



**T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

# **VAKUM EMDİRİM TEKNİĞİNİN KABAK TATLISI YAPIMINDA KALSİYUM EMDİRİMİ AMACIYLA KULLANILMASI**

**Elif Buse TAŞ**

**BURDUR, 2020**

**T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VAKUM EMDİRİM TEKNİĞİNİN KABAK TATLISI  
YAPIMINDA KALSİYUM EMDİRİMİ AMACIYLA  
KULLANILMASI**

**Elif Buse TAŞ**

**Danışman: Prof. Dr. Yusuf YILMAZ**

**BURDUR, 2020**

## YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Elif Buse TAŞ tarafından **Prof. Dr. Yusuf YILMAZ** yönetiminde hazırlanan “**Vakum Emdirim Tekniğinin Kabak Tatlısı Yapımında Kalsiyum Emdirimi Amacıyla Kullanılması**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 08/09/2020

**Prof. Dr. Yusuf YILMAZ**

(Danışman)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

**Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY**

(Jüri Üyesi)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....(İmza)

**Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU**

(Jüri Üyesi)

Süleyman Demirel Üniversitesi.....(İmza)

### ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu’nun \_\_\_\_\_ Tarih ve \_\_\_\_\_ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

(İmza)

.....  
**Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ**

\_\_\_\_\_  
Müdür  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Vakum Emdirim Tekniğinin Kabak Tatlısı Yapımında Kalsiyum Emdirimi Amacıyla Kullanılması”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

08 / 09 / 2020

(İmza)

Elif Buse TAŞ

## **TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Yusuf YILMAZ'a teşekkür ederim. Tez çalışmam sırasında vermiş olduğu katkılarından dolayı kıymetli hocalarım Prof. Dr. Oğuz GÜRSOY'a, Dr. Öğr. Üyesi Şükran KULEAŞAN'a, Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY'a çok teşekkür ederim.

Araştırmalarım sırasında desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Gıda Yüksek Mühendisi Fatma IŞIK ve Gıda Mühendisi Ayşe Seçil MUTLUCAN ile araştırmada kullanılan D3 vitamininin temin edilmesinde yardımcı olan Sayın Hulusi TOSUN'a ayrıca teşekkür ederim.

Eğitim hayatım süresince beni her anlamda destekleyen Annem Zeynep TAŞ'a, Babam Yusuf TAŞ'a, Ablam Özge SATILMIŞ'a ve Kardeşim Mehmet Emre TAŞ'a sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

**Eylül, 2020**

**Elif Buse TAŞ**

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                                         | Sayfa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| TEŞEKKÜR .....                                                                                                                                          | i     |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                                                       | ii    |
| ŞEKİL DİZİNİ .....                                                                                                                                      | iv    |
| ÇİZELGE DİZİNİ .....                                                                                                                                    | v     |
| SİMGE VE KISALTMA DİZİNİ .....                                                                                                                          | vii   |
| ÖZET .....                                                                                                                                              | viii  |
| SUMMARY .....                                                                                                                                           | ix    |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                                                          | 1     |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                                                                                                                 | 4     |
| 2.1. Kestane Kabağı .....                                                                                                                               | 4     |
| 2.1.1 Kestane Kabağının Kimyasal Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri .....                                                                              | 5     |
| 2.2. Vakum Emdirim Yöntemi .....                                                                                                                        | 7     |
| 2.2.1. Vakum Emdirim Uygulama Aşamaları .....                                                                                                           | 8     |
| 2.2.2 Vakum Emdirim Uygulaması .....                                                                                                                    | 8     |
| 2.2.3 Vakum Emdirim İşlemini Etkileyen Faktörler .....                                                                                                  | 9     |
| 2.2.4 Meyve ve Sebzelerde Vakum Emdirim Uygulamasının Meydana<br>Getirdiği Değişiklikler .....                                                          | 11    |
| 2.2.5 Kalsiyum ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri .....                                                                                                  | 12    |
| 2.2.6 Kalsiyum Oksit .....                                                                                                                              | 13    |
| 2.2.7 Kalsiyum Pektat .....                                                                                                                             | 14    |
| 2.2.8 D3 Vitamini .....                                                                                                                                 | 19    |
| 2.2.9 Bazı Gıda Ürünleri İçin Vakum Emdirim Yönteminin Kullanılması ve<br>Gıda Üzerine Etkileri .....                                                   | 21    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....                                                                                                                             | 23    |
| 3.1. Materyal .....                                                                                                                                     | 23    |
| 3.2. Yöntem .....                                                                                                                                       | 23    |
| 3.3. Analiz Yöntemleri .....                                                                                                                            | 26    |
| 3.3.1 Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi .....                                                                                                          | 26    |
| 3.3.2 °Briks Değerinin Belirlenmesi .....                                                                                                               | 26    |
| 3.3.3 Kül İçeriğinin Belirlenmesi .....                                                                                                                 | 27    |
| 3.3.4. pH Değerinin Belirlenmesi .....                                                                                                                  | 27    |
| 3.3.5. Su Aktivitesi Değerlerinin Belirlenmesi .....                                                                                                    | 28    |
| 3.3.6. Tekstürel Analiz .....                                                                                                                           | 28    |
| 3.3.7. Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid İçeriklerinin ve Anitoksidan<br>Kapasitenin Belirlenmesinde Kullanılacak Ekstraktların Hazırlanması ..... | 29    |
| 3.3.8. Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi .....                                                                                               | 29    |
| 3.3.9. Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi .....                                                                                                   | 30    |
| 3.3.10. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi .....                                                                                     | 30    |
| 3.3.11. Renk Değerlerinin Belirlenmesi .....                                                                                                            | 30    |
| 3.3.12. Duyusal Analiz .....                                                                                                                            | 32    |
| 3.3.13. Dokusal ve Mikroyapısal Özelliklerin İncelenmesi .....                                                                                          | 33    |
| 3.3.14. D3 Vitamini Miktarının Belirlenmesi .....                                                                                                       | 33    |
| 3.3.15. Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi .....                                                                                                        | 34    |
| 3.3.16. İstatistiksel Değerlendirme .....                                                                                                               | 34    |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....                                                                                | 35 |
| 4.1 Kestane Kabak Dilimlerinin Kurumadde, °Briks ve Kül İçerikleri Üzerine Emdirim İşlem Türü ve Pişirmenin Etkisi..... | 35 |
| 4.2 Emdirim İşlemi ve Pişirmenin Kestane Kabak Dilimlerinin pH ve Su Aktivitesi Değerleri Üzerine Etkisi .....          | 36 |
| 4.3 Emdirim İşlemi ve Pişirmenin Kestane Kabak Dilimlerinin Sertlik Değerleri Üzerine Etkisi .....                      | 38 |
| 4.4 Emdirim İşleminin Toplam Fenolik Madde ve Toplam Flavonoid İçerikleri ile Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi ..... | 39 |
| 4.5 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi ve Sonrası Renk Değerleri Üzerine Etkisi ..                                       | 42 |
| 4.6 Emdirim İşlemlerinin Duyusal Sertlik Değerleri Üzerine Etkisi .....                                                 | 45 |
| 4.7 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi Kabak Dilimi Örneklerinin Dokusal ve Mikroyapısal Özellikleri Üzerine Etkisi..... | 47 |
| 4.8 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi Kabak Dilimi Örneklerinin D3 Vitamini İçerikleri Üzerine Etkisi .....             | 50 |
| 4.9 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi ve Sonrası Kabak Dilimi Örneklerinin Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkisi.....      | 51 |
| KAYNAKLAR.....                                                                                                          | 60 |
| EKLER .....                                                                                                             | 68 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                                                                           | 72 |

## ŞEKİL DİZİNİ

|                                                                                                                                           | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Kestane kabağı ( <i>Cucurbita maxima</i> D.).....                                                                              | 6     |
| Şekil 2.2. Hücre duvarının yapısı .....                                                                                                   | 15    |
| Şekil 2.3. Pektin molekülünde galakturonik asit zinciri.....                                                                              | 16    |
| Şekil 2.4. Metillenmiş Gala.....                                                                                                          | 16    |
| Şekil 2.5. Pektin SEM görüntüsü .....                                                                                                     | 17    |
| Şekil 2.6. Pektin molekülünde (a) moleküller arası ve (b) molekül içi kalsiyum bağlanması .....                                           | 18    |
| Şekil 3.1. Tartım sonrası, altı gruba ayrılmış kabak dilimlerinin görüntüsü.....                                                          | 23    |
| Şekil 3.2. Daldırma işlemi uygulanan kabak dilimlerinin görüntüsü.....                                                                    | 24    |
| Şekil 3.3. Vakum emdirim düzeneğinin görüntüsü .....                                                                                      | 25    |
| Şekil 3.4. Pişme işlemi uygulanmış kabak tatlısı görüntüsü .....                                                                          | 26    |
| Şekil 3.5. Kül fırını görüntüsü.....                                                                                                      | 27    |
| Şekil 3.6. Su aktivitesi cihazının görüntüsü .....                                                                                        | 28    |
| Şekil 3.7. Tekstür analiz cihazıyla kabak tatlısının sertliğinin belirlenmesine ait görüntü.....                                          | 29    |
| Şekil 3.8. Kolorimetre cihazı ile ölçüm görüntüsü.....                                                                                    | 31    |
| Şekil 3.9. Kabak tatlısına ait duyu analizi görüntüsü.....                                                                                | 33    |
| Şekil 4.1. İşlem görmemiş kabak dilimlerinin 250X ve 500X büyütmede SEM analiz görüntüleri .....                                          | 47    |
| Şekil 4.2.90 dakika daldırma işlemi uygulanmış kabak diliminin 250X ve 500x büyütmede SEM analiz görüntüsü.....                           | 47    |
| Şekil 4.3.90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak diliminin 250X ve 500x büyütmede SEM analiz görüntüsü.....                      | 48    |
| Şekil 4.4. CaO nanopartiküllerinin SEM görüntüleri.....                                                                                   | 49    |
| Şekil 4.5. SEM analizine göre sırasıyla vakum impregnasyon öncesi ve sonrası kabak dokusu.....                                            | 49    |
| Ek 1-Şekil 1.1. İşlem görmüş kabakların toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan galik asit kalibrasyon eğrisi ..... | 68    |
| Ek 1-Şekil 1.2. Toplam flavonoid tayini için kateşin kalibrasyon eğrisi.....                                                              | 68    |
| Ek 1-Şekil 1.3. Antioksidan tayini için hazırlanan Trolox® kalibrasyon eğrisi.....                                                        | 69    |

## ÇİZELGE DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tablo 2.1.</b> Dünyada kabak üretimi.....                                                                                                                                                                                                                                             | 4     |
| <b>Tablo 2.2.</b> Türkiye’de yıl bazında kışlık kabak üretimi.....                                                                                                                                                                                                                       | 5     |
| <b>Tablo 2.3.</b> Taze kestane kabağın bileşimi.....                                                                                                                                                                                                                                     | 7     |
| <b>Tablo 2.4.</b> Bazı meyvelerin pektin içeriği.....                                                                                                                                                                                                                                    | 18    |
| <b>Tablo 4.1.</b> Kabak dilimlerinin kurumadde, °briks ve kül içerikleri üzerine emdirim işlem türü ve pişirmenin etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3).....                                                                                                                            | 35    |
| <b>Tablo 4.2.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanarak hazırlanmış kabak tatlı/reçellerinin kuru madde, °briks ve kül içerikleri (n=18).....                                                                                                                                     | 35    |
| <b>Tablo 4.3.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin pH ile $a_w$ değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3).....                                                                    | 37    |
| <b>Tablo 4.4.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin pH ile $a_w$ değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=18).....                                                                   | 37    |
| <b>Tablo 4.5.</b> Vakum emdirim ve daldırma işleminin kabak tatlısı sertlik değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=9).....                                                                                                                                                | 38    |
| <b>Tablo 4.6.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3).....                  | 39    |
| <b>Tablo 4.7.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=18)..... | 40    |
| <b>Tablo 4.8.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi kestane kabak dilimlerinin CIE renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6).....                                                                                      | 42    |
| <b>Tablo 4.9.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi kestane kabak dilimlerinin $\Delta E$ , $\Delta C$ , C, CI ve hue açısı renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6).....                                             | 43    |
| <b>Tablo 4.10.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme sonrası kestane kabak dilimlerinin CIE renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6).....                                                                                    | 44    |
| <b>Tablo 4.11.</b> Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme sonrası kestane kabak dilimlerinin C, CI ve hue açısı renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6).....                                                                     | 44    |
| <b>Tablo 4.12.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak tatlısı üretiminin duyuusal sertlik değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6).....                                                                                                                        | 45    |
| <b>Tablo 4.13.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak dilimlerine ilave edilen D3 vitamini içerikleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3).....                                                                                                                      | 50    |
| <b>Tablo 4.14.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak dilimlerinin, emdirilen D3 vitamini içerikleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=9).....                                                                                                                       | 50    |

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.15.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme öncesi emdirilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortama±standart sapma) (n=3) (µg/g) ..... | 53 |
| <b>Tablo 4.16.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme öncesi emdirilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortama±standart sapma) (n=9) (µg/g) ..... | 53 |
| <b>Tablo 4.17.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme sonrası kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortalama± standart sapma) (n=3) (µg/g) .....       | 55 |
| <b>Tablo 4.18.</b> Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme sonrası kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortalama± standart sapma) (n=9) (µg/g) .....       | 55 |



## SİMGE VE KISALTMA DİZİNİ

|                      |                                                                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>a*</b>            | : CIELAB Renk sisteminde kırmızılık/yeşillik değeri                                                                 |
| <b>ABTS</b>          | : 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)                                                               |
| <b>AOAC</b>          | : Analitik Kimyacıları Resmi Derneği                                                                                |
| <b>a<sub>w</sub></b> | : Su aktivitesi                                                                                                     |
| <b>b*</b>            | : CIELAB Renk sisteminde sarılık/mavilik değeri                                                                     |
| <b>Briks</b>         | : Sulu bir çözeltinin şeker içeriği (%)                                                                             |
| <b>C</b>             | : Kroma                                                                                                             |
| <b>CI</b>            | : Renk İndeksi                                                                                                      |
| <b>FAO</b>           | : Dünya Gıda ve Tarım Örgütü                                                                                        |
| <b>GAE</b>           | : Gallik Asit Eşdeğeri                                                                                              |
| <b>GaA</b>           | : Galakturonik asit                                                                                                 |
| <b>HPLC</b>          | : Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi                                                                           |
| <b>ICP/OES</b>       | : İndüktif Eşleşmiş Plazma/Atomik Emisyon Spektroskopisi (Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectroscopy) |
| <b>IU</b>            | : Uluslararası birim                                                                                                |
| <b>KE</b>            | : Kateşin Eşdeğeri                                                                                                  |
| <b>L*</b>            | : CIELAB Renk sisteminde aydınlık değeri                                                                            |
| <b>MEGEP</b>         | : Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi                                                      |
| <b>PME</b>           | : Pektin metil esteraz                                                                                              |
| <b>ppm</b>           | : Milyonda bir birim                                                                                                |
| <b>rpm</b>           | : Devir/dakika                                                                                                      |
| <b>SEM</b>           | : Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscopy)                                                       |
| <b>TE</b>            | : Trolox ® Eşdeğeri                                                                                                 |
| <b>TÜİK</b>          | : Türkiye İstatistik Kurumu                                                                                         |
| <b>v/v</b>           | : Hacim/Hacim                                                                                                       |
| <b>w/v</b>           | : Ağırlık/Hacim                                                                                                     |
| <b>ΔC</b>            | : Toplam kroma farkı                                                                                                |
| <b>ΔE</b>            | : Toplam renk farkı                                                                                                 |

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## Vakum Emdirim Tekniğinin Kabak Tatlısı Yapımında Kalsiyum Emdirimi Amacıyla Kullanılması

Elif Buse TAŞ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

Eylül, 2020

Bu tez çalışmasında, kestane kabağı dilimlerine farklı sürelerde (30, 60 ve 90 dakika), 100 mbar basınç altında vakum emdirim ile atmosferik basınç altında daldırma işlemleri uygulanmıştır. İşlem öncesinde, kestane kabakları 40×40×10 mm olacak şekilde dilimlenmiştir. Emdirim çözeltisi olarak distile su içerisinde kalsiyum oksit (%0,15, w/v) ve D3 (%0,1, w/v) vitamini kullanılmıştır. Vakum emdirim işlemi, taze kabaklara emdirim çözeltisindeki kalsiyum oksidin hızlı bir şekilde emdirilmesi amacıyla uygulanmıştır. İşlem uygulanmış örnekler 85 dakika boyunca aynı yöntemle pişirilmiş ve kabak tatlısı elde edilmiştir. Emdirim çözeltisindeki kalsiyum oksit, kabak tatlısının sertliğini arttırmak ve vakum uygulaması ise geleneksel yöntemle kıyasla işlem süresini kısaltmak amacıyla kullanılmıştır. Pişme öncesi ve sonrasında örneklerde farklı analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda en yüksek kütle geçişi 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerde belirlenmiştir. Bu uygulamada, pişme öncesi kabak dilimlerinde emdirilen kalsiyum ve D3 vitamini sırasıyla 75,55±5,24 ve 6015,84±1165,57 µg/g olurken, pişme sonrasında örneklerin toplam kalsiyum içeriği 76,13±2,30 µg/g olmuştur. Hem daldırma işleminde hem de vakum emdirim işleminde süre arttıkça kütle geçiş oranı da artmış ancak vakum emdirim işleminin daldırma işlemine göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. SEM analizi görüntüleri incelendiğinde ise vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimi görüntülerinde, işlem uygulanmamış ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimi örneklerinin görüntüsünden farklı olarak kalsiyum oksit partikülleri gözlenmiştir. Tekstür analizinde de vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak tatlısı örnekleri daldırma işlemi uygulanmış örneklerle göre daha sert bulunmuş ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örnek en sert örnek (18,92 N) olmuştur. Kabak tatlısı örneklerinin duyusal sertlik değerleri incelendiğinde, benzer şekilde 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örnekler diğer örneklerden daha sert bulunmuştur. Sonuç olarak, bu çalışmayla vakum emdirim tekniğinin kabak tatlısı veya reçeli üretim süresinin kısaltılmasında kullanılabileceği gösterilmiş ve endüstriyel uygulamalar için bu yöntemin önemli bir potansiyel olabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** vakum emdirim, emdirim, kabak, kalsiyum oksit, vitamin D3

## **SUMMARY**

**M. Sc. Thesis**

### **Potential of Vacuum Impregnation in Pumpkin Dessert Production for the Purpose of Calcium Impregnation**

**Elif Buse TAŞ**

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Food Engineering Division**

**Supervisor: Prof. Dr. Yusuf YILMAZ**

**September, 2020**

In this thesis, two processing techniques, immersion at atmospheric pressure and vacuum impregnation under 100 mbar pressure, were applied to pumpkin slices for different periods (30, 60 and 90 minutes). Prior to processing, pumpkin parts were sliced into brick shapes 40×40×10mm in size. Calcium oxide (0.15%, w/v) and vitamin D3 (0.1%, w/v) in distilled water were used as impregnation solution. Vacuum impregnation process was applied to fresh pumpkins to rapidly impregnate calcium oxide in the impregnation solution. Treated samples were cooked in the same way for 85 minutes to obtain pumpkin dessert. Calcium oxide in the impregnation solution was used to increase the hardness of pumpkin dessert and vacuum application to shorten the processing time compared to the traditional method. Samples were analyzed before and after cooking. As a result of the analysis, the highest mass transfer was determined in samples that were vacuum impregnated for 90 minutes. In these samples, the highest impregnated calcium and vitamin D3 contents before cooking were  $75.55 \pm 5.24$  and  $6015.84 \pm 1165.57 \mu\text{g/g}$ , respectively, while the total calcium content was  $76.13 \pm 2.30 \mu\text{g/g}$  after cooking. As the time increased in both processes, mass transfer rate also increased, but it was observed that vacuum impregnation process was more effective than immersion process in terms of calcium and vitamin D3 transition into pumpkin tissues. In the analyses of SEM images, calcium oxide particles were observed in the vacuum impregnated pumpkin slice images, unlike the images of the unprocessed and immersed pumpkin slice samples. In texture analyses, the samples of pumpkin dessert/jam that were applied vacuum impregnation were harder than the samples that had been immersed, and the hardest sample (18.92 N) was the one that was vacuum impregnated for 90 minutes. Similarly, the sensory hardness values of the pumpkin dessert/jam samples indicated that samples that were applied vacuum impregnation for 90 minutes were harder. In terms of sensory analyses, calcium oxide did not result in any undesired taste in pumpkin desserts/jams. In conclusion, it has been shown that the vacuum impregnation technique can be used in shortening the production time of pumpkin dessert/jam and it has been determined that this method can have an important potential for industrial applications.

**Keywords:** vacuum impregnation, impregnation, pumpkin, calcium oxide, vitamin D3

## 1. GİRİŞ

Kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasına ait olan kestane kabağının Latince adı *Cucurbita maxima* Duchesne'dir. Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak tüketilen bir meyvedir. Kestane kabağın etli kısmı yüksek lif içeriği, karotenoidler (özellikle  $\beta$ -karoten) ve kalsiyum, potasyum gibi mineraller bakımından oldukça zengindir ve bundan dolayı insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Gözükara, 2013; Turgut, 2015). Kestane kabağı, işlem uygulanmadan veya çeşitli işlemlerden geçirilerek de tüketilebilmektedir (See vd., 2007). Ülkemizde kestane kabağı özellikle tatlı, reçel ve çorba yapımında kullanılmaktadır (Aydın ve Göçmen, 2015).

Kestane kabağı kolay yetiştirilmesi, diğer kabak çeşitleri ve diğer meyvelere göre sert ve kalın kabuklu olması sebebiyle dayanıklı bir meyvedir. Özellikle ekim ayında hasat edilerek sonbahar ve kış aylarında tüketilen kabağın kabuk kısmı sert genelde gri-turuncu renkte, iç kısmı ise kabuk kısmına göre yumuşak ve sarı-turuncu renkte bir meyvedir. Hasat edilen kestane kabaklar kuru, soğuk ve karanlık odalarda uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Kaya, 2006; See vd., 2007).

Türkiye yıllık sebze üretimi yaklaşık 30,3 milyon tondur. Kabakgiller ise bunun 8,12 milyon tonunu oluşturmaktadır (TÜİK, 2017). Ülkemiz dünyada toplam kabak üretimi sıralamasında 616.777 ton ile 8. sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Bunun 474.527 tonu yazlık kabaklara, 87.207 tonu kışlık kabaklara ve 55.043 tonu ise çerezlik kabaklara aittir (TÜİK, 2018). Türkiye'deki bal kabağı ve kestane kabağı arasındaki genetik yapıdaki çeşitlilikler hem istatistikçiler bazında hem de üretici tarafından tam olarak ayırt edilemediği için var olan verilerde kestane kabağı üretim değerleri de bal kabağı üretim verileri içerisinde bal kabağı veya kışlık kabak başlığı altında yer almaktadır. Verilerin bal kabağına veya kestane kabağına göre ayırt edilememesi nedeni ise hem kestane kabağı hem de bal kabağının tatlı yapımında kullanılmasından dolayı tüketici her ikisini de 'bal kabağı' olarak ifade etmektedir. Tüketicinin bu ayrımı yapmamasından dolayı kışlık kabaklar istatistiklerde de bu şekilde bal kabağı olarak belirtilmektedir (Balkaya vd., 2010; Babaoğlu ve Türkmen, 2017).

Ozmotik dehidrasyon işlemi, gıdaların ozmotik çözelti içerisine daldırılması ile dokulardaki suyun bir miktar uzaklaştırılması ve çözelti içerisinde bulunan katıların gıdanın dokusuna geçişinin sağlandığı bir işlemdir (Uysal, 2019). Ozmotik dehidrasyon

işlemi genelde ön işlem olarak kullanılmaktadır. Ön işlem olarak kullanılmasının amaçları ise; gıdanın besin değerini arttırmak ve besin değerinde oluşan kayıpları en aza indirmek ve enerji tasarrufu sağlamak, fonksiyonel özelliklerini daha iyi hale getirmek, aroma kayıplarını en aza indirmek, gıdanın raf ömrünü arttırmaktır (Bekele ve Ramaswamy, 2010). Ozmotik dehidrasyon işlemi genellikle atmosferik basınç altında uygulanmaktadır. Vakum emdirim yöntemi ise ozmotik dehidrasyon işlemini hızlandıran bir yöntemdir ve belirli bir basınç altında uygulanmaktadır (Silva, 2014).

Minimal işleme, kurutma ve dondurma gibi asıl yöntemlerden önce, emdirim çözeltilisine ilave edilen sıkılaştırıcı ajanlar, antimikrobiyal bileşenler ve antioksidanlar olan fonksiyonel gıda katkı maddelerinin gözeneklere emdirilmesiyle, ürünün raf ömründe ve kalitesinde artış sağlanmaktadır ve kurutma işleminden önce ön muamele olarak kullanımı da su kaybına neden olarak enerji tasarrufu sağlamaktadır (Öztürk vd., 2018). Vakum emdirim yönteminde de ozmotik dehidrasyon işleminde olduğu gibi, kalite iyileştirme esnasında gıdaların aromasını, doğal lezzetini, rengini korumak ve gözenekli yapılarının hasarını en aza indirmek gibi faydalarının yanı sıra ısıya duyarlı gıda bileşenlerini koruması amaçlanmaktadır. Yeni ürün geliştirmede ürünün gözenekli dokusundan faydalanarak katkı maddelerinin nüfuz (emdirim) edilmesiyle raf ömrünü uzatmak ve ürün kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Vakum emdirim işleminde uygulanan basınç ve kullanılan çözeltili ile gözeneklerdeki gazın dışarı atılması sayesinde meyve parçalarının rengindeki solmanın önlendiği ve oksidatif esmerleşme gözlenmiştir. İşlemin etkisini çeşitli faktörler etkilemektedir ve bu faktörler; hammadde şekli, büyüklüğü ve dokusu, vakum süresi, atmosferik basıncın süresi, vakum emdirim çözeltilisinin türü, çözeltilinin konsantrasyonu, bileşimi ve sıcaklığı ile çözeltili/örnek oranıdır (Fito,1994).

Geleneksel olarak kabak tatlısı yapımında, 200-500 g sönmemiş kireç (CaO, kalsiyum oksit) yaklaşık 24 saat boyunca suda bekletilir ve bekleme sonunda toz kısmın dibe çökmesi sağlanır. Üstte kalan berrak su daldırma çözeltilisi olarak kullanılır. Parçalara ayrılan kabak dilimleri uygun bir kaba alınır ve üzerine suda bekletilen kireçten elde edilen berrak su ilave edilir. Bu işlemde ise yaklaşık 12-18 saat kabak dilimleri çözeltide bekletilir. Bekletme sonunda kabak dilimleri üzerine gerekli miktarda sakkaroz çözeltilisi (1/1, sakkaroz/su) eklenir. Son olarak ocakta yaklaşık 2-3 saat pişirilir.

Bu tez çalışmasında, geleneksel olarak sertleştirilmiş dokusal özelliğe sahip kabak tatlısı üretimi sırasında kullanılan kalsiyum emdirim işlemini hızlandırmak amacıyla vakum emdirim tekniğinin kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Geleneksel yöntemle kabak tatlısı yapım aşaması modifiye edilerek, vakum emdirim tekniği ile kalsiyum oksit

emdirilmiş kabaklardan, kabak tatlısı hazırlanmış ve daldırma yöntemiyle hazırlanan tatlılar kontrol olarak kullanılmıştır. Emdirim çözeltisinde kalsiyum oksit (%0,15, w/v) kabak dilimlerini tekstürel açıdan sertleştirmek amacıyla kullanılmış; D3 (%0,1, w/v) vitamini ise vücutta kalsiyum emilimi ve depolanmasını arttırmak amacıyla tercih edilmiştir. Bu sayede kabak tatlısının sağlık açısından da daha faydalı hale gelmesi hedeflenmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kestane Kabağı

Kabakgiller, hem dünyada hem de ülkemizde insanların günlük diyetinde başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Taksonomik sınıflandırmada 118 cins ve 825 türü içermektedir (Jeffrey, 2005; Beltekin, 2019). Dünyada kabakların gen merkezi olarak Amerika kıtası kabul edilmektedir. *Cucurbita pepo* (sakız kabağı), *Cucurbita moschata* (bal kabağı), *Cucurbita mixta* ve *Cucurbita maxima*'nın bu kıtanın güneybatısı, Güney Amerika ve Meksika'nın kuzeyinde üretildiğine dair arkeolojik bulgular vardır (Bassett, 1986). Dünya kabak üretiminde, ilk sırada Çin yer almakta, bu ülkeyi Hindistan, Ukrayna, Rusya, Meksika ve İspanya izlemektedir (Tablo 2.1).

**Tablo 2.1.** Dünyada kabak üretimi (FAO, 2018)

| Ülke      | Üretim Miktarı (ton) | Ülke         | Üretim Miktarı (ton) |
|-----------|----------------------|--------------|----------------------|
| Çin       | 8.133.734            | Bangladeş    | 303.073              |
| Hindistan | 5.569.809            | Filipinler   | 281.46               |
| Ukrayna   | 1.338.000            | Arjantin     | 267.45               |
| Rusya     | 1.189.539            | Güney Afrika | 266.746              |
| Meksika   | 776.073              | Pakistan     | 266.137              |
| İspanya   | 717.645              | Ruanda       | 258.154              |
| ABD       | 683.038              | Peru         | 221.572              |
| Türkiye   | 616.777              | Kamerun      | 203.748              |
| İtalya    | 596.397              | Japonya      | 197.163              |
| Malavi    | 480.233              | Fas          | 180.463              |
| Mısır     | 477.283              | İran         | 154.096              |
| Endonezya | 454.001              | Nijer        | 138.884              |
| Küba      | 452.264              | Kanada       | 132.061              |
| Cezayir   | 388.875              | Sri Lanka    | 123.261              |
| Kore      | 321.591              | Almanya      | 122.241              |

Anadolu ise, kavunlar ve kabaklar için ikincil gen merkezi durumundadır ve çok geniş bir varyeteye sahiptir. Ülkemizde gerçekleşen iklim çeşitliliği, kabakgil türlerinin çoğunun ülkemizde sorunsuz olarak yetiştirilmesi için zemin hazırlamaktadır (Şensoy vd., 2007). Ülkemizin kışlık kabak üretimi 92.219 tondur (TÜİK, 2019). Yıllara göre kışlık kabak üretimi Tablo 2.2'de verilmiştir. Ülkemiz yıllık kestane kabağı üretiminde ilk sırada 11.049 ton üretim değeri ile Ankara yer almaktadır. Bunu sırasıyla Sakarya (10.745 ton), Düzce (7.601 ton), Samsun (5.588 ton) ve Bilecik (5.178 ton) illeri takip etmektedir (TÜİK, 2018).

**Tablo 2.2.** Türkiye’de yıl bazında kışlık kabak üretimi (TÜİK, 2019)

| <b>Kışlık Kabak</b> | <b>Üretim Miktarı (ton)</b> |
|---------------------|-----------------------------|
| 2009                | 82.552                      |
| 2010                | 89.368                      |
| 2011                | 93.099                      |
| 2012                | 93.612                      |
| 2013                | 95.076                      |
| 2014                | 93.672                      |
| 2015                | 95.363                      |
| 2016                | 96.268                      |
| 2017                | 89.737                      |
| 2018                | 87.207                      |
| 2019                | 92.319                      |

### **2.1.1 Kestane Kabağının Kimyasal Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri**

Meyveler ve sebzeler, insan sağlığı açısından günlük diyetlerde oldukça önemli bir yere sahiptir ve vücut için gerekli olan mineralleri, vitaminleri, flavonoidleri, karotenoidleri ve diyet lifini önemli miktarda içermektedir (Khandpur ve Gogate, 2016). Ülkemizde ve dünyada kışlık kabaklar (bal kabağı ve kestane kabağı) yüksek lif içeriği ve karotenoidler bakımından zengin olmasından dolayı yaygın olarak tüketilmektedir. Kışlık kabaklar direkt olarak tüketildiği gibi farklı işlemler uygulanarak şurup, çorba, püre, kurabiye, ekmek, reçel ve tatlı yapımında da kullanılmaktadır. Ülkemizde bal kabağı özellikle çorba yapımında, kestane kabağı ise tatlı yapımında daha fazla tercih edilmektedir. Çekirdekleri ise Ortadoğu ülkeleri ile Akdeniz ülkeleri ve ülkemizde kuruyemiş olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedir (See vd., 2007; Babaoğlu ve Türkmen, 2017).

Kestane kabağı, meyveleri iri (2-150 kg), meyve kabuğu sert ve kabuk yüzeyi dilimli veya düz, rengi ise gümüşü gri-turuncu, meyve etinin rengi de açık turuncudan koyu turuncuya kadar değişebilmektedir. Kestane kabağı ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Uygun saklama koşullarında hasat sonrası yaklaşık bir seneye kadar muhafaza edilebilmektedir (Kaya, 2006; Turgut, 2015). Şekil 2.1’de kestane kabağına ait görseller görülmektedir.



**Şekil 2.1.** Kestane kabağı (*Cucurbita maxima* D.)

Kestane kabağı ve yağının sağlık açısından faydalı olduğu yapılan çalışmalar sonucunda ispatlanmıştır. Kestane kabağı, potasyum ve kalsiyum gibi mineraller, lif, çoklu karoteneid, doymamış yağ asitleri, fitosteroller ve tokoferol gibi antioksidan vitaminler, çinko gibi iz elementleri bileşiminde fazlasıyla bulundurmaktadır. Kestane kabağının bileşiminde bulunan sodyum miktarı oldukça azdır (Xanthopoulou vd., 2009). Aynı zamanda kestane kabağının toplam kurumadde içeriği %7-10 arasındadır (Guine vd., 2011). Taze kestane kabağının bileşimi Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

Kestane kabağı bileşiminde, kabağa turuncu rengini veren ve kestane kabağını sağlığa yararlı bir gıda haline getiren karotenoid gibi lipofilik bileşenleri içermektedir (Murkovic vd., 2002). Karotenoidler, serbest radikal tutucu ve serbest antioksidan olarak görev almaktadırlar. Buna bağlı olarak kanseri önlemede önemli bir role sahiptirler (Lee vd., 2002). Aynı zamanda karotenoidler, görme duyusunun gelişimi başta olmak üzere embriyo gelişimi ve büyüme için de oldukça gerekli olan A vitamininin emilimini arttırmaktadırlar (Seoa vd., 2005). Ayrıca bol miktarda kestane kabağı içeren diyetin akciğer, göğüs, kolon ve mide kanseri riskini düşürdüğü, kestane kabağı yağının ise yüksek kolesterol ve hipertansiyon riskini azalttığı yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir (Xanthopoulou vd., 2009).

**Tablo 2.3.** Taze kestane kabağın bileşimi (Kaya, 2006; Gözükar, 2013)

| Bileşen                  | Birim  | Değer (/100 g'daki değer) |
|--------------------------|--------|---------------------------|
| Su                       | g      | 91,60                     |
| Enerji                   | kcal   | 26,00                     |
| Enerji                   | kJ     | 109,00                    |
| Protein                  | g      | 1,00                      |
| Toplam yağ               | g      | 0,10                      |
| Kül                      | g      | 0,80                      |
| <b>Karbonhidrat</b>      | g      | 6,50                      |
| Toplam diyet lifi        | g      | 0,50                      |
| Toplam şeker             | g      | 1,36                      |
| <b>Mineraller</b>        |        |                           |
| Kalsiyum, Ca             | mg     | 21,00                     |
| Demir, Fe                | mg     | 0,80                      |
| Magnezyum, Mg            | mg     | 12,00                     |
| Fosfor, P                | mg     | 44,00                     |
| Potasyum, K              | mg     | 340,00                    |
| Sodyum, Na               | mg     | 1,00                      |
| Çinko, Zn                | mg     | 0,32                      |
| Bakır, Cu                | mg     | 0,13                      |
| Mangan, Mn               | mg     | 0,13                      |
| <b>Vitaminler</b>        |        |                           |
| Vitamin C                | mg     | 9,00                      |
| Tiamin                   | mg     | 0,05                      |
| Riboflavin               | mg     | 0,11                      |
| Niasin                   | mg     | 0,60                      |
| Pantotenik asit          | mg     | 0,30                      |
| Vitamin B-6              | mg     | 0,06                      |
| Vitamin A                | µg RAE | 369,00                    |
| Beta karoten             | µg     | 3100,00                   |
| Alfa karoten             | µg     | 515,00                    |
| Vitamin A, IU            | IU     | 7384,00                   |
| Vitamin E                | mg     | 1,06                      |
| <b>Lutein+zeaksantin</b> | µg     | 1500,00                   |
| <b>Fitosteroller</b>     | mg     | 12,00                     |

## 2.2. Vakum Emdirim Yöntemi

Vakum emdirim (impregnasyon, nüfuz etme) tekniği, ozmotik dehidrasyon işlemini daha hızlı hale getiren bir teknolojidir. Osmotik dehidrasyon, osmotik çözelti içinde bitki dokusundan suyun belli oranlarda uzaklaştırılması amacıyla kullanılmakta olan bir tekniktir. Osmotik dehidrasyon işlemi dondurarak kurutma, vakumlu kurutma, mikro dalga kurutma, havalı kurutma ve dondurma gibi muhafaza tekniklerine maruz bırakılan meyve

ve sebzelerin fonksiyonel, duyuşal ve besinsel özelliklerini iyileştirmek, bütünlüklerini korumak ve geliştirmek amacıyla uygulanan bir ön işlemdir (Fito, 1994; Silva vd., 2014).

Vakum emdirim tekniğı ise gözenekli yapıda bitki ve hayvan dokularının içine kontrollü ve hızlı bir şekilde sıvı aktarımını sağlamak amacıyla kullanılan tekniktir. Bu yöntemde, ürünlerin yapısal bütünlüğünü etkilemeden, kısmi su giderme ve çözünmüş maddeler taşınarak emdirim işlemiyle gıda ürünlerinin içeriğini değiştirmek amaçlanmaktadır (Fito, 1994).

Vakum emdirim tekniğı, gözenekli ürünlerin çözelti içerisine batırıldıktan sonra iki aşamalı bir basınç uygulanması ile gerçekleştirilen bir tekniktir (Tylewicz vd., 2011). Ayrıca gıdanın içinde bulunduğu sıvının gıdaya geçişini hızlandırmayı sağlayan bir tekniktir. Bu teknik, gıdaların gözenekli dokularının hasarını azaltmak, doğal lezzetini, aromasını ve rengini muhafaza etmek gibi avantajlarla ürünün kalitesini geliştirmenin yanında ısıya duyarlı gıda bileşenlerini koruması için de önemli bir tekniktir. Yeni ürün geliştirirken ürünün gözenekli dokusundan faydalanarak katkı maddelerinin gıdaya nüfuz etmesiyle gıdanın raf ömrünü uzatma ve ürün kalitesini artırma gibi avantajlar sağlanabilmektedir (Karacaoğlu vd., 2016). Vakum emdirim esnasında gözenekli ürünün basınç değişikliklerine karşı hidrodinamik mekanizmanın dışında, sıvı fazın açık gözenekler içerisinde gözenekleri dolduran gaz ile alışverişe girmesi gözlenir (Fito, 1994).

### **2.2.1. Vakum Emdirim Uygulama Aşamaları**

**Birinci aşama:** Kapalı vakum uygulanacak kabın içine kısa süre vakum basıncı uygulanır. Bu şekilde gıda içerisindeki gazlar uzaklaştırılmış olur.

**İkinci aşama:** Kapa bulunan sebze ve meyvelerin üzerine vakum emdirim çözeltisi eklenir ve uygun aparat yardımıyla örneklerin çözelti içine daldırılması sağlanır. İşlem sonunda atmosferik basınca dönerken gaz çıkışıyla oluşan boşluklar hidrodinamik akış ile ozmotik dehidrasyon sıvısı aracılığıyla kolayca doldurulur (Fito, 1994).

### **2.2.2 Vakum Emdirim Uygulaması**

Vakum emdirim çözeltisi genelde mineraller, vitaminler, mısır şurubu, glikoz veya sakkaroz tek tek ya da belli oranlarda karıştırılarak hazırlanmaktadır. Vakum emdirim çözeltisi örneğin ve çözelti içerisinde kullanılacak mineral ve vitaminin çeşidine de bağlı olarak 0,2-0,3 °briks aralığında hazırlanmaktadır. İşlem için hazırlanmış olan örnekler, örnek ve çözelti miktarına göre uygun olan vakum kabına alınmaktadır. Çözelti/örnek oranı hazırlandıktan sonra daldırma işleminin daha etkili gerçekleşmesi için paslanmaz

elikten bir elek kullanılmaktadır ve üzerine uygun bir ağırlık koyulur ve vakum kabının kapağı kapatılıp belirlenen basınç uygulanmaya başlanır. Çalışmaya bağlı olarak ihtiyaç duyulan süre (30-60-90 dakika) zarfında basınç uygulanır ve süre sonunda atmosferik basınç uygulanır. Son olarak da vakum emdirim uygulanmış meyveler distile su ile durulanır. Durulanan rnekler pişme işlemi için hazır hale gelir (Karacaoğlu, 2017).

### **2.2.3 Vakum Emdirim İşlemini Etkileyen Faktörler**

Vakum emdirim işlemini etkileyen faktörler i ve dış faktörler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İ faktörler; meyve ve sebzenin dokusu, şekli ve büyüklüğü ile meyve ve sebzenin çeşidi ve türüdür. Dış faktörler ise, vakum emdirim çözeltisinin türü, konsantrasyonu, bileşimi ve sıcaklığı, vakum emdirim çözeltisinde kullanılan çözgenin çeşidi ve molekül ağırlığı, vakum süresi ve basıncı atmosferik basıncın süresi, karıştırma işlemi ve son olarak da vakum emdirim çözeltisi ile örnek oranıdır (Yılmaz ve Ersus Bilek, 2017).

#### **İ Faktörler**

##### ***Meyve ve Sebzenin Doku Yapısı, şekli ve Büyüklüğü***

Gras vd. (2003), kalsiyum ve sakkaroz ile vakum emdirim çözeltisi hazırlamışlardır. Hazırlanan zelti içerisinde havuç, patlıcan, istiridye mantarına vakum emdirim tekniği uygulamışlardır. Çalışma sonucuna göre; mantar ve patlıcanda gözenekli yapılarından dolayı kalsiyum emdirimi fazla olmuş fakat havuç örneklerinde yine yapıdan dolayı aynı sonuç alınamamıştır. Anino vd. (2006), tek çeşit elmanın (Granny Smith) farklı zamanlarda hasat edilmesi ile elma örneklerine kalsiyum emiliminde farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Elma rneklerinin ilk başta 11 ppm olan kalsiyum içeriğinin aynı işlem koşullarında biri 1150 ppm diğeri ise 3100 ppm'e kadar ykselebildiğini belirlemişlerdir.

##### ***Meyve-Sebzenin eşidi ile Türü***

Panarese vd., (2013)'nin yaptığı çalışmada farklı gözeneklere sahip hammaddelere (elma ve ıspanak) 150, 330, 430 mbar'lık basınç altında izotonik sakkaroz çözeltisi emdirilmiştir. Ispanak dokuları elmadan çok daha düşük bir basınçta gaz salınımı göstermiştir. Bu durum emdirim işleminin çok daha düşük bir basınçta başlamasına neden olmuştur. Ispanaktaki dar gözenekler elmadan farklı olduğundan emdirim işleminde basınç farkı gözlenmiştir.

## **Dış Faktörler**

### ***Vakum Emdirim Çözeltilisinin Türü***

**İzotonik Çözelti**, Hücre içi ve dışı derişimin eşit olduğu durumdur. **Hipotonik Çözelti**, Hücre dışındaki çözelti derişimi hücre içindeki madde derişiminden az olduğu durumdur. **Hipertonik Çözelti**, Hücre dışındaki çözelti derişiminin hücre içi madde derişiminden çok olması durumudur (Karacaoğlu, 2017).

### ***Vakum Emdirim Çözeltilisinin Sıcaklığı, Konsantrasyonu ve Bileşimi***

İki veya daha fazla bileşenden oluşan karışık çözeltilerin birden fazla avantajı vardır. Bunlar duysal özelliklerin korunması, su kaybının artması ve besin değerin artmasıdır (Raoult-Wack vd., 1994). Emdirim çözeltilisinin konsantrasyonu ve sıcaklığındaki artışın, emdirilen kütle oranında arttırdığı ve buna bağı olarak tekstürün, rengin ve tadın olumsuz yönde etkilendiği gözlenmiştir (Lewicki ve Lenart, 2006). Emdirim çözeltisi hazırlanırken çözünürlüğü ve duysal özellikleri iyi olan, düşük maliyetli, toksik olmayan çözünen ve çözücü seçilmelidir. Emdirim çözeltisi için en ideal sıcaklık örnek içeriğine bağı olarak yaklaşık 20-50°C arasında olmalıdır. Vakum emdirim çözeltilisinin bileşiminde de gliserol, sakkaroz, nişasta şurubu, maltodekstrin, monosodyum glutamat, laktoz, glikoz ve tuz gibi bileşenler ve bu bileşenlerin karışımları kullanılmaktadır (Moirea ve Sereno, 2001).

### ***Vakum Emdirim Çözeltilisinde Kullanılan Çözgenin Türü ve Molekül Ağırlığı***

Meyve ve sebzelerin işlenmesinde vakum emdirim yönteminde genellikle düşük molekül ağırlıklı karbonhidratlar seçilmektedir. Çünkü çözünen bileşenler ürüne daha hızlı nüfuz edebilmektedir. Örnek verecek olursak, glikozun molekül ağırlığı sakkarozun yaklaşık yarısı kadardır buna göre sakkarozun difüzitesi glikozdan düşüktür (Panagiotou vd., 1999).

### ***Vakum Basıncı ve Süresi***

Derossi vd. (2012), mango, kavun ve elmaya vakum emdirim işlemi uygulamıştır. Vakum emdirim işleminin çözelti konsantrasyonu (40-60 °briks) ve vakum basıncının (135-674 mbar) su kaybı, ağırlık azalması ve kütle artışı üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda basınçtaki artış nedeniyle meyvelerin ağırlıklarında önemli bir

azalma görüldüğü, özellikle kavun için ağırlık azalması ve vakum basıncı arasında doğrudan bir etkinin olduğu belirlenmiştir.

İki çeşit patatesin askorbik asit ile zenginleştirilmesi için yapılan bir çalışmada 15, 30 ve 60 dakika süre ile uygulanan vakum emdirim işleminin etkileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda 60 dakika işlem uygulanan vakum süresinin diğerlerinden farklı olarak askorbik asit geçişini 2,5 ila 5 kat arttırdığı belirlenmiştir (Hironaka vd., 2011). Bütün patates yumrularının 0,4 g/100 g demir (ferrik pirofosfat) çözeltisinin 1kPa vakum basıncında 0-120 dakika emdirim işlemi uygulanması ve daha sonra atmosfer basıncında dengelenmesi için 0-4 saatlik uygulamanın (restorasyon) yapıldığı başka bir çalışmada, vakum ve restorasyon süresi, buharlı pişirme ve 4°C’de depolamanın demir üzerine etkisi incelenmiştir (Hironaka vd., 2014). Çalışma sonucunda 1 saat vakum uygulanmış patateslerin demir içeriği ham patatese göre 6,4 kat daha yüksek çıkmıştır.

#### ***Atmosferik Basıncın Süresi***

Vakum emdirim yönteminde, gıda çözelti içerisine daldırıldıktan sonra işlem iki aşamada yapılmaktadır. İlk aşamada, sistem hazırlanır ve bir süreliğine vakum uygulanır. İşlemin ikinci adımında ise vakum durdurulur ve kapalı sistem bir süre atmosferik basınçta bekletilir. Bu adımda kalan gazın sıkışması sağlanır ve gözeneklerdeki gazın hacminde hızlı bir azalma gerçekleşmektedir. Böylece gıda dışındaki sıvının gözenekli yapıya aktarmı sağlanır bundan dolayı vakum emdirim işleminde atmosferik basınç oldukça önemlidir (Perez-Cabrera vd., 2011; Derossi vd., 2013).

#### ***Karıştırma İşlemi***

Karıştırmanın vakum emdirim yönteminin uygulanmasında su kaybı ve şeker kazanımını etkilediği, türbülanslı akışın laminar akışa göre su kaybını arttırdığı ve hızlandırdığı bildirilmiştir (Xie ve Zhao, 2004)

### **2.2.4 Meyve ve Sebzelerde Vakum Emdirim Uygulamasının Meydana Getirdiği Değişiklikler**

Meyve ve sebzelerde vakum emdirim uygulamasının meydana getirdiği mikro yapıdaki değişimler, fizikokimyasal değişimler ve termal (ısı) değişimler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Bu değişimlere örnek olarak;

**Mikro yapıdaki değişimler:** Dondurma sonrası, çözündüğünde yapısı bozulan böğürtlen ve çileklere dondurmadan önce vakum emdirim işlemi uygulanmıştır. Vakum

emdirim çözeltisi olarak heksoz monofosfat, %7,5 kalsiyum glukol ve yüksek fruktozlu mısır şurubu karışımı hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda vakum emdirim işlemi uygulanmış daha sonra dondurulup, tekrar eritilen böğürtlen ve çilekte doku kalitesinin iyileştiği ve sıvı kaybının azaldığı gözlenmiştir. Vakum emdirim işlemi uygulanan örneklerde sıvı kaybının uygulanmayan örneklerle kıyasla %20-50 oranında azaldığı belirlenmiştir (Xie ve Zhao, 2004).

**Fizikokimyasal değişimler:** Vakum emdirim yöntemi ile kabağa (*Cucurbita pepo*, L.)  $\text{CaCl}_2$  ilavesi yapılmıştır. Vakum emdirim çözeltisi olarak %10 maltodekstrin çözeltisi içinde %0-5 NaCl ve 0-1000 mM  $\text{CaCl}_2$  (3.3:1) kullanılmıştır. Vakum 741.25 mmHg basınçta 10 dakika boyunca uygulanmıştır. Vakum sonrası kabaklar atmosfer basıncında 30 dakika bekletilmiştir. İşlem sonucu kabaklar SEM analizi ile incelenmiştir. Örnekler su ve çözünen madde geçiş hızı artmıştır. Kalsiyum ile doku korunmuştur (Occhino vd., 2011).

**Termal (ısı) değişimler:** Gözeneklilik, gözenek boyutu, ısı akış yönünün dağılımı, vakum emdirim çözeltisinin bileşimi ve işlem parametreleri ısı özelliklerinin değişimini etkilemektedir (Fito vd., 2001). Vakum emdirim uygulanan elma örneklerinde ısı iletiminde %15-24, ısı yayılımında ise %2-4 artış gözlenmiştir (Martõnez-Monzo vd., 2000)

### 2.2.5 Kalsiyum ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Kalsiyum insan sağlığı için en önemli ve insan vücudunda en çok bulunan mineraldir. Vücudumuzdaki kalsiyumun %99'u kemiklerimizde ve dişlerimizde kalan %1'lik kısmı ise kanda bulunmaktadır (Altiner ve Şahan, 2016). İskelet canlı bir doku ve vücudun kalsiyumu depoladığı yerdir. Kalsiyum sürekli olarak kemiklerden uzaklaştırılır (resopsiyon) daha sonra tekrar kemiklere döner ve burada depolanır. Bu aşamalar kalsiyum yeterli alınıp kullanılabilirse 35 yaşına kadar devam etmektedir. Bu sayede kemik yoğunluğunda bir artış gözlemlenmektedir. Ülkemiz için kalsiyumun günlük alım düzeyi 2-4 yaş arası çocuklarda 450-800 mg/gün 5-18 yaş arası 800-1000 mg/gün, 19-24 yaş 1000 mg/ gün 25-50 yaş arası bireylerde ise 950 mg/gün olarak belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2016). İnsanlarda toplam kalsiyum alımının %50-73'ü süt ve süt ürünlerinden, %25-27'si de tahıl ürünleri, meyve ve sebzelerden karşılanmaktadır (Altiner ve Şahan, 2005). Vücudumuzda kalsiyum dengesi oldukça önemlidir bu da bir yandan kalsiyum alımı ve emilimi ile diğer yandan da idrar atımı arasındaki ilişki ile belirlenmektedir (Tayfur, 1991). Uzun vadede yetersiz kalsiyum alımında osteoporoz (kemik erimesi), osteomalazi (kemik

yumuşaması) ve özellikle yaşlı bireylerde kemik kırılması gibi rahatsızlıkların oluştuğu gözlenmiştir (Anino vd., 2006).

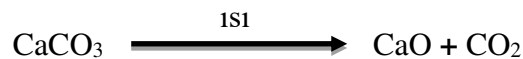
Çözünebilir diyet kalsiyumu ince bağırsaklar boyunca doğrudan difüzyon (parasellüler) yolu ya da duodenum duvarlarında aktif emilim (transsellüler) olmak üzere iki şekilde emilmektedir. Emilim oranı; diyet içeriğine, hormonal etkenlere, yaşın artmasına ve fiziksel aktiviteye bağlı olarak değişmektedir. Yaklaşık olarak diyetle birlikte alınan kalsiyumun 1/3'ü emilebilmektedir (Tayfur, 1991).

Kalsiyum emiliminin artmasında büyük pozitif bileşik olarak vitamin D oldukça önemli bir yere sahiptir. Vitamin D karaciğer ve böbrekte aktif hormon formu olan dihidroksikolekalsiferole dönüştürülür. Bu aktif hormon kalsiyum bağlayan protein ve paratiroid hormon ile uyum içinde çalışarak doğrudan ince bağırsaklarda kalsiyum emilimini aktive eder, dolaylı olarak da fosfor emiliminin yükselmesini düzenlemektedir. Böylece kemiklerde kalsiyumun depolanmasını ve kemik yapımını sağlamaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2016; Tayfur, 1990). Süt ve süt ürünlerinde bulunan laktozda kalsiyum alımını kolaylaştırmaktadır (Altınar ve Şahan, 2016).

Günümüzde sanayileşmiş toplumlarda beslenme eksikliklerini ve buna bağlı olarak oluşan sağlık sorunlarını ortadan kaldırmak amacıyla ihtiyaç duyulan mineral, vitamin gibi bileşiklerle gıdalar zenginleştirilmektedir. Bunun yanında gıdanın besin değerini ve raf ömrünü arttırmak, yeni ürün geliştirmek gibi amaçlarla da gıdalar zenginleştirilebilir. Gıdaların zenginleştirilmesinde en yaygın kullanılan mineraller kalsiyum, magnezyum, iyot, demir, çinko, selenyumdur. İlk olarak 1943 yılında İngiltere'de un kalsiyum ile zenginleştirilmiştir. Kalsiyum karbonat, kalsiyum sitrat, kalsiyum oksit, kalsiyum klorür, kalsiyum laktat, kalsiyum askorbat, kalsiyum propiyonat, kalsiyum glukonat, kalsiyum fosfat gıdaların zenginleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Altınar ve Şahan, 2016).

#### 2.2.6 Kalsiyum Oksit

Kalsiyum oksit, sönmemiş kireç olarak bilinmekte ve kalsiyum karbonatın 900-1000°C civarında ısıtılması ile elde edilmektedir (MEGEP, 2012; Ayhan, 2013).



Kalsiyum oksit oda sıcaklığında beyaz renkli katı alkali kristaller halinde bulunur ve kokusuzdur, suyla tepkimeye girmesi sonucunda kalsiyum hidroksite (Ca(OH)<sub>2</sub>) ticari

ismiyle sönmüş kirece dönüşmektedir. Yüksek sıcaklıkta ısıtıldığında parlak bir ışık yaymakta ve bu ışığa kireç ışığı denmektedir. Suyla tepkimeye girdiğinde şiddet ve ısı vermektedir. Bu işleme ise “kirecin söndürülmesi” adı verilmiştir (Ayhan, 2013; Anonim, 2020).



CaO çok yüksek sıcaklıklarda bile erimemekte ve buharlaşmamaktadır. Gaz halindeki ametal oksitleri ile birleşerek tuzları oluşturmaktadır.



Katı ametal oksitleriyle yüksek sıcaklıkta tepkimeye girerek tuzlarını oluşturur.



Kalsiyum oksit laboratuvarlarda nem çekici olarak da kullanılmaktadır (MEGEP, 2012).

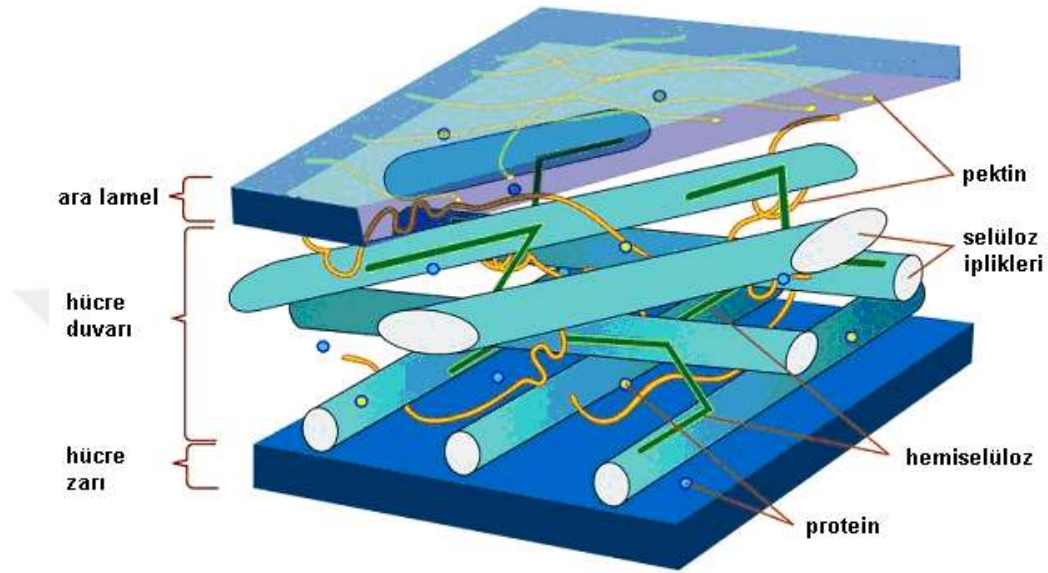
Kalsiyum oksit sulu ortamda kalsiyum ve hidroksile ayrıştığından insan vücudunda kalsiyum olarak işlev görmektedir. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde E529 koduyla yer alan kalsiyum oksit gıdaların yapısını iyileştirmede, asitlik düzenleyici, koruyucu ve un işlem maddesi olarak kullanılan bir gıda katkı maddesidir. Kalsiyum oksitin gıdalarda kullanılmasında herhangi bir sınırlama yoktur ve bilinen herhangi bir yan etkisi de yoktur. Sosislerin kılıfları hazırlanırken koruyucu olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında kalsiyum oksit, özellikle son zamanlarda çiğ olarak servis edilen gıdaları dezenfekte etmek için de kullanılmaktadır (Ayhan, 2013; Anonim, 2020).

## **2.2.7 Kalsiyum Pektat**

### **2.2.7.1 Pektin**

Pektin kompleks bir polisakkarittir ve bitki hücre duvarının önemli bir yapısal bileşenidir (King, 1993). Bu maddeler büyük oranda anhidrogalakturonik asit birimlerinden meydana gelen karmaşık koloidal karbonhidrat türevlerinden oluşan yüksek su tutma kapasitesine sahip bileşenlerdir. Buna göre poligalakturonik asit pektik maddeleri oluşturmaktadır. Düz bir zincir yapabilmek için birbirleriyle  $\alpha$ -1,4 bağları yapmışlardır.

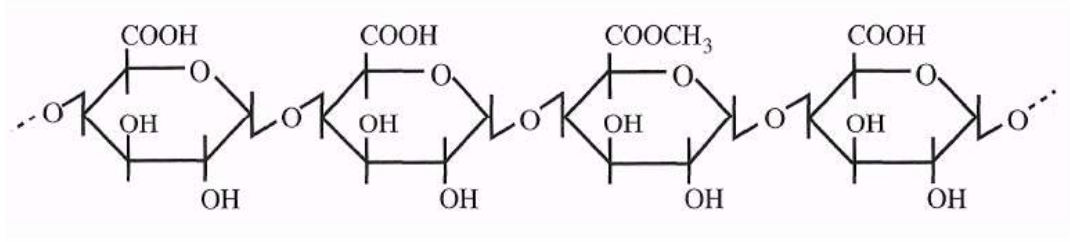
Pektik maddeler 30000-300000 moleküler ağırlıklı heteropolisakkaritlerdir. Ayrıca pektinik asit, pektin, pektik asit ve bunların tuzlarını içeren bir grup maddeye de pektik maddeler adı verilmektedir (Willants vd., 2001). Şekil 2.2’de hücre duvarının yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Hücre duvarının yapısı (Sticklen, 2008)

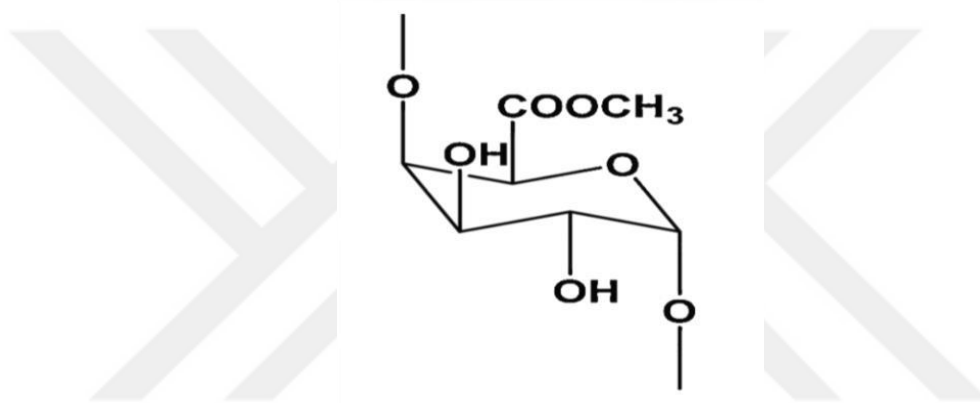
Pektinlerin keşfinden bu yana iki yüzyıldan fazla zaman geçmiş olsa da bu polimer ailesinin kimyasal ve yapısal özellikleri araştırılmıştır. Pektin bitkinin golgi cisimciğinde üretilir (Kashyap vd., 2001). Bitki hücresinin hemiselüloz polisakkaritlerini çevreleyen bir matriks oluşturur (Chan vd., 2017).

Pektin homogalakturonan, rhamnogalakturonan I, rhamnogalakturonan II olmak üzere 3 ana polisakkaritten oluşur. Homogalakturonan, D galakturonik asit monosakkarit alt ünitelerinin tekrarlarından oluşmaktadır. Rhamnogalakturonan I,  $\alpha$ -1,5-L-arabinan  $\beta$ -1,4-D-galaktan yan bağlarını içeren ardışık L-rhamnoz ve D-galakturonik asit alt ünitelerini içermektedir. Rhamnogalakturonan II, kompleks çok dallı bir polisakkarittir (Caffal ve Mohnen, 2009; Yapo, 2011). Şekil 2.3’te pektin molekülünde galakturonik asit (Gala) zincirine ait görüntü gösterilmektedir.



**Şekil 2.3.** Pektin molekülünde galakturonik asit zinciri (Cemeroğlu, 2004)

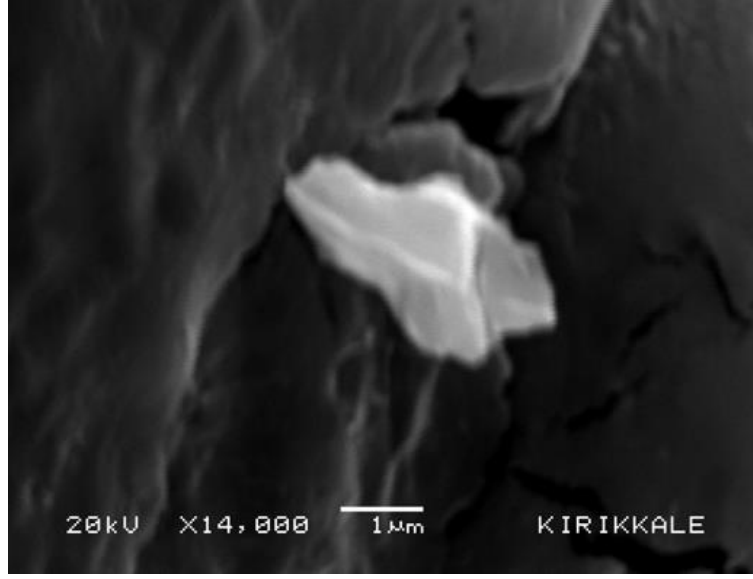
GalA monomerleri içinde karboksilik gruplar veya hidoksiller metil-esterlenmiş olabilir (Chan vd., 2017). Şekil 2.4'te metil-esterlenmiş GalA gösterilmektedir.



**Şekil 2.4.** Metillenmiş GalA (Chan vd., 2017)

Esterleşme derecesine göre pektin molekülü, düşük metoksilli ve yüksek metoksilli olarak ikiye ayrılmakta veya amidat molekülü ya da dimetil olarak sınıflandırılabilir. Esterleşme derecesi %50'den fazla olan pektinler yüksek metoksilli pektinler olarak isimlendirilir, düşük metoksilli pektinler ise esterleşme derecesi %50'den küçük olan pektinlerdir. Yüksek metoksilli pektinler, pH 3,5'in altındaki şartlarda derişim %55'in üzerindeki sakkaroz çözeltisiyle ısıtıldığında kolayca jelleşebilmektedir. Düşük metoksilli pektinler ise jel oluşturmak için  $Ca^{+2}$  iyonlarının varlığına ihtiyaç duymaktadır. Düşük metoksilli pektinler jöle ve reçel gibi az şekerli gıdalarda jelleştirme ajanı olarak kullanılabilir (Seggiani vd., 2009).

Maraş vd. (2004), tarafından yapılan çalışmada pektinaz enziminin substratı olan pektin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Pektinin kristal boyutu 14.000 kat büyütmede 3µm olarak belirlenmiştir. Şekil 2.5'te pektin molekülüne ait SEM görüntüsü gösterilmektedir.



**Şekil 2.5.** Pektin SEM görüntüsü (Maraş vd., 2004)

Pektin ilk olarak 1900'lerde Almanya'da bir elma suyu üreticisinin üretim sonrası oluşan atıkların değerlendirilmesiyle açığa çıkmıştır. Pektin endüstriyel olarak elma, limon ve portakalların suları alındıktan sonra geriye kalan posadan elde edilmektedir (Crimmina vd., 2015). Üretimin ilk adımında meyve atıklarında asit ve su eklenir ve sonrasında yüksek sıcaklıkta ısıtılan karışım ile pektinin meyveden ayrılması sağlanır. Daha sonra karışım filtreden geçirilip katı parçacıklardan arındırılması sağlanır, durultulur ve suyun bir kısmı buharlaştırılarak konsantre edilir. Konsantre çözeltiye isopropanol ilave edilerek pektin dibe çöktürülür ve ayrılır. Ayrılan pektin isopropanol ile yıkanarak safsızlıklar çıkartılır. Son olarak da pektin kurutulur, öğütülür standardize edilir ve bu şekilde gıda katkı maddesi olarak kullanıma hazır hale gelmektedir (Acar ve Gökmen, 2004). Pektin (E440), gıda endüstrisinde marmelat, reçel, jöle, balık konservesi, dondurma, sos ve mayonez üretimi için kullanılmaktadır (Aslan, 1994). Pektin, meyve ve sebze teknolojisinde, özellikle berrak meyve suyu üretiminde önemli olan doğal bileşendir (Beltekin, 2019).

Pektin suda çözünür diyet lifi özelliğinden dolayı sağlık açısından da yararlı etkilere sahiptir ve yine bu özelliğinden dolayı insan midesinde sindirilemez. Pektin ince bağırsakta hafifçe sindirildikten sonra kalın bağırsaklarda bulunan mikroflora tarafından fermente edilerek parçalanır ve bu özelliğinden dolayı prebiyotik etkiye sahiptir. Tüketildiğinde sindirim sistemindeki suyu absorbe ederek jel oluşturan pektin sindirimin yavaşlamasında etkilidir (Yılmaz vd., 2016). Müller-Maatsch vd. (2016), yaptıkları

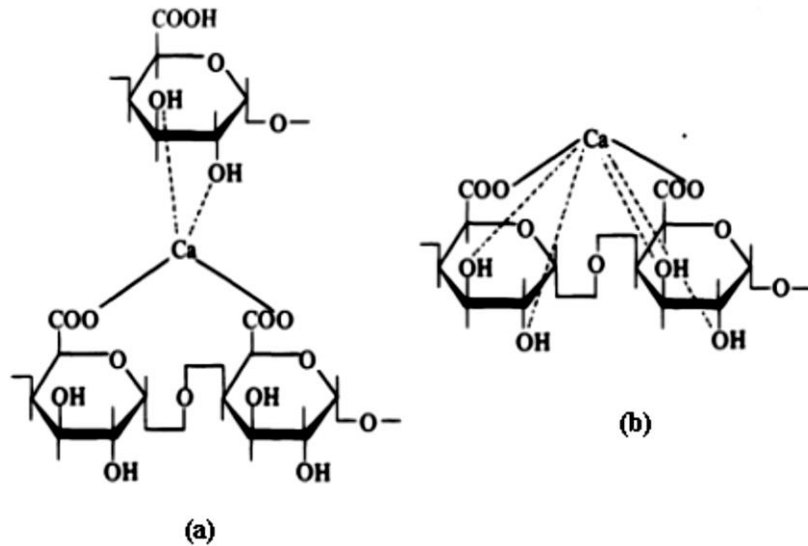
araştırmada, kestane kabağında bulunan pektik polisakkaritlerin 235 mg/g olduğunu belirlemişlerdir. Tablo 2.4'te bazı meyvelerin pektin içerikleri gösterilmektedir.

**Tablo 2.4.** Bazı meyvelerin pektin içeriği (Whitaker, 1984; Aslan, 1994)

| Meyve           | Pektin (%) |
|-----------------|------------|
| Elma            | 0,5-1,6    |
| Frenk üzümü     | 1,0-1,2    |
| Üzüm            | 0,1-0,4    |
| Portakal kabuğu | 3,5-5,5    |
| Armut           | 0,7-0,9    |
| Ananas          | 0,04-0,1   |
| Çilek           | 0,5-0,7    |

#### 2.2.7.2. Kalsiyum Pektat

Pektik maddeler meyvelerin olgunlaşması sırasında kimyasal değişime uğrayabilmektedir. Olgunlaşma ilerledikçe pektinik asit pektik asite hidrolize olmaktadır. Bu sebeple aşırı olgun meyvelerden üretilen marmelat ve reçellerde jel bir yapı oluşmaktadır (Whitaker, 1984; Aslan, 1994). Aktif PME enzimi ile pektin molekülü kalsiyum pektat yapısına (Şekil 2.6) dönüşmektedir ve böylece meyve suyundaki taneciklerin çökmesine yol açar (Özler, 2009).



**Şekil 2.6.** Pektin molekülünde (a) moleküller arası ve (b) molekül içi kalsiyum bağlanması (Özler, 2009)

### 2.2.8 D3 Vitamini

Gelişen sağlık sektörü ve gıda sanayisine rağmen 21. yüzyılda D vitamini eksikliği halen devam etmekte ve artmaktadır (Acarkan, 2015). Metabolizmaya bağlı olarak güneş ışınlarından yoksun kalmak, D vitamini ve kalsiyumca zengin gıdaları yeteri kadar tüketmemek gibi nedenlerden dolayı oluşan D vitamini eksikliği; bebek ve çocuklarda raşitizm (kemik yumuşaması, zayıflaması), yetişkinlerde de osteomalazi hastalıklarına sebep olabilmektedir. İlk olarak 1930'lu yıllarda tanımlanan bu hastalıklar ABD'de halkın kolaylıkla ulaşabileceği gıdaların D vitamini ile zenginleştirilmesiyle önlenmesi amaçlanmıştır (Tarakçı ve Dervişoğlu, 2006).

D vitamini (kalsiferol) hayvansal organizmada bulunmaktadır. Bitkisel yapılarda bulunan D vitamini pro-vitamin şeklindedir. D vitamini etkisi gösteren yaklaşık on bileşik vardır ve en önemlileri D2 vitamini (ergokalsiferol, ergosterol) ve D3 vitamini (kolekalsiferol)'dir. D vitamini pro-vitamininden (7-dehidroksi-kolesterol) güneşin UV ışınları yardımı ile D3 vitaminine dönüşmesiyle oluşmaktadır. 7-dehidroksi-kolesterol insan vücudunda %80-100 derinin alt tabakasındaki yağda depo edilmektedir. Güneşe yeteri kadar maruz kalındığında D vitamini eksiliği de görülmez. Buna bağlı olarak deri rengi, yaş, güneş ışınlarının temas etme süresi ve açısı cildin D vitamini üretiminde etkili faktörlerdir (FAO, 2002; Heath ve Elovic, 2006).

D2 vitamini (ergokalsiferol), bitkilerde ergosterolün ultraviyole B ışını ürünü olarak bulunmaktadır ve zenginleştirme yapılırken nadir kullanılan bir formdur (Whayne, 2011). D3 vitamini insan vücudunda sentezlenebildiği gibi diyetle de alınabilmektedir (Öngen vd., 2008). İnsan vücudunda derinin üst tabakasında öncül olan 7 dehidrokolesterol, güneş ışığına maruz kalındığında aktive olur ve previtamin D3 oluşturur (Heath ve Elovic, 2006). Bundan dolayı UVB ışınları birçok birey için D vitamininin birincil kaynağıdır (Holick, 2006). Daha sonra previtamin D3 kan yoluyla karaciğere taşınır ve burada 25 dehidroksi D vitaminine hidroksillenmektedir. Buda böbreğe taşınarak kalsitriol olarak bilinen  $1,25(OH)_2D$  formuna tekrar hidroksillenir. Bu formda iyi bilinen kalsiyum metabolizması rolünü oynar (Heath ve Elovic, 2006). Fazla previtamin D3 veya D3 vitamini güneş ışığı tarafından zarar gördüğü ve inaktif ürünlerine çevrildiğinden, güneş ışığına fazla maruz kalınması durumunda D3 vitamininin intoksikasyonuna neden olmaz (Fao, 2002; Holick, 2007).

D vitamininin diyetle alımı sınırlıdır. D vitamini diyetle bitkilerden D2 (ergokalsiferol), hayvanlardan da D3 (kolekalsiferol) olmak üzere iki şekilde

alınabilmektedir (Öngen vd., 2008). D3 vitamini en fazla uskumru, sardalya, somon gibi yağlı balıklar ve yumurta sarısında bulunmaktadır (Holick, 2006). Diyetle alınan D2 ve D3 vitaminleri ince bağırsaklarda emildikten sonra şilomikronlar ile birleşerek lenfatik sisteme daha sonra da venöz dolaşıma katılmaktadır. Vücutta sentezlenen ve diyetle aldığımız D vitamini yağ hücrelerinde depolanır ve gerektiğinde dolaşıma salınmaktadır (Holick, 2007).

1,25(OH)<sub>2</sub>D'nin temel işlevi plazma kalsiyum seviyesini düzenlemektir. Oniki parmak bağırsağından (duodenum) kalsiyum ve ileumdan fosfor emilimini arttırmaktadır (Öngen vd., 2008). Diyetle D vitamini bulunmadığında kalsiyumun ancak %10-15'i ve fosforun ise %60'ı emilebilmektedir. Emilim sırasında D vitamini olduğunda; kalsiyum için bu oran %30-40, fosfor için ise %80'e çıkmaktadır (Holick, 2007). D vitamininin aynı zamanda; böbreklerden kalsiyum atılımını azaltmak, parathormon sentez ve salınımını azaltmak, kemik rezorbsiyonunu arttırmak, insülin yapımını arttırmak, miyokardiyal kontraktiletiyi arttırmak ve renin sentezini azaltmak gibi görevleri de bulunmaktadır (Öngen vd., 2008).

D vitamininin Türkiye için günlük önerilen yeterli alım miktarları 2-70 yaş arası bireyler için 600 IU, 70 yaş üstü bireyler için 800 IU, gebe ve emzikli bireylerde ise yine 600 IU olarak belirlenmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2016). D vitamini eksikliğinde; osteoporoz, kanser (kolorektal (kalın bağırsak) kanser, meme kanseri ve diğer kanserler), otoimmün hastalıklar (MS (kronik sinir sistemi hastalığı), Tip1 (diyabet), DM (şeker hastalığı), romatoid artrit, SLE (sistemik lupus eritematozus), Tip 2 (genellikle 40 yaş üstü hastalarda görülen diyabet)), kardiyovasküler sistem hastalıkları (hipertansiyon, endotelial disfonksiyon), akut solunum sistemi hastalıkları, nörodejeneratif hastalıklar (Parkinson, Alzheimer), egzama, irritabl (hassas) bağırsak sendromu gibi rahatsızlıklar da görülmektedir (Acarkan, 2015).

D vitamininin gıdalarla alımı sınırlı olduğundan gıdaların zenginleştirilmesi, D vitamininin eksikliğini önlemede oldukça etkili bir yöntemdir. D vitamini ısıya ve pişirilmeye dayanıklıdır. Gıdaların, düşük miktarda D vitamini içermesinden dolayı eksikliği çok görülmektedir. Gıdaların zenginleştirilmesi bu açıdan oldukça önemlidir ve D vitaminini ile zenginleştirmede her iki form kullanılsa da D3 vitamininin kullanımı daha yaygındır. D vitamini ile zenginleştirme işlemi ilk olarak sütlerde yapılmıştır. Daha sonra yoğurt, peynir, kahvaltılık tahıllar, mama, margarin ve pasta gibi ürünlerde de kullanımı artmıştır. Bu gıdalara ek olarak meyve suları ve özellikle portakal suyu D vitaminince zenginleştirilmektedir (Moore, 2004).

Gıdaların D vitamini miktarları uluslararası birim (IU) ile belirtilmektedir. 40 IU D vitamini =1 mikrogramdır (Nowson ve Margerison, 2002). Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’da, yasal olarak maksimum; tahıl ürünlerine ve makarnaya 90 IU; kahvaltılık tahıl ürünlerine ve pirince 350 IU; içme sütleri, yağsız süt tozu ve konsantre süte 42 IU; meyve sularına ise 100 IU, margarine 331 IU; yoğurtlara 89 IU/100 g zenginleştirilmeye izin verilmektedir (Calvo, 2004). Avusturalya’da yapılan bir araştırmada insanların D vitamini ihtiyacının zenginleştirilmiş, konserve balıktan %16, yumurtadan %10, margarinden ise %48 oranında karşıladığı belirlenmiştir (Faulkner vd., 2000).

Bir araştırmaya göre soya sütü örnekleri D vitamini ile zenginleştirilmiş ve 3 gün boyunca bir 52 kişilik bir öğrenci grubuna verilmiştir. Soya sütü içirilen kadınların %22’si, erkeklerin ise %47’sinin yeterli D vitamini aldığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin soya sütünü %60 oranında içmek istememelerinden dolayı zenginleştirilmiş soya sütünün çikolatalarda kullanılarak tüketimi önerilmiştir. Ayrıca soya sütünün, D vitamininin yanında kalsiyum içeriği bakımından da zenginleştirilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sayede laktoz intoleransı olan kişilerin zenginleştirilmiş soya sütü tüketerek yeterli miktarda D vitamini ve kalsiyum almaları sağlanmış olur (Lacey vd., 2004).

## **2.2.9 Bazı Gıda Ürünleri İçin Vakum Emdirim Yönteminin Kullanılması ve Gıda Üzerine Etkileri**

Derossi vd., (2010) biber örneklerinin pH değerini düşürmek amacıyla vakum emdirim yöntemini kullanarak laktik asit impregne etmişlerdir. Vakum emdirim çözeltisi olarak suyun pH değerini 2.70’e düşürecek kadar laktik asit (5:1) ilave etmişlerdir. Vakum işlemi 460 ve 610 mmHg olmak üzere iki basınç altında ve 2 ve 5 dakika süreyle uygulanmıştır atmosfer basıncında ise 10, 15, 30 dakika bırakılmıştır. pH değişim değerleri 460 ve 610 mmHg basınçların etkisi ile sırasıyla 0,894 ve 0,929 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre işlem uygulanmamış biberin pH değeri 0,968 olarak kalmıştır. Bu çalışma ile vakum emdirim işleminin pH düşüşünü olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Elma, çilek ve ahududu meyvelerine vakum emdirim yöntemi kullanılarak kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) ve PME emdirilmiştir. Emdirim çözeltisi olarak %35 sakkaroz çözeltisi içerisinde %1  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ve %0,6 PME /1:1 oranında hazırlanmıştır. Vakum emdirim işlemi 50 mmHg basınç altında, 2 dakika boyunca uygulanmıştır. İşlem sonucunda PME ve  $\text{CaCl}_2$  çözeltilerine maruz bırakılan meyvelerin dokularının sıkılaştığı belirlenmiştir (Degraeve vd., 2003).

Perez-Cabrera vd. (2011), minimal işlem uygulanmış armut dilimlerine, esmerleşmeyi engelleyici ajanlar (4-heksilresorkinol sitrat, sodyum L-askorbat, EDTA, trisodyum sitrat) kullanılarak hazırlanmış emdirim çözeltisi ile vakum emdirim yöntemi uygulamışlardır. İşlem uygulanmamış armut dilimlerinden farklı olarak bu örneklerin duyusal, mikrobiyolojik, mekanik özelliklerinin iyileştiği ve raf ömrü yüksek olduğu belirtilmiştir. Depolama süresince armut dilimlerinin, mikrobiyal kalite, doku ve renge bakılarak en uygun vakum emdirim çözeltisinin askorbat olduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca armut dilimlerinde mikrobiyolojik özelliklerin daha iyi korunduğu ve muhafaza ömrünün arttığı yapılan çalışmalar sonucunda gözlemlenmiştir.

Vakum emdirim yöntemi ile Fuji çeşidi elma örneklerine, çeşitli emdirim çözeltileri hazırlanarak kalsiyum, çinko ve E vitamini ilave edilmiştir. Emdirim işlemi sonucunda elma dilimleri işlem uygulanmamış örneklere göre kalsiyum ve çinko içeriğinin yaklaşık 20 kat E vitamini içeriğinin ise yaklaşık 100 kat daha fazla olduğu yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Ayrıca elmalar yedi gün boyunca soğukta depolanmış ve 1 g elmada toplam canlı sayısı 2.6 log Koloni Oluşturma Birimi olarak belirlenmiştir. Daha sonra üç hafta boyunca yine soğukta depolanan elma dilimlerinin vakumlu emdirim işlemi sayesinde renk değişimlerinin önemli oranda azaldığı belirlenmiştir. Yine bu işlem sayesinde elma dilimlerinin sıklık değeride korunduğu gözlenmiştir (Park vd., 2005).

Elma üzerine yapılan bir çalışmada vakum emdirim yöntemi kullanılarak pektinmetilesteraz enziminin elma dokusuna nüfuz etmesi sağlanmıştır. Enzimatik işleme maruz bırakılan elmaların meyve suyu endüstrisi için verimi artırmada uygulanabilir bir yöntem olduğu yapılan çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Guillemin vd., 2006).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kabak tatlısı yapımında tüketici tarafından yaygın olarak tercih edilen kestane kabağı kullanılmıştır. Hammadde olarak kullanılan kestane kabakları her bir tekerrürde aynı kabak olacak şekilde (3 tekerrür için 3 farklı kabak) Burdur’da yerel üretim yapan bir satıcıdan temin edilmiştir. Kış meyvesi olarak bilinen kestane kabağı 2019 yılı Aralık ve 2020 yılı Ocak aylarında satın alınmıştır. Temin edilen kabaklar işlemlerden önce serin ve kuru bir odada muhafaza edilmiştir.

#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Kabakların Hazırlanması

Kestane kabakları keskin bir bıçak yardımıyla soyulmuş ve doğranmıştır. Kabak dilimleri boyutları yaklaşık 40x40x10 mm olacak şekilde kesilmiştir. Kabak dilimleri boyutlandırıldıktan sonra her biri 500’er g olacak şekilde rastgele 6 gruba ayrılmıştır (Şekil 3.1). Çalışmalar 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Tartım sonrası, altı gruba ayrılmış kabak dilimlerinin görüntüsü

##### 3.2.2. Vakum Emdirim ve Daldırma Çözeltisinin Hazırlanması

Vakum emdirim ve daldırma çözeltisini hazırlamak için geleneksel yöntemde olduğu gibi, tartılan kabak miktarının iki katı oranında (w/v) çözelti hazırlanmıştır. Distile

su (1000 mL) içerisinde 1,5 g CaO (çözünürlüğü %0,16) (Tekkim Kimya San. Tic. Ltd. Şti., Bursa) ile 1,0 g D3 vitamini (CCPA Turkey Hayvan Besleme Ürünleri A.Ş., İzmir) çözündürülmüş ve kalsiyum oksidin çözünürlüğünü arttırmak için homojenizer (WiseTis® HG-15D, Daihan Scientific Co. Ltd., Güney Kore) 12.000 rpm’de 3 dakika süresince (CaO çözünene kadar) kullanılmıştır. Daha sonra bu çözeltiye kabak dilimleri (500 g) ilave edilerek farklı işlemlerle muameleye tabi tutulmuştur.

### 3.2.3. Daldırma İşlemi

Tartılan kabaklardan üç grubundan her birine ayrı ayrı oda sıcaklığında atmosferik basınç altında 30, 60, 90 dakika süreyle daldırma işlemi uygulanmıştır. Daldırma işlemine ait görüntü Şekil 3.2’de görülmektedir. İşlemler süresince tüm kabakların çözelti içerisinde kalması için galvaniz bir tel ile ağırlık halkasından yararlanılmıştır. İşlem sonrası kabaklar çözelti içerisinde alınıp 10 dakika distile suda bekletilmiş ve çözeltiden arındırıldıktan sonra tencereye alınıp pişirilmiştir.



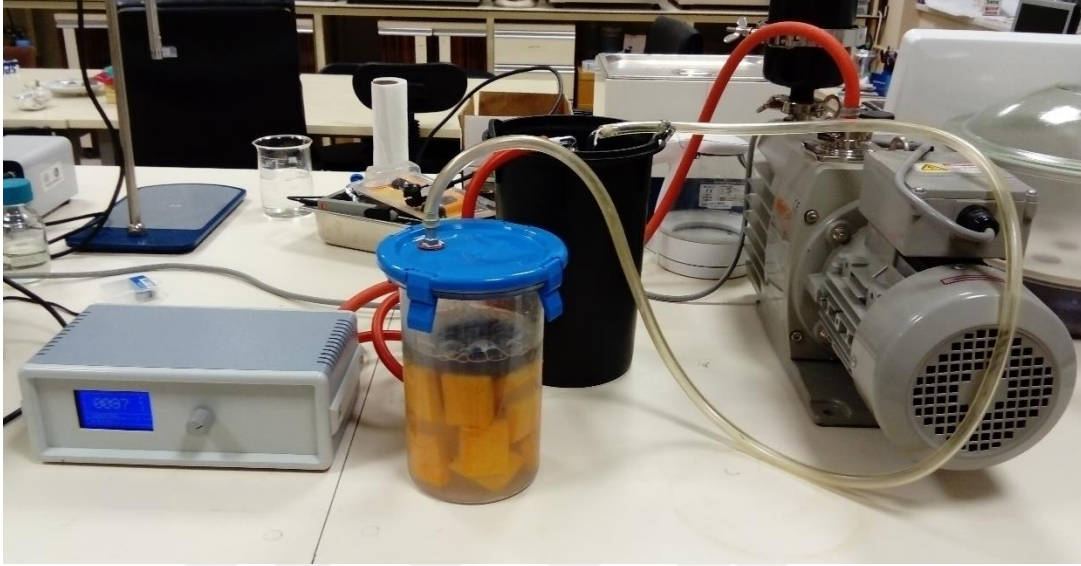
Şekil 3.2. Daldırma işlemi uygulanan kabak dilimlerinin görüntüsü

### 3.2.4. Vakum Emdirim İşlemi

Vakum emdirim işlemi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Araştırma Laboratuvarında bulunan 20-24 m<sup>3</sup>/saat pompalama hızı ve 0,75 kW motor gücüne sahip vakum pompası (MVP 24, Woosung Vacuum Co. Ltd, Jeju, Güney Kore) ile sabit vakum basıncı altında (100 mbar) ve oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir.

Kestane kabak dilimlerinin 3 grubuna atmosferik basınç altında daldırma yöntemi uygulanırken, diğer 3 grubuna ise vakum emdirim yöntemi uygulanmıştır. Vakum emdirim düzeneğine ait görüntü Şekil 3.3’te verilmiştir. Vakum emdirim işlemi oda sıcaklığında

100 mbar basınç altında her birine ayrı ayrı 30, 60 ve 90 dakika süreyle işlem uygulanmıştır. Süre sonlarında işlem uygulanan kabak dilimleri distile suda 10 dakika bekletilmiş ve çözeltilerden arındırılması sağlanmıştır.



**Şekil 3.3.** Vakum emdirim düzeneğinin görüntüsü

### 3.2.5. Pişirme İşlemi

Daldırma ve vakum emdirim işlemleri sonrası çözeltilerden arındırılan kabak dilimlerinin bir kısmı analizler için ayrılmış ve kalan kabaklar tartılarak, tartım sonucuna göre sakkaroz çözeltisi (şerbet) hazırlanmıştır. Tartılan kabak miktarının yarısı kadar sakkaroz ve sakkaroz oranının 1,25 katı kadar distile su (sakkaroz/distile su 1:1,25) ayarlanmıştır. Distile su ve sakkaroz 15 dakika boyunca karıştırılarak sakkarozun çözünmesi sağlanmış ve çözelti elde edilmiştir. Tencere (16 cm, 1,5 lt) (Sofram, Türkiye) ocağın (Çetintaş 303, İstanbul, Türkiye) en küçük gözüne (51,3 mm) alınıp 85 dakika boyunca en kısık ayarında pişirilmiştir. Kabak tatlısına ait görüntü Şekil 3.4'te sunulmuştur.



**Şekil 3.4.** Pişme işlemi uygulanmış kabak tatlısı görüntüsü

### **3.3. Analiz Yöntemleri**

#### **3.3.1 Kuru Madde İçeriğinin Belirlenmesi**

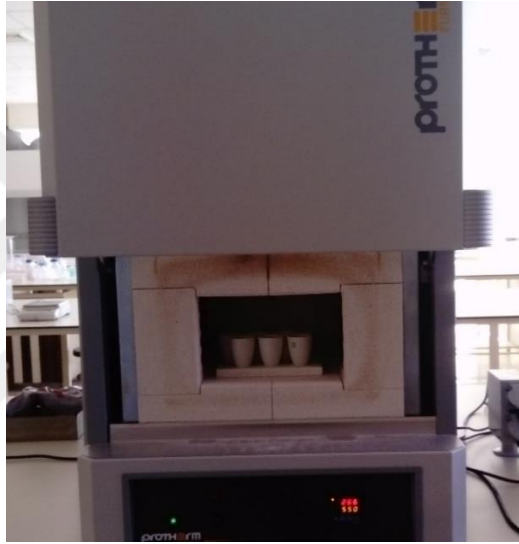
Kuru madde içeriğinin belirlenmesinde, önceden 3-4 saat süre ile 105°C'lik etüvde alüminyum kurutma kapları kurutulmuştur. İşlemler öncesi ve sonrası alınan kabak örnekleri rendelenip havanda ezildikten sonra desikatörde oda sıcaklığına getirilmiştir. Kurutma kaplarının hassas terazi ile darası alınmıştır. Daha sonra örnekler yaklaşık 20 g olacak şekilde tartılmıştır. Tartılan örnekler 75°C'lik etüv içerisinde (EN500, Nüve, Ankara, Türkiye) yaklaşık 24 saat (sabit ağırlığa ulaşana kadar) kurutulmuştur. Etüvden alınan ve desikatörde soğutulup sabit ağırlığa gelen kurutma kapları tartılarak örneklerin kuru madde içeriği (%) hesaplanmıştır.

#### **3.3.2 °Briks Değerinin Belirlenmesi**

°Briks değerlerinin belirlenmesi için kabak örnekleri rende ve havan kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilen örnekler 5 g tartılıp üzerine 50 mL distile su eklenmiş ve homojenizerden (WiseTis® HG-15D, Daihan Scientific Co. Ltd., Güney Kore) geçirilmiştir. Daha sonra örneklerden bir miktar Eppendorf tüplerine alınmıştır. Tüpler mikrosantrifüjde 13.500 rpm'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Daha sonra °briks içerikleri Atago marka refraktometre (PAL-3 model, Atago, Tokyo, Japonya) ile tespit edilmiştir.

### 3.3.3 Kül İçeriğinin Belirlenmesi

Kül içeriğini belirlemek amacıyla, porselen krozeler kül fırınında (Protherm Furnaces PLF 110/6, Ankara, Türkiye) (Şekil 3.5) 550°C’de bir saat bekletilmiştir. Yakma sonrası krozeler oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuştur. Krozelerin darası alındıktan sonra kurumadde tayini için kurutulmuş örnekler yaklaşık 3-5 g olacak şekilde tartılmıştır. Krozeler kül fırınına alınmış ve 18-24 saat süreyle renk gri-beyaza dönünceye kadar 550°C’de yakılmıştır. Yakma sonrasında desikatörde oda sıcaklığına getirilen krozelerde kalan kl ağırlığı, yakma öncesi kuru örnek ağırlığına oranlanarak örneklerin kl içerikleri (%) kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Kül fırını görüntüsü

### 3.3.4. pH Değerinin Belirlenmesi

Daldırma ve vakum emdirim işlemleri sonrası kabak örnekleri buzdolabında (4±1°C) bekletilmiş ve pişmiş örnekler de soğuduktan sonra yine buzdolabına alınmıştır. Bir gün depolama sonunda örnekler rendelenip, havanda ezilerek homojen hale getirilmiştir. Homojen örneklerden 5 g tartılıp 50 mL distile su eklenerek homojenizerden (WiseTis® HG-15D, Daihan Scientific Co. Ltd., Güney Kore) geçirilip 50 mL’lik falkon tüplerine alınmıştır. zltilerin pH ölçümleri, önceden pH 4,0 ve 7,0 değerlerindeki tampon zltilerle kalibre edilmiş daldırmalı tip pH-metre (Testo 205, Testo SE & Co. KGaA, Lenzkirch, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir.

### 3.3.5. Su Aktivitesi Değerlerinin Belirlenmesi

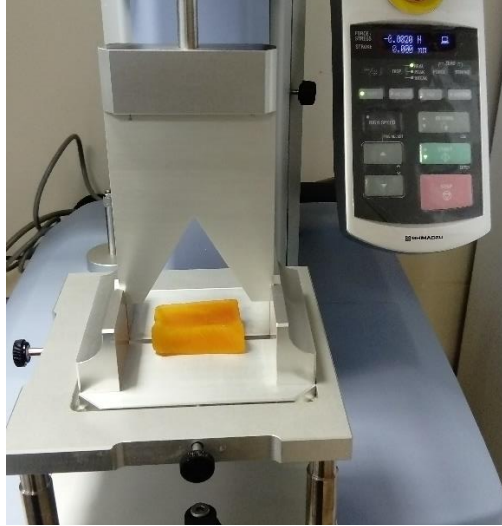
Kabak örneklerinin hem vakum emdirim ve daldırma işleminden önce hem de pişirmeden önce ve sonra olmak üzere aynı gruptan üç kez ölçüm yapılmıştır. Örnekler rende yardımıyla homojen hale getirildikten sonra ölçüm kabına alınarak, su aktivitesi cihazının (Testo 645, Testo SE & Co. KGaA, Lenzkirch, Almanya) (Şekil 3.6) ölçüm bloğunda yer alan örnek haznesine yerleştirilmiş ve su aktivitesi değerleri denge bağıl nemi kullanılarak oda sıcaklığında belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Su aktivitesi cihazının görüntüsü

### 3.3.6. Tekstürel Analiz

Duyusal bir özellik olan doku, mekanik sistemler kullanılarak tekstür analizleri ile belirlenmektedir. Pişmiş kabak örnekleri tekstürel analizlerin gerçekleştirilmesi amacıyla analizlere kadar buzdolabında  $4,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat muhafaza edilmiştir. Buzdolabından çıkarılan örneklerin sertlik değerleri (N) kesme aparatı (Warner-Bratzler  $60^{\circ}$  V-cut flat end face) ve tekstür analizörü (Shimadzu Corporation EZ-X, Kyoto, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Denemelerde 5 mm/s test hızı kullanılmıştır. Tekstür analiz cihazında yapılan ölçümler sonucunda sertlik değerlerine ait veriler elde edilmiştir. Tekstür analiz cihazı ile kabak tatlısının sertliğinin belirlenmesine ait görüntü Şekil 3.7'de verilmiştir.



**Şekil 3.7.** Tekstür analiz cihazıyla kabak tatlısının sertliğinin belirlenmesine ait görüntü

### **3.3.7. Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid İçeriklerinin ve Anitoksidan Kapasitenin Belirlenmesinde Kullanılacak Ekstraktların Hazırlanması**

Ekstrakt hazırlamak için vakum emdirim ve daldırma işlemi öncesi ve sonrası taze kabak örneklerinden ve pişme sonrası pişmiş kabak örneklerinden birer dilim ayrılmıştır. Rende ve havan kullanılarak kabak dilimleri homojen hale getirilmiştir. Taze kabak örneklerinden 5'er g tartılmış ve üzerine 50 mL %70'lik etanol eklenmiş ve homojenizerde (WiseTis® HG-15D, Daihan Scientific Co. Ltd., Güney Kore) 12.000 rpm'de 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Örnekler balon jojeye alındıktan sonra ultrasonik su banyosunda (Wise Clean Wisc WUC-D06H, Daihan Scientific Co. Ltd., Güney Kore) 10 dakika boyunca ultrasonikasyon işlemi uygulanmıştır. Ekstraktlar Eppendorf tüplerine alınmış ve 13.500 devir/dakika'da 15 dakika boyunca santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası ekstraktlar buzdolabında  $4\pm1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta depolanmıştır.

### **3.3.8. Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Belirlenmesi**

Toplam fenolik madde içeriği analizinde 'Mikro-adapte Folin-Ciocalteu' yöntemi kullanılmıştır. Folin-Ciocalteu ajanı, hacmen 1:10 oranında distile su kullanılarak seyreltilmiştir. Sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) çözeltisi hazırlanırken 75 g/L olacak şekilde 7,5 g sodyum karbonat tartılmıştır ve 100 mL'lik balon jojeye alınmıştır. Üzeri distile suyla hacim çizgisine tamamlanmıştır. Daha sonra hazırlanan ekstraktlardan 0,5 mL alınıp test tüpüne konulmuş ve her bir tüpe 2,5 mL Folin-Ciocalteu ajanı ilave edilmiştir.

Reaksiyon başladıktan sonra 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Optizen Pop, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Güney Kore) okunmuştur. Gallik asit kalibrasyon eğrisi Ek 1-Şekil 1.1’de verilmiştir (Cemeroğlu, 2013).

### **3.3.9. Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi**

Toplam flavonoid içeriği analizi Zhishen vd.’nin (1999) önerdiği yöntemle yapılmıştır. Tayinde 1:10 oranında kateşin çözeltisi hazırlamak amacıyla 10 mg kateşin tartılır ve 100 mL’lik balon jode distile su ile tamamlanır. Hazırlanan kateşin çözeltisi 20, 40, 60, 80, 100 mg/L konsantrasyonlarda hazırlanıp standart olarak kullanılmıştır. Hazırlanan ekstraktan 1 mL örnek veya standart alınmış ve tüplere koyulmuştur. Üzerine 4 mL distile su eklenip vorteksten geçirilmiştir. Karıştırılan çözeltilerin üzerine 0,3 mL %5’lik NaNO<sub>2</sub> ilave edilmiş ve 5 dakika beklenmiştir. Süre sonunda karışıma 0,3 mL %10’luk AlCl<sub>3</sub> eklenmiş ve 1 dakika beklenmiştir. Üzerine 2 mL 1M NaOH ilave edilmiş ve sonrasında karışıma 2,4 mL distile su eklenip vorteksten geçirilmiştir. Oluşan pembe renkteki çözeltiler 510 nm dalga boyunda okunarak absorbans değerleri belirlenmiş ve sonuçlar mg kateşin eşdeğeri (KE) /100 g cinsinden, Ek 1-Şekil 1.2’de verilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır.

### **3.3.10. ABTS Yöntemi ile Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi**

ABTS radikali (ABTS<sup>•+</sup>) oluşturmak için 2,2’-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) (ABTS) suda çözündürülmüş ve 2.45 mM’lık potasyum persülfat ile hacmen 1:1 oranında karıştırılmıştır. Bu karışım oda sıcaklığında 12-16 saat bekletilmiştir. Son absorbans 1.20±0.02 olacak şekilde metanol ile seyreltilmiştir. Trolox® ile kalibrasyon eğrisi (Ek 1-Şekil 1.3) hazırlanmıştır. 150 µL örnek veya standart 2850 µL ABTS çalışma çözeltisi tüplere eklenip vortekslenmiştir. Daha sonra tüpler 30 dakika boyunca karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans değerleri 734 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneklerle ait absorbans değerlerinin kalibrasyon eğrisinin içine düşmesi için gerektiğinde örnekler seyreltilmiş veya deriştirilmiştir (Thaipong vd., 2006).

### **3.3.11. Renk Değerlerinin Belirlenmesi**

Renk ölçümleri, kolorimetre (CR400, Konica-Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çiğ örnekler ile pişirme işlemi uygulanmış vakum emdirim ve daldırma numunelerinin her biri rende ve porselen havan yardımıyla ezilerek

homojen hale getirilmiştir. Homojen örnekler ölçüm kabına koyulmuş ve görselde (Şekil 3.8) görüldüğü gibi kolorimetreye yerleştirilip ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek için 2 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçümler öncesinde cihaz beyaz standart levha kullanılarak kalibre edilmiş daha sonra örneklerin renk özellikleri CIE L\*, a\* ve b\* değerleri cinsinden ölçülmüş, toplam renk farkı ( $\Delta E$ ), toplam kroma farkı ( $\Delta C$ ), renk indeksi (CI), kroma (C) ve hue açısı değerleri aşağıdaki (3.1)-(3.5) numaralı eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.1)$$

$$\Delta C = \sqrt{(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.2)$$

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3.3)$$

$$\text{Hue Açısı} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3.4)$$

$$CI = \frac{a^*}{b^*} \quad (3.5)$$



Şekil 3.8. Kolorimetre cihazı ile ölçüm görüntüsü

### 3.3.12. Duyusal Analiz

Kabak tatlısı numunelerinin duyusal analizleri Gıda Mühendisliği Bölümü 4. sınıf öğrencilerinden yarı eğitimli 6 panelist (22-25 yaş arası) ile gerçekleştirilmiştir. Test için, işlemler sonrası pişirilen kabak tatlısı örnekleri buzdolabında bekletilmiş ve 24 saat sonra örnekler üç basamaklı nümerik rakamlarla kodlandırılıp tabaklara yerleştirilerek panelistlere servis edilmiştir. Eğitim sırasında panelistlerin interaksyonu ve kalibrasyonunu kolaylaştırmak amacıyla “yuvarlak masa yöntemi” kullanılırken, duyusal analizler esnasında panelistlerin birbirlerinden etkilenmesini önlemek amacıyla masa üzerine özel kabinler yerleştirilmiştir. Eğitimler sırasında sertlik testinin formatı ve skalanın değerlendirilmesi hakkında bilgilendirilmiş panelistlerden pişirilmiş kabak tatlısı örnekleri, önceden tanıtılmış standart numunelerin 14,5 cm uzunluğundaki skaladaki sertlik skorlarına (1:düşük (krem peynir), 7:orta (sosis), 14,5:yüksek (sert şeker)) göre puanlandırmaları istenmiştir (Muñoz, 1986). Standart numune olarak kullanılan krem peynir (Migros, MBH Gıda İç ve Dış Tic. Ltd. Şti., Bursa), sosis (Pınar, Yaşar Birleşik Paz. Dağ. Tur. ve Tic. A.Ş., İzmir) ve sert şeker (Olips, Kent Gıda Maddeleri San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli) Burdur ilindeki yerel bir marketten temin edilmiştir. Eğitim, farklı günlerde her biri 60 dakikadan oluşan üç farklı seans halinde gerçekleştirilmiş ve panelist skorlarına ait varyasyon katsayısının %10’un altında inmesi sonrasında gerçek analizlere geçilmiştir. Analizde panelistlere atmosferik basınçta 30, 60 ve 90 dakika süreyle daldırma işlemi uygulanmış ve 100 mbar basınçta yine 30, 60, 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış, işlemler sonrası pişirilmiş kabak tatlısı örnekleri sunulmuştur. Numuneler arasında panelistlere damak temizlemek amacıyla su (Nazlı, Aydın) sunumu yapılmıştır. Panel sonuçlandığında panelistlerce verilen sertlik puanlarının ortalamaları saptanmıştır. Kabak tatlısına ait duyusal analiz görüntüleri Şekil 3.9’da yer almaktadır. Duyusal analiz değerlendirme formu Ek-2’de yer almaktadır.



**Şekil 3.9.** Kabak tatlısına ait duyu analizi görüntüsü

### 3.3.13. Dokusal ve Mikroyapısal Özelliklerin İncelenmesi

Doku ve mikroyapısal özellikler, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'ndan hizmet alımı gerçekleştirilerek belirlenmiştir. SEM görüntüleri, bu birimde bulunan, AOAC yöntemlerine göre, Cryo-SEM (Carl Zeiss 300VP) tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Görüntüleme öncesinde, daldırma ve vakum emdirim işlemi öncesi ve sonrası olmak üzere çiğ kabak örnekleri liyofilizasyon işlemi ile kurutulmuştur. Daha sonra teknikte film ve katı haldeki örnekler karbon veya altın kaplama işlemine maruz bırakılır daha sonra SEM cihazı kullanılarak örnek içerisindeki yapıların doku dağılımı görüntülenmiştir.

### 3.3.14. D3 Vitamini Miktarının Belirlenmesi

D3 vitamini analizinde Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan HPLC (Shimadzu Prominence, Shimadzu Corp., Kyoto, Japonya) cihazı kullanılmıştır. Analizde CBM: 20ACBM, dedektör: DAD (SPD-M20A), kolon: C18 (250x4,6 mm, 5 mikron), kolon fırını: CTO-10ASVp, pompa: LC20 AT, bilgisayar programı: LC Solution, autosampler: SIL 20ACHT, ve mobil faz olarak ise asetonitril:metanol:su (60:25:15, v/v) kullanılmıştır. Analiz için daldırma ve vakum emdirim işlemlerinden önce ve sonra ayrılan çiğ kabak dilimleri liyofilize edilmiştir. Kurutulan örnekler 1 g olacak şekilde tartılmıştır. Son olarak da mobil

faz ile ekstrakte edilmiştir (Karppi vd., 2008). Daha sonra HPLC cihazı ile D3 vitamini içerikleri belirlenmiştir. Ölçümler 200 nm dalga boyunda yapılmıştır.

### **3.3.15. Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi**

Kalsiyum ve diğer minerallerin analizinde Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan ICP/OES (Perkin Elmer Optima 800 model, Perkin Elmer Inc., Waltham, MA, ABD) cihazı kullanılmıştır. Analiz için daldırma ve vakum emdirim işlemlerinden önce ve sonra ayrılan çiğ kabak dilimleri ve işlemler sonrası pişmiş kabak dilimleri kullanılmıştır. Homojen hale getirilen numuneler nem tayini sonrası kül hazırlanmış ve Eppendorf tüplerine alınmıştır. Daha sonra küller ortalama 0,01 gram olacak şekilde tartılmıştır. Tartım sonrası küller 8 mL nitrik asit ile yakılıp, üzeri 50 mL su ile tamamlanmıştır. Daha sonra ICP/OES cihazı ile mineral içerikleri belirlenmiştir (Altundağ ve Tüzen, 2011).

### **3.3.16. İstatistiksel Değerlendirme**

Kabak numunelerine farklı süre ve basınçlarda uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin öncesinde, sonrasında ve pişirme sonrasında, numunelerin renk ve diğer fizikokimyasal özellikleri ile duyu analizlerinden elde edilen veriler %95 güven seviyesinde ( $\alpha=0,05$ ) SAS paket programı (The SAS System for Windows 9.0, Şikago, IL, ABD) kullanılarak Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışmalar üç tekerrür, analizler iki ve/veya üç paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ortalama±standart sapma şeklinde sunulmuştur.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Kestane Kabak Dilimlerinin Kurumadde, °Briks ve Kül İçerikleri Üzerine Emdirim İşlem Türü ve Pişirmenin Etkisi

Farklı basınç ve süre kombinasyonlarında işleme maruz bırakılmış ve sonrasında pişirilip tatlı yapılan kabak dilimlerinin pişme öncesi ve sonrası kurumadde, °briks (suda çözünür kuru madde) ve kül değerleri Tablo 4.1 ve 4.2’de sunulmuştur.

**Tablo 4.1.** Kabak dilimlerinin kurumadde, °briks ve kül içerikleri üzerine emdirim işlem türü ve pişirmenin etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3)

| İşlem                                | Pişme Durumu | Süre (min) | Kurumadde* (%)           | °Briks                  | Kül (% , yaş ağırlık bazında) |
|--------------------------------------|--------------|------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | Önce         | 30         | 9,58±2,09 <sup>B</sup>   | 7,50±1,50 <sup>B</sup>  | 0,63±0,09 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 60         | 8,73±1,65 <sup>B</sup>   | 6,50±1,80 <sup>B</sup>  | 0,73±0,18 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 90         | 9,26±1,11 <sup>B</sup>   | 6,16±1,04 <sup>B</sup>  | 0,64±0,02 <sup>A</sup>        |
|                                      | Sonra        | 30         | 50,07±8,13 <sup>A</sup>  | 48,00±5,27 <sup>A</sup> | 0,71±0,06 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 60         | 53,18±10,55 <sup>A</sup> | 47,33±7,18 <sup>A</sup> | 0,66±0,08 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 90         | 47,87±4,40 <sup>A</sup>  | 48,33±4,25 <sup>A</sup> | 0,66±0,09 <sup>A</sup>        |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | Önce         | 30         | 9,23±2,18 <sup>B</sup>   | 6,17±1,26 <sup>B</sup>  | 0,61±0,10 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 60         | 8,55±1,27 <sup>B</sup>   | 6,00±1,00 <sup>B</sup>  | 0,59±0,07 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 90         | 8,29±1,32 <sup>B</sup>   | 6,33±1,52 <sup>B</sup>  | 0,63±0,05 <sup>A</sup>        |
|                                      | Sonra        | 30         | 59,85±6,17 <sup>A</sup>  | 51,67±6,51 <sup>A</sup> | 0,66±0,06 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 60         | 50,91±3,41 <sup>A</sup>  | 49,00±3,78 <sup>A</sup> | 0,66±0,16 <sup>A</sup>        |
|                                      |              | 90         | 54,28±7,76 <sup>A</sup>  | 47,00±2,29 <sup>A</sup> | 0,77±0,11 <sup>A</sup>        |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.2.** Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanarak hazırlanmış kabak tatlı/reçellerinin kuru madde, °briks ve kül içerikleri (n=18)

| Pişme Durumu | Kurumadde* (%)          | °Briks                  | Kül (% , yaş ağırlık bazında) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Önce         | 8,94±1,46 <sup>B</sup>  | 6,44±1,27 <sup>B</sup>  | 0,69±0,09 <sup>A</sup>        |
| Sonra        | 53,70±7,16 <sup>A</sup> | 48,56±4,61 <sup>A</sup> | 0,64±0,09 <sup>A</sup>        |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Kabak dilimlerine uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri sonucunda kurumadde içeriklerinde istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (p>0,05). İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin kurumadde içeriği 10,86±2,14 olarak belirlenmiştir. Kurumadde içeriklerinin farklı bulunmamasının, çözelti konsantrasyonunun (%0,2-0,3)

oldukça düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat Tablo 4.2’de görüldüğü gibi bu işlemler sonrası tatlı yapmak için pişirilen örneklerde; pişme öncesi ve sonrası kuru madde içerikleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tatlı yapımında ilave edilen şekerden dolayı pişmiş örneklerin, pişme öncesi kabak dilimi örneklerine göre kurumadde artmıştır.

Jain vd., (2011) papaya meyvesi üzerine yaptıkları çalışmada ozmotik dehidrasyon işleminin etkilerini incelemişlerdir. Küp şeklinde doğranan papayalar ile konsantrasyon (50, 60 ve 70 °Briks), sıcaklık (30, 40 ve 50°C) ve işlem süresinin (4,5 ve 6 saat) ozmotik dehidrasyon işlemi ile katı kazanımı ve sıvı kaybı optimizasyonunu sağlamışlardır. Yapılan analizler sonucunda başlangıç kurumadde içeriği %11,5 ile %12,5 arasında değişen papaya örneklerinin son kurumadde içeriğinin %18,9-32,4 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir.

İşlem uygulanmamış (çiğ) kabak dilimi örneklerinin °briks değeri  $7,67\pm0,76$ ’dır. İşlem uygulanmış kabak dilimlerinin (°briks) içerikleri arasında çözelti °briks değeri düşük olduğundan, istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Pişme işleminde sakkaroz kullanıldığından pişmiş örneklerin, pişmemiş örneklere göre °briks değerleri yüksek çıkmıştır ve bu da istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Armut örnekleri üzerine yapılan bir çalışmada, armut örnekleri enzim inaktivasyonu sağlaması açısından haşlanmış ve daha sonra vakum basıncı 200, 350 ve 500 mbar, vakum süresi ise 15, 30, 45 dakika ve emdirim çözeltisinin konsantrasyonu 30, 40 ve 50 °briks olmak üzere vakum emdirim işlemi uygulanmıştır. Bu işlemler sonucunda °briks değeri en yüksek 18,4; 50 °briks çözelti konsantrasyonu, 200 mbar basınç ve 45 dakika süre sonucu belirlenmiştir. En düşük suda çözünür kuru madde değeri ise 9,6 olarak 30 °briks çözelti konsantrasyonu, 200 mbar basınç 15 dakika işlem sonucunda elde edilmiştir (Uysal, 2019).

Kül içerikleri yaş ağırlık bazında işlem uygulanmamış örneklerde ( $n=3$ )  $0,77\pm0,04$ , işlem uygulanmış örneklerde ise  $0,61-0,77$  aralığında değişmiştir. Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin, pişme öncesi ve sonrası olmak üzere örnekler arasında kül içeriği açısından istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

#### **4.2 Emdirim İşlemi ve Pişirmenin Kestane Kabak Dilimlerinin pH ve Su Aktivitesi Değerleri Üzerine Etkisi**

Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanan kabak dilimlerinin pişme öncesi ve sonrası pH ve su aktivitesi ( $a_w$ ) değerleri üzerine etkisi Tablo 4.3 ve 4.4’te sunulmuştur.

**Tablo 4.3.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin pH ile  $a_w$  değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3)

| İşlem                                | Pişme Durumu | Süre (min) | pH*                    | $a_w$                  |
|--------------------------------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | Önce         | 30         | 6,97±0,10 <sup>B</sup> | 0,98±0,02 <sup>B</sup> |
|                                      |              | 60         | 6,85±0,16 <sup>B</sup> | 0,98±0,04 <sup>B</sup> |
|                                      |              | 90         | 6,96±0,29 <sup>B</sup> | 0,98±0,03 <sup>B</sup> |
|                                      | Sonra        | 30         | 5,73±0,11 <sup>A</sup> | 0,90±0,03 <sup>A</sup> |
|                                      |              | 60         | 5,84±0,10 <sup>A</sup> | 0,90±0,06 <sup>A</sup> |
|                                      |              | 90         | 6,05±0,29 <sup>A</sup> | 0,91±0,03 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | Önce         | 30         | 6,86±0,37 <sup>B</sup> | 0,98±0,03 <sup>B</sup> |
|                                      |              | 60         | 6,88±0,40 <sup>B</sup> | 0,96±0,06 <sup>B</sup> |
|                                      |              | 90         | 6,86±0,47 <sup>B</sup> | 0,96±0,07 <sup>B</sup> |
|                                      | Sonra        | 30         | 5,79±0,14 <sup>A</sup> | 0,90±0,05 <sup>A</sup> |
|                                      |              | 60         | 5,97±0,12 <sup>A</sup> | 0,91±0,04 <sup>A</sup> |
|                                      |              | 90         | 6,46±0,37 <sup>A</sup> | 0,92±0,04 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.4.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin pH ile  $a_w$  değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=18)

| Pişme Durumu | pH*                    | $a_w$                  |
|--------------|------------------------|------------------------|
| Önce         | 6,90±0,28 <sup>A</sup> | 0,97±0,04 <sup>A</sup> |
| Sonra        | 5,97±0,31 <sup>B</sup> | 0,91±0,04 <sup>B</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış örneklerin pH değerlerinde farklılık saptanmamıştır (p>0,05). İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin pH değeri ise 6,90±2,23 olarak belirlenmiştir. Bu değere bakarak vakum emdirim ve daldırma işleminin pişmemiş örneklerin pH değerlerini etkilemediği gözlenmektedir. Fakat pişirme işleminin pH değerleri üzerinde etkisi olmuştur. Pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Tablo 4.4'te görüldüğü gibi pişmiş yani tatlı yapılan kabak dilimlerinin pH değerleri azalmıştır.

Nuñez-Mancilla vd. (2013), yaptıkları çalışmada ozmotik dehidrasyon uygulaması sırasında 10 dakika yüksek hidrostatik basınç (100-500 MPa) uygulamasının çilek üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu uygulama sonucunda pH değerleri üzerinde yüksek hidrostatik basıncın anlamlı bir etkisi olduğu gözlenmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada sonucun bu çalışmadan farklı bulunması basınç uygulamasının düşük olduğundan kaynaklanabilmektedir.

Uygulanan işlemlerin ve pişirmenin kabak dilimlerinin su aktivitesi içeriği üzerine etkisi incelenmiştir. Daldırma ve vakum emdirim işleminin su aktivitesi değerleri üzerine etkisi olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Su aktivitesi değerlerinde de pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında yine tatlı yapımından dolayı istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin su aktivite değeri ise  $0,98\pm0,03$  olarak belirlenmiştir.

#### 4.3 Emdirim İşlemi ve Pişirmenin Kestane Kabak Dilimlerinin Sertlik Değerleri Üzerine Etkisi

Üç farklı süre ile uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemleri sonrası kabak dilimleri şeker/su (1:1,25) karışımı ile pişirilmiş ve sonra kabak tatlıları elde edilmiştir. Kabak tatlılarının uygulanan işlem sonucundaki sertlik (N) ve kabaklara uygulanan enerji değerleri Tablo 4.5'te sunulmuştur.

**Tablo 4.5.** Vakum emdirim ve daldırma işleminin kabak tatlısı sertlik değerleri üzerine etkisi (ortalama $\pm$ standart sapma) (n=9)

| İşlem                                | Süre (min) | Sertlik (N)*     | Enerji (J)      |
|--------------------------------------|------------|------------------|-----------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | 30         | $7,01\pm1,25^D$  | $0,16\pm0,41^D$ |
|                                      | 60         | $7,98\pm2,19^D$  | $0,18\pm0,30^D$ |
|                                      | 90         | $11,04\pm3,26^C$ | $0,23\pm0,08^C$ |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | $14,01\pm4,37^B$ | $0,36\pm0,16^B$ |
|                                      | 60         | $14,87\pm2,62^B$ | $0,35\pm0,08^B$ |
|                                      | 90         | $18,92\pm3,86^A$ | $0,44\pm0,10^A$ |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Üç farklı süre ile uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemleri sonucunda tatlı yapılan kabak dilimleri arasında sertlik ve uygulanan enerji bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Vakum emdirim işlemi sertlik bakımından daldırma işlemine göre daha etkili bir sonuç vermiştir. En sert örnekler  $18,92\pm3,86$  N ile; 100 mbar basınç ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanan örneklerdir. 30 ve 60 dakika vakum emdirim tekniği uygulanan örnekler sertlik değeri bakımından istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). En yumuşak örnekler ise 30 ve 60 dakika daldırma işlemi uygulanan örneklerdir. Örneklerle uygulanan enerji de istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Sertlik değerleri ile enerji arasında ilişki vardır, sertlik arttıkça uygulanan enerji de doğrusal olarak artmıştır.

Beltekin (2019), yaptığı bir çalışmada bal kabaklarına daldırma (çözelti içerisinde bekletme) işlemi uygulamıştır. İşlem 20-40°C sıcaklıkta, %0,50-2,50 konsantrasyondaki

çözelti kalsiyum klorür çözeltisi içerisinde 10-60 dakika bekletme süresi ile uygulanmıştır. Uygulanan işlem sonrasında tatlı yapılan bal kabağı örneklerinin sertlik değerleri analiz edilmiştir. Kabak tatlısının sertliği 15,00-29,67 N arasında değişmiştir. İşlem görmemiş kontrol örneğin sertlik değeri ise 12 N olarak belirlenmiştir. Sıcaklık artışı ve bekletme süresinin az olması sertlik değerinde bir azalmaya neden olmuştur. Sertlik değerinde bekletme süresinin sıcaklığa göre daha etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sonuçlara göre daha yüksek kalsiyum klorür konsantrasyonu tatlıların sertliğini arttırmıştır.

Jan vd. (2016), kalsiyum tuzlarının depolanmış elmalarda oluşan yumuşaklık ve fizikokimyasal özellikler üzerine etkisini araştırmışlardır. Farklı zaman aralıkları için elmaların %9 kalsiyum klorür çözeltisine 12 dakika daldırılmasıyla sertlik değerlerinin önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Buna göre emdirilen kalsiyum sayesinde dokuda sertleşme meydana gelmiştir.

#### 4.4 Emdirim İşleminin Toplam Fenolik Madde ve Toplam Flavonoid İçerikleri ile Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanan kabak dilimlerinin pişme öncesi ve sonrası toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi Tablo 4.6 ve 4.7’de sunulmuştur.

**Tablo 4.6.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3)

| İşlem                                | Pişme Durumu | Süre (min) | Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g km)* | Toplam Flavonoid (mg KE/100g km) | Antioksidan Aktivite (μmol TE/g km) |
|--------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | Önce         | 30         | 22,92±9,18 <sup>B</sup>                 | 55,79±13,14 <sup>A</sup>         | 17,35±4,77 <sup>B</sup>             |
|                                      |              | 60         | 22,78±9,39 <sup>B</sup>                 | 66,10±20,17 <sup>A</sup>         | 18,22±5,98 <sup>B</sup>             |
|                                      |              | 90         | 18,83±7,43 <sup>B</sup>                 | 88,23±6,34 <sup>A</sup>          | 17,36±5,49 <sup>B</sup>             |
|                                      | Sonra        | 30         | 44,70±8,22 <sup>A</sup>                 | 22,92±9,18 <sup>B</sup>          | 27,33±6,49 <sup>A</sup>             |
|                                      |              | 60         | 43,80±15,34 <sup>A</sup>                | 22,78±9,39 <sup>B</sup>          | 27,28±8,90 <sup>A</sup>             |
|                                      |              | 90         | 49,11±4,88 <sup>A</sup>                 | 18,83±7,43 <sup>B</sup>          | 34,81±6,57 <sup>A</sup>             |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | Önce         | 30         | 21,65±9,49 <sup>B</sup>                 | 60,33±12,14 <sup>A</sup>         | 18,83±4,32 <sup>B</sup>             |
|                                      |              | 60         | 22,30±9,27 <sup>B</sup>                 | 65,73±29,32 <sup>A</sup>         | 19,91±5,50 <sup>B</sup>             |
|                                      |              | 90         | 28,03±11,00 <sup>B</sup>                | 69,81±31,20 <sup>A</sup>         | 19,87±8,38 <sup>B</sup>             |
|                                      | Sonra        | 30         | 40,62±5,74 <sup>A</sup>                 | 21,65±9,49 <sup>B</sup>          | 25,58±6,60 <sup>A</sup>             |
|                                      |              | 60         | 46,00±2,73 <sup>A</sup>                 | 22,30±9,27 <sup>B</sup>          | 26,76±8,07 <sup>A</sup>             |
|                                      |              | 90         | 38,82±8,17 <sup>A</sup>                 | 28,03±11,00 <sup>B</sup>         | 26,66±6,02 <sup>A</sup>             |

\*Aynı sütündeki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.7.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi ve sonrasında kestane kabak dilimlerinin toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=18)

| Pişme Durumu | Toplam Fenolik Madde (mg GAE/100 g km) * | Toplam Flavonoid (mg KE/100 g km) | Antioksidan Aktivite (μmol TE/g km) |
|--------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Önce         | 22,44±7,95 <sup>B</sup>                  | 67,67±20,42 <sup>A</sup>          | 18,59±5,06 <sup>B</sup>             |
| Sonra        | 43,84±8,03 <sup>A</sup>                  | 22,44±8,03 <sup>B</sup>           | 28,05±6,81 <sup>A</sup>             |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin (n=3) toplam fenolik madde içeriği 21,02±8,44 mg GAE/g km olarak belirlenmiştir. Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış örnekler arasındaki fark, istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (p>0,05). Buna göre işlem uygulanmamış örneklerle, pişme öncesi örneklerin toplam fenolik madde içeriği benzer olduğu gözlenmektedir. Pişme öncesi ve sonrası örneklerin toplam fenolik madde içeriği istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur (p<0,05). Pişme sonrası toplam fenolik madde içeriğinin, pişme öncesine göre arttığı gözlenmektedir. Isıl işlemin toplam fenolik madde içeriği üzerinde olumlu bir etkisi olmuştur.

İşlem uygulanan gıdanın bileşimi ve yapısı, ısıl işlemin sıcaklık derecesi ve türü fenolik bileşenlerin miktarlarında artışa sebep olabilmektedir (Sakac vd., 2011). Blanda vd. (2008), iki farklı elma çeşidi üzerine vakum emdirim işlemi uygulamışlar ve elmaların özelliklerini incelemişlerdir. 75 mmHg basınç ile 30 dakika boyunca vakum emdirim işlemi ve 5 dakikada atmosfer basıncına bırakılmıştır. Vakum emdirim çözeltisi olarak ise askorbik asit (%1), dekstroz (%37,9), sakkaroz (%15,2), kalsiyum klorür (%0,25) ve sodyum klorür (%0,25) kullanılmıştır. Vakum emdirim işlemi sonrası elma dilimlerinin toplam fenolik madde içerikleri HPLC-DAD ile belirlenmiştir. İki elma çeşidinde (Stark ve Granny) toplam fenolik madde içeriklerinin sırasıyla %26,86 ile %21,57 olduğu ve azalma olduğu tespit edilmiştir.

Choi vd. (2006), yaptıkları çalışmada ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış mantarlarda bağlı ve serbest fenolik maddelerin miktarı ile antioksidan aktivite içerikleri analiz edilmiştir. Isıl işlem 121°C'de 15 ve 30 dakika süreyle uygulanmıştır. İşlem sonucunda serbest ve bağlı fenoliklerin miktarının işlem uygulanmamış mantarlara göre önemli oranda arttığı belirlenmiştir. Yazarlar, fenolik bileşenlerin ısıl işlem sonucu serbest hale geçmesinden dolayı bu şekilde bir sonuç elde ettiklerini belirtmişlerdir.

İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin (n=3) toplam flavonoid içeriği 36,77±19,38 mg KE/100 g km olarak belirlenmiştir. Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış

örneklerin (pişme öncesi) ortalama değeri ise  $67,67 \pm 20,42$  mg KE/100 g km (Tablo 4.7) olarak belirlenmiştir. Buna göre, işlem uygulanmamış örneğe kıyasla vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin toplam flavonoid içeriği üzerine etkisi olduğu gözlenmektedir. Daldırma, vakum emdirim işlemleri ve işlem süreleri arasında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ). Tablo 4.7'ye göre pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin toplam flavonoid içeriğinde azalma olduğu belirlenmiş ve istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Kurutma işleminin, domates örneklerinin toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite gibi özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kurutma sonrasında toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde önemli bir azalma olduğu belirlenmiştir (Toor ve Savage, 2006).

Vakum emdirim ve daldırma işleminin toplam antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi incelendiğinde işlem uygulanan süreler ve işlem türleri arasındaki verilere baktığımızda istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ). İşlem uygulanmamış kabak dilimi örneklerinin ( $n=3$ ) antioksidan aktivite değerleri  $16,40 \pm 4,90$   $\mu\text{mol TE/g km}$  olarak belirlenmiş ve işlem uygulanmış örneklerin pişme öncesi ortalama değeri ise  $18,59 \pm 5,06$   $\mu\text{mol TE/g km}$  (Tablo 4.7) olarak bulunmuştur. Buna bakarak değerlerin benzer olduğu ve yine uygulanan işlemlerin ve sürenin antioksidan aktivite değerlerini etkilemediği görülmektedir. Tablo 4.7'e baktığımızda pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında istatistiksel açıdan farklılık olduğu gözlenmektedir ( $p < 0,05$ ). Isıl işlemin etkisiyle kabak tatlısında, antioksidan aktivite değeri artmıştır.

Mikrodalga ile pişirme, kaynatma ve buğulama işlemlerinin biber, brokoli, yeşil fasulye, ıspanak ve pırasa örneklerinde antioksidan aktivite değerleri üzerine etkisi araştırılmıştır. İşlem sonucunda en düşük antioksidan aktivite değeri %12,20 ile pırasada örneğinde belirlenmiştir. Antioksidan aktivite içeriği sırasıyla brokoli>biber>ıspanak>yeşil fasulye>bezelye>kabak>pırasa şeklinde artış göstermiştir. En yüksek artış brokoli, biber, ıspanak ve yeşil fasulyede gözlenmiştir (Türkmen vd., 2005).

Gahler vd. (2003), domates üzerine ısıl işlem uygulamışlardır. Uygulanan işlem sonucunda domatesin antioksidan aktivitesinin, gıda matriksinden likopen gibi fitokimyasalların serbest kalmasıyla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Roy vd., (2009), yaptıkları çalışmada brokoli örneklerine haşlama işlemi uygulamışlardır. Bu işlemin brokoli numunelerinin toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Haşlama işlemi 5-10 dakika süreyle uygulanmıştır. Haşlama işlemi sonucunda taze brokoli örneğine göre haşlanmış brokoli

örneğinin toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış tespit edilmiştir. Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi ısıtılmanın olumlu etkisi olmuştur.

#### 4.5 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi ve Sonrası Renk Değerleri Üzerine Etkisi

Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanan daha sonra kabak tatlısı yapılan kabak dilimlerinin; pişme öncesi CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri Tablo 4.8’de, renk değerlerinden hesaplanan  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ ,  $C$ ,  $CI$  ve Hue Açısı değerleri ise Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi kestane kabak dilimlerinin CIE renk değerleri üzerine etkisi (ortalama $\pm$ standart sapma) (n=6)

| İşlem                                | Süre (min) | $L^*$                          | $a^*$                        | $b^*$                         |
|--------------------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | 30         | 46,22 $\pm$ 2,26 <sup>A</sup>  | 9,28 $\pm$ 3,32 <sup>A</sup> | 33,39 $\pm$ 2,61 <sup>A</sup> |
|                                      | 60         | 45,81 $\pm$ 3,79 <sup>AB</sup> | 9,22 $\pm$ 3,71 <sup>A</sup> | 34,09 $\pm$ 4,29 <sup>A</sup> |
|                                      | 90         | 45,59 $\pm$ 1,75 <sup>AB</sup> | 8,78 $\pm$ 4,14 <sup>A</sup> | 32,65 $\pm$ 2,49 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | 44,19 $\pm$ 1,70 <sup>AB</sup> | 8,31 $\pm$ 3,22 <sup>A</sup> | 32,29 $\pm$ 4,47 <sup>A</sup> |
|                                      | 60         | 43,28 $\pm$ 2,29 <sup>B</sup>  | 7,38 $\pm$ 4,28 <sup>A</sup> | 30,73 $\pm$ 4,85 <sup>A</sup> |
|                                      | 90         | 43,97 $\pm$ 1,51 <sup>AB</sup> | 8,29 $\pm$ 3,35 <sup>A</sup> | 31,85 $\pm$ 3,22 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

İşlem uygulanmamış (çiğ) örneklerin (n=6)  $L^*$  değeri 49,28 $\pm$ 2,92 olarak belirlenmiştir. Tablo 4.8’e göre işlem uygulanmış örneklerin aydınlık değerlerinin işlem uygulanmamış örneklere göre düşük olduğu gözlenmektedir. Örneklere uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri arasında aydınlık değeri ( $L^*$ ) bakımından istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir (p<0,05) fakat bu farklılığın pratikte önemli olmadığı düşünülmektedir. Uygulanan işlemlerin süreleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

İşlem uygulanmamış örneklerin  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ise sırasıyla 11,42 $\pm$ 2,74 ve 35,61 $\pm$ 5,03’tür. Tablo 4.8’e kıyasla yine bu değerlerde de  $L^*$  değerinde olduğu gibi bir düşüş söz konusu olmuştur. Fakat uygulanan işlemler ve süreler arasında  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini incelediğimizde istatistiksel açıdan bir farklılık olmadığı gözlenmektedir (p>0,05).

**Tablo 4.9.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme öncesi kestane kabak dilimlerinin  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ , C, CI ve hue açısı renk değerleri üzerine etkisi (ortalama $\pm$ standart sapma) (n=6)

| İşlem                              | Süre (min) | $\Delta E^*$                 | $\Delta C$                   | C                            | CI                           | Hue Açısı                    |
|------------------------------------|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma | 30         | 5,68 $\pm$ 2,89 <sup>A</sup> | 4,88 $\pm$ 2,41 <sup>A</sup> | 4,88 $\pm$ 2,41 <sup>A</sup> | 0,27 $\pm$ 0,08 <sup>A</sup> | 1,31 $\pm$ 0,07 <sup>A</sup> |
|                                    | 60         | 5,08 $\pm$ 4,50 <sup>A</sup> | 3,65 $\pm$ 3,11 <sup>A</sup> | 3,65 $\pm$ 3,11 <sup>A</sup> | 0,26 $\pm$ 0,08 <sup>A</sup> | 1,31 $\pm$ 0,07 <sup>A</sup> |
|                                    | 90         | 6,45 $\pm$ 4,14 <sup>A</sup> | 5,47 $\pm$ 3,67 <sup>A</sup> | 5,47 $\pm$ 3,67 <sup>A</sup> | 0,26 $\pm$ 0,11 <sup>A</sup> | 1,32 $\pm$ 0,10 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum       | 30         | 7,71 $\pm$ 5,31 <sup>A</sup> | 5,97 $\pm$ 4,66 <sup>A</sup> | 5,97 $\pm$ 4,66 <sup>A</sup> | 0,25 $\pm$ 0,07 <sup>A</sup> | 1,33 $\pm$ 0,06 <sup>A</sup> |
|                                    | 60         | 9,61 $\pm$ 6,37 <sup>A</sup> | 7,74 $\pm$ 5,59 <sup>A</sup> | 7,74 $\pm$ 5,59 <sup>A</sup> | 0,23 $\pm$ 0,10 <sup>A</sup> | 1,35 $\pm$ 0,10 <sup>A</sup> |
|                                    | 90         | 7,87 $\pm$ 3,86 <sup>A</sup> | 6,03 $\pm$ 3,59 <sup>A</sup> | 6,03 $\pm$ 3,59 <sup>A</sup> | 0,26 $\pm$ 0,08 <sup>A</sup> | 1,32 $\pm$ 0,08 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Daldırma ve vakum emdirim işlemi uygulanmış pişme öncesi örneklerin, toplam renk farkı ( $\Delta E$ ) iki işlem içinde benzer bulunmuş, istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05). Tablo 4.9'a göre, toplam kroma farkı ( $\Delta C$ ) değerleri için pişme öncesi daldırma ve vakum emdirim işlemleri ve uygulanan süreler arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Yine uygulanan işlemler ve sürenin kroma (C) değerleri üzerinde istatistiksel açıdan bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Renk indeksi (CI) ve hue açısı değerlerinde de C değerlerinde olduğu gibi uygulanan işlemler ve süreden kaynaklı bir etki olmamış, istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur (p>0,05).

Mahmud vd. (2015), kalsiyum tuzları (kalsiyum klorür, kalsiyum sülfat ve kalsiyum amonyum nitrat) ile hazırladıkları çözelti içerisinde mango örneklerine, 10 dakika daldırma işlemine uygulamışlardır. Daldırma işleminin mango örneklerinin renk değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Rodrigues vd. (2003), papaya örneklerinde ozmotik dehidrasyon işleminin, renk değerleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Ozmotik dehidrasyon işleminde çözelti olarak; sakkaroz, sitrik asit veya laktik asit ve sodyum laktat veya kalsiyum klorür kombinasyonları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kırmızılık (+a\*), sarılık (+b\*) değerlerinin artış gösterdiğini ve bu durumun kuru madde kazanımı ile bağlantılı olduğunu belirlemişlerdir.

Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanan daha sonra kabak tatlısı yapılan kabak dilimlerinin; pişme sonrası CIE L\*, a\*, b\* değerleri Tablo 4.10'da, renk değerlerinden hesaplanan  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ , C, CI ve hue açısı değerleri ise Tablo 4.11'de verilmiştir.

**Tablo 4.10.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme sonrası kestane kabak dilimlerinin CIE renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6)

| İşlem                              | Süre (min) | L*                       | a*                     | b*                      |
|------------------------------------|------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma | 30         | 34,39±0,44 <sup>C</sup>  | 5,87±1,28 <sup>A</sup> | 19,18±0,91 <sup>A</sup> |
|                                    | 60         | 35,90±1,58 <sup>BC</sup> | 6,40±1,70 <sup>A</sup> | 21,48±2,60 <sup>A</sup> |
|                                    | 90         | 36,33±1,07 <sup>B</sup>  | 6,00±1,24 <sup>A</sup> | 21,74±1,06 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum       | 30         | 37,05±1,73 <sup>B</sup>  | 6,53±1,45 <sup>A</sup> | 20,97±3,64 <sup>A</sup> |
|                                    | 60         | 36,03±1,56 <sup>BC</sup> | 5,77±3,23 <sup>A</sup> | 20,74±2,94 <sup>A</sup> |
|                                    | 90         | 39,32±1,85 <sup>A</sup>  | 7,43±4,74 <sup>A</sup> | 22,34±5,87 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.11.** Farklı sürelerde uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin, pişme sonrası kestane kabak dilimlerinin C, CI ve hue açısı renk değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6)

| İşlem                                | Süre (min) | C*                      | CI                     | Hue Açısı              |
|--------------------------------------|------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | 30         | 20,09±0,86 <sup>A</sup> | 0,31±0,07 <sup>A</sup> | 1,27±0,07 <sup>A</sup> |
|                                      | 60         | 22,43±2,93 <sup>A</sup> | 0,30±0,05 <sup>A</sup> | 1,29±0,05 <sup>A</sup> |
|                                      | 90         | 22,59±0,85 <sup>A</sup> | 0,28±0,07 <sup>A</sup> | 1,30±0,06 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | 21,98±3,84 <sup>A</sup> | 0,31±0,04 <sup>A</sup> | 1,27±0,03 <sup>A</sup> |
|                                      | 60         | 21,65±3,58 <sup>A</sup> | 0,27±0,04 <sup>A</sup> | 1,31±0,12 <sup>A</sup> |
|                                      | 90         | 23,69±6,98 <sup>A</sup> | 0,31±0,13 <sup>A</sup> | 1,27±0,12 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Kabak tatlısı örneklerinin L\* değerleri üzerinde uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri ile süreler arasında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmiştir (p<0,05). Pişme öncesi örneklerde olduğu gibi pişme sonrası örneklerde de bu farklılık pratikte önemsiz olduğu düşünülmektedir. Vakum emdirim ve daldırma işleminin, pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin L\* değerlerine baktığımızda en yüksek değer 90 dakika 100 mbar basınç altında vakum emdirim tekniği uygulanmış örneklerde 39,32±1,85 olarak belirlenmiştir.

Pişme öncesi örneklerde olduğu gibi pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinde de a\* ve b\* değerlerini incelediğimizde istatistiksel açıdan bir farklılık olmadığı gözlenmektedir (p>0,05). Tablo 4.8’de verilen pişme öncesi kabak dilimi örneklerinin L\*, a\* ve b\* değerlerine kıyasla pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin L\*, a\* ve b\* değerleri (Tablo 4.10) arasında farklılık olduğu ve pişme sonrası örneklerin L\*, a\* ve b\* değerlerinde bir azalma meydana geldiği gözlenmektedir.

Beltekin (2019), yaptığı çalışmada, kalsiyum klorürün kabak tatlısının duyuşal ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. 20-40°C sıcaklık, %0,50-2,50 konsantrasyonlarında  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi ve 10-60 dakika süreyle daldırma işlemi uygulanmıştır. İşlemler sonucunda kabak tatlısı renk değerleri incelendiğinde  $L^*$  değerlerinin arttığı gözlenmiştir.

Daldırma ve vakum emdirim işlemi uygulanmış ve daha sonra pişirme işlemi uygulanmış kabak tatlısı örneklerinin kroma (C) değerleri üzerine etkisine baktığımızda yine pişme öncesinde olduğu gibi istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). Renk İndeksi (CI) ve Hue Açısı değerlerinde de C değerlerinde olduğu gibi uygulanan işlemler ve süreden kaynaklı bir etki olmamış, istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Pişme öncesi örneklere (Tablo 4.9) göre pişme sonrası kabak tatlısı yapılan örneklerin C değerlerinde (Tablo 4.11) bir azalma olduğu fakat CI ve Hue Açısı değerlerinin pişme öncesi CI ve hue açısı değerlerine göre yaklaşık olarak aynı kaldığı gözlenmektedir.

#### 4.6 Emdirim İşlemlerinin Duyusal Sertlik Değerleri Üzerine Etkisi

Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak tatlısı üretiminin duyuşal sertlik değerleri üzerine etkisi incelenmiş ve Tablo 4.12’de sunulmuştur.

**Tablo 4.12.** Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak tatlısı üretiminin duyuşal sertlik değerleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=6)

| İşlem                                | Süre (min) | Sertlik (cm)            |
|--------------------------------------|------------|-------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma   | 30         | 3,58±1,11 <sup>C</sup>  |
|                                      | 60         | 4,00±1,38 <sup>C</sup>  |
|                                      | 90         | 4,62±1,45 <sup>C</sup>  |
| 100mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | 6,42±0,86 <sup>B</sup>  |
|                                      | 60         | 7,30±0,72 <sup>AB</sup> |
|                                      | 90         | 8,33±0,61 <sup>A</sup>  |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Tablo 4.12’de yer alan duyuşal sertlik değerleri incelendiğinde uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerin sertlik değeri 8,33±0,61cm olarak belirlenmiş ve bu değeri 60 dakika uygulanan örneklerle benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Sertlik değeri en düşük örnekler daldırma işlemi uygulanan örneklerde belirlenmiş olup, sertlik değerleri 3,58-4,62 cm arasında tespit edilmiştir. Vakum emdirim işlemi uygulanan örnekler söz konusu olduğunda, 30 dakika ve 90 dakika işlem uygulanan örnekler arasında

da istatistiksel açıdan farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Duyusal sertlik bakımından uygulanan işlemler arasında 90 dakika süreyle uygulanan vakum emdirim işlemi duyusal sertlik değeri bakımından en etkili sonucu vermiştir. Sürenin ve işlemlerin sertlik değerleri bakımından önemli olduğu gözlenmektedir.

Kabak tatlısı örneklerine emdirilen kalsiyum oksit ve D3 vitamini lezzet açısından da olumsuz yönde etkilememiştir. Ön denemelerimizde kullandığımız  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi kabak tatlısı örneklerinin lezzetini olumsuz yönde etkilemiş ve acılaşmaya neden olmuştur. Bundan dolayı çözelti içerisine  $\text{CaCl}_2$  yerine  $\text{CaO}$  ilave edilmesi uygun görülmüştür.  $\text{CaO}$  tat ve koku açısından kabak tatlılarını etkilememiştir.

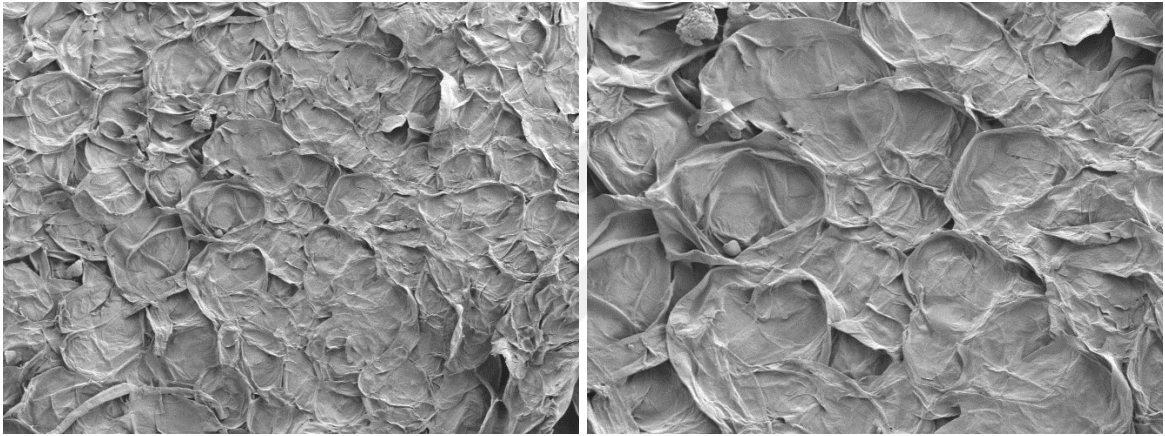
Beltekin (2019), kalsiyum klorürün kabak tatlısının duyusal ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır.  $20-40^\circ\text{C}$  sıcaklık, %0,50-2,50 konsantrasyonlarında  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi ve 10-60 dakika süreyle daldırma işlemi uyguladıkları çalışmada kabak tatlısı örneklerinin duyusal özelliklerinden sertlik, renk, lezzet ve genel kabul edilebilirlik değerlerini araştırmışlardır. İşlem uygulanmamış kabak tatlısı örnekleri kontrol grubu olarak değerlendirilmiş ve sertlik değeri  $1,29\pm0,49$ , renk değeri  $2,86\pm0,38$ , lezzet değeri  $1,86\pm0,69$  ve kabul edilebilirlik bakımından  $2,57\pm0,53$  olarak tespit edilmiştir. Kontrol kabağa kıyasla daldırma işlemi uygulanmış kabak tatlısı örneklerinin sertlik değeri arasında en yüksek değer  $4,00\pm0,58$ 'dir. Bizim çalışmamızda daldırma işlemi uyguladığımız örneklerin duyusal sertlik değerleri Tablo 4.12'de de görüldüğü gibi  $3,58\pm1,11$  ile  $4,62\pm1,45$  arasında olduğu tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada duyusal açıdan renk değerleri en yüksek  $3,43\pm0,79$ , en düşük değer ise  $2,71\pm0,49$  olarak belirlenmiştir. Lezzet bakımından da değerlendirilen kabak tatlısı örnekleri arasında en düşük kalsiyum klorür konsantrasyonu (0,50) ile daldırma işlemi uygulanan örnek en lezzetli, en yüksek kalsiyum klorür konsantrasyonu (%2,50) ile işlem uygulanan örnek ise en lezzetsiz (tatsız) kabak tatlısı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızın ön denemelerinde olduğu gibi bu çalışmada da aynı sonuçla karşılaşmıştır, kalsiyum klorür içeriğindeki klordan dolayı acı bir tat vermektedir. Genel kabul edilebilirlik değerleri de lezzetle paralel olarak değerlendirildiği belirtilmiştir. En yüksek değer  $2,86\pm0,38$ , en düşük değer ise  $1,14\pm0,38$  olduğu tespit edilmiştir. Lezzette oluşan acılığın bu değerlerle ilişkisi olduğu düşünülmektedir.

Anjum ve Ali (2004), yaptıkları çalışmada üç farklı kalsiyum tuzları (kalsiyum klorür (%2,5), kalsiyum sülfat (%5,0), kalsiyum amonyum nitrat (%7,5)) ile hazırladıkları çözelti içerisinde mango örneklerine daldırma işlemi uygulamışlardır. İşlem sonrası kalsiyum tuzlarının konsantrasyonundaki artıştan dolayı olgunlaşmanın geciktiği fakat

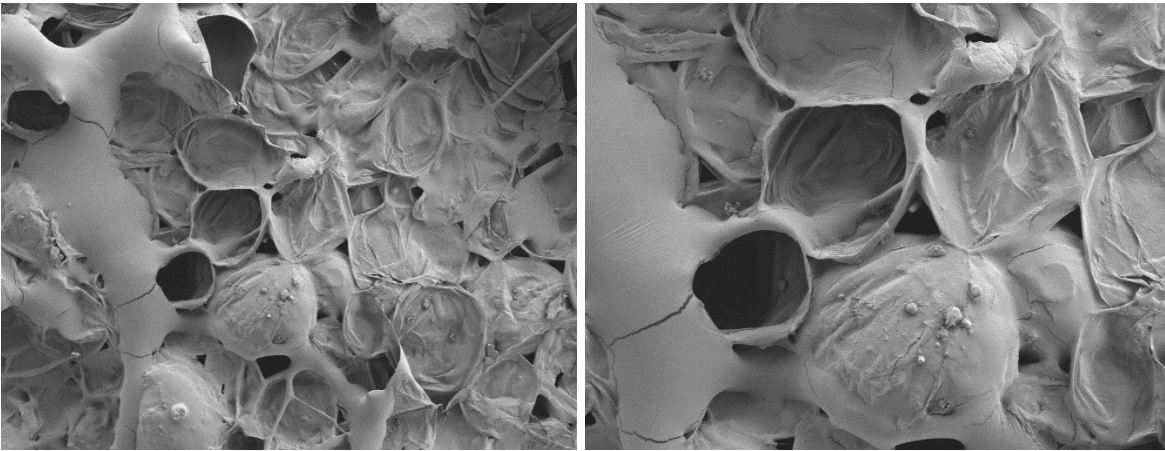
mango meyvelerinin yüzeyinde büzülmeler olduğu gözlenmiştir. Duyusal açıdan da kalsiyum tuzlarının konsantrasyonu arttıkça lezzet azalmış ve acılaşıma meydana gelmiştir.

#### 4.7 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi Kabak Dilimi Örneklerinin Dokusal ve Mikroyapısal Özellikleri Üzerine Etkisi

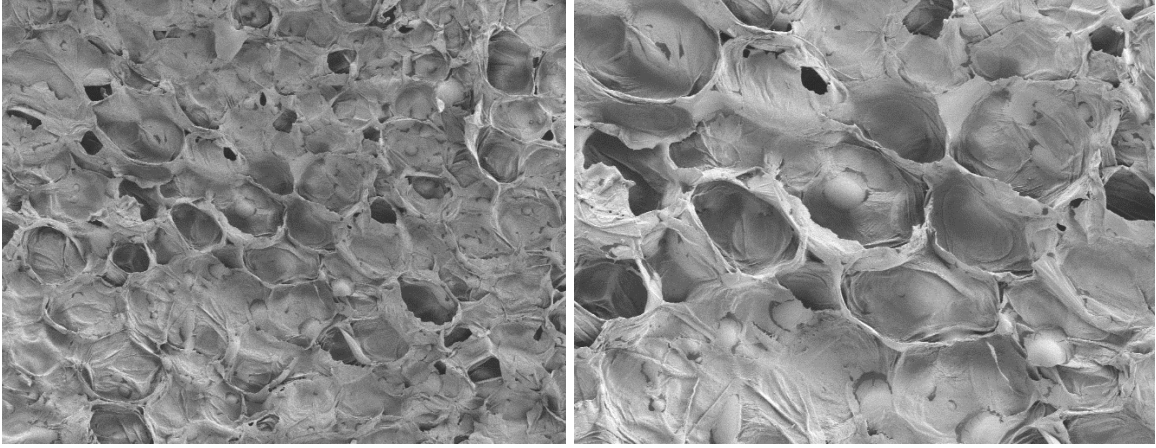
Vakum emdirim ve daldırma yöntemi uygulanan pişme öncesi kabak dilimi örneklerinin dokusal ve mikroyapısal özellikleri Cryo-SEM analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucuna göre işlem uygulanmamış kabak dilimi örneğine ait görüntüler Şekil 4.1’de verilmiştir. 90 dakika daldırma işlemi uygulanmış örnek Şekil 4.2’de, 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneğin dokusuna ait görüntü ise Şekil 4.3’te sunulmuştur.



**Şekil 4.1.** İşlem görmemiş kabak dilimlerinin 250X ve 500X büyütmede SEM analiz görüntüleri



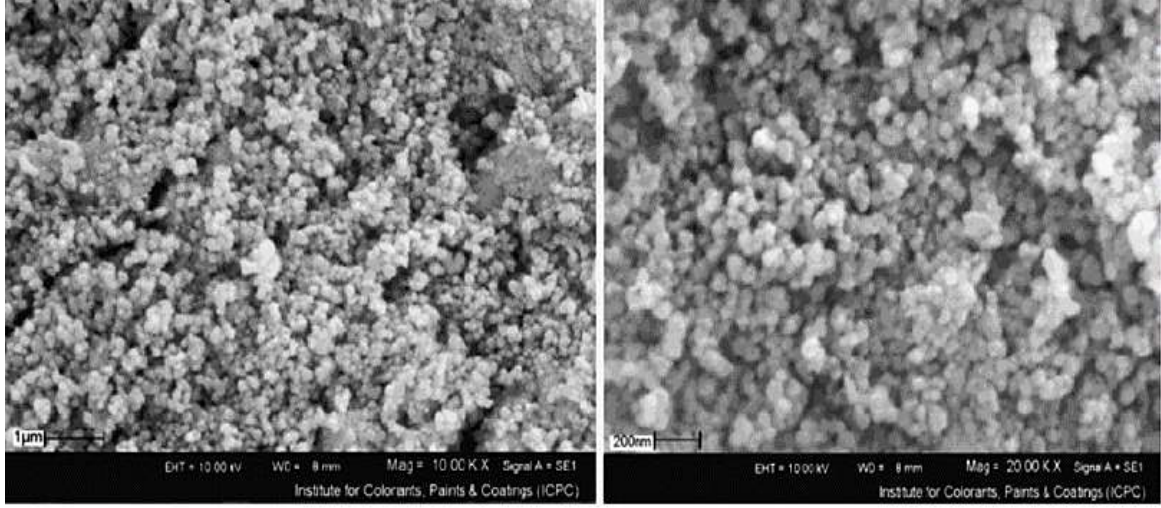
**Şekil 4.2.** 90 dakika daldırma işlemi uygulanmış kabak diliminin 250X ve 500x büyütmede SEM analiz görüntüsü



**Şekil 4.3.**90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak diliminin 250X ve 500x büyütmede SEM analiz görüntüsü

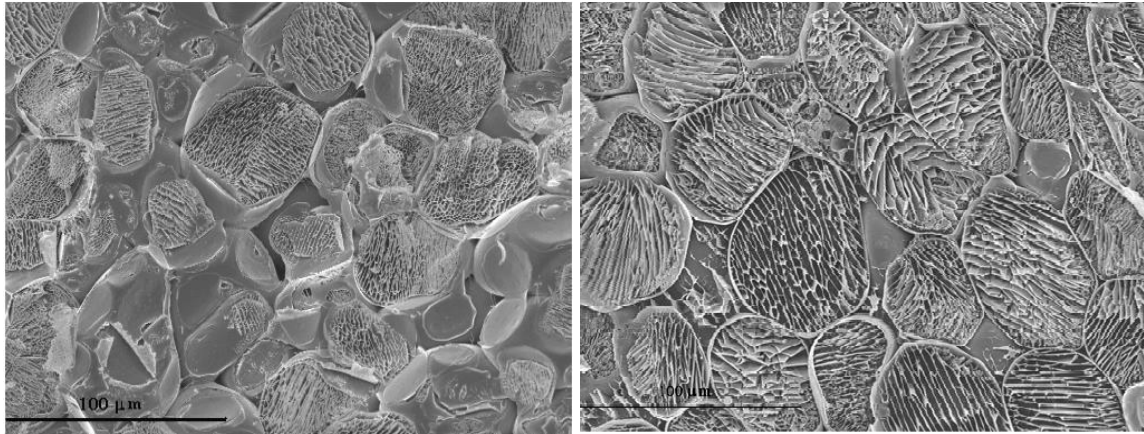
İşlem uygulanmamış örneğin SEM analiz görüntüsüne (Şekil 4.1) bakıldığında dokuda açıklıklar bulunmadığı ve düzenli bir doku yapısına sahip olduğu gözlenmektedir. Buna göre daldırma ve vakum emdirim işlemleri sonucunda dokuda açıklıklar oluşmuş çözeltiden gıdaya katı geçişi, gıdadan da çözeltiliye sıvı geçişi olduğu düşünülmektedir. Vakum emdirim işlemi daldırma işlemine göre daha etkili olmuş ve basınç altında çözeltiden kabak dilimlerine kalsiyum geçişi olduğu gözlenmiştir. Vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimi örneklerinin SEM analiz görüntülerinde (Şekil 4.3) küçük partiküller gözlenmektedir. Bu partiküllerin kalsiyuma ait olduğu düşünülmektedir. Daldırma işleminde kabak dilimlerinin basınca maruz bırakılmamasından dolayı hücre duvarında açıklıklar olmuş, kabaktan çözeltiliye su geçişi gerçekleşmiş, fakat çözeltiden gıdaya kalsiyum geçişi vakum emdirim yönteminde olduğu kadar gerçekleşmemiştir.

Safaei-Ghomi vd. (2013), yaptıkları çalışmada SEM analizi ile kalsiyum oksitin yapısını incelemişler ve bu inceleme sonucunda Şekil 4.4'te de görüldüğü gibi  $\text{CaO}$ 'ın nanopartiküllerden oluştuğunu tespit etmişlerdir.



**Şekil 4.4.** CaO nanopartiküllerinin SEM görüntüleri (Safaei-Ghomi vd., 2013)

Occhino vd. (2011), hazırladıkları çalışmada vakum impregnasyon yöntemi ile sakız kabağına (*Cucurbita pepo* L.)  $\text{CaCl}_2$  emdirmişlerdir. İmpregnasyon çözeltisi olarak, %10 maltodekstrin çözeltisi içinde %0-5 NaCl ve 0-1000 mM  $\text{CaCl}_2$  (3:3:1) kullanılmıştır. Vakum 741.25 mmHg basınçta ve 10 dakika boyunca uygulanmıştır. Vakum sonrası atmosfer basıncında 30 dakika bekletilmiştir. İşlem sonucunda SEM analizi ile örneklerin dokusu incelenmiştir. Şekil 4.4'teki görsellerde, ilk görsel vakum impregnasyon işlemi uygulanmamış, ikinci görselde de işlem uygulanmış kabak dokusu görülmektedir. Buna göre örneklerle su ve çözünen madde geçişi hızlanmıştır. Kalsiyum ile doku korunmuştur.



**Şekil 4.5.** SEM analizine göre sırasıyla vakum impregnasyon öncesi ve sonrası kabak dokusu (Occhino vd., 2011)

Patlıcan, kavak mantarı ve havuç üzerine yapılan bir çalışmada, örnekler, vakum emdirim tekniği kullanılarak kalsiyumla (kalsiyum laktat) zenginleştirilmiş sakkaroz çözeltisi içerisinde muamele yapılmıştır. İşlem 50 mbar basınç altında 10 dakika gerçekleştirilmiş daha sonra örnekler çözelti içerisinde 10 dakika atmosfer basıncına maruz bırakılmıştır. İşlem sonucunda mantar ve patlıcanın gözenekli yapıları sayesinde kalsiyum Emilimi, havuca emdirilen kalsiyum miktarından daha fazla olduğu gözlenmiştir. SEM analizi sonuçlarına göre ise emdirilen kalsiyum ile hücre dokusunun yoğun şekilde paketlenmiş ve sıkılaşma olduğu gözlenmiştir (Gras vd., 2003).

#### 4.8 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi Kabak Dilimi Örneklerinin D3 Vitamini İçerikleri Üzerine Etkisi

Vakum emdirim ve daldırma yöntemi uygulanan pişme öncesi kabak dilimi örneklerinin D3 vitamini içerikleri HPLC yöntemiyle incelenmiştir. İnceleme sonucu emdirilen D3 vitamini miktarları Tablo 4.13 ve 4.14'te sunulmuştur.

**Tablo 4.13.** Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak dilimlerine ilave edilen D3 vitamini içerikleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=3)

| İşlem                                 | Süre (min) | Emdirilen D3 vitamini (µg/g)* |
|---------------------------------------|------------|-------------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma    | 30         | 1283,03±650,60 <sup>C</sup>   |
|                                       | 60         | 1852,11±1074,22 <sup>BC</sup> |
|                                       | 90         | 2711,23±29,09 <sup>BC</sup>   |
| 100 mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | 2342,97±547,47 <sup>BC</sup>  |
|                                       | 60         | 3906,87±1548,47 <sup>AB</sup> |
|                                       | 90         | 6015,84±1165,57 <sup>A</sup>  |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.14.** Vakum emdirim ve daldırma işlemlerinin kabak dilimlerinin, emdirilen D3 vitamini içerikleri üzerine etkisi (ortalama±standart sapma) (n=9)

| Uygulanan İşlem   | Emdirilen D3 vitamini (µg/g)* |
|-------------------|-------------------------------|
| Atmosferik Basınç | 1948,79±853,80 <sup>B</sup>   |
| Vakum Emdirim     | 4088,56±1878,57 <sup>A</sup>  |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

İşlem uygulanmamış (çiğ) kabak dilimlerinin D3 vitamini içeriği 207,88±44,27 µg/g olarak belirlenmiştir. Kabak dilimlerine uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemlerinin ve sürenin emdirilen D3 vitamini değerleri bakımından istatistiksel açıdan farklı olduğu belirlenmiştir (p<0,05). İşlem süreleride istatistiksel açıdan farklı

bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Ortalama değerler (Tablo 4.14) göz önünde bulundurulduğunda vakum emdirim işlemi daldırma işlemine göre daha etkili olmuştur. İşlemler ve süre birlikte değerlendirildiğinde ise belli bir desen oluşmuş ve süre arttıkça düzenli bir artış gözlenmiştir. En yüksek D3 vitamini içeriği 90 dakika boyunca vakum emdirim uygulanmış kabak dilimi örneğinde bulunmuş fakat bu örneklerin D3 vitamini içeriği 60 dakikalık vakum emdirim işlemindeki değer ile benzer bulunmuştur. En düşük değer ise 30 dakika boyunca atmosferik basınç altında daldırma işlemi uygulanmış örnekte gözlenmiş ve bu örnekte 60 dakikalık daldırma işlemi uygulanmış örneğin emdirilen D3 vitamini içeriği ile benzer bulunmuştur.

Park vd. (2005), yaptıkları çalışmada vakum emdirim tekniği kullanılarak elma (Fuji) dilimlerine E vitamini ve mineral impregne etmişlerdir. Vakum emdirim yöntemi 100 mmHg basınç altında 15 dakika boyunca gerçekleştirilmiş daha sonra 30 dakika boyunca atmosferik basınca maruz bırakılmıştır. İşlem uygulanmış elma dilimleri 3 hafta boyunca depolanmıştır. Depolama sonucunda elma dilimlerinin E vitamini içeriği HPLC yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre elma dilimlerinin E vitamini içeriğinin 100 kattan fazla arttığı tespit edilmiştir. Emdirilen kalsiyum ve çinko mineralleri ise yaklaşık 20 kat artmıştır. Çözelti içerisinde bulunan yüksek fruktozlu mısır şurubu ve kalsiyum kazeinat 3 hafta depolama sonunda elma dilimlerinin sıklığını koruduğunu ve renk değişimini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

#### **4.9 Emdirim İşlemlerinin Pişme Öncesi ve Sonrası Kabak Dilimi Örneklerinin Kalsiyum İçerikleri Üzerine Etkisi**

Vakum emdirim ve daldırma yöntemi ile kalsiyum emdirilen, pişme öncesi kabak dilimi örneklerinin emdirilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içerikleri ICP/OES yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sonucuna göre pişme öncesi kabak dilimi örneklerinin mineral içerikleri Tablo 4.15 daldırma ve vakum emdirim işlemine göre ortalama değerler ise Tablo 4.16'da sunulmuştur.

İşlem uygulanmamış kabak dilimi örneklerinin kalsiyum içeriği  $30,35 \pm 6,43$  µg/g, potasyum içeriği  $706,85 \pm 32,45$  µg/g, magnezyum içeriği  $20,43 \pm 9,09$  µg/g, fosfor içeriği  $31,74 \pm 8,25$  µg/g, demir içeriği ise  $1,15 \pm 0,38$  µg/g'dır. Tablo 4.15 incelendiğinde emdirilen kalsiyum içeriklerinde en yüksek değerler 60 ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimi örneklerinde  $64,64$ - $75,55$  µg/g olarak tespit edilmiştir. En düşük emdirilen kalsiyum değeri ise  $17,45 \pm 1,78$  µg/g ile 30 dakika atmosferik basınç altında daldırma işlemi uygulanmış örneklerde ( $n=3$ ) ve bu örnekler 60 dakika daldırma işlemi

uygulanmış örnekler ile istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Buna göre emdirilen kalsiyum değerleri bakımından daldırma ve vakum emdirim tekniği uygulanmış örnekler arasında ve uygulanan işlem süreleri arasında istatistiksel açıdan farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Vakum emdirim işleminin daldırma işlemine göre daha etkili olduğu (Tablo 4.16) ve geleneksel yöntemle göre sürenin azaltılması bakımından endüstriyel olarak kullanılabilir bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Ayrıca 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimi örneklerinin emdirilen kalsiyum içeriği yine 90 dakika daldırma işlemi uygulanmış örneklerle göre ve Tablo 4.16’da verilen ortalama değerlere göre de yaklaşık 2,5 kat daha fazla olduğu gözlenmektedir. Kabak dilimlerinin potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri incelendiğinde istatistiksel olarak benzer bulunduğu gözlenmektedir ( $p>0,05$ ). Uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemleri bu minerallerin üzerinde bir etki göstermemiştir. Tablo 4.16’da görüldüğü gibi işlem uygulanmış kabak dilimlerinin mineral içerikleri arasında emdirilen kalsiyumun dışındaki diğer mineral içerikleri benzerdir.

**Tablo 4.15.** Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme öncesi emdirilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortama±standart sapma) (n=3) (µg/g)

| İşlem                                 | Süre (min) | Emdirilen Kalsiyum*      | Potasyum                  | Magnezyum                | Fosfor                   | Demir                  |
|---------------------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma    | 30         | 17,45±1,78 <sup>D</sup>  | 805,41±48,1 <sup>A</sup>  | 17,01±0,65 <sup>A</sup>  | 30,47±9,45 <sup>A</sup>  | 0,69±0,49 <sup>A</sup> |
|                                       | 60         | 23,53±2,61 <sup>CD</sup> | 741,22±29,08 <sup>A</sup> | 21,24±8,03 <sup>A</sup>  | 29,33±11,01 <sup>A</sup> | 2,89±2,34 <sup>A</sup> |
|                                       | 90         | 30,03±6,19 <sup>C</sup>  | 826,73±11,34 <sup>A</sup> | 18,54±4,12 <sup>A</sup>  | 30,03±2,96 <sup>A</sup>  | 2,25±1,94 <sup>A</sup> |
| 100 mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 30         | 43,72±10,65 <sup>B</sup> | 787,94±91,11 <sup>A</sup> | 25,22±6,60 <sup>A</sup>  | 31,16±14,38 <sup>A</sup> | 0,82±0,04 <sup>A</sup> |
|                                       | 60         | 64,64±9,82 <sup>A</sup>  | 789,33±67,83 <sup>A</sup> | 18,53±5,81 <sup>A</sup>  | 34,27±12,28 <sup>A</sup> | 1,24±0,40 <sup>A</sup> |
|                                       | 90         | 75,55±5,24 <sup>A</sup>  | 750,35±49,3 <sup>A</sup>  | 19,59±12,10 <sup>A</sup> | 31,81±8,07 <sup>A</sup>  | 1,60±1,14 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.16.** Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme öncesi emdirilen kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortama±standart sapma) (n=9) (µg/g)

| İşlem                                 | Emdirilen Kalsiyum       | Potasyum                  | Magnezyum               | Fosfor                   | Demir                  |
|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma    | 23,67±6,46 <sup>B</sup>  | 791,12±48,05 <sup>A</sup> | 18,93±3,69 <sup>A</sup> | 29,94±7,42 <sup>A</sup>  | 1,94±1,82 <sup>A</sup> |
| 100 mbar Basınç Altında Vakum Emdirim | 58,79±16,64 <sup>A</sup> | 775,87±64,81 <sup>A</sup> | 21,11±3,43 <sup>A</sup> | 32,41±10,38 <sup>A</sup> | 1,22±0,69 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

Vakum emdirim ve daldırma yöntemi ile kalsiyum emdirilen, pişme sonrası kabak dilimi örneklerinin toplam kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içerikleri Tablo 4.17’de, daldırma ve vakum emdirim işlemine göre ortalama değerler ise Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Atmosferik basınç altında daldırma işlemi ve 100 mbar basınç altında vakum emdirim tekniği uygulanmış kabak dilimleri pişirildikten sonraki toplam kalsiyum içerikleri incelendiğinde yine pişme öncesinde olduğu gibi vakum emdirim ve daldırma işlemleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur (Tablo 4.18) ( $p<0,05$ ). Tablo 4.17’de görüldüğü gibi toplam kalsiyum içeriği bakımından uygulanan işlemlerin dışında süreler arasında benzerlik olduğu gözlenmektedir. İki işlemde de süreler arttıkça kalsiyum içeriği de artmış fakat istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Pişme öncesi örneklerde olduğu gibi pişme sonrası 60 ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örnekler arasında da istatistiksel açıdan farklılık tespit edilememiş ( $p>0,05$ ) toplam kalsiyum içerikleri benzer bulunmuştur.

Pişme sonrası kabak dilimi örneklerinin potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içerikleri istatistiksel açıdan farklı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Fakat pişirmenin etkisiyle potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içeriklerinde azalma meydana gelmiştir. Kalsiyum içeriklerinin ise aynı kaldığı düşünülmektedir.

Hironaka vd. (2014), yaptıkları çalışmada vakum emdirim yöntemi ile patates yumrularına 0,4 mg/g demir (ferrik pirofosfat) emdirmişlerdir. İşlem 1 kPa basınç altında 0-120 dakika gerçekleştirilmiştir. İşlem sonucunda 1 saat vakum uygulanmış patateslerin demir içeriği işlem uygulanmamış patatese göre 6,4 kat daha yüksek çıkmıştır. Havuç, kereviz ve mango örneklerine 100-500 MPa basınç altında kalsiyum laktat (%6) emdirilmiştir. Örneklerin kalsiyum içerikleri ICP-OES yöntemi ile analiz edilmiştir. 500 MPa basınç altında uygulanan işlem sonucunda kalsiyum içerikleri havuçta  $28,89\pm4,06$ , kerevizde  $40,05\pm2,27$  mg/100g, mango örneğinde ise en yüksek değer olan  $111,02\pm14,03$  mg/100g elde edilmiştir. Ayrıca kalsiyum, havuç ve kereviz örneklerinde partiküller halinde emdirilmişken, mango örneklerinde ise tekdüze olarak dağılmış halde gözlenmiştir.

**Tablo 4.17.** Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme sonrası kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortalama± standart sapma) (n=3) (µg/g)

| İşlem                              | Süre (min) | Toplam Kalsiyum*         | Potasyum                  | Magnezyum                | Fosfor                  | Demir                   |
|------------------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma | 30         | 46,25±7,27 <sup>D</sup>  | 462,25±21,38 <sup>A</sup> | 16,82±10,39 <sup>A</sup> | 22,85±4,39 <sup>A</sup> | 4,39±0,23 <sup>A</sup>  |
|                                    | 60         | 51,41±5,28 <sup>CD</sup> | 410,52±51,37 <sup>A</sup> | 14,15±5,55 <sup>A</sup>  | 23,37±5,84 <sup>A</sup> | 5,84±0,34 <sup>A</sup>  |
|                                    | 90         | 58,45±3,23 <sup>BC</sup> | 396,67±45,37 <sup>A</sup> | 14,43±5,70 <sup>A</sup>  | 20,77±1,67 <sup>A</sup> | 1,67±0,157 <sup>A</sup> |
| 100mbar Basınç Altında Vakum       | 30         | 67,88±8,83 <sup>AB</sup> | 440,37±42,19 <sup>A</sup> | 14,94±5,73 <sup>A</sup>  | 28,20±7,43 <sup>A</sup> | 7,43±0,34 <sup>A</sup>  |
|                                    | 60         | 75,07±3,60 <sup>A</sup>  | 425,59±53,45 <sup>A</sup> | 16,46±6,65 <sup>A</sup>  | 26,62±8,54 <sup>A</sup> | 8,53±0,24 <sup>A</sup>  |
|                                    | 90         | 76,13±2,30 <sup>A</sup>  | 412,23±24,76 <sup>A</sup> | 14,48±6,40 <sup>A</sup>  | 23,66±4,78 <sup>A</sup> | 4,78±0,40 <sup>A</sup>  |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

**Tablo 4.18.** Vakum emdirim ve daldırma işlemi uygulanmış kabak dilimlerinin pişme sonrası kalsiyum, potasyum, magnezyum, fosfor, demir içerikleri (ortalama± standart sapma) (n=9) (µg/g)

| İşlem                              | Toplam Kalsiyum*        | Potasyum                  | Magnezyum               | Fosfor                  | Demir                  |
|------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Atmosferik Basınç Altında Daldırma | 52,04±7,14 <sup>B</sup> | 423,14±46,74 <sup>A</sup> | 15,13±6,67 <sup>A</sup> | 22,33±3,93 <sup>A</sup> | 0,24±0,14 <sup>A</sup> |
| 100 mbar basınç altında vakum      | 73,03±6,26 <sup>A</sup> | 426,06±38,23 <sup>A</sup> | 15,29±5,51 <sup>A</sup> | 26,16±6,46 <sup>A</sup> | 0,33±0,18 <sup>A</sup> |

\*Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada kestane kabağı örneklerine üç farklı sürede (30, 60 ve 90 dakika) daldırma (atmosferik) ve vakum emdirim (100 mbar) işlemleri uygulanmıştır. Emdirim çözeltisi olarak distile su, kalsiyum oksit ve D3 vitamini kullanılmıştır. İşlemler sonrasında kabak dilimi örneklerinin her biri 85 dakika boyunca pişirilmiştir. Geleneksel yöntemle tatlı üretimi 48 saat kadar sürmektedir. Endüstriyel üretime daha uygun olabilecek bir yöntem olan vakum emdirim yöntemi ile bu sürenin indirilmesi hedeflenmiştir. Vakum emdirim çözeltisinde yer alan CaO, geleneksel yöntemde de olduğu gibi, temelde kabak dilimlerini tekstürel açıdan sertleştirmek, D3 vitamini ise insan vücudunda kalsiyum emilimi ve depolanmasını arttırmak amacıyla kullanılmıştır. Bu sayede kabak tatlısı sağlık açısından daha faydalı hale getirilmiştir.

Araştırmada pişme öncesi ve sonrası örneklerin kurumadde, °briks, kül, pH, su aktivitesi ölçümleri ve tekstür analizleri, toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite ile renk değerleri analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin duyu sertlik değerleri belirlenmiştir. İşlem uygulanmamış (çiğ kabak), 90 dakika daldırma ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış olmak üzere üç farklı kabak dilimi örneklerinin Cryo-SEM analizi görüntüleri incelenmiştir. Son olarak, pişme öncesi örneklerde D3 vitamini analizi, pişme öncesi ve sonrası kabak örneklerinde ise kalsiyum analizi yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Emdirim işlemleri uygulanmış kabak dilimi örneklerinin kuru madde ve °briks değerleri incelenmiş, işlemler ve süreler arasında istatistiksel açıdan farklılık olmadığı gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Pişmiş örneklerin kurumadde ve °briks değerleri tatlı yapımından dolayı düşmüştür. Pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). İşlemler sonrası kabak dilimi örneklerinin pişme öncesi ve sonrası da olmak üzere kül içerikleri istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Daldırma ve vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerin pH değerleri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuş ( $p>0,05$ ) fakat pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında farklılık tespit edilmiştir. Pişirme işlemi ile kabak tatlısı örneklerinin pH değeri düşmüştür ( $p<0,05$ ). Su aktivitesi değerlerinde de pH değerlerinde olduğu gibi işlemler ve süreler arasında farklılık tespit edilmemiş ( $p>0,05$ ) ve pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin su aktivitesi değerleri azalmıştır. Buna göre pişme öncesi ve sonrası örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Üç farklı süre ile uygulanan vakum emdirim ve daldırma işlemleri sonucunda tatlı yapılan kabak dilimleri arasında sertlik ve uygulanan enerji bakımından istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En sert örnekler 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanan örnekler olmuştur. 30 ve 60 dakika vakum emdirim tekniği uygulanan örnekler sertlik değeri bakımından istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). En yumuşak örnekler ise 30 ve 60 dakika daldırma işlemi uygulanan örnekler olmuştur.

Kestane kabak dilimlerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri üzerine, uygulanan işlemlerin ve sürenin etkisinin önemli olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Fakat pişirme işlemi ile toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış meydana gelmiş; toplam flavonoid içeriği ise azalmıştır. Buna göre pişme öncesi ve sonrası değerler istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Örneklere uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri (pişme öncesi) arasında aydınlık değeri ( $L^*$ ) bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmuş ( $p<0,05$ ) fakat uygulanan işlemlerin süreleri istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Kabak tatlısı örneklerinin (pişme sonrası)  $L^*$  değerleri üzerinde uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri ile süreler arasında istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Vakum emdirim ve daldırma işleminin, pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin  $L^*$  değerleri en yüksek 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerde gözlenmiştir. Pişme öncesi ve sonrası kırmızılık ve sarılık değerleri arasında uygulanan işlemler ve süreler bakımından istatistiksel açıdan bir farklılık tespit edilmemiş fakat pişme sonrası  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Daldırma ve vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak örneklerinin pişme öncesi  $\Delta E$ ,  $\Delta C$ ,  $C$ ,  $CI$  ve hue açısı; pişme sonrası tatlılarda ise  $C$ ,  $CI$  ve hue açısı değerleri istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Duyusal sertlik değerleri incelendiğinde uygulanan daldırma ve vakum emdirim işlemleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerin sertlik değeri ile 60 dakika vakum emdirim işlemi uygulanan örnek benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Sertlik değeri en düşük örnekler daldırma işlemi uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Vakum emdirim işlemi uygulanan örnekler söz konusu olduğunda, 30 dakika ve 90 dakika işlem uygulanan örnekler arasında da istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Duyusal sertlik bakımından uygulanan işlemler arasında 90 dakika süreyle uygulanan vakum emdirim işlemi duyusal sertlik değeri bakımından en etkili sonucu vermiştir. Sürenin ve işlemlerin sertlik değerleri bakımından önemli olduğu gözlenmektedir.

SEM analizi görüntüleri incelendiğinde, 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneğin görüntüsünde kalsiyum oksit partikülleri gözlenmektedir. İşlem uygulanmamış ve 90 dakika daldırma işlemi uygulanmış örneklerin görüntüsünde ise bu partiküller gözlenmemektedir. İşlem uygulanmamış örnek dokusunda açıklıklar olmamış, ancak daldırma ve vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimlerinde açıklıklar gözlenmekte ve çözeltiden gıdaya kütle geçişinin olduğu düşünülmektedir.

Emdirilen D3 vitamini içerikleri incelendiğinde ise uygulanan işlemler ve süreler arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Ortalama olarak emdirilen D3 vitamini bakımından vakum emdirim işlemi daldırma işleminden yaklaşık 2 kat daha etkili olmuştur.

Pişme öncesi emdirilen kalsiyum içeriklerini değerlendirdiğimizde ise uygulanan işlemler ve süreler arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Emdirilen kalsiyum içeriklerinde en yüksek değerler 60 ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış kabak dilimi örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük emdirilen kalsiyum değeri ise 30 dakika daldırma işlemi uygulanmış örneklerde bulunurken, bu örnekler 60 dakika daldırma işlemi uygulanmış örnekler ile istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). İşlemler arası ortalama değerler incelendiğinde emdirilen kalsiyum içeriği vakum emdirim işleminde daldırma işlemine göre yaklaşık 2,5 kat daha fazla olmuştur. Pişme sonrası kabak tatlısı örneklerinin toplam kalsiyum içerikleri incelendiğinde, yine işlemler ve süreler arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Pişme öncesi örneklerde olduğu gibi pişme sonrası 60 ve 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örnekler arasında da istatistiksel açıdan farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ), toplam kalsiyum içerikleri benzer bulunmuştur. Değer olarak en yüksek toplam kalsiyum içeriği 90 dakika vakum emdirim işlemi uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. Pişme öncesi ve sonrası kabak dilimi örneklerinin potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içerikleri ise istatistiksel açıdan farklı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Fakat pişirmenin yani sıcaklığın etkisiyle potasyum, magnezyum, fosfor ve demir içeriklerinde azalma meydana gelmiştir. Kalsiyum içeriklerinin ise aynı kaldığı düşünülmektedir.

Sonuçlar, daldırma yöntemiyle kıyaslandığında vakum emdirim tekniğinin kullanılmasıyla kabak dilimlerine kütle geçişinin daha etkin ve hızlı olduğunu ve işlemin daha kısa sürede gerçekleşebildiğini göstermiştir. Kullanılan emdirim çözeltisi ile Hatay usulü olarak bilinen sert bir kabak tatlısı elde edilmiş ve emdirilen D3 vitamini düzeyi, yetişkin bir bireyin günlük ihtiyacına önemli katkı yapabilecek bir seviyede gerçekleşmiştir. Geleneksel olarak yaklaşık 48 saat süren kabak tatlısı üretimi, yapılan bu

Çalışma ile yaklaşık 3 saate (90 dakika vakum emdirim+85 dakika pişirme işlemi) indirilmiştir. Sonuçlar, vakum emdirim tekniğinin kabak tatlısı üretiminde endüstriyel açıdan uygulanabilirliğini ortaya koymuştur. Ancak, kabak tatlısı içerisine emdirilen kalsiyumun günlük alımı karşılamada yeterli ve önemli bir düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Bunun temel nedeni, emdirim çözeltisi içerisine ilave edilen kalsiyum oksitin sudaki çözünürlüğünün oldukça düşük olmasıdır. Emdirilen kalsiyum düzeyi, tatlılarda sert doku oluşturmuş ve ürüne düşük miktarda da olsa kalsiyum emdirimi sağlanmış ancak tatlıların kalsiyum içeriğini arttırmada sınırlı kalmıştır. Bu konu üzerine ileride yapılacak çalışmalarda, tatlıların kalsiyum içeriğinin sağlık açısından önemli düzeye çıkarılmasına ve elde edilen ürünün raf ömrü ile ilgili detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Acar, J., Gökmen, V., 2004. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt 1, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 674s.
- Acarkan, T., 2015. D Vitamini. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp, Regülasyon ve Nöralterapi Dergisi*, 9(3), 5-8.
- Altundağ, H., Tüzen, M., 2011. Comparison of dry, wet and microwave digestion methods for the multi element determination in some dried fruit samples by ICP-OES. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 2800-2807.
- Altıner, D., Şahan, Y., 2016. Gıdaların Minerallerle Zenginleştirilmesine Yönelik Uygulamalar, *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, Edirne, 1-66.
- Anino, S.V., Salvatori, D.M., Alzamora, S.M., 2006. Changes in calcium level and mechanical properties of apple tissue due to impregnation with calcium salts. *Food Research International*, 39, 154-164.
- Akbar Anjum, M., Ali, H., 2004. Effect of Various Calcium Salts on Ripening of Mango Fruits. *Journal of Research*, 15(1), 45-52.
- Anonim, 2018. Gıda Ansiklopedisi. [https://ansiklopedi.halisinden.com/Kalsiyum\\_Oksit\\_\(E529\)](https://ansiklopedi.halisinden.com/Kalsiyum_Oksit_(E529)) (Erişim Tarihi:01.07.2020.)
- Aslan, N., 1994. Pektinin fizikokimyasal özellikleri, üretimi ve gıdalarda kullanımı. *Gıda*, 19(3), 187-192.
- Aydın, E., Göçmen, D., 2015. The influences of drying method and metabisulfite treatment on the color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. *LWT – Food Science and Technology*, 60(1), 385-392.
- Ayhan, B., 2013. Toplu Beslenme Sistemlerinde Kullanılan Farklı Dezenfektanların Çiğ Servis Edilen Sebzelerin Mikrobiyal Yüküne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Babaoğlu, D., Türkmen, Ö., 2017. Batı anadolu kaynaklı bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) genotiplerinin bazı meyve özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7(4), 11-16.
- Balkaya, A., Özbakır, M., Karaağaç, O., 2010. Karadeniz bölgesinden toplanan bal kabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi– Journal of Agricultural Sciences*, 16, 17-25.

- Bassett, M.J., 1986. *Breeding Vegetable Crops*, The AVI Publishing Company, Inc., Vegetable Crops Department University of Florida Gainesville, FL, ABD, 584s.
- Bekele, Y., Ramaswamy, H., 2010, Going beyond conventional osmotic dehydration for quality advantage and energy savings. *EJAST*, 1(1), 1-15.
- Beltekin, B., 2019. Effect of Calcium Chloride Application of Some Physical and Sensorial Properties of Pumpkin Dessert, M.Sc. Thesis. Gaziantep University Graduate School of Natural & Applied Sciences, Gaziantep, Turkey.
- Blanda, G., Cerretani, L., Bendini, A., Cardinali, A., Scarpellini, A., Lercker, G., 2008. Effect of vacuum impregnation on the phenolic content of Granny Smith and Stark Delicious frozen apple cvv. *Eur Food Res Technol*, 226, 1229-1237.
- Caffall, K.H., Mohnen, D., 2009. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Science Direct*, 344(14), 1879-1900.
- Calvo, M.S., Whiting, S.J., Barton, C.N., 2004. Vitamin D fortification in the United States and Canada: Current status and data needs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80, 1710-1716.
- Cemeroglu, B.S., 2004. Meyve ve Sebze Suyu İşleme Teknolojisi, Cilt 1, 3. Baskı. Bizim Grup Basımevi, Ankara, 707s.
- Cemeroğlu, B.S., 2013. *Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler, Gıda Analizleri*, 2. Baskı. Bizim Grup Basımevi, Ankara, 480s.
- Chan, S.Y., Chooa, W.S, Younga, D.J, Lohb, X.J., 2017. Pectin as a Rheology Modifier: Origin, Structure, Commercial Production and Rheology. *Carbohydrate Polymers*. 161, 118–139.
- Choi, Y., Lee, S.M., Chun, J., Lee, H.B., Lee, J., 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chemistry*, 99, 381-387.
- Criminna, R., Chavarría-Hernández, N., Inés Rodríguez Hernández, A., Pagliaro, M., 2015. Pectin: a new perspective from the biorefinery standpoint. *Biofuels. Bioproducts and Biorefining*, 9(4), 368–377.
- Degraeve, P., Saurel, R., Coutel, Y., 2003. Vacuum impregnation pretreatment with pectin methyl esterase to improve firmness of pasteurized fruits. *Journal of Food Science*, 68(2), 716-721.
- Derossi, A., Pilli, T.D., Severini, C., 2010. Reduction in the pH of vegetables by vacuum impregnation: A study on pepper. *Journal of Food Engineering*, 99, 9-15.
- Derossi, A., Pilli, T.D., Severini, C., 2013. Application of pulsed vacuum acidification for the pH reduction of mushrooms. *Food Science and Technology*, 54, 585-591.

- FAO, 2002. *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*, Food and Agriculture Organization, [www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.htm](http://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.htm) (23.06.2020).
- FAO, 2018. *Crops Production Statistics*, Food and Agriculture Organization, <http://www.fao.org/faostat/en/> (01.05.2020).
- Faulkner, H., Hussein, A., Foran, M., 2000. A survey of Vitamin A and D contents of fortified fluid milk in ontario, *J Dairy Sci*, 83, 1210-1216.
- Fito, P., 1994. Modelling of vacuum osmotic dehydration of food. *Journal of Food Engineering*, 22(1-4), 313-328.
- Fito, P., Chiralt, A., Barat, J.M., Andres, A., Martinez-Monzo, J., Martinez Navarrete, N., 2001. Vacuum impregnation for development of new dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 49, 297-302.
- Gahler, S., Otto, K., Bohm, V., 2003. Alterations of vitamin C, total phenolics and antioxidant capacity as affected by processing tomatoes to different products. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 7962-7968.
- Gosavi, N.S., Polunas, M., Martin, D., Karwe, M.V., 2020. Effect of food microstructure on calcium infusion under high pressure. *Food Engineering Reviews*, (Baskıda).
- Gras, M.L., Vidal, D., Betoret, N., Chiralt, A., Fito, P., 2003. Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation interactions with cellular matrix. *Journal of Food Engineering*, 56, 279-284.
- Guillemin, A., Degraeve, P., Noël, C., Saurel, R., 2008. Influence of impregnation solution viscosity and osmolarity on solute uptake during vacuum impregnation of apple cubes (var. Granny Smith). *Journal of Food Engineering*, 86, 475-483.
- Guine, R.P.F., Barroca, M.J., 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and greenpepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90, 58-63.
- Güldaş, M., Dağlıoğlu, F., 2008. Kalsiyum Klorürün Meyve ve Sebze İşlemede Kullanılması. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 319-322.
- Heath, K.M., Elovic EP., 2006. Vitamin D deficiency: implications in the rehabilitation setting. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85, 916-923.
- Hironaka, K., Kikuchi, M., Koaze, H., Sato, T., Kojima, M., Yamamoto, K., Yasuda, K., Mori, M., Tsuda, S., 2011. Ascorbic acid enrichment of whole potato tuber by vacuum-impregnation. *Food Chemistry*, 127(3), 1114-1118.
- Hironaka, K., Odab, Y., Koaze, H., 2014. Iron enrichment of whole potato tuber by vacuum impregnation. *LWT-Food Science and Technology*, 59, 504-509.
- Holick, M.F., 2006. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clinic Proceedings*, 81, 353-373

- Holick, M.F., 2007. Vitamin D deficiency medical progress. *The New England Journal of Medicine*, 357, 266-81.
- İlgöy Gözükar, Ö., (2013). Balkabağı Tozunun Fizikokimyasal ve Sorpsiyon Özellikleri Üzerine Kurutma Metotlarının Etkisi ve Balkabağı Tozunun Kek Üretiminde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Jain, S.K., Verma, R.C., Murdia, L.K., Jain, H.K., Sharma, G.P., 2011. Optimization of process parameters for osmotic dehydration of papaya cubes. *Journal of food Science and Technology*, 48(2), 211-217.
- Jan, I., Rab, A., Sajid, M., Iqbal, A., Khan Shinwari, Z., Hamayun, M., 2016. Effect of calcium salt on soft rot, bitter pit and physicochemical properties of stored apples. *Pak. J. Bot.*, 48(4), 1415-1420.
- Jeffrey, C., 2005. New system of *Cucurbitaceae*. *Botaniske Zhurnal*, 90, 332–335.
- Karacaoğlu, C., Gürsoy, O., Yılmaz, Y., 2016. Ultrasonikasyon destekli vakum impregnasyon (emdirme) tekniği ile muamele işleminin kivi dilimlerinin kuruma kinetiği üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 14, 256-266.
- Karacaoğlu, C., 2017. Ultrasonikasyon Destekli Vakum İmpregnasyon Tekniğinin Elma Küplerinin Kuruma Kinetiği ve Antioksidan Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye.
- Karppi, J., Nurmi, T., Olmedilla-Alonso, B., Granado-Lorencio, F., Nyssönen, K., 2008. Simultaneous measurement of retinol,  $\alpha$ -tocopherol and six carotenoids in human plasma by using an isocratic reversed-phase HPLC method. *Journal of Chromatography B*, 867, 226-232.
- Kashyap, D.R., Vohra, P.K., Chopra, S., Tewari, R., 2001. Applications of pectinases in the commercial sector: a review. *Bioresource Technology*, 77 (3), 215-227.
- Kaya, D., 2006. Balkabağı Suyu Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Khandpur, P., Gogate, P.R., 2016. Evaluation of ultrasound-based sterilization approaches in terms of shelflife and quality parameters of fruit and vegetable juices. *Ultrason Sonochem*, 29, 337-353.
- King, K., 1993. Pectin: untapped natural resource. *Food Science and Technology Today*, 3, 147–152.
- Lacey, M.J., Stolfo M.M., Rieger, R.H., 2004. Fortified soymilk's potential to improve Vitamin D intakes of college students. *Nutrition Research*, 24, 147-155.
- Lee, C.H., Cho, J.K., Lee, S.J., Koh, W., Park, W., Kim, C.H., 2002. Enhancing  $\beta$ -carotene content in asian noodles by adding pumpkin powder. *Cereal Chem.*, 79 (4), 593–595.

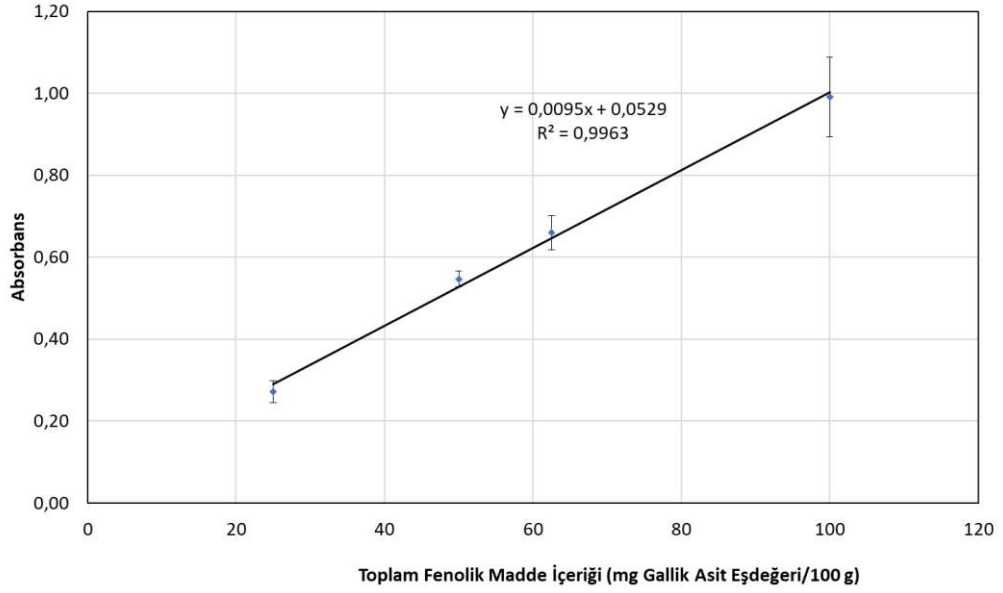
- Lewicki, P.P., Lenart, A., (2006). Osmotic dehydration of fruits and vegetables. *Taylor & Francis Group*, 28, 1-24.
- Mahmud, S., Shibly, A.Z., Hossain, M., Islam, S., Islam, R., 2015. The effects of CaCl<sub>2</sub> and different calcium salt on mango fruits ripening in bangladesh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 4(1), 210-215.
- Maraş, M., Çavuşoğlu, K., Aksöz, E., Kırındı, T., 2004. Pektin, poligalakturonik asit ve liyofilize pektinaz enziminin yapısal analizi. *İTÜ Dergisi/c*, 2(1), 3-10.
- Martõnez-Monzo, J., Barat, J.M., Gonzalez-Martõnez, C., Chiralt, A., Fito, P., 2000. Changes in thermal properties of apple due to vacuum impregnation. *Journal of Food Engineering*, 43, 213-218.
- MEGEP, 2012. 2A Grubu Elementleri. *Kimya Teknolojisi*, T.C: Milli Eğitim Bakanlığı, [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/2%20A%20Grubu%20Elementleri.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/2%20A%20Grubu%20Elementleri.pdf), (02.07.2020).
- Moirea, R., Sereno, A.M., Martinez, E., 2001. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt. *Journal of Food Engineering*, 47(1), 43-49.
- Moore, C., 2004. Vitamin D intake in the United States. *Journal of the American Dietetic Association*, 104, 980-983.
- Murkovic, M., Mulleder, U., Neunteufl, H., 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 633–638.
- Müller-Maatsch, J., Bencivenni, M., Caligiani, A., Tedeschi, T., Bruggeman, G., Bosch, M., Petrusan, J., Droogenbroeck, B.V., Elst, K., Sforza, S., 2016. Pectin content and composition from different food waste streams. *Food Chemistry*, 201, 37-45.
- Nowson, C.A., Margerison, C., 2002. Vitamin D intake and vitamin D status of Australians. *The Medical Journal of Australia*. 177, 149-152.
- Nuñez-Mancilla, Y., Pérez-Won, M., Uribe, E., Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., 2013. Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*). *LWT-Food Science and Technology*, 52(2), 151-156.
- Occhino, E., Hernando, I., Llorca, E., Neri, L., Pittia, P., 2011. Effect of vacuum impregnation treatments to improve quality and texture of zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *Procedia Food Science*, 1, 829-835.
- Öngen, B., Kabaroğlu, C., Parıldar, Z., 2008. D vitamini'nin biyokimyasal ve laboratuvar değeri. *Türk Klinik Biyokimya Dergisi*, 6, 23-31.
- Özler, A., 2009. Malatya Kayısısından (*Prunus armeniaca* L.) Pektinesteraz Enziminin Saflaştırılması ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

- Öztürk, A., Bozbıyık, N.K., Yılmaz, Y., Tunçkal, C., 2020. *Vakum impregnasyon tekniğinin meyve ve sebze ürünlerinde kullanımı*, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Panagiotou, N.M., Karathanos, V.T., Maroulis, Z.B., 1999. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. *Drying Technology*, 17, 175-189.
- Panarese, V., Dejmek, P., Rocculi, P., Galindo, F.G., 2013. Microscopic studies providing insight into the mechanisms of mass transfer in vacuum impregnation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 18, 169-176.
- Park, S., Kodıhallı, I., Zhao, Y., 2005. Nutritional, sensory, and physicochemical properties of vitamin E- and mineral-fortified fresh-cut apples by use of vacuum impregnation. *Journal of Food Science: Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 70(9), 593-599.
- Perez-Cabrera, L., Chafer, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C., 2011. Effectiveness of antibrowning agents applied by vacuum impregnation on minimally processed pear. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2273-2280.
- Rodrigues, A.C.C., Cunha, R.L., Hubinger, M.D., 2003. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. *Journal of Food Engineering*, 59, 129-135.
- Raoult-Wack, A.L., Rios, G., Saurel, R., Giroux, F., Guilbert, S., 1994. Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration). *Food Research International*, 27, 207-209.
- Roy, M.K., Juneja, L.R., Isobe, S. and Tsushida, T., 2009, Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems, *Food Chemistry*, 114, 263-269.
- Safaei-Ghomi, J., Ghasemzadeh, M.A., Mehrabi, M., 2013. Calcium oxide nanoparticles catalyzed one-step multicomponent synthesis of highly substituted pyridines in aqueous ethanol media. *Scientia Iranica C*, 20(3), 549-554.
- Sağlık Bakanlığı, 2016. Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER), Alban Tanıtım, Ankara, 1031.
- See, E.F., Wan Nadiah, W.A., Noor Aziah, A. A., 2007. Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. *Asean Food Journal*, 14 (2), 123-130.
- Seggiani, M., Puccini, M., Pierini, M., Giovando, S., Fomeris, C., (2009). Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 574-580.
- Seoa, J.S., Burrib, B.J., Quan, Z., Neidlinger, T.R., 2005. Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. *Journal of Chromatography A*, 1073, 371–375.

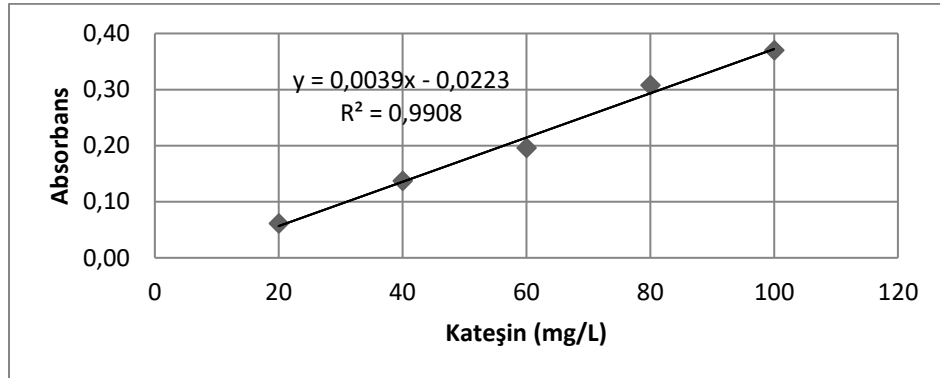
- Silva, K.S., Fernandes, M.A., Mauro, M.A., 2014. Effect of calcium on the osmotic dehydration kinetics and quality of pineapple. *Journal of Food Engineering*, 134, 37-44.
- Sticklen, M.B., 2008. Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol. *Nature Reviews Genetics*, 9(6), 433-443.
- Şensoy, S., Büyükalaca, S., Abak, K., 2007. Evaluation of genetic diversity in Turkish melons (*Cucumis melo* L.) based on phenotypic characters and RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 1351-1365.
- Tarakçı, Z., Dervişoğlu, M., 2006. Vitamin D, Beslenmede Önemi ve Gıdalarda Zenginleştirilmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 721-724.
- Tayfur, M., 1991. Kalsiyum. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 20, 251-255.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Zevallos, L.C., Byrne, D.H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669-675.
- Toor, R.K., Savage, G.P., 2006. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomato. *Food Chemistry*, 94, 90-97.
- Turgut, G., 2015. Çerezlik Kabak Genotiplerinin Erzurum Şartlarında Adaptasyonu, Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- TÜİK, 2017. *Bitkisel Üretim İstatistikleri*, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.turkiye.gov.tr/turkiye-istatistik-kurumu-baskanligi-tuik> (29.04.2020).
- TÜİK, 2018. *Bitkisel Üretim İstatistikleri*, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.turkiye.gov.tr/turkiye-istatistik-kurumu-baskanligi-tuik> (29.04.2020).
- TÜİK, 2019. *Bitkisel Üretim İstatistikleri*, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.turkiye.gov.tr/turkiye-istatistik-kurumu-baskanligi-tuik> (01.05.2020).
- Türkmen, N., Sari, F., Velioğlu, Y. S., 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713-718.
- Tylewicz, U., Romani, S., Widell, S., Galindo, F.G., 2011. Induction of vesicle formation by exposing apple tissue to vacuum impregnation. *Food Bioprocess Technol*, 6, 1099-1104.
- Uysal, Ş., 2019. Vakumlu Emdirim İşleminin Armudun Kalite Özellikleri ve Kuruma Davranışı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Wayne, T.F., 2011. Vitamin D. Popular Cardiovascular Supplement But Benefit Must Be Evaluated. *International Journal of Angiology*, 20, 63-71.

- Whitaker, J. R., 1984. Pectic substances, pectic enzymes and haze formation in fruit juices. *Enzyme and Microbial Technology*, 6(8), 341-349.
- Willants, W.G., Mc Cartney, L., Mackie, W., Knox, J.P., 2001. Pectin: cell biology and structural prospects for functional analysis, *Plant Molecular Biology*, 47, 9-27.
- Xanthopoulou, M.N., Nomikos, T., Fragopoulou, E., Antonopoulou, S., 2009. Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International*, 42, 641–646.
- Xie, J., Zhao, Y., 2004. Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 434-451.
- Yapo, B.M., 2011. Pectic substances: From simple pectic polysaccharides to complex pectins-A new hypothetical model. *Carbohydrate Polymers*, 86(2), 373-385.
- Yılmaz, F.M., Ersus Bilek, S., 2017. Vakumlu emdirim (impregnasyon) teknolojisinin fonksiyonel meyve ve sebze ürünlerinin geliştirilmesinde kullanımı. *Akademik Gıda*, 15(2), 163-171.
- Yılmaz, M.T., Muslu, A., Dertli, E., Toker Ö.S., 2016. Şeker pancarı posasından elde edilen pektinin modifiye edilerek karakterize edilmesi, moleküler ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Tekirdag Agricultural Faculty)*, 13(02), 10-20.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The Determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.

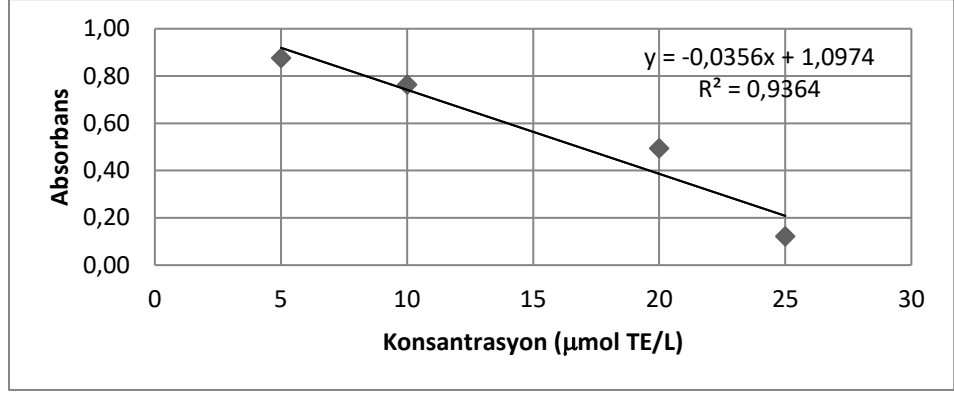
## EKLER



**Ek 1-Şekil 1.1.** İşlem görmüş kabakların toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan gallik asit kalibrasyon eğrisi



**Ek 1-Şekil 1.2.** Toplam flavonoid tayini için kateşin kalibrasyon eğrisi



**Ek 1-Şekil 1.3.** Antioksidan tayini için hazırlanan Trolox® kalibrasyon eğrisi

## EK-2

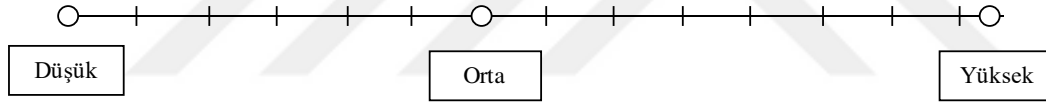
Panelist Numarası:

### KABAK TATLISI DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

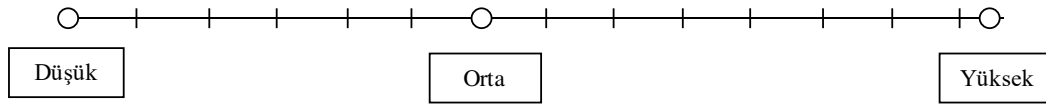
Sayın Panelist,

Size, toplamda **6 (altı) adet Kabak Tatlısı örneği** sunulacaktır. Örneklerin tadına bakmadan önce ağızınıza bir miktar su içiniz. Örneklerin tadına baktıktan sonra, sertlik puanınızı aşağıdaki skalada uygun gördüğünüz yere **ÇENTİK ( / )** atarak belirtiniz. Örnekler arasında bir miktar su içiniz. Dilerseniz örnekleri tekrar test edebilirsiniz. Katılımınız için teşekkür ederiz.

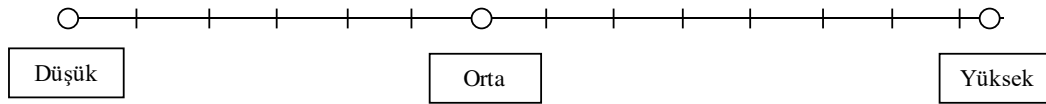
ÖRNEK NUMARASI: .....



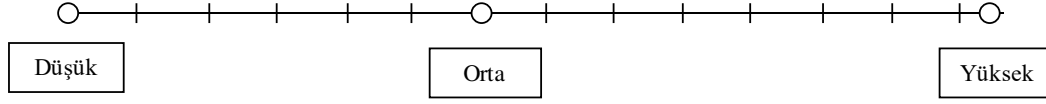
ÖRNEK NUMARASI: .....



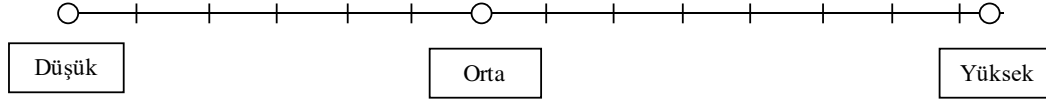
ÖRNEK NUMARASI: .....



**ÖRNEK NUMARASI: .....**



**ÖRNEK NUMARASI: .....**



**ÖRNEK NUMARASI: .....**

