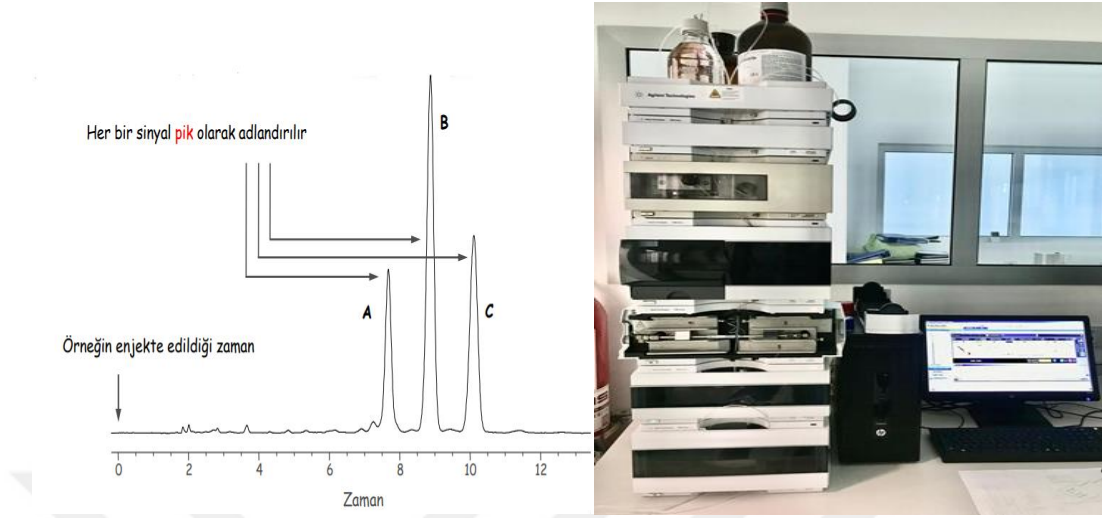
## 2.3. Yöntem

### 2.3.1. Kapsaisin Analizinin Yapılması.

Kapsaisin analizleri HPLC cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) bir sıvıda çözülmüş 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 (Anonim, 2020).

Kolondan geçiş yapan bileşenleri görebilmemizi ve ayrılan moleküllerin miktarını belirlememizi sağlar. Dedektörden geçen maddeler bir bilgisayar yardımıyla kaydedilerek, zamana karşı dedektör cevabına ait bir grafik oluştururlar buna da kromatogram denir. Numunedeki bileşenler ayrıldıktan sonra, karışım içerisindeki bileşenlerin miktarlarının belirlenebilmesi için bir UV ışık kaynağından faydalanılır. Işığın madde tarafından absorblanması, madde miktarı ile orantılıdır ve burada dedektör ışığın yoğunluğunu ölçmekle

görevlidir. Işık geçişindeki azalmalar dedektörde bir cevap oluşturur ve buna da pik denir (Anonim, 2020).



Şekil 2.4. HPLC ve Kromatogram görüntüsü.

Test numunesi bir geri soğutucu düzeneği kullanılarak etanol içinde ekstrakte edilir. Ekstrakt filtrelendir ve UV veya floresan dedektörü ile donatılmış sıvı kromatografisi içine enjekte edilir. Analiz için gerekli aparatlar;

- Numune enjektörü ile donatılmış sıvı kromatografisi (LC) ve UV dedektörü. Dalga boyu veya uyarma 280 nm ve emisyon 325 nm ile bir florometre.
- LC kolonu. - C18, boyutları 150 x 4.6 mm id, 5 mikrometre parçacık boyutlu paslanmaz çelik bir kolon.
- Geri akış kondansatörü.
- Şırınga filtresi. (0.45 mikron.)
- Etanol-%95
- Aseton.
- LC mobil faz Asetonitril-Su. 400 mL asetonitril %1 asetik asit (h / h) içeren 600 ml H<sub>2</sub>O. Helyumla veya başka bir teknikle gazdan arındırılmış.
- N-Vanilil-n-nonanamid standart çözeltileri. -N-Vanillyln-nonanamid standardı.
- Diğer sarf malzemeler.

Analiz için Ekstraksiyon: Öğütülmüş veya ezilmiş biberler 500 ml kaynama şişesine yaklaşık 25 g tartılır. Daha sonra aynı şişeye 200 ml etanol konular, sonra birkaç adet cam boncuk eklenir ve balon geri akış düzeneğine takılır. Numune 5 saat yavaşça geri akıtır ve



sonra soğumaya bırakılır. Elde edilen ekstrakte çözeltilerden 1-4 ml'lik numune 0.45 mikron şırınga filtresinden küçük cam şişeye (vial) süzülür (Şekil 2.5). Filtrelenmiş numuneler HPLC analizi için kullanılır (AOAC 995.03).



Şekil 2.5. Kapsaisin analizi için ön hazırlık aşamaları.

### 2.3.2. Biber meyvesi klorofil ve karotenoid değeri ölçümlerinin yapılması

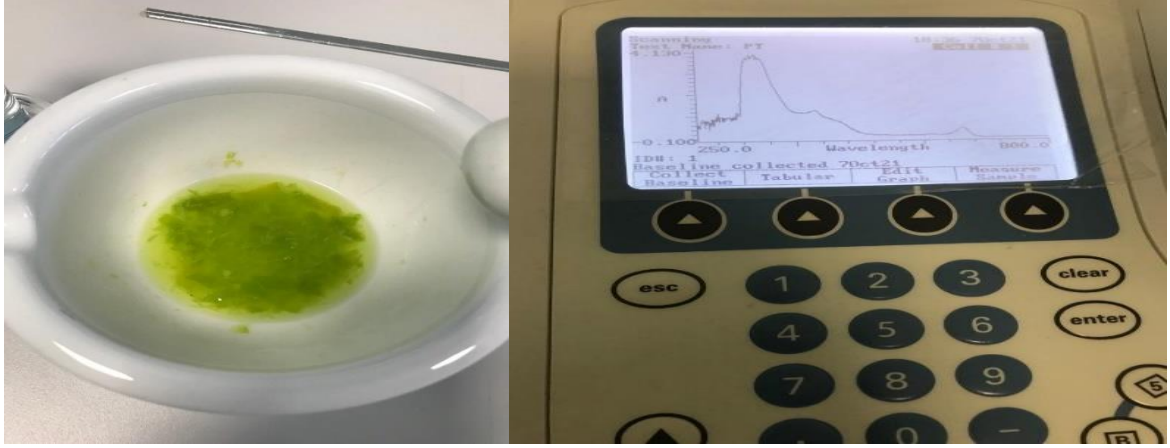
Klorofil ve karotenoid konsantrasyonu Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. Bitkilerin taze meyve örnekleri 15 ml %80'lik (hacim/hacim) asetonla homojenize edilerek beyaz bant filtre kâğıdı kullanılarak filtre edildi. Elde edilen ekstraksiyonda absorbans değerleri U.V. spektrofotometresinde 652 nm' de toplam klorofil, 663 nm'de Klorofil a, 645 nm'de Klorofil b ve 470 nm'de karotenoid miktarları ölçülmüştür. Hesaplamalar Lichtenthaler ve Wellburn (1983) tarafından aşağıda verilen formüllere göre yapıldı (Şekil 2.6).

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 =  $((1000 \times A_{470} - 2.27 \times Kl a - 81.4 \times Kl b) / 227) \times 20$  / mg örnek ağırlığı.



Şekil 2.6. Spektrofotometre analiz aşamaları.

### 2.3.3. Biber Meyvesi Renk Değerlerinin (L, a ve b) Belirlenmesi:

Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirildi (Şekil 2.7). Cihazla ölçülen renk parametrelerinden renk L\* parlaklığı ifade etmekte olup 0 değeri siyah rengi 100 değeri ise beyazı göstermektedir. Renk a\* değeri kırmızı-yeşil eksenini temsil etmekte, pozitif değerler kırmızıyı, negatif değerler ise yeşili temsil ederken, 0 ise nötrdür. Renk b\* değeri ise pozitif değerler sarı rengi, negatif değerler ise mavi rengi göstermektedir (Eryılmaz Açıkgöz vd., 2015). Ölçümler her parselden 3 farklı bitki kullanılarak ve çeşit özelliğini temsil eden meyveler seçilerek gerçekleştirildi. Seçilen meyvede yapılan ölçümlerde meyvenin üzerinde en az 3 tekerrürlü olarak renk değeri okumaları gerçekleştirildi.



Şekil 2.7. Renk değerleri ölçümü.

### 2.3.4. Meyve Ağırlığı Ölçümleri

Hasat edilen biberlerin ağırlığı laboratuvar ortamında analitik terazi ile  $\pm 0.001$  gram hassasiyetinde tartılarak belirlendi (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Meyve ağırlık ve plasenta ağırlık tartımları.

### 2.3.5. Meyve Plasenta Ağırlığı Ölçümleri

Biber numuneleri, meyvelerin boyuna kesilerek plasenta bölgesi çıkarılıp analitik terazi ile  $\pm 0.001$  gram hassasiyetinde tartılarak belirlendi (Şekil2.8).

### 2.3.6. Meyve Boyu Ölçümleri

Araştırma alanlarındaki farklı parsellerden, rastgele hasat olgunluğuna gelmiş biberler toplanarak her birinin boyu cetvel yardımıyla mm olarak ölçüldü (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Meyve boy ve çap ölçümleri.

### 2.3.7. Meyve Çapı Ölçümleri

Biberlerin her birinin çapı meyvelerin farklı noktalarında dijital kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde ölçüm yapılarak en kalın ölçüm alınan veriler değerlendirildi (Şekil 2.9).

### 2.3.8. Meyve Eti Kalınlığı Ölçümleri

Biber numunelerinin meyve eti kalınlıklarını ölçmek için, bıçak yardımı ile ikiye bölünen meyvelerin en kalın noktasından dijital kumpas yardımıyla mm hassasiyetiyle ölçüldü (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Meyve et kalınlık ölçümü ve tohum sayısı belirleme aşamaları.

### 2.3.9. Meyvedeki Tohum Sayılarının Belirlenmesi

Biber numunelerinin tohum sayısı belirlemek için, meyveler bıçak yardımıyla boyuna kesilip meyvedeki tohumları çıkarılarak sayımı yapıldı.

### 2.3.10. Toplam Kuru Madde Analizleri

Biber meyvelerin kuru madde miktarını belirlemek için,  $103 \pm 2$  °C de sabit ağırlığa kadar ısıtıldıktan ve desikatörde soğutulduktan sonra darası alınmış kurutma kabına, homojen hale getirilmiş 10 g numune tartılarak ve kabın içine mümkün olduğunca düzgün bir şekilde yayılarak konuldu. Petri kabı etüve konarak 70°C de sabit ağırlığa gelene kadar kurutuldu (Şekil 2.11). Bu işlem sonunda kap etüvden çıkarılıp, desikatörde soğutuldu ve 0,0002 g hassasiyette tartıldı. Kurutma sonrası ağırlığı belirlenen örneklerin ilk tartıma oranlanması sonucu örneklerin kuru madde miktarı yüzde olarak hesaplandı. (AOAC, 1990; Cemeroğlu, 1992).



Şekil 2.11. Toplam kuru madde içeriği analiz aşamaları.

### 2.3.11. Toplam Mineral Madde (Kül) Analizleri

Daha önce kül fırında 550 derecede en az 30 dakika yakılarak desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazi ile tartılmış bulunan porselen krozelere, 0,0001 hassasiyetle yaklaşık 5 g deney numunesi tartıldı. İçinde deney numunesi bulunan krozelere ön yakma işlemi uygulanarak kömürleşinceye kadar ısıtıldı. 550 dereceye ayarlanmış yakma fırınına aktarılıp ve 5 saat süreyle yanması sağlandı. Süre sonunda krozeler desikatörde soğutulup, 0,0001 g hassasiyetle tartıldı (Şekil 2.12). Geride kalan kül ağırlığının biber ağırlığına oranlanması ile kül miktarı belirlendi. (Megep, 2011).



Şekil 2.12. Toplam mineral madde içeriği analiz aşamaları.

### 2.3.12. Protein Tayini Analizleri

1 g numune 0,001 g hassasiyetle tartılıp ve kjeldahl tüpüne aktarıldı. Gerekli kimyasal maddeler ilave edilerek Kjeldahl tüpleri yakma bloğuna yerleştirildi (Şekil 2.13). Yavaşça ısıtılıp, ardından sıvı sürekli kaynayana kadar daha yoğun şekilde ısı ile çözelti berrak ve açık yeşil olduğunda iki saat süre ile kaynatıldı. Süre sonunda soğumaya bırakılan tüpler damıtılarak uygun kimyasallar ile titrasyonu yapılarak azot tayini yapılan biberlerin protein çevirme faktörü kullanılarak % protein miktarları belirlendi. (Kaçar ve İnal, 2008).



Şekil 2.13. Protein analiz aşamaları.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

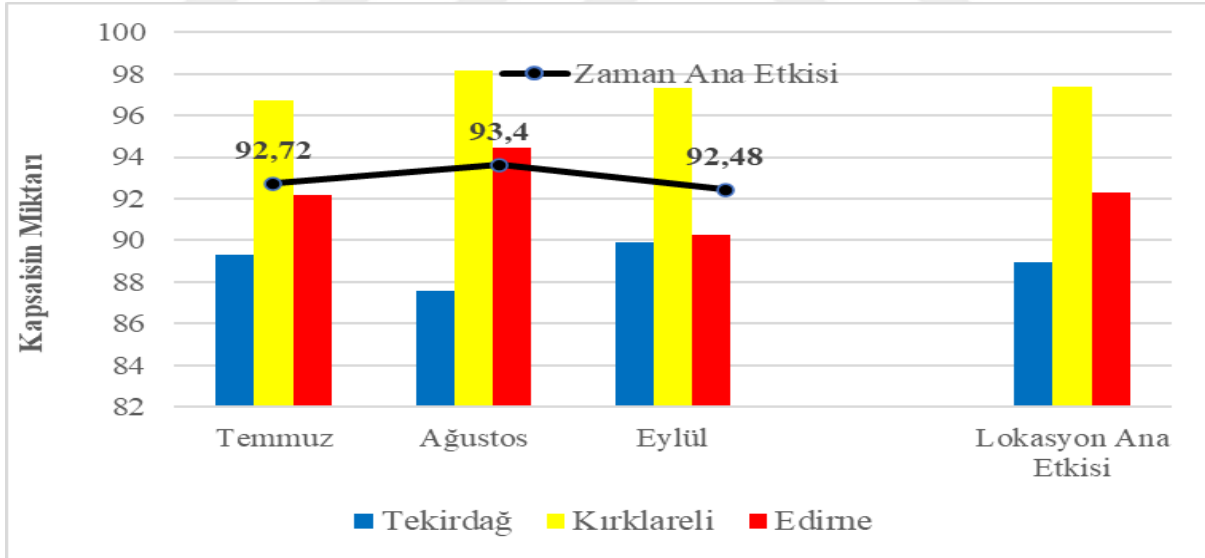
#### 3.1. Kapsaisin Miktarı (ppm)

Denemede yer alan acı sivri biber çeşidinin farklı bölgelerden alınan örneklerinde lokasyon ve zaman ana etkeninin kapsaisin oranına etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3.1 ve Şekil 3.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde kapsaisin ortalamaları (ppm) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	89,28 de	87,60 e	89,91 de	<b>88,93 c</b>
Kırklareli	96,71 ab	98,17 a	97,30 ab	<b>97,40 a</b>
Edirne	92,18 cd	94,44 bc	90,24 de	<b>92,29 b</b>
Zaman Ana Etkisi	92,72	93,40	92,48	<b>92,87</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 1,773357      Lokasyon X Zaman İnteraksiyonu LSD %1= 3,071544



Şekil 3.1. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin kapsaisin oranları (ppm) üzerine değişimi

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.

İncelenen iller arasında en yüksek kapsaisin oranı, 98,17 ppm ile Kırklareli'nde ağustos ayında, 94,44 ppm ile Edirne de yine ağustos ayında belirlenmiş, 89,91 ppm ile de Tekirdağ eylül ayında en yüksek kapsaisin oranı vererek takip etmiştir. En düşük kapsaisin oranı ise yine Tekirdağ da 87,60 ppm ile ağustos ayında ölçülmüştür.

Kapsaisin oranları değişim grafiğini (Şekil 3.1) 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.

Kurulan denemede 3 aylık süre içinde hasat edilen acı biber meyvelerinden, HPLC cihazı ile yapılan analizler sonucu elde ettiğimiz kapsaisin oranları Çizelge 3,1 ve Şekil 3,1 de incelendiğinde bölgesel ve zamansal farklılığın kapsaisin oranlarını etkilediğini göstermektedir.

Bu çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler, Biberde acılığın çevre faktörlerince değişime uğrayabileceğini açıklamakta olup, acılık derecesinin *Capsicum* tür ve çeşidi ile meyvenin gelişim evresi gibi farklı etmenlerden etkilendiğini (Rahman ve Inden, 2012) doğrular niteliktedir.

Iwai vd., (1979) 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 (Arın, 2018).

Lindsey ve Bosland (1996), biberlerdeki kapsaisinoid maddelerinin çevre şartlarından etkilendiğini, yüksek ortam sıcaklıkların ve su stresinin biberlerin acılığını yükselttiğini ifade etmişlerdir. Biberlerdeki acılığın çeşitlere, farklı coğrafik bölgelere ve aynı çeşit aynı çevre koşulları içerisinde bile bitkiden bitkiye değiştiğini belirlemişlerdir. Numex R Naky biber çeşidinin dihaploidleştirilmesi sonucu elde edilen bir hattı aynı çevre şartında yetiştirmişler, çalışmalar sonucunda biberlerin 2896 ile 9614 SHU arasında değişiklik gösteren acılık



oranlarında olduklarını saptamışlardır. Kapsaisin oranının önemli olduğu yetiştiriciliklerde bu değişkenlerin farklılığını en aza indirmek için toplam kapsaisinoid miktarı bakımından genotip ve çevre interaksiyonlarının düşük olduğu bilinen çeşitlerin kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Sung vd., (2005), Bazı acı biber çeşitlerinin kapsaisin miktarları ile ilgili olarak su stresinin etkilerini tespit etmeye çalışmışlardır. Stres koşullarında bazı acı biber çeşitlerinde kapsaisin miktarının 4,5 kat arttığını, bazı biber çeşitlerin kapsaisin miktarlarının ise stres koşullarına değişmediğini gözlemlemişlerdir.

Shakhidoyatov ve Sagdullaev (2001), Özbekistan'ın farklı bölgelerinden elde ettikleri kırmızıbiber (*C. annuum*) çeşitlerini 25-30 °C'de kurutmuşlar daha sonra kapsaisin içeriğini tespit etmek için HPLC'de kapsaisin analizini yapmışlardır. Kırmızı biberlerdeki kapsaisin miktarının bitkinin yetiştirilme ortamına bağlı olarak %0.175 – 0.3246 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Topaloğlu (2010), Meksika'da yapılan bir çalışmada, 'Habanero' (*C. chinense*) biber çeşidinin meyvesinde bulunan kapsaisin miktarının, çeşidin genetik ve yetiştirildiği çevre faktörlerine göre değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. 'Habanero' çeşidinin meyvesinin plesanta, perikarp ve tohumlarında bulunan kapsaisin miktarını TLC analiz yöntemiyle belirlemişlerdir. Yaptıkları analizler ile meyve plesantasının %62 kapsaisin içerdiğini, tohumların ise %37 kapsaisin içerdiğini tespit etmişlerdir.

Deepa vd., (2007), 10 farklı *Capsicum annuum* L. çeşitlerinin farklı olgunluk dönemlerinde muhteva ettikleri askorbik asit, kapsaisin, karotenoidler, antioksidant aktivitesi ve toplam fenolik içeriklerini araştırmışlardır. Meyvede olgunlaşmayı takiben çoğu çeşidin kapsaisin oralarında bir azalmanın olduğunu tespit etmişlerdir.

Trakya bölgesinde; Tekirdağ, Edirne, Kırklareli illerinde seçilen lokasyonlarda yetiştiriciliği yapılan aynı çeşit acı sivri tipteki biberler bitkilerinden aldığımız biber meyvelerinde yapılan analizler sonucu elde ettiğimiz kapsaisin miktarlarının değişkenliğini görmekteyiz. Yaptığımız literatür araştırmaları sonucunda yukarıda bahsedilen bilimsel çalışmalar ile de kanıtlanan kapsaisin miktarlarının çevre ve iklimsel faktörler ile etkilenebildiği, bizim elde ettiğimiz sonuçlar ile örtüşmektedir.

Eczacı olan Wilbur Scoville tadıma dayalı biber acılık testi geliştirmiş ve ölçü birimi olarak da SHU birimini kullanmıştır. Scoville saf haldeki kapsaisin için 16 milyon Scoville (SHU) birimini uygun görmüştür (İyidoğan 2015). Saf kapsaisini oranlarsak 1ppm kapsaisin 16 SHU birimine denk gelmektedir. Bizim çalışmamızda kullandığımız acı biberin numune aldığımız her lokasyon ve dönem ortalamalarına baktığımızda 92,87 ppm olduğunu görmekteyiz. Bu değerde çalıştığımız acı biber çeşidinin 1486 SHU birimi olduğunu göstermektedir. Acı sivri tipteki biber çeşidimiz scoville acılık skala sıralamasında (Şekil 1.3) hafif, yumuşak biberler grubu içinde kalmaktadır.

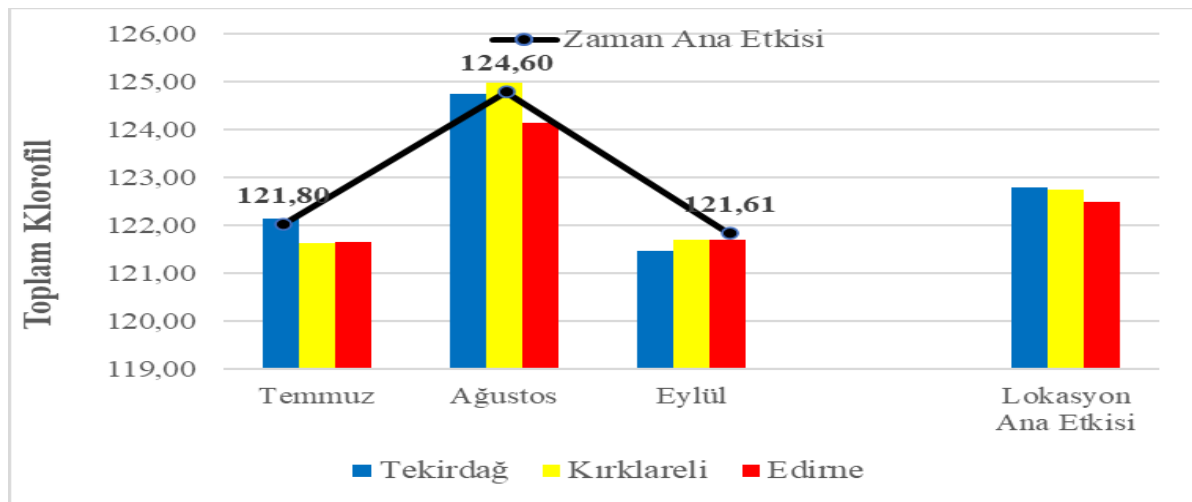
### 3.2. Klorofil ve Karotenoid Değerleri (mg)

İncelenen iller arasında lokasyon ve zaman etkisinin klorofil ve karotenoid değerlerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3.2., 3.3., 3.4., 3.5. ve Şekil 3.2., 3.3., 3.4., 3.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde toplam klorofil ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
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	121,80 b	124,60 a	121,61 b	<b>122,67</b>

Zaman Ana Etkisi LSD %1= 0,856765



Şekil 3.2. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam klorofil oranları (mg) üzerine değişimi

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

İncelenen 3 il arasında ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki olarak fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki istatistiksel farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir.

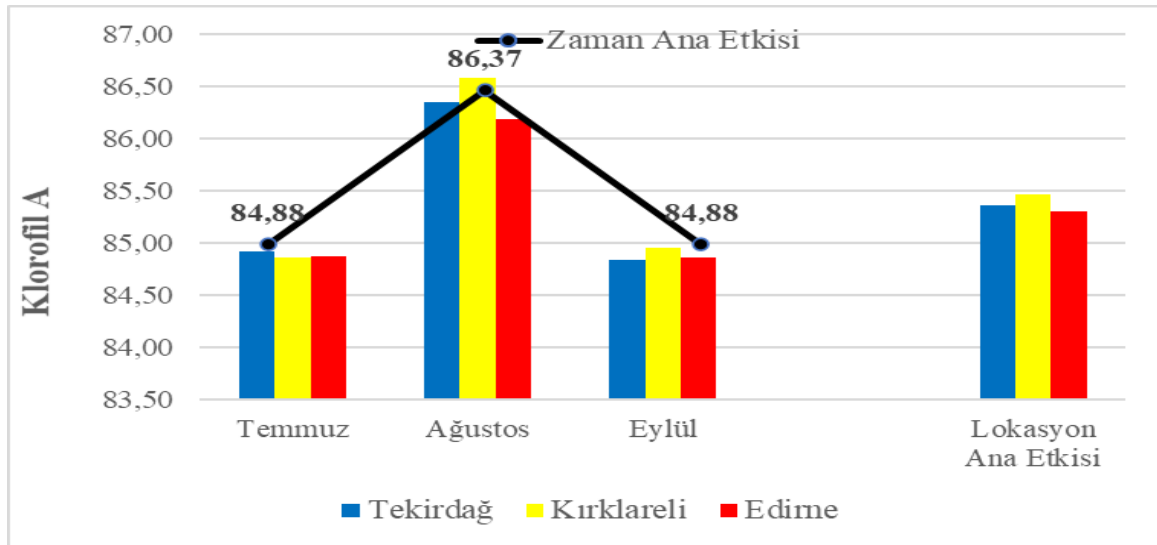
İller arasında en yüksek klorofil oranını sırası ile 129,98 mg ile Kırklareli'nde ağustos ayında, 124,73 mg ile Tekirdağ ve 124,14 mg ile Edirne ağustos ayında vermişlerdir.

Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 ilden de en yüksek klorofil oranının ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.3. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil a ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
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	84,88 b	86,37 a	84,88 b	<b>85,37</b>

Zaman Ana Etkisi LSD %1= 0,6907932



Şekil 3.3. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil a oranları (mg) üzerine değişimi

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

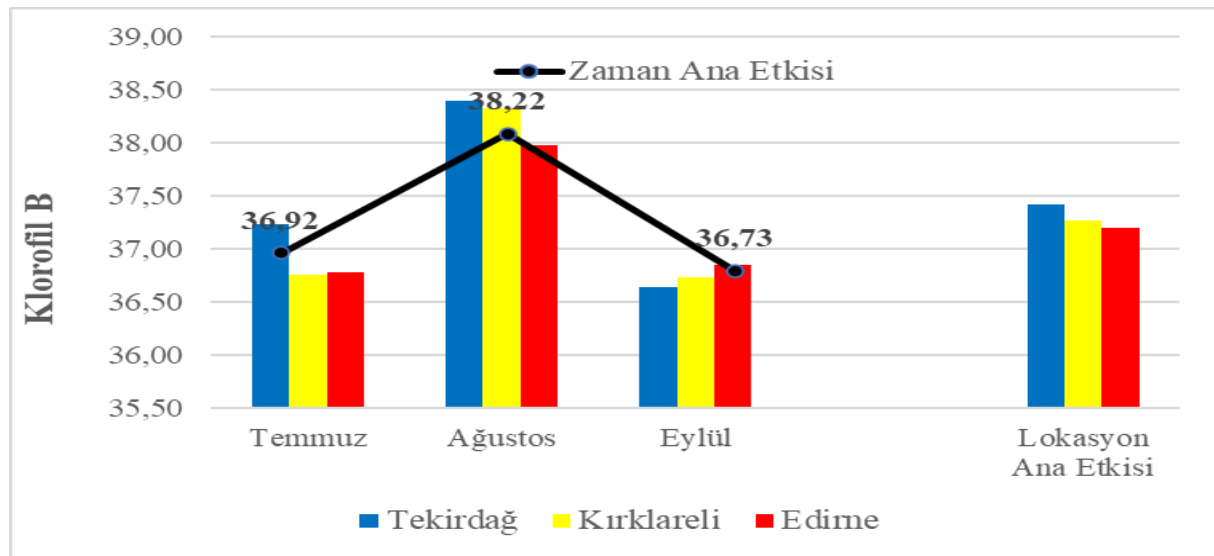
Kurulan deneme süresi içinde meyve hasat edilen aylar incelendiğinde ağustos ayı ile diğer aylar arasında istatistiki fark olup temmuz ve eylül ayları arasındaki farkın önemsiz olduğu gözlemlenmiştir. Aylar arasında en yüksek Klorofil a değerini ortalama 86,37 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar ise 84,88 mg ortalamalar ile ağustos ayını izlemektedir.

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.

Çizelge 3.4. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde klorofil b ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
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	36,92 b	38,22 a	36,73 b	<b>37,29</b>

Zaman Ana Etkisi LSD %1= 0,6569337



Şekil 3.4. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin klorofil b oranları (mg) üzerine değişimi

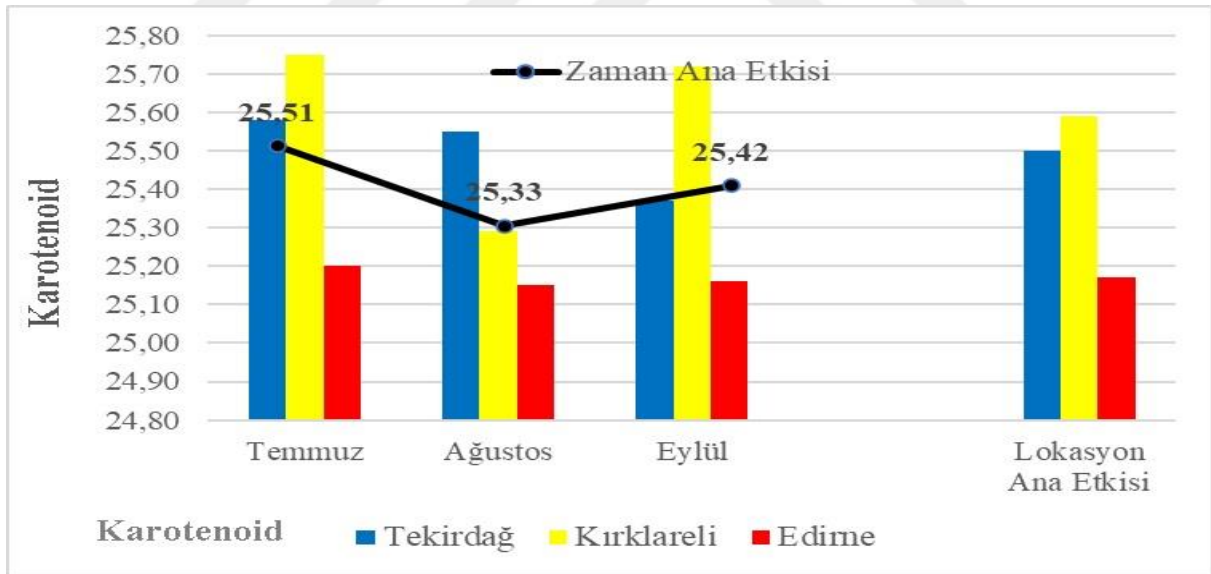
Klorofil b değerleri incelenmesi sonucunda ise bölgeler arasında zaman ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur. Aylar arasında en yüksek Klorofil b değerini ortalama 38,22 mg ile ağustos ayı vermiştir. Diğer aylar sırası ile 36,92 ile Temmuz, 36,73 mg ortalamalar ile Eylül ayıdır.

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

Çizelge 3.5. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde Karotenoid ortalamaları (mg) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
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	25,51	25,33	25,42	<b>25,42</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 0,3130058



Şekil 3.5. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin toplam karotenoid oranları (mg) üzerine değişimi

Karotenoid oranları verilerinin incelenmesi sonucunda lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli olduğu görülmüştür.

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.

Değerlendirilen iller arasında en yüksek karotenoid 25,75 mg ile Kırklareli temmuz ayında, 25,58 mg ile Tekirdağ ve 25,20 mg ile Edirne de yine temmuz aylarında en yüksek oranları vermişlerdir.

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.

Bitkilerdeki klorofil miktarını etkileyen önemli faktörlerden birisi ışıktır (Johnston ve Onwueme 1998). 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 (Kurtar, 2012). Sevik vd., (2012) de yaptıkları araştırmalarda klorofil miktarının, daha iyi ışık altında yetişen bitkilere oranla daha az ışık koşullarında yetişen bitkilerden fazla olduğunu belirtmektedir.

Çok sayıda bitki türü ile yapılan çalışmalarda maksimum karboksilasyon oranı, elektron aktarım oranı ve bu iki parametrenin birbirlerine oranının artan CO<sub>2</sub> koşullarına tepki olarak azaldığı belirtilmiştir. Benzer şekilde belli bir yaprak alanı ve kütlelerinde azot ve klorofil içeriğinin azaldığı saptanmıştır. (Ainsworth vd.,2004).

Kastamonu Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı bölümünde yapılan bir çalışmada bazı bitkilerdeki renk değişiminin klorofil miktarı ile olan ilişkisinin belirlenmesi amacıyla, günün büyük kısmını güneş alan kısımda geçiren ve günün büyük kısmında gölgede kalan bitkilerde ölçümler yapılarak klorofil miktarının değişimi belirlenmiştir. Çalışma sonuçları türler arasında klorofil miktarı bakımından istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır (Çetin, 2016).

Bitkilerin içerdiği klorofiller ve karotenoidler bitkinin türü, aldığı ışık ve azot miktarı, toprağın yapısı ve uygulanan tarımsal işlemler, bitkilerin genotipleri ve meyvelerin olgunluklarıyla yakın paralellik göstermektedir (Mini ve Wahab, 2002)

Akgül (1993), 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.

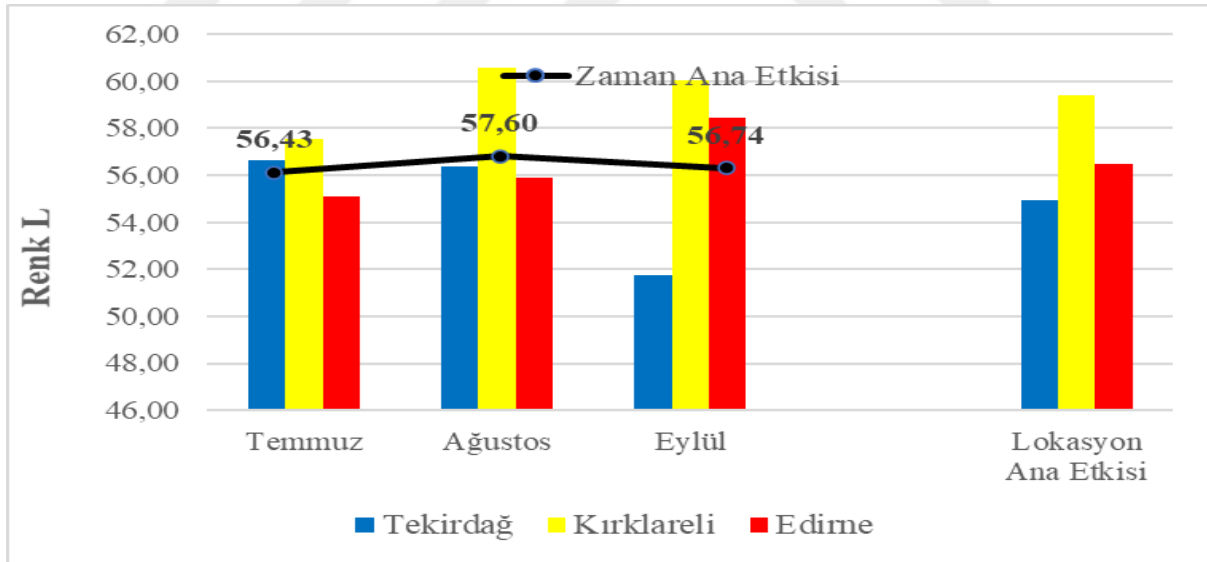
### 3.3. Biber Meyvesi Renk Değerleri (L, a ve b)

Analize alınan biber meyvelerinin renk değerlerine uygulanan Renk L değeri LSD testi grupları Çizelge 3.6. ve Şekil 3.6.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk L\* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	56,65	56,35	51,75	54,92 b
Kırklareli	57,56	60,58	60,03	59,39 a
Edirne	55,10	55,88	58,45	56,47 ab
Zaman Ana Etkisi	56,43	57,60	56,74	<b>56,93</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 3,857513



Şekil 3.6 Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk L\* oranları üzerine değişimi

Yapılan çalışmalar sonucu Renk L oranları, incelenmesi sonucunda bölgeler arasında lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Bölgeler arasında en yüksek renk L oranını 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 59,39 ile Kırklareli ili vermiştir. Bunu 56,47 ile Edirne, 54,92 ortalama ile Edirne izlemiştir.

İncelenen iller arasında en yüksek renk L değerini 60,58 ile Kırklareli ağustos ayında, 58,45 ile Edirne eylül ayında ve 56,65 ile Tekirdağ ise temmuz ayında vermişlerdir. Renk değerleri aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 aydan en yüksek renk L değerinin ağustos ayında olduğu görülmektedir.

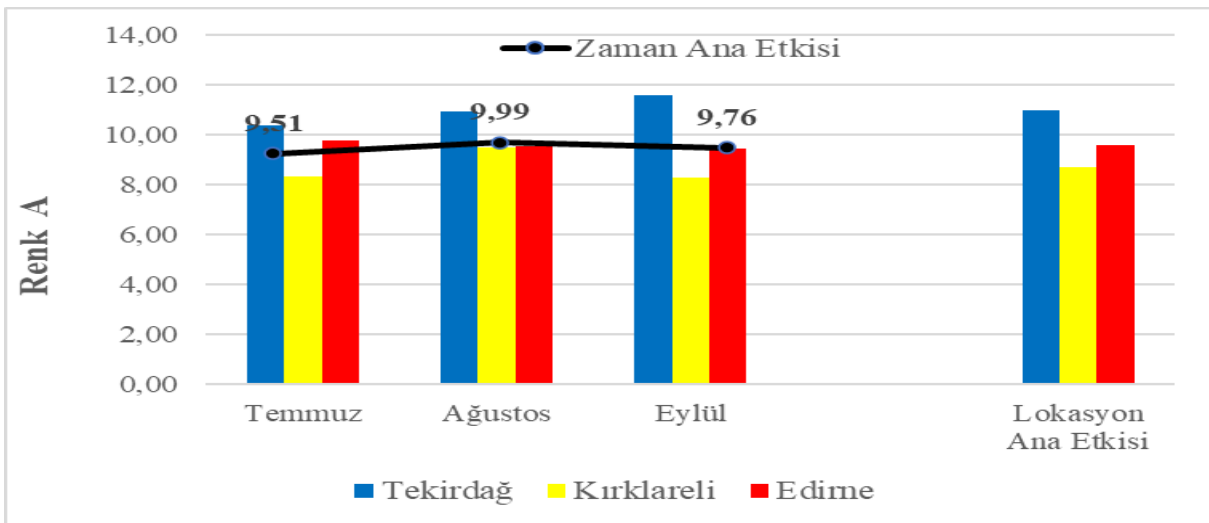
Analize alınan biber meyvelerinin renk değerlerine uygulanan Renk a\* değeri LSD testi grupları Çizelge 3.7 ve Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

Çalışmalar sonucu Renk a oranları, incelenmesi sonucunda bölgeler arasında lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Çizelge 3.7. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk a\* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	-10,39	-10,94	-11,57	-10,97 a
Kırklareli	-8,35	-9,48	-8,29	-8,70 b
Edirne	-9,79	-9,55	-9,43	-9,59 b
Zaman Ana Etkisi	-9,51	-9,99	-9,76	<b>-9,75</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 1,36306



Şekil 3.7. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk a\* oranları üzerine değişimi



İncelenen 3 il arasında Tekirdağ ilinin diğer iller ile arasında istatistiki olarak fark olup Edirne ve Kırklareli illerindeki farkın önemsiz olduğu dikkat çekmektedir.

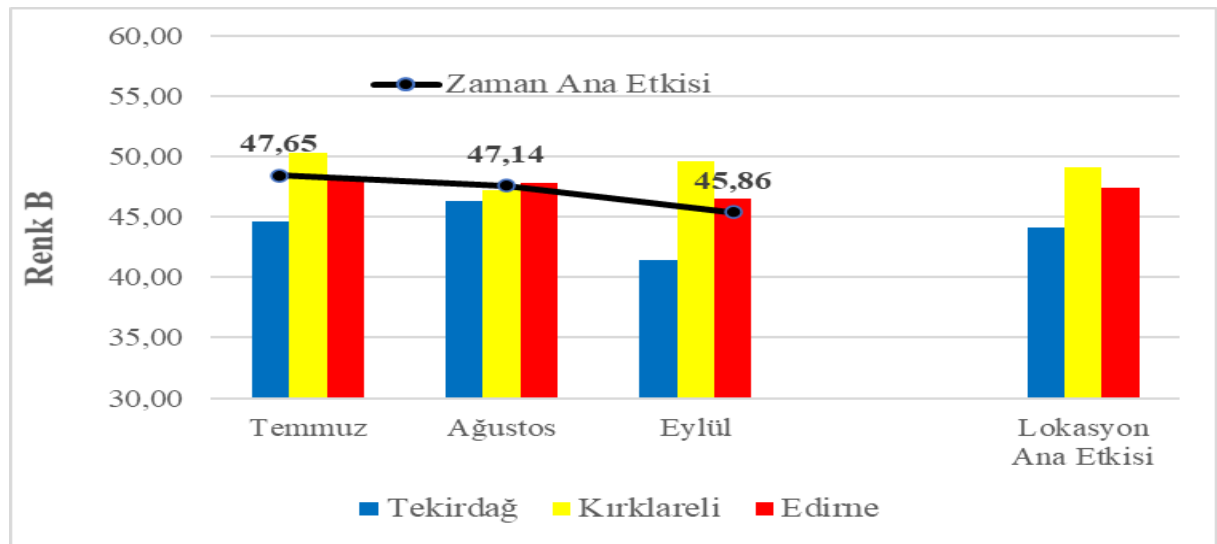
Bölgeler arasında en yüksek renk a değerini 3 aylık dönem periyodu için, ortalama -10,97 renk a değeri ile Tekirdağ ili vermiştir. İncelediğimiz iller arasında en yüksek renk a değerini -11,57 ile Tekirdağ eylül ayında, -9,79 ile Edirne temmuz ayında ve -9,48 ile Kırklareli ise ağustos ayında vermişlerdir.

Analize alınan biber meyvelerinin renk b değerlerine uygulanan LSD testi grupları Çizelge 3.8. ve Şekil 3.8.'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde renk b\* ortalamaları ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	44,65	46,35	41,42	44,14 b
Kırklareli	50,33	47,22	49,64	49,06 a
Edirne	47,96	47,85	46,52	47,44 ab
Zaman Ana Etkisi	47,65	47,14	45,86	<b>46,88</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 3,67348



Şekil 3.8. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biber meyvelerinin renk b\* oranları üzerine değişimi

Yapılan çalışmalar sonucu renk b değerinin, incelenmesi sonucunda bölgeler arasında lokasyon ana etkeni istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Bölgeler arasında en yüksek renk b oranını 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 49,06 ile Kırklareli ili vermiştir. Bu ili 47,44 ile Edirne, 44,14 ortalama ile Tekirdağ izlemiştir. İncelenen iller arasında en yüksek renk b değerini 50,33 ile Kırklareli temmuz ayında, 47,96 ile Edirne temmuz ayında ve 46,35 ile Tekirdağ ise ağustos ayında vermişlerdir.

Yapılan çalışmalar ve analiz sonuçlarına yapılan istatistiki analiz sonuçları bize; renk L, renk a ve renk b değerlerinin farklı lokasyon ve mevsimlerin etkisi ile değiştiğini göstermiştir.

Çizelge 3.6 ya göre biber meyvelerinin renk parlaklık (L\*) (koyuluk, açıklık) değerleri ortalamaları Hunter Lab renk skalasına göre değerlendirildiğinde en koyu rengin lokasyon olarak Kırklareli ilinde, tarih olarak da ağustosta alındığı anlaşılmıştır.

Hesham vd., (2007) tarafından yapılan bir çalışmada taze ve acı biberlerin renk L değerlerinin değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 3.7 ye göre biber meyvelerinin renk parlaklık (a\*) (koyuluk, açıklık) değerleri ortalamaları Hunter Lab renk skalasına göre değerlendirildiğinde negatif (-) değerlerin yeşil rengi gösterdiği ve negatif değerın sıfıra yaklaşmasıyla rengin açıldığı, uzaklaştıkça koyulaştığı bilinmektedir. Buna göre çizelgemiz değerlendirildiğinde Tekirdağ ili biber rengi ortalamalarının daha koyu yeşil olduğu, diğer illerde yeşil rengin azaldığı tespit edilmiştir. Renk a bakımından ağustos ayı ortalamaları en koyu yeşil rengi oluştururken, en açık yeşil renk temmuz ayında oluşmuştur.

Biber meyvelerinde yapılan renk a değerine ilişkin literatür araştırmaları değerlendirildiğinde, Hesham vd. (2007) çalışmalarında kullanmış oldukları taze kırmızı ve yeşil biber meyvelerinin renk a değerinin değişkenliğini gözlemlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise Macar biberlerini toz haline getirip renk a değerini incelemişler sonuç olarak renk a değerinin değişken olduğunu bildirilmiştir (Horvath ve Hodur, 2007).

Çizelge 3.8'e göre biber meyve rengi (b\*) değerleri ortalamaları Hunter Lab renk skalasına göre değerlendirildiğinde pozitif ortalamaların (+) sarı renk olarak değerlendirildiği bilinmektedir. Buna göre çizelgemizde istatistiki önemi olan lokasyonlar bakımından en koyu sarı rengin Kırklareli de olduğu en az sarı renk ise Tekirdağ da oluşmuştur. Ortalamaları biber meyvelerinin sararması şeklinde yorumlarsak, tarih olarak eylül ayında meyvelerde sararma meydana gelirken en az sararma temmuz ayında meydana gelmiştir.

Renk b değerine ilişkin Hesham vd. (2007) tarafından yapılan çalışmalarda taze biber meyvelerinin farklı olgunlaşma dönemlerinde alınan örnekler incelenmiş, elde edilen sonuçlarda da renk b değerinin dönemsel olarak değiştiğini gözlemlemişlerdir.

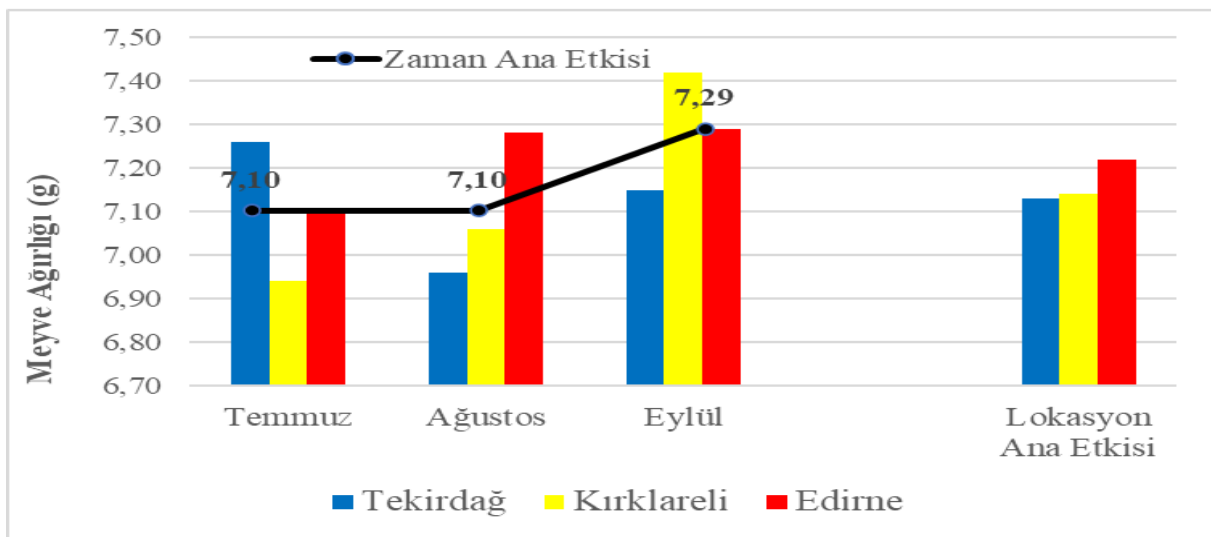
Yaptığımız çalışmalar ile elde ettiğimiz sonuçlar farklı yerlerden ve dönemlerden alınan meyve örneklerinde renk L, a ve b değerlerinin değişken olduğunu görmekteyiz. Araştırdığımız literatürlerden elde ettiğimiz bilgiler bizim çalışmalarımızın sonucunu doğrular niteliktedir.

### 3.4. Meyve Ağırlığı (g)

Yetiştiriciliği yapılan biber çeşidindeki meyve ağırlığı ortalamaları üzerine lokasyon ve zaman etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3.9. ve Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinde ortalama meyve ağırlığı (g) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	7,26	6,96	7,15	7,13
Kırklareli	6,94	7,06	7,42	7,14
Edirne	7,10	7,28	7,29	7,22
Zaman Ana Etkisi	7,10	7,10	7,29	<b>7,163</b>



Şekil 3.9. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve ağırlığı ortalamaları (g) üzerine değişimi

Yapılan çalışmalar ile meyve ağırlıklarının değerlendirilmesi sonucunda bölgeler ve mevsimler arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır

İstatistiksel olarak fark olmamasına rağmen en yüksek meyve ağırlığını 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 7,22 g ile Edirne ili vermiştir. Bu ilimizi 7,14 g ile Kırklareli, 7,13 g ortalama ile Tekirdağ izlemiştir.

Biber dikimi yapılan iller arasında en yüksek meyve ağırlığını 7,42 g ile Kırklareli eylül ayında, 7,29 g ile Edirne yine eylül ayında ve 7,26 g ile Tekirdağ ise temmuz ayında vermişlerdir.

Meyve ağırlığı değişim grafiğinde 3 aylık dönemi incelediğimizde en yüksek meyve ağırlığının 7,29 g ile eylül ayında olduğu görülmektedir.

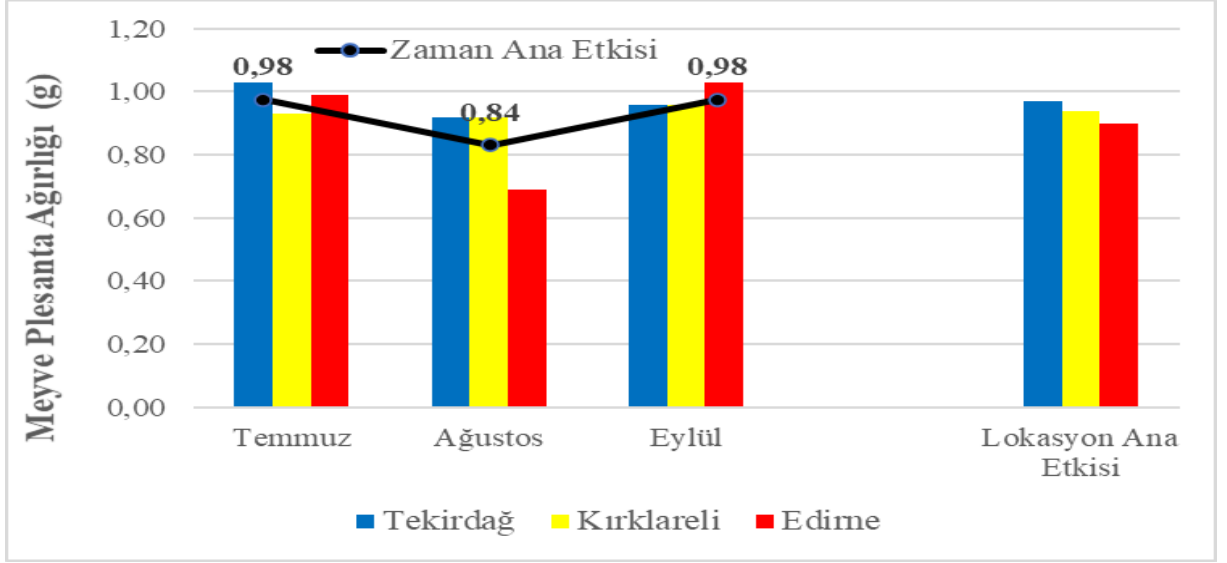
Arpacı vd. (2004) yaptıkları çalışmalar sonucunda; Kahramanmaraş kırmızı biber popülasyonunun 5.3 ile 16.7 g arasında meyve ağırlığına sahip olduğunu bildirirken, Duman ve Düzyaman (2004), Şanlıurfa yerli biberinin 35-40 g aralığında meyve ağırlığı gösterdiğini kaydetmiştir.

### 3.5. Meyve Plasenta Ağırlığı (g)

Acı biber çeşidinin farklı lokasyonlarda yetiştirilmesinin ortalama meyve plasenta ağırlığı üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3.10 ve Şekil 3.10'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve plasenta ağırlığı ortalamaları (g) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	1,03	0,92	0,96	0,97
Kırklareli	0,93	0,92	0,96	0,94
Edirne	0,99	0,69	1,03	0,90
Zaman Ana Etkisi	0,98	0,84	0,98	<b>0,93</b>



Şekil 3.10. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve plasenta ağırlığı ortalamaları (g) üzerine değişimi

Yürütülen çalışmalar ile meyve plasenta ağırlıklarının değerlendirmesi sonucunda bölgeler ve mevsimler arasında fark istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

İstatiksel olarak fark olmamasına rağmen en yüksek meyve plasenta ağırlığını 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 0,97 g ile Tekirdağ ili vermiştir. Bu ilimizi 0,94 g ile Kırklareli, 0,90 g ortalama ile Edirne izlemiştir.

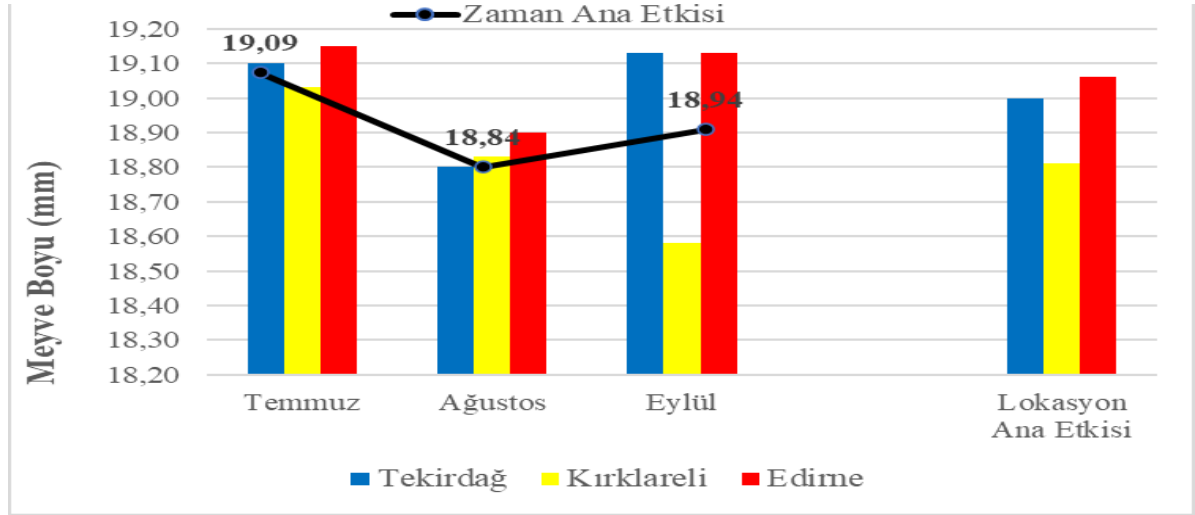
Şekil 3.10. meyve plasenta ağırlığı değişim grafiğinde aylık ortalamalara baktığımızda, incelenen 3 ay arasında en yüksek meyve plasenta ağırlığının 0,98 g ile temmuz ve eylül aylarında olduğu görülmektedir.

### 3.6. Meyve Boyu Ölçümü (cm)

Çalışmanın yürütüldüğü 3 farklı lokasyonun meyve boyuna etkisine ait ortalamalar ve bu ortalamalara ait LSD sonuçları Çizelge 3.11. ve Şekil 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve boyu ortalamaları (cm) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	19,10	18,80	19,13	19,00
Kırklareli	19,03	18,83	18,58	18,81
Edirne	19,15	18,90	19,13	19,06
Zaman Ana Etkisi	19,09	18,84	18,94	<b>18,96</b>



Şekil 3.11. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve boyu ortalamaları (cm) üzerine değişimi

Yürütülen çalışmalar ile meyve boy ölçümleri sonucunda bölgeler ve mevsimler arasında fark istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. İstatistiksel olarak fark olmamasına rağmen en yüksek meyve boyunu 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 19,06 cm ile Edirne ili vermiştir. Bu ilimizi 19,00 cm ile Tekirdağ, 18,81 ortalama ile Kırklareli izlemiştir.

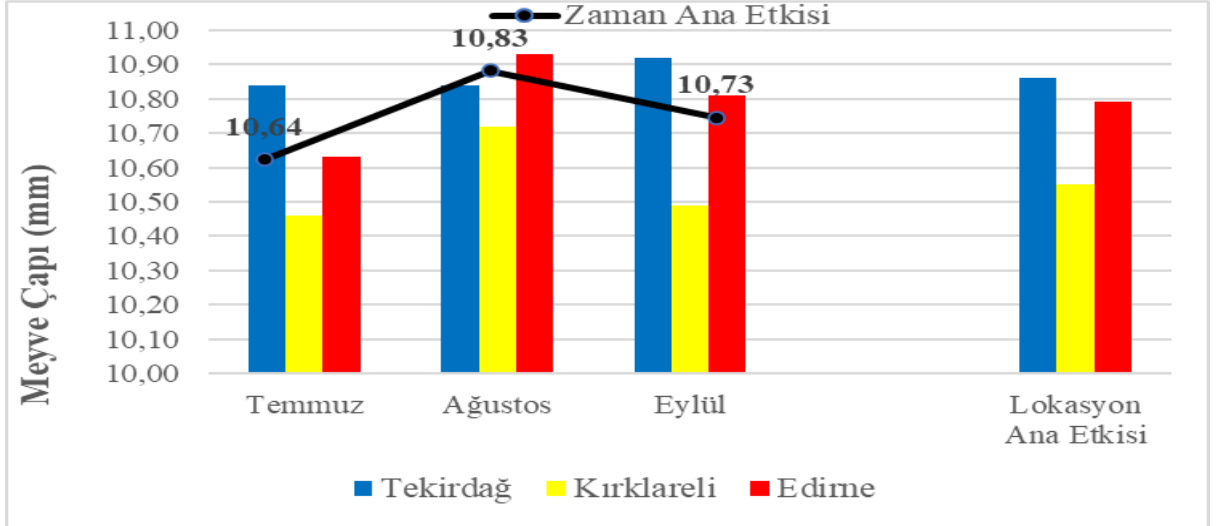
Değerlendirdiğimiz iller arasında en yüksek meyve boyunu, 19,15 g ile Edirne temmuz ayında, 19,13 cm ile Tekirdağ eylül ayında ve 19,03 cm ile Kırklareli ise temmuz ayında vermişlerdir. Grafikten de görüldüğü üzere aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 aydan da en yüksek meyve boyu 19,09 cm ile temmuz ayında ölçülmüştür.

### 3.7. Meyve Çapı Ölçümü (mm)

Araştırmamızda materyal olarak yer alan biber çeşidinde 3 farklı ilin meyve çapı ortalamaları üzerine etkileri ve LSD testi grupları Çizelge 3.12. ve Şekil 3.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve çapı ortalamaları (mm) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	10,84	10,84	10,92	10,86
Kırklareli	10,46	10,72	10,49	10,55
Edirne	10,63	10,93	10,81	10,79
Zaman Ana Etkisi	10,64	10,83	10,73	<b>10,74</b>



Şekil 3.12. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve çapı ortalamaları (mm) üzerine değişimi

Yapılan çalışmalar neticesinde meyve çap ölçümleri değerlendirildiğinde bölgeler ve mevsimler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

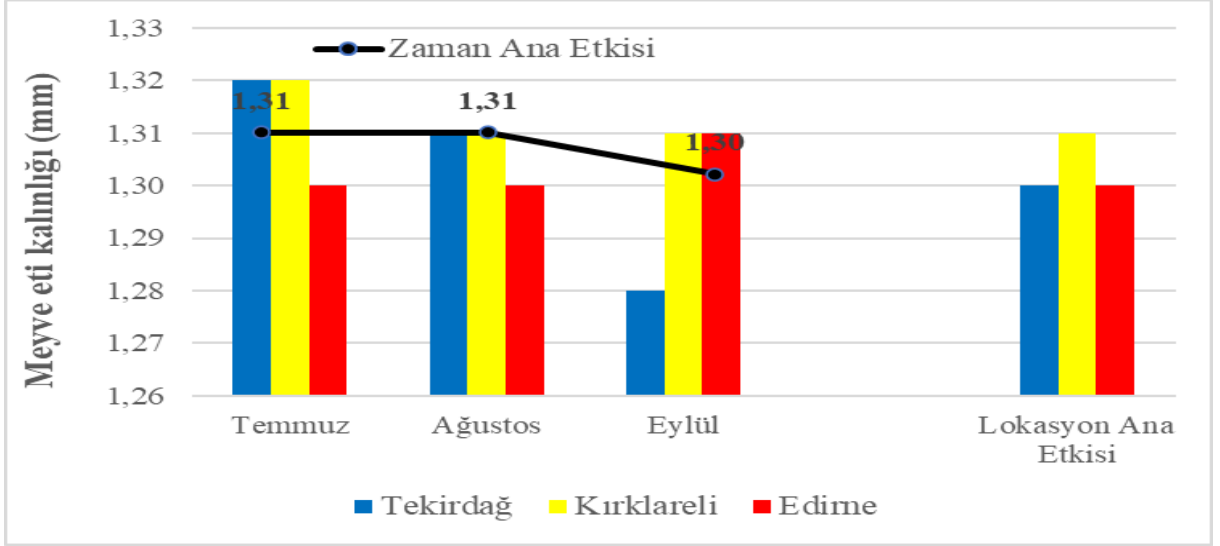
Çalışmalar sonucunda istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen ortalama en yüksek meyve çapı 3 aylık dönem periyodu içinde 10,86 mm ile Tekirdağ'da, devamında 10,79 mm ile Edirne ve 10,55 mm ile Kırklareli izlemiştir. Aylık ortalamalara baktığımızda meyve hasat edilen 3 aydan en yüksek meyve çapı 10,73 cm ile eylül ayında ölçülmüştür.

### 3.8. Meyve Eti Kalınlığı Ölçümü (mm)

Farklı lokasyonlarda yetiştiriciliği yapılan biber bitkilerinin, meyve et kalınlığı ölçümleri Çizelge 3.13. ve Şekil 3.13'de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerinin meyve eti kalınlığı ortalamaları (mm) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	1,32	1,31	1,28	1,30
Kırklareli	1,32	1,31	1,31	1,31
Edirne	1,30	1,30	1,31	1,30
Zaman Ana Etkisi	1,31	1,31	1,30	<b>1,31</b>



Şekil 3.13. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve et kalınlıkları ortalamaları (mm) üzerine değişimi

Yapılan ölçümlerde meyve et kalınlıkları değerlendirildiğinde bölgeler ile mevsimler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda istatistiksel olarak fark tespit edilemese de ortalama en yüksek meyve et kalınlığını 3 aylık süre içinde 1,31 mm ile Kırklareli'nde, takibinde ise 1,30 mm ile Edirne ve Tekirdağ izlemiştir.

Değerlendirilen iller arasında en yüksek meyve et kalınlığı, 1,32 mm ile Tekirdağ ve Kırklareli temmuz ayında, 1,31 mm ile Edirne eylül ayında ölçülmüştür. Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 ilden de en yüksek meyve et kalınlığını 1,31 mm ile temmuz ve ağustos aylarında ölçülmüştür.

Meyve eti kalınlığı, bazı biber üretiminde meyvelerde aranması gereken en önemli özelliklerden biridir. Kurutularak toz veya pul biber yapımında kullanılmak üzere yetiştirilecek biber çeşitlerinin; salça, taze tüketim, dondurarak işleme vb. işlemlerde kullanılacak çeşitlerden daha farklı özellikler taşıması gerekmektedir. Kuru kırmızıbiber üretmek için yetiştirilen biberlerin, diğerlerinden farklı olarak meyve etinin ince olması, meyvelerin çok iri olmaması ve çabuk kuruyabilir gibi özelliklere sahip olması istenebilmektedir (Abak, 1995).

Diyarbakır ve Adıyaman da yapılan bir araştırmada meyve eti kalınlığı değerleri incelenmiş. Kahramanmaraş iline ait biber örneklerinde meyve eti kalınlığının 0.78-1.86 mm, Gaziantep biberlerinde 0.80-1.57 mm, Kilis biberlerinde 0.61-1.46 mm, Diyarbakır



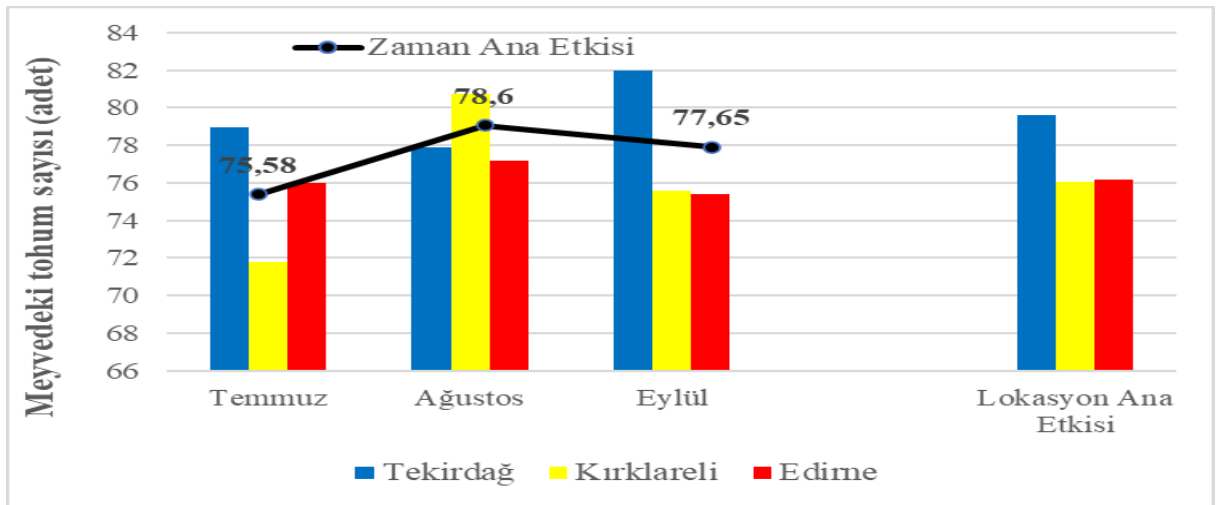
biberlerinde 0.82-2.08 mm ve Şanlıurfa biberlerinde 0.98-2.81 mm aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde, en yüksek ortalama meyve eti kalınlığı 1.92 mm ile Şanlıurfa biberlerinde, en düşük ortalama değer ise 1.04 mm ile Kilis biberlerinde tespit edilmiştir. Meyve eti kalınlığı değerlerinin, Kahramanmaraş iline ait biber örneklerinde 0.78-1.86 mm, Gaziantep biberlerinde 0.80-1.57 mm, Kilis biberlerinde 0.61-1.46 mm, Diyarbakır biberlerinde 0.82-2.08 mm ve Şanlıurfa biberlerinde ise 0.98-2.81 mm aralığında değiştiği gözlemlenmiştir. Ortalama değerlere göre ise, en yüksek ortalama meyve eti kalınlığı 1.92 mm ile Şanlıurfa biberlerinde, en düşük ortalama değer ise 1.04 mm ile Kilis biberlerinde tespit edilmiştir (Korkutata ve Kavaz, 2013).

### 3.9. Meyvedeki Tohum Sayıları (adet)

Yetiştiriciliği yapılan acı biber çeşidinin hasat edilen meyvelerinin tohum sayılarının illere ait değişimleri Çizelge 3.14. ve Şekil 3.14’de görülmektedir.

Çizelge 3.14. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber meyvelerindeki tohum sayısı ortalamaları (adet) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	78,95	77,88	81,98	79,60
Kırklareli	71,80	80,75	75,58	76,04
Edirne	76,00	77,18	75,40	76,19
Zaman Ana Etkisi	75,58	78,60	77,65	<b>77,28</b>



Şekil 3.14. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin meyve tohum sayısı ortalamaları (adet) değişimi

Elde edilen sonuçlarda meyve tohum sayıları değerlendirildiğinde istatistiki olarak fark önemli bulunmamıştır.

Bu değerlendirmeye göre denemeye konu olan illerde istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen ortalama en yüksek meyve tohum sayısını 3 aylık zaman zarfında 79,60 adet ile Tekirdağ, sonrasında 76,19 adet ile Edirne ve 76,04 adet ile Kırklareli izlemiştir.

Araştırmamızdaki iller arasında en yüksek meyve tohum sayısını, 81,98 adet ile Tekirdağ eylül de, 80,75 adet ile Kırklareli ağustosta, 77,18 adet ile Edirne ağustos ayında vermiştir. İlgili grafik üzerinde aylık ortalamalara baktığımızda incelenen 3 aydan da en yüksek meyve tohum sayısının 78,60 adet ile ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda biber örneklerinin tohum sayısı miktarları incelendiğinde, Kahramanmaraş ili biber örneklerinde tohum sayısı 169-225, Gaziantep biberlerinde 95-227, Kilis biberlerinde 96-211, Diyarbakır biberlerinde 114-248 ve Şanlıurfa biberlerinde 85-359 adet olarak belirlenmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında en düşük tohum miktarı 138 adet ile Kilis'te bulunurken, en yüksek değer 248 adet ile Şanlıurfa biberlerinde bulunmuştur. (Korkutata ve Kavaz 2013).

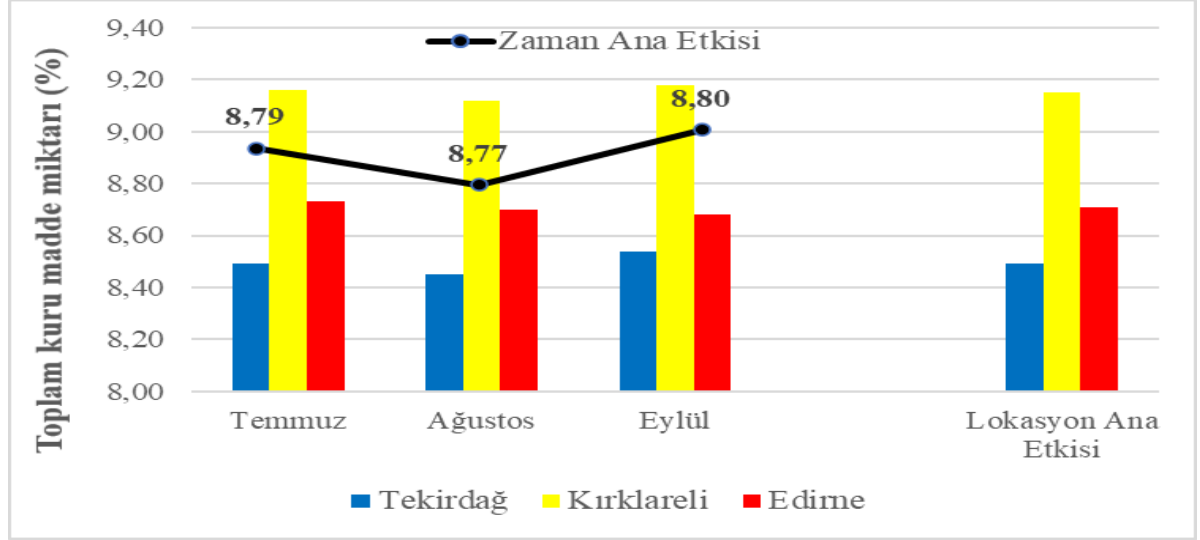
### 3.10. Toplam Kuru Madde Miktarı (%)

Denemedeki bitkilerden elde ettiğimiz meyvelerin toplam kuru madde miktarı ortalamaları ile bu ortalamalara ait LSD önem testi sonuçları Çizelge 3.15. ve Şekil 3.15'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biberdeki toplam kuru madde ortalamaları (%) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	8,49	8,45	8,54	8,49c
Kırklareli	9,16	9,12	9,18	9,15a
Edirne	8,73	8,70	8,68	8,71b
Zaman Ana Etkisi	8,79	8,77	8,80	<b>8,78</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 0,1021298



Şekil 3.15. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin toplam kuru madde miktarı ortalamaları (%) değişimi

Toplam kuru madde bakımından ele alınan bitki gruplarının incelenmesi sonucunda bölgeler arasında fark istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Bölgeler arasında en yüksek toplam kuru madde ortalama, %9,15 ile Kırklareli ili vermiş, Kırklareli'ni, %8,71 ile Edirne, %8,49 ortalama ile Tekirdağ'da ölçülmüştür.

İncelenen iller arasında en yüksek toplam kuru madde miktarını, %9,18 ile Kırklareli'nde eylül ayında, %8,73 ile Edirne de temmuz ayında, %8,54 ile de Tekirdağ eylül ayında verdiği gözlemlenmiştir. Toplam kuru madde miktarı aylık değişim grafiği ortalamalarına baktığımızda incelenen 3 aydan da en yüksek toplam kuru madde miktarının eylül ayında olduğu görülmektedir.

Yürütülen deneme süresince elde ettiğimiz toplam kuru madde verileri ilgili çizelge ve grafik incelediğinde lokasyon ana etkeninin kuru madde oranlarını etkilediğini göstermektedir.

Araştırma konusu olan bir çalışmada taze biber numuneleri kuru madde miktarları bakımından incelenmiş, Kahramanmaraş iline ait kuru madde miktarı %15,96-18,82, Gaziantep biberlerinde %18,77-19,83, Kilis biberlerinde %16,61-19,66, Diyarbakır biberlerinde %15,28-16,29 ve Şanlıurfa biberlerinde %8,27-9,96 aralığında tespit edilmiştir. Ortalama değerlere incelendiğinde en düşük kuru madde miktarı %9,24 ile Şanlıurfa biberlerinde iken, en yüksek değer olarak %19,28 ile Gaziantep biberlerinde

gözlemlemişlerdir. İller arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılmış olan Duncan çoklu karşılaştırma testinde hem taze biber örneklerinde ve hem de kuru biber örneklerindeki kuru madde miktarlarının önemli derecede ( $P<0.05$ ) farklılık gösterdiği tespit etmişlerdir (Korkutata ve Kavaz, 2013).

Bilişli ve Erhan (1991) hasat olgunluğundaki taze biber örneklerindeki kuru madde miktarını %9,5-11,8 olarak açıklarken Galvez vd. (2009) *Capsicum annuum* L. var. Hungarian biberi ile ilgili yaptıkları çalışmada 100 g taze biberdeki nem miktarını  $89.40\pm 1.40$ g olarak bulmuştur. Yaptığımız araştırmamızda da belirlenen sonuçlar, diğer araştırmacıların belirlediği kuru madde değerleriyle benzerlik göstermekte ve farklı bölgelerde yetiştirilen biberlerde kuru madde miktarının değişim gösterdiğini doğrular niteliktedir.

### 3.11. Toplam Mineral Madde İçeriği (% Kül)

Trakya bölgesinde seçilen lokasyonlarda yetiştiriciliği yapılan acı biber çeşidinde hasat edilen meyvelerinin toplam mineral madde içeriğini illere ve mevsimlere ait değişimleri Çizelge 3.16. ve Şekil 3.16’de görülmektedir.

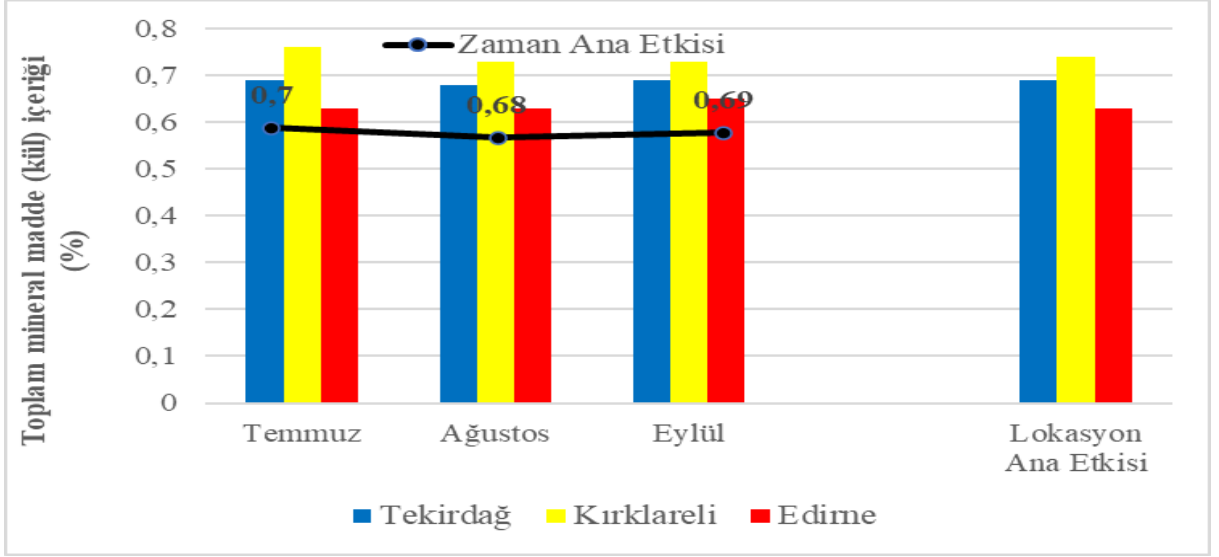
Çizelge 3.16. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biberdeki toplam mineral madde ortalamaları (% kül) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	0,69	0,68	0,69	0,69 b
Kırklareli	0,76	0,73	0,73	0,74 a
Edirne	0,63	0,63	0,65	0,63 c
Zaman Ana Etkisi	0,70	0,68	0,69	<b>0,69</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 3,610834

Ele alınan bitki gruplarının incelenmesi sonucunda toplam mineral madde oranlarının, bölgeler arasında farkı istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Bölgeler arasında en yüksek toplam kuru madde miktarı ortalama sırasıyla, 0,74 % ile Kırklareli ilinde, 0,69 % ile Tekirdağ’da ve 0,63 % ile Edirne’de ölçülmüştür.



Şekil 3.16. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin toplam mineral madde içeriği ortalamaları (% kül) değişimi

Değerlendirdiğimiz iller arasında en yüksek toplam kuru madde miktarını, 0,76 % ile Kırklareli temmuz ayında, 0,69 % ile Tekirdağ temmuz ve eylül aylarında, son olarak 0,65 % ile de Edirne eylül ayında verdiği gözlemlenmiştir.

Şekil 3.16 toplam mineral madde içeriği grafik incelediğinde ortalamalara baktığımızda incelenen aylar arasında en yüksek toplam kuru madde miktarının temmuz ayında olduğu görülmektedir.

Deneme süresince elde ettiğimiz toplam mineral madde verileri ilgili çizelgeler incelediğinde, bölgesel ve zamansal farkın meyvelerdeki mineral madde miktarını etkilediği görülmektedir.

Korkutata ve Kavaz, (2013) tarafından yapılan çalışmalarda kırmızı acı biberlerde kül miktarı tayini yapılmıştır. Taze biber numunelerinin kül miktarlarını, Kahramanmaraş biberlerinde %1,42-1,80, Gaziantep biberlerinde %1,04-1,40, Kilis biberlerinde %1,23-1,54, Diyarbakır biberlerinde %1,01-1,91 ve Şanlıurfa biberlerinde %0,5-0,57 olarak tespit etmişlerdir. Ortalama değerlere göre en düşük kül miktarı %0.53 ile Şanlıurfa örneklerinde bulunurken en yüksek kül miktarı %1,74 ile Diyarbakır örneklerinde tespit etmişleridir. Yaptıkları çalışmaları incelediklerinde Gaziantep, Kilis ve Diyarbakır illerinden alınan taze biberlerdeki kül oranlarının birbirlerinden istatistiksel olarak farksız, fakat bu illerin diğer illerden  $P < 0,05$  düzeyinde farklılık gösterdiği tespit etmişlerdir.

Başaran (1979), Kapija ve Wonder çeşitlerini kullanarak yaptıkları araştırmasında taze örneklerde kül oranını %0,58-0,76 değerleri arasında tespit etmiştir. Galvez vd., (2009), ise *Capsicum annuum*, L. var. Hungarian kırmızıbiberi üzerine yaptığı çalışmasında 100 g taze örnekte kül miktarını  $2,07 \pm 0,16$  g bulmuştur. Çalışmalarımızdan elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulduğu sonuçlar ile de benzerlikler göstermektedir.

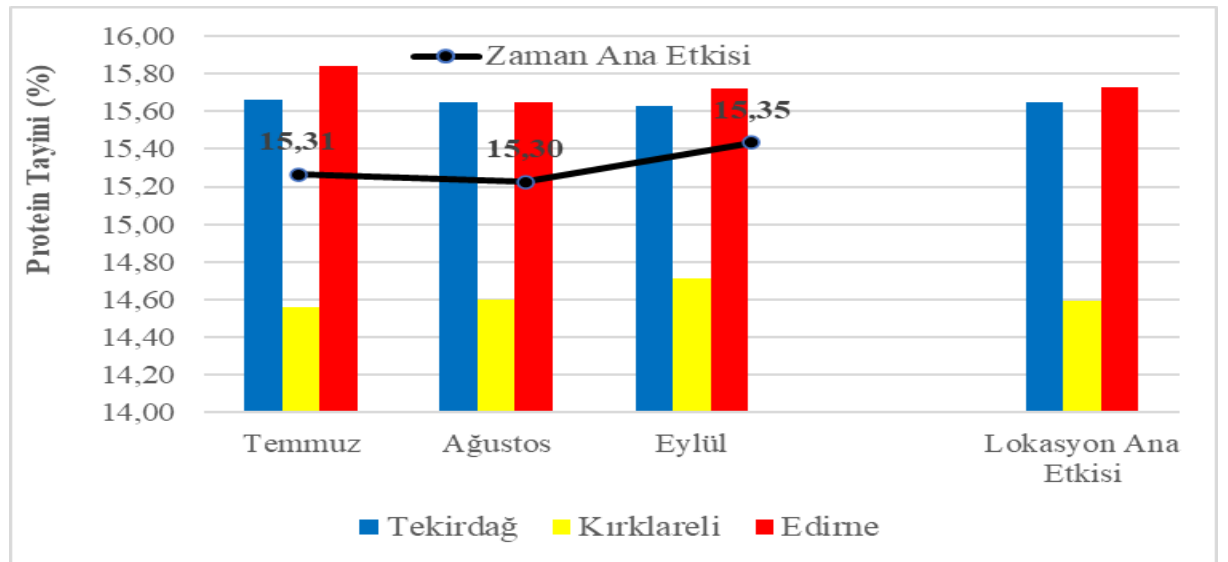
### 3.12. Protein Oranları (%)

Denemedeki bitkilerden elde ettiğimiz meyvelerin protein ortalamaları ile bu ortalamalara ait LSD önem testi sonuçları Çizelge 3.17. ve Şekil 3.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.17. Farklı bölgelerden farklı zamanlarda alınan acı biber protein oranlarına ait ortalamalar (%) ve LSD testine göre gruplar\*

Lokasyonlar	Zaman			Lokasyon Ana Etkisi ve Genel Ortalama
	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Tekirdağ	15,66	15,65	15,63	15,65 b
Kırklareli	14,56	14,60	14,71	14,59 c
Edirne	15,84	15,65	15,72	15,73 a
Zaman Ana Etkisi	15,31	15,30	15,35	<b>15,32</b>

Lokasyon Ana Etkisi LSD %1= 5,822295



Şekil 3.17. Farklı zamanlarda farklı lokasyonlardan alınan acı biberin protein içeriği ortalamaları (%) değişimi

Yapılan yetiştirme çalışmaları sonucu meyvelerde ortalama protein değeri bakımından ele alınan grupların incelenmesi sonucunda, lokasyon ana etkisi istatistiksel olarak (%1) önemli bulunmuştur.

Lokasyonlar arasında, kuru madde de en yüksek protein miktarı ortalama sırasıyla, 15,73 % ile Edirne ili vermiş, bu ilimizi 15,65 % ile Tekirdağ ve 14,59 % ile Kırklareli takip etmiştir. İncelenen iller arasında en yüksek protein miktarını, 15,84 % ile Edirne’de eylül ayında, 15,66 % ile Tekirdağ’da temmuz ayında, son olarak 14,71 % ile de Kırklareli’nde eylül ayında verdiği gözlemlenmiştir.

Protein oranları değişim grafiğini incelediğimizde deneme süresince hasat edilip analize alınan biber meyvelerinin aylık ortalamaları incelendiğinde en yüksek protein miktarının 15,35 % ile eylül ayında olduğu görülmektedir.

Bitkilerin toprakta bulunun azottan yararlanabilmesi toprakta bulunan yararlı azotun bitki tarafından alınan miktarına bağlı olarak değişebilmektedir. Azot bitkisel üretimi artırmada oldukça önemli yere sahiptir ve çoğu durumda büyümeyi sınırlayıcı faktör olarak kabul edilir. Birçok yaşamsal faaliyet için gerekli olan ve bitkilerin bünyesinde farklı oranlarda bulunan azot; protein, DNA, klorofil, nükleik ve amino asitler gibi birçok organik bileşiğin yapısını oluşturur. Doğada oldukça hareketli olan azot, toprak ile atmosfer arasında canlı organizmalar, endüstriyel faaliyetler ve birtakım atmosfer olayları aracılığıyla sürekli bir dolaşım halindedir. Bitkiler tarafından emilen nitrat; protein ve nükleik asit gibi moleküllerin üretiminde kullanılır. Bitkinin topraktan azot alımına, ekim zamanı, topraktaki azot, özellikle de nitrat ve büyüme döneminde organik maddeden mineralize olan azota bağlıdır (Aras ve Uygun, 2017)

Bölgesel farklılık ve yıllık iklim farklılıkları bitkiler tarafından azot alım etkinliğini değiştirmektedir. Azot alımı iklim şartlarından büyük ölçüde etkilenebilmektedir. Farklı çevreyle ilgili koşulların, hava sıcaklığının ve neminin, bitkinin azot alımını ve kullanımını etkilediği varsayılmaktadır (T.E. Staley and H.D. Perry 1995). Su ve nitrat alımı sıcaklığa bağlıdır ve nitrat alım hızı düşük sıcaklıklarda azalma gösterebilmektedir. Bitkinin azot alımını ve kullanımını hava sıcaklığının ve neminin sınırladığı, yüksek sıcaklık ve nemde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Muchow, 1994).

Ertürk ve Güteryüz (2007) tarafından, sıklıkla bitkilerin düşük sıcaklığa maruz kalması sırasında bünyelerindeki çözünebilir protein miktarının oransal olarak arttığı, dona

dayanıklı tür ve çeşitlerde bu oranın daha yüksek, dayanıksız çeşitlerde ise daha düşük olduğu ifade edilmektedir. Bitkilerin dona dayanıklılığında aminoasitlerin ve proteinlerin de etkisi bulunmaktadır.

Azot su ile birlikte kütliği en fazla görülen bitki besin elementidir. Bu sebeple daha çok bitki büyümesini kontrol eden besin elementi olarak karşımıza çıkar (Çepel, 1996; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009). Neticede toprak anakayasında ve anakayadan gelen anorganik materyallerde azot bileşikleri yoktur. Azotun doğadaki kaynağı atmosfer olmakla beraber, bunun yanında hidrosfer ve canlılarda da önemli miktarda azot bulunmaktadır. Topraktaki azotun ana deposu ise organik maddedir. Organik maddenin zaman içinde parçalanması sonucu içinde bulunan azottan bitkiler faydalanabilmektedir. (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Boşgelmez vd., 2001).

Yapılan literatür çalışmaları değerlendirildiğinde ve bizim deneme kurduğumuz bölgelerden elde ettiğimiz veriler karşılaştırıldığında sonuçlarımız örtüştüğü anlaşılmaktadır. Çalışmalarımızın sonucunun tablolarına baktığımızda biber meyvesinde protein oranları bölgesel ve zaman bağlı olarak önemli derecesinde farklılık göstermiştir.



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

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. Araştırmacılar farklı tür ve çeşitleri farklı lokasyonlarda yetiştirerek adaptasyon özelliklerini ve bölgeye olan uyumlarını araştırmaktadırlar. Araştırmamızda farklı lokasyonlardan, farklı dönemlerden alınan acı sivri biberlere ait bazı morfolojik, fizyolojik ve kimyasal parametrelerin sonuçları topluca Çizelge 4.1 de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. Denemede ele alınan ait bazı morfolojik, fizyolojik ve kimyasal parametrelerin değişimleri

No	Kriterler	Lokasyon			Zaman		
		Tekirdağ	Kırklareli	Edirne	Temmuz	Ağustos	Eylül
1	Kapsaisin Miktarı (ppm)						
2	Toplam klorofil (mg)						
3	Klorofil a						
4	Klorofil b						
5	Karotenoid						
6	Renk L						
7	Renk a						
8	Renk b						
9	Meyve Ağırlığı (g)						
10	Meyve Plasenta Ağır.(g)						
11	Meyve Boyu (cm)						
12	Meyve Çapı (mm)						
13	Meyve Et Kalınlığı (mm)						
14	Meyvedeki Tohum Sayısı (adet)						
15	Toplam Kuru Madde İçeriği (%)						
16	% Kül						
17	Protein (%)						

En fazla

En az

Bu amaçla araştırmamızda Trakya Bölgesi'ni temsil edebilecek farklı iller olan Tekirdağ; Edirne ve Kırklareli'nde yürütülen çalışmalarımızda Trakya bölgesinde yetiştiriciliği yapılan acı sivri biber çeşidi, bu 3 ilimizde seçilen lokasyonlarda yetiştirilmiştir.

Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında hasat olgunluğuna gelen biber meyveleri toplanıp analize alınarak elde edilen kapsaisin sonuçları ppm olarak verilmiştir. Çizelge 3.1 incelendiğinde, bölgeler arasında en yüksek kapsaisin oranını ortalama 97,40 ppm ile Kırklareli ili vermiştir. Aylık olarak incelediğimizde en yüksek kapsaisin oranı, 98,17 ppm ile ağustos ayında, 94,44 ppm olarak ölçülmüştür.

Elde edilen verilere göre kapsaisin oranlarının bölgesel ve mevsimsel olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Yetiştiricilik yaptığımız bölgelerde toprak analizleri incelendiğinde biber yetiştiriciliği için yeter düzeyde besin maddesi içerdiği görülmektedir. Ayrıca araştırma yapılan yerlere fide dikiminden önce aynı miktarlarda 20-20-0 gübresi atılmıştır. Yetiştiricilik yaptığımız topraklarda biber yetiştiriciliği için yeter miktarda besin olmasına karşın yapılan toprak analizleri incelendiğinde bu elementlerin farklı düzeylerde olduğu da görülmektedir. Toprakta yeter miktarda bitki besin olmasının yanında farklı miktarlarda besin maddesi oranlarının da kapsaisin miktarı üzerindeki etkisi de aynı lokasyon ve iklim şartlarında araştırılması ayrı bir çalışmanın konusu olabilir.

Günümüzde özellikle baharat olarak tüketime sunulacak biberler ya da yemeklerin yanında kuru veya acı turşu biberi olarak kullanılacak biberlerde damak zevkine göre acılık oranları önem arz etmektedir. Yetiştiriciliği yapılan acı biberlerin, araştırmalara konu olan ve bizim yaptığımız çalışmalarında sonuçları incelediğinde, kapsaisin oranlarına etki eden faktörler değerlendirilerek acı bir çeşit biberin acılık oranlarını daha da artırıcı veya beklenen düzeyde olması için gerekli kültürel işlemler ve önlemler uygulanabilir.

Araştırmamıza konu olan kapsaisin oranlarını incelenmesinin yanında yaptığımız diğer araştırmalara göz gezdirdiğimizde kapsaisin oranları ile beraber bu değerlerinde farklı oranlarda lokasyon ve zamana bağlı olarak etkilendiğini görmekteyiz.

Klorofil grupları ve karotenoid miktarları incelendiğinde bölgeler arasında en yüksek toplam klorofil oranını ortalama 122,78 mg ile Tekirdağ ili vermiştir. Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen aylar arasında en yüksek toplam klorofil oranının ağustos ayında olduğu görülmektedir. Denemedeki iller arasında en yüksek Klorofil a oranını, ortalama 85,46 mg ile Kırklareli ili vermiştir. En yüksek Klorofil a oranını ortalama 86,37 mg ile ağustos ayında ölçülmüştür. Klorofil b oranını ise ortalama 3442 mg ile Tekirdaği ili vermiştir. Klorofil b aylık olarak en yüksek oranını ortalama 38,22 mg ile ağustos ayında tespit

edilmiştir. Karotenoid oranlarına baktığımızda en yüksek ortalama 25,59 mg ile Kırklareli ili vermiştir.

Bölgeler arasında en yüksek renk L değerini 3 aylık dönem periyodu içinde ortalama 59,39 ile Kırklareli ili vermiştir. Renk değerleri aylık ortalamalara baktığımızda en yüksek renk L değerinin ağustos ayında olduğu görülmektedir. En yüksek renk a değerini ortalama - 10,97 ile Tekirdağ ili vermiş ve ay olarak da ağustos ayında olduğu görülmektedir. Renk b oranını ortalama 49,06 ile Kırklareli ili vermiştir. Aylık ortalamalara baktığımızda incelenen aylar arasında en yüksek renk b değerinin ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmalar ile meyve ağırlıklarının değerlendirilmesi sonucunda en yüksek meyve ağırlığını araştırma periyodu içinde ortalama 7,22 ile Edirne ili vermiştir. Meyve ağırlığı ile ilgili grafik incelendiğinde en yüksek meyve ağırlığının 7,29 ile eylül ayında olduğu görülmektedir.

Yürütülen çalışmalar ile meyve plasenta ağırlıklarına ilişkin veriler incelendiğinde en yüksek meyve plasenta ağırlığını 3 ay arasında ortalama 0,97 g ile Tekirdağ ili vermiştir. Meyve plasenta ağırlığı değişimi aylık ortalamalara baktığımızda, en yüksek meyve plasenta ağırlığının 0,98 g ile temmuz ve eylül aylarında olduğu görülmektedir.

Deneme alanında yapılan çalışmalar ile meyve boy ölçümleri sonucunda bölgeler ve mevsimler arasında fark istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. İller arasında en yüksek meyve boyunu ortalama 19,06 cm ile Edirne ili vermiştir. İlgili grafikten de görüldüğü üzere aylık ortalama en yüksek meyve boyu 19,09 cm ile temmuz ayında ölçülmüştür.

Yapılan çalışmalar neticesinde meyve çap ölçümleri değerlendirildiğinde bölgeler ve mevsimler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Çalışmalar sonucunda istatistiksel fark olmamasına rağmen ortalama en yüksek meyve çapı 3 aylık dönem içinde 10,86 mm ile Tekirdağ'da, ölçülmüştür. Aylık ortalamalarda ise baktığımızda meyve hasat edilen aylar içinde en yüksek meyve çapı 10,73 cm ile eylül ayında tespit edilmiştir.

Yapılan ölçümlerde elde edilen verilere göre meyve et kalınlıkları incelenen bitkilerde ortalama en yüksek meyve et kalınlığını 3 aylık süre içinde 1,31 mm ile Kırklareli'nde ölçülmüştür. En yüksek meyve et kalınlığı ise 1,31 mm ile temmuz ve ağustos aylarında ölçülmüştür.

Meyve tohum sayılarına ilişkin yapılan araştırmalar sonucunda denemeye konu olan illerde istatistiksel olarak fark olmamasına rağmen ortalama en yüksek meyve tohum sayısını 3 aylık zaman zarfında 79,60 adet ile Tekirdağ ili vermiştir. İlgili grafik üzerinde aylık ortalamalara baktığımızda en yüksek meyve tohum sayısının 78,60 adet ile ağustos ayında olduğu görülmektedir.

Bölgeler arasında en yüksek toplam kuru madde miktarı ortalama 9,15 % ile Kırklareli ilinde tespit edilmiştir. Toplam kuru madde miktarı aylık değişim grafiği ortalamalarına baktığımızda incelenen 3 aydan da en yüksek toplam kuru madde miktarının eylül ayında olduğu görülmektedir.

Deneme kurulan bölgelerden gelen veriler incelendiğinde en yüksek toplam mineral madde miktarı ortalama 0,74 % ile Kırklareli ilinde llmştr. Şekil 3.11 toplam mineral madde içeriği grafik incelediğinde aylık ortalama da ise en yüksek toplam kuru madde miktarının temmuz ayında olduğu görülmektedir.

Yapılan biber yetiştirme çalışmaları ile elde edilen veriler, meyvelerde ortalama protein değeri bakımından lokasyonlar arasında en yüksek protein miktarı (kuru maddede) ortalama 15,73 % ile Edirne ili vermiştir. Protein oranları değişim grafiğine göz gezdirdiğimizde deneme süresince hasat edilip analize alınan biber meyvelerinin aylık ortalamaları bize en yüksek protein miktarının 15,35 % ile eylül ayında olduğunu göstermiştir.

***Sonuç olarak:*** *Trakya bölgesinde 3 farklı lokasyondan elde edilen biberlerin kapsaisin miktarı, klorofil a, karotenoid, renk L, renk b, meyve eti kalınlığı, toplam kuru madde içeriği ve % kül miktarları 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, renk değerleri (L, a ve b), meyve et kalınlığı ve meyvedeki tohum sayısı ortalamaları en yüksek sonuçları vermiştir.*

## KAYNAKLAR

- Abak, K., (1995). Kahramanmaraş kırmızı biberinde ihracata yönelik kaliteli yetiştirme, işleme ve pazarlamada karşılaşılan sorunlara çözüm arayışları. Panel, Kahramanmaraş Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları No:XI, Kahramanmaraş.
- Ainsworth, E.A., Rogers, A., Nelson, R., Long S.P. (2004). Testing the ‘source–sink’ hypothesis of down-regulation of photosynthesis in elevated CO<sub>2</sub> in the field with single gene substitutions in Glycine max. *Agricultural and Forest Meteorology* 122, 85-94.
- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi, Gıda Teknolojisi Dergisi Yayınları, No15, Ankara.
- Altınbaş, Y. (2019). Sağlık ve Toplum Yıl:29, Sayı:3 Eylül-Aralık 2019 Erişim adresi: <http://ssyv.org.tr/wp-content/uploads/2019/11/1-Biber-Gaz%C4%B1na-Maruz-KalmaSa%C4%9Fl%C4%B1k-%C3%87al%C4%B1%C5%9Fanlar%C4%B1n%C4%B1nSorumluluklar%C4%B1.pdf>.
- Anonim, (2020). Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi HPLC. Erişim adresi: [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78812/mod\\_resource/content/0/HPLC.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78812/mod_resource/content/0/HPLC.pdf).
- Antonious, G., (2007). Growing hot pepper for cabbage looper, *Trichopulsia ni* (Hübner) and spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) control. *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 42, 559-567.
- Aras, B., Uygun, S. (2017). Azotlu Gübreleme Esasları ve Arpada Azotlu Gübreleme Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/493590>.
- Arın, L. (2018). Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi *Journal of the Institute of Science and Technology* 8(4), 21-27, 2018 Kapsaisin ve Tarımda Kullanımı.
- Arnon, P.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol* 24:1–15.
- Arpacı, B.B., Balıkcı, T., Abak, K., (2008). Kahramanmaraş Biberi Islahı ve Gelistirilen Biber Hatlarının Bitki Özellikleri ile Verim ve Kaliteleri VII. Sebze Tarımı Sempozyumu. 26 -29 Ağustos 2008. Yalova.
- Atay, A.N. (2006). Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Sistemi ile Sulanan Biberin Tuza Dayanımının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, 91 sayfa, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Aybak, H.Ç. (2007). Bitkisel Karakterler. Biber, Hasad Yayıncılık. İstanbul, 39-44.
- 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, 1-16.
- Başaran, M.S. (1979). Biber salçası yapım tekniğinin geliştirmesi ve salçanın kalitesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Onsekiz Mart Çanakkale Üniversitesi, Çanakkale.
- Bilişli, A., Erhan, M. (1991). Yeşil ve kırmızı olgunluktaki Kapija çeşidi biberin dondurarak muhafazası üzerinde çalışmalar. *Gıda Yem Dergisi* 1, 29-32.

- Bolatlı, İ., Kara, Ö. (2017). Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/307430>
- Bosland, W.K., Bosland, P.W. (2001). Preliminary field tests of capsaicinoids to reduce lettuce damage by rabbits. *Crop Protection*, 20, 535-537.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı, S. ve Pashı, N. (2001). Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve Sebze İşletme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Biltav.
- Chinn, M.S., Sharma-Shivappa, R.R., Cotter, J.L. (2011). Solvent extraction and quantification of capsaicinoids from *Capsicum chinense*. *Food and Bioproducts Processing*, 89, 340-345.
- Contreras-Padilla, M., Yahia, E.M. (1998). Changes in Capsaicinoids during Development, Maturation, and Senescence of Chile Peppers and Relation with Peroxidase Activity. *J. Agric. Food. Chem.*, 46, 2075-2079.
- Cordell G.A., Araujo O.E. (1993). Capsaicin: identification, nomenclature, and pharmacotherapy. *Annals of Pharmacotherapy*, 27(3), 330-336.
- Crombie, L. (1999). Natural product chemistry and its part in the defence against insects and fungi in agriculture. *Pesticide Science*, 55, 761-774.
- Çepel, N. (1996). Toprak ilmi. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438. İstanbul.
- Çetin, M. (2016). Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2016, 16 (1), 239-245 Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty.
- Çiçek, H., Yılmaz, N., Çelik, A., Ceylan, N.Ö., Meram, İ. (2005). Kapsaisinin (Kırmızı Biber) İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri <https://www.researchgate.net/publication/270745881> Kapsaisinin\_Kirmizi\_Biber\_Insan\_Sagligi\_Uzerine\_Etkileri.
- Deepa, N., Kaura, C., Georgea, B., Singh, B., Kapoorc, H.C. (2007). Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *Food Science and Technology*. 40:1 p. 121-129.
- Demir, L. (1996). Kahramanmaraş Kırmızıbiberinin Farklı Materyaller Üzerine Serilerek Güneşte Kurutulması Üzerine Bir Çalışma. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Deveci, M., Pıtır, M. (2015). Biber yetiştiriciliğinde farklı su kısıtlarının meydana getirdiği fizyolojik, morfolojik ve kimyasal değişikliklerin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 85 sayfa, Tekirdağ.
- Deveci, M., Bora, M. (2016). Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik Değişikliklerin Belirlenmesi. IMCOFE'2016, International Multinational Multidisciplinary Congress of Eurasia. Volume: 1, Page: 552-563, July 11-13 Odessa, Ukraine.

- Dias, J.S., (2012). Nutritional quality and health benefits of vegetables. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 1354-1374
- Diaz, J., Pomar, F., Bernal, A., Merino, F. (2004). Peroxidases and metabolism of capsaicin in *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry Reviews*, 3, 141-157.
- Duman, İ., Düzyaman, E. (2004). Türkiye’de yetiştirilen bazı önemli biber genotiplerinin morfolojik varyabilitesi üzerinde bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 41(3), 55-66.
- Elmas, C. (1996). Kahramanmaraş’ta Kırmızıbiber İşletmelerinin Genel Durumu ve Biber İşletme Teknolojileri. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makineleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.
- Ertürk, Y., Güteryüz, M. (2007). Erzincan koşullarında bazı yerli ve yabancı kayısı çeşitlerinin düşük sıcaklıklara dayanım derecelerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi.*, 13(2):128-136.
- Eryılmaz Açıkgöz, F., Aktaş F., Hastürk Şahin, F. (2015). Komatsuna (*Brassica rapa* L. var. *perviridis*) Bitkisine Ait Bazı Fiziko-Mekanik ve Yapısal Özelliklerin Belirlenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 67-77.
- 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* 2002, 50, 1188–1191.
- Fageria, N.K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Fırat, Y.Y., İnanç, N. (2019) Kırmızı Biberin Besin Alımı ve Enerji Metabolizması Üzerine Etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi GÜSBD* 2019; 8(4): 451 - 459
- Fisher, K.J. (1993). Marine organism repellent covering for protection of underwater objects and method of applying same. USA Patent No: 5226380. Neumann R, (2004). Capsicum based seed coating and method of use. USA Patent Publication No: 20030056436.
- Flesar, J., Havlik, J., Kloucek, P., Rada, V., Titera, D., Bendar, M., Stropnický, M., Kokoska, L. (2010). In vitro growth-inhibitory effect of plant-derived extracts and compounds against *Paenibacillus* larvae and their acute oral toxicity to adult honey bees. *Veterinary Microbiology*, 145, 129-133.
- Galvez, A., Scala, K., Rodriguez, K., Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J., Won, M. (2009). Effect of airdrying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. *Hungarian*). *Food Chemistry* 117, 647–653.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gond, V., DePury, D.G.G., Veroustraete, F., Ceulemans, R. (2012). Seasonal variations in leaf area index, leaf chlorophyll, and water content; scaling-up to estimate APAR and

- carbon balance in a multilayer, multispecies temperate forest, *Tree Physiology*, 19(10), 673-679.
- Gonzales, L., Souto, X.C., Reigosa, M.J. (1997). Weed control by *Capsicum annuum*. *Allelopathy Journal*, 4(1), 101-110.
- Govindarajan, V. S. (1985). *Capsicum: Production, Technology, Chemistry and Quality*. Part I. History, Botany, Cultivation and Primary Processing, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 22 (2), 109-175.
- Güvenç, İ. (2020). Türkiye’de biber üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(2), 441-445.
- Hesham, A.E., Mostafa, B.E., Hussein, A.S. (2007). Capsaicin content and quality characteristics in different local pepper varieties (*Capsicum annuum*) and Acid-Brine Pasteurized Puree. *Journal of food technology* 5 (3), 246-255.
- Horwath, H.Z., Hodur, C. (2007). Colour of paprika powders with different moisture content. *Int. Agrophysics*. 21. 67-72.
- 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.
- İşlek, C. (2009). Serbest ve tutuklanmış *Capsicum annuum* L. hücre süspansiyon kültürlerinde kapsaisin üretimi üzerine bazı uyarıcıların etkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmamış)*.
- İyidoğan, Y. (2015). Kapsaisin Molekülünün Moleküler Modellemesi Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Jarret, R.L., Perkins, B., Fan, T., Prince, A., Guthrie, K. and Skoczinski, B. (2003). Using EIA to Screen *Capsicum* spp. Germplasm for Capsaicinoid Content. *J. Food Comp. Anal.*, 16:189-194.
- 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.
- Kacar, B., İnal, A., (2008). *Bitki Analizleri*, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları, Yayın No: 1241; *Fen Bilimleri*: 63, (I. Basım) Ankara.
- Kadalkal, Ç., Poyrazoğlu, E., Yemiş, O., Artık, N. (2001). Kırmızı Biberlerde Acılık ve Renk Bileşikleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7, 359-366.
- Kantarci, M.D. (2000). *Toprak İlimi. İÜ Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul, 420 s.*
- Karashahin, M. (2014). Bitkisel Üretimde Azot Alım Etkinliği ve Reaktif Azotun Çevre Üzerine Olumsuz Etkileri. *APJES II-III (2014) 15-21.*



- Keçeli, M.A. (2008). Characterization Of Peppers For Antioxidant Content And Virus Resistance, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Koç, A., Toy, M., Hayoğlu, İ., Vardin, H. (2004). Kırmızı biber kurutmada kullanılan güneş enerjili bir kurutucu performansı. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 8(2), 57-65.
- Korkutata, N.F., Kavaz, A. (2013). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Kırmızı Acı Biber Popülasyonlarının (*Capsicum Annum* L.) Bazı Kalite Parametreleri.
- Kraikruan, W., Sangchote, S., Sukprakarn, S. (2008). Effect of Capsaicin on Germination of *Colletotrichum capsici* Conidia. Kasetsart J. (Nat. Sci.), 42, 417-422.
- Kurtar, E.S. (2012). Sera Ekolojisi Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksek Okulu, 72 p., Samsun.
- 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.
- Lindsey, K., Bosland, P.W. (1996). A Field Study of Environmental Interaction on Pungency. Capsicum and Eggplant Newsletter. 14, 36-38.
- Madanlar, N., Yoldaş, Z., Durmuşoğlu, E., Gül, A. (2000). İzmir’de sebze seralarında zararlılara karşı doğal pestisitlerle savaş olanakları. Tübitak proje No, Tarp-2150, 45 s.
- Megep, (2011). Erişim adresi: [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Nem,%20K%C3%BCI%20V%20Elek%20Analizi.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Nem,%20K%C3%BCI%20V%20Elek%20Analizi.pdf).
- Metot kaynağı AOAC Official Method 995.03 Capsaicinoids in Capsicums and Their Extractives Liquid Chromatographic Method First Action 1995.
- Mini, C., Wahab, M.A. (2002). Effect of Withering on Quality of Chili. Vegetable Science. 29 (81), 82-83.
- Morre, DJ., Morre, DM. (2003). Synergistic Capsicum-tea mixtures with anticancer activity. J Pharm Pharmacol. 55, 987-994.
- Mortensen, JM., Mortensen, JE. (2009). The power of capsaicin. Journal of Continuing Education, 11(1), 8-13.
- Muchow, R.C. (1994). “Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments”, Field Crops Research. 38(1), 1-13.
- Neves, WS., Freitas, LG., Coutinho, MM., Giaretta-Dallemole, R., Fabry, CFS., Dhingra, OD., Ferraz, S., (2009). Nematicidal activity of extracts of red hot chilli pepper, mustard and garlic on *Meloidogyne javanica* in greenhouse. Summa Phytopathologica, 35(4), 255-261.
- Osmanoğlu, M.K. (2011). Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt 19, Sayı 1,2011.

- Othman, ZA., Ahmed, YBH., Habila, MA., Ghafar, AA., (2011). Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in Capsicum fruit samples using high performance liquid chromatography. *Molecules*, 16, 8919-8929.
- Özfiliz, N., Zık, B., Altunbaş, K. (2002). Tavuklarda kırmızı acı biberli rasyonla beslemenin karaciğer ve safra kesesi üzerine etkisinin histolojik yönden incelenmesi. *Gıda*, 27(3), 157-163.
- Öztürk, A. (1994). Tabansuyu Derinliği ve Sulama Suyu Kalitesinin Biber Verimine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Rahman, MJ., 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.
- Sevik, H. (2012). "Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf)", *African Journal of Biotechnology* 11(23), 6389-6395.
- Shakhidoyatov, R. K., Sagdullaev, B.T. (2001). Capsaicine in *Capsicum annuum* condensed extract determined by HPLC. *Chemistry of natural compounds*, 37(6), 575-576.
- Staley, T.E., Perry, H.D. (1995). "Maize silage utilization of fertilizer and soil nitrogen on a Hillland Ultisol relative to tillage method", *Agronomy Journal*. 87, 835-842.
- Sung, Y., Chang, Y.Y., Ting, N. L. (2005). Capsaicin biosynthesis in waterstressed hot pepper fruits. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 46,35-42.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. (2008). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Kitabı Tekirdağ.
- Tewksbury, J.J., Nabhan, GP. (2001). Seed dispersal; Directed deterrence by capsaicin in chilles. *Nature*, 412(6845), 403-404.
- Tezcan, A. (2009). Tuzlu Sulama Suyu Oksijen İçeriğinin Biber Bitkisi Verimi ve Gelişmesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Topaloğlu, K. (2010). Tuz stresinin chili biberlerinin pigment ve kapsaisinoid değişimi ile peroksidaz aktivitesi arasındaki ilişki. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 144s.
- Yemiş, O., Bakkalbaşı, E., Artık, N. (2004). Kapsaisinoid Kaynağı Olarak Kırmızı Biberler. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, 18, 30-37.