



**MERSİN (*Myrtus communis* L.) BİTKİSİ MEVYESİNİN  
BAZI BİYO-TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE KURUTMA  
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Gülcan ŞAHİN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ**

**II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI**

**Haziran-2019**

**Her hakkı saklıdır.**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERSİN (*Myrtus communis* L.) BİTKİSİ MEVYESİNİN  
BAZI BİYO-TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE KURUTMA  
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ

GÜLCAN ŞAHİN

TOKAT  
2019

Her hakkı saklıdır

**GÜLCAN ŞAHİN** tarafından hazırlanan “**MERSİN (*Myrtus communis* L.) BİTKİSİ MEVYESİNİN BAZI BİYO-TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE KURUTMA KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 14 Haziran 2019 tarihinde yapılmış olup, aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı 'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

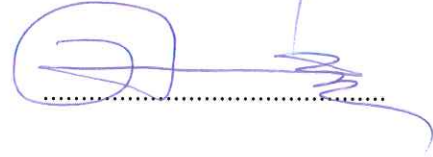

**Jüri Üyeleri**

Danışman  
Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Ali İSLAM  
Ordu Üniversitesi

**İmza**



**ONAY**

Prof. Dr. Çetin CEKİC  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**GÜLCAN ŞAHİN**

**24 Haziran 2019**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### MERSİN (*Myrtus communis* L.) BİTKİSİ MEVYESİNİN BAZI BİYO-TEKNİK ÖZELLİKLERİ VE KURUTMA KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ

GÜLCAN ŞAHİN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. EBUBEKİR ALTUNTAŞ  
II. TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ HAKAN POLATCI

Bu çalışmada, beyaz ve siyah Mersin (*Myrtus communis* L.) bitkisi meyvelerinin bazı biyoteknik (fiziksel, mekanik ve kimyasal) özellikleri ile kurutma karakteristikleri incelenmiştir. Çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin fiziksel özelliklerinden geometrik, hacimsel ve renk karakteristikleri olarak geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, ağırlık, hacim, meyve ve yığın hacim ağırlığı,  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi renk değerleri, mekanik özellikler olarak meyvelerin saptan kopma direnci, delme ve sıkıştırma kuvveti ile deformasyon değerleri ile kimyasal özellikler [pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA)] incelenmiştir. Çalışmada beyaz ve siyah mersin meyveleri etüvde 50°C, 60°C ve 70°C sıcaklıklarda kurutularak taze ve kurutma sonraları renk özellikleri incelenmiştir. Kroma (C) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin sıkıştırma ve delme testlerinde 20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup> hızlarındaki elde edilen sıkıştırma delme kuvveti değerleri, yükleme hızının artmasıyla artış göstermiştir. Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin sapa tutunma kuvveti değerleri sırasıyla, 3.68 N ve 1.26 N olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin meyvelerinin SÇKM ve TA ortalama değerleri, siyah mersin meyveleri değerlerinden daha büyük değerler vermiştir. pH değeri, siyah mersin meyvelerinde, beyaz mersin bitkisi meyvesi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Sıcaklık artışıyla, beyaz ve siyah mersin meyvelerinin kuruma sürelerinde azalmalar görülmüştür. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin biyoteknik özellikleri ve kurutma karakteristiklerine ait bulunan sonuçların, hasat ve hasat sonrası ürünün işleme, ürünün kalitesi, tüketici istekleri ve ekonomik değer açısından göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

2019, 74 Sayfa

**ANAHTAR KELİMELER:** Murt, hacim ağırlığı, sıkıştırma testi, suda çözünebilir kuru madde, matematiksel modelleme

## ABSTRACT

### MASTER THESIS

#### DETERMINATION of BIO-TECHNICAL PROPERTIES and DRYING CHARACTERISTICS of MYRTLE (*Myrtus communis* L.) FRUITS

GÜLCAN ŞAHİN

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

**SUPERVISOR: Prof. Dr. EBUBEKİR ALTUNTAŞ**  
**(CO-SUPERVISOR: DR. LECTURER HAKAN POLATCI)**

In this study, some bio-technique (physical, mechanical and chemical) properties and drying characteristics of white and black myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits were investigated. Physical properties of white and black myrtle fruits as geometric and volumetric and colour characteristics such as geometric mean diameter, sphericity, surface area, mass, volume, fruit and bulk densities,  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Chroma, Hue angle, Browning Index), mechanical properties as fruit removal force, the puncture-compression force and deformations values, chemical properties (pH, total soluble solid content (TSS) and titratable acidity) were examined. In this study, white and black myrtle fruits were dried at 50°C, 60°C and 70°C temperatures, and also, flesh and after the drying, the colour properties of the white and black myrtle fruits were investigated. The compression and puncture force values of 20, 40 and 60 mm min<sup>-1</sup> of the compression and puncture tests in white and black myrtle fruits increased with increasing loading speed. Chroma ( $C$ ) color scale values were determined as 11.27, 9.85 and 10.19 after drying at 50, 60 and 70°C temperatures, respectively. The fruit removal forces of the white and black myrtles were determined as 3.68 N and 1.26 N, respectively. The mean values of TSS and TA obtained for white fruit samples were higher than the values obtained for black mersin fruit samples. The pH value was higher in the black myrtle fruits than in the white mersin fruits. The drying time of white and black myrtle fruits was reduced with the increase of temperature. The results of the biotechnical properties and drying characteristics of white and black myrtle fruits should be taken into consideration in terms of processing, product quality, consumer requirements and economic value of the product at the harvest and post harvest.

2019, 74 Pages

**KEYWORDS:** Myrtle, bulk density, compression test, total soluble solid content, mathematical models

## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında, akademik olarak gösterdiği yol ve içten katkıları ile yardımlarını esirgemeyen, Sayın Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan POLATCI'ya ve bölüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman arkamda dimdik duran canım babam Memet ŞAHİN'e, her konuda beni cesaretlendiren ve elimi hiç bırakmayan canım annem Fatma ŞAHİN'e teşekkür ederim.

**GÜLCAN ŞAHİN**

**24 Haziran 2019**

## İÇİNDEKİLER

|  | Sayfa       |
|--|-------------|
| <b>ÖZET</b> .....  | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>ii</b>   |
| <b>ÖNSÖZ</b> .....   | <b>iii</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....   | <b>iv</b>   |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİSİ</b> .....                                    | <b>vi</b>   |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....   | <b>vii</b>  |
| <b>ÇİZELGE LİSTESİ</b> .....   | <b>viii</b> |
| <b>1.GİRİŞ</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....  | <b>5</b>    |
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....   | <b>13</b>   |
| 3.1. Materyal .....  | 13          |
| 3.1.1. Denemelerde kullanılan ölçüm aletleri .....                             | 14          |
| 3.2. Yöntem.....   | 16          |
| 3.2.1. Fiziksel özelliklere ait ölçümler .....                                 | 16          |
| 3.2.2. Mekanik özelliklere ait ölçümler .....                                  | 18          |
| 3.2.3. Kimyasal özelliklere ait ölçümler .....                                 | 21          |
| 3.2.4. Kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi .....                         | 22          |
| 3.2.5. Kurutma verilerinin matematik modellenmesi.....                         | 23          |
| 3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi .....                                       | 24          |
| <b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....   | <b>25</b>   |
| 4.1. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyvelerine ait Fiziksel Özellikler .....   | 25          |
| 4.1.1. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin geometrik özellikleri .....  | 25          |
| 4.1.2. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin hacimsel özellikleri .....   | 30          |
| 4.1.3. Renk özellikleri .....  | 32          |
| 4.1.4. Mekanik özellikler .....  | 40          |
| 4.2. Beyaz ve Siyah Mersin Meyve Örneklerinin Kurutma Karakteristikleri.....   | 52          |
| 4.3. Beyaz ve Siyah Mersin Meyvelerinin Kurutma Verilerinin Modellenmesi ..... | 54          |
| 4.3.1. ‘Exponential decay’ matematiksel model eşitliği.....                    | 54          |



|   |           |
|---|-----------|
| 4.3.2. ‘Page’ matematiksel model eşitliği .....                                 | 57        |
| 4.3.3. ‘Midilli Küçük’ matematiksel model eşitliği .....                        | 59        |
| 4.4. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyve Örneklerinin Kimyasal Özellikleri..... | 62        |
| <b>5. SONUÇ.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>6. KAYNAKLAR.....</b>  | <b>69</b> |
| <b>7. EK.....</b>   | <b>72</b> |
| <b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>74</b> |



## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

### ACIKLAMA

|      |                  |
|------|------------------|
| N    | Newton           |
| NaOH | Soydum Hidroksit |
| pH   | Hidrojenin Gücü  |

### KISALTMALAR

### SİMGELER

|      |   |
|------|---|
| FAO  | Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı |
| TÜİK | Türkiye İstatistik Kurumu                   |
| SÇKM | Suda çözünür kuru madde                     |
| TA   | Titre edilebilir asitlik                    |

## ŞEKİL LİSTESİ

| <u>Şekil</u>  | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Şekil 3.1. Beyaz (a) ve siyah (b) mersin bitkisi meyveleri örnekleri.....   |              |
| Şekil 3.2. Dijital kuvvet ölçer.....  |              |
| Şekil 3.3. Biyolojik materyal test cihazı ve beyaz mersin meyvesinin aksenal boyutları<br>( $X$ -, $Y$ -) ile aksenal kuvvetlerin ( $F_x$ , ve $F_y$ .) gösterimi.....  | 20           |
| Şekil 3.4. Sürtünme katsayılarının belirlenmesinde kullanılan düzenek .....   | 21           |
| Şekil 4.1. <i>Exponential Decay</i> ’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b,<br>c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki<br>kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler ölçülen değerler ve çizgili<br>değerler model tahmin değerleridir)..... | 56           |
| Şekil 4.2. ‘ <i>Page</i> ’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah<br>Mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma<br>eğrilerinin değişimi (noktalı değerler ölçülen değerler ve çizgili değerler<br>model tahmin değerleridir).....            | 58           |
| Şekil 4.3. ‘ <i>Midilli Küçük</i> ’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c)<br>ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki<br>kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler ölçülen değerler ve çizgili<br>değerler model tahmin değerleridir).....   | 61           |

## ÇİZELGE LİSTESİ

| <u>Çizelge</u>  | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Çizelge 4.1. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin uzunluk ve genişlik/çap değerleri.....  | 26           |
| Çizelge 4.2. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri.....  | 28           |
| Çizelge 4.3. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin ağırlık, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığına ait ortalama değerler ve standart hata değerleri.....  | 31           |
| Çizelge 4.4. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk ve meyve eti renk ölçüm değerlerinin $L$ , $a$ , $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri.....                                     | 33           |
| Çizelge 4.5. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen $L$ , $a$ , $b$ , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi..... | 36           |
| Çizelge 4.6. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen $L$ , $a$ , $b$ , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerleri.....                          | 37           |
| Çizelge 4.7. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen $L$ , $a$ , $b$ , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi..... | 38           |
| Çizelge 4.8. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen $L$ , $a$ , $b$ , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerleri.....  | 39           |
| Çizelge 4.9. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin saptan kopma direncine ait ortalama değerler.....   | 41           |
| Çizelge 4.10. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı yüzeylerdeki sürtünme katsayısı ortalama değerleri.....   | 43           |
| Çizelge 4.11. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının delme kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi.....   | 44           |
| Çizelge 4.12. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin $X$ - ve $Y$ - yükleme eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme (penetrasyon) kuvveti ( $N$ ) ile ve deformasyon değerleri.....              | 45           |

|  |    |
|--|----|
| Çizelge 4.13. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının delme kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi.....  | 46 |
| Çizelge 4.14. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- yükleme eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme (penetrasyon) kuvveti (N) ile deformasyon değerleri.....            | 47 |
| Çizelge 4.15. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi.....                                       | 48 |
| Çizelge 4.16. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- yükleme eksenlerine göre farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma (kompresyon) kuvveti (N) ile deformasyon değerleri.....                                     | 50 |
| Çizelge 4.17. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi.....                                       | 50 |
| Çizelge 4.18. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma (kompresyon) kuvveti (N) ile deformasyon değerleri.....           | 51 |
| Çizelge 4.19. Kurutulan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin son nem (% y.b) değerleri ve kuruma süreleri.....   | 53 |
| Çizelge 4.20. ‘ <i>Exponential Decay</i> ’ eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait $a$ , $b$ , $R^2$ ve $P$ değerleri.....  | 55 |
| Çizelge 4.21. ‘ <i>Page</i> ’ eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait $k$ , $h$ , $R^2$ ve $P$ değerleri.....   | 57 |
| Çizelge 4.22. ‘ <i>Midilli Küçük</i> ’ eşitliğinin sayısal değerleri ile model eşitliğinde yer alan $k$ , $h$ , $j$ , $m$ , $R^2$ ve $P$ değerleri.....  | 59 |
| Çizelge 4.23. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerine ait kimyasal özellikler [suda çözünebilir kuru madde (SÇKM,%), pH ve titre edilebilir asitlik (TA, %)] ortalama değerler ve standart hata değerleri..... | 62 |

## 1. GİRİŞ

Türkiye; Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında geçiş konumunda bulunması, çeşitli iklim tiplerine sahip olması ve ekolojik farklılıkları nedeniyle önemli bir biyoçeşitliliğe sahiptir (Anonim, 2011). Türkiye’de yaklaşık 9000 farklı bitki türü, doğal olarak yetişmekte, ancak bunlardan yeterli oranda yararlanılamamaktadır (İlçim ve Dığrak, 1998).

*Myrtaceae* familyasına bağlı olan mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.), kış ve yaz yeşil, kısa boylu (bazen 1-3 m kadar boylanabilen) ve çalı formunda çok yıllık bir bitkidir. Bu familya, yaklaşık 100 cins, 3000 tür içermekte ve çoğunlukla Avustralya'nın tropikal-subtropikal bölgelerinde ve Güney Amerika’da yetişmektedir. Sadece *Myrtus communis* türü Akdeniz çevresinde yayılma göstermiştir (Anonim, 2011).

*Myrtus communis*; doğal olarak Akdeniz bölgesinde, Avustralya’da, Kuzey Amerika’nın ılıman bölgelerinde ve Orta Doğu ülkelerinde yayılma alanına sahiptir (Baytop, 1999; Jamoussi ve ark., 2005). *Myrtus communis*; Fransa, Türkiye, Tunus’un kıyı bölgeleri ile Fas’ta yabani olarak yetişmekte, İran, Eski Yugoslavya, Korsika, İtalya ve İspanya’da ise, bu bitkinin kültürel olarak üretimi yapılmaktadır (Jamoussi ve ark., 2005). Akdeniz havzasında tipik olarak yetiştirilen doğal bitkilerinden biri olan *Myrtus communis*; ülkemizde Mersin, Antalya, Adana, Hatay, Çanakkale, İzmir ve Muğla illerinde doğal olarak yetişmektedir (Oğur, 1994). *Myrtus communis*, Türkiye’de genel olarak “mersin” adıyla bilinmesine karşın, özellikle Güney sahillerimizde “Hambeles”, “Adi mersin” ve “Murt”, adlarıyla bilinmektedir (Oğur, 1994; Aydın ve Özcan, 2007). Mersin bitkisinin taze veya kuru yapraklarının uçucu yağları, şekerleme, kozmetik veya içecek sanayinde kullanılabilir. Mersin bitkisinin yapraklarından buhar distilasyonu ile elde edilen uçucu yağları, ayrıca parfüm endüstrisi için de çok önemlidir (Akgül ve Bayrak, 1989; Boelens ve Jimenez, 1992; Akgül, 1993; Özek ve ark., 2000).

Mersin bitkisinin büyümesi yavaş, ancak uzun ömürlü, gövde ve dalları köşeli olup, gövde çevresi yaklaşık 100 yıl içinde sadece bir metre olabilmektedir. Mersin bitkisi ağacının kızıl renkli kabuğu, pul pul kalkmakta ve hoş bir koku vermekte, çok sıkı fakat ince dokulu odun kısmı ise marangozculukta ince işlerde kullanılmaktadır. Mersin bitkisinin yaprakları düz kenarlı ve derimsi, gövde üzerinde çapraz veya karşılıklı dizilişe sahiptir (Baytop, 1983).

Bitkinin çiçekleri beş parçalı olup, yaprak koltuklarından tek tek çıkmakta, bu yaprakların içeriğinde az miktarda fenolik asitlerden gallik, kafein, ellajik asit, kesretin türevleri ile beraber daha çok miktarda mirsetin ve kateşin türevleri bulunmaktadır (Romani ve ark., 1999). Bitkinin güzel kokulu ve beyaz olan çiçekleri, uzun saplı olup, yaprakların koltuklarındaki çiçekleri tek tek olduğu gibi, nadiren iki tanesi bir arada bulunabilir. Çiçek tablası, kadeh veya testi şeklindedir (Karamanoğlu, 1972). Mersin bitkisi meyveleri, üzüksü meyve tipinde ve çoğunlukla siyahımsı mor renkli veya beyaz renkli olup, sonbaharda Ekim ve Aralık ayları arasında olgunlaşmaktadır (Anonymous, 2011a). Sert ve çok miktarda küçük tohum taşımakta olup, lezzeti ise buruktur. Mersin bitkisi, böceklerle tozlanmakta ve yaygın tohum dağıtıcıları kuşlar olmakla beraber, bazı memelilerin de tohum yaydıkları gözlemlenmektedir (Aronne ve Russo, 1997).

Mersin bitkisi önemli aromatik ve tıbbi bitkilerden birisidir. Mersin meyvesi, yüksek miktarda A vitamini, B ve C vitaminleri; %0.3-0.5 oranında uçucu yağ 1.8 cineole, myrtenol, alpha-pinene, beta-pinene, geraniol vb., şeker ve organik asitler (sitrik asit ve malik asit) içermektedir (Erlaçin ve Erciyas, 1978; Doğan, 1978). Mersin bitkisinde; antosiyaninin pigmentleri; petunidin, delphinidin, peonidin, malvidin, siyanidin-3-monoglukozid ve siyanidin-3, 5-diğlukozid ile tanenler ise en yüksek oranda yapraklarda %14-19 civarında ve köklerde ise %6.64-6.8 oranında bulunmaktadır (Erlaçin ve Erciyas, 1978; Diaz ve Abeger, 1986). Mersin bitkisi, geleneksel olarak antiseptik, dezenfektan ilaç ve hipoglisemik madde olarak kullanılmaktadır (Elfellah ve ark., 1984). Mersin bitkisinin meyve ve yaprakları kabız, idrar yolları hastalıkları ve göğüs hastalıklarında antiseptik olarak verem, bronşit ve şeker hastalığına karşı dahilen

kullanılmakla beraber; yara iyileştirici olarak haricen de kullanılabilir (Baytop, 1999).

Tarımsal materyallerin biyo-teknik özellikleri (mekanik, fiziksel, hidrodinamik ve aerodinamik, kimyasal, akustik, optik vb.) hasat, harman, sınıflandırma, taşıma-iletim, ürün işleme, depolama, paket ve ambalajlama gibi birçok hasat sonrası teknolojik çalışma ve sistemlerde kullanılacak olan makina ve tesislerin projelendirilmesi, tasarım, imalat ve geliştirilmesinde önemlidir. Ayrıca, ilgili makina, tesis ve sistemlerin iş başarılarının belirlenmesi, ürün işleme ve ürünün kalite ve kontrol aşamaları ile sonuçta tüketiciye sunulmasında, ürün kalitesinin korunması gibi birçok işlemde önemli ve belirleyici bir rol oynamaktadır.

Tarımsal materyallere yönelik belirlenecek biyo-teknik özellikler kapsamında; materyalin boyut ve şekil özellikleri, yüzey alanı, aritmetik ve geometrik ortalama çap, projeksiyon alanı ve küresellik, gibi ürünün geometrik özellikleri; gerçek (meyve) ve yığın hacim ağırlıkları, porozite, birim ağırlık gibi hacimsel özellikleri; statik veya dinamik kuvvet altında materyalin davranışları, farklı hızlardaki sıkıştırma, kesme veya delme testleri, farklı sürtünme yüzeylerindeki statik ve dinamik sürtünme katsayıları ve meyvelerin saptan kopma dirençleri vb. gibi mekanik özellikleri; materyalin su ve hava akımı içerisindeki göstermiş olduğu direnç ölçümleriyle ilgili hidrodinamik ve aerodinamik özellikleri; tarımsal materyallerin  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma ve Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi gibi renk karakteristiklerinin belirlendiği optik özellikleri; titre edilebilir asitlik, pH ve suda çözünebilir kuru madde gibi kimyasal özellikleri sayılabilir.

Kurutma işlemi, biyolojik malzemeleri korumanın en popüler ve en ucuz yoludur. Su aktivitesini azaltmak (dehidrasyon), mikro organizmaların büyümesini ve biyokimyasal reaksiyonların oluşumunu engellemektir. Bu şekilde, ürüne ait kimyasallar stabilize edilir ve toz halindeki kuru ürünlerin çeşitli gıda formülasyonları içerisine dahil edilmesi kolaydır. Diğer uçucu yağ bitkileri gibi, mersin bitkisi meyvesi de raf ömrünü etkileyen oksijen ve ışığa karşı duyarlı bir bitkidir. Damıtma ile ekstra uçucu yağ toz halinde, sprey kurutma ile kapsüllenebilmektedir. Mersin bitkisi meyvesinin, piyasada



yaygın olarak bulunan bir ürün olmasına rağmen, mevcut yayınlanmış literatürler incelendiğinde, ürünün lezzet, renk ve yaprak kalitesi açısından kaliteli bir kurutma işleminin yapılmadığı düşünülmektedir.

Son yıllarda farklı meyve türlerine ait biyoteknik özelliklere dayalı olarak birçok çalışma yapılmış olsa da, mersin bitkisi meyvesinin fiziksel, mekanik, kimyasal özellikleri ve kurutmanın birlikte ele alındığı çalışmaya rastlanmamıştır. Mersin bitkisinin uçucu yağ kompozisyonları ve uçucu yağ içeriklerinin (çiçek, yaprak, meyve ve taze dalları için) araştırılması konusunda bir çok araştırmacı (Gözlekçi ve Gübbük, 2009; Pezhmanmehr ve ark., 2009; Serçe ve ark., 2010; Ghannadi ve Dezfily, 2011) çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, mersin bitkisinin biyo-teknik özellikleri kapsamında, fiziksel özelliklerinin yanında mekanik ve kimyasal özellikleri ile birlikte mersin bitkisi meyvesinin kurutma karakteristiklerinin incelenmesi de amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Brubaker ve Pos (1965), hareketli yüzeyle temas halinde olan materyalin hareket anındaki statik sürtünme katsayılarını belirlemişlerdir. Silindirik örnek kabını, yanal yüzeylerinin etkisini azaltmak için teflon ile kaplamışlar, statik sürtünme katsayısının, tanelerin nem içeriği artışına bağlı olarak çelik ve kontrplak yüzeylerde arttığını açıklamışlardır.

Vanhaelen ve ark. (1980), 4 farklı ticari mersin bitkisindeki uçucu yağların kimyasal kompozisyonunu incelemişler. Bu bitkilerde myrcene, linalool, beta-pinene, limonene, phellandrene, p-cymene, gamma-terpinene, linalyl acetate, alpha-terpineol beta-caryophyllene ve methyl eugenol bileşiklerinin bulunduğunu açıklamışlardır.

Chung ve Verma (1989), tarımsal ürünlerin statik ve dinamik sürtünme katsayılarını belirlemek için bir cihaz geliştirmişler, nem içeriğinin ve sürtünme yüzey tipinin, tanelerin kinetik (dinamik) sürtünme katsayısı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu açıklamışlardır. Döner diskin 0.066 ve 0.11 m s<sup>-1</sup> çevre hızlarında, mısır ve soya tohumları ile yaptıkları çalışmalarında, mısırdaki sürtünme katsayısının daha yüksek, çalışılan farklı sürtünme yüzeyleri için en yüksek sürtünme katsayısı değerinin ise, lastik yüzeyde olduğunu bildirmişlerdir.

Güzel ve Özcan (1991), tarımsal ürünlerin işlenmesinde, istenmeyen materyalin üründen uzaklaştırılması için yararlanılan fiziksel, aerodinamik ve hidrodinamik özellikleri kapsamında bir parametre olarak materyalin izdüşüm alanına ait ölçüm yöntemlerini karşılaştırmışlardır.

Boelens (1992), İspanya’da yetişen mersin bitkisinin uçucu yağlarının kimyasal bileşim içeriğini yaprak, çiçek, ham ve olgun meyvelerinde incelemişlerdir. Araştırmacı, 1.8-cineole, myrtenyl acetate ve alphapinene gibi uçucu yağların ana bileşenlerin konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olduğunu belirtmiştir.

Rashida ve ark. (1997), 4 Guava meyvesi çeşidinin kimyasal bileşimindeki değişikliklerini; meyve gelişimi ve olgunlaşması sırasında incelemiştir. Guava

meyvelerinin kimyasal bileşimi, toplam şeker (fruktoz, glikoz ve sakkaroz), askorbik asit, suda çözünebilir katı madde, toplam pektin ve polifenol, 3 gelişim aşamasında analiz edilmiştir. Araştırmada toplam şeker içeriği, tüm çeşitlerde meyve büyüme ve gelişmesiyle önemli ölçüde artmış, maksimum düzeyin 7 ila 30 arasında değiştiğini, bireysel şeker içeriğinin de, meyve büyüme ve gelişmesine bağlı olarak giderek artış gösterdiğini açıklamışlardır.

Özcan ve Akbulut (1998), Mersin ili Büyükeceli-Gülner yöresinden toplanan farklı iki renkte ve büyüklükteki mersin bitkisinin meyvelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada, mor renkli meyvelerde antosiyanin tespit ederlerken, beyaz renkli meyvelerde ise, antosiyaninin bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Mor renkli meyvelerde tanen miktarının beyaz renkli meyvelere göre daha yüksek olduğunu, şeker miktarının mor renkli büyük meyvelerde en fazla, daha sonra beyaz renkli meyvelerde ve en az ise mor renkli küçük meyvelerde olduğunu belirlemişlerdir. Meyve ağırlığının beyaz renkli meyvelerde ortalama 4.53 g, büyük mor meyvelerde 2.25 g ve küçük mor meyvelerde ise 1.21 g olarak çıktığını açıklamışlardır.

Öztekin ve ark. (1999), Türkiye'deki tarımsal materyallerin kurutulmasında açık havada veya sergilere sererek kurutmanın yaygın olarak kullanılan yöntemler olduğunu açıklamışlardır. Kullanılan bu yöntemlerin tarımsal ürün kalitesini azalttığını, dolayısıyla yeni kurutma yöntemlerinin kullanılmasının önemli ve gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Yağcıoğlu (1999) tarımsal ürünlerde farklı yöntemlerle kurutma yöntemleri arasında doğrudan değmeli kurutma yönteminde, kurutulacak olan ürünlerin sıcak bir yüzey üzerine serildiğini ve yüzeyden ürüne ısı geçişinin kondüksiyon ile olduğunu vurgulamıştır. Sıcak yüzey üzerine yerleştirilen ürün kalınlığının ise 5-6 cm'yi geçmemesi gerektiği ve ayrıca kuruma süresince ürünün karıştırılmasının gerekliliğini açıklamıştır.

Özek ve ark. (2000), Balıkesir ve Muğla illerinden toplanan mersin bitkisi yaprak ve dallarının uçucu yağlarının kimyasal kompozisyonunu araştırmışlardır. Sonuçta, uçucu

yağ ana bileşenlerinin; bitki yaprağında 1.8-cineole ve linalool ile dallarda myrtenyl acetate olduğunu açıklamışlardır.

Yaldız ve ark. (2000), Sultani çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjili kurutucu ile kurutulmasının modellemesini yapmışlardır. Kurutma sistemi; güneş enerjili kurutucu, kurutma odası ve güneş enerjili hava ısıtıcısından oluşmaktadır. Kurutma havası, güneş enerjili hava ısıtıcısının yardımıyla ısıtılmış ve kurutma odasında bulunan rafın üzerindeki ürünün içerisinden geçirilerek kurutma işlemi yapılmıştır. Kurutma işlemine kurutma havası hızının etkisini belirlemek için hava hızı, fanın giriş ağzında bulunan bir klape yardımıyla 0.5, 1.0 ve 1.5 m s<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Kurutma havası sıcaklığının etkisi için, denemeler farklı zamanlarda tekrarlanmış, dış ortam ve kurutucuya giriş havası sıcaklığı ve bağıl nemi ile güneş ışınımı değerleri ölçülmüştür. Çalışmalarında nem oranının (MR), ürünün belirli bir zaman ( $\theta$ ) diliminde nem içeriğinin (M) ilk nem içeriğine (M<sub>0</sub>) oranı olduğunu ve zamanın ( $\theta$ ) fonksiyonu olduğunu belirlemişler, en uygun modeli ise kararlılık katsayısı (R<sup>2</sup>) değerini kullanarak belirlemişlerdir.

Bashir ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada beyaz ve pembe etli Guava meyvesinin olgunlaşma sırasında pestilini ve kabuğundaki kompozisyon değişimlerini incelemişlerdir. Guava meyve türlerinin çekirdek dokusu sertliğinin kademeli olarak azaldığını, toplam suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), toplam şeker ve meyve eti sertliğindeki azalmanın, Guava türlerinin pestil hamurunda ve kabuğunda artış gösterdiğini açıklamışlardır. Şeker oranı ve titre edilebilir asitlik değerinin tam olgunluk aşamasına kadar arttığını ve daha sonra azaldığını açıklamışlardır. Askorbik asit ve fenolik bileşiklerin ise, beyaz ve pembe tip meyvelerde olgunlaşma süresince sürekli olarak azalış gösterdiğini vurgulamışlardır.

Mulas ve Fadda (2004), 10 farklı genotip mersin bitkisinin çiçek organlarının morfolojisini araştırmışlardır. Sürgündeki çiçek sayısı, çiçek sapı uzunluğu, uzunluğu, genişliği, rengi, petal sayısı, korolla çapı, pistil uzunluğu, stamen uzunluğu ve stamen sayısı gibi özellikleri incelemişlerdir.

Aydın ve Özcan (2007), Mersin ilinde yabani olarak yetişen mersin bitkisi meyvesinin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerini incelemişlerdir. Protein, yağ, tanen, indirgen şeker gibi kimyasal özellikleri ile meyve boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, 100 meyve ağırlığı, meyve kopma direnci gibi fiziksel özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada boyutlar, ağırlık, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, hacim ağırlığı, porozite, projeksiyon alanı, 100 meyve ağırlığı, son hız ve deneyde kullanılan mersin bitkisi meyvesinin meyve kopma mukavemeti gibi fiziko-mekanik özelliklerini belirlemişlerdir. Mersin bitkisi meyvesinin bazı fiziko-mekanik özelliklerini nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak değerlendirmişler, ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerlerinin sırasıyla 13.75 mm, 8.11 mm, 7.57 mm ve 10.53 mm olarak bulunduğunu açıklamışlardır.

Gözlekçi ve Gübbük (2009), Batı Akdeniz florasında yetişen mersin bitkisinin mor ve beyaz renkli meyve tiplerinde yaprak ve meyvelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi makro besin ve demir, mangan, çinko, bakır gibi mikro besin element içeriklerini araştırmışlardır. Meyve büyüklüğünün mor renkli meyvelerde, beyaz renkli meyvelerden daha yüksek olduğunu, suda çözünebilir kuru madde miktarının beyaz renkli meyvelerde mor renkli meyvelere oranla daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Makro ve mikro besin maddelerinden azot ve potasyum elementleri hariç, yapraktaki değerlerin meyvelerden daha yüksek çıktığını açıklamışlardır.

Nassar ve ark. (2010), mersin bitkisinde biyoaktivite ve sekonder metabolitler açısından bitki yapraklarındaki uçucu yağ ana bileşenlerinin alpha-pinene, 1,8-cineole ve linalool olarak çıktığını belirtmişlerdir.

Serçe ve ark. (2010), mersin bitkisi meyvelerinin yağ asidi kompozisyonu ile antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Mersin bitkisi meyvelerinin esansiyel yağ asitleri açısından çok zengin olduğunu, yağ asidi açısından meyvelerin palmitik, oleik ve stearik asit öncelikli olarak toplam 14 yağ asidi içerdiğini, ayrıca, meyve rengi ile yağ asidi kompozisyonunun arasında bir ilişkinin olduğunu da açıklamışlardır.

Alniak (2011), erik meyvelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla farklı hasat dönemlerindeki eriklerin nem içeriği, geometrik ortalama çap, şekil indeksi, küresellik, yığın ve tane hacim ağırlığı, projeksiyon alanı ve porozite gibi bazı fiziksel özellikleri ile meyve dal kopma kuvveti, sıkıştırma kuvveti altındaki davranışı ile farklı düşme yüksekliklerindeki farklı yüzeyler üzerindeki meyve zedelenme durumları gibi bazı mekanik özelliklerini incelemiştir. Eriklerin hasat dönemlerine ilişkin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ait istatistiksel farklılıkların hangi hasat döneminden kaynaklandığını da incelemiştir. Sonuçta, eriklerin hasat dönemleri arasındaki farklılığın, nem içeriği, geometrik ve hacimsel özellikler gibi fiziksel özellikler ile meyve kopma kuvveti, sıkıştırma kuvvetleri ile zedelenme indeksi gibi mekanik özellikler açısından  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olduğunu açıklamıştır.

Haciseferoğulları ve ark. (2012), Mersin ilinde yetişen siyah ve beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinin potansiyel kullanımlarını saptamak için biyokimyasal ve teknolojik özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, meyvelerin malik, tartarik ve sitrik asit ile protein ve yağ içeriklerini açıklamışlardır. Bu bitkilerin Ca, K, Mg, Na gibi minerallerce de zengin içeriğe sahip olduklarını, meyve uzunluk, genişlik/çap, ağırlık, çekirdek yoğunluğu ve porozite değerlerini belirlemiştir.

Yıldırım ve ark. (2013), çalışmalarında doğal olarak yetişen Adana (Karaisalı) ve Mersin (Tarsus ilçe merkezi, Yanıkkışla köyü ve Erdemli ilçesi) ekolojik koşullarındaki 60 adet mersin bitkisinin (*Myrtus communis* L.) seleksiyonunu incelemiştir. Değişik genotiplerden yapılan örneklemelede, mersin bitkisinde meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), çiçek çapı, bir çiçekteki erkek organ sayısı gibi özelliklerin sırasıyla 0.2-2.01 g, 7.52-16.73 mm, 5.52-14.74 mm, %11.57-29.13, 19.58-29.70 mm, 129-264 adet olarak belirlendiğini açıklamışlardır.

Altuntaş ve ark. (2013), muşmula meyvelerinin hasat ve yeme olumu dönemi arasındaki fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Fiziksel özelliklerden geometrik ortalama çap, küresellik, projeksiyon alanı, gerçek ve yığın hacim ağırlıkları, porozite ile renk karakteristik değerlerini hasat ve yeme olumu dönemi için belirlemiştir. Muşmula meyvelerinin mekanik özelliklerinden sıkıştırma yükü altındaki kopma kuvveti, deformasyon ve absorbe edilen enerji değerleri ile meyvelerin

kimyasal özelliklerinden pH, suda çözünebilir kuru madde ve toplam asitlik değerlerini de belirlemişlerdir. Muşmula meyvelerinin geometrik ortalama çap, küresellik ve meyve hacim ağırlığı değerleri, meyvelerin yeme olumunda azalış gösterirken, yığın hacim ağırlığı değerleri ise artış göstermiştir. Muşmula meyvelerinin gerçek (meyve) hacim ağırlığı değerlerinin hasat olumundan yeme olumuna kadar %10.9 oranında azalış göstermesine karşın, yığın hacim ağırlığı ve yüzey alanı değerlerinin sırasıyla %19.7 ile %23.81 oranında azalış gösterdiğini açıklamışlardır. Bunun yanında, muşmula meyvelerinin toplam asitlik değeri ve suda çözünebilir kuru madde değerlerinin meyve yeme olum döneminde ise, azalış gösterdiğini açıklamışlardır.

Uzun ve ark. (2014), siyah mersin bitkisi meyvesinin tarımsal özellikleri konusunda az bilgi bulunması, yüksek antioksidan özellikleri, önemli bir hastalık ve zararlısının olmaması nedeniyle organik olarak yetiştirilmesinin cazip olduğunu açıklamışlardır. Çalışmada, iri meyveli siyah mersin bitkisi tiplerini selekte ederek, farklı ekolojilerde bu çeşitlerle bahçeler tesis edilerek, bu bahçelerdeki bitkilere ait sürgün ve meyvelerin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Antalya yöresinden iri meyveli üç siyah mersin bitkisi tipleri belirlenmiş, bu tiplerle Antalya Merkez ve Yumaklar köyündeki örnek bahçeler tesis edilmiştir. Siyah mersin bitkisi tiplerine ait meyvelerin ağırlıklarının 1 gram civarında olduğu ve dolayısıyla yabancı türlerden daha iri olduğunu, bitkilerin ikinci yılda 7-10 kg bitki<sup>-1</sup> verim değerlerine ulaştığını, bu durumun mersin bitkilerinde gençlik kısırlığı döneminin diğer meyvelere göre daha kısa olduğunu açıklamışlardır. Bitkilerin ilk yıl 2 metreye kadar sürgün geliştirdiğini, ancak ikinci yıl sürgün gelişiminin azaldığını ve bitkilerde en yüksek antioksidan aktivitesinin yapraklarda tespit edildiğini açıklamışlardır. Meyvelerde en önemli organik asitlerin; malik (330-809 mg 100 g<sup>-1</sup> taze meyve) ve sitrik asit (106.1-190.1 mg 100 g<sup>-1</sup> taze meyve) olduğunu belirlemişlerdir. Yapraklardaki uçucu yağ bileşenlerinin içerisinde en fazla bulunan 1.8-cineole ve  $\alpha$ -pinene miktarının sırasıyla; siyah mersin bitkisi meyveleri için ise %38.65 ve %30.15; beyaz mersin bitkisi meyveleri için ise %33.94 ve %29.33 olduğunu açıklamışlardır. Siyah mersin bitkisi meyvelerinin gıda özellikleri üzerindeki araştırmaların devam ettiğini, endüstrinin siyah mersin bitkisi meyveleri talebini karşılamak amacıyla üretimin teşvik edilmesi gerektiğini açıklamışlardır.

Yıldız ve Altuntaş (2015), üvez meyvelerinin boyut, şekil, hacim ağırlıkları ve sürtünme özelliklerinin, hasat sonrası sınıflandırma, depolama ve taşıma yapılarının tasarımı için önem taşıdığı; bu nedenle de, üvez (*Sorbus domestica* L.) meyvelerinin bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini belirlemiştir. Çalışmalarında, üvez meyvelerinin fiziksel özellikleri olarak geometrik ortalama çap, hacim, hacim ağırlıkları, meyve ağırlığı, yüzey alanı özelliklerini; mekanik özellikler olarak sürtünme ve kopma direnci; kimyasal özellikler olarak da, pH, suda çözünebilir kuru madde ve titre edilebilir asitlik değerlerini incelemiştir. Hasat sonrası teknolojik uygulamalarda, üvez meyvelerinin biyoteknik (fiziksel, mekanik ve kimyasal) özelliklerinin göz önüne alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Seçkin ve ark. (2015), gelişen gıda teknolojilerinde pH değerinin düşürülmesi, hafif ısıtma ve koruyucu kullanımı gibi yöntemlerle taze ürün için, fiziksel ve kimyasal özelliklerin daha iyi korunabildiğini, taze ürünlerin kurutulmuş veya orta nemli ürünler elde etme yöntemleri hakkında bilgiler vererek, yarı kurutulmuş ürünlerin yeme kalitesi açısından tüketiciler tarafından tercih edildiklerini açıklamışlardır.

Kalyoncu (2016), farklı hasat dönemlerinin O-44 karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) genotipine ait meyvelerin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Karayemiş meyveleri için üç farklı hasat dönemi (20 Temmuz, 27 Temmuz ve 2 Ağustos) kullanılarak, karayemiş meyvelerinin fiziksel özellikleri olarak; geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, meyve hacim ağırlığı, yığın meyve hacim ağırlığı; mekanik özellikler olarak meyve kopma direnci, meyve sıkıştırma ve delme kuvveti ve deformasyon özellikleri ile statik sürtünme katsayısı değerlerini de incelemiştir. Ayrıca, karayemiş meyvelerinin renk özellikleri ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ ), kimyasal özellikleri olarak; pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilirlik asitlik değerleri, C vitamini, antioksidan kapasitesi, toplam monomerik antosiyanin ve fenolik bileşiklerini de incelemiştir. Karayemiş meyvelerinin meyve kopma direnci değerlerinin olgunlaşma düzeyine göre, 5.04 N'dan 3.09 N değerine azalma gösterdiğini, statik sürtünme katsayısının kontrplak, silikon, laminant ve galvaniz sac sürtünme yüzeyleri için olgunluk düzeyleri boyunca artış gösterdiğini açıklamıştır. O-44



genotipine ait karayemiş meyvelerinin SÇKM değerlerinin, hasat dđnemlerine gđre %7.57'den %15.53'e; C vitamini değerlerinin ise 90.67'den 150 mg 100 g<sup>-1</sup> değerine artış gđsterdięini açıklamıştır.



### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Mersin bitkisi meyvelerinin biyoteknik özelliklerine ait fiziksel ve mekanik analizler, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Biyolojik Malzeme Laboratuvarı'nda, kimyasal analizler, Gaziosmanpaşa Üniversiteleri, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Meyvecilik Araştırma Laboratuvarı'nda ve kurutma işlemi ise Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Çalışmada, deneme materyalleri olarak mersin iline bağlı Erdemli ilçesinden elde edilen ve doğal olarak yetişen beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesi örnekleri kullanılmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitki habituslarının Yıldırım ve ark. (2013)'nın belirtmiş olduğu 6 numaralı sarkık yapıda olduğu gözlemlenmiştir.

Beyaz mersin bitkisi meyvelerinin hasadı 2016 yılı Eylül ayında, siyah mersin bitkisi meyvelerinin hasadı ise 2016 yılı Aralık ayında yapılmıştır. Beyaz mersin bitkisi meyveleri, tam olgunluk döneminden 1 hafta önce hasat edilmiş olup, siyah mersin bitkisi meyveleri ise tam olgunluk döneminde hasat edilmiştir (Şekil 3.1).



a)



b)

Şekil 3.1. Beyaz (a) ve siyah (b) mersin bitkisi meyveleri örnekleri

### 3.1.1. Denemelerde kullanılan düzenek ve ölçüm aletleri

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin boyut özelliklerinin belirlenmesinde; boyut özellikleri olarak uzunluk ve genişlik dikkate alınıp, 0.01 mm hassasiyette dijital kumpas (Model No; CD-6CSX, Mitutoyo, Japonya) kullanılmıştır. Dijital kumpasa ait diğer özellikler ise;  $1.5 \text{ m s}^{-1}$  ölçüm hızı, 165 mAh kapasite,  $5^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$  çalışma sıcaklığı, 1 gümüş oksit batarya, SR 44, 1.55 V gücü ve LCD görünümüdür.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin ağırlıklarının belirlenmesinde, 0.001 g hassasiyette (Kern EW 620- 3 NM, Almanya) elektronik terazi kullanılmıştır.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin hacim ağırlıklarının belirlenmesinde, sıvı yer değiştirme metodu kullanılmış ve sıvı olarak saf su kullanılmıştır. Mersin bitkisi meyvelerinin yığın hacim ağırlıklarının belirlenmesinde hektolitre yöntemi kullanılmıştır.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde; meyvelerin saptan kopma direnci için, dijital kuvvet ölçer (Tronic; HF-50, 100 N, Tayvan); meyve penetrasyon direnci (delme testi) ve meyve sıkıştırma testleri (basma testi) için ise biyolojik materyal test cihazı (Sundoo dijital çeki bası dinamometre ölçüm cetveli standlı SH-500, 0.1 N, Çin) kullanılmıştır. Dinamometre özellikleri olarak; ölçülecek birimi seçebilme (N, kg, lb), dinamometrenin ölçüm sonuçlarını RS-232C ile bilgisayara Excel olarak aktarabilme ve çıktı alabilme sayılabilir. Dinamometre, ölçüm standı sayesinde, ölçü cetvelinden ilerleme mesafesini izleyebilme mümkündür. Ayrıca farklı aparat uçlarla delme, sıkıştırma, kesme ve çekme işlemlerini yapabilmektedir. Dinamometre; stand, dijital cetvel, bilgisayar programı ve bağlantı kabloları ile beraber çeşitli farklı amaçlar için farklı uçlardan oluşmaktadır.

Mersin bitkisi meyvelerinin farklı yüzeylerdeki (kauçuk lastik, PVC ve galvanizli sac) sürtünme katsayılarının ölçümlerinde ise eğimli masa deneme seti kullanılmıştır.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin renk özelliklerinin belirlenmesinde, renk ölçer cihazı (Minolta Co., model CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde, meyve örneklerinin püre haline getirilmesi için blender (Philips marka 700 W) kullanılmıştır. Denemelerde, pH metre, titre edilebilir asitlik ölçümü için manyetik karıştırıcı, ŞÇKM ölçümleri için dijital refraktometre kullanılmıştır. pH ölçümü için kullanılan Hanna marka pH metrenin bazı özellikleri (ölçüm aralığı: 0-14 pH | 0-60°C (32-140°F); hassasiyet: +/-0.01 pH +/-0.5°C (+/-1°F) sayılabilir.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutma özelliklerinin belirlenmesinde, etüvde kurutma yöntemi uygulanmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri tüm meyve olarak 50°C, 60°C ve 70°C derecede kurutulmuştur.

### 3.2. Yöntem

Bu çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait örneklerin nem içerikleri kuru etüvde 70°C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin hasat sonrası yaş baza göre nem içeriği %79±0.1 iken, siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinin nemi ise %62±0.1 olduğu belirlenmiştir.

#### 3.2.1. Fiziksel özelliklere ait ölçümler

##### *Boyut özellikleri ve meyve ağırlığının belirlenmesi*

Tüm fiziksel ölçümler, 100 adet meyve örneklerinin tesadüfi seçilmesiyle yapılmış ve daha sonra ortalama, maksimum ve minimum değerler ile standart hata değerleri belirlenmiştir. Mersin bitkisi meyvelerinin uzunluk ve genişliği kumpas ile ölçülmüştür. Mersin bitkisi meyveleri iki boyutlu olarak incelenmiş, kalınlık boyutu dikkate alınmamıştır (Hacıseferoğulları ve ark. 2012). Meyve ağırlığı ölçümlerinde; dijital hassas terazi ile ölçümü yapılmadan önce meyve sapları kopartılmıştır. Ürünlerin aksenel boyutlarının (uzunluk ve genişlik/çap) ölçümü ile mersin bitkisi meyveleri örneklerinin ağırlıkları ayrı ayrı yapılmıştır.

##### *Geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve meyve hacminin belirlenmesi*

Mersin bitkisi meyvelerinin geometrik ortalama çap ( $Gç$ ), küresellik ( $Kr$ ), yüzey alanı ( $YA$ ) ve hacim ( $H$ ) değerleri; uzunluk ve genişlik ölçüm değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikler yardımıyla Mohsenin (1980)'e hesaplanmıştır.

$$Gç = (UG^2)^{1/3}$$

$$Kr = (Gç/U). 100$$

$$YA = \pi.Gç^2$$

$$H = \pi/6. (UG^2)$$

Burada;

$Gç$  : Geometrik ortalama çap (mm)

$U$  : Uzunluk (mm)

$G$  : Genişlik (mm)

$Kr$  : Küresellik (%)

$YA$  : Yüzey alanı (cm<sup>2</sup>)

$H$  : Hacim (cm<sup>3</sup>)

#### *Meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığının belirlenmesi*

Mersin bitkisi meyvelerinin hacim ağırlıklarının belirlenmesinde, sıvı yer değiştirme metodu kullanılmıştır. Akışkan olarak su yerine etil alkol ve benzeri sıvılar da kullanılabilir (Mohsenin, 1980). Bu çalışmada saf su kullanılmıştır. Meyve hacim ağırlığı ölçümleri için; dereceli ölçü kabına 40 ml saf su konularak üzerine ağırlığı belirlenmiş olan mersin bitkisi meyve örnekleri konulmuştur. Daha sonra saf su içine atılan meyvenin taşırdığı gerçek hacim, ölçülü pipet kullanılarak belirlenmiş, ağırlık ve hacim oranlamasıyla meyve (gerçek) hacim ağırlığı bulunmuştur (Mohsenin, 1980).

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin yığın hacim ağırlıkları için hektolitreye yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla ¼ litrelik hektolitreye kabına meyve örneklerinin belirli bir yükseklikten bir huni yardımıyla tepeleme doldurulmasıyla, kap hacmi ve meyve örnek ağırlığı dikkate alınarak kg m<sup>-3</sup> cinsinden meyvelerin yığın hacim ağırlıkları belirlenmiştir (Altuntas ve Yıldız, 2007).

#### *Renk zelliklerinin belirlenmesi*

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin meyve kabuğu ve kabuk altı (meyve eti) için renk özelliklerini belirten değerler ölçülmüştür. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait örneklerin renk ölçümleri için (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japonya) renk ler kullanılmıştır (McGuire, 1992). Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin meyve kabuğu ve meyve eti üzerinden renk zellikleri;  $L$ ,  $a$  ve  $b$  cinsinden belirlenmiştir. Hazırlanan renk skalasına göre;  $L$  değeri parlaklık (0 karanlık,

100 aydınlık);  $a$  değeri kırmızı/yeşil renk (+ değer kırmızılığı, - değer ise yeşilliği);  $b$  değeri sarı/mavi rengi (+ değer sarılığı, - değerler maviliği) göstermektedir. Kroma ( $C$ ) ve Hue açısı ( $h$ ) değerleri, Bernalte ve ark. (2003)'ün belirttiği aşağıdaki eşitliklerle elde edilmiştir. Kahverengileşme derecesi (Browning Index, BI), kahverengi rengin saflığını temsil eder ve esmerleşme ile ilişkili önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Mohammadi ve ark., 2008).

$$C = [a^2 + b^2]^{1/2}$$

$$h = \left[ \tan^{-1} \frac{b}{a} \right]$$

$$BI = \frac{[100(x - 0.31)]}{0.17}$$

$$x = \frac{(a + 1.75L)}{(5.645L + a - 3.012b)}$$

### 3.2.2. Mekanik özelliklere ait ölçümler

Beyaz ve siyah mersin meyvelerine ait örneklerin mekanik özelliklerine ait ölçümler olarak; meyvenin saptan kopma direnci, meyve delme testi, sıkıştırma testi ve statik sürtünme katsayısı ölçümleri yapılmıştır.

#### *Meyve kopma direncinin belirlenmesi*

Beyaz ve siyah mersin meyvelerine ait örneklerin sap kısmından ayrılması açısal ve aksenal olacak şekilde dijital kuvvet ölçer (çeki dinamometre) kullanılarak Newton (N) cinsinden ifade edilmiştir. Bu amaçla, Tronic marka dijital kuvvet ölçer (Tronic; HF-50, 100 N, Tayvan) kullanılmıştır (Şekil 3.2).

### *Meyve sıkıştırma ve delme kuvveti ile deformasyonların belirlenmesi*

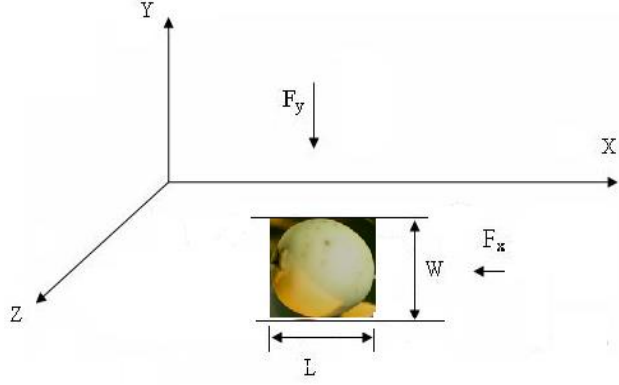
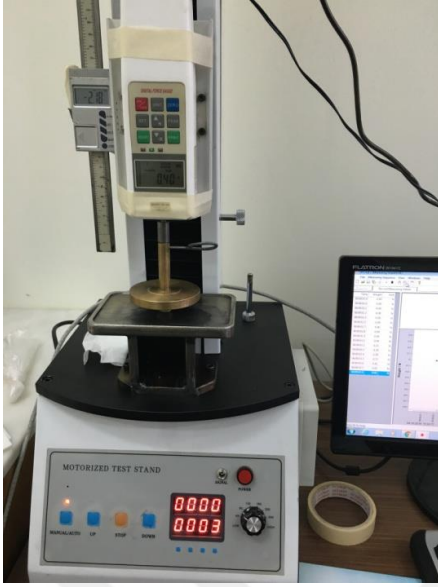
Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin mekanik ölçümlerinde sıkıştırma ve delme testleri uygulanmıştır. Ölçümlerde motorlu otomatik kontrollü biyolojik materyal test cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu test cihazı 3 ana bileşen (sabit plaka, hareketli plaka ve data kazanım ünitesi (yük hücresi) ile PC kart ve bilgisayar yazılımından oluşmaktadır. Hareketli plaka; sıkıştırma testlerinde dairesel bir tabla şeklinde olurken, delme testlerinde ise silindirik bir çubuk/iğne şeklindedir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin delme testleri için 1.2 mm çelik iğne uç ve sıkıştırma testleri için 75 mm çaplı dairesel pirinç plaka kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan biyolojik materyal test cihazı; motorlu ve otomatik kontrollü ve dijital göstergeli çeki-bası dinamometresi, ölçüm cetveli standı, sabit plaka ve kablolu bir bilgisayar bağlantısından oluşmaktadır (Şekil 3.3). Denemelerde sıkıştırma ve delme testleri sonucu kuvvet ve deformasyon ölçümleri yapılmış ve okuma değerleri ise sırasıyla N ve mm cinsinden verilmiştir. Beyaz mersin meyvesinin eksenel boyutları ( $X$ -,  $Y$ -) ile eksenel kuvvetlerin ( $F_x$  ve  $F_y$ ) gösterimi Şekil 3.3’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Dijital kuvvet ölçer





Şekil 3.3. Biyolojik materyal test cihazı ve beyaz mersin meyvesinin aksenal boyutları (X-, Y-) ile aksenal kuvvetlerin ( $F_x$ , ve  $F_y$ .) gösterimi

#### *Sürtünme katsayısının belirlenmesi*

Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin sürtünme katsayısı ölçümü için, eğimli masa düzeneği (Şekil 3.4) kullanılmıştır. Farklı sürtünme yüzeyleri üzerinde yer alan meyve örneklerinin hareketine izin verecek şekilde eğimli masa bir kol ile hareketlendirilerek, ilk hareketin sağlandığı durumda eğimli masanın eğim açısı (tanjant değeri), statik sürtünme katsayısını belirlemek için kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Sürtünme katsayılarının belirlenmesinde kullanılan düzenek

### 3.2.3. Kimyasal özelliklere ait ölçümler

#### *pH değerinin belirlenmesi*

Beyaz ve siyah mersin bitkisine ait meyve örneklerinin bir blendır içinde parçalanarak elde edilen meyve suyundan ölçümler, cam elektrotlu bir pH metre ile doğrudan yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007). pH ölçümü masa tipi pH metre (HI9321, Hanna, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

#### *SÇKM (Suda Çözünabilir Kuru Madde) değerinin belirlenmesi*

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinin SÇKM değerinin belirlenmesinde, dijital refraktometre kullanılmıştır. pH ölçümü için elde edilen meyve suyundan bir el pipeti vasıtasıyla yeterince çekilen meyve suyu dijital refraktometreye (PAL-1, Atago McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash., ABD) damlatılmış, SÇKM (Brix) değeri % olarak ifade edilmiştir.

### *Titre edilebilir asitlik (TA) değerinin belirlenmesi*

pH ölçümü için hazırlanan mersin bitkisi örneklerinin meyve suyu örneğinden 10 ml alınarak üzerine 10 ml saf su eklenmiş ve pH'nın 8.1 değerine ulaşmcaya kadar harcanan 0.1 mol L<sup>-1</sup> NaOH çözeltisi (ml) miktarı dikkate alınarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Titre edilebilir asitlik değeri sonuçları, malik asit cinsinden (g malik asit 100 g<sup>-1</sup>) ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007).

$$TA = \left[ \frac{SxNxExE}{B} x100 \right]$$

TA: Titre edilebilir asitlik değeri (g malik asit 100 g<sup>-1</sup>)

S: Harcanan sodyum hidroksidin miktarı (mL)

N: Harcanan sodyum hidroksidin normalitesi

E: İlgili asitin equivalent değeri (malik asit için 0.067 g alınmaktadır)

B: Alınan örnek miktarı (mL)

### **3.2.4. Kurutma karakteristiklerinin belirlenmesi**

Bu çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri etüvde kurutma yöntemi uygulanmıştır. Etüvde kurutma yönteminde 3 farklı sıcaklıkta kurutma yapılmıştır. Ön denemeler sonucunda, yapılan kurutma sıcaklıkları minimum 50°C, optimum 60°C ve maksimum 70°C olacak şekilde belirlenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kurutulmasında etüvde kurutma yönteminde meyveler tüm olarak 50°C, 60°C ve 70°C sıcaklıklarda kurutulmuştur. Bu sıcaklık değerlerinin, meyve kurutma çalışmalarında verilen sıcaklık değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Kurutma işlemleri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyosistem Bölümü Kurutma Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

Öncelikle materyalin hasat sonrası ilk nem seviyesini belirlemek amacıyla etüvde nem tayini yapılmıştır. Nem tayini örnekleri için meyvelerden yaklaşık olarak 20 g örnek

alınmıştır. Örnekler 4 tekerrür olarak hazırlanmıştır. Nem tayini 70°C’de 24 saat NÜVE Marka F 500 model etüvde bekletilerek yapılmıştır.

Çalışmada yaş ürün nemini %9-11 nem içeriğine düşürmek amaçlanmıştır. Buna göre her deneme için kullanılan materyalin dört tekerrürden üçü uygun ağırlığa ulaştığında, denemelere son verilmiştir. Mersin bitkisi meyvelerinin ağırlıklarının belirlenmesinde 0.001 g hassasiyette (Kern EW 620- 3 NM, Almanya) elektronik terazi kullanılmıştır. Etüvde kurutma yapılırken belirlenen zaman dilimlerinde (tüm sıcaklıklarda ilk yarım saat sonra 2 kez, 1 saat sonra 1 kez, daha sonra belirlenen son nem değerine ulaşınca kadar üçer saat arayla 1 kez), mersin bitkisi meyveleri örneklerinin sabit nem değerine gelinceye kadar ağırlık kayıpları hassas terazi ile tartım yapılarak belirlenmiştir.

### 3.2.5. Kurutma verilerinin matematik modellenmesi

Çalışmada, araştırma materyali olarak kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kurutma işlemi esnasında, zamana bağlı olarak üründen uzaklaştırılan nemi belirlemek için aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e}$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Kurutulan materyalin anlık nem içeriği

M<sub>e</sub>: Kurutulan materyalin verilen durumdaki

M<sub>0</sub>: Kurutulan materyalin ilk nem içeriği

Mersin bitkisi meyveleri örnekleri tüm meyve olarak kurutulmuştur. Kurutma işlemindeki nem değişiminin modellenmesi için ‘*Exponential Decay*’, ‘*Page*’ ve ‘*Midilli Küçük*’ modelleri kullanılmıştır. Bu matematiksel modellerin, farklı tarımsal materyaller için kullanılan önceki literatür çalışmalarındaki, model uygulamalarıyla da uyumlu olmasına dikkat edilmiştir.

Kullanılan kurutma modellerinin eşitlikleri aşağıda verilmiştir:

| <i>Kurutma Modeli</i>    | <i>Model eşitliği</i>     | <i>Referanslar</i>                     |
|--------------------------|---------------------------|--|
| <i>Page</i>              | $f=\exp(-k. (t^2. h))$    | Page 1949; da Silva <i>et al.</i> 2005 |
| <i>Midilli Küçük</i>     | $f=h.\exp (-j.(t^k))+m.t$ | Midilli ve ark. (2002)                 |
| <i>Exponential Decay</i> | $f=a.\exp (-b.x)$         | Polatçı (2012)                         |

Mersin bitkisi meyvelerinin kurutma çalışmalarında, üçer tekerrür halinde gerçekleştirilerek nem değişim değerlerinin ortalaması alınmıştır. Üç tekerrüre ait ortalama değerden tek bir kuruma modeli oluşturulmuştur. Kurutma modellerini oluşturmak için bir bilgisayar paket programı kullanılmış olup, matematiksel modellerdeki formüllerde kullanılan bazı katsayı değerleri, ilgili programda kullanılarak mersin bitkisi örneklerinin kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerinin sonuç raporlarında verilen ve modellere ait formüllerin katsayıları ile modellere ait kuruma eğrilerinin ( $P$ ) değerleri ve  $R^2$  değerleri de ayrıca verilmiştir (Polatçı, 2012).

### 3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri ile kurutma karakteristiklerinin belirlenmesine yönelik parametrelere ait veriler, SPSS istatistik paket programı ile başka bir bilgisayar istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Renk ölçümleri, mekanik ölçümler ve kimyasal ölçümler için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Çoklu karşılaştırma için ise ‘*Duncan testi*’ kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan mersin bitkisi meyvelerinin beyaz ve siyah tiplerine ait alınan örneklerin fiziksel özellikleri olarak geometrik, hacimsel ve renk özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özellikleri ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Fiziksel özelliklerden geometrik özellikler; boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, ve yüzey alanı, hacimsel özellikler; meyve hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, ağırlık/kütle, renk özellikleri olarak mersin bitkisi meyvelerinin kabuk ve kabuk altı için  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi değerleri incelenmiştir. Mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özelliklerinden meyvenin saptan kopma direnci, delme testi, sıkıştırma testi ve statik sürtünme katsayısı değerleri ile beraber kimyasal özelliklerinden suda çözünebilir kuru madde oranı ( $SÇKM$ ), pH ve titre edilebilir asitlik ( $TA$ ) incelenmiştir. Bunun yanında mersin bitkisi meyvelerinin kurutma karakteristikleri ve model eşitlikleri de belirlenmiştir.

### 4.1. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyvelerine ait Fiziksel Özellikler

#### 4.1.1. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin geometrik özellikleri

Çalışmada siyah ve beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin geometrik özelliklerinden boyut özellikleri (uzunluk ve genişlik/çap), geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin genotip olarak özellikleri farklı olduğu için temel istatistik hesaplamalar kendi içerisinde yapılmış olup, iki genotip açısından istatistiksel bir karşılaştırma yapılmamıştır.

##### 4.1.1.1. Boyutsal Dağılım

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin geometrik özellikleri içerisinde yer alan boyut özelliklerine [uzunluk ( $U$ , mm), genişlik ( $G$ , mm)] ait ortalama ve standart hata değerleri, Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin uzunluk ve genişlik/çap değerleri

| Boyutsal özellikler              |             | Beyaz        | Siyah       |
|----------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Uzunluk<br>( <i>U</i> , mm)      | Max.        | 19.68        | 11.19       |
|                                  | Min.        | 11.04        | 8.17        |
|                                  | <b>Ort.</b> | <b>15.90</b> | <b>9.60</b> |
|                                  | SEM (*)     | 0.14         | 0.07        |
| Genişlik/çap<br>( <i>G</i> , mm) | Max.        | 15.62        | 10.25       |
|                                  | Min.        | 9.34         | 6.60        |
|                                  | <b>Ort.</b> | <b>12.83</b> | <b>8.34</b> |
|                                  | SEM         | 0.12         | 0.06        |

(\*): SEM: standart hata (standard error of mean)

Çizelge 4.1 incelendiğinde, mersin bitkisinin beyaz ve siyah renkli meyvelerinin boyutsal (uzunluk ve genişlik) özelliklerine ait değerlere bakıldığında, beyaz renkli olan meyvelerin siyah renkli olanlara göre daha iri olduğu görülmüştür. Beyaz renkli meyvelerin uzunluk ve genişlik değerlerine ait ortalamalar sırasıyla 15.90 mm ve 12.83 mm olarak bulunurken, siyah renkli mersin bitkisi meyveleri için uzunluk ve genişlik değerleri sırasıyla 9.60 mm ve 8.33 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre, beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinin siyah renklilere göre uzunluk ve genişlik değerleri açısından %65.63 ve %53.84 oranlarında daha iri olduğu görülmüştür.

Aydın ve Özcan (2007), mersin bitkisinin meyve genişliğini 8.71 mm ve meyve uzunluğunu ise 13.75 mm olarak belirlerken, Gözlekçi ve Gübbük (2009), mersin meyvesinde meyve boyutlarının mor meyve örneklerinde, beyaz meyve örneklerine göre daha yüksek olduğunu açıklamışlardır. Yıldırım (2012), çalı formundaki siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvelerin boyutlarının benzer büyüklükte olduklarını, siyah renkli meyve örneklerinin çalı formunda olmayan beyaz meyvelerden daha küçük olduklarını açıklamıştır. Yıldırım ve ark. (2013), Adana ve Tarsus ilçelerinden selekte edilen 60 mersin bitkisi genotipine sahip meyvelerin meyve uzunluklarının; Tarsus Yanıkkışla, Tarsus ilçe merkezi ve Erdemli ilçesinde sırasıyla; 7.52 mm ile 14.53 mm, 10.47 mm ile 16.73 mm, 10.20 mm ile 16.68 mm aralığında bulurlarken, Adana-Karaisalı ilçesinde ise 9.48 mm ile 11.37 mm aralığında değiştiğini açıklamışlardır. Aynı araştırmacılar; Adana ve Tarsus ilçelerinden selekte edilen 60 mersin bitkisi

genotipine sahip meyvelerin meyve genişliklerini ise Tarsus Yanıkkışla, Tarsus ilçe merkezi, Erdemli ilçesinde sırasıyla 5.52 mm ile 12.38 mm, 8.85 mm ile 14.74 mm, 9.48 mm ile 13.72 mm aralığında bulurlarken, Adana- Karaisalı ilçesinde ise 7.14 mm ile 8.57 mm aralığında değiştiğini açıklamışlardır.

Literatürler incelendiğinde, mersin bitkisi meyve örnekleri beyaz ve siyah ayrımı yapılmadan değerlendirildiğinde, meyve uzunluklarının 7.52-16.73 mm aralığında değişirken, meyve genişliklerinin ise 5.52-14.74 mm aralığında olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da, meyve uzunluklarının beyaz ve siyah ayrımı yapmadan ortalamaların 9.60-15.90 mm aralığında ve meyve genişlikleri ortalamaları ise 8.34-12.83 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen uzunluk değerleri açısından alt limit değer, literatürlerde verilen uzunluk değerleri aralığında, üst limit değer ise, literatür üst limit değerine göre daha düşük bulunmuştur. Buna karşın, bu çalışmada elde edilen genişlik değerleri açısından, elde edilen değerler literatürlerde verilen genişlik alt limit değerinden daha yüksek, üst limit değerden ise daha yüksek bulunmuştur.

Haciseferoğulları ve ark. (2012), beyaz mersin meyvelerinin uzunluk ve genişlik değerlerini sırasıyla 13.64 mm, 11.70 mm olarak belirlerken, siyah mersin meyvelerinin uzunluk ve genişliklerini ise sırasıyla 14.94 mm ve 11.76 mm olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, siyah mersin meyvelerinin, beyaz mersin meyvelerine göre daha iri olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada ise, beyaz mersin meyveleri için meyve uzunluk ve genişlik değerleri sırasıyla 15.90 mm ile 12.83 mm, siyah mersin meyveleri için meyve uzunluk ve genişlik değerleri ise sırasıyla 9.60 mm ile 8.34 mm olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ayrıca beyaz mersin bitkisi meyvelerinin boyut özellikleri açısından siyah renkli meyvelere göre daha büyük (iri) oldukları görülmüştür. Bu açıdan bakıldığında bulunan sonuçlar, Haciseferoğulları ve ark. (2012) literatürüne göre farklılık göstermiştir. Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin meyve büyüklükleri arasındaki farkların mersin bitkisi genotip, ekolojik faktörden kaynaklanmış olacağı düşünülmektedir. Bu durumun; aynı yöre iklim ve çevre koşullarında da olsa genotip ve genetik faktörlerden dolayı farklılık gösterebileceği söylenebilir.



#### 4.1.1.2. Geometrik Ortalama Çap, Küresellik ve Yüzey Alanı

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin geometrik özellikleri içerisinde geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri de incelenmiş olup, bu parametrelere ait ortalama ve standart hata değerleri, Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri

| Geometrik özellikler                 |             | Beyaz        | Siyah        |
|--------------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Geometrik ortalama çap ( $GOÇ$ , mm) | Max.        | 16.25        | 16.22        |
|                                      | Min.        | 10.90        | 11.00        |
|                                      | <b>Ort.</b> | <b>13.74</b> | <b>8.60</b>  |
|                                      | SEM (*)     | 0.11         | 0.05         |
| Küresellik ( $Kr$ , %)               | Max.        | 96.90        | 98.91        |
|                                      | Min.        | 75.71        | 78.58        |
|                                      | <b>Ort.</b> | <b>86.21</b> | <b>89.73</b> |
|                                      | SEM         | 0.37         | 0.47         |
| Yüzey alanı ( $YA$ , $cm^2$ )        | Max.        | 8.29         | 3.28         |
|                                      | Min.        | 3.73         | 1.54         |
|                                      | <b>Ort.</b> | <b>5.97</b>  | <b>2.33</b>  |
|                                      | SEM         | 0.10         | 0.03         |

(\*): SEM: standart hata (standard error of mean)

Çizelge 4.2’de, mersin bitkisinde beyaz ve siyah renkli meyvelerinin geometrik özelliklerinden geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve küresellik özelliklerine ait ortalama değerler; beyaz renkli mersin bitkisi meyveleri için sırasıyla 13.74 mm ve 5.97  $cm^2$  ve %86.21 olarak bulunurken, siyah renkli mersin bitkisi meyveleri için bu değerler sırasıyla 8.60 mm ve 2.33  $cm^2$  ve %89.73 olarak bulunmuştur. Ortalama değerler incelendiğinde, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerinin beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinde, siyah renkli mersin bitkisi meyvelerine göre daha büyük değerlerde olduğu görülmüştür. Buna karşın, meyvelerin üç boyutlu ( $GOÇ=UG^2$ ) değerlendirmesiyle elde edilen küresellik değerlerinde ise, siyah mersin bitkisi meyvelerinin beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha fazla küreye yakın olduğu görülmüştür. Geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerleri açısından beyaz mersin bitkisi meyveleri, siyah mersin bitkisi meyvelerine göre sırasıyla %59.72 ve %155.72

oranında daha büyük değerler vermiştir. Buna karşın, küresellik değerlerinde siyah mersin meyveleri (%89.73), beyaz mersin meyvelerine (%86.21) göre %4.08 oranında daha yüksek değerler vermiştir.

Aydın ve Özcan (2007), mersin bitkisi meyvelerinin geometrik ortalama çap değerini 10.53 mm olarak belirlemişlerdir. Hacıseferoğulları ve ark. (2012), beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin geometrik ortalama çap, küresellik ve projeksiyon alanı değerlerini beyaz mersin bitkisi meyveleri için sırasıyla alanlarına ait değerleri sırasıyla 12.31 mm, 0.90 ve 1.65 cm<sup>2</sup> olarak belirlerken, siyah mersin bitkisi meyveleri için bu parametrelere ait değerleri sırasıyla 12.73 mm, 0.85 ve 1.48 cm<sup>2</sup> olarak saptamışlardır. Araştırmacıların değerlerine bakıldığında, siyah mersin bitkisi meyveleri geometrik ortalama çap bakımından, beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha büyük değerlere sahipken, küresellik ve projeksiyon alanı açısından daha düşük değerler göstermiştir. Projeksiyon alanı, tarımsal materyalin serbest konumdaki kapsadığı alan olup, boyutsal büyüklüklere göre hesaplanan değerlerden farklılık göstermektedir. Bu noktada yüzey alanı değerleri projeksiyon alanı değerlerine göre çalışmada daha büyük değerde bulunmuştur.

Yukarıdaki literatürün geometrik ortalama çap değerleri [(siyah mersin bitkisi meyvesi (12.73 mm) ile beyaz mersin bitkisi meyvesi (12.31 mm)], bu çalışmadaki bulunan geometrik ortalama çap değerleri [siyah ve beyaz mersin bitkisi meyveleri için sırasıyla 8.60 mm ile 13.74 mm] aralığında bulunmuştur. Beyaz mersin bitkisi meyvelerinin küresellik değerleri, literatür değerlerine göre farklılık göstermiştir. Bu çalışmadaki bulduğumuz geometrik ortalama çap sonucunda, literatürün aksine siyah renkli mersin bitkisi meyvesinde daha yüksek bulunmuştur. Yüzey alanı değerleri açısından ise, bu çalışmadaki bulunan sonuçlar siyah ve beyaz renkli mersin bitkisi meyveleri için literatür değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar, siyah mersin meyvelerinin beyaz mersin meyvelerine göre geometrik ortalama çap değeri daha büyük, aksine küresellik ve projeksiyon alanı değerlerini ise daha düşük değerde bulmuşlardır. Bu çalışmada ise, beyaz mersin bitkisi meyveleri, siyah mersin bitkisi meyvelerine göre geometrik ortalama çap değeri ve yüzey alanı değerleri daha büyük, küresellik değerleri ise daha düşük değerde bulunmuştur. Bu açıdan bulunan sonuçlar

önemli oranda farklılıklar göstermektedir. Çalışma ve literatür arasındaki bulunan sonuçlardaki farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oluşan bu farklılığın; aynı yöredeki iklim ve çevre koşullarında da olsa, genotip ve genetik faktörlerden kaynaklı olabileceği de söylenebilir.

#### **4.1.2. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin hacimsel özellikleri**

Çalışmada siyah ve beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin hacimsel özellikleri (ağırlık/kütle, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı) incelenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin genotip olarak özelliklerinin farklılığından dolayı temel istatistik hesaplamalar kendi içerisinde yapılmış olup, iki genotip açısından istatistiksel bir karşılaştırma yapılmamıştır.

##### 4.1.2.1. Ağırlık, Meyve Hacim Ağırlığı ve Yığın Hacim Ağırlığı

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin fiziksel özellikleri içerisinde yer alan hacimsel özellikleri için; ağırlık (kütle), meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı değerlerine ait ortalama değerler ve standart hata değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge 4.3'te, mersin bitkisinde beyaz ve siyah renkli meyvelerinin hacimsel özelliklerinden ağırlık, hacim, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları değerleri açısından, beyaz renkli mersin bitkisi meyvesi için ilgili değerler sırasıyla 1.31 g, 1.39 cm<sup>3</sup>, 432.6 kg m<sup>-3</sup> ve 838.4 kg m<sup>-3</sup> olarak bulunmuştur. Siyah renkli mersin bitkisi meyvesi için ağırlık, hacim, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları değerleri sırasıyla 0.35 g, 0.34 cm<sup>3</sup>, 667.7 kg m<sup>-3</sup> ve 963.9 kg m<sup>-3</sup> olarak belirlenmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde, ağırlık ve hacim değerlerinin beyaz mersin bitkisi meyvelerinde, siyah mersin meyvelerine göre daha büyük değerlerde olduğu, buna karşın, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları değerleri ise, siyah renkli mersin bitkisi meyveleri örneklerinde, beyaz renkli mersin bitkisi meyveleri örneklerinde daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin ağırlık, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığına ait ortalama değerler ve standart hata değerleri

| Hacimsel özellikler                                   |             | Beyaz        | Siyah        |
|---|-------------|--------------|--------------|
| Ağırlık<br>(A, g)                                     | Max.        | 2.10         | 0.55         |
|   | Min.        | 0.78         | 0.15         |
|   | <b>Ort.</b> | <b>1.31</b>  | <b>0.35</b>  |
|   | SEM (*)     | 0.03         | 0.01         |
| Hacim<br>(H, cm <sup>3</sup> )                        | Max.        | 2.26         | 0.56         |
|   | Min.        | 0.68         | 0.18         |
|   | <b>Ort.</b> | <b>1.39</b>  | <b>0.34</b>  |
|   | SEM         | 0.03         | 0.01         |
| Yığın hacim<br>ağırlığı<br>(YHA, kg m <sup>-3</sup> ) | Max.        | 450.8        | 698.6        |
|   | Min.        | 415.9        | 633.4        |
|   | <b>Ort.</b> | <b>432.6</b> | <b>667.7</b> |
|   | SEM         | 3.54         | 6.22         |
| Meyve hacim<br>ağırlığı<br>(MHA, kg m <sup>-3</sup> ) | Max.        | 986.3        | 1300.0       |
|   | Min.        | 727.3        | 656.7        |
|   | <b>Ort.</b> | <b>838.4</b> | <b>963.9</b> |
|   | SEM         | 24.50        | 70.67        |

(\*): SEM: standart hata (standard error of mean)

Yıldırım (2012), mersin bitkisi meyvesi örneklerinde meyve ağırlıklarının, Tarsus İlçesi Yanıkkışla köyü ve merkezi için sırasıyla 0.26 g ile 2.01 g olduğunu açıklarken, Adana Karaisalı ilçesindeki mersin meyvelerinin meyve ağırlıklarının 0.49 g ile 0.63 g aralığında olduğunu açıklamıştır. Toplam 60 bitkide meyve ağırlığı değerlerinin değerlendirildiği istatistiksel analizde bitkiler arasında önemli farklılıkların olduğunu da ifade etmiştir. Hacıseferoğulları ve ark. (2012), siyah ve beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve ağırlığının her iki renk grubunda da 0.94 g olduğunu, Aydın ve Özcan (2007), mersin meyvelerinin %8.32'den %74.44'e kuru baza göre nem içeriğinin değişmesiyle, 100 meyve ağırlığı değerlerinin 38.0 g'dan 132.7 g değerine artış gösterdiğini açıklamışlardır. Literatürler incelendiğinde, mersin bitkisi meyve örnekleri beyaz ve siyah ayrımı yapılmadan değerlendirildiğinde, meyve ağırlıklarının 0.26 g ile 2.01 g aralığında değişmektedir. Bu çalışmada da, meyve ağırlıklarının beyaz ve siyah mersin meyveleri için meyve ağırlıkları ortalama olarak sırasıyla 1.31 g ile 0.35 g olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, Hacıseferoğulları ve ark. (2012)'nin bildirdiği değer, bu çalışmada elde edilen meyve ağırlıkları değerleri aralığında bulunmuştur.

Aydın ve Özcan (2007), mersin meyvelerinin %8.32'den %74.44'e kuru baza göre nem içeriğinin değişmesiyle yığın hacim ağırlığı değerlerinin 619 kg m<sup>-3</sup> değerinden 573 kg m<sup>-3</sup> değerine azalış gösterdiğini, meyve hacim ağırlıklarının ise aynı nem içeriği değerleri değişimi için 953 kg m<sup>-3</sup> değerinden 1083 kg m<sup>-3</sup> değerine artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Özcan ve Akbulut (1998), beyaz mersin meyveleri ile mor büyük ve küçük boyuttaki meyvelerin özgül ağırlığı (meyve hacim ağırlıkları)'nı sırasıyla 1006.5 kg m<sup>-3</sup>, 1010.0 kg m<sup>-3</sup> ve 858.0 kg m<sup>-3</sup> olarak bulmuşlardır.

Haciseferoğulları ve ark. (2012), beyaz ve siyah mersin meyvelerinin yığın hacim ağırlığı değerlerini sırasıyla 431.0 kg m<sup>-3</sup> ve 426.5 kg m<sup>-3</sup> bulurlarken, meyve hacim ağırlığı değerlerini ise sırasıyla 752.1 kg m<sup>-3</sup> ve 757.5 kg m<sup>-3</sup> olarak belirlemişlerdir. Araştırmacıların değerleri açısından bakıldığında, siyah mersin bitkisi meyveleri yığın hacim ağırlığı açısından beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha düşük değer verirken, meyve hacim ağırlığı açısından bakıldığında ise beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha yüksek değerde bulunmuştur. Bu çalışmada ise, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı açısından siyah mersin bitkisi meyveleri, beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha yüksek değerler vermiştir. Buna neden olarak, siyah mersin bitkisi meyveleri, beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre, boyutsal olarak daha küçük boyutlu olduğu ve aynı zamanda da ağırlık açısından da daha hafif olduğu görülmektedir. Yukarıdaki literatüre göre bu çalışmadaki beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin meyve hacim ağırlıkları ve yığın hacim ağırlıkları farklılıklar göstermiştir. Çalışmada bulunan sonuçlar ile literatür arasındaki farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oluşan bu farklılığın; aynı yöredeki iklim ve çevre koşullarında da olsa, genotip ve genetik faktörlerden kaynaklı olabileceği düşünülebilir.

#### **4.1.3. Renk özellikleri**

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk özellikleri belirlenirken meyvelerin hem kabuk renk ölçümleri, hem de kabuk altı (meyve eti) renk ölçümleri olarak yapılmıştır. Bu renk ölçümleri meyvenin yanal iki ekseninden, Minolta

renk ölçer cihazı ile  $L$ ,  $a$ ,  $b$  renk özelliklerinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Ayrıca, Kroma ( $C$ ) ve Hue açısı ( $h$ ) değerleri ile Kahverengileşme derecesi (*Browning Index*,  $BI$ ), kahverengi rengin saflığını göstermektedir.

#### 4.1.3.1. Meyve Kabuk ve Meyve Eti Renk Karakteristikleri

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk ve meyve eti üzerinden renk karakteristiklerine yönelik ölçümlerinden elde edilen  $L$ ,  $a$ ,  $b$  değerleri ile Kroma ( $C$ ), Hue açısı ( $h$ ) ve Kahverengileşme derecesi (*Browning Index*,  $BI$ ) değerlerine ait ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk ve meyve eti renk ölçüm değerlerinin  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri

| <i>Renk karakteristikleri</i>   |             | <i>Meyve kabuk renk ölçümleri</i> |               | <i>Meyve eti renk ölçümleri</i> |              |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------|
|                                 |             | <i>Beyaz</i>                      | <i>Siyah</i>  | <i>Beyaz</i>                    | <i>Siyah</i> |
| <i>L</i>                        | Max.        | 74.87                             | 28.69         | 76.25                           | 49.39        |
|                                 | Min.        | 63.01                             | 22.85         | 63.18                           | 32.73        |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>71.14</b>                      | <b>25.36</b>  | <b>71.19</b>                    | <b>44.16</b> |
|                                 | SEM (*)     | 0.68                              | 0.38          | 0.72                            | 1.04         |
| <i>a</i>                        | Max.        | -0.79                             | 1.92          | 2.98                            | 7.11         |
|                                 | Min.        | -6.80                             | 1.32          | -4.05                           | 0.40         |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>-4.07</b>                      | <b>1.53</b>   | <b>-0.99</b>                    | <b>3.66</b>  |
|                                 | SEM         | 0.44                              | 0.03          | 0.36                            | 0.40         |
| <i>b</i>                        | Max.        | 20.52                             | -2.23         | 15.47                           | 9.17         |
|                                 | Min.        | 16.25                             | -4.17         | 8.28                            | 1.19         |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>18.86</b>                      | <b>-3.25</b>  | <b>11.60</b>                    | <b>5.17</b>  |
|                                 | SEM         | 0.23                              | 0.13          | 0.41                            | 0.52         |
| <i>Kroma</i>                    | Max.        | 21.13                             | 4.42          | 15.99                           | 9.28         |
|                                 | Min.        | 16.33                             | 2.66          | 8.39                            | 5.31         |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>19.38</b>                      | <b>3.61</b>   | <b>11.74</b>                    | <b>6.87</b>  |
|                                 | SEM         | 0.28                              | 0.12          | 0.42                            | 0.26         |
| <i>Hue açısı</i>                | Max.        | -70.25                            | -55.24        | 87.60                           | 87.43        |
|                                 | Min.        | -87.52                            | -70.92        | -88.50                          | 11.67        |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>-78.04</b>                     | <b>-64.18</b> | <b>-50.10</b>                   | <b>52.32</b> |
|                                 | SEM         | 1.23                              | 1.16          | 1.12                            | 5.20         |
| <i>Kahverengileşme derecesi</i> | Max.        | 30.30                             | -4.49         | 20.10                           | 28.69        |
|                                 | Min.        | 22.43                             | -10.14        | 12.00                           | 12.43        |
|                                 | <b>Ort.</b> | <b>25.61</b>                      | <b>-7.43</b>  | <b>16.44</b>                    | <b>18.46</b> |
|                                 | SEM         | 0.51                              | 0.40          | 0.53                            | 0.93         |

(\*): SEM: standart hata

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk ve meyve eti renk ölçüm değerleri açısından *L* parlaklık değerleri incelendiğinde, beyaz mersin meyvesinin daha yüksek değer verdiği ve meyve kabuk ve meyve eti için ortalama değerlerin sırasıyla 71.14 ve 71.19 olarak birbirine yakın değerler verdiği görülürken, siyah mersin meyvesinde meyve kabuk ve meyve eti değerlerinin sırasıyla 25.36 ve 44.16 olarak belirlendiği görülmüştür. Bu açıdan siyah mersin meyvesinde meyve eti renginin meyve kabuk rengine göre %74.13 oranında daha koyu renkli olduğu görülmüştür.

Meyve kabuk ve meyve eti renkleri içerisinde, beyaz ve siyah mersin meyvesi örneklerinin ortalamaları incelendiğinde, *a* kırmızı/yeşil renk skalasınının beyaz mersin meyvesinde meyve kabuk ve meyve eti için değerleri sırasıyla -4.07 ile -0.99 olarak (-) değer olarak yeşil renk ağırlıklı bulunurken, siyah mersin meyvesinde ise bu değerler sırasıyla 1.53 ve 3.66 olarak (+) değerde ve kırmızı renkli olarak görülmüştür. Meyve kabuk ve meyve eti renkleri içerisinde, beyaz ve siyah mersin meyvesi örneklerinin ortalamaları incelendiğinde, *b* sarı/mavi renk skalasınının beyaz mersin meyvesinde meyve kabuk ve meyve eti için değerleri sırasıyla 18.86 ve 11.60 olarak (+) değerli olarak sarı renk ağırlıklı bulunurken, siyah mersin meyvesinde ise bu değerler meyve kabuğu için -3.25 ortalama değeriyle (-) değerde olup mavi renkli meyve eti açısından bakıldığında ise 5.17 değeriyle ise (+) değerde olup sarı renkli olarak görülmüştür.

Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk renk ölçüm değerlerinin Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri sırasıyla; 19.38, -78.04, 25.61 iken, meyve kabuk altı (meyve eti) renk değerleri, 11.74, -50.10, 16.44 olarak ölçülmüştür. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin meyve kabuk renk ölçüm değerlerinin Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri ise sırasıyla; 3.61, -64.18, -7.43 iken, meyve kabuk altı (meyve eti) renk değerleri, 6.87, 52.32, 18.46 olarak ölçülmüştür.

Yıldırım ve ark. (2013), Adana ve Tarsus ilçelerinden selekte edilen 60 mersin bitkisi genotipine sahip meyvelerin meyve renk özellikleri içerisinde *L* değerlerini, Tarsus Yanıkkışla, Tarsus ilçe merkezi, Erdemli ilçesinde sırasıyla 1.66-3.32, 2.78-65.87,

22.97-61.34 aralığında bulurlarken, Adana- Karaisalı ilçesinde ise 0.93–32.24 aralığında değiştiğini açıklamışlardır. Kroma renk yoğunluğu değerlerini Tarsus Yanıkkışla, Tarsus ilçe merkezi, Erdemli ilçesinde sırasıyla 71.11-72.70, 57.35-74.79, 22.97-61.34 aralığında bulurlarken, Adana-Karaisalı ilçesinde ise 70.69-78.12 aralığında değiştiğini açıklamışlardır. Hue açısı (meyve dış renk açısı değerleri ( $h$ ) değerlerinin; Tarsus Yanıkkışla, Tarsus ilçe merkezi ve Erdemli ilçesinde sırasıyla 30.62-38.78, 29.93-50.46, 48.49-49.58 aralığında bulurlarken, Adana-Karaisalı ilçesinde ise en açık ve koyu renkli meyvelerin 19.75-50.52 değerleri aralığında değiştiğini açıklamışlardır.

Literatür incelendiğinde, mersin bitkisi meyve örnekleri renk analizleri sonucu  $L$  parlaklık değerleri 0.93 ile 65.87 aralığında değişirken, kroma değerinin 22.97 ile 78.12 aralığında olduğu, hue açısı değerlerinin ise 19.75 ile 50.52 aralığında olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da, meyve ağırlıklarının beyaz ve siyah mersin meyveleri için meyve renk analizleri sonucu,  $L$ , Kroma ve Hue açısı değerlerinin sırasıyla beyaz renkli mersin meyvelerinde; 71.14, 19.38 ve -78.04 olduğu; siyah renkli mersin meyvelerinde ise 25.36, 3.61 ve -64.18 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen siyah renkli meyvelerdeki renk analiz sonucu  $L$  değerleri, Yıldırım ve ark. (2013)'nin bildirdiği  $L$  parlaklık değerleri aralığında bulunurken, beyaz renkli meyvelerdeki  $L$  değerleri ise literatürden daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen beyaz ve siyah renkli meyvelerdeki Kroma ve Hue açısı değerleri, Yıldırım ve ark. (2013)'nin bildirdiği değerlerinden daha düşük değerlerde bulunmuştur. Çalışmada bulunan sonuçlar ile literatür arasındaki farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oluşan bu farklılığın; aynı yöredeki iklim ve çevre koşullarında da olsa, genotip ve genetik faktörlerden kaynaklı olabileceği düşünülebilir.

#### 4.1.3.2. Kurutma Sonrası Renk Özellikleri

Çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kurutma sonrası renk özellikleri belirlenmiştir. Taze halde beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin



renk ölçümleri alındıktan sonra kurutma sonrası da meyvelerin kabuk üzerindeki renk ölçümleri dikkate alınmıştır. Minolta renk ölçer cihazı ile  $L$ ,  $a$ ,  $b$  renk özelliklerinin ortalaması alınmıştır. Ayrıca, Kroma ( $C$ ) ve Hue açısı ( $h$ ) değerleri ile Kahverengileşme derecesi (*Browning Index, BI*) de hesaplanmıştır. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk ölçümlerine ait istatistiksel analizler ayrı ayrı yapılmıştır. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (50°C, 60°C ve 70°C) kurutma sonrası; renk ölçüm değerlerine ( $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi) kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi

| V.K           | S.D. | $L$     |          | $a$   |         | $b$    |         | Kroma |         | Hue açısı |         | Kahverengileşme derecesi |         |
|---------------|------|---------|----------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|-----------|---------|--------------------------|---------|
|               |      | K.O.    | F        | K.O.  | F       | K.O.   | F       | K.O.  | F       | K.O.      | F       | K.O.                     | F       |
| Gruplar arası | 3    | 10605.7 | 1121.9** | 872.5 | 583.2** | 1034.5 | 346.9** | 407.3 | 256.9** | 54725.6   | 826.7** | 2095.3                   | 62.46** |
| Gruplar içi   | 76   | 9.453   |          | 1.496 |         | 2.982  |         | 1.585 |         | 66.20     |         | 33.55                    |         |
| Toplam        | 79   |         |          |       |         |        |         |       |         |           |         |                          |         |

\*\* : p<0.01

Çizelge 4.5 incelendiğinde, tek yönlü varyans analiz sonucu, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk özelliklerinden  $L$ ,  $a$  ve  $b$  renk ölçüm değerlerine, kurutma sıcaklıklarının etkileri p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, Kroma Hue açısı ve kahverengileşme derecesi renk değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisinin de p<0.01 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen renk özelliklerine ait olarak  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri, Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6'dan görüleceği gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze ve kurutma sonrası  $L$ ,  $a$  ve  $b$  renk değişimlerine ait değerler incelendiğinde; 50, 60 ve

70°C’deki sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen *L* değeri sırasıyla; 30.75, 24.55 ve 21.79 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi beyazdan koyu renge doğru artış göstermiş, yani *L* parlaklık değerlerinde düşüşler görülmüştür. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin *L* parlaklık renk değişimi taze haldeki 71.14 değerine göre, kurutma sıcaklık artışıdaki değişim incelendiğinde, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin parlaklık değerlerinde azalma eğilimindeki değişimi, taze haldeki renk durumuna göre 70°C’de %69.37 oranında olmuştur.

Çizelge 4.6. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen *L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi renk değerleri

| <i>Kurutma sıcaklığı (°C)</i> | <i>L (Parlaklık)</i> | <i>a (Kırmızılık)</i> | <i>b (Sarılık)</i> | <i>Kroma</i> | <i>Hue açısı</i> | <i>Kahverengileşme derecesi (Browning Index)</i> |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------|--|
| <i>Taze materyal</i>          | 71.14 a**,ξ          | -4.07 b**,ξ           | 18.86 a**          | 19.38 a**,ξ  | -78.04 c**,ξ     | 25.61 c**,ξ                                      |
| 50                            | 30.75 b              | 8.99 a                | 6.32 b             | 11.27 b      | 33.46 a          | 43.35 b  |
| 60                            | 24.55 c              | 9.05 a                | 3.74 c             | 9.85 c       | 22.11 b          | 42.15 b  |
| 70                            | 21.79 d              | 9.37 a                | 3.95 c             | 10.19 c      | 22.59 b          | 49.56 a  |

\*\* : p<0.01 ; ξ : Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Kırmızılık (*a*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C’de kurutmada sırasıyla; 8.99, 9.05 ve 9.37 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki *a* kırmızılık değerleri renk -4.07 değerine göre, taze haldeki *a* değerine göre yüksek değerler verirken, kurutma sıcaklık artışıdaki artış yönünde bir eğilim görülmüştür. Kırmızılık (*a*) değerleri açısından beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin 50°C sıcaklıktaki kurutmada, diğer sıcaklık değerlerine göre taze beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerine daha yakın değerler vermiştir. Sarılık (*b*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C’de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 6.32, 3.74 ve 3.95 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sarılık değerleri taze haldeki *b* 18.86 değerine göre her üç sıcaklık için daha düşük değerlerde bulunmuştur. Sarılık (*b*) değerleri açısından, 50°C sıcaklıklarda yapılan kurutmalarda diğer sıcaklık değerlerine

göre taze beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerlerine göre daha yakın değerler vermiştir.

Kroma (C) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C’de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin Kroma değerleri taze haldeki 19.38 değerine göre, tüm sıcaklıklarda daha düşük değerler görülmüştür. Hue açısı değerleri taze haldeki -78.04 değerine göre kurutma sıcaklıklarına göre daha yüksek değerler görülmüştür. Kahverengileşme derecesi ise, 50, 60 ve 70°C’de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 43.35, 42.15 ve 49.56 değeriyle, sıcaklık artışına bağlı olarak artış göstermiştir. Kahverengileşme derecesi (BI) değerleri açısından, 60°C sıcaklıkta yapılan kurutmada, taze haldeki beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri değerlerine göre daha yakın değerler verirken, en yüksek değer artışı 70°C’de bulunmuştur.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki (kontrol) ve etüvde farklı sıcaklıklardaki (50°C, 60°C ve 70°C) kurutma sonrası; renk ölçüm (L, a, b, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi) değerlerine kurutma sıcaklıklarının etkisini belirlemek için tek yönlü varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve kurutma sonucu elde edilen L, a, b, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi değerlerine kurutma sıcaklığının etkisine ait tek yönlü varyans analizi

| V.K.          | S.D. | L     |         | a     |         | b     |         | Kroma |         | Hue açısı |         | Kahverengileşme derecesi |         |
|---------------|------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-----------|---------|--------------------------|---------|
|               |      | K.O.  | F       | K.O.  | F       | K.O.  | F       | K.O.  | F       | K.O.      | F       | K.O.                     | F       |
| Gruplar arası | 3    | 18.36 | 16.10** | 20.59 | 38.14** | 45.34 | 47.93** | 2.007 | 5.643** | 16124.7   | 49.22** | 1308.2                   | 37.58** |
| Gruplar içi   | 76   | 1.140 |         | 0.540 |         | 0.946 |         | 0.356 |         | 327.6     |         | 34.81                    |         |
| Toplam        | 79   |       |         |       |         |       |         |       |         |           |         |                          |         |

\*\* : p<0.01

Çizelge 4.7 incelendiğinde, tek yönlü varyans analiz sonucu, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk L, a ve b renk özelliklerine, kurutma sıcaklıklarının etkisinin ölçüm değerlerine etkileri p<0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu gözlenirken, Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi renk değerlerine de

kurutma sıcaklıklarının etkisinin ise yine aynı şekilde  $p<0.01$  düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen renk özelliklerine ait olarak  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi ortalama değerleri, Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze halde ve etüvdeki farklı sıcaklıklardaki kurutma sonucu elde edilen  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi renk değerleri

| <i>Kurutma sıcaklığı (°C)</i> | <i>L (Parlaklık)</i> | <i>a (Kırmızılık)</i> | <i>b (Sarılık)</i> | <i>Kroma</i> | <i>Hue açısı</i> | <i>Kahverengileşme derecesi (Browning Index)</i> |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------------|--|
| <i>Taze materyal</i>          | 25.36 a**,ξ          | 1.53 c**,ξ            | -3.25 d**,ξ        | 3.61 a**,ξ   | -64.18 d**,ξ     | -7.43 d**,ξ                                      |
| 50                            | 27.30 a              | 2.51 b                | -1.42 c            | 3.19 b       | -30.70 c         | 2.11 c   |
| 60                            | 25.34 c              | 3.42 a                | -0.56 b            | 3.64 a       | -12.29 b         | 7.45 b   |
| 70                            | 26.55 b              | 3.81 a                | 0.27 a             | 3.96 a       | 1.42 a           | 11.20 a  |

\*\* $p<0.01$  ; ξ: Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 4.8’de görüleceği gibi, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze ve kurutma sonrası  $L$ ,  $a$  ve  $b$  renk değişimlerine ait değerler incelendiğinde; 50, 60 ve 70°C’de sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen  $L$  değeri sırasıyla; 27.30, 25.34 ve 26.55 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi özellikle 50°C ve 70 °C’de artış gösterirken, 60°C’de ise daha düşük değer vermiştir. Kırmızılık ( $a$ ) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C’de kurutmada sırasıyla; 2.51, 3.42 ve 3.81 olarak belirlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin taze haldeki 1.53  $a$  renk değerine göre, kurutma sıcaklık artışına bağlı olarak daha yüksek değerler vermiştir. Kırmızılık ( $a$ ) değerleri açısından siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin 50°C sıcaklıktaki kurutmada, 60 ve 70°C’ye göre taze meyve örneklerine göre daha yakın değerler verdiği görülmüştür. Sarılık ( $b$ ) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; -1.42, -0.56 ve 0.27 olarak belirlenmiş olup, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sarılık değerleri taze haldeki -

3.25 *b* değerine göre artışlar göstermiştir. 50°C sıcaklıkta taze haldeki meyvenin *b* değerine göre daha yakın değerler elde edilmiştir.

Kroma (*C*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 3.19, 3.64 ve 3.96 olarak belirlenmiş olup, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin Kroma değerlerinin taze haldeki 3.61 değerine göre özellikle 50 ve 70°C sıcaklıklarda artışlar görülmüştür. Hue açısı değerleri taze haldeki -64.18 değerine göre kurutma sıcaklıklarına göre hue açısı değerleri artış göstermiştir. Kahverengileşme derecesi (*BI*) değerleri açısından, kurutma sıcaklıklarının (50, 60 ve 70°C) değişimine bağlı olarak sırasıyla 2.11, 7.45 ve 11.20 olarak belirlenmiş olup, en yüksek değer 70°C sıcaklıkta elde edilmiştir.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin renk özellikleri (*L*, *a*, *b*, Kroma, Hue açısı ve kahverengileşme derecesi) özellikle, hasat sonrası bir kalite göstergesi olup, sınıflandırma, kurutma gibi uygulamalarda materyalin tüketici isteklerine göre taze haldeki renk değerlerine göre korunması açısından önemlidir. Ayrıca, özellikle parlaklık, renk doygunluğunun yüksek olması istenmektedir. Özellikle tüketici açısından da daha düşük sıcaklıklarda kurutmada ürünün parlaklığının taze meyve örneklerine göre daha yakın değerler verdiği görülmüştür.

Bu çalışmada siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi değerlerinin taze haldeki meyve örneklerine göre genel olarak sıcaklık artışına bağlı olarak artış gösterdiği görülmüştür.

#### **4.1.4. Mekanik özellikler**

Araştırmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin mekanik özellikleri olarak meyve saptan kopma direnci, sürtünme özellikleri, sıkıştırma testi ve delme testi incelenmiştir.

#### 4.1.4.1. Meyve Kopma Direnci

Çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin mekanik özelliklerinden olan meyvelerin saptan kopma dirençlerine ait ortalama değerler ve standart hata değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Meyvelerin saptan kopma direnci; özellikle daha çok yabancı formda yetiştirilen ancak kültüre alınarak ticari amaçlı yetiştirilmesi için ümit vadeden mersin meyvelerinin hem beyaz ve hem de siyah renkli bitkilerin hasadının mekanizasyonuna yönelik olarak geliştirilecek hasat makinası veya sistemlerin tasarımında kullanılması için gerekli olan bitkiye özgü hasat ölçütlerinden olup, bu parametrenin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak hasat esnasında meyvelerin saptan kopma dirençleri çeki dinamometresi ile ölçülebilmektedir. Beyaz ve siyah mersin meyvelerinin farklı büyüklük ve ağırlıkta olması farklı değerlerin elde edilmesine neden olmaktadır. Ayrıca yöre iklim ve yetişme koşulları ile beraber genetik faktörler de bu ölçüm değerlerinin farklılık göstermesine neden olabilmektedir. Çalışmada meyvelerin saptan kopma direnci değerleri, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri için Çizelge 4.9'da verilmiştir. Beyaz mersin bitkisinin meyvelerinin sapa tutunma kuvvetinin, siyah mersin bitkisi meyvelerine göre daha yüksek değerde olduğu ve sırasıyla 3.68 N ve 1.26 N olarak belirlenmiştir. Bu açıdan siyah mersin bitkisi meyvelerine göre, beyaz mersin bitkisi meyvelerinin yaklaşık 3 kat daha dirençli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin saptan kopma direncine ait ortalama değerler

| Meyve saptan kopma direnci (N) | Beyaz       | Siyah       |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| Max.                           | 4.45        | 1.83        |
| Min.                           | 2.68        | 0.92        |
| <b>Ort.</b>                    | <b>3.68</b> | <b>1.26</b> |
| SEM (*)                        | 0.08        | 0.04        |

(\*): SEM: standart hata

Literatür taramalarında, mersin bitkisi meyvelerine ait meyve saptan kopma dirençlerine ait herhangi bir veri bulunamamıştır. Okur (2011), farklı kiraz çeşitlerine ait meyvelerin

saptan kopma dirençlerini başlıca 0900 Ziraat, Starks Gold, Merton Late ve Lambert çeşitleri için sırasıyla 2.58 N, 2.19 N, 2.25 N ve 1.53 N olarak belirlerken; Göksel ve Aksoy (2014), farklı kiraz çeşitlerine ait meyvelerin saptan kopma dirençlerini 0900 Ziraat, Sweetheart ve Regina çeşitleri için sırasıyla 4.80 N, 4.52 N ve 4.33 N olarak bulmuşlardır. Mersin bitkisi meyvelerinin, meyve saptan kopma dirençleri, yukarıdaki literatür bilgileri ve sonuçlarına göre incelendiğinde, kiraz meyveleri için belirlenen alt ve üst değerler olan 1.53 N ve 4.80 N değerlerine göre, daha düşük meyve sap kopma direncine sahip olduğu söylenebilir.

Kalyoncu (2016), O-44 karayemiş genotipine ait meyvelerin farklı hasat dönemlerine göre meyve saptan kopma dirençlerini sırasıyla 5.04 N, 3.51 N ve 3.09 N olarak belirlemiş ve geç hasat döneminde meyvelerin daha düşük bir kuvvetle saptan koptuğunu açıklamışlardır. Bu açıdan karayemiş meyvelerine göre beyaz mersin meyvelerinin meyve saptan kopma dirençlerinin (3.68 N) ilerleyen hasat dönemlerindeki değerlere yakınlık gösterdiği, siyah mersin meyvelerinin ise (1.26 N) karayemiş meyvelerinin meyve saptan kopma dirençlerine göre daha düşük değerler verdiği söylenebilir. Karayemiş meyvelerinin özellikle siyah mersin meyvelerine göre daha fazla sapa tutunma ve kopmaya direnç gösterdiği söylenebilir.

#### 4.1.4.2. Sürtünme katsayısı

Çalışmada beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin mekanik özelliklerinden olan farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayısı değerlerine ait ortalama ve standart hata değerleri, Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10 incelendiğinde, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayısı ortalama değerleri; galvanizli sac, PVC ve lastik yüzeyler için sırasıyla 0.40, 0.29 ve 0.34 olarak bulunmuştur. Siyah mersin meyvelerinin statik sürtünme katsayısı ortalama değerleri ise sırasıyla 0.29, 0.27 ve 0.40 olarak bulunmuştur.

Siyah mersin bitkisi meyveleri lastik yüzeyde beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha büyük fark değerler vermişken, siyah mersin bitkisi meyvelerinin galvanizli sac ve PVC sürtünme yüzeyleri için sürtünme katsayısı değerleri beyaz mersin bitkisine meyvelerine göre daha az fark yani daha yakın sonuçlar vermiştir. Bunun nedeni olarak, özellikle yüksek tutunma sağlayan lastik yüzeydeki sürtünme katsayısı sonuçları için, siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin deneme için tam olgunluk zamanında hasat edilmiş örneklerden oluşması, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin ise tam olgunluk düzeyinden 1 hafta önce hasat edilerek denemeye alınmış olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvelerinin galvanizli sac ve PVC gibi parlak ve düz yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerindeki farkların ise daha az olduğu görülmüştür. Genel olarak, lastik yüzeyde meyvelerin yüzeye olan tutunmasının diğer parlak, kaygan ve daha düzgün yüzeye sahip olan galvanizli sac ve PVC yüzeylerden daha fazla olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.10. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı yüzeylerdeki sürtünme katsayısı ortalama değerleri

| Sürtünme yüzeyleri |             | Beyaz       | Siyah       |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Galvanizli sac     | Max.        | 0.40        | 0.31        |
|                    | Min.        | 0.28        | 0.28        |
|                    | <b>Ort.</b> | <b>0.33</b> | <b>0.29</b> |
|                    | SEM         | 0.011       | 0.003       |
| PVC                | Max.        | 0.32        | 0.29        |
|                    | Min.        | 0.23        | 0.25        |
|                    | <b>Ort.</b> | <b>0.29</b> | <b>0.27</b> |
|                    | SEM         | 0.009       | 0.003       |
| Lastik (kauçuk)    | Max.        | 0.38        | 0.42        |
|                    | Min.        | 0.29        | 0.38        |
|                    | <b>Ort.</b> | <b>0.34</b> | <b>0.40</b> |
|                    | SEM         | 0.007       | 0.003       |

(\*): SEM: standart hata

Hacıseferoğulları ve ark (2012), beyaz ve siyah mersin meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerlerini galvanizli sac, demir sac ve kontrplak yüzeyler için incelemişler, beyaz mersin meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerlerini galvanizli sac, sac ve kontrplak yüzeyler için sırasıyla 0.200, 0.230 ve 0.280 olarak belirlerken, siyah mersin



meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerlerini galvanizli sac, sac ve kontrplak yüzeyler için sırasıyla 0.260, 0.290 ve 0.330 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada beyaz ve siyah mersin meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri özellikle galvanizli sac için bulunan değerler (sırasıyla 0.33 ve 0.29) yukarıda verilen literatür değerlerine göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada bulunan sonuçlar ile literatür arasındaki farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.1.4.3. Delme testi

Çalışmada, hem beyaz ve hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin meyve kabuğu ile birlikte meyve kabuk altı (meyve eti) üzerinde de mekanik ölçümler ve delme testleri projelenmiş ve yapılması düşünülmüş olmasına rağmen, meyve kabuğunun meyveden ayrılması, meyve etinden fazla materyal ayrılması nedeniyle yapılamamış, mekanik testler olarak hem beyaz ve hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin delme testlerinin sadece meyve kabuğu üzerinden yapılması mümkün olabilmıştır. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonucu elde edilen delme kuvveti ve deformasyon değerlerine; yükleme eksenleri ve yükleme hızlarının etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar, Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının delme kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi

| <i>Varyasyon kaynakları</i>  | <i>S.D.</i> | <i>Delme kuvveti</i> |                    | <i>Deformasyon</i> |          |
|------------------------------|-------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------|
|                              |             | <i>K.O.</i>          | <i>F</i>           | <i>K.O.</i>        | <i>F</i> |
| <i>Yükleme Eksenini (YE)</i> | 1           | 0.644                | 41.278**           | 6.390              | 16.734** |
| <i>Yükleme Hızı (YH)</i>     | 2           | 0.022                | 1.415 <sup>ö</sup> | 24.032             | 62.934** |
| <i>YE*YH</i>                 | 2           | 0.009                | 0.594 <sup>ö</sup> | 1.364              | 3.572*   |
| <i>Hata</i>                  | 36          | 0.016                |                    | .382               |          |

\*\* : p<0.01 \* : p<0.05 <sup>ö</sup>: önemli değil

Çizelge 4.11. incelendiğinde, varyans analiz sonucu, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonuçlarına göre, delme kuvveti değerlerine yükleme hızlarının

(*YH*) etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, yükleme eksenlerinin (*YE*) etkisi istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. *YE\*YH* interaksiyonunun beyaz mersin bitkisi meyvelerin delme kuvveti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonuçlarına göre, deformasyon değerlerine yükleme hızlarının (*YH*) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>) ve yükleme eksenlerinin (*YE*) etkileri istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunurken, *YE\*YH* interaksiyonunun beyaz mersin bitkisi meyvelerin deformasyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak  $p<0.05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme ve deformasyon değerlerine ait ortalama, minimum, maksimum değerler ile standart hata değerleri ise, Çizelge 4.12’de verilmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin yükleme hızlarına göre *X*- ve *Y*- eksenleri boyunca yapılan delme testi ölçümlerindeki delme kuvveti değerlerinin yükleme hızlarına bağlı olarak artma eğilimi göstermiştir.

Çizelge 4.12. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin *X*- ve *Y*- yükleme eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme (penetrasyon) kuvveti (N) ile deformasyon (mm) değerleri

| Delme testi              | Yükleme Ekseni   | Yükleme hızları (mm min <sup>-1</sup> ) |                            |                          |                          |
|--------------------------|------------------|---|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                          |                  | 20                                      | 40                         | 60                       |                          |
| <i>Delme kuvveti (N)</i> | <i>X</i> - eksen | Max.                                    | 0.91                       | 0.85                     | 0.84                     |
|                          |                  | Min.                                    | 0.30                       | 0.42                     | 0.56                     |
|                          |                  | <b>Ort.</b>                             | <b>0.55<sup>öd</sup></b>   | <b>0.61<sup>öd</sup></b> | <b>0.68<sup>öd</sup></b> |
|                          |                  | SEM                                     | 0.08                       | 0.05                     | 0.04                     |
|                          | <i>Y</i> - eksen | Max.                                    | 0.46                       | 0.4                      | 0.45                     |
|                          |                  | Min.                                    | 0.32                       | 0.320                    | 0.30                     |
|                          |                  | <b>Ort.</b>                             | <b>0.35<sup>öd</sup></b>   | <b>0.36<sup>öd</sup></b> | <b>0.38<sup>öd</sup></b> |
|                          |                  | SEM                                     | 0.01                       | 0.01                     | 0.02                     |
| <i>Deformasyon (mm)</i>  | <i>X</i> - eksen | Max.                                    | 3.99                       | 4.86                     | 3.90                     |
|                          |                  | Min.                                    | 0.62                       | 3.13                     | 3.00                     |
|                          |                  | <b>Ort.</b>                             | <b>1.81 b<sup>**</sup></b> | <b>3.98 a</b>            | <b>3.36 a</b>            |
|                          |                  | SEM                                     | 0.42                       | 0.19                     | 0.10                     |
|                          | <i>Y</i> - eksen | Max.                                    | 1.78                       | 4.98                     | 5.76                     |
|                          |                  | Min.                                    | 0.37                       | 3.86                     | 3.27                     |
|                          |                  | <b>Ort.</b>                             | <b>1.22 b<sup>**</sup></b> | <b>4.31 a</b>            | <b>4.32 a</b>            |
|                          |                  | SEM                                     | 0.19                       | 0.14                     | 0.29                     |

\*\* :  $p<0.01$  <sup>öd</sup>: önemsiz \* \*: Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir ( $p<0.01$ ) SEM: standart hata

Yükleme hızlarına göre delme testleri sonucu kuvvet değerlerinin X- eksenini boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre %23.47 artış gösterirken, deformasyon değerinde ise %85.23 değerinde artış gösterdiği görülmüştür. Yüklemeye hızlarına göre delme testleri sonucu delme testleri sonucu kuvvet değerlerinin Y- eksenini boyunca delme kuvveti ve deformasyon değerlerinin 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre artış oranları sırasıyla %7.52 ile %252.40 oranındadır. Buna göre, delme kuvveti değerlerinin değişimi, X- ekseninde Y- eksenine göre daha yüksek gözlenirken, deformasyon açısından ise genel olarak Y- eksenindeki değişimin özellikle 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup> hızlarında X- eksenine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonucu elde edilen delme kuvveti ve deformasyon değerlerine; yüklemeye eksenleri ve yüklemeye hızlarının etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar, Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yüklemeye hızlarının delme kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi

| <i>Varyasyon kaynakları</i>    | <i>S.D.</i> | <i>Delme kuvveti</i> |                     | <i>Deformasyon</i> |                     |
|--------------------------------|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                                |             | <i>K.O.</i>          | <i>F</i>            | <i>K.O.</i>        | <i>F</i>            |
| <i>Yüklemeye Eksenini (YE)</i> | 1           | 0.111                | 2.387 <sup>öd</sup> | 0.051              | 0.491 <sup>öd</sup> |
| <i>Yüklemeye Hızı (YH)</i>     | 2           | 0.037                | 0.803 <sup>öd</sup> | 1.089              | 10.402**            |
| <i>YE*YH</i>                   | 2           | 0.076                | 1.629 <sup>öd</sup> | 0.143              | 1.368 <sup>öd</sup> |
| <i>Hata</i>                    | 36          | 0.047                |                     | 0.105              |                     |

\*\* : p<0.01    <sup>öd</sup>: önemli değil

Çizelge 4.13 incelendiğinde, varyans analiz sonucu, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonuçlarına göre, delme kuvveti değerlerine yüklemeye hızlarının (YH) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>), yüklemeye eksenlerinin (YE) ve YE\*YH interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin delme testi sonuçlarına göre, deformasyon değerlerine yüklemeye hızlarının (YH) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>) etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunurken, yüklemeye eksenlerinin (YE) etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, YE\*YH interaksiyonunun siyah mersin bitkisi meyvelerin deformasyon üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme ve deformasyon değerlerine ait ortalama, minimum, maksimum değerler ile standart hata değerleri ise, Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- yükleme eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme (penetrasyon) kuvveti (N) ile deformasyon (mm) değerleri

| Delme testi              | Yükleme Ekseni | Yükleme hızları<br>(mm min <sup>-1</sup> ) |                          |                          |                          |
|--------------------------|----------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                          |                | 20   | 40                       | 60                       |                          |
| <i>Delme kuvveti (N)</i> | X- eksen       | Max.                                       | 1.30                     | 1.50                     | 1.58                     |
|                          |                | Min.                                       | 1.10                     | 1.14                     | 1.03                     |
|                          |                | <b>Ort.</b>                                | <b>1.21<sup>öd</sup></b> | <b>1.23<sup>öd</sup></b> | <b>1.29<sup>öd</sup></b> |
|                          |                | SEM  | 0.03                     | 0.05                     | 0.08                     |
|                          | Y- eksen       | Max.                                       | 1.89                     | 1.40                     | 2.05                     |
|                          |                | Min.                                       | 1.14                     | 1.12                     | 1.09                     |
|                          |                | <b>Ort.</b>                                | <b>1.46<sup>öd</sup></b> | <b>1.23<sup>öd</sup></b> | <b>1.39<sup>öd</sup></b> |
|                          |                | SEM  | 0.10                     | 0.03                     | 0.12                     |
| <i>Deformasyon (mm)</i>  | X- eksen       | Max.                                       | 1.82                     | 1.86                     | 2.57                     |
|                          |                | Min.                                       | 0.89                     | 1.14                     | 1.24                     |
|                          |                | <b>Ort.</b>                                | <b>1.36 b**</b>          | <b>1.45 b</b>            | <b>2.06 a</b>            |
|                          |                | SEM  | 0.12                     | 0.09                     | 0.17                     |
|                          | Y- eksen       | Max.                                       | 1.98                     | 1.86                     | 2.20                     |
|                          |                | Min.                                       | 1.08                     | 1.32                     | 1.44                     |
|                          |                | <b>Ort.</b>                                | <b>1.56<sup>öd</sup></b> | <b>1.62<sup>öd</sup></b> | <b>1.89<sup>öd</sup></b> |
|                          |                | SEM  | 0.13                     | 0.09                     | 0.09                     |

\* :  $p < 0.015$  <sup>öd</sup> : önemsiz \*\* : Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir ( $p < 0.01$ ) SEM: standart hata

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- yükleme eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki delme testi sonucu alınan delme (penetrasyon) kuvveti değerleri incelendiğinde, X- eksen boyunca delme kuvveti değerleri artış gösterirken, Y- eksen boyunca kuvvet değerlerinin değişkenlik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca, X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca deformasyon değerlerinin yükleme hızları boyunca artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre delme testleri sonucu kuvvet değerlerinin X- eksen boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre %6.85 artış gösterirken, deformasyon değerinde ise %51.36 değerinde artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre delme testleri sonucu deformasyon değerlerinin Y- eksen boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre artış oranı ise

%21.29 oranındadır. Buna göre, delme kuvveti değerlerinin değişimi, Y- ekseninde X- eksenine göre daha yüksek bulunmuştur.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özellikleri içerisinde delme testi sonucu elde edilen delme kuvveti ve delme sonucu deformasyon değerlerinin özellikle, hasat sonrası bir kalite göstergesi olup, taşıma, depolama, ambalajlama ve paketleme gibi uygulamalarda materyalin zedelenmeden tüketiciye ulaştırılmasında, önemli ölçüde dikkate alınması gereken özelliklerindedir.

#### 4.1.4.4. Sıkıştırma Testi

Çalışmada, hem beyaz ve hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin meyve kabuğu ile birlikte meyve kabuk altı (meyve eti) üzerinde de mekanik ölçümler ve sıkıştırma (kompresyon) testleri projelenmiş ve yapılması düşünülmüş olmasına rağmen, meyve kabuğunun meyveden ayrılması, meyve etinden fazla materyal ayrılması nedeniyle yapılamamış, mekanik testleri olarak hem beyaz ve hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin sıkıştırma testlerinin sadece meyve kabuğu üzerinden yapılması mümkün olabilmıştır.

Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonucu elde edilen sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine yükleme eksenleri ve yükleme hızlarının etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar, Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi

| <i>Varyasyon kaynakları</i>   | <i>S.D.</i> | <i>Sıkıştırma kuvveti</i> |                     | <i>Deformasyon</i> |                     |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
|                               |             | <i>K.O.</i>               | <i>F</i>            | <i>K.O.</i>        | <i>F</i>            |
| <i>Yükleme Eksenini (YE )</i> | 1           | 0.034                     | 0.040 <sup>öd</sup> | 6.352              | 9.496**             |
| <i>Yükleme Hızı (YH)</i>      | 2           | 11.339                    | 13.556**            | 0.294              | 0.439 <sup>öd</sup> |
| <i>YE*YH</i>                  | 2           | 0.904                     | 1.081 <sup>öd</sup> | 0.168              | 0.251 <sup>öd</sup> |
| <i>Hata</i>                   | 36          | 0.836                     |                     | 0.669              |                     |

\*\* : p<0.01    <sup>öd</sup>: önemli değil

Çizelge 4.15 incelendiğinde, varyans analiz sonucu, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonuçlarına göre, sıkıştırma kuvveti değerlerine yükleme hızlarının (*YH*) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>) etkisi istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunurken, yükleme eksenlerinin (*YE*) etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. *YE\*YH* interaksiyonunun beyaz mersin bitkisi meyvelerin sıkıştırma kuvveti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonuçlarına göre, deformasyon değerlerine yükleme hızlarının (*YH*) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>) etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, yükleme eksenlerinin (*YE*) etkisi istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde bulunmuştur. Ayrıca, *YE\*YH* interaksiyonunun beyaz mersin bitkisi meyvelerin sıkıştırma kuvveti üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine ait ortalama, minimum, maksimum değerler ile standart hata değerleri ise, Çizelge 4.16'da verilmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma (kompresyon) kuvveti ve deformasyon değerleri incelendiğinde, X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerleri artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre sıkıştırma testleri sonucu kuvvet değerlerinin X- ekseninde 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre %95.40 artış gösterirken, deformasyon değerinde ise %194.38 değerinde artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre sıkıştırma testleri sonucu deformasyon değerlerinin X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre artış oranları ise sırasıyla %31.37 ile %2.74 oranındadır. Buna göre, sıkıştırma kuvveti değerlerinin değişimi, X- ekseninde, Y- eksenine göre özellikle 20 ve 40 mm min<sup>-1</sup> hızlarında daha yüksek oranda iken, deformasyon değerlerinin Y- ekseninde X- eksenine göre incelenen tüm yükleme hızlarında daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- yükleme eksenlerine göre farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma (kompresyon) kuvveti (N) ile deformasyon (mm) değerleri

| Sıkıştırma testi       | Yükleme eksenleri |             | Yükleme hızları<br>(mm min <sup>-1</sup> ) |                          |                          |
|------------------------|-------------------|-------------|--|--------------------------|--------------------------|
|                        |                   |             | 20   | 40                       | 60                       |
| Sıkıştırma kuvveti (N) | X- eksenleri      | Max.        | 2.29                                       | 3.76                     | 5.11                     |
|                        |                   | Min.        | 0.47                                       | 1.87                     | 0.60                     |
|                        |                   | <b>Ort.</b> | <b>1.41<sup>öd</sup></b>                   | <b>2.34<sup>öd</sup></b> | <b>2.76<sup>öd</sup></b> |
|                        |                   | SEM         | 0.21                                       | 0.27                     | 0.57                     |
|                        | Y- eksenleri      | Max.        | 1.74                                       | 2.80                     | 5.93                     |
|                        |                   | Min.        | 0.80                                       | 1.19                     | 2.30                     |
|                        |                   | <b>Ort.</b> | <b>1.15 c<sup>**</sup></b>                 | <b>2.11 b</b>            | <b>3.40 a</b>            |
|                        |                   | SEM         | 0.11                                       | 0.19                     | 0.46                     |
| Deformasyon (mm)       | X- eksenleri      | Max.        | 3.19                                       | 3.51                     | 2.84                     |
|                        |                   | Min.        | 1.02                                       | 1.09                     | 1.30                     |
|                        |                   | <b>Ort.</b> | <b>1.61<sup>öd</sup></b>                   | <b>1.90<sup>öd</sup></b> | <b>2.12<sup>öd</sup></b> |
|                        |                   | SEM         | 0.27                                       | 0.32                     | 0.21                     |
|                        | Y- eksenleri      | Max.        | 4.80                                       | 3.55                     | 4.30                     |
|                        |                   | Min.        | 1.53                                       | 1.40                     | 1.84                     |
|                        |                   | <b>Ort.</b> | <b>2.62<sup>öd</sup></b>                   | <b>2.65<sup>öd</sup></b> | <b>2.69<sup>öd</sup></b> |
|                        |                   | SEM         | 0.39                                       | 0.28                     | 0.32                     |

\*\* : p<0.05    <sup>öd</sup> : önemsiz    \*\* : Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0.01) SEM: standart hata

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonucu elde edilen sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine; yükleme eksenleri ve yükleme hızlarının etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar, Çizelge 4.17’de verilmiştir

Çizelge 4.17. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin farklı eksenler ve farklı yükleme hızlarının sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine etkilerine ait varyans analizi

| Varyasyon kaynakları          | S.D. | Sıkıştırma kuvveti |                     | Deformasyon |                      |
|-------------------------------|------|--------------------|---------------------|-------------|----------------------|
|                               |      | K.O.               | F                   | K.O.        | F                    |
| <b>Yükleme Eksenleri (YE)</b> | 1    | 0.111              | 2.387 <sup>öd</sup> | 0.051       | 0.491 <sup>öd</sup>  |
| <b>Yükleme Hızı (YH)</b>      | 2    | 0.037              | 0.803 <sup>öd</sup> | 1.089       | 10.402 <sup>**</sup> |
| <b>YE*YH</b>                  | 2    | 0.076              | 1.629 <sup>öd</sup> | 0.143       | 1.368 <sup>öd</sup>  |
| <b>Hata</b>                   | 36   | 0.047              |                     | 0.105       |                      |

\*\* : p<0.01    <sup>öd</sup> : önemli değil

Çizelge 4.17 incelendiğinde, varyans analiz sonucu, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonuçlarına göre, sıkıştırma kuvveti değerlerine yükleme hızlarının (YH) (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>), yükleme eksenlerinin (YE) ve YE\*YH

interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sıkıştırma testi sonuçlarına göre, deformasyon değerlerine yükleme hızlarının (20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup>) etkisi istatistiksel olarak p<0.01 düzeyinde önemli bulunurken, yükleme eksenleri ile *YE\*YH* interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerlerine ait ortalama, minimum, maksimum değerler ile standart hata değerleri ise, Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma (kompresyon) kuvveti (N) ile deformasyon (mm) değerleri

| Sıkıştırma testi              | Yükleme eksenleri |             | Yükleme hızları<br>(mm min <sup>-1</sup> ) |                 |                 |
|-------------------------------|-------------------|-------------|--|-----------------|-----------------|
|                               |                   |             | 20   | 40              | 60              |
| <i>Sıkıştırma kuvveti (N)</i> | X- eksenleri      | Max.        | 0.870                                      | 1.960           | 1.970           |
|                               |                   | Min.        | 0.670                                      | 0.800           | 1.420           |
|                               |                   | <b>Ort.</b> | <b>0.804 b**</b>                           | <b>1.541 a</b>  | <b>1.746 a</b>  |
|                               |                   | SEM         | 0.028                                      | 0.170           | 0.082           |
|                               | Y- eksenleri      | Max.        | 0.910                                      | 1.970           | 1.990           |
|                               |                   | Min.        | 0.660                                      | 0.780           | 0.730           |
|                               |                   | <b>Ort.</b> | <b>0.766 b**</b>                           | <b>1.264 a</b>  | <b>1.534 a</b>  |
|                               |                   | SEM         | 0.034                                      | 0.157           | 0.167           |
| <i>Deformasyon (mm)</i>       | X- eksenleri      | Max.        | 1.750                                      | 2.080           | 2.030           |
|                               |                   | Min.        | 0.940                                      | 0.660           | 1.440           |
|                               |                   | <b>Ort.</b> | <b>1.334 öd</b>                            | <b>1.581 öd</b> | <b>1.713 öd</b> |
|                               |                   | SEM         | 0.105                                      | 0.178           | 0.079           |
|                               | Y- eksenleri      | Max.        | 2.280                                      | 1.930           | 1.740           |
|                               |                   | Min.        | 1.240                                      | 1.200           | 1.600           |
|                               |                   | <b>Ort.</b> | <b>1.588 öd</b>                            | <b>1.656 öd</b> | <b>1.688 öd</b> |
|                               |                   | SEM         | 0.129                                      | 0.100           | 0.021           |

\*\* : p<0.01    öd : önemsiz    \*\* : Aynı satırdaki aynı harfler arası fark önemsizdir (p<0.01)    SEM: standart hata

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin X- ve Y- eksenlerine göre üç farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testi sonucu alınan sıkıştırma (kompresyon) kuvveti ve deformasyon değerleri incelendiğinde, X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerleri artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre sıkıştırma testleri sonucu kuvvet değerlerinin X- eksenleri boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında,



20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre %117.16 artış gösterirken, deformasyon değerinde ise %100.26 değerinde artış gösterdiği görülmüştür. Yükleme hızlarına göre sıkıştırma testleri sonucu deformasyon değerlerinin X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca 60 mm min<sup>-1</sup> hızında, 20 mm min<sup>-1</sup> hız değerine göre artış oranları ise sırasıyla %28.41 ile %6.30 oranındadır. Buna göre, sıkıştırma kuvveti değerlerinin değişimi, X- ekseninde Y- eksenine göre özellikle 20 ve 40 mm min<sup>-1</sup> hızlarında daha yüksek oranda gözlenirken, deformasyon değerlerinin değişimi, Y- ekseninde, X- eksenine göre tüm yükleme hızlarında daha yüksek değerlerde bulunmuştur.

Aydın ve Özcan (2007), mersin meyvelerinin %8.32'den %74.44'e kuru baza göre nem içeriğinin değişmesiyle meyvelerin sıkıştırma sonucu kuvvet değerlerinin (rupture force) 38.5 N'dan 0.98 N'a azalış gösterdiğini açıklamışlardır. Hacıseferoğulları ve ark. (2012) ise, beyaz ve siyah mersin meyvelerinin 50 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızındaki sıkıştırma sonucu kuvvet değerlerini (rupture force) sırasıyla 2.06 N ile 1.77 N olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada 40 mm min<sup>-1</sup> ile 60 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızları için meyvelerin normal duruşu/konumuna (Y- eksenine) göre, sıkıştırma sonucu kopma/kırılma kuvvet değerleri beyaz renkli meyvede sırasıyla 2.13 N ile 3.41 N, siyah renkli meyvede sırasıyla 1.26 N ile 1.53 N olarak bulunmuştur. Buna göre, bu çalışmada bulunan sıkıştırma kuvvet (rupture force) değerleri, beyaz renkli mersin meyvelerinde Hacıseferoğulları ve ark. (2012)'nin bildirdiği sonuçlardan daha yüksek çıkarken, siyah renkli mersin meyvelerinde ise daha düşük bulunmuştur. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özellikleri içerisinde sıkıştırma testi sonucu elde edilen delme kuvveti ve delme sonucu deformasyon değerlerinin özellikle, hasat sonrası bir kalite göstergesi olup, taşıma, depolama, ambalajlama ve paketleme gibi uygulamalarda materyalin zedelenmeden tüketiciye ulaştırılmasında, önemli ölçüde dikkate alınması gereken özelliklerindedir.

## 4.2. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyve Örneklerinin Kurutma Karakteristikleri

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin nem içeriği değerleri %yaş baza (%y.b) göre, beyaz mersin meyveleri örnekleri için %79.72 olarak belirlenirken, siyah mersin bitkisi meyveleri örnekleri için ise %63.36 olarak bulunmuştur. Kurutma ile beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin nem seviyesinin yaş baza göre % 9-11 son nem seviyelerine kadar düşürülmesi sağlanmıştır. Çalışmada elde edilen son nem değerleri ve kurutma süreleri, Çizelge 4.19’da verilmiştir. Kurutma işleminde, son nem değerleri her bir kurutma sıcaklığı için üçer tekerrür halinde yapılmış, elde edilen sonuçların ortalamaları alınarak son veri olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.19. Kurutulan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin son nem (%y.b) değerleri ve kuruma süreleri

| <i>Kurutma Sıcaklığı (°C)</i> | <i>Beyaz</i>           |                             | <i>Siyah</i>           |                             |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
|                               | <i>Son nem (% y.b)</i> | <i>Kuruma süresi (saat)</i> | <i>Son nem (% y.b)</i> | <i>Kuruma süresi (saat)</i> |
| 50                            | 10.25                  | 70.00                       | 9.03                   | 37.00                       |
| 60                            | 9.19                   | 37.00                       | 10.14                  | 22.00                       |
| 70                            | 11.13                  | 22.00                       | 10.08                  | 13.00                       |

Çizelge 4.19 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma süreleri incelendiğinde, beyaz mersin bitkisi meyvesi için kurutma süresi bakımından 50, 60 ve 70°C sıcaklıklardaki, son neme ulaşmaları için geçen süreler sırasıyla; 70 h, 37 h ve 22 h olarak belirlenirken, siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin son neme ulaşmaları için geçen süreler ise 50, 60 ve 70°C kurutma sıcaklıkları sırasıyla, 37 h, 22 h ve 13 h olarak bulunmuştur. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki meyve örnekleri için de, sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle birlikte, kuruma sürelerinde azalmalar olduğu görülmüştür.

Kurutma sıcaklıkları açısından kuruma süreleri incelendiğinde, 50°C kurutma sıcaklığında meyvelerin son neme ulaşmaları için bulunan kuruma süresi değeri, beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri için siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre %89.19 oranında daha fazla iken, 60°C kurutma sıcaklığında %68.18 oranında bir fark

sözkonusu olup, sıcaklığın 70°C kurutma sıcaklığına gelmesinde ise, oran %69.23 olarak bulunmuştur. Çalışmada, beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin nem içeriğinin daha yüksek olmasından dolayı kuruma süreleri siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre daha uzun sürmüştür.

### **4.3. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyve Örneklerinin Kurutma Verilerinin Modellenmesi**

Çalışmada, kurutma işlemlerinde kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kuruma süresine bağlı olarak ayrılabilir nem oranı değişimini belirlemek için kuruma eğrileri oluşturulmuştur. Kurutma materyali olarak kullanılan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin kuruma eğrilerini oluşturulurken bir bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Bu çalışmada kuruma eğrilerini modellemek için ‘*Exponential Decay*’, ‘*Page*’ ve ‘*Midilli Küçük*’ matematiksel modeller yaygın olarak kullanılan ince tabaka kurutma modelleri oldukları için tercih edilmiş ve modellere ait eşitlikler kullanılarak varyans analiz sonuçları ile kararlılık katsayısı olan  $R^2$  değerleri elde edilmiştir.

Uygulanan tüm modellemelerde modellerin güvenilirlik testi için, varyans analiz sonucunu ifade eden  $P$  değeri 0.05 değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Kullanılan modellere ait katsayılar, varyans analizi ve  $R^2$  sonuçları, aşağıdaki tablolarda verilerek beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örnekleri için ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

#### **4.3.1. ‘Exponential decay’ matematiksel model eşitliği**

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerine ait kuruma eğrilerinin ‘*Exponential Decay*’ modeli uygulanarak elde edilen model eşitliğinde yer alan  $a$ ,  $b$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma modelleri ayrı ayrı incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

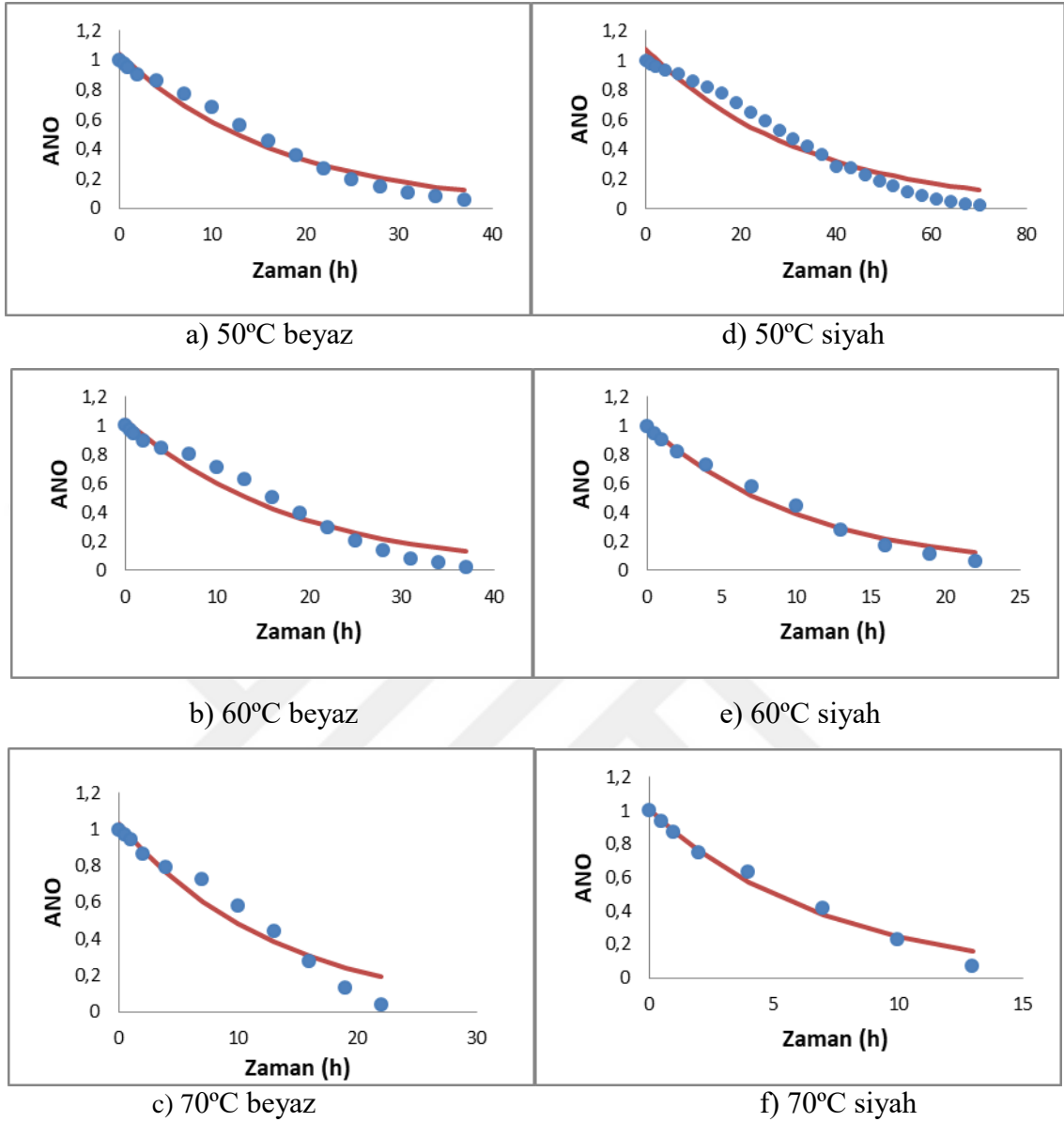
Çizelge 4.20 incelendiğinde beyaz mersin bitkisi meyve örneklerine ait en büyük ‘*b*’ değerinin 0.0768 ile 70°C sıcaklığında; en küçük ‘*b*’ değerinin ise 0.0304 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. ‘*a*’ değeri için ise; en büyük değerin 1.0808 ile 50°C sıcaklığında ve en küçük değerin ise 1.0360 ile 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.20. ‘*Exponential Decay*’ eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait *a*, *b*,  $R^2$  ve *P* değerleri

| <i>Mersin meyvesi</i> | <i>Kurutma sıcaklığı (°C)</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | $R^2$  | <i>P</i> |
|-----------------------|-------------------------------|----------|----------|--------|----------|
| <i>Beyaz</i>          | 50                            | 1.0808   | 0.0304   | 0.9520 | <0.0001  |
|                       | 60                            | 1.0432   | 0.0557   | 0.9502 | <0.0001  |
|                       | 70                            | 1.0360   | 0.0768   | 0.9420 | <0.0001  |
| <i>Siyah</i>          | 50                            | 1.0447   | 0.0580   | 0.9748 | <0.0001  |
|                       | 60                            | 1.0093   | 0.0958   | 0.9854 | <0.0001  |
|                       | 70                            | 1.0125   | 0.1426   | 0.9829 | <0.0001  |

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerine ait en büyük ‘*b*’ değerinin 0.1426 ile 70°C sıcaklığında; en küçük ‘*b*’ değerinin ise 0.0580 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. ‘*a*’ değeri için ise; en büyük değerin 1.0447 ile 50°C sıcaklığında ve en küçük değerin ise 1.0093 ile 60°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

‘*Exponential Decay*’ modeline göre beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük  $R^2$  değerinin 0.9520, en küçük  $R^2$  değerinin ise 0.9420 olduğu, bulunan en büyük değerin 50°C sıcaklığında ve en küçük değerin ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. ‘*Exponential Decay*’ modeline göre siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük  $R^2$  değerinin 0.9854, en küçük  $R^2$  değerinin ise 0.9748 olduğu, bulunan en büyük değerin 60°C sıcaklığında ve en küçük değerin ise 50°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, varyans analiz sonuçlarına göre, ‘*Exponential Decay*’ modelinin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değeri olan 0.05’ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir. ‘*Exponential Decay*’ modeline ait farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi beyaz ve siyah bitkisi meyve örnekleri için Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 ‘*Exponential Decay*’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir)

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kurutma işlemi boyunca, ‘*Exponential Decay*’ modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir (Şekil 4.1). Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise nemin daha hızla materyalden uzaklaştığı görülmektedir.

#### 4.3.2. 'Page' matematiksel model eşitliği

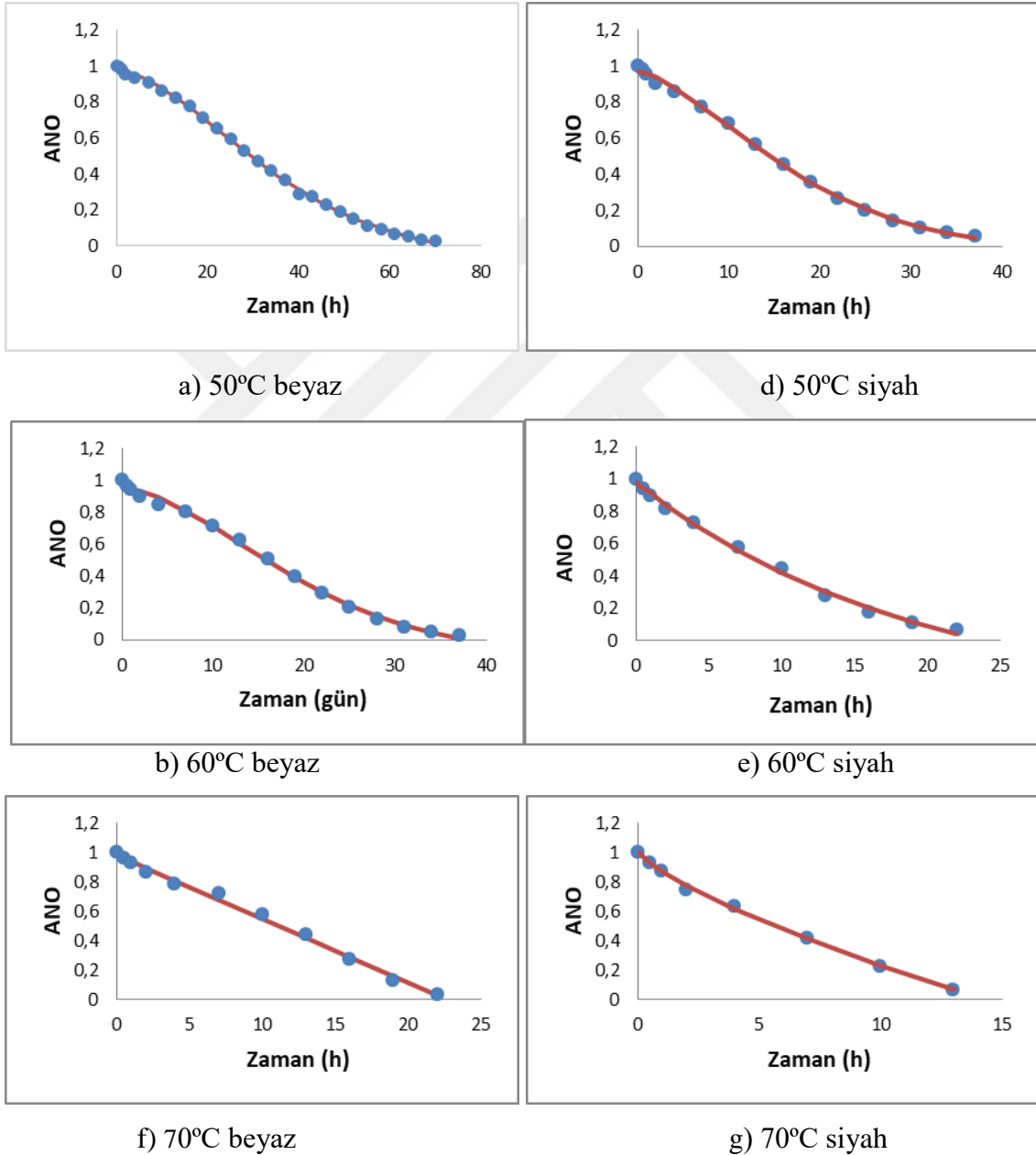
Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kuruma eğrilerinin 'Page' modeli uygulanarak elde edilen ve model eşitliğinde yer alan;  $k$ ,  $h$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Çizelge 4.21'de 'Page' eşitliği ile oluşturulan kuruma eğrilerine ait model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$  için sayısal değerler,  $R^2$  ve varyans analiz değerleri  $P$  değerleri verilmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerlerinin 0.0022 ile 0.0157 aralığında değiştiği görülmektedir. En küçük ' $k$ ' değerinin 50°C sıcaklığında olduğu, en büyük değer ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ' $k$ ' değerlerinin 0.0148 ile 0.1061 aralığında değiştiği görülmektedir. En küçük ' $k$ ' değerinin 50°C sıcaklığında olduğu, en büyük değer ise 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.21. 'Page' eşitliğinin sayısal değerleri ile modele ait  $k$ ,  $h$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri

| Materyal | Kurutma sıcaklığı (°C) | $k$    | $h$    | $R^2$  | $P$     |
|----------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| Beyaz    | 50                     | 0.0022 | 1.7012 | 0.9973 | <0.0001 |
|          | 60                     | 0.0076 | 1.6544 | 0.9885 | <0.0001 |
|          | 70                     | 0.0157 | 1.602  | 0.974  | <0.0001 |
| Siyah    | 50                     | 0.0148 | 1.448  | 0.9962 | <0.0001 |
|          | 60                     | 0.0614 | 1.1811 | 0.991  | <0.0001 |
|          | 70                     | 0.1061 | 1.1469 | 0.9873 | <0.0001 |

Çizelge 4.21'de görüleceği gibi, ' $h$ ' değerleri incelendiğinde, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sayısal verilerin 1.6020 ile 1.7012 aralığında değiştiği, en büyük ' $h$ ' değerinin 1.7012 ile 50°C sıcaklığında, en küçük ' $h$ ' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmektedir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin sayısal verilerin 1.4480 ile 1.1469 aralığında değiştiği, en büyük ' $h$ ' değerinin 1.4480 ile 50°C sıcaklığında en küçük ' $h$ ' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmüştür. 'Page' kurutma model eşitliğinde ' $R^2$ ' değerlerinin Beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin sayısal verilerin 0.9740 ile 0.9973 aralığında değiştiği, en büyük ' $R^2$ ' değerinin 0.9740 ile 50°C sıcaklığında en küçük ' $R^2$ ' değerinin ise 70°C sıcaklığında olduğu görülmüştür. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin en büyük ' $R^2$ ' değerinin; 0.9962 ile 50°C olduğu, en küçük değer ise, 0.9873 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. Varyans analiz

sonuçlarının ise; modelin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değeri olan 0.05'ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir. 'Page' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2 'Page' modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler, ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir).

Şekil 4.2 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kurutma işlemi boyunca ‘Page’ modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise nemin daha hızla materyalden uzaklaştığı görülmektedir.

#### 4.3.3. ‘Midilli Küçük’ matematiksel model eşitliği

‘Midilli Küçük’ eşitliği ile oluşturulan beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerinin kuruma eğrilerine ait sayısal değerler, model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$ ,  $j$ ,  $m$ ,  $R^2$  ve varyans analiz değerleri  $P$  değerleri, Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. ‘Midilli Küçük’ eşitliğinin sayısal değerleri ile model eşitliğinde yer alan  $k$ ,  $h$ ,  $j$ ,  $m$ ,  $R^2$  ve  $P$  değerleri

| Mersin meyvesi | Kurutma sıcaklığı (°C) | $k$    | $h$    | $j$    | $m$     | $R^2$  | $P$     |
|----------------|------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Beyaz          | 50                     | 1.6843 | 0.9526 | 0.0021 | -0.0007 | 0.9992 | <0.0001 |
|                | 60                     | 1.7005 | 0.9779 | 0.0053 | -0.002  | 0.996  | <0.0001 |
|                | 70                     | 0.0019 | 0.9945 | 0.0101 | -0.0436 | 0.9924 | <0.0001 |
| Siyah          | 50                     | 1.5027 | 0.9714 | 0.0117 | -0.0006 | 0.998  | <0.0001 |
|                | 60                     | 1.0315 | 0.9807 | 0.0641 | -0.0074 | 0.9965 | <0.0001 |
|                | 70                     | 0.7034 | 1.0053 | 0.1069 | -0.0352 | 0.9986 | <0.0001 |

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin ‘ $k$ ’ değerinin en büyük sayısal değerinin 1.7005 ile 60°C sıcaklığında, en küçük değer ise 0.0019 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. ‘ $h$ ’ değerleri incelendiğinde ise; en büyük değer 0.9945 ile 70°C sıcaklığında, en küçük değer ise, 0.9526 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin ‘ $k$ ’ değerinin en büyük sayısal değerinin 1.5027 ile 50°C sıcaklığında, en küçük değer ise 0.7034 ile 70°C sıcaklığında olduğu belirlenmiştir. ‘ $h$ ’ değerleri incelendiğinde ise; en büyük değer 1.0053 ile 70°C sıcaklığında, en küçük değer ise, 0.9714 ile 50°C sıcaklığında olduğu görülmektedir.

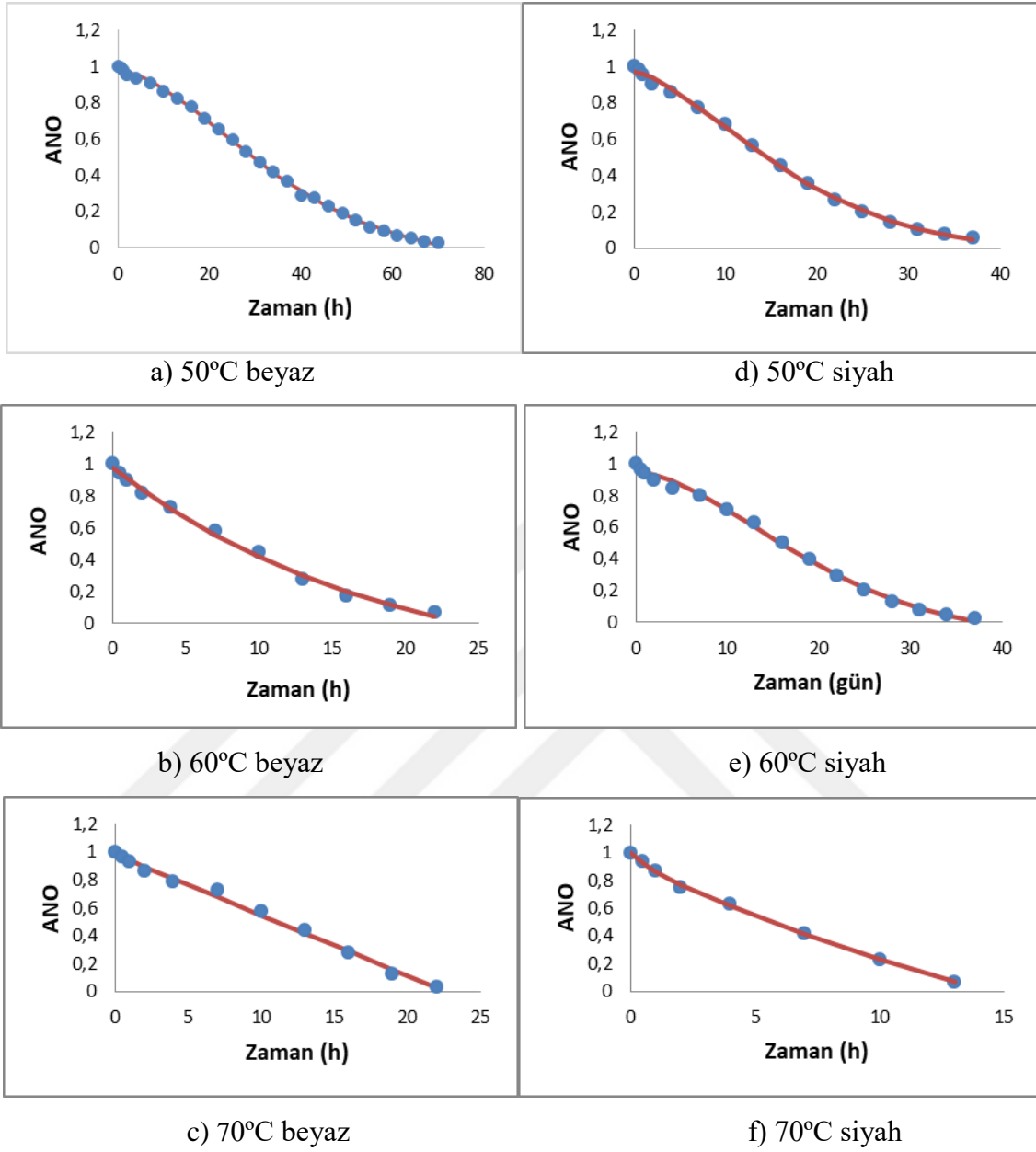


Çizelge 4.22’de görüleceği gibi, beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin model eşitliğinde yer alan en büyük ‘ $j$ ’ değerinin 0.0101 ile 70°C, en küçük ‘ $j$ ’ değerinin ise 0.0021 ile 50°C olduğu gözlemlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve örnekleri için yapılan kurutmada, ‘ $m$ ’ değerlerinin en büyük değerinin -0.0007 ile 50°C en küçük değerinin ise -0.0436 ile 70°C olduğu saptanmıştır. ‘ $R^2$ ’ değerlerinin en büyük değerinin; 0.9992 ile 50°C sıcaklığında en küçük ‘ $R^2$ ’ değerinin ise; 0.9924 ile 70°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir.

Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin model eşitliğinde yer alan en büyük ‘ $j$ ’ değerinin 0.1069 ile 70°C, en küçük ‘ $j$ ’ değerinin ise 0.0117 ile 50°C olduğu gözlemlenmiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örnekleri için yapılan kurutmada, ‘ $m$ ’ değerlerinin en büyük değerinin -0.0006 ile 50°C en küçük değerinin ise -0.0352 ile 70°C olduğu saptanmıştır.

‘ $R^2$ ’ değerlerinin en büyük değerinin; 0.9986 ile 70°C sıcaklığında en küçük ‘ $R^2$ ’ değerinin ise; 0.9965 ile 50°C sıcaklığında olduğu gözlemlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarının ise; modelin geçerlilik ve güvenilirlik kriter değeri olan 0.05’ten küçük olduğu hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvesi örneklerinde gözlemlenmiştir.

‘*Midilli Küçük*’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 ‘Midilli Küçük’ modeline ait beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin (a, b, c) ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin (d, e, f) farklı sıcaklıklardaki kurutma eğrilerinin değişimi (noktalı değerler, ölçülen değerler ve çizgili değerler model tahmin değerleridir)

Şekil 4.3 incelendiğinde, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerine ait kurutma işlemi boyunca ‘Midilli Küçük’ modeli için kurutma süresinin uzamasıyla birlikte nem değerlerinin sürekli azaldığı görülmektedir. Düşük sıcaklıklarda nemin daha yavaş, yüksek sıcaklıklarda ise nemin daha hızla materyalden uzaklaştığı görülmektedir.

#### 4.4. Beyaz ve Siyah Mersin Bitkisi Meyve Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kimyasal özelliklerine [(pH, Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA)] ait ortalama, maksimum, minimum ve standart hata değerleri, Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri örneklerine ait kimyasal özellikler [suda çözünebilir kuru madde (SÇKM,%), pH ve titre edilebilir asitlik (TA, %)] ortalama değerler ve standart hata değerleri

| Kimyasal özellikler |             | Beyaz        | Siyah        |
|---------------------|-------------|--------------|--------------|
| pH                  | Max.        | 4.61         | 5.40         |
|                     | Min.        | 4.39         | 5.20         |
|                     | <b>Ort.</b> | <b>4.48</b>  | <b>5.30</b>  |
|                     | SEM (*)     | 0.07         | 0.06         |
| SÇKM (%)            | Max.        | 13.80        | 5.36         |
|                     | Min.        | 13.50        | 5.31         |
|                     | <b>Ort.</b> | <b>13.63</b> | <b>5.33</b>  |
|                     | SEM         | 0.09         | 0.02         |
| TA (%)              | Max.        | 0.539        | 0.206        |
|                     | Min.        | 0.492        | 0.204        |
|                     | <b>Ort.</b> | <b>0.510</b> | <b>0.205</b> |
|                     | SEM         | 0.024        | 0.001        |

(\*): SEM: standart hata (standard error of mean)

Beyaz mersin meyvesi örnekleri için elde edilen SÇKM ve TA ortalama değerleri, siyah mersin meyvesi örnekleri için elde edilen değerlerden daha büyük değerler verirken, pH değerleri ise, siyah mersin meyvesinde, beyaz mersin bitkisi meyvesi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Aydın ve Özcan (2007), mersin meyvelerinin kimyasal özellikleri içerisinde pH ve SÇKM değerlerini sırasıyla; 6.56 ve %14 olarak bulmuşlardır. Yıldırım ve ark. (2013) ise, 60 mersin bitkisi meyve örneklerinin SÇKM değerlerini, Adana-Karaisalı yöresi

için %18.67-%29.00 aralığında, Tarsus Merkezi için %11.57-25.00 aralığında, Tarsus Yanıkışla köyü için ise %19.33 ile %27.1 aralığında olduğunu açıklamışlardır.

Haciseferoğulları ve ark. (2012), beyaz ve siyah mersin meyvelerinin kimyasal özellikleri içerisinde pH değerlerini sırasıyla 4.39 ve 4.59 olarak bulurlarken, titre edilebilir asitlik (*TA*) değerlerini ise % malik asit cinsinden sırasıyla 0.30 ve 0.17 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada bulunan pH değerleri; hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyveleri açısından değerlendirildiğinde, Aydın ve Özcan (2007)'nin buldukları değerlerden daha düşük bulunurken, Haciseferoğulları ve ark. (2012)'nin bildirdiği sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan titre edilebilir asitlik (*TA*) değerleri bakımından beyaz mersin meyvelerinde daha hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin sonuçları, Haciseferoğulları ve ark. (2012)'nin bildirdiği sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan SÇKM değerleri bakımından hem beyaz hem de siyah mersin bitkisi meyvelerinin sonuçları, Aydın ve Özcan (2007)'in bildirdikleri ile Yıldırım ve ark. (2013)'in bildirdiklerine göre genelde daha düşük değerlerde bulunmuştur. Çalışmada bulunan sonuçlar ile literatür arasındaki farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesinin (*Myrtus communis* L.) fiziksel (geometrik, hacimsel ve renk) özellikleri, mekanik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Geometrik özellikler olarak; boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, ve yüzey alanı, hacimsel özellikler olarak; meyve hacim ağırlığı, yığın hacim ağırlığı, ağırlık/kütle, renk özellikleri olarak; mersin bitkisi meyvelerinin kabuk ve kabuk altı için  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , Kroma, Hue açısı ve Kahverengileşme derecesi değerleri olarak incelenmiştir. mersin bitkisi meyvelerinin mekanik özelliklerden meyve dal kopma direnci, delme testi, sıkıştırma testi ve statik sürtünme katsayısı değerleri ile beraber kimyasal özelliklerden suda çözünabilir kuru madde oranı ( $SÇKM$ ), pH, titre edilebilir asitlik ( $TA$ ) incelenmiştir. Ayrıca çalışmada, siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvesinin 50, 60 ve 70°C sıcaklıklarda kurutulmasıyla taze ve kuruma sonrası renk ve kimyasal özellikleri değerlendirilmiştir.

*Geometrik ve hacimsel özellikler olarak;* mersin bitkisinin beyaz ve siyah renkli meyvelerinin uzunluk ve genişlik boyutsal özellikleri incelendiğinde, beyaz renkli olan meyvelerin siyah renkli olanlara göre daha iri olduğu; beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinin siyah renklilere göre uzunluk ve genişlik değerleri açısından %65.63 ve %53.84 oranlarında daha iri olduğu görülmüştür. Beyaz ve siyah renkli meyvelerinin geometrik özelliklerinden geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve küresellik özellikler incelendiğinde, geometrik ortalama çap ve yüzey alanı değerlerinin beyaz renkli mersin bitkisi meyvelerinde, siyah renkli mersin bitkisi meyvelerine göre daha büyük değerlerde olduğu; ancak, küresellik değerlerinde ise, siyah mersin bitkisi meyvelerinin beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha fazla küreye yakın olduğu görülmüştür. Hacimsel özellikler olarak, siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvesinin materyal ağırlıklarına ait ortalama değerler sırasıyla; 1.39 g ve 0.34 g olarak belirlenmiştir.

Siyah ve beyaz mersin bitkisi meyvesinin ağırlık ve hacim değerlerinin beyaz mersin bitkisi meyvelerinde, siyah mersin meyvelerine göre daha büyük değerlerde olduğu, buna karşın, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları değerleri ise, siyah renkli

mersin bitkisi meyveleri örneklerinde, beyaz renkli mersin bitkisi meyveleri örneklerinde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyveleri için fiziksel özellikler olarak geometrik özellikler olarak temel boyutlar, geometrik ortalama çap, küresellik ile hacimsel özellikler olarak ağırlık, hacim, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlıkları açısından incelenen literatürler ve bulduğumuz sonuçlar arasında belirli düzeyde farklılıklar olduğu gözlenmiş, bu farklılıkların üretim ortamına bağlı olduğu gibi, farklı hasat dönemlerinin de ürünlerin boyutları üzerinde etkisi olduğu, ayrıca mersin bitkisi meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden (ısı, ışık, havalandırma, hasat dönemi vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

*Renk özellikleri olarak;* beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kabuk ve kabuk altı (meyve eti) renk ölçüm değerleri açısından *L* parlaklık değerleri beyaz mersin meyvesinin daha yüksek değer verdiği ve meyve kabuk ve meyve eti için ortalama değerlerinin birbirine yakın değerler verdiği; siyah mersin meyvesinde meyve eti meyve kabuk rengine göre %74.13 oranında daha koyu renkli olduğu görülmüştür. *L* parlaklık değerleri siyah mersin meyve örneklerinde literatür değerleri aralığında bir değer bulunurken, beyaz renkli meyvelerdeki *L* değerleri ise literatürden daha yüksek bulunmuştur. Beyaz ve siyah renkli meyvelerdeki kroma değerleri, literatürde belirtilen daha düşük değerlerde bulunmuştur. Çalışmada bulunan sonuçlar ile literatür arasındaki gözlenen farklılıkların, çalışma materyalleri olan beyaz ve siyah mersin meyvelerinin bitkiye ait genotip özelliği, iklim koşulları ve yetiştiği çevre faktörlerinden, hatta genotip ve genetik faktörlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

*Kurutma sonrası renk değerleri olarak,* 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklar sonrası kurutmada, elde edilen *L* değeri sırasıyla; 30.75, 24.55 ve 21.79 olarak saptanmıştır. Sıcaklık değişimiyle beyaz mersin bitkisi meyve örneklerinin renk değişimi beyazdan koyu renge doğru artış göstermiş, yani *L* parlaklık değerlerinde düşüşler göstermiştir. Kroma (*C*) renk skalası değerleri; 50, 60 ve 70°C'de sıcaklıklardaki kurutma sonrası sırasıyla; 11.27, 9.85 ve 10.19 olarak belirlenmiştir. Beyaz mersin bitkisi meyve

örneklerinin Kroma değerleri taze haldeki 19.38 değerine göre, tüm sıcaklıklarda daha düşük değerler vermiştir. Siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin Kroma, hue açısı ve kahverengileşme derecesi değerlerinin taze haldeki meyve örneklerine göre sıcaklık artışına bağlı olarak genelde artış gösterdiği görülmüştür.

*Mekanik özellikler bakımından*, beyaz mersin bitkisinin meyvelerinin sapa tutunma kuvvetinin, siyah mersin bitkisi meyvelerine göre daha yüksek değerde olduğu ve sırasıyla 3.68 N ve 1.26 N olarak belirlenmiştir. Beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvesinin delme testinin 20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup> hızlarındaki elde edilen delme kuvveti değerleri yükleme hızının artmasıyla artış göstermiştir.

*Sürtünme özellikleri olarak*, siyah mersin bitkisi meyveleri lastik yüzeyde beyaz mersin bitkisi meyvelerine göre daha büyük fark değerler vermişken, siyah mersin bitkisi meyvelerinin galvanizli sac ve PVC sürtünme yüzeyleri için sürtünme katsayısı değerleri beyaz mersin bitkisine meyvelerine göre daha az fark yani daha yakın sonuçlar vermiştir.

*Delme testi ölçümleri olarak*, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin yükleme hızlarına göre X- ve Y- eksenleri boyunca yapılan yükleme hızlarına bağlı olarak delme kuvveti değerlerinin artma eğilimi gösterdiği; X- ekseninde Y- eksenine göre daha yüksek gözlenirken, deformasyon açısından ise Y- ekseninde değişimin X- eksenine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

*Sıkıştırma testi ölçümleri olarak*, 20, 40 ve 60 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızlarındaki X- ve Y- yükleme eksenleri boyunca sıkıştırma kuvveti ve deformasyon değerleri artış gösterdiği ve değişimlerin, X- ekseninde, Y- eksenine göre daha yüksek orandadır.

*Kurutma karakteristikleri olarak*; beyaz ve siyah mersin bitkisi meyve örneklerinin kuruma süreleri incelendiğinde, her iki meyve örnekleri için de, sıcaklık değerlerinin yükselmesiyle birlikte, kuruma sürelerinde azalmalar olduğu görülmüştür. Beyaz mersin bitkisi meyveleri örneklerinin nem içeriğinin daha yüksek olmasından dolayı kuruma süreleri siyah mersin bitkisi meyve örneklerine göre daha uzun sürmüştür.

*Kimyasal özellikler olarak;* beyaz mersin meyvesi örnekleri için elde edilen SÇKM ve TA ortalama değerleri, siyah mersin meyvesi örnekleri için elde edilen değerlerden daha büyük değerler verirken, pH değeri ise, siyah mersin meyvesinde, beyaz mersin bitkisi meyvesi örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Son yıllarda yapılan bir çok çalışmada, farklı meyve türlerine ait biyoteknik özellikler incelenmiş olsa da, mersin bitkisi meyvesinin fiziksel, mekanik, kimyasal özellikleri ve kurutmanın birlikte bu çalışmanın önemi çok büyüktür. Bu çalışma ile, beyaz ve siyah mersin bitkisi meyvelerinin biyo-teknik özellikleri olarak fiziksel özellikleri, mekanik ve kimyasal özellikleri ile birlikte kurutma karakteristiklerinin incelenmesi; mersin bitkisi meyvelerinin özellikle hasat ve hasat sonrası teknolojik işlemlerde, meyvelerin nitelik ve kalitesini korumaya yönelik önlemler alınması için temel mühendislik verilerini elde etmeye yardımcı olacaktır. Buna ilaveten hasada yönelik ve hasat sonrası meyve işlemeye yönelik olarak mekanik direnç özelliklerinin bilinmesi yanında, hasat sonrası koruma uygulamaları içerisinde kurutmanın önemi, hasat sonrası teknolojilerde büyük bir öneme sahiptir.

Mersin bitkisi meyvesinin kurutulmasıyla ilgili olarak kurutma karakteristikleri incelenmesiyle elde edilen veriler, hasat sonrası işlemlerdeki ticari değerini artırma ve tüketici isteklerine uygun tüketici istekleri açısından önemlidir. Kurutma işlemlerinin sonucu mersin bitkisi meyvelerinin renk ölçümlerinin taze haldeki değerini değerlerini koruyabilmesi önemli olduğu için, renk özelliklerine ait renk karakteristiklerine ait değerleri düşmemesi için kullanılacak sıcaklık parametresinin daha düşük düzeyde tutulmasının (50°C sıcaklık) uygun olacağı düşünülmektedir.

Mersin bitkisinin ticari ve ekonomik açıdan kalitesinin korunmasına yönelik ürünün değerini arttırmak için, öncelikli olarak kültüre alınabilmesi ve üretim miktarlarının kontrollü olarak artırılmasına çalışılması gerekmektedir. Bu anlamda, bu çalışmanın mersin bitkisinin önemli tıbbi, aromatik ve gıda değerleri yanında kurutma işlemleri ile sanayiye yönelik değerinin artmasına, doğal yetişmesi yanında kültürel olarak yetiştiriciliğinin sağlanması ile nicelik olarak üretiminde de gelişmelere neden olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın yanında, yeni araştırmacıların bu çalışma kapsamında



elde edilen verilere ilave yeni çalışma ve yeni bulgularla mersin bitkileri üretiminin ticari olarak gelişimine katkılar sunacağı öngörülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Altuntas, E. ve Yildiz, M., 2007. Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *J. Food Engineering*, 78: 174-183.
- Akgül, A. ve Bayrak, A. 1989. Essential oil content and composition of myrtle (*Myrtus communis* L.) leaves. *Doğa, Turk Tarım ve Ormancılık Dergisi.*, 13: 143-147.
- Akgül, A. ve Kıvanç, M. 1988. Bazı yerli baharatların antimikrobiyal özellikleri: adaçayı, çemenotu, ıhlamur, mersin, sumak. In: I. Ulusal Biyoteknoloji Sempozyumu, 5-7 Eylül 1988, Ankara.
- Alniak S., 2011. Erik meyvesinin (*Prunus cerasifera* Ehrh.) farklı hasat dönemlerindeki bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 61, Aydın.
- Anonim, 2011. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <http://www.batem.gov.tr/Mersin> (*Myrtus communis* L.) Erişim Tarihi: 04.12.2018.
- Aronne, G. ve Russo, D., 1997. Carnivorous mammals as seed dispersers of *Myrtus communis* in the mediterranean shrublands. *Plant Biosyst.*, 131: 189-195.
- Aydın, C. ve Özcan, M. M. 2007. Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal Of Food Engineering*, 79: 453-458.
- Bashir, H.A. ve Abu-Goukh, A.A., 2003. Compositional changes during guava fruit ripening. *Food Chemistry*, 80 (4): 557-563.
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandez, M.T. ve Gervasini, C., 2003. Influence of storage delay on quality of "Van" sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 303-312.
- Boelens, M. H. ve Jimenez, R. 1991. The chemical composition of Spanish myrtle leaf oils. Part I. *J. Essent. Oil Res.* 3: 173-177.
- Boelens, M. H., Jimenez, R. 1992. The chemical composition of Spanish myrtle oils. Part II. *Journal of Essential Oil Research*, 4: 349-353.
- Baytop, A., *Farmasötik Botanik*, İst. Univ. Yayınları, 3158, 1983
- Baytop, T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi geçmişte ve bugün. Nobel Tıp Kitap Evleri, 480 s. İstanbul.
- Cemeroğlu, B.S., 2007. Gıda analizleri. 480 p. Gıda Teknolojisi Press. Ankara.
- Da Silva, M.A., Pinedo, R., and Kieckbusch, T.G., 2005. Ascorbic acid thermal degradation during hot air drying of camu-camu (*Myrciaria dubia* [H.B.K.] McVaugh) slices at different air temperatures. *Drying Technology* 23, 2277-2287.
- Diaz, A.M. ve Abeger, A., 1986. Quantitative determination of the tannin content of *Myrtus communis* L. seeds, *Ann. R. Acad. Farm.* 52 (1): 117-122.
- Doğan A., 1978. Mersin bitkisinin (*Myrtus communis* L.) uçucu yağ verimi, yağın fiziksel, kimyasal özellikleri ve bileşimi üzerinde araştırmalar, Ankara, A.Ü. Ziraat Fak. Yay., 678, Ankara.
- Erlaçın, S. ve Erciyas, E., 1978. *Myrtus communis* L. (Mersin Bitkisi) yapraklarının tanen yönünden incelenmesi. *Doğa Bilim Derg.*, 2(1): 75-79.
- Erlaçın, S. ve Erciyas, E., 1984. *Myrtus communis* L. yapraklarının pentasiklik triterpen asitleri, *Doğa Bilim Dergisi* 8: 31-35

- Elfellah, M.S., Akhter, M.H. ve Khan, M.T., 1984. Anti-Hyperglycaemic effect of an extract of *Myrtus communis* in streptozotocin-induced diabetes in mice. J. Ethnopharmacol. 11: 275–281.
- Erciyas, E., 1984. *Myrtus communis* L. gövdesinin petrol eteri ekstraktları üzerinde fitokimyasal araştırmalar, Doğa Bilim Dergisi, 8 (3): 337-339
- Ghannadi, A. ve Dezfuly, N., 2011. Essential oil analysis of the leaves of persian true myrtle. Int. J. Med. Arom. Plants, 1 (2): 48-50.
- Göksel, Z. ve Aksoy, U., 2014. Sofralık Bazı Kiraz Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özellikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, Özel Sayı 2: 1856-1862.
- Gözlekçi, S. ve Gübbük, H., 2009. Batı akdeniz florasında yetişen beyaz ve mor mersin tiplerinin (*Myrtus Communis* L.) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineral besin maddesi içerikleri yönünden kıyaslanması. III. Ulusal Üzüm Sü Meyveler Sempozyumu, Sempozyum Programı Ve Bildiri Özetleri, 10-12 Haziran, Kahramanmaraş, Sayfa 68.
- Güzel, E. ve Özcan, M.T., 1991. Bazı tarımsal ürünlerin izdüşüm alanlarının belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Bildiriler Kitabı, 461-470, Konya.
- Hacıseferoğulları, H., Özcan, M. M., Arslan, D. ve Ünver, A., 2012. Biochemical compositional and technological characterizations of black and white Myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. Journal of Food Science And Technology, 49: 82-88.
- İlçim, M., ve Diğrak, E., 1998. Bazı bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırılması. Tubitak, Tr.J.of Biology, 22: 119-125.
- İzer, M., 1988. Baharatın İzleri, Redhouse Yayınevi. İstanbul, 120 s.
- Jamoussi, B., Romdhane, M., Abderraba, A., Hassine, B.B. ve Gadri, A.E. 2005. Effect of harvest time on the yield and composition of tunisian myrtle oils. Flavour and Fragrance Journal, 20: 274-277.
- Kalyoncu, İ.H., 2016. Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) meyvesinin biyo-teknik özellikleri üzerine hasat dönemlerinin etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Karamanoğlu, K., 1972. Farmasötik Botanik, A. Ü. Ecz. Fak. Yayınları, Ankara.
- Kashman, Y., Rotstein, A. ve Lifshitz, A., 1974. Isolation and antibacterial activity of acylphloroglucinols from *myrtus communis*. Antimicrobial Agents And Chemotherapy, 6: 539-542
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27: 1254-1255.
- Midilli, A., Kucuk, H. ve Yapar, Z. 2002. A new model for single layer drying. Drying Technology, 20: 1503–1513.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Emam-Djomeh, Z. ve Keyhanidness, A., 2008. Kinetic models for colour changes in kiwifruit slices during hot air drying. World Journal of Agricultural Sciences 4 (3): 376-383.
- Mohsenin, N., 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon And Breach Science Publishers, Newyork.
- Mulas, M. ve Fadda, A., 2004. First observation on biology and organ morphology of myrtle (*Myrtus communis* L.) flower. Agricultura Mediterranea, 134: 223-235.

- Nassar, M. I., Aboutabl, E-S. A., Ahmed, R. F., El-Khrisy, E.-D. A. ve Ibrahim, K. M., Sleem, A. A., 2010. Secondary metabolites and bioactivities of *Myrtus communis*. *Pharmacognosy*, 2(6): 325–329.
- Oğur, R. 1994. Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) hakkında bir inceleme. *Çevre Dergisi*. 10: 21-25.
- Okur, E., 2011. Kirazın Hasadına yönelik özelliklerin saptanması üzerine bir araştırma. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, s. 69, Tekirdağ.
- Özcan, M. ve Akbulut M., 1998. Mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Gıda*, 2: 121 – 123.
- Özek, T., Demirci, F. ve Başer, K. H. C. 2000. Chemical composition of Turkish myrtle oil. *Journal of Essential Oil Research*, 12: 541–544.
- Öztekin, S., Başçetinçelik, A. ve Soysal, Y., 1999. Crop drying programme in Turkey. *Renewable Energy*, 16: 789-794.
- Page, G., 1949. Factors influencing the maximum rates of airdrying shelled corn in thin layers. M. S. Thesis (unpublished). Purdue University.
- Pezhmanmehr, M., Dastan, D., Ebrahimi, S. N. ve Hadian, J., 2009. Essential oil constituents of leaves and fruits of *Myrtus communis* L. from Iran *Planta Med*; 75: PJ164.
- Polatcı, H., 2012. Farklı Kurutma Yöntemlerinin AVG (Aminoethoxyvinylglycine) Uygulaması Yapılmış Black Beauty(*Prunus Salicina* L.) Erik Çeşidinde Kuruma Süresi ve Kalitesine Etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*, 8(2): 171-178.
- Romani, A., Pinelli, P., Mulinacci, N., Vincieri F. F. ve Tattini M., 1999. Identification and quantitation of polyphenols in leaves of *Myrtus communis* L. *Chromatographia*, 49 (1-2): 17-20.
- Serçe, S., Ercişli, S., Şengül, M., Gündüz, K. ve Orhan, E., 2010. Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacog. Mag.* 6: 21, 9-12.
- Uzun, İ., Aksoy, U. ve Gözlekci, Ş. 2014. Endüstriyel amaçlı organik siyah mersin yetiştiriciliğinin geliştirilmesi. T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Araştırma - Geliştirme Destekleri, Proje Sonuç Raporu, Tagem-10/Ar-Ge/02, Antalya Ticaret Borsası, Antalya.
- Yaldız, O., Ertekin, C. ve Uzun, H. İ., 2000. Çekirdeksiz üzümün ince tabaka halinde güneş enerjisi ile kurutulmasının matematiksel modellenmesi üzerine bir araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 345-350, Erzurum.
- Yıldırım, H., 2012. Adana ve Mersin ekolojik koşullarında yetişen mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.)’nde bazı bitkisel ve pomolojik özellikler ile yaprak uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, s. 110. Adana.
- Yıldırım, H., Paydaş Kargı, S. ve Karabıyık, Ş. 2013. Adana ve Mersin ekolojik koşullarında doğal olarak yetişen mersin (*Myrtus communis* L.) bitkileri üzerinde bir araştırma. *Alatarım*, 12 (1): 1-9.

7. EK







## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gülcan ŞAHİN  
Doğum Tarihi ve Yeri : 30.03.1991 / Mersin  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce  
Telefon : 0 (534) 822 70 44  
e-mail : gulcansahin.44@gmail.com

### Eğitim

| <i>Derece</i> | <i>Eğitim Birimi</i>   | <i>Mezuniyet Tarihi</i> |
|---------------|--|-------------------------|
| Lisans        | Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Ziraat Fakültesi/Biyosistem Mühendisliği    | 2015                    |
| Yüksek Lisans | Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi/Fen Bilimleri Enst./Biyosistem Mühendisliği | 2019                    |

### İş Deneyimi

| Yılı      | Yer                                      | Görev                |
|-----------|--|----------------------|
| 2017-2019 | İzmir-Aliaga Star Ege Rafinerisi Projesi | Kalite Mühendisi     |
| 2016-2017 | Tokat Şahinler Otomotiv (Türk Traktör).  | Biyosistem Mühendisi |