**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÖNMEMİŞ KİREÇ UYGULAMASINDAKİ BAZI PARAMETRELERİN KABAK TATLISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**MAYIS 2021**

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÖNMEMİŞ KİREÇ UYGULAMASINDAKİ BAZI PARAMATRELERİN KABAK TATLISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN**
**(19278347019)**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Rasim Alper ORAL**

**MAYIS 2021**

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 19278347019 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "SÖNMEMİŞ KİREÇ UYGULAMASINDAKİ BAZI PARAMETRELERİN KABAK TATLISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

| | | |
|---|---|---|
| **Tez Danışmanı :** | **Doç. Dr. Rasim Alper ORAL**<br>Bursa Teknik Üniversitesi | ..... |
| **Jüri Üyeleri :** | **Prof. Dr. Hacı Ali GÜLEÇ**<br>Trakya Üniversitesi | ..... |
| **Jüri Üyeleri :** | **Doç. Dr. Gökçen İZLİ**<br>Bursa Teknik Üniversitesi | ..... |

**Teslim Tarihi : 23 Haziran 2021**
**Savunma Tarihi : 10 Mayıs 2021**

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN

İmzası:

***Emre TAŞKIN'a,***

## ÖNSÖZ

Ders sürecimde ve tez çalışmamda bana her türlü kolaylığı sağlayan manevi desteğini her zaman hissettiğim kıymetli danışmanım Sayın Doç. Dr. Rasim Alper ORAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sağladıkları imkânlar için Bursa Teknik Üniversitesi ve Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü akademik, idari ve teknik personellerine,

Deneysel çalışmalarım ve tez yazımı boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Araştırma Görevlisi Hüseyin DEMİRCAN'a,

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Cansu BABUR ve ailesine,

Yüksek lisans eğitimim süresince ve her durumda yanımda olan, bana güç veren sevgili arkadaşım Özlem KÜÇÜKOĞLU'na,

Eğitim hayatımın her anında bana birçok katkısı olan ve engin bilgilerini benimle paylaşmaktan çekinmeyen canım ablam Selver KOÇ'a,

Lisansüstü eğitimim boyunca beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, en zor zamanlarımda yanımda olan ve eğitimim için benimle birlikte gecesini gündüzüne katan yoldaşım, hayat arkadaşım Emre TAŞKIN'a,

Sonsuz teşekkürlerimle.

Mayıs 2021

Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN
(Mühendis)

**İÇİNDEKİLER**

**Sayfa**

**ÖNSÖZ** ..... **viii**
**İÇİNDEKİLER** ..... **ix**
**KISALTMALAR** ..... **xi**
**SEMBOLLER** ..... **xii**
**ÇİZELGE LİSTESİ** ..... **xiii**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **xiv**
**ÖZET** ..... **xv**
**SUMMARY** ..... **xvii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
1.1 Kabağın Genel Özellikleri ..... 2
1.2 Kalsiyum ..... 4
1.2.1 Kalsiyum oksit ..... 5
1.2.2 Kalsiyum oksitin gıdalarda kullanımı ..... 5
1.3 Bitkisel Hücrelerin Yapısı ..... 6
1.3.1 Polisakkaritler ..... 6
1.3.1.1 Pektik bileşikler ..... 7
1.4 Sönmemiş Kireç Uygulaması ..... 14
1.5 Çalışmanın Amacı ..... 17
**2. MATERYAL VE YÖNTEM** ..... **18**
2.1 Kabak Tatlısı Üretimi ..... 18
2.2 Renk Analizi ..... 22
2.3 Sönmemiş Kireç Çözeltisi Sertliği Analizi ..... 22
2.4 Tekstür Analizi ..... 23
2.5 İstatistiksel Analiz ..... 24
**3. BULGULAR VE TARTIŞMA** ..... **25**
3.1 Bal Kabağı Örneklerinde Renk Analizi Üzerine Bulgular ..... 25
3.1.1 *L** değeri ..... 25
3.1.2 *a** değeri ..... 26
*3.1.3 b** değeri ..... 28
3.2 Kalsiyum Oksit (CaO) Çözelti Sertliği ..... 30
3.2.1 Bekletme süresinin çözelti sertliğine etkisi ..... 30
3.2.2 Kalınlık parametresinin çözelti sertliğine etkisi ..... 31
3.2.3 Karıştırma ön işleminin çözelti sertliğine etkisi ..... 31
3.3 Bal kabağı örneklerinde tekstürel analizler ..... 31
3.3.1 Pişirme işleminin tekstürel özellikler üzerine etkisi ..... 39
3.3.2 Bekletme süresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi ..... 39
3.3.3 Kalınlık parametresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi ..... 40
3.3.4 Karıştırma parametresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi ..... 41
3.4 Bal Kabağı Örneklerinin Mikroskop Görüntüleri Üzerine Bulgular ..... 42
**4. SONUÇ VE ÖNERİLER** ..... **45**

**KAYNAKLAR** ..... **48**
**ÖZGEÇMİŞ** ..... **52**

## KISALTMALAR

**BOPP** : Biaxiallyorientedpolypropylene film
**cm** : Santimetre
**CaO** : Kalsiyum oksit
**dk** : Dakika
**EDTA** : Etilendiamin tetraasetik asit
**FAOSTAT** : Food and Agriculture Organization of the United Nations
**g** : Gram
**kg** : Kilogram
**L** : Litre
**m** : Metre
**mg** : Miligram
**mL** : Mililitre
**mM** : Milimolar
**MÖ** : Milattan Önce
**N** : Newton
**pH** : Hidrojenin gücü
**ppm** : Milyonda bir
**psi** : İnç kareye pound cinsinden uygulanan kuvvet
**rpm** : Dakikadaki devir sayısı
**s** : Saniye
**sa** : Saat
**TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu
**yy** : Yüzyıl
**v** : Hacim
**w** : Kütle

**SEMBOLLER**

| | |
|---|---|
| **α-** | **:** Alfa |
| **β-** | **:** Beta |
| **µg** | **:** Mikrogram |
| **µm** | **:** Mikrometre |
| **°F** | **:** Fahrenhayt derece |
| **°C** | **:** Santigrat derece |
| **%** | **:** Yüzde |

## ÇİZELGE LİSTESİ

**Sayfa**

**Çizelge 1.1 :** Türkiye'de kabak üretimi . ..... **2**
**Çizelge 1.2 :** Taze kabağın bileşimi. ..... **4**
**Çizelge 2.1 :** Çalışmada uygulanacak parametreler. .....**18**
**Çizelge 2.2 :** Bal kabağı tatlısı üretimi numune kodları. .....**19**
**Çizelge 2.3 :** TPA terimlerinin tanımı ve ölçümü . .....**24**
**Çizelge 3.1 :** Bal kabağı örneklerinin L* değerleri. .....**26**
**Çizelge 3.2 :** Bal kabağı örneklerinin a* değerleri. .....**27**
**Çizelge 3.3 :** Bal kabağı örneklerinin *b** değerleri. .....**29**
**Çizelge 3.4 :** Bal kabağı örneklerinin çözelti sertliği değerleri. .....**30**
**Çizelge 3.5 :** Bal kabağı örneklerinin sertlik değerleri. .....**32**
**Çizelge 3.6 :** Bal kabağı örneklerinin dış yapışkanlık değerleri. .....**33**
**Çizelge 3.7 :** Bal kabağı örneklerinin esneklik değerleri. .....**34**
**Çizelge 3.8 :** Bal kabağı örneklerinin iç yapışkanlık değerleri. .....**35**
**Çizelge 3.9 :** Bal kabağı örneklerinin elastikiyet değerleri. .....**36**
**Çizelge 3.10 :** Bal kabağı örneklerinin sakızımsılık değerleri. .....**37**
**Çizelge 3.11 :** Bal kabağı örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri. .....**38**

## ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa**

**Şekil 1.1 :** Ülkemizde yetişen bazı bal kabağı türleri. ..... **1**
**Şekil 1.2 :** Kabak üretiminde ilk 10 ülke . ..... **2**
**Şekil 1.3 :** Bitkisel hücrenin yapısı ..... **6**
**Şekil 1.4 :** Esterleşme derecesine göre pektinin yapısı ..... **8**
**Şekil 1.5 :** Pektin zincirlerinin hücre duvarı materyali ve birbiriyle olan bağlantısı . **9**
**Şekil 1.6 :** Pektinin şematik yapısı . ..... **10**
**Şekil 1.7 :** Pektin molekülü için öngörülen model . ..... **11**
**Şekil 1.8 :** Pektin – $Ca^{+2}$ (Kalsiyum pektinat) jelinin oluşumu ..... **13**
**Şekil 1.9 :** Yüksek ($Ca^{+2}$'lu ortam) ve düşük (asitli ortam) sıcaklıkta pektin jeli . .... **14**
**Şekil 2.1 :** Bal kabağı tatlısı üretim aşaması. ..... **18**
**Şekil 2.2 :** Kontrol grubu bal kabağı örneklerinin analiz şeması. ..... **20**
**Şekil 2.3 :** Manyetik karıştırıcıda karıştırılan bal kabağı örnekleri. ..... **20**
**Şekil 2.4 :** 1 cm kalınlığında dilimlenmiş bal kabağı örneklerinin analiz şeması. ..... **21**
**Şekil 2.5 :** CaO çözeltilerinin sertlik analizi şeması. ..... **22**
**Şekil 2.6 :** TA-XT Plus Texture Analyzer cihazında yapılan tekstür analizi ..... **23**
**Şekil 2.7 :** Tekstür profil analiz grafiği ..... **24**
**Şekil 3.1 :** Bal kabağı örneklerinin mikroskop görüntüleri (x8) ..... **43**

# SÖNMEMİŞ KİREÇ UYGULAMASINDAKİ BAZI PARAMETRELERİN KABAK TATLISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

## ÖZET

Kabak tatlısı Türk mutfağında en çok tüketilen ve tercih edilen tatlılardan bir tanesidir. Bu çalışmada sönmemiş kireç uygulamasındaki bazı parametrelerin kabak tatlısı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Geleneksel bal kabağı tatlısı elde etmek için *Cucurbita Maxima* türü bal kabağı kullanılmıştır. Bu türün dış yüzeyi dilimli, pürtüklü veya düz, kirli sarı ya da kırmızımtırak renklidir. Etli kısmı sarı-turuncu renkte olup, genellikle tatlı yapımı için tercih edilmektedir. İki farklı boyutta dilimlenen taze kabaklar pişirilmeden önce %0,118'lik (w/v) doygun kalsiyum oksit (CaO) çözeltisi içinde 0, 3, 6, 12, 24 sa'lik sürelerde, karıştırmalı ve karıştırmasız ön işlemler uygulanarak bekletilmiştir. Bekletme süresi sonrasında dilimlenmiş kabak örneklerinin yarısı %66,6'lık (w/w) sakkaroz çözeltisinde pişirilmek suretiyle; diğer yarısı ise pişirilmeden renk ve tekstür analizleri yapılmak üzere ayrılmıştır.

CaO çözeltisinde bekletilen bal kabağı örnekleri çözeltiden çıkarıldıktan sonra örneklerin bekletildiği çözeltilerin sertlik değerleri, bekletme süresindeki artışa paralel olarak azalmıştır. Kalınlık parametresinin artması çözeltideki sertliği artırırken karıştırma ön işlemi yapılan çözeltilerin sertlik değerleri karıştırma yapılmayanlara kıyasla daha düşük çıkmıştır. Bu duruma, çözelti içerisinde bulunan $Ca^{+2}$ iyonlarının konvektif difüzyonla madde geçişi sağlanarak bal kabağı örneklerine geçmesinin neden olduğu düşülmektedir.

Bal kabağı örneklerinin renk bulguları incelendiğinde pişirme işlemi uygulanan bal kabağı örneklerinde L, a, b değerleri azalma göstermiştir. Bekletme süresindeki artışın özellikle pişme öncesi örneklerde renk değerlerini daha belirgin bir şekilde azalttığı görülmüştür. Karıştırma ön işlemi yapılan örneklerde renk değerleri azalmıştır. Kalınlığın artması pişme öncesi örneklerde L ve a değerlerini azaltırken b değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Bal kabağı örneklerinin tekstürel özellikleri incelendiğinde pişirme işleminin dış yapışkanlık, esneklik ve iç yapışkanlık değerlerini azaltırken; sertlik, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı gözlenmiştir. Bekletme süresinin artması dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerini azaltırken sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırmıştır. Kalınlığın artması sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerlerini azaltırken elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerini artırdığı gözlenmiştir. Karıştırma ön işlemi sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırırken elastikiyet değerini azalttığı dış yapışkanlık değerini ise önemli ölçüde değiştirmediği görülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen bulgular neticesinde pişirme, karıştırma, sönmemiş kireç çözeltisinde bekletme süresi ve kalınlık parametrelerinin bal kabağı örneklerinin renk ve tekstürel özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Kabak tatlısı, sönmemiş kireç, kalsiyum oksit, tekstür, renk, sertlik.

## THE EFFECTS OF SOME PARAMETERS OF QUICKLIME APPLICATION ON PUMPKIN DESSERT


### SUMMARY

Pumpkin dessert is one of the most consumed and favorite dessert in Turkish cuisine. In this study, the effects of some parameters of quicklime application on pumpkin dessert were investigated. The pumpkin (*Cucurbita Maxima*) was used to obtain the traditional pumpkin dessert. The outer surface of this species is sliced, rough or smooth, dirty yellow or reddish in color. The flesh is yellow-orange in color and is generally preferred for dessert making. Fresh pumpkins sliced in two different sizes were kept in 0.118% (w/v) of CaO solution for 0, 3, 6, 12, 24 hours, with and without mixing, before cooking. After holding time, half of the sliced pumpkin samples were cooked in 66.6% sucrose solution and the other half were stored for color and texture analysis without cooking.

After pumpkin samples kept in CaO solution were removed from the solution, the hardness value of solutions in which samples were kept decreased in parallel with the increase in holding time. While the increase in the thickness parameter increased the hardness in the solution, the hardness values of the solutions with pre-mixing were lower than those without mixing. It is thought that this situation is caused by the passage of $Ca^{+2}$ ions in the solution to the pumpkin samples by convective diffusion.

When the color findings of the pumpkin samples were examined, the L, a, and b values of the cooked pumpkin samples showed a decrease. It was observed that the increase in the holding time decreased the color values more significantly, especially in the pre-cooking samples. Color values decreased in samples that were pre-mixed. It was observed that the increase in thickness decreased the L and a values in the pre-cooking samples, but had no significant effect on the b value.

When the textural properties of pumpkin samples are examined; it was observed that cooking process decreased adhesiveness, resilience and cohesiveness values, while it increased hardness, springiness, gumminess and chewiness values. Increasing the holding time decreased adhesiveness, resilience, cohesiveness and springiness values while increasing hardness, gumminess and chewiness values. It was observed that increasing the thickness decreased hardness, adhesiveness, resilience, cohesiveness and gumminess values while increasing springiness and chewiness values. It has been seen that the pre-mixing treatment increased the hardness, resilience, cohesiveness, gumminess and chewiness values while it decreased springiness value and did not significantly change the adhesiveness value.

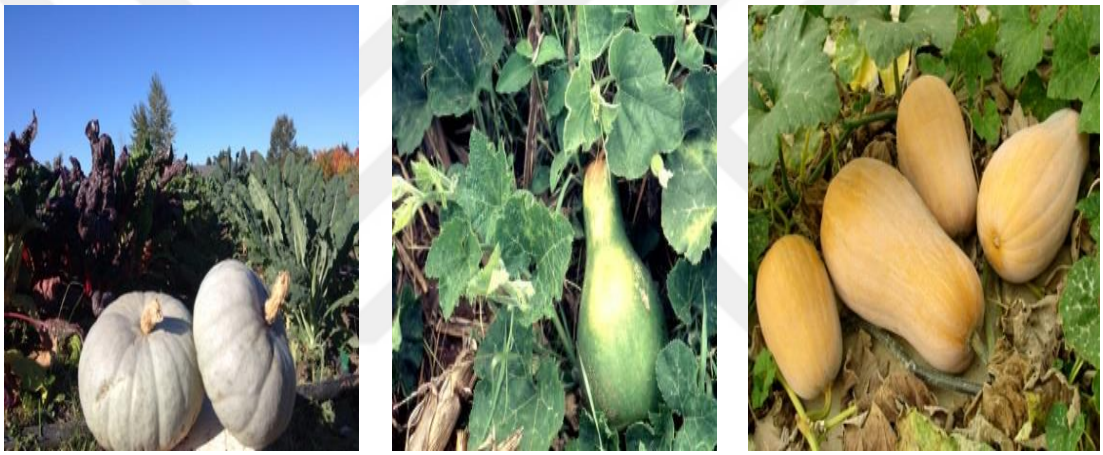
As a result of the findings obtained in this study, it was seen that cooking, mixing, holding time in quicklime solution and thickness parameters significantly affected the color and textural properties of pumpkin samples.



**Keywords:** Pumpkin dessert, quicklime, calcium oxide, texture, color, hardness.

# 1. GİRİŞ

Kabak, sağlıklı ve besleyici içeriği nedeniyle en popüler meyvelerden biridir. İnsan gıdasının zorunlu bir parçası olmakla birlikte hayvan besini olarak da kullanılan sezonsal bir üründür. Tropikal ve subtropikal ülkelerde yetiştirilen oldukça verimli bir üründür (Incedayı ve diğ, 2009). Kabakgiller ailesine ait olan kabağın cins sınıflandırmasında 119 türü ve 825 çeşidi vardır (Jun ve diğ, 2006). Ülkemizde yetişen türlerden bazıları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



***Cucurbita maksima*** ***Cucurbita moschata*** ***Lagenaria siceraria***

**Şekil 1.1 :** Ülkemizde yetişen bazı bal kabağı türleri.

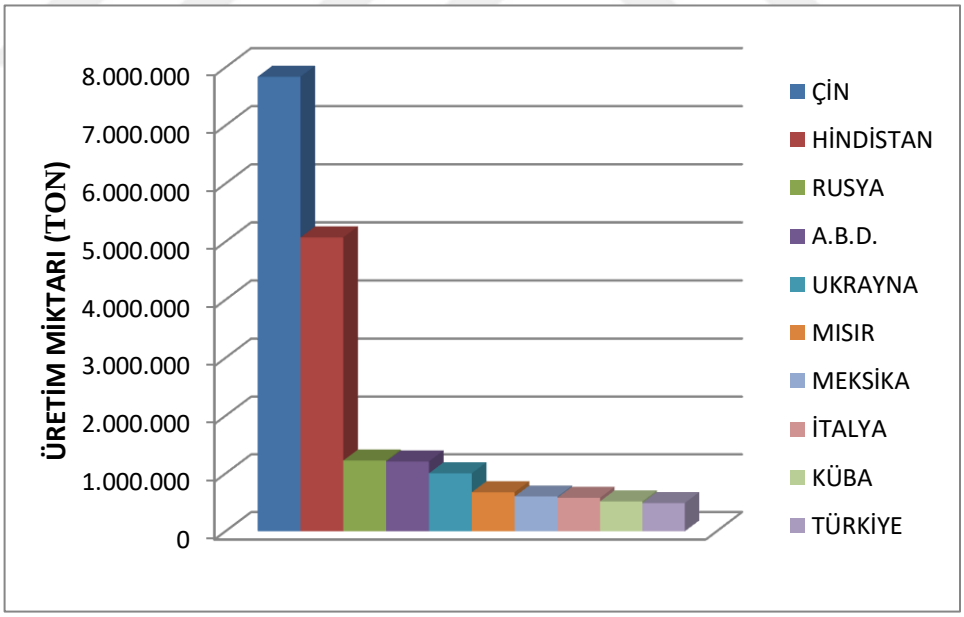
Bal kabağının tarihi üzerine yapılan çalışmalarda bal kabağının ilk olarak Meksika'nın batısında (M.Ö. 3400) daha sonra Amerika'nın güneybatısında (M.Ö. 900) resmi olarak ekildiği görülmektedir. Amerika'ya İspanyol kâşiflerin gelişiyle tür çeşitliliğinin Japonya'ya ve daha sonra da Asya'ya taşındığı düşünülmektedir. Diğer yandan bal kabağının 17.yy'da Avrupa'ya gelişinden önce buna dair hiçbir kanıt bulunmamaktadır. Zengin iklim çeşitliliği hiçbir problem olmadan ülkemizde pek çok sayıda kabak çeşidi ekimini mümkün kılmıştır (Balkaya ve diğ, 2010). Son 10 yılın Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine bakıldığında 2019 yılı Türkiye'deki kabak üretimi 92.319 ton olarak kayıtlara geçmiştir (Çizelge 1.1).

Türkiye'de genellikle tatlı olarak tüketilen kabak, meyve suyu, posa, kuru ürün, kek, turta, ekmek ve çorba ile tatlıda dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca

çeşitli atıştırmalıklarda ve kahvaltılık mısır gevreğinde temel gıda maddesi olarak kullanılan kabağın gelişimi hakkında pek çok araştırma mevcuttur. Ayrıca kabaktan kıvam arttırıcı, tatlandırıcı ve renklendirici gereç olarak da faydalanılmaktadır (Dirim ve Çalışkan, 2012). Çin kabak üretiminde ilk sıradadır. Onu sırasıyla Hindistan, Rusya, Amerika, Ukrayna ve Mısır takip etmektedir (Şekil 1.2).

**Çizelge 1.1 :** Türkiye'de kabak üretimi (TÜİK, 2009-2019).

| Kabak | Ton |
|---|---|
| 2009 | 82,552 |
| 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 |




**Şekil 1.2 :** Kabak üretiminde ilk 10 ülke (FAOSTAT, 2020).

## 1.1 Kabağın Genel Özellikleri

Kabak bir yıllık kültür meyvesidir. Uzun, silindirik, yassı yuvarlak ve armut şeklinde olabilmektedir. Kabuğunun rengi sarı, turuncu-sarı veya turuncu olabilmektedir.

Etinin rengi açık turuncudan koyu turuncuya doğru değişebilmektedir. Ortalama ağırlıkları 5 kg'dan 60 kg'a kadar değişebilmektedir (Vural ve diğ, 2000).

Kabağın kökünün %60-70'i 30 cm derinlikte bulunmaktadır. Çiçeklerin kök uzunlukları 1-1,5 m derinliğe kadar değişebilmektedir. Çiçekler 6,5-7,5 pH aralığındaki toprak pH'sında en iyisi ve en verimlisidirler. İklim koşulları ılıman olmalıdır. Yetişmesi için ideal sıcaklıklar 18-27 °C arasındadır. Gelişimi için yaklaşık olarak 3-4 ay gerekmektedir (Salunkhe ve Kadam, 1998).

Kabak geleneksel olarak hem diyet gıdası hem de hayvan besini olarak kullanılan mevsimsel bir mahsuldür (Incedayı ve diğ, 2009). Kabağın sağlıkla ilgili faydaları araştırmalarla kanıtlanmıştır. Kabak; lif, kalsiyum, potasyum, fitosterol, çoklu doymamış yağ asitleri, karotenoid ve E vitamini gibi antioksidan vitaminler, çinko ve çinko gibi iz elementler bakımından zengindir ve sodyum içeriği bakımından ise düşüktür. Kabakta bulunan karotenoid gibi lipofilik bileşenler kabağa turuncu rengini verir ve kabağın faydalı bir besin olmasını sağlar. Karotenoidler antioksidan ve serbest radikalleri temizleyici olarak rol oynar. Özellikle kanseri önleme açısından da önemli bir role sahiptir. Görme duyusu, gelişim ve embriyonun gelişimi açısından gerekli olan A vitamininin emilimini artırır (Gözükara, 2013).

Karotenoidler vitamin A'nın temel kaynağı olarak bilinir. Vitamin A eksikliği körlüğün ve bebek ölümünün yaygın nedenlerinden biridir ve Güneydoğu Asya'nın bazı bölgelerinde, Afrika'da, Güney ve Orta Amerika'da başlıca bir sağlık problemidir. Havuç, patates, hindiba, kırmızıbiber, ıspanak, marul, mango, kayısı ve kabak yüksek oranda karotenoid içeriğine sahiptir (Drammeh ve diğ, 2002).

Bu meyve ve sebzeler karotenoid açısından oldukça zengindir ve vitamin A eksikliğinden kaynaklı görme bozukluğu gibi rahatsızlıklarda kullanılabilir. Kabak gibi gıdalar bakımından zengin bir beslenme mide, göğüs, akciğer ve kolon kanseri riskini azaltır ve kabak yağı, hipertansiyon ve yüksek kolesterol riskini azaltır (Gözükara, 2013).

β -karoten, az miktarda α-karoten, likopen, lutein, eser miktarda kriptoksantin ve cis-β-karoten kabakta bulunan başlıca karotenoidlerdir (Zhou ve diğ, 2007). Taze kabağın kimyasal bileşimi Çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1.2 :** Taze kabağın bileşimi.

| Bileşenler | Birim | Birim/100 g |
|---|---|---|
| Su | g | 91,6 |
| Protein | g | 1 |
| Toplam yağ | g | 0,1 |
| Kül | g | 0,8 |
| Karbonhidrat | g | 6,5 |
| Lif | g | 0,5 |
| Mineraller | mg | 419,3 |
| Vitaminler | | |
| C vitamini | mg | 9 |
| Tiyamin | mg | 0,05 |
| Riboflavin | mg | 0,11 |
| Niasin | mg | 0,6 |
| Pantotenik asit | mg | 0,298 |
| Vitamin B6 | mg | 0,061 |
| Toplam folat | µg | 16 |
| Vitamin A | IU | 1600 |
| β-Karoten | mcg | 3100 |
| α-Karoten | mcg | 515 |
| Vitamin A | µg | 80 |
| Vitamin E | mg(α-TE) | 1,06 |
| Enerji | kcal | 26 |

## 1.2 Kalsiyum

Kalsiyum insan sağlığı için en önemli minerallerden birisidir. Vücudumuzdaki kalsiyumun %99'u kemiğimizde ve dişimizde bulunurken kalan %1'i kanda olup kanın pıhtılaşmasında, eklemlerin biçimlenmesinde, kalp atışlarının düzenlenmesinde ve sinir sistemi onarımında rol oynar (Altıner ve Şahan, 2016). Besinsel kalsiyum, hastalığın önlenmesi ve sağlığın gelişmesi açısından oldukça etkilidir. (Tayfur, 1991). İnsanlarda toplam kalsiyum alımının %50-73'ü süt ve süt ürünlerinden elde edilmektedir. Toplam kalsiyum alımının %25-27'si tahıl ürünleri ve meyve-sebzeden sağlanmaktadır. Bu günlerde sanayileşmiş toplumlarda gıda prosesinin güçlendirilmesi besinsel bozuklukları ve ilgili sağlık problemlerini ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Bunun en yaygın uygulamalarından birisi mineral zenginleştirilmesidir. Kalsiyum, magnezyum, iyot, çinko, selenyum

zenginleştirilmesinde insan sağlığı için kullanılan başlıca minerallerdendir. İngiltere'de un, 1943'ten bu yana kalsiyumla zenginleştirilmeye başlanmıştır. Kalsiyum karbonat, kalsiyum sitrat, kalsiyum laktat, kalsiyum klorür, kalsiyum fosfat, kalsiyum propiyonat, kalsiyum askorbat, kalsiyum glukonat besin zenginleştirmede kullanılan başlıca kalsiyum tuzlarıdır. Un, meyve suyu, kahvaltılık gevrekler, süt ve süt ürünleri, çikolata, kek işlenen besinlerden bazılarıdır (Altıner ve Şahan, 2016).

### 1.2.1 Kalsiyum oksit

Kalsiyum oksit bir diğer adıyla sönmemiş kireç birçok alanda kullanılan kimyasal bir bileşiktir. Beyaz renkli, kokusuz ve alkali olmasının yanı sıra aşındırıcı bir etkiye sahip olup baziktir. Kireç taşları yüksek ısı ile birleşerek iyonik bağlı kalsiyum oksiti oluşturur. Bu reaksiyonun sonucunda kalsiyum oksit meydana gelir (Denklem 1.1). Su ile tepkimeye girdiğinde oksitlenir ve ısı açığa çıkararak kalsiyum hidroksiti oluşturur (Denklem 1.2) (Kalsiyum oksit, t.y.).

$$CaCO_{3(k)} \rightarrow + \text{ısı} \rightarrow CaO_{(k)} + CO_{2(g)} \quad (1.1)$$

$$CaO_{(k)} + H_2O_{(s)} \rightarrow Ca(OH)_2 + \text{ısı} \quad (1.2)$$

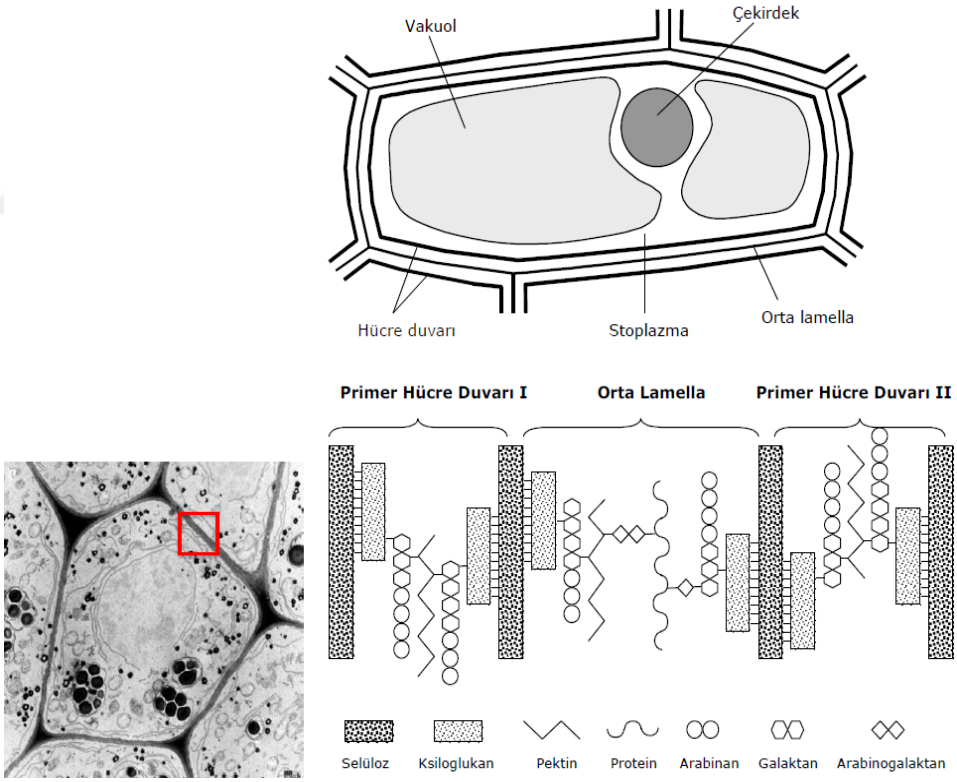
### 1.2.2 Kalsiyum oksitin gıdalarda kullanımı

Kalsiyum oksit ya da Avrupa Birliğinin verdiği adıyla E529, gıda sanayinde asitlik düzenleyici, koruyucu ve un işlem maddesi olarak kullanılan bir katkı maddesidir. Ticari olarak kireçtaşı ya da deniz kabuklarının yüksek sıcaklıklarda ısısal dekompozisyonu ile elde edilen kalsiyum oksit kimya, çelik, inşaat ve madencilik gibi çok farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılan kimyasal bir bileşiktir.

Gıda katkı maddelerinin kullanımını düzenleyen ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından tüketilmesinde sakınca olmayan maddeler listesine dâhil edilen kalsiyum oksitin gıdalarda kullanım miktarı için bir sınırlama yoktur. Gıda sanayinde kalsiyum oksit sofra şekeri üretiminde safsızlıkların giderilmesi; fırın ürünlerinde un işlem maddesi; sosis gibi et ürünlerinde ürünün doldurulacağı kılıfı mikroorganizmalardan arındırmak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek pH değeri (>11) ile güçlü bir oksitleyici olan kalsiyum oksit çeşitli gıda formülasyonlarında asitlik düzenleyici olarak kullanılır (Sağlıklı Beslenme ve Gıda Ansiklopedisi, 2020).

### 1.3 Bitkisel Hücrelerin Yapısı

Meyve ve sebzelerin çoğu yenilebilir kısmı, daha çok parankima hücrelerinden oluşur. Bitkisel hücreler ve genel olarak parankima hücreleri sitoplazma denen organik ve inorganik maddelerin çözeltisinden ibaret, şeffaf, yarı sıvı nitelikte bir yapı ve bunu çevreleyen hücre duvarlarıdır. Bitki organı geliştikçe parankima hücrelerinin duvarları iç basıncın etkisiyle gerginleşir ve hücreler birbiri üzerine sıkı bir şekilde yığılır. Yan yana gelmiş hücreler orta lamella denen ve daha çok protopektinden oluşmuş bir katman tarafından birbirine bağlanmıştır. Hücreler birbirine protopektinle bağlanırken hücreler arasında yer yer interselülar denen boşluklar kalır (Şekil 1.3). Bu boşluk su buharı ve daha çok hücre solunumundan kaynaklanan gazlarla doludur. Etli dokular daha fazla hücreler arası boşluk içerir. Bu boşlukların yaratacağı sakıncaların giderilmesi amacıyla meyve-sebze işlemede bazı önlemler alınmaktadır (Cemeroğlu, 2016).




**Şekil 1.3 :** Bitkisel hücrenin yapısı (Acar ve Gökmen, 2004).

#### 1.3.1 Polisakkaritler

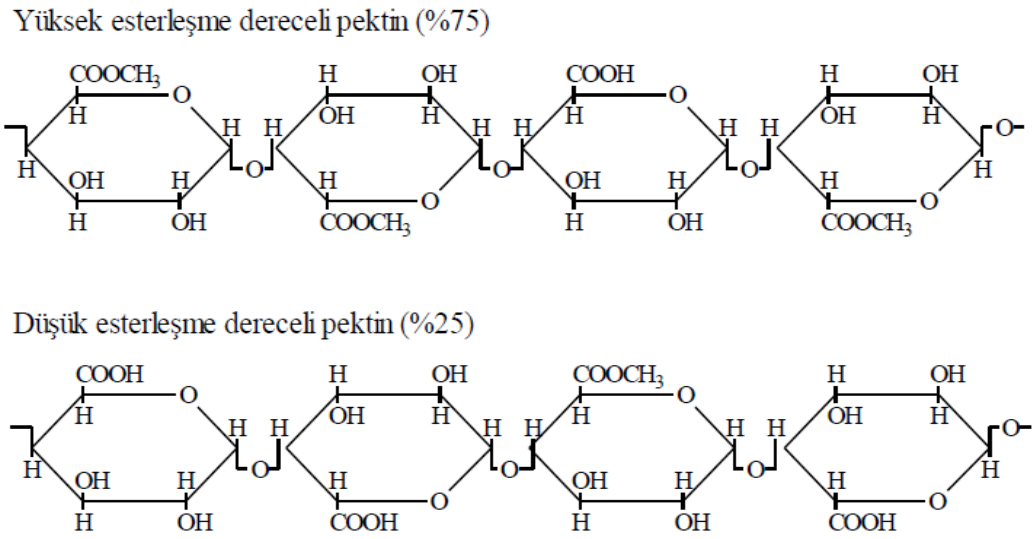
Meyve ve sebzelerin toplam kuru maddesinin genel olarak %18-32'si polisakkaritlerden meydana gelmektedir. Toplam polisakkaritlerin %3-8'ini selüloz, %6-12'sini pektik maddeler geri kalan kısmı ise hemiselülozlar oluşturur.

Polisakkaritlerin yapısına küçük molekül grupları bağlanarak farklı nitelikte bileşikler meydana gelmektedir. Bu duruma, hidroksil gruplarının metil alkolle esterleşip metil-ester grupları veya asetik asitle esterleşip asetil grupları oluşturması örnek verilebilir. Pektinde bulunan galakturonik asitin metil alkole esterleşerek metil ester grubunun oluşması da bu oluşumla benzerdir. Polisakkaritlerin molekül ağırlıklarının yüksek olması ve yapısal anlamda fazla miktarda hidroksil ve karboksil gibi hidrofilik gruplar bulundurmaları hidrojen bağları oluşturarak hücreye su bağlama yeteneği kazandırır ve böylece güçlü bir tekstür meydana gelir (Cemeroğlu, 2016).

#### 1.3.1.1 Pektik bileşikler

Birçok meyve sebzede bulunan polisakkaritler, hücre duvarının yapısında yer alan, hücreleri birbirine bağlayan pektik bileşikler D-galakturonik asit ünitelerinin α-1,4 bağlarıyla uzun zincirler oluşturur. Hücre duvarı dışında hücre öz suyunda da çözünmüş halde pektik bileşikler bulunmaktadır. Pektik bileşiklerdeki galakturonik asit ünitelerinin bir kısmı metil alkolle esterleşmiştir. Pektik bileşiklerin nitelikleri açısından esterleşmiş galakturonik asitin oranı önemlidir. Protopektin pektik maddelerden biridir ve diğer pektik maddeler protopektinlerden meydana gelmektedir. Protopektin olgunlaşmamış meyve ve sebzelerde özellikle hücre duvarında ve orta lamellada yoğun olarak bulunur. Esterleşme derecesi çok yüksektir. Suda çözünmez ve meyve-sebze dokusuna sert bir tekstür veren öğelerden birisidir. Protopektinler meyve ve sebzelerin büyümesi sırasında protopektinaz enzimleri tarafından pektin ve hemiselüloz olarak ayrışır bu durumda da meyve-sebzenin yapısında yumuşama meydana gelir. Çünkü artık pektin çözünebilir bir form kazanmıştır. Pektin aslında farklı oranda metil ester (metoksil) grupları içeren, suda çözünür nitelikteki pektinik asittir. Uygun koşullarda şeker ve asitle jel yapabilme niteliğindedir. Eğer esterleşme derecesi düşükse kalsiyum gibi divalent iyonlarla şeker olmasa bile güçlü bir jel yapabilir. Pektin, esterleşme derecesine göre düşük metoksi pektin veya yüksek metoksi pektin şeklinde ikiye ayrılır. Yüzde 50'nin altına düşen pektindeki metanol ve galakturonik asit üniteleri düşük dereceli, %50'nin üstündeki oranlarda ise yüksek dereceli pektin şeklinde tanımlanır (Şekil 1.4). Bu durum jelleşme olayının hızlı mı yoksa yavaş mı olacağını belirleme bakımından önemlidir (Cemeroğlu, 2016).

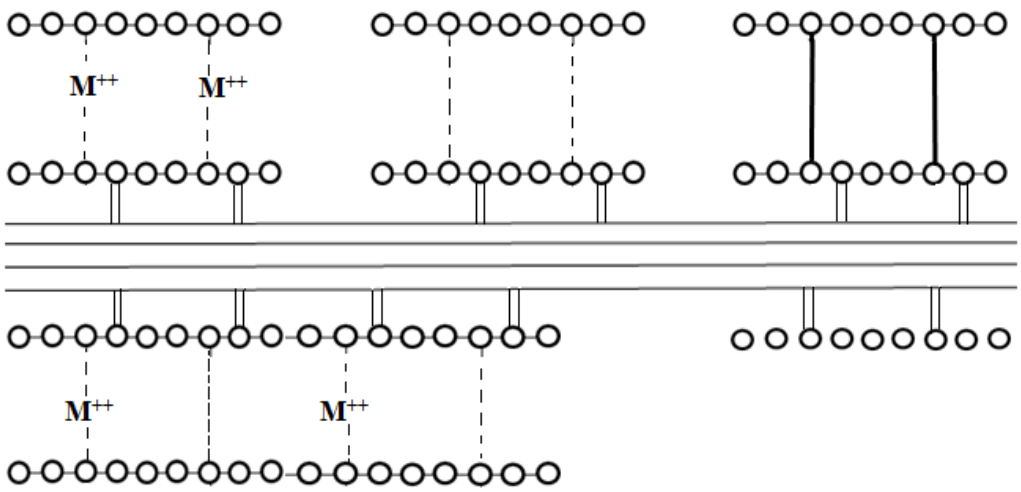
Pektik bileşikler hücre duvarının yapısında yer alan selüloz, hem selüloz, lignin ve protein gibi bileşiklere farklı güçlerdeki bağlar ile etkileşime girerek hücreleri birbirine bağlamaktadır. Bu nedenle meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında pektik bileşiklerin yapısında meydana gelen değişmeler elde edilecek ürünün tekstürel kalitesi ile yakından ilişkili bulunmaktadır. Örneğin, işleme sırasında uygulanan ısıl işlem, çoğu zaman ürünlerde arzulanmayan yumuşamalara ve bazen neredeyse dağılmaya varan tekstürel bozulmalara yol açabilmektedir. Bunun sebebi olarak "hücre duvarına bağlı olarak yer alan pektik bileşiklerin ısı etkisiyle çözünür hale geçmesi gösterilebilir" (Cemeroğlu, 2016). Chang ve diğ. (1993), pektinle ilgili yapmış oldukları çalışmada ısının etkisiyle hücre duvarlarına hidrojen bağlarıyla bağlanmış halde bulunan pektik bileşiklerin bağlardaki ısı hassasiyeti nedeniyle hücre duvarından hızlı bir şekilde ayrıldığını gözlemlemişlerdir (Şekil 1.4). Ayrıca özellikle nötre yakın ve nötral ortamlarda pektik bileşiklerde β-eliminasyonu olarak adlandırılan bir parçalanma olayı ısıtma sırasında büyük bir ivme kazanarak pektik bileşikleri yıkıma uğratmaktadır (Hui, 1992).




**Şekil 1.4 :** Esterleşme derecesine göre pektinin yapısı (Acar ve Gökmen, 2004).

Bu açıklamalardan da görüleceği gibi meyve ve sebzelerin işlenmeleri sırasında pektik bileşiklerde oluşan değişiklikler, olgunlaşma sırasında yumuşamayı sağlayan pektinazların neden olduğu değişimlerin adeta hızlandırılmış bir şeklidir. İşte bu değişimlerin önlenmesi amacıyla çeşitli önlemler alınmaktadır. Örneğin, sanayide konserveye işlenecek bazı ürünlerde haşlama suyuna veya dolgu sıvısına kalsiyum klorür ($CaCl_2$) eklenmesi alışageldik bir uygulamadır. Kalsiyum klorür dolgu sıvısına eklendiğinde hücre duvarlarında bulunan pektik bileşikler ortama bırakılan metaller

sayesinde hidrojen bağları oluşturarak protopektinin çözünebilir pektine parçalanmasını engelleyerek yumuşamayı geciktirir. Aynı şekilde pektik bileşiklerde β-eliminasyonu yoluyla oluşan parçalanma olayı da ortamın kontrollü bir şekilde asitlendirilmesiyle önlenebilmekte veya en azından sınırlandırılabilmektedir. Howard ve diğ, (1994) biber konservesindeki dolgu sıvısına %0,9 asetik asit ve %0,2 $CaCl_2$ ilave etmişlerdir. Bu uygulama sonucunda pektik bileşiklerin çözünür forma dönüşmesini büyük ölçüde sınırlandırmışlar ve biber konservesinde istenilen yapının uzun zaman dilimlerinde bile korunduğunu tespit etmişlerdir. Ancak aynı araştırıcılar dolgu sıvısında asetik asit miktarını %4'e çıkarılmasıyla pektik bileşiklerin bu defada asidik hidrolize uğrayarak parçalandığını ve üründe yumuşama görüldüğünü bildirmektedirler. Asidik hidroliz pektik bileşiklerde özellikle α-D-galakturonik asit zincirindeki 1,4 bağları dışındaki glikozidik bağlantılarda görülmektedir. Bunun anlamı asidik hidrolizin pektik bileşiklerde nötral şekerlerin oluşturduğu yan zincir ve ramnogalakturonan glikozidik bağlarını parçalamakta oluşudur. Bu nedenle asitlendirme işleminin oldukça kontrollü uygulanması gereken bir işlem olduğu görülmektedir.

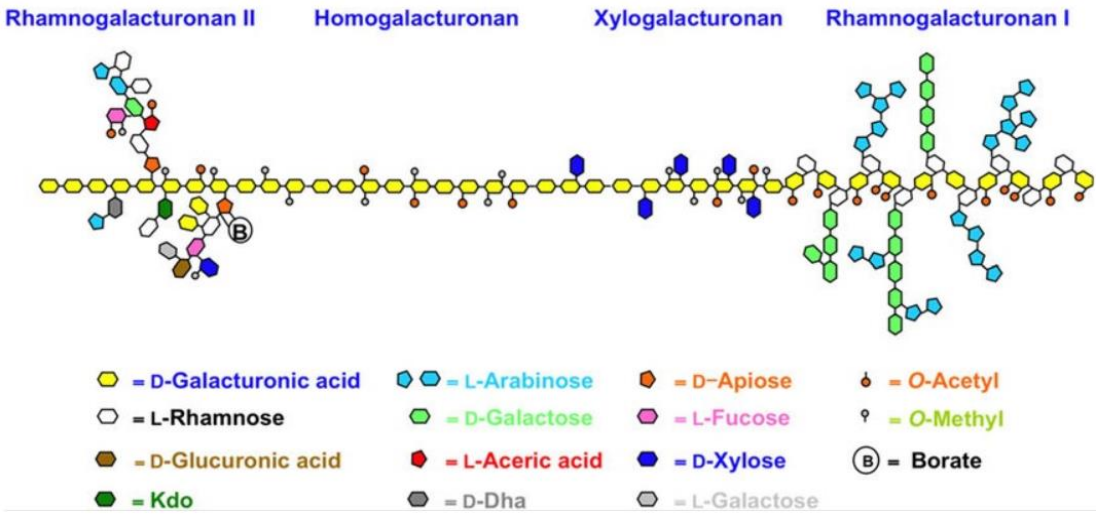



**Şekil 1.5 :** Pektin zincirlerinin hücre duvarı materyali ve birbiriyle olan bağlantısı (Chang ve diğ, 1993).
≡: Hücre duvarı materyali, O-O-O: Pektin zinciri, $M^{++}$: Metal-iyon köprüsü, ---: Isıya duyarlı H bağı, =: Kovalent bağ, ▬: Van der Waals kuvvetleri

### 1.3.1.1 Pektin

Pektin, bitkilerin yapısında özellikle meyvelerde fazlasıyla bulunan polisakkaritlerin başında gelir. Molekül ağırlığı 30.000-100.000 dalton arasında değişir. Pektinin temel yapı taşı α-D-galakturonik asittir. Ramnoz moleküllerinden α-1,2 glikozidik bağlı olanlar düz zincirli poligalakturonik asit ünitelerinde bulunur. Bu ünitelere

galakturonik asit moleküllerinin meydana getirdiği monomerlerden arabinoz, galaktoz, ksiloz gibi nötral şekerler ya da uzun yan zincirler eşlik eder (Cemeroğlu, 2016). Şekil 1.6'da pektinin kimyasal yapısına yer verilmiştir. Pektik maddeler; pektinik asit, pektin, pektik asit ve bunların tuzlarını da kapsayan bir grup maddeye verilen genel bir isimdir (Willant ve diğ, 2001). Pektin bitki dokularında, selüloz ya da hemiselüloz gibi hücre duvarı bileşenleriyle sıklıkla ilişkilendirir (Chan ve diğ, 2017). Pektin bitkinin golgi cisimciğinde üretilir (Kashyap ve diğ, 2001). Pektin ayrıca çözülebilir life katkı sağlayan insan diyetinin bir parçasıdır (Maxwell ve diğ, 2012).

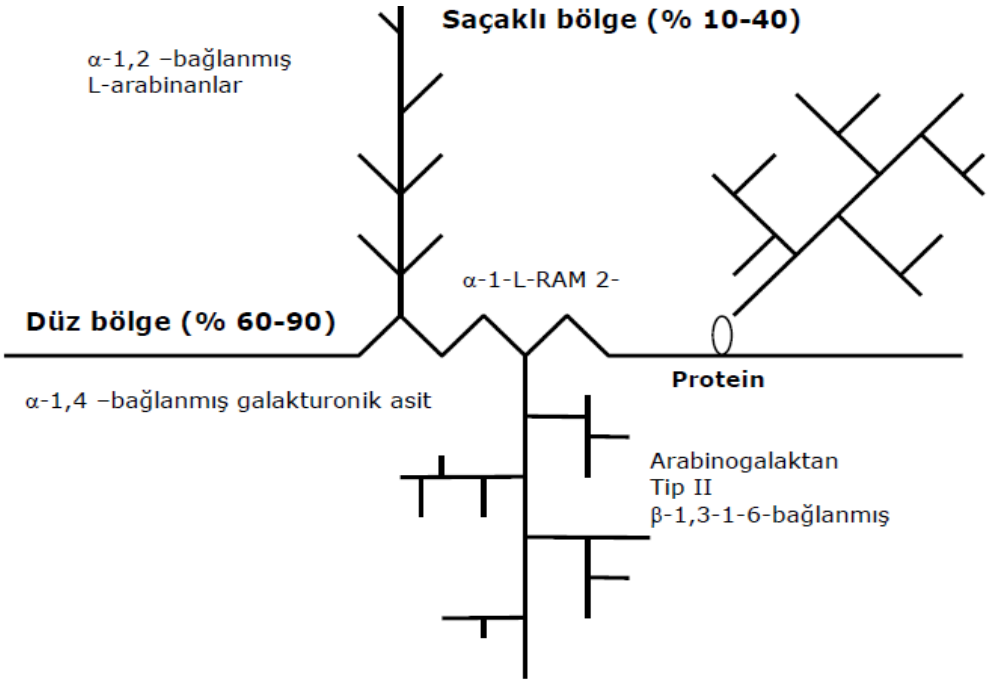



**Şekil 1.6 :** Pektinin şematik yapısı (Harholt ve diğ,, 2010).

Şekil 1.7'de de görüldüğü üzere pektin molekülleri lineer zincir (düz bölge) ve yan zincirlerinin bulunduğu kısımlar (saçaklı bölge) olmak üzere özel bir yapıya sahiptirler (Cemeroğlu, 2016).

Pektin ilk olarak Vauquelin tarafından 1790 yılında elma suyunda keşfedilmiştir ve dondurmak ya da katılaşmak anlamına gelen, yunanca kelime olan pektikos sözcüğünden adını alarak Braconnot tarafından adlandırılmıştır (Braconnot, 1825a, b). Pektin endüstriyel bakımdan elma ve turunçgil posasından elde edilmektedir. Endüstriyel olarak ilk kullanımı 1900'lerde Alman bir elma suyu imalatçısı tarafından olmuştur (Ciriminna ve diğ, 2015). Protopektinleri meyve sebzelerden ayırmak için asit ile özütleme yapılarak çözünebilir pektinler elde edilir. Sonrasında da pektin izopropil alkolün yardımıyla sulu çözeltiden alınmaktadır. Pektin ticarette sıvı formda ya da kurutularak toz halde kullanılmaktadır (Acar ve Gökmen, 2004). Pektin (E 440); reçel ve marmelat üretiminde, konserve balık, dondurma, mayonez

ve sos üretiminde, özellikle berrak meyve suyu üretiminde olmak üzere meyve-sebze teknolojisinde oldukça önemli olan gıda maddesidir (Ekşi, 1988).




**Şekil 1.7 :** Pektin molekülü için öngörülen model (Acar ve Gökmen, 2004).

Pektin ayrıca emülsiye edici, stabile edici ve/veya yoğunlaştırıcı olarak kullanılmaktadır. Bütün bu fonksiyonel terimler reoloji düzenleyiciler olarak adlandırılmaktadır. Pektin besinsel lif içerdiği için sağlık açısından faydalı etkilere sahiptir. İnce bağırsakta kısmen sindirilir ve kalın bağırsakta fermente olur. Pektin bu fonksiyonu sayesinde prebiyotik etkiye sahiptir (Yılmaz ve diğ, 2016).

**Pektin jeli oluşumu**

Pektin, şeker ve asit eşliğinde "pektin jeli" denen kıvamlı bir yapı oluşturur. Esasen reçel ve marmelat üretiminde jel oluşturduğu için tercih edilmektedir. Pektinin jel yapma koşulları esterleşme derecesiyle ilgilidir.

Şeker oranı en az %60 olduğunda ve ortam pH' sı 3.0 iken pektinler yüksek esterleşme yaparak jel oluştururlar. Yüksek esterleşme ile jel oluşurken pektin molekülleri ile homogalakturonik asit ünitelerinin esterleşen düz bölgeleri hidrojen bağları ile birbirine tutunarak köprüler oluşturur. Bu köprünün oluşması için pH derecesi önemli bir kriter olup galakturonik asit zincirleri ile karboksil gruplarının ayrışmasını engelleyici düzeylerde olmalıdır. Bunun sebebi olarak ise zincirlerin düz bölgelerinin birbirlerini ancak belli pH'larda elektrostatik olarak iterek önleyebileceği gösterilmiştir ve böylece düz kısımlar birbirlerine hidrojen bağları ile bağ kurar. Bu

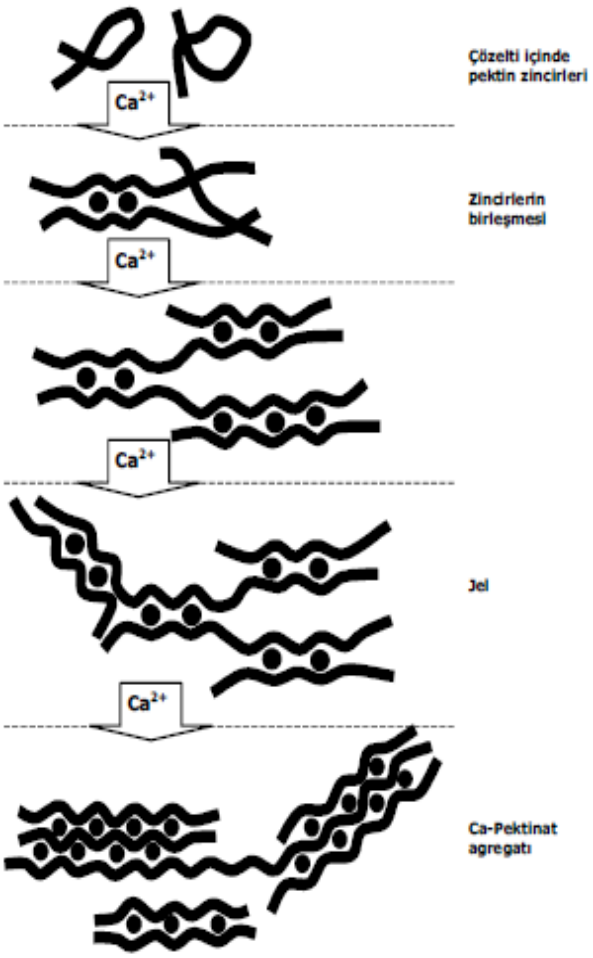
durumu oluşturmak için su aktivitesini azaltarak şeker konsantrasyonunun artması sağlanmalıdır (Cemeroğlu, 2016). Bu şekilde oluşan pektin moleküllerinin birleşebildiği bölgeler çok azdır. O nedenle dışarıda saçaklı bölgeler kalır ve pektin zincirleri birbirleri ile değil de başka protein molekülleriyle bağ yaparak üç boyutlu bir yapı oluşturur. Oluşan yapıda boşluklar meydana gelir ve bu boşlukların içi şeker şurubu ile tutularak pektin-asit-şeker jelini meydana getirir. Jel oluşumu şeker miktarı ve pH'ya bağlıdır. Yüksek metoksilli pektinin jelleşme özelliği üzerine çalışma yapan Ptitchkina ve diğ. (1994) bal kabağı pektini kullanmışlardır. Bal kabağından elde edilen pektinin özellikleri turunçgildekine benzerdir ve her iki pektinin esterleşme derecesinin birbirine yakın olduğu ancak bal kabağı pektininin jelleşme özelliğinin turunçgile göre biraz daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır.

Düşük esterleşme ile jel oluşurken şeker ve asitin etkisi daha az olmakla birlikte $Ca^{+2}$ ve $Mg^{+2}$ gibi divalent iyonlara ihtiyaç duyulur. Bu şekilde jel oluşurken esterleşmemiş homogalakturonik asit parçacıkları molekülün düz bölgeleriyle yan yana gelir. Düz denilen bölge aslında zikzak şeklinde bir zincir olup dallanmamıştır. Esterleşme derecesi düşük olan ve galakturonik asit birimlerinden oluşan bu zikzaklı yapıya hidrojen iyonları bağlanamamakta ve köprü oluşturulamamaktadır. Ancak divalent iyonlarla güçlü bağlar kurarak jel meydana getirirler. Bu jel oluşumu için kalsiyum gibi +2 değerlikli bir iyon bulunmak zorundadır (Şekil 1.8).

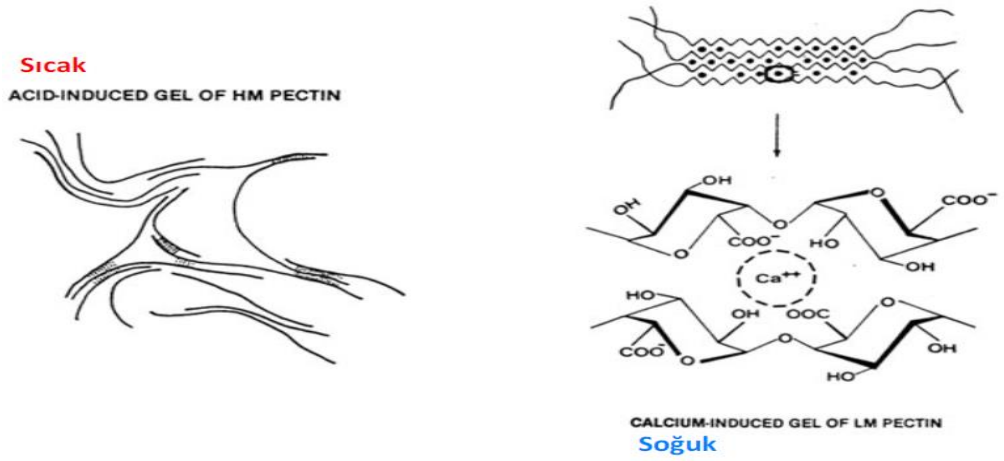
Düz bölgelerin pektin molekülleri ile Şekil 1.9'da görüldüğü gibi bağ yapması "yumurta kutusu" modeli adı altında tanımlanmaktadır. Üç boyutlu olan bu yapının oluşması için şeker ya da su aktivitesi çok önem arz etmemektedir. Öyle ki %15'e kadar düşük kuru madde içeren diyabet ürünler üretirken düşük metoksil pektin ve kalsiyum tuzlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Pektin jelinin sert olması için metoksil miktarının düşük, kalsiyumun ise normal sınırlar altında olması yeterlidir. Bunun dışında amide pektin olarak adlandırılan düşük metoksilli pektinlere kıyasla daha az kalsiyum tuzuna ihtiyaç duyan jeller de oluşabilmektedir (Cemeroğlu, 2016). Değişik nitelikteki pektinlerin jel oluşturma koşullarına Çizelge 1.3'te yer verilmiştir.

Pektinlerin bir kısmı yüksek sıcaklıklarda hızlı bir şekilde jel oluştururken bir kısmının ise jel yapabilmesi için yüksek sıcaklıklara ihtiyacı yoktur. Bu durum pektinlerin esterleşme ölçütleriyle kriter kazanır ve sanayide çabuk ve yavaş jelleşen pektinler olarak farklı alanlarda kullanım kazanır. Yani jelleşme zamanı ve jelleşme sıcaklığı birbirleri ile bağlantılı önemli kıstaslardır. Kullanıma hazır duruma

getirilmiş pektin, yüksek esterleşme derecesine sahipse bu o pektinin yüksek sıcaklık uygulandığı takdirde kısa sürede jelleşme özelliği kazanabileceğini gösterir. Bu iki tip pektine ek olarak ayrıca esterleşme derecesi %40 veya daha düşük olan "düşük metoksilli pektinler" de bulunmaktadır. Bunlar kalsiyum iyonları eşliğinde ve çok düşük orandaki şekerle dahi jel yapabilirler (Cemeroğlu, 2016).




**Şekil 1.8 :** Pektin – $Ca^{+2}$ (Kalsiyum pektinat) jelinin oluşumu (Acar ve Gökmen, 2004).




**Şekil 1.9 :** Yüksek ($Ca^{+2}$'lu ortam) ve düşük (asitli ortam) sıcaklıkta pektin jeli (Acar ve Gökmen, 2004).

**Çizelge 1.3 :** Değişik nitelikteki pektinlerin jel oluşturma koşulları (Cemeroğlu, 2016).

| Pektin tipi | Şeker | pH | Pektin miktarı | Kalsiyum miktarı |
|---|---|---|---|---|
| Yüksek esterli pektin | En az %60 | 2,5-3,5 | 4 g/kg ürün | - |
| Düşük esterli pektin | - | 2,5-4 | 4 g/kg ürün | 60 mg $Ca^{+2}$/g pektin |
| Amide pektin | - | 3,0-4,0 | 6 g/kg ürün | 15 mg $Ca^{+2}$/g pektin (Çoğunlukla meyve veya suyunda zaten bulunabilecek düzeyde) |

### 1.4 Sönmemiş Kireç Uygulaması

Bal kabağına kalsiyum oksit uygulaması üzerine literatürde bir kaynağa rastlanamamıştır. Bununla birlikte kalsiyum oksitin bal kabağındaki işlevine denk olabilecek kalsiyum ve tuzlarının meyve ve sebzelere nasıl uygulandığına dair bazı bilimsel araştırmalardan kısaca bahsedilmiştir.

Robson ve diğ. (1989) 3 psi basınçta %1'lik kalsiyum klorür çözelti uygulamasının kayısıların olgunlaşma süresini 14 günde yaklaşık %30'a kadar artırdığını ortaya koymuşlardır. $CaCl_2$ uygulamasının sonucunda kayısılarda enzim seviyelerinde düşüşe ve hasat süreci boyunca şeker seviyesinde artışa neden olduğunu saptamışlardır. Bunun yanında kahverengileşmenin (bozulma) %34'e kadar azaldığı ve hastalık indeksi %29'a kadar düştüğü vurgulanmıştır. Kayısı ağaçlarının gelişme süreci boyunca püskürtme işlemi ürün kalitesinde pozitif bir etkiye sahip olduğu

belirtilmektedir. Kalsiyumla işlem görmüş meyvelerin kalsiyumla işlem görmemiş meyvelere kıyasla niteliklerinin daha uzun süre korunduğu saptanmıştır.

Schirra ve Mulas (1994) yaptıkları bir çalışmada kalsiyum klorür uygulanmış mandalinaların olgunlaşmasının geciktirilebileceğini ve depolama süresinin uzatılabilineceğini saptamıştır. Çalışmada mandalina ağaçları hala yeşilken aynı gün 4 kez %4-6 oranında kalsiyum klorür püskürtülmüş ve hasat edilmiş meyveler 5 °C'de %90 bağıl nemde muhafaza edilmiştir. Meyveler soğuk depolamada 75 gün takip edilmiş ve ağırlık kaybındaki değişiklikler ve askorbik asit içeriği saptanmıştır. Kalsiyum klorür püskürtülmemiş kontrol grubu 30 gün sonra bozulurken $CaCl_2$ ile işlem görmüş grup 75 güne kadar sağlamlığını koruduğu görülmüştür. Kalsiyum klorür uygulanmayan meyvelerde askorbik asit miktarının giderek azaldığı ve 30. günde ulaşılan değere; kalsiyum uygulaması yapılanlarda 75. günde ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Garcia (1996) hasat sonrası kalsiyum klorür çözeltisine batırılan çileklerin raf ömrünü uzatabildiğini ifade etmektedir. En etkili uygulamanın 15 dakika boyunca 25 °C'de %1 $CaCl_2$ çözeltisine batırmak olduğu vurgulanmıştır. Daldırma uygulamasının ilk günlerinde meyve sertliğinde kayda değer bir değişme olmadığı gözlemlenmiş ve 7. günün sonunda meyve sertliğinin arttığı vurgulanmıştır.

Alonso ve diğ. (1997) dondurma işleminden sonra tatlı kirazın şişme, sertlik ve renk kaybını önleme üzerine araştırma yapmışlardır. Bu amaç için $CaCl_2$ çözeltisi kullanarak ve kullanmayarak farklı ön işlemler uygulamışlardır. $CaCl_2$'li çözeltiye batırarak ya da batırmadan sertlik kaybını önlemek için dondurulmuş kirazların bir kısmına 100 mM'lık kalsiyum klorür 2 dakikalık süreyle 70 °C'de termal ön işlem uygulanmış, diğer kirazlara da 100 mM'lık kalsiyum klorür 50 °C'de 10 dakikalık süreyle uygulanmıştır. Başka bir gruba ise 100mM'lik çözelti uygulanmadan sadece 2 dakika-70 °C ve 10 dakika-50 °C ön işlem yapılmıştır. Sonuçlara göre kontrol grupları ve ön işlem uygulanmış gruplar arasında renk üzerine önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Dondurma metodunun kontrol grubu kirazlarda sertlik kaybının en fazla olmasına neden olduğu belirtilmektedir. Kabuk sertliği kontrol gruplarından daha fazla farka sahip olmadığı belirtilmiştir. Ancak meyve pulpunun bağ doku hücresi ve sertliği 100 mM'lik $CaCl_2$ çözeltisinde 2 dakika boyunca 70 °C'de işlem görmüş kirazlarda önemli ölçüde daha fazla olduğu vurgulanmıştır.

Özellikle $CaCl_2$ ile termal ön işlem görmüş kirazların kontrol grubundan genel olarak daha sert olduğunu saptamışlardır.

Luna-Guzman ve diğ. (1999) %2.5 $CaCl_2$ ile işlem görmüş kavun dilimlerinde solunum oranının düştüğünü ve işleme tabi tutulan dilimlerin sertliğinin kontrol gruplarından önemli ölçüde daha fazla olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak yiyeceklerde kabuk soyma, çubuk şeklinde kesme ve dilimleme metotları yüzey alanının artışı nedeniyle kalsiyum emilimini artırdığı belirtilmiştir.

Schirra ve diğ. (1999) bu çalışmasında yazın ve sonbaharda olgunlaşan dikenli armudun (dikenli incir) hasat sonrası davranışlarını ve hasat öncesi yetiştirme koşullarını $CaCl_2$ uygulamaları ile bağlantılı olarak incelemiştir. Yaz meyveleri 5 hafta süreyle 6°C 'de %90-95 bağıl nemde ve 3 gün süreyle 20 °C'de %75 bağıl nemde saklanmıştır. Sonbahar meyveleri de aynı koşullarda 7 haftalık sürelerde saklanmış. Yaz meyvesinin sonbahar meyvesinden üşüme hasarı ve ağırlık kaybına karşı daha fazla, çürümeye karşı daha az duyarlı olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak $CaCl_2$ uygulaması kabuk rengi gelişimini geciktirdiği ve meyvenin çürümeye karşı direncini, üşüme hasarına karşı duyarlılığını artırdığı vurgulanmıştır.

Anjum ve Ali (2004) farklı kalsiyum tuzlarının Pakistan mangosu üzerine etkisi ile ilgili çalışma yapmışlardır. Kalsiyum klorür, kalsiyum sülfat veya kalsiyum amonyum nitrat çözeltilerini kullanmışlardır. Meyveler %2.5-5.0 ya da %7.5 oranındaki çözeltilere 10 dakika boyunca batırılmış ve daha sonra meyveler ortam sıcaklığında 25±3°C sıcaklıkta depolanmıştır. Sonuçlara göre kalsiyum klorürün diğer tuzlardan daha etkili olduğu ve kontrol grubu meyvelere göre olgunlaşmayı yaklaşık 3.33 gün yavaşlattığı tespit edilmiştir. Kalsiyum sülfat 2.67 gün yavaşlatırken, kalsiyum amonyum nitratın yeterince etkili olmadığı vurgulanmıştır.

Akhtar ve diğ. (2010) hasat sonrası yenidünya meyvelerinin kalsiyum klorür uygulaması sonucunda oluşan kalite kriterlerini incelemişlerdir. $CaCl_2$'nin etkinliğini gözlemlemek için meyveleri 2 dakika süreyle %1, 2 ve 3'lük $CaCl_2$ çözeltilerine daldırmışlar ve yumuşak karton kutularda 4°C'de soğuk hava deposunda 10 hafta süreyle depolayarak ağırlık kaybı, sertlik, toplam çözünür katı madde, esmerleşme indeksi, askorbik asit, titre edilebilir asitlik ve bağıl elektrik iletkenliğindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Sonuçlara bakıldığında %1 $CaCl_2$ kontrol grubuna kıyasla meyvelerin kalite parametrelerini etkilemezken, %2 ve %3 $CaCl_2$ maksimum

sertliği, toplam çözünür katı madde ve askorbik asit içeriğini koruduğunu; esmerleşme indeksi, bağıl elektrik iletkenliği ve ağırlık kaybını ise 4-5 haftaya kadar azalttığını gözlemlemişlerdir.

### 1.5 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, pişirme işlemi uygulamadan önceki ve sonraki süreçte sönmemiş kireç çözeltisinde bekleme süresi, bal kabağı kalınlığı ve karıştırma parametrelerinin bal kabağı örneklerinin renk, sertlik, yapışkanlık, esneklik, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik özelliklerinde meydana gelecek olan değişiklikler incelenerek literatüre kazandırmak amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

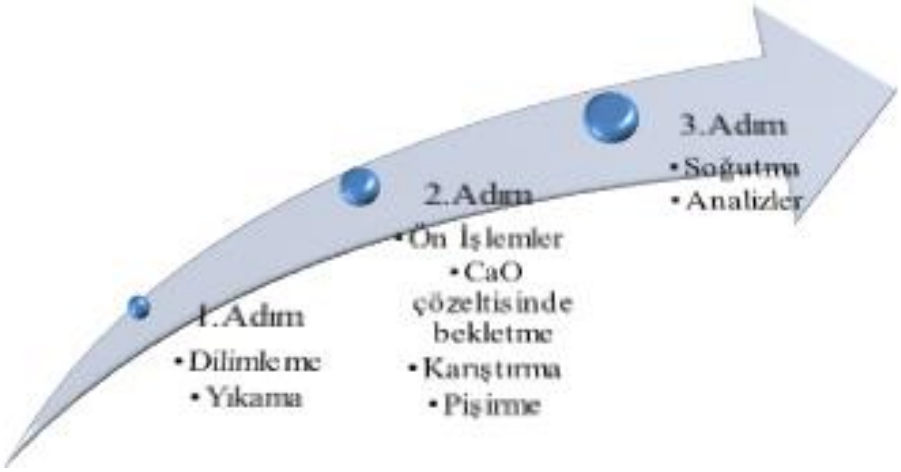
Bu çalışma için kullanılan bal kabağı, sönmemiş kireç ve sakkaroz Bursa ilinden yerel bir marketten temin edilmiştir. Metanol, EDTA disodyum tuzu, amonyum klorür, amonyak ise Sigma firmasından temin edilmiştir.

### 2.1 Kabak Tatlısı Üretimi

Şekil 2.1'de bal kabağı tatlısı üretim aşamalarına, Çizelge 2.1'de çalışmada uygulanacak parametrelere ve Çizelge 2.2'de bal kabağı tatlısı üretimi numune kodlarına yer verilmiştir.

**Çizelge 2.1 :** Çalışmada uygulanacak parametreler.

| Parametreler | Uygulamalar | Toplam Uygulama |
|---|---|---|
| Kalınlık | 1 cm<br>2 cm | 2 |
| Pişirme | PÖ(Pişme Öncesi)<br>PS(Pişme Sonrası) | 2 |
| İşlem Süresi | 0, 3, 6, 12, 24 sa | 5 |
| Karıştırma | +(Karıştırmalı)<br>-(Karıştırmasız) | 2 |

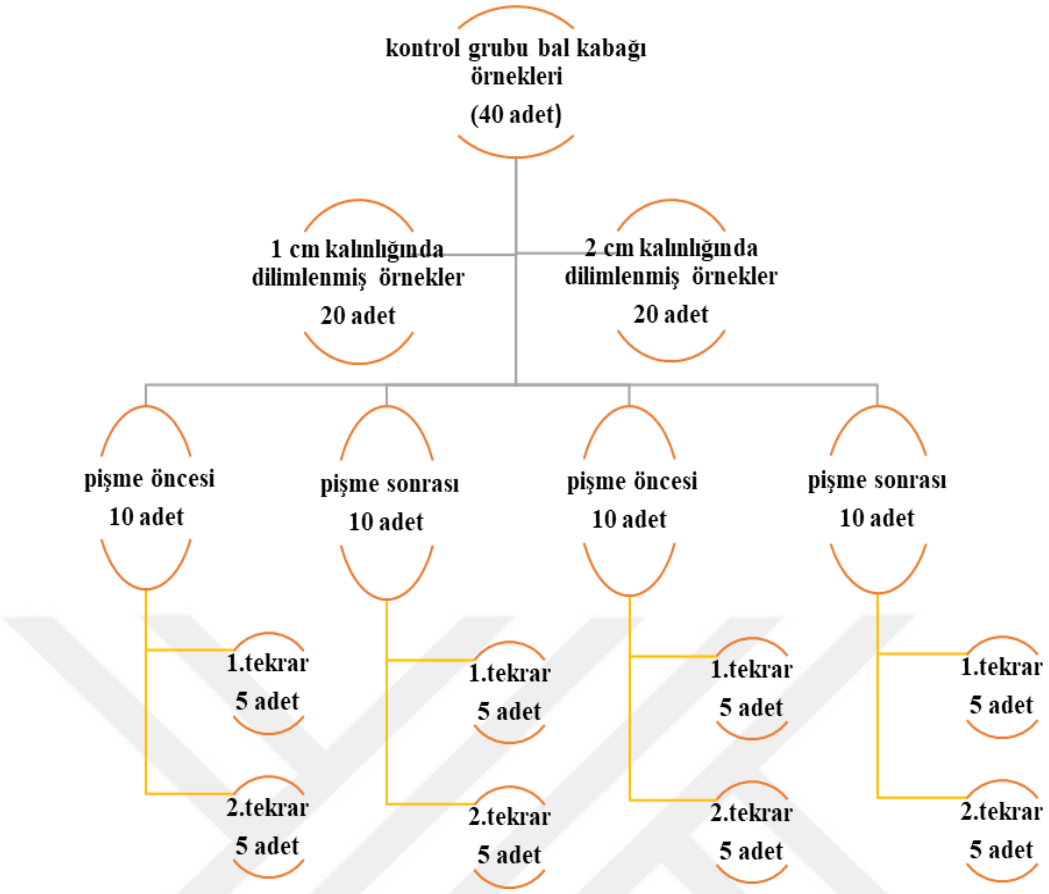



**Şekil 2.1 :** Bal kabağı tatlısı üretim aşaması.

**Çizelge 2.2 :** Bal kabağı tatlısı üretimi numune kodları.

| Kodlama | İşlem Süresi (saat) | Pişirme | Kalınlık(cm) | Karıştırma |
|---|---|---|---|---|
| B0:PÖ:1:- | 0 | PÖ | 1 | - |
| B0:PÖ:2:- | 0 | PÖ | 2 | - |
| B0:PS:1:- | 0 | PS | 1 | - |
| B0:PS:2:- | 0 | PS | 2 | - |
| B3:PÖ:1:- | 3 | PÖ | 1 | - |
| B3:PÖ:2:- | 3 | PÖ | 2 | - |
| B3:PÖ:1:+ | 3 | PÖ | 1 | + |
| B3:PÖ:2:+ | 3 | PÖ | 2 | + |
| B3:PS:1:- | 3 | PS | 1 | - |
| B3:PS:2:- | 3 | PS | 2 | - |
| B3:PS:1:+ | 3 | PS | 1 | + |
| B3:PS:2:+ | 3 | PS | 2 | + |
| B6:PÖ:1:- | 6 | PÖ | 1 | - |
| B6:PÖ:2:- | 6 | PÖ | 2 | - |
| B6:PÖ:1:+ | 6 | PÖ | 1 | + |
| B6:PÖ:2:+ | 6 | PÖ | 2 | + |
| B6:PS:1:- | 6 | PS | 1 | - |
| B6:PS:2:- | 6 | PS | 2 | - |
| B6:PS:1:+ | 6 | PS | 1 | + |
| B6:PS:2:+ | 6 | PS | 2 | + |
| B12:PÖ:1:- | 12 | PÖ | 1 | - |
| B12:PÖ:2:- | 12 | PÖ | 2 | - |
| B12:PÖ:1:+ | 12 | PÖ | 1 | + |
| B12:PÖ:2:+ | 12 | PÖ | 2 | + |
| B12:PS:1:- | 12 | PS | 1 | - |
| B12:PS:2:- | 12 | PS | 2 | - |
| B12:PS:1:+ | 12 | PS | 1 | + |
| B12:PS:2:+ | 12 | PS | 2 | + |
| B24:PÖ:1:- | 24 | PÖ | 1 | - |
| B24:PÖ:2:- | 24 | PÖ | 2 | - |
| B24:PÖ:1:+ | 24 | PÖ | 1 | + |
| B24:PÖ:2:+ | 24 | PÖ | 2 | + |
| B24:PS:1:- | 24 | PS | 1 | - |
| B24:PS:2:- | 24 | PS | 2 | - |
| B24:PS:1:+ | 24 | PS | 1 | + |
| B24:PS:2:+ | 24 | PS | 2 | + |

Bal kabağı, dış kabuğu soyulup iç çekirdekleri çıkarıldıktan sonra yaklaşık olarak ayrıtları 3x2x1 $cm^3$ ve 3x2x2 $cm^3$ olacak şekilde dilimlenmiştir. 3 cm'lik boyut dış kabuk kısmı baz alınarak genişliği; 2 cm'lik boyut dış kabuk ile iç çekirdeğe doğru kesilerek yüksekliği; 1 cm ve 2 cm'lik boyutlar ise uzunluğu sembolize etmektedir. Bundan sonraki bölümlerde uzunluklar "1`cm ve 2 cm kalınlığında" şeklinde ifade edilecektir. 180 adet 1 cm, 180 adet 2 cm kalınlığında dilimlenen bal kabağı örneklerinin 40 tanesi kontrol örneklerinin (0. sa) analizi için ayrıldı (Şekil 2.2).




**Şekil 2.2 :** Kontrol grubu bal kabağı örneklerinin analiz şeması.

Kabaklar pişirilmeden önce saf su ile hazırlanan doygun %0,118'lik (w/v) CaO çözeltisi içerisinde (100 g kabağa 500 ml çözelti olacak şekilde); 0, 3, 6, 12 ve 24 sa'lik sürelerde karıştırmasız ve karıştırmalı (200 rpm) olarak bekletildi (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3 :** Manyetik karıştırıcıda karıştırılan bal kabağı örnekleri.

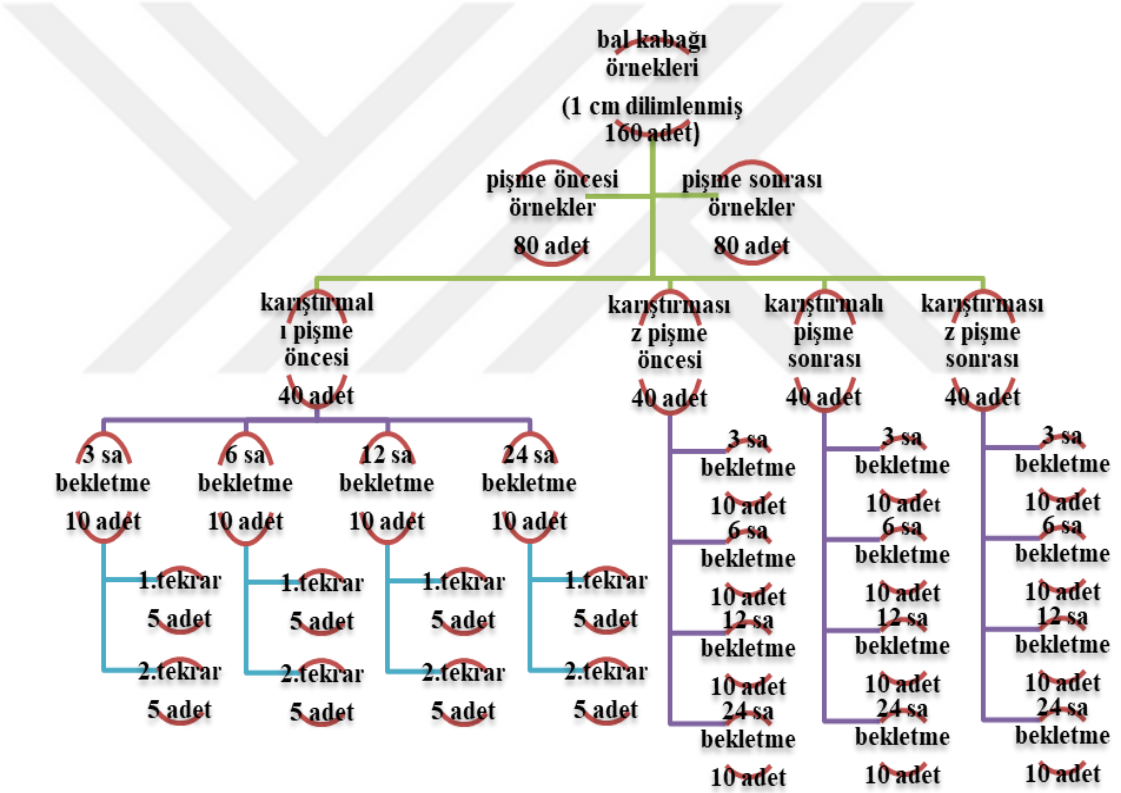
Bekletme sonrasında dilimlenmiş kabak örneklerinin yarısı %66,6'lık (w/v) sakkaroz çözeltisinde (100 g kabağa 150 ml çözelti olacak şekilde) 20 dakika pişirilmek

suretiyle; diğer yarısı ise pişirilmeden renk ve tekstür analizleri yapılmak üzere ayrıldı.

CaO çözeltisinde bekletilen kabak örnekleri çözeltiden çıkarıldıktan sonra çözeltinin sertliği EDTA yöntemiyle titrasyon yapılarak hesaplandı.

Son olarak pişirilen kabak örneklerinden kesitler alınarak mikroskop görüntülerine bakılarak kesitlerin boyutu LibreOffice Draw çizim programı kullanılarak hesaplanmıştır.

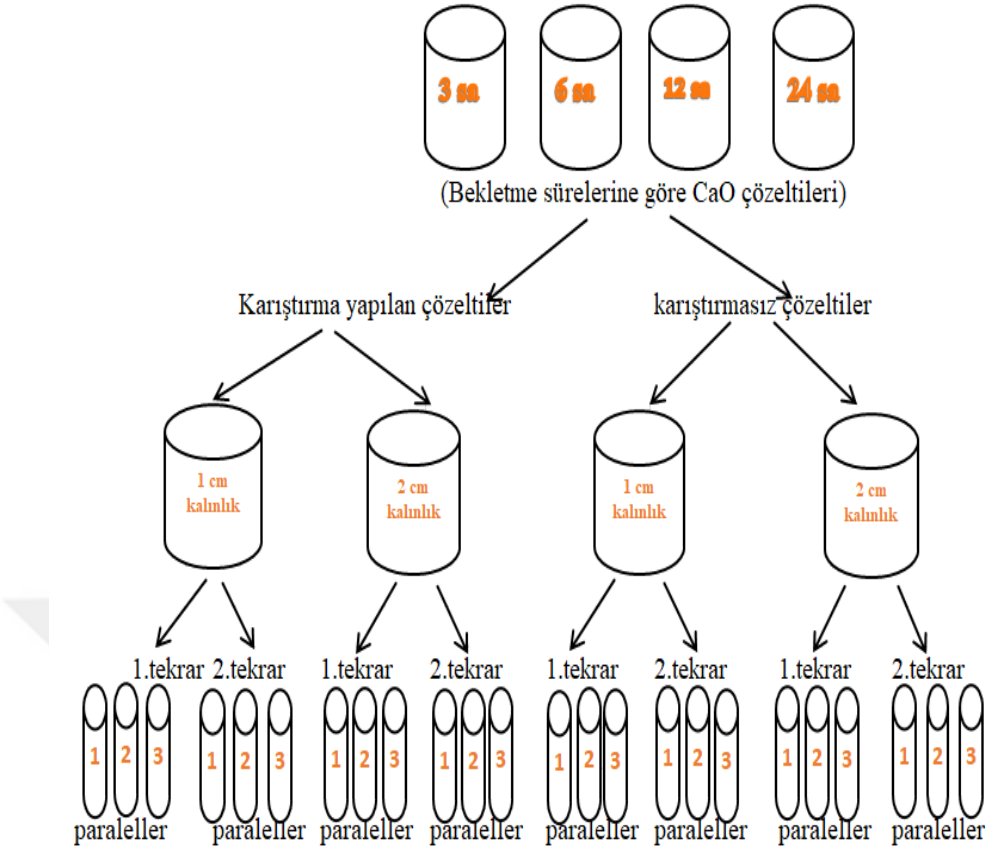
Renk ve tekstür analizi için pişirme öncesi ve pişirme sonrası, karıştırmalı-karıştırmasız, istenilen bekletme sürelerinde bekletilen kabak örnekleri 2 tekrarlı ve 5 paralelelli olarak analiz edilmiştir (Şekil 2.5).




**Şekil 2.4 :** 1 cm kalınlığında dilimlenmiş bal kabağı örneklerinin analiz şeması.

Bekletilme sonrası CaO çözeltisinden kabaklar alınarak çözeltinin sertlik analizi 2 tekrarlı ve 3 paralelli olarak yapılmıştır (Şekil 2.5).

Analizi yapılacak bal kabağı örnekleri vakum cihazıyla vakumlanarak gıda ile temasa uygun poşetlerde +4 °C'de soğutucuda bekletilmiştir.




**Şekil 2.5 :** CaO çözeltilerinin sertlik analizi şeması.

## 2.2 Renk Analizi

Pişme öncesi ve pişme sonrasında, belirlenen bekletme sürelerinde kabak örneklerinde meydana gelen renk değişimleri *L**, *a**, *b** parametreleri renk ölçüm cihazı (PCE-CSM-2, Almanya) ile tespit edilmiştir. Renk ölçümleri 2 tekrarlı ve 5 paralelelli olarak yapılıp ölçülen değerlerin ortalaması alınmıştır.

*L** değeri materyalin ışık geçirgenliğini ifade etmektedir. Bu değer 0-100 skalasında değişmektedir. Renk koordinat sistemindeki *a** ve *b** değerleri ise belirli bir değer aralığını ifade etmemekle birlikte, *a** değeri pozitif olduğu zaman kırmızılık, negatif olduğunda ise yeşillik değerlerini yansıtır. Son olarak *b** değeri ise pozitif olduğu takdirde sarılık, negatif olduğunda ise maviliği ifade eder (Tamer, 2017).

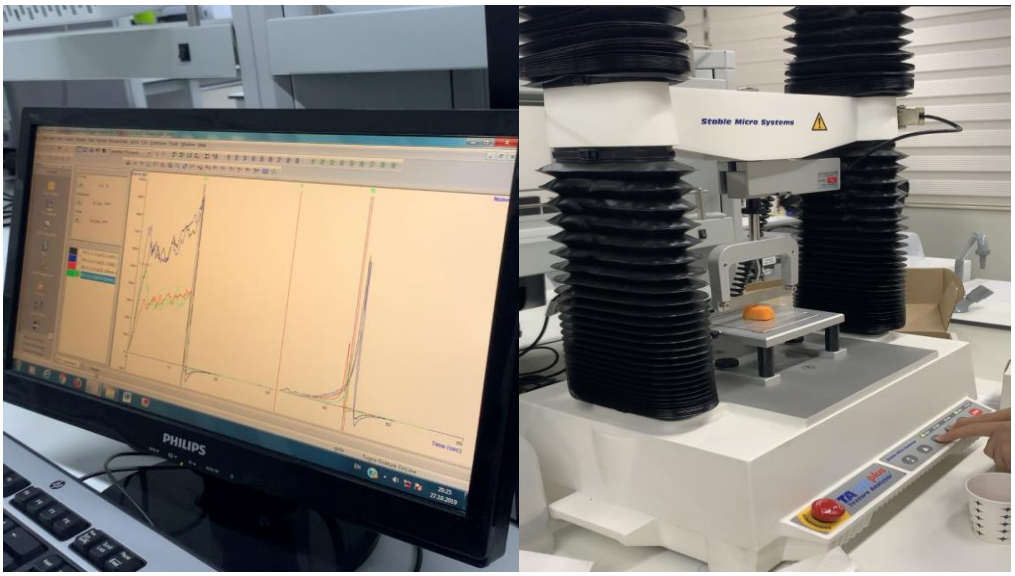
## 2.3 Sönmemiş Kireç Çözeltisi Sertliği Analizi

Sertlik su içinde çözünmüş (+2) değerlikli iyonların; $Ca^{+2}$, $Mg^{+2}$, $Sr^{+2}$, $Fe^{+2}$, $Mn^{+2}$ derişimlerinin bir sonucudur. Suda bulunan $HCO_3^-$, $SO_4^{-2}$, $Cl^-$, $NO_3^-$, $SiO_3^-$ anyonlarının bu katyonlarla oluşturdukları tuzlar sulardaki sertliği oluştururlar

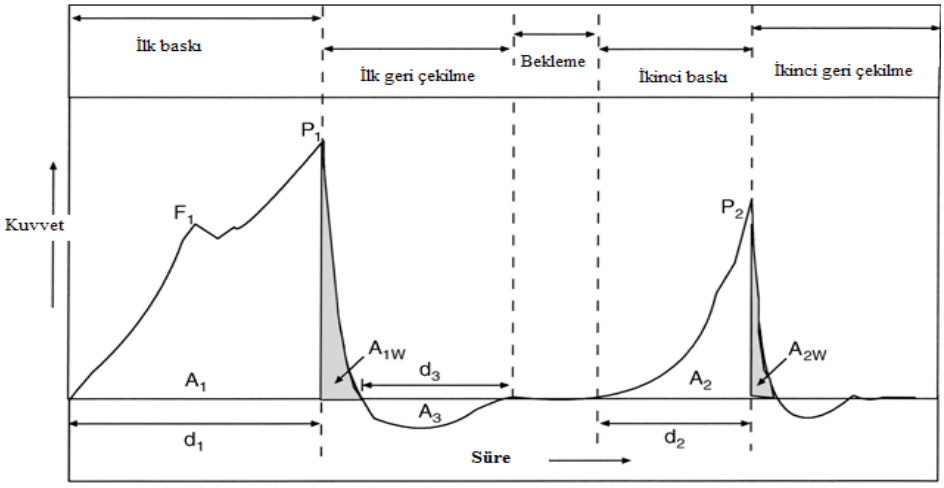
(Tekbaş ve Güleç, 2004; Samsunlu, 2005). Bal kabakları sönmemiş kireç çözeltisinde bekletildikten sonra çözeltiden bal kabaklarına geçen kalsiyum miktarını dolaylı olarak tahmin edebilmek amacıyla çözeltilerin sertlik değeri analizi gerçekleştirildi. Bu amaçla bal kabağı numuneleri çıkarıldıktan sonra kalan kireç çözeltisinin sertliği EDTA titrimetrik yöntemi kullanılarak tayin edildi.

## 2.4 Tekstür Analizi

Kabak örneklerinde tekstür profil analizi (TPA), TA-XT Plus Texture Analyzer cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2.6). Pişme öncesi ve pişme sonrası 3x2x1 $cm^3$ ve 3x2x2 $cm^3$ boyutlarında kesilen örnekler uygun bir tabla üzerine alınmıştır. Analizde test öncesi hız 1 mm/s, test hızı 1 mm/s, test sonrası hız 1 mm/s olacak şekilde 5 kg'lık yük hücresi kullanılarak, 10 g'lık tetikleyici kuvvetle zaman 5 s ayarlanarak, bıçak kabak örneğine değdikten sonra yüksekliğin %50'si olarak kesme yapılmıştır. Tekstür analizinde sertlik (hardness), yapışkanlık (Adhesiveness/dış yapışkanlık, cohesiveness/iç yapışkanlık), çiğnenebilirlik (gumminess), elastikiyet (springiness), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) değerleri ölçülmüştür. TPA grafik örneğine Şekil 2.7'de, tanımlara da Çizelge 2.3'te yer verilmiştir.




**Şekil 2.6 :** TA-XT Plus Texture Analyzer cihazında yapılan tekstür analizi




**Şekil 2.7 :** Tekstür profil analiz grafiği (Gunasekaran ve Ak, 2003).

**Çizelge 2.3 :** TPA terimlerinin tanımı ve ölçümü (Bourne, 1968; Friedman ve Whitney, 1963; Szczesniak, 1963).

| TPA Terimi | Tanım | Ölçümü |
|---|---|---|
| Sertlik-Hardness (N) | Belirli bir deformasyon için gerekli kuvvet | $P_1$'e karşılık gelen kuvvet |
| Esneklik-Springiness (m) | İlk baskının bitimi ile ikinci baskının başlangıcı arasındaki sürede örneğin ilk halini aldığı uzunluk | $D_2$ |
| İç Yapışkanlık-Cohesiveness | Ürün kitlesini oluşturan iç bağların gücü | $A_2/A_1$ |
| Sakızımsılık-Gumminess (N) | Yarı katı bir gıdayı yutmaya hazır hale gelinceye kadar parçalamak için gerekli enerji | Sertlik*iç yapışkanlık |
| Çiğnenebilirlik-Chewiness (J) | Katı bir gıdayı yutmaya hazır hale getirinceye kadar çiğnemek için gerekli enerji | Sertlik*iç yapışkanlık*Esneklik |
| Esneme-Resilience | Ürünün orijinal haline gelmek için gösterdiği etki | $A_{1w}/A_1$ |

## 2.5 İstatistiksel Analiz

Veriler ortalama ± standart sapma olarak sunulmuştur. İstatistiksel değerlendirme IBM SPSS Versiyon 22.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark tek yönlü varyans analizi (One-Way-ANOVA) ile belirlenmiştir.

# 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

## 3.1 Bal Kabağı Örneklerinde Renk Analizi Üzerine Bulgular

### 3.1.1 *L** değeri

*L** değeri materyalin ışık geçirgenliğini ifade eder. Bu değer 0-100 skalasında değişmektedir (Tamer, 2017). Çizelge 3.1'de verilen bal kabağı örneklerinin renk üzerine bulguları incelendiğinde parlaklık değeri yönünden en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B12:PS:1- ve B3:PÖ:1- kodlu numunelerde 41,62±0,96 ve 65,51±0,95 olarak tespit edilmiştir. Pişirme işlemi ve CaO çözeltisinde bekletme süresindeki artışa bağlı olarak *L** değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Kalınlık parametresi incelendiğinde pişme öncesi bal kabaklarındaki parlaklık değeri 2 cm kesilen bal kabağı örneklerinde 1 cm kesilen bal kabağı örneklerine göre azalma gösterirken, pişme sonrası artma göstermiştir ($p<0,001$). Karıştırma uygulaması özellikle pişme öncesi bal kabağı örneklerinde parlaklığı azaltan bir etki göstermiştir ($p<0,05$).

Tamer ve diğ. (2010), düşük kalorili bal kabağı tatlılarının çeşitli kalite kriterlerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bunun sonucunda taze kabakta *L** değerini 49.6±0.00 bulunmuştur.

Gülyüz (2019), soğukta ve kontrolsüz dış ortam koşullarında muhafaza ettiği bal kabaklarının *L** değerlerini incelediğinde muhafaza başlangıcında en yüksek *L** değerini ortalama 70,16; 180 gün süren muhafaza periyodu sonunda 59,47 olarak bulmuştur.

Seymen (2019), bal kabağından (*Cucurbita moschata*) üretilen reçel, marmelat ve pestilin kalite özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda *L** değerlerini sırasıyla 43.55±0.7, 44.6±0.15 ve 29.4±0.25 olarak bulmuştur. Genel anlamda bakıldığında literatürdeki sonuçlarla yapılan renk analizindeki *L** değerlerinin benzer olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.1 :** Bal kabağı örneklerinin L* değerleri.

| Numune Kodu | *L** Değeri |
|---|---|
| B3:PÖ:1:- | 65,51 ± 0,95[a] |
| B0:PÖ:2:- | 64,97 ± 1,14[a] |
| B3:PÖ:2:- | 64,41 ± 2,28[ab] |
| B0:PÖ:1:- | 63,2 ± 1,13[bc] |
| B6:PÖ:1:- | 62,99 ± 1,00[bc] |
| B3:PÖ:1:+ | 61,88 ± 0,88[cd] |
| B6:PÖ:2:- | 61,81 ± 0,52[cd] |
| B3:PÖ:2:+ | 60,38 ± 1,06[de] |
| B24:PÖ:1:- | 59,39 ± 1,43[e] |
| B6:PÖ:1:+ | 59,24 ± 0,54[e] |
| B6:PÖ:2:+ | 59 ± 1,15[ef] |
| B12:PÖ:2:+ | 57,7 ± 1,75[fg] |
| B12:PÖ:1:+ | 57,34 ± 1,39[gh] |
| B12:PÖ:2:- | 57,3 ± 1,89[gh] |
| B24:PÖ:2:- | 57,2 ± 2,05[gh] |
| B24:PÖ:2:+ | 56,5 ± 1,33[gh] |
| B12:PÖ:1:- | 56,23 ± 0,16[gh] |
| B24:PÖ:1:+ | 55,77 ± 0,55[h] |
| B24:PS:2:+ | 49,51 ± 1,43[i] |
| B24:PS:2:- | 47,93 ± 1,23[j] |
| B12:PS:2:+ | 47,71 ± 1,09[jk] |
| B24:PS:1:+ | 46,64 ± 1,13[jk] |
| B12:PS:1:+ | 46,6 ± 1,30[jk] |
| B6:PS:2:- | 46,45 ± 0,92[jk] |
| B24:PS:1:- | 46,2 ± 2,03[k] |
| B6:PS:2:+ | 44,63 ± 1,39[l] |
| B0:PS:2:- | 44,57 ± 1,23[l] |
| B3:PS:2:- | 44,43 ± 1,21[l] |
| B12:PS:2:- | 44,16 ± 1,38[l] |
| B3:PS:2:+ | 43,12 ± 0,83[lm] |
| B0:PS:1:- | 42,24 ± 0,99[m] |
| B6:PS:1:- | 42,21 ± 1,01[m] |
| B6:PS:1:+ | 41,99 ± 1,92[m] |
| B3:PS:1:- | 41,8 ± 0,91[m] |
| B3:PS:1:+ | 41,62 ± 1,30[m] |
| B12:PS:1:- | 41,62 ± 0,96[m] |

*:Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

### 3.1.2 *a** değeri

*a** değeri pozitif olduğu zaman kırmızılık, negatif olduğunda ise yeşillik değerlerini belirtmektedir (Tamer, 2017). Çizelge 3.2'de verilen bal kabağı örneklerinin renk üzerine bulguları incelendiğinde kırmızılık(+)/yeşillik(-) değeri yönünden en düşük

ve en yüksek değerler sırasıyla B24:PS:1- ve B0:PÖ:1- kodlu numunelerde 11,95±0,49 ve 27,26±0,74 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.2 :** Bal kabağı örneklerinin a* değerleri.

| Numune Kodu | *a** değeri |
|---|---|
| B0:PÖ:1:- | 27,26 ± 0,74[a] |
| B3:PÖ:2:- | 25,7 ± 0,99[b] |
| B3:PÖ:2:+ | 25,66 ± 0,52[b] |
| B0:PÖ:2:- | 24,56 ± 0,74[bc] |
| B3:PÖ:1:- | 24,32 ± 0,90[c] |
| B3:PÖ:1:+ | 23,74 ± 0,61[cd] |
| B12:PÖ:1:- | 23,61 ± 1,05[cde] |
| B6:PÖ:2:- | 23,39 ± 1,11[cdef] |
| B6:PÖ:1:- | 22,98 ± 0,49[def] |
| B24:PÖ:1:- | 22,74 ± 0,40[defg] |
| B6:PÖ:1:+ | 22,61 ± 0,91[defg] |
| B6:PÖ:2:+ | 22,37 ± 0,67[efg] |
| B12:PÖ:2:- | 22,19 ± 1,71[fg] |
| B12:PÖ:2:+ | 21,66 ± 1,22[gh] |
| B12:PÖ:1:+ | 20,89 ± 0,93[hi] |
| B24:PÖ:1:+ | 20,23 ± 1,21[ij] |
| B24:PÖ:2:- | 19,2 ± 1,64[jk] |
| B24:PÖ:2:+ | 18,39 ± 1,13[k] |
| B6:PS:2:+ | 16,74 ± 0,95[l] |
| B0:PS:2:- | 16,21 ± 0,96[lm] |
| B6:PS:2:- | 15,51 ± 1,06[mn] |
| B6:PS:1:+ | 14,77 ± 0,50[no] |
| B3:PS:2:+ | 14,76 ± 1,44[no] |
| B3:PS:2:- | 14,42 ± 1,26[no] |
| B12:PS:2:- | 14,31 ± 0,57[no] |
| B12:PS:1:+ | 14,29 ± 0,47[no] |
| B12:PS:1:- | 14,05 ± 0,95[op] |
| B24:PS:2:+ | 13,93 ± 1,24[op] |
| B6:PS:1:- | 13,82 ± 0,99[op] |
| B12:PS:2:+ | 13,71 ± 1,14[op] |
| B24:PS:2:- | 13,64 ± 1,34[op] |
| B0:PS:1:- | 13,64 ± 1,93[op] |
| B3:PS:1:+ | 12,95 ± 0,66[pq] |
| B24:PS:1:+ | 12,89 ± 0,66[pq] |
| B3:PS:1:- | 12,81 ± 1,18[pq] |
| B24:PS:1:- | 11,95 ± 0,49[q] |

*:Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Pişirme işlemi ve CaO çözeltisinde bekletme süresindeki artışa bağlı olarak *a**değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Kalınlık parametresi incelendiğinde pişme öncesi bal kabaklarındaki kırmızılık değeri 2 cm kesilen bal kabağı örneklerinde 1 cm kesilen bal kabağı örneklerine göre azalma gösterirken, pişme sonrası örneklerde artma göstermiştir ($p<0,001$). Karıştırma uygulaması özellikle pişme öncesi bal kabağı örneklerinde kırmızılığı azaltan bir etki göstermiştir ($p<0,05$).

Tamer ve diğ. (2010), düşük kalorili bal kabağı tatlılarının çeşitli kalite kriterlerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bunun sonucunda taze kabakta *a** değerini 21.9±0.00 olarak tespit etmişlerdir.

Seymen (2019), bal kabağından (*Cucurbita moschata*) üretilen reçel, marmelat ve pestilin kalite özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda *a** değerlerini sırasıyla 17.4±0.3, 16.1±0.15 ve 15.8±0.26 olarak bulmuştur. Genel anlamda bakıldığında literatürdeki sonuçlarla yapılan renk analizindeki *a** değerlerinin benzer olduğu görülmektedir.

### *3.1.3 b** değeri

*b** değeri pozitif olduğu takdirde sarılık, negatif olduğu zaman da mavilik değerlerini belirtmektedir (Tamer, 2017). Çizelge 3.3'te verilen bal kabağı örneklerinin renk üzerine bulguları incelendiğinde sarılık(+)/mavilik(-) değeri yönünden en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B3:PS:1- ve B0:PÖ:1- kodlu numunelerde 27,84±1,47 ve 64,7±1,32 olarak analiz edilmiştir. Pişirme işlemi ve CaO çözeltisinde bekletme süresindeki artışa bağlı olarak b*değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Karıştırma ön işleminin etkisine bakıldığında bekletme süresinin artmasıyla pişme öncesi karıştırmalı bal kabağı örneklerinin sarılık değerinde azalma gözlenirken aynı sonuca pişme sonrası karıştırmasız bal kabağı örneklerinde de rastlanmıştır ($p<0,001$). Kalınlık parametresinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Seymen (2019), bal kabağından (*Cucurbita moschata*) üretilen reçel, marmelat ve pestilin kalite özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda *b** değerlerini sırasıyla 27.5±0.6, 25.2±0.2 ve 8.2±0.2 olarak bulmuştur. Genel anlamda bakıldığında literatürdeki sonuçlarla yapılan renk analizindeki *b** değerlerinin benzer olduğu görülmektedir.

Tamer ve diğ. (2010), düşük kalorili bal kabağı tatlılarının çeşitli kalite kriterlerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bunun sonucunda taze kabakta *b** değerini 31.0±0.0 olarak tespit etmişlerdir.

**Çizelge 3.3 :** Bal kabağı örneklerinin *b** değerleri.

| Numune Kodu | *b** değeri |
|---|---|
| B0:PÖ:1:- | $64,70 \pm 1,32^{a}$ |
| B0:PÖ:2:- | $64,40 \pm 0,23^{a}$ |
| B3:PÖ:1:- | $61,40 \pm 0,96^{b}$ |
| B3:PÖ:1:+ | $58,47 \pm 0,42^{c}$ |
| B6:PÖ:1:- | $58,39 \pm 1,25^{c}$ |
| B6:PÖ:2:- | $57,75 \pm 1,13^{c}$ |
| B3:PÖ:2:- | $57,16 \pm 1,39^{c}$ |
| B3:PÖ:2:+ | $56,77 \pm 0,36^{c}$ |
| B12:PÖ:1:+ | $54,53 \pm 0,88^{d}$ |
| B12:PÖ:1:- | $52,94 \pm 0,19^{d}$ |
| B6:PÖ:1:+ | $50,01 \pm 0,97^{e}$ |
| B24:PÖ:1:- | $48,96 \pm 1,13^{ef}$ |
| B12:PÖ:2:+ | $47,97 \pm 2,02^{f}$ |
| B24:PÖ:2:- | $47,41 \pm 3,25^{f}$ |
| B6:PÖ:2:+ | $47,28 \pm 1,10^{f}$ |
| B12:PÖ:2:- | $47,18 \pm 2,12^{f}$ |
| B24:PÖ:1:+ | $42,80 \pm 2,02^{g}$ |
| B24:PÖ:2:+ | $40,86 \pm 1,55^{h}$ |
| B6:PS:2:- | $38,40 \pm 0,77^{i}$ |
| B12:PS:1:+ | $37,69 \pm 1,02^{ij}$ |
| B0:PS:2:- | $37,29 \pm 1,98^{ij}$ |
| B3:PS:2:- | $36,72 \pm 0,20^{jk}$ |
| B24:PS:2:+ | $36,41 \pm 1,80^{ijk}$ |
| B24:PS:2:- | $36,37 \pm 1,86^{ijk}$ |
| B12:PS:2:+ | $35,89 \pm 2,09^{jkl}$ |
| B6:PS:2:+ | $35,58 \pm 1,57^{jkl}$ |
| B3:PS:1:+ | $34,93 \pm 0,38^{klm}$ |
| B24:PS:1:+ | $34,92 \pm 1,50^{klm}$ |
| B0:PS:1:- | $34,82 \pm 0,69^{klm}$ |
| B12:PS:2:- | $34,81 \pm 1,14^{klm}$ |
| B6:PS:1:+ | $34,21 \pm 1,02^{lmn}$ |
| B3:PS:2:+ | $33,13 \pm 0,55^{mno}$ |
| B12:PS:1:- | $32,37 \pm 0,04^{nop}$ |
| B24:PS:1:- | $31,28 \pm 1,15^{op}$ |
| B6:PS:1:- | $30,99 \pm 2,42^{p}$ |
| B3:PS:1:- | $27,84 \pm 1,47^{q}$ |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$)

### 3.2 Kalsiyum Oksit (CaO) Çözelti Sertliği

Çizelge 3.4'te verilen sertlik bulguları incelendiğinde en düşük değer B24:PÖ:1-kodlu numunede 75,60 ± 0,80 en yüksek değer kontrol grubunda 107,60 ± 1,60 mg $CaCO_3$/L olarak ölçülmüştür.

**Çizelge 3.4 :** Bal kabağı örneklerinin çözelti sertliği değerleri.

| Numune Kodu | mg $CaCO_3$/L |
|---|---|
| Kontrol | $107,60 \pm 1,60^{a}$ |
| B3:PÖ:2:- | $102,00 \pm 1,20^{b}$ |
| B3:PÖ:1:- | $97,00 \pm 2,00^{c}$ |
| B3:PÖ:2:+ | $97,00 \pm 1,00^{c}$ |
| B3:PÖ:1:+ | $94,00 \pm 1,80^{d}$ |
| B6:PÖ:2:+ | $92,60 \pm 1,00^{d}$ |
| B12:PÖ:2:- | $89,00 \pm 1,00^{e}$ |
| B12:PÖ:1:- | $87,40 \pm 1,00^{f}$ |
| B6:PÖ:1:- | $87,40 \pm 1,00^{f}$ |
| B6:PÖ:2:- | $87,40 \pm 1,00^{f}$ |
| B6:PÖ:1:+ | $85,40 \pm 1,60^{g}$ |
| B12:PÖ:2:+ | $81,00 \pm 1,60^{h}$ |
| B12:PÖ:1:+ | $80,60 \pm 1,00^{hi}$ |
| B24:PÖ:1:+ | $79,40 \pm 1,00^{i}$ |
| B24:PÖ:2:+ | $79,40 \pm 1,00^{i}$ |
| B24:PÖ:2:- | $77,60 \pm 0,80^{j}$ |
| B24:PÖ:1:- | $75,60 \pm 0,80^{k}$ |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

#### 3.2.1 Bekletme süresinin çözelti sertliğine etkisi

Çizelge 3.4 incelendiğinde bekletme süresi arttıkça çözeltideki sertlik değerinin azaldığı görülmektedir. Sertlik değerindeki azalmanın kireç çözeltisindeki kalsiyumun bal kabağına geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna göre sertlik değerindeki azalma ile bal kabağına geçen kalsiyum miktarı doğru orantılıdır.

Bal kabağına geçen kalsiyumun kabağın yapısında bulunan pektin bileşiği ile etkileşime girebileceği düşünülmektedir. Çözeltideki sertliğin azalmasının bir diğer nedeni ise difüzyonla açıklanabilir. Difüzyon, herhangi bir maddenin moleküllerinin rastgele hareketlerle kendiliğinden, konsantrasyon farkına bağlı olarak yoğun bulunan bir ortamdan daha az yoğun olan başka bir ortama doğru madde transferidir. Moleküllerin difüzyonu kinetik bir olaydır ve Fick Kanunları, difüzyonu matematiksel bağlamda açıklamıştır (Flynn ve diğ, 1974).

### 3.2.2 Kalınlık parametresinin çözelti sertliğine etkisi

Bekletme süresindeki artışa paralel olarak 1 cm kalınlığında kesilen bal kabağı öneklerinin bekletildiği çözeltideki sertlik değerinin 2 cm kalınlığında kesilen bal kabağı örneklerinin bekletildiği çözeltiye göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$).

Luna-Guzman ve diğ. (1999), %2,5'lik (w/v) $CaCl_2$ ile muamele edilmiş kavun dilimlerindeki sertliğin kontrol gruplarından önemli ölçüde daha fazla olduğunu saptamış ve yiyeceklerde kabuk soyma, çubuk şeklinde kesme ve dilimleme metotlarının yüzey alanındaki artışının kalsiyumun iç hücrelere daha fazla yayılmasına izin vererek sertliği daha da artırdığını söylemiştir.

### 3.2.3 Karıştırma ön işleminin çözelti sertliğine etkisi

Bekletme süresindeki artışa paralel olarak karıştırma işlemi yapılan çözeltilerdeki sertlik değerinde karıştırmasız çözeltilere istinaden azalma görülmüştür. Karıştırma gibi mekanik bir müdahale ile kütle aktarımı hızlandırılarak çözeltideki $Ca^{+2}$ iyonlarının bal kabağı örneklerine daha hızlı nüfus etmesi sağlanabilmektedir.

## 3.3 Bal kabağı örneklerinde tekstürel analizler

Sertlik, TPA analizinde ilk sıkıştırma döngüsü (ilk ısırık) sırasındaki maksimum pik kuvvetini ifade etmektedir. Çizelge 3.5'te verilen bal kabağı örneklerinin maksimum pik kuvveti üzerine bulgular incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B0:PS:1- ve B24:PÖ:2+ kodlu numunelerde 132,7±61,8 g ve 5176±268 g olarak analiz edilmiştir.

Dış yapışkanlık, birinci ısırık için negatif güç alanı olarak tanımlanır ve bir gıdanın yüzeyi ile gıdanın temas ettiği diğer malzemelerin yüzeyi arasındaki çekici kuvvetlerin üstesinden gelmek için gereken işi temsil eder, yani sıkıştırma probunu numuneden uzağa çekmek için gereken toplam kuvvettir (Szczesniak, 1963 ve Bourne, 1968). Çizelge 3.6'da verilen bal kabağı örneklerinin dış yapışkanlık üzerine bulgular incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B6:PÖ:2- ve B6:PS:1+ kodlu numunelerde -2440±108 g.s ve -7,47±2,99 g.s olarak analiz edilmiştir.

Esneklik, geri kazanım anlamına gelmekte olup numunenin hem hız hem de farklı kuvvetlerde deformasyondan nasıl kurtulduğunun bir ölçümüdür. İlk baskının maksimumdan dönme noktasındaki alanının, probun geri dönmeye başladığı ve tetik kuvvetine kadar ulaştığı noktanın alanının birbirine oranıdır (Szczesniak, 1963; Bourne, 1968). Çizelge 3.7'de verilen bal kabağı örneklerinin esneklik değerleri incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B12:PS:2- ve B6:PS:1+ kodlu numunelerde 0,435±0,099 ve 5,86±0,45 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.5 :** Bal kabağı örneklerinin sertlik değerleri.

| Numune Kodu | Sertlik Değeri |
|---|---|
| B24:PÖ:2:+ | 5176 ± 268[a] |
| B24:PÖ:1:+ | 4608 ± 320[b] |
| B12:PÖ:2:+ | 3996 ± 264[c] |
| B12:PÖ:1:+ | 3739 ± 129[c] |
| B24:PÖ:1:- | 3414 ± 319[d] |
| B24:PÖ:2:- | 3291 ± 243[de] |
| B12:PS:1:+ | 3027 ± 227[ef] |
| B6:PÖ:1:+ | 2980 ± 312[fg] |
| B12:PS:2:+ | 2843 ± 249[fgh] |
| B12:PÖ:1:- | 2748 ± 153[fghi] |
| B12:PÖ:2:- | 2697 ± 251[ghi] |
| B6:PÖ:2:+ | 2659 ± 302[ghi] |
| B24:PS:1:+ | 2560 ± 235[hij] |
| B6:PÖ:1:- | 2470 ± 143[ijk] |
| B24:PS:1:- | 2324 ± 343[jk] |
| B6:PÖ:2:- | 2320 ± 130[jk] |
| B3:PÖ:1:+ | 2287 ± 85[jk] |
| B24:PS:2:- | 2224 ± 286[k] |
| B24:PS:2:+ | 2162 ± 101[kl] |
| B3:PÖ:2:+ | 1901 ± 191[lm] |
| B3:PÖ:1:- | 1748 ± 180[m] |
| B3:PÖ:2:- | 1399 ± 286[n] |
| B6:PS:1:+ | 1291 ± 90[no] |
| B6:PS:2:+ | 1105 ± 67[nop] |
| B0:PÖ:2:- | 1028 ± 15[opq] |
| B0:PÖ:1:- | 1021 ± 136[opq] |
| B12:PS:2:- | 1021 ± 105[opq] |
| B12:PS:1:- | 939 ± 19[pq] |
| B3:PS:2:+ | 930 ± 52[pq] |
| B3:PS:1:+ | 830 ± 47[pqr] |
| B6:PS:2:- | 754 ± 97[qrs] |
| B6:PS:1:- | 609 ± 2[rst] |
| B3:PS:1:- | 456 ± 61[stu] |
| B3:PS:2:- | 330 ± 67[tuv] |
| B0:PS:2:- | 162 ± 59[uv] |
| B0:PS:1:- | 132 ± 62[v] |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

**Çizelge 3.6 :** Bal kabağı örneklerinin dış yapışkanlık değerleri.

| Numune Kodu | Dış yapışkanlık Değeri |
|---|---|
| B6:PS:1:+ | -7,47 ± 3,0[a] |
| B0:PS:1:- | -17,28 ± 3,5[a] |
| B3:PS:1:+ | -27,18 ± 1,3[a] |
| B6:PS:1:- | -29,68 ± 11,8[a] |
| B24:PS:1:+ | -32,23 ± 19,1[a] |
| B6:PS:2:+ | -34,83 ± 0,2[a] |
| B12:PS:1:- | -35,01 ± 14,1[a] |
| B0:PS:2:- | -56,6 ± 21,7[a] |
| B12:PS:1:+ | -57,52 ± 25,4[a] |
| B24:PÖ:1:+ | -65,11 ± 31,1[a] |
| B3:PS:1:- | -72,68 ± 17,6[a] |
| B24:PS:1:- | -80,21 ± 27,8[a] |
| B24:PS:2:+ | -180,9 ± 50,6[b] |
| B3:PS:2:+ | -189,9 ± 44,2[b] |
| B12:PS:2:- | -199,4 ± 83,7[b] |
| B24:PS:2:- | -203 ± 45,9[b] |
| B6:PS:2:- | -205,5 ± 60,4[b] |
| B24:PÖ:1:- | -210,5 ± 55,7[b] |
| B0:PÖ:1:- | -217,1 ± 48,6[b] |
| B3:PS:2:- | -220 ± 43,7[b] |
| B12:PÖ:1:- | -240,2 ± 98,6[b] |
| B12:PÖ:1:+ | -342,2 ± 61,9[c] |
| B12:PS:2:+ | -354,5 ± 126,4[c] |
| B3:PÖ:1:- | -370,7 ± 59,2[c] |
| B3:PÖ:1:+ | -386,1 ± 38,3[c] |
| B6:PÖ:1:+ | -435,8 ± 75,3[c] |
| B6:PÖ:1:- | -438,2 ± 69,6[c] |
| B24:PÖ:2:- | -678,6 ± 90,8[d] |
| B24:PÖ:2:+ | -690 ± 70,1[d] |
| B3:PÖ:2:- | -1109 ± 83,0[e] |
| B0:PÖ:2:- | -1200 ± 109,0[e] |
| B12:PÖ:2:+ | -1468 ± 150,0[f] |
| B6:PÖ:2:+ | -1514 ± 158,0[f] |
| B3:PÖ:2:+ | -1706 ± 138,0[g] |
| B12:PÖ:2:- | -1931 ± 65,0[h] |
| B6:PÖ:2:- | -2440 ± 108,0[i] |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

**Çizelge 3.7 :** Bal kabağı örneklerinin esneklik değerleri.

| Numune Kodu | Esneklik Değeri |
|---|---|
| B6:PS:1:+ | 5,86 ± 0,45[a] |
| B12:PS:2:+ | 4,66 ± 0,64[b] |
| B0:PS:1:- | 4,49 ± 0,65[bc] |
| B12:PS:1:+ | 4,3 ± 0,68[bcd] |
| B3:PS:2:+ | 4,12 ± 0,28[cde] |
| B3:PS:2:- | 3,86 ± 0,57[def] |
| B6:PS:2:- | 3,65 ± 0,86[efg] |
| B6:PS:2:+ | 3,46 ± 0,33[fgh] |
| B24:PS:2:- | 3,46 ± 0,44[fgh] |
| B6:PÖ:1:+ | 3,34 ± 0,27[fghi] |
| B24:PÖ:1:+ | 3,21 ± 0,53[ghij] |
| B6:PS:1:- | 3,15 ± 0,72[ghij] |
| B24:PS:1:- | 3,09 ± 0,67[hijk] |
| B12:PÖ:1:- | 3,07 ± 0,46[hijk] |
| B24:PÖ:1:- | 2,92 ± 0,15[ijkl] |
| B12:PS:1:- | 2,87 ± 0,64[ijkl] |
| B3:PS:1:+ | 2,86 ± 0,57[ijkl] |
| B3:PÖ:1:+ | 2,83 ± 0,48[ijkl] |
| B6:PÖ:1:- | 2,82 ± 0,25[ijkl] |
| B3:PÖ:1:- | 2,72 ± 0,33[jkl] |
| B24:PS:1:+ | 2,57 ± 0,44[kl] |
| B0:PÖ:1:- | 2,57 ± 0,03[kl] |
| B12:PÖ:1:+ | 2,51 ± 0,31[l] |
| B0:PS:2:- | 1,89 ± 0,61[m] |
| B3:PS:1:- | 1,23 ± 0,16[n] |
| B24:PÖ:2:+ | 1,01 ± 0,14[n] |
| B3:PÖ:2:- | 0,977 ± 0,01[no] |
| B6:PÖ:2:- | 0,866 ± 0,05[no] |
| B12:PÖ:2:- | 0,831 ± 0,09[no] |
| B12:PÖ:2:+ | 0,828 ± 0,06[no] |
| B0:PÖ:2:- | 0,807 ± 0,12[no] |
| B24:PÖ:2:- | 0,751 ± 0,19[no] |
| B6:PÖ:2:+ | 0,749 ± 0,08[no] |
| B3:PÖ:2:+ | 0,731 ± 0,07[no] |
| B24:PS:2:+ | 0,68 ± 0,17[no] |
| B12:PS:2:- | 0,435 ± 0,10[o] |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

İç yapışkanlık, ikinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanının, birinci sıkıştırma sırasındaki pozitif kuvvet alanına oranı olarak tanımlanmaktadır. İç Yapışkanlık, malzemenin mekanik işlem sırasında parçalanma hızı olarak ölçülebilir (Szczesniak, 1963; Bourne, 1968). Çizelge 3.8'de verilen bal kabağı örneklerinin iç yapışkanlık-mekanik parçalanma hızı üzerine bulguları incelendiğinde en düşük ve en yüksek

değerler sırasıyla B24:PS:2+ ve B0:PS:2- kodlu numunelerde 0,11±0,011 ve 0,432±0,035 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.8 :** Bal kabağı örneklerinin iç yapışkanlık değerleri.

| Numune Kodu | İç yapışkanlık Değeri |
|---|---|
| B0:PS:2:- | 0,432 ± 0,035[a] |
| B0:PS:1:- | 0,34 ± 0,021[b] |
| B6:PS:1:+ | 0,322 ± 0,017[bc] |
| B12:PS:1:+ | 0,304 ± 0,024[c] |
| B6:PÖ:1:+ | 0,269 ± 0,013[d] |
| B12:PS:2:+ | 0,26 ± 0,002[d] |
| B3:PS:2:- | 0,228 ± 0,015[e] |
| B24:PS:2:- | 0,227 ± 0,026[e] |
| B6:PS:2:+ | 0,223 ± 0,006[ef] |
| B12:PÖ:1:- | 0,222 ± 0,010[ef] |
| B24:PÖ:1:+ | 0,222 ± 0,012[ef] |
| B3:PS:2:+ | 0,22 ± 0,003[ef] |
| B24:PS:1:+ | 0,209 ± 0,019[efg] |
| B3:PÖ:1:+ | 0,207 ± 0,014[efg] |
| B6:PÖ:2:+ | 0,2 ± 0,012[fgh] |
| B12:PÖ:2:- | 0,198 ± 0,010[ghi] |
| B24:PÖ:1:- | 0,193 ± 0,012[ghij] |
| B12:PS:2:- | 0,191 ± 0,006[ghij] |
| B6:PÖ:1:- | 0,191 ± 0,010[ghij] |
| B12:PS:1:- | 0,19 ± 0,009[ghij] |
| B3:PS:1:+ | 0,189 ± 0,014[ghij] |
| B3:PÖ:1:- | 0,188 ± 0,010[ghij] |
| B12:PÖ:1:+ | 0,188 ± 0,013[ghij] |
| B12:PÖ:2:+ | 0,186 ± 0,011[ghij] |
| B6:PÖ:2:- | 0,18 ± 0,024[hijk] |
| B0:PÖ:1:- | 0,178 ± 0,025[hijk] |
| B6:PS:1:- | 0,178 ± 0,011[hijk] |
| B3:PÖ:2:+ | 0,177 ± 0,018[hijk] |
| B24:PS:1:- | 0,174 ± 0,014[ijk] |
| B3:PÖ:2:- | 0,171 ± 0,010[jk] |
| B0:PÖ:2:- | 0,171 ± 0,011[jk] |
| B3:PS:1:- | 0,16 ± 0,020[kl] |
| B24:PÖ:2:- | 0,157 ± 0,030[kl] |
| B6:PS:2:- | 0,145 ± 0,006[l] |
| B24:PÖ:2:+ | 0,145 ± 0,008[l] |
| B24:PS:2:+ | 0,11 ± 0,011[m] |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Elastikiyet (yaylanma) gıdanın, ilk ısırmanın sonu ile ikinci ısırmanın başlangıcı arasında geçen süre boyunca toparlandığı yükseklikle ilişkilidir (Szczesniak, 1963; Bourne, 1968). Çizelge 3.9'da verilen bal kabağı örneklerinin elastikiyet bulguları

incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B12:PS:1+ ve B0:PÖ:1- kodlu numunelerde 42,11±2,56 ve 98,96±0,75 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.9 :** Bal kabağı örneklerinin elastikiyet değerleri.

| Numune Kodu | Elastikiyet Değeri |
|---|---|
| B0:PÖ:1:- | 98,96 ± 0,75[a] |
| B0:PS:1:- | 93,52 ± 4,01[b] |
| B0:PS:2:- | 93,25 ± 6,63[b] |
| B3:PS:2:+ | 92,79 ± 5,67[b] |
| B0:PÖ:2:- | 85,55 ± 2,05[c] |
| B3:PÖ:2:- | 79,75 ± 0,18[d] |
| B12:PÖ:2:- | 79,47 ± 3,72[d] |
| B3:PÖ:2:+ | 79,31 ± 1,24[d] |
| B6:PÖ:2:- | 79,09 ± 2,33[d] |
| B3:PS:1:- | 76,23 ± 3,92[de] |
| B6:PS:1:- | 76,06 ± 4,00[de] |
| B3:PS:2:- | 75,94 ± 4,56[de] |
| B6:PÖ:2:+ | 74,41 ± 2,61[e] |
| B6:PS:2:- | 73,73 ± 4,99[ef] |
| B3:PÖ:1:- | 73,38 ± 2,72[efg] |
| B12:PÖ:2:+ | 72,83 ± 2,95[efg] |
| B12:PS:2:- | 72,55 ± 2,22[efg] |
| B24:PS:2:- | 71,49 ± 4,83[efgh] |
| B24:PÖ:2:+ | 69,57 ± 5,76[fghi] |
| B3:PÖ:1:+ | 68,81 ± 1,59[ghi] |
| B24:PÖ:2:- | 67,73 ± 1,37[hi] |
| B6:PÖ:1:+ | 65,25 ± 1,45[ij] |
| B6:PÖ:1:- | 65,07 ± 3,47[ij] |
| B3:PS:1:+ | 65,06 ± 3,31[ij] |
| B12:PS:1:- | 61,07 ± 2,85[jk] |
| B24:PS:2:+ | 60,47 ± 3,28[kl] |
| B12:PÖ:1:+ | 60,09 ± 4,93[kl] |
| B12:PÖ:1:- | 58,98 ± 3,57[kl] |
| B6:PS:1:+ | 56,07 ± 4,54[lm] |
| B24:PÖ:1:- | 53,9 ± 1,74[mn] |
| B24:PS:1:- | 53,53 ± 4,58[mn] |
| B24:PÖ:1:+ | 51,24 ± 3,64[n] |
| B24:PS:1:+ | 50,63 ± 2,33[n] |
| B12:PS:2:+ | 44,59 ± 4,43[o] |
| B6:PS:2:+ | 44,3 ± 6,03[o] |
| B12:PS:1:+ | 42,11 ± 2,56[o] |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Sakızımsılık, sertlik x iç yapışkanlık çarpımı olarak tanımlanır. Sakızımsılık, düşük sertlik derecesine ve yüksek derecede iç yapışkanlığa sahip yarı katı yiyeceklerin bir özelliğidir (Szczesniak, 1963; Bourne, 1968). Çizelge 3.10'da verilen bal kabağı

örneklerinin sakızımsılık üzerine bulguları incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B0:PS:2- ve B24:PÖ:1+ kodlu numunelerde 12,34±0,75 ve 995±83,3 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.10 :** Bal kabağı örneklerinin sakızımsılık değerleri.

| Numune Kodu | Gumminess Değeri |
|---|---|
| B24:PÖ:1:+ | $995,5 \pm 83,3^{a}$ |
| B24:PÖ:2:+ | $783,9 \pm 62,8^{b}$ |
| B12:PÖ:2:+ | $736,5 \pm 83,8^{b}$ |
| B6:PÖ:1:+ | $570,2 \pm 39,6^{c}$ |
| B12:PÖ:1:- | $548,2 \pm 20,9^{cd}$ |
| B24:PS:1:- | $529,9 \pm 59,9^{cde}$ |
| B24:PS:1:+ | $506,7 \pm 54,6^{def}$ |
| B12:PÖ:1:+ | $491,5 \pm 5,9^{def}$ |
| B24:PÖ:1:- | $480,5 \pm 28,5^{efg}$ |
| B6:PÖ:1:- | $479,6 \pm 18,0^{efg}$ |
| B6:PÖ:2:+ | $455,2 \pm 31,8^{fg}$ |
| B24:PS:2:+ | $425,6 \pm 14,2^{gh}$ |
| B3:PÖ:1:+ | $381,6 \pm 36,7^{hi}$ |
| B6:PÖ:2:- | $353,4 \pm 27,2^{ij}$ |
| B12:PS:1:+ | $316,9 \pm 30,8^{jk}$ |
| B3:PÖ:1:- | $295,7 \pm 16,9^{jkl}$ |
| B12:PÖ:2:- | $287,6 \pm 17,7^{klm}$ |
| B3:PÖ:2:+ | $282,8 \pm 44,3^{klmn}$ |
| B24:PÖ:2:- | $279,2 \pm 6,4^{klmn}$ |
| B3:PÖ:2:- | $243,3 \pm 26,2^{lmno}$ |
| B6:PS:1:+ | $241,3 \pm 11,0^{lmno}$ |
| B6:PS:2:+ | $225,8 \pm 36,0^{mno}$ |
| B12:PS:2:- | $218,5 \pm 12,9^{nop}$ |
| B0:PÖ:1:- | $210,9 \pm 44,0^{op}$ |
| B3:PS:2:+ | $179,3 \pm 56,6^{opq}$ |
| B24:PS:2:- | $178,4 \pm 26,7^{opq}$ |
| B12:PS:2:+ | $159,0 \pm 20,4^{pqr}$ |
| B0:PÖ:2:- | $156,9 \pm 30,3^{pqr}$ |
| B3:PS:1:+ | $144,5 \pm 30,4^{qr}$ |
| B12:PS:1:- | $133,6 \pm 88,0^{qrs}$ |
| B6:PS:2:- | $114,5 \pm 33,2^{qrst}$ |
| B6:PS:1:- | $99,6 \pm 26,1^{rst}$ |
| B3:PS:1:- | $71,0 \pm 34,7^{stu}$ |
| B0:PS:1:- | $65,4 \pm 32,6^{3tu}$ |
| B3:PS:2:- | $34,2 \pm 18,1^{u}$ |
| B0:PS:2:- | $12,3 \pm 0,7^{u}$ |

*: Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

Çiğnenebilirlik, sakızımsılık x elastikiyet (sertlik x iç yapışkanlık x elastikiyet) çarpımına eşittir. Bu nedenle bu parametrelerden herhangi birinin değişmesinden

etkilenir. Çiğnenebilirlik yumuşak ve katı yiyecekleri çiğnemek için gereken enerji cinsinden ölçülür (Szczesniak, 1963; Bourne, 1968). Çizelge 3.11'de verilen bal kabağı örneklerinin çiğnenebilirlik üzerine bulguları incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla B0:PS:2- ve B24:PÖ:2+ kodlu numunelerde 7,84±2,78 ve 520,4±20,3 olarak analiz edilmiştir.

**Çizelge 3.11 :** Bal kabağı örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri.

| Numune Kodu | Çiğnenebilirlik Değeri |
|---|---|
| B24:PÖ:2:+ | 520,4 ± 20,3$^{a}$ |
| B24:PÖ:1:+ | 507,8 ± 24,1$^{a}$ |
| B12:PÖ:2:+ | 502,7 ± 26,0$^{a}$ |
| B24:PÖ:1:- | 403,0 ± 20,1$^{b}$ |
| B6:PÖ:1:+ | 362,4 ± 30,3$^{c}$ |
| B6:PÖ:2:+ | 336,2 ± 17,7$^{cd}$ |
| B24:PS:1:- | 311,5 ± 13,4$^{de}$ |
| B12:PÖ:1:- | 300,7 ± 25,5$^{ef}$ |
| B12:PÖ:1:+ | 278,2 ± 11,9$^{efg}$ |
| B3:PÖ:2:+ | 275,1 ± 9,0$^{fg}$ |
| B24:PS:1:+ | 268,5 ± 26,0$^{fg}$ |
| B3:PÖ:1:+ | 267,7 ± 14,7$^{fg}$ |
| B24:PS:2:+ | 256,3 ± 9,6$^{gh}$ |
| B6:PÖ:1:- | 253,4 ± 30,5$^{gh}$ |
| B3:PÖ:1:- | 224,2 ± 20,8$^{hi}$ |
| B12:PS:2:+ | 221,6 ± 0,4$^{hi}$ |
| B24:PÖ:2:- | 199,6 ± 19,2$^{ij}$ |
| B12:PS:1:+ | 198,2 ± 24,2$^{ij}$ |
| B24:PS:2:- | 180,1 ± 43,3$^{jk}$ |
| B12:PÖ:2:- | 174,2 ± 19,5$^{jk}$ |
| B6:PS:1:+ | 164,5 ± 44,2$^{jkl}$ |
| B3:PÖ:2:- | 150,7 ± 23,8$^{klm}$ |
| B12:PS:1:- | 138,0 ± 34,4$^{lm}$ |
| B0:PÖ:2:- | 137,8 ± 34,5$^{lm}$ |
| B6:PÖ:2:- | 132,6 ± 10,3$^{lm}$ |
| B3:PS:2:+ | 128,4 ± 14,8$^{lmn}$ |
| B6:PS:2:+ | 119,1 ± 15,0$^{mno}$ |
| B12:PS:2:- | 118,9 ± 28,1$^{mno}$ |
| B3:PS:1:+ | 94,03 ± 20,5$^{nop}$ |
| B6:PS:2:- | 89,19 ± 21,3$^{opq}$ |
| B0:PÖ:1:- | 88,82 ± 15,0$^{opq}$ |
| B6:PS:1:- | 77,36 ± 24,2$^{pq}$ |
| B0:PS:1:- | 56,97 ± 25,8$^{qr}$ |
| B3:PS:1:- | 37,85 ± 10,8$^{rs}$ |
| B3:PS:2:- | 25,22 ± 10,0$^{rs}$ |
| B0:PS:2:- | 7,84 ± 2,8$^{s}$ |

*:Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma şeklinde verilmiştir. Farklı harfler aynı sütunda verilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark olduğunu ifade etmektedir ($p<0,05$).

### 3.3.1 Pişirme işleminin tekstürel özellikler üzerine etkisi

Taze bal kabağı örneklerinin doygun CaO çözeltisinde bekletme süresindeki artışa paralel olarak sertlik, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik parametrelerinin pişme öncesi değerleri pişme sonrası değerlerinden daha yüksek çıkarken; dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık değerleri daha düşük çıkmıştır ($p<0,001$). Pişirme işlemi sırasında uygulanan ısıl işlem, çoğu zaman ürünlerde arzulanmayan yumuşamalara ve bazen neredeyse dağılmaya varan tekstürel bozulmalara yol açabilmektedir. Bunun başlıca nedeni "hücre duvarına bağlı halde bulunan pektik bileşiklerin ısı etkisiyle çözünür hale geçmesidir" (Cemeroğlu, 2016). Nitekim, Chang ve diğ. (1993), pektinle ilgili yapmış oldukları çalışmada ısının etkisiyle hücre duvarlarına hidrojen bağlarıyla bağlanmış halde bulunan pektik bileşiklerin bağlardaki ısı hassasiyeti nedeniyle hücre duvarından hızlı bir şekilde ayrıldığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca özellikle nötre yakın ve nötral ortamlarda pektik bileşiklerde β-eliminasyonu olarak adlandırılan bir parçalanma olayı ısıtma sırasında büyük bir ivme kazanarak pektik bileşikleri yıkıma uğratmaktadır (Hui, 1992). Bu nedenle pişme öncesi sertlik, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin, pişirme sonrası ise dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık değerlerinin daha yüksek daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Pektik bileşiklerdeki galakturonik asit ünitelerinin bir kısmı metil alkolle esterleşmiştir. Esterleşmiş galakturonik asitin oranı pektik bileşiklerin nitelikleri açısından önemlidir. Pektin aslında farklı oranda metil ester (metoksil) grupları içeren, suda çözünür nitelikteki pektinik asittir. Uygun koşullarda şeker ve asitle jel yapabilme niteliğindedir. Eğer esterleşme derecesi düşükse, sıcaklığın da etkisiyle kalsiyum gibi divalent iyonlarla şeker olmasa bile güçlü bir jel yapabilmektedir (Cemeroğlu, 2016). Doygun CaO çözeltisinde bekletildikten sonra sakkaroz çözeltisinde pişmiş olan bal kabağı örnekleri de bu şekilde pektin jeli oluşturarak dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık parametrelerinin daha yüksek çıkmasına sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir.

### 3.3.2 Bekletme süresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi

Bekletme süresinin artmasıyla sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış görülürken; dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır ($p<0,001$).

Doygun CaO çözeltisinde bulunan $Ca^{+2}$ iyonları bekleme süresindeki artışa paralel olarak difüzyon daha fazla miktarda bal kabağı örneklerine geçerek sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini artırmış; dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve elastikiyet değerlerini de azaltmış olabileceği düşünülmektedir. Ferguson (1984), meyve olgunlaşmasında kalsiyumun etkisini araştırmış ve $Ca^{+2}$ iyonunun membran fosfolipitindeki ve hücre duvarı pektinleri ile etkileşime girdiğini ve böylece olgunlaşma için önemli olan değişiklikleri önlediğini ya da geciktirdiğini ileri sürmüştür. Örneğin, sanayide konserveye işlenecek bazı ürünlerde haşlama suyuna veya dolgu sıvısına kalsiyum klorür ($CaCl_2$) eklenmesi alışageldik bir uygulamadır. Kalsiyum klorür dolgu sıvısına eklendiğinde hücre duvarlarında bulunan pektik bileşikler ortama bırakılan metaller sayesinde hidrojen bağları oluşturarak protopektinin çözünebilir pektine parçalanmasını engelleyerek yumuşamayı geciktirir (Cemeroğlu, 2016).

Beltekin (2019), bal kabağı tatlısının sertliğinin, değişkenlere bağlı olarak 15 N (≅1529 g) ile 29,67 N (≅3025 g) arasında değişkenlik gösterdiğini; $CaCl_2$ konsantrasyonu, sıcaklık ve bekletme süresi dikkate alınmayan kontrol grubu bal kabağı tatlısının ise sertliğinin 12 N (≅1224 g) olduğunu analiz etmiştir. En düşük sertlik değerinin maksimum sıcaklık (40 °C) ve minimum bekletme süresinde (10 dakika) olduğunu gözlemlemiştir.

### 3.3.3 Kalınlık parametresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi

Pişme öncesi bal kabağı örneklerinin sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerleri 1 cm kalınlığında dilimlenmiş örneklerde daha fazla iken, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde 2 cm kalınlığında dilimlenmiş örnekler daha yüksek değerlere sahiptir.

Pişme sonrası bal kabağı örneklerinin sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri 2 cm kalınlığında dilimlenmiş bal kabağı örneklerinde daha yüksek iken; dış yapışkanlık değeri 1 cm kalınlığında dilimlenmiş bal kabağı örneklerinde daha fazla bulunmuştur.

Kalınlık parametresi sertlik değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p<0,05$), diğer tekstürel özellikler üzerine çok yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Pişme öncesi örneklerde kalınlığın artmasıyla sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerlerinin azalmasının nedeni Fick difüzyon yasasıyla açıklanabilir. 1 cm kesilen örneklerin yüzey alanı artınca bal kabağı örnekleri bünyesine daha fazla $Ca^{+2}$ iyonu alarak sertlik, dış yapışkanlık, esneklik, iç yapışkanlık ve sakızımsılık değerlerini artırmış olabileceği sonucuna varılabilir. Elastikiyetin, ilk sıkıştırmanın bitimi ile ikinci sıkıştırmanın başlangıcı arasında geçen zaman anlamına geldiğini düşünürsek pişme öncesi daha kalın örneklerde elastikiyet derecesinin ve aynı zamanda çiğnenebilirlik derecesinin de artacağı şeklinde yorum yapılabilir.

Izumi ve Watada (1994), 2 dakika süreyle %0,5 ve %1 $CaCl_2$ çözeltilerini 0, 5, 10 °C'de sakladığında kıyılmış, dilimlenmiş ve çubuk şeklinde kesilmiş havuç numunelerinde sertliğin korunduğunu bildirmiştir. Kıyılmış havuçların kalsiyum içeriğinin çubuk şeklinde olanlara göre 2 kat, dilimlenmiş olanlara göre 3 kat daha fazla kalsiyum içeriğini artırdığını gözlemlemiştir. Doku sertliğini bitişik poliuronid zincirlerinin karboksil grupları ile +2 değerli kalsiyum iyonları arasındaki yumurta kutusu modeli olarak adlandırılan çapraz bağlanmaya atfetmiştir (Barnes ve Patchet 1976; Van-Buren 1979).

Pişme sonrası örneklerde kalınlığın azalmasıyla sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, elastikiyet, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin azalmasının nedeni 1 cm dilimlenen örneklerde yüzey alanındaki artış, hücre duvarlarında ısıya duyarlı hidrojen bağlarıyla bağlanmış pektik bileşiklerin daha fazla serbest hale geçerek dokularda yumuşamaya neden olmasıyla açıklanabilir (Cemeroğlu, 2016). Pişme sonrası örneklerde dış yapışkanlık ise kalınlığın artmasıyla azalma eğilimi göstermiştir.

### 3.3.4 Karıştırma parametresinin tekstürel özellikler üzerine etkisi

Karıştırma işlemi, pişme öncesi ve pişme sonrası sertlik, esneklik, iç yapışkanlık, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik gibi tekstürel özelliklerin değerlerinde artışa sebep olurken elastikiyeti azaltmıştır. Dış yapışkanlık haricindeki ($p>0,05$) tekstürel özellikler üzerine istatistiksel olarak bu çok yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$).

Karıştırma ön işlemi yapılan bal kabağı örneklerinin tekstürel özelliklerinin değerlerinde genel olarak artma eğilimi gözlenmiştir. Bu durumu bal kabağının

yapısal özellikleri üzerinden yola çıkarak konvektif difüzyonla açıklayabiliriz. Doygun CaO çözeltisinde bekletilen bal kabağı örneklerine karıştırmanın da etkisiyle daha hızlı ve daha fazla $Ca^{+2}$ iyonu nüfus etmiştir. Bal kabağına nüfus eden kalsiyum iyonları kabağın yapısındaki pektin ile bağ oluşturarak daha kuvvetli bir tekstürel yapı oluşturmaktadır.

Pişme sonrasındaki tekstürel değerlerde artma ise pektin moleküllerinin ısı, şeker ve meyve asitinin etkisiyle jel yapması olarak açıklanabilir. Düşük esterleşme ile jel oluşurken şeker ve asitin etkisi daha az olmakla birlikte $Ca^{+2}$ ve $Mg^{+2}$ gibi divalent iyonlara ihtiyaç duyulur. Bu şekilde jel oluşurken esterleşmemiş homogalakturonik asit parçacıkları molekülün düz bölgeleriyle yan yana gelir. Düz denilen bölge aslında zikzak şeklinde bir zincir olup dallanmamıştır. Esterleşme derecesi düşük olan ve galakturonik asit birimlerinden oluşan bu zikzaklı yapıya hidrojen iyonları bağlanamamakta ve köprü oluşturulamamaktadır. Ancak divalent iyonlarla güçlü bağlar kurarak jel meydana getirirler.

Bu jel oluşumu için kalsiyum gibi +2 değerlikli bir iyon bulunmak zorundadır. Düz bölgelerin pektin molekülleri ile bağ yapması "yumurta kutusu" modeli adı altında tanımlanmaktadır. Üç boyutlu olan bu yapının oluşması için şeker ya da su aktivitesi çok önem arz etmemektedir. Pektin jelinin sert olması için metoksil miktarının düşük, kalsiyumun ise normal sınırlar altında olması yeterlidir. (Cemeroğlu, 2016). Her iki esterleşme durumunda da jel oluşumu sağlanabilmektedir.

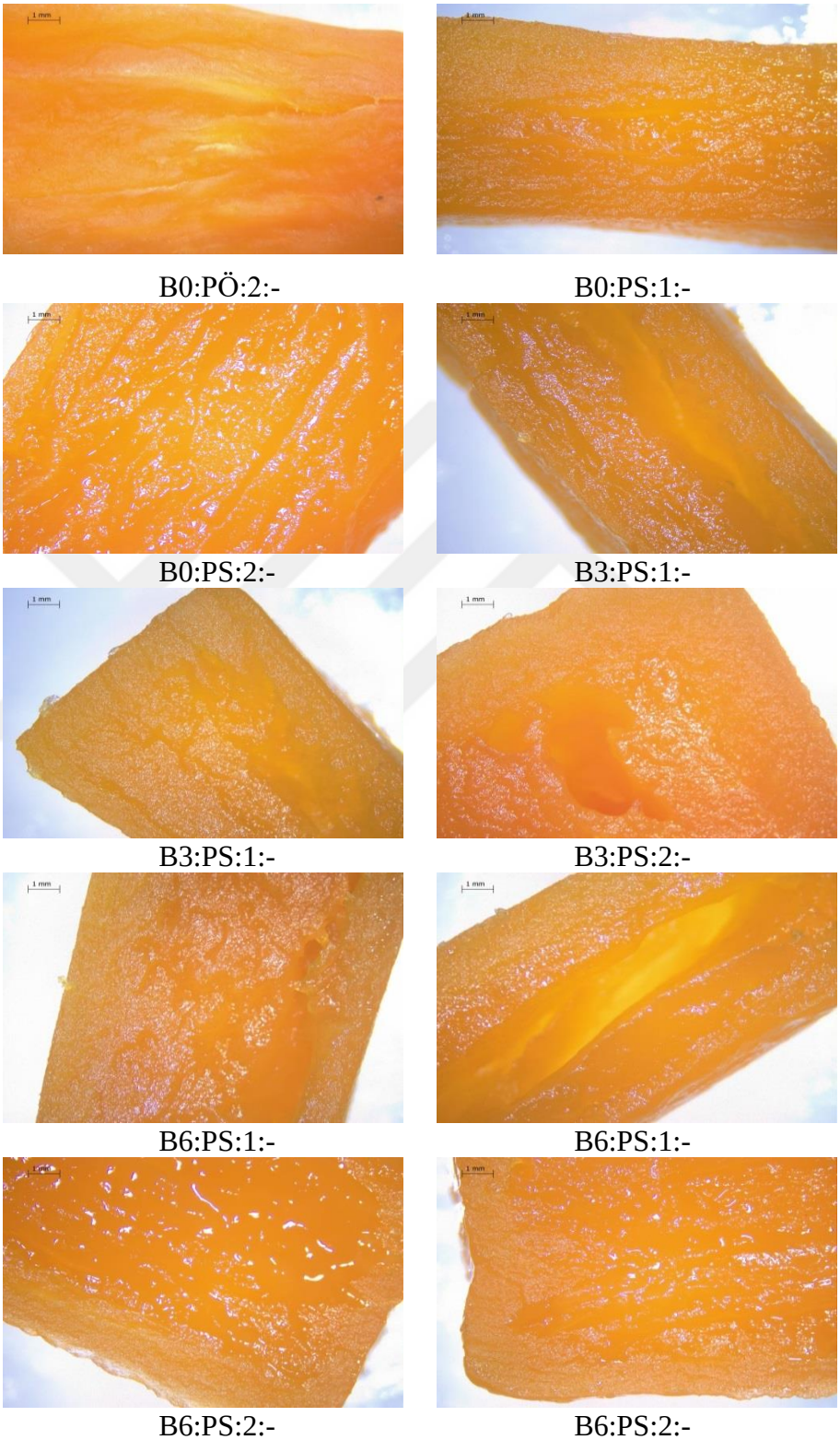
Bal kabağı örneklerinde de pişirme esnasında pektin jelinin oluşumunun sağlandığı ve bu oluşan jel sayesinde pişme sonrası bal kabağı örneklerinin tekstürel değerlerinde artma olduğu düşünülmektedir.

### 3.4 Bal Kabağı Örneklerinin Mikroskop Görüntüleri Üzerine Bulgular

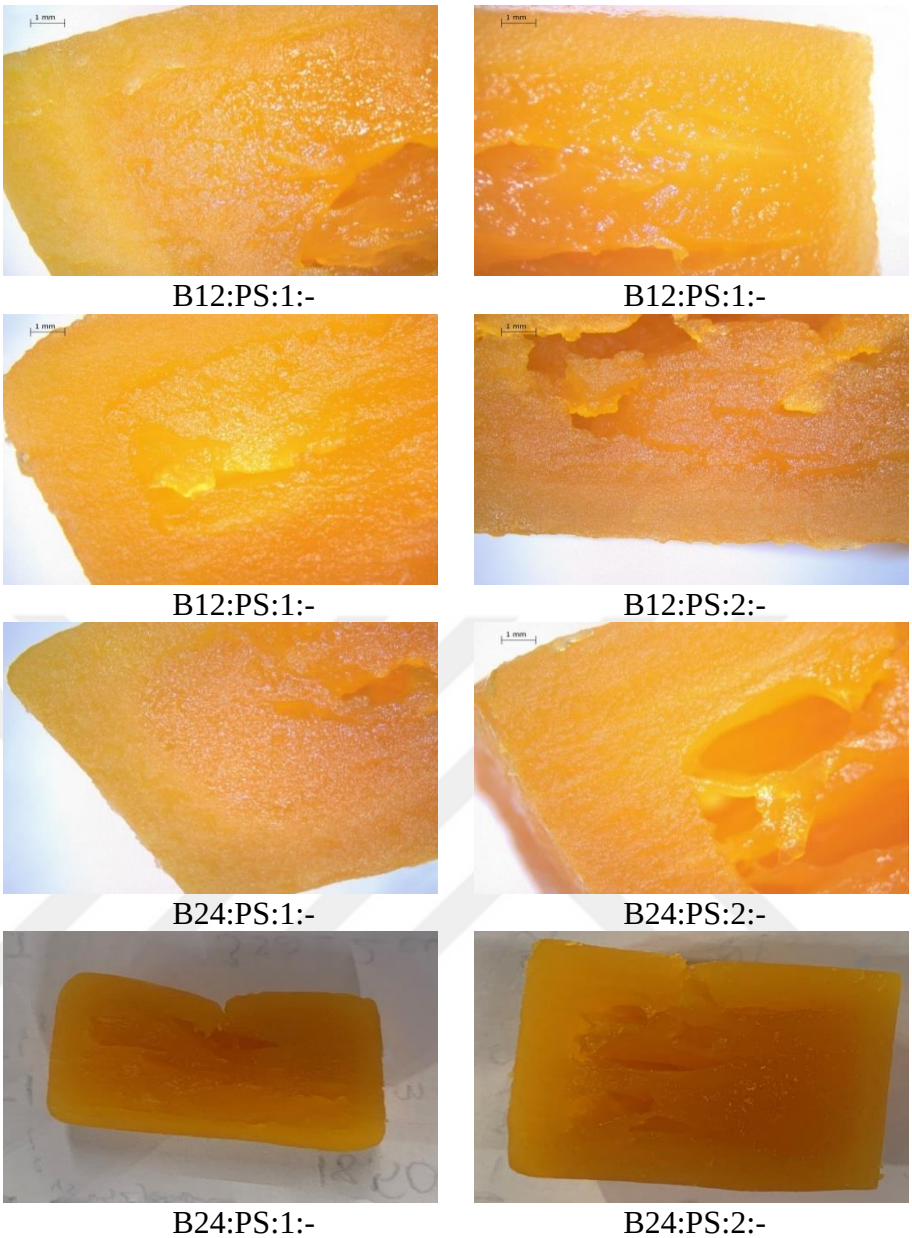
Bal kabağı örneklerinin mikroskop görüntüleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Pişirme işleminin, CaO çözeltisinde farklı bekletme süresinin ve kalınlığın bal kabağı örneklerinde önemli ölçüde değişikliğe sebep olduğu görülmektedir.

Şekil 3.1'de de görüldüğü gibi kontrol grubu bal kabağı örneklerinin görüntüsü ile (B0:PÖ:2:-) ile sakkaroz çözeltisinde pişirildikten sonra alınan mikroskop görüntülerinde gözle görülür dokusal farklar oluşmuştur. CaO çözeltisinde bekletme süresinin artmasına bağlı olarak bal kabağı örneklerinin dış çeperlerinin iç çeperlere

kıyasla daha sıkı olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum pektin jeli oluşumuyla açıklanabilir. Bu oluşum su aktivitesinin düşmesiyle yani şeker konsantrasyonunun yükselmesiyle daha iyi gerçekleşebilmektedir.




**Şekil 3.1 :** Bal kabağı örneklerinin mikroskop görüntüleri (x8)



B12:PS:1:- B12:PS:1:-

B12:PS:1:- B12:PS:2:-

B24:PS:1:- B24:PS:2:-

B24:PS:1:- B24:PS:2:-

**Şekil 3.1 (devam) :** Bal kabağı örneklerinin mikroskop görüntüleri (x8)

# 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

İyi bir besin kaynağı olan bal kabağı çok yaygın işlenmiş bir gıda olmamakla birlikte son yıllarda tüketimi artan bir meyvedir. Kabak tatlısı ile ilgili verilerin mevcudiyeti oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada sönmemiş kireç uygulamasının kabak tatlısı üzerine etkileri araştırılmış ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda 1 cm ve 2 cm olarak dilimlenen karıştırmalı ve karıştırmasız ön işlemler uygulanan pişme öncesi ve pişme sonrasında, belirlenen sönmemiş kireçte bekletme sürelerinde, bal kabağı örneklerinde meydana gelen renk değişimleri (*L*, a*, b*),* tekstürel değişimler (sertlik, yapışkanlık, esneklik, çiğnenebilirlik, sakızımsılık, elastikiyet ve iç yapışkanlık) ile bal kabağı örneklerinin bekletildiği %0,118'lik doygun CaO çözeltilerinin sertlik değeri değişimleri incelenmiştir.

Bal kabağı örneklerinin renk analiz sonuçlarına bakıldığında *L** değeri en yüksek; karıştırma ön işlemi yapılmadan CaO çözeltisinde 3 saat bekletilen, 1 cm kalınlığında kesilmiş pişme öncesi bal kabağı örneklerinde; *a** ve *b** değerleri en yüksek; karıştırma ön işlemi yapılmadan CaO çözeltisinde bekletilmemiş, 1 cm kalınlığında kesilmiş pişme öncesi bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. CaO çözeltisinde bekletme süresinin artmasına paralel olarak pişme öncesi *L*, a*, b** değerleri pişme sonrası örneklerin değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Karıştırma ön işlemi genel olarak parlaklığı, kırmızılığı ve sarılığı azaltan bir etki göstermiştir. Kalınlık parametresinin etkisi *L** ve *a** değerleri için önemliyken *b** değeri için önemsiz bulunmuştur.

Bal kabağı örneklerinin bekletildiği CaO çözeltisinin sertlik değeri, kontrol grubunda en yüksek değere sahipken CaO çözeltisinde bekletme süresindeki artışa bağlı olarak düşmüştür. Karıştırma ön işlemi yapılan 1 cm kalınlığında kesilmiş 12. saate kadar bekletilen bal kabağı örneklerinde çözeltilerin sertlik değeri en düşük olup 12. ve 24. saatler arasında hemen hemen benzer değerler ölçülmüştür. Bunun nedeni olarak karıştırma ön işleminin kalsiyumun emilimini hızlandırarak 12. saatte doygunluğa ulaştırdığı söylenebilir.

Bal kabağı örneklerin tekstürel analiz sonuçları incelendiğinde, sertlik değeri en yüksek 24 saat CaO çözeltisinde bekletilen, pişme öncesi karıştırma ön işlemine tabi tutulan, 2 cm kalınlığında kesilmiş bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. CaO çözeltisinde bekletme süresi arttıkça daha fazla kalsiyum emilimi gerçekleştiği için bal kabağı örneklerinin sertliği artmıştır. Pişme öncesinde ölçülen değerler pişme sonrasında ölçülen değerlerden daha yüksek çıkmıştır. Pişirme işlemi sertliği azaltmıştır. Karıştırma ön işlemi pişme öncesi ve sonrası ölçülen sertlik değerini artıran bir etkiye neden olmuştur. Kalınlığın artması ile pişme öncesi örneklerde sertlik değeri azalmıştır. Pişme sonrası karıştırma yapılmayan örneklerin sertliği, karıştırma yapılan örneklere kıyasla daha yüksek ölçülmüştür.

Dış yapışkanlık değeri en yüksek 6 saat CaO çözeltisinde bekletilen, pişme öncesi karıştırma ön işlemine tabi tutulan, 1 cm kalınlığında kesilmiş bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişme öncesinde ölçülen değerler pişme sonrasında ölçülen değerlerden daha düşük çıkmıştır. Pişirme işlemi dış yapışkanlığı artırmıştır. CaO çözeltisinde bekletme süresinin uzaması kalsiyum emiliminin artmasına paralel olarak özellikle pişme öncesi örneklerde dış yapışkanlık değerini azaltmıştır. Karıştırma ön işlemi dış yapışkanlığı önemli ölçüde değiştirmemiştir.

Esneklik (geri kazanım) değeri en yüksek 6 saat CaO çözeltisinde bekletilen, pişme öncesi karıştırma ön işlemine tabi tutulan, 1 cm kalınlığında kesilmiş bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişme öncesinde ölçülen değerler pişme sonrasında ölçülen değerlerden daha düşük çıkmıştır. Pişirme işlemi esnekliği artırmıştır. CaO çözeltisinde bekletme süresinin uzaması kalsiyum emilimini artırdığı için özellikle pişme öncesi örneklerde esneklik değerini azaltmıştır. Karıştırma ön işlemi esneklik değerini artıran bir parametre olmuştur.

İç yapışkanlık (mekanik parçalanma hızı) değeri en yüksek CaO çözeltisinde hiç bekletilmeyen, karıştırmaya tabi tutulmamış, pişme işlemi uygulanan, 2 cm kalınlığında kesilmiş bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişirme işlemi genel anlamda iç yapışkanlığı artırmıştır. CaO çözeltisinde bekletme süresinin uzaması kalsiyum emiliminin artmasına paralel olarak genellikle pişme öncesi örneklerde iç yapışkanlığı azaltan bir etki göstermiştir. Karıştırma ön işlemi iç yapışkanlığı artıran bir parametre olmuştur.

Elastikiyet (yaylanma) değeri en yüksek CaO çözeltisinde hiç bekletilmeyen, karıştırmaya tabi tutulmamış, pişme işlemi uygulanmayan, 1 cm kalınlığında kesilmiş bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişirme işlemi ve CaO çözeltisinde bekletme süresinin artması elastikiyeti azaltmıştır. 1 cm kesilmiş bal kabağı örneklerinde elastikiyet daha düşük bulunmuştur. Karıştırma ön işlemi elastikiyet değerini azaltan bir parametre olmuştur.

Sakızımsılık değeri en yüksek 24 saat CaO çözeltisinde bekletilen, pişirme uygulanmayan, 1 cm kalınlığında kesilmiş, karıştırma ön işlemine tabi tutulan bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişirme işlemi sakızımsılığı azaltmıştır. Karıştırma ön işlemi sakızımsılığı artıran bir parametre olmuştur.

Çiğnenebilirlik değeri en yüksek 24 saat CaO çözeltisinde bekletilen, pişirme uygulanmayan, 2 cm kalınlığında kesilmiş, karıştırma ön işlemine tabi tutulan bal kabağı örneklerinde tespit edilmiştir. Pişirme işlemi çiğnenebilirliği azaltmıştır. Kalsiyum emilimindeki artışa bağlı olarak bekletme süresinin artması çiğnenebilirliği artırmıştır. Özellikle pişme sonrası örneklerde kalınlığın artışıyla çiğnenebilirlik değeri artmıştır. Karıştırma ön işlemi çiğnenebilirliği artıran bir parametre olmuştur.

Gıdalara CaO uygulaması üzerine açık literatürde yapılan araştırmalar sınırlı düzeydedir. Sonuç olarak; CaO çözeltisinde bekletildikten sonra tüketime sunulan bal kabağı tatlısının tekstürel özelliklerinde üretim sürecinde meydana gelen değişimlere ve etkilerine ilişkin önemli bulgular elde edilmiştir.

Elde edilen bulguların, bundan sonra konuya ilişkin olarak yapılacak daha kapsamlı çalışmalara kaynak oluşturacak nitelikte olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada sönmemiş kireç uygulaması ile üretilen bal kabağı tatlısını literatüre kazandırmak amaçlanmıştır. Literatür taraması yapıldığında gıdalara daha çok $CaCl_2$ çözeltisi uygulaması yapıldığı göze çarpmaktadır. Belli bir oranın üzerinde $CaCl_2$ kullanımının tatda acılaşmaya neden olduğu yönünde çalışmalar bulunmaktadır. $CaCl_2$ gibi CaO maddesinde de "Türk Gıda Kodeksi Renklendirici ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Maddeleri Tebliğine" göre herhangi bir maksimum seviye belirtilmemiştir. O nedenle doymuş CaO çözeltisinin, $CaCl_2$'e alternatif olabileceği ve daha az olumsuz etkiyle karşılaşılacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR


**Acar, J. ve Gökmen, V.** (2004). Meyve ve Sebze Suları Üretimi. *Meyve ve Sebze İşlemesi Teknolojisi* (Cilt 1, s. 674). Ankara : Hacettepe Üniversitesi.

**Akhtar, A., Abbasi, N. & Hussain, A.** (2010). Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage, *Pakistan Journal of Botany*, *42*(1), 181-188.

**Alonso, J., Canet, W. & Rodriguez, T.** (1997). Thermal and calcium pretreatment affects texture, pectinesterase and pectic substances of frozen sweet cherries, *Journal of Food Science, 62*(3), 511-515.

**Altıner, D. ve Şahan, Y.** (2016). Gıdaların minerallerle zenginleştirilmesine yönelik uygulamalar, *Türkiye 12. Gıda Kongresi,* Edirne, Türkiye : *5-7 Ekim.*

A**njum, M. A. & Ali, H**. (2004). Effect of various calcium salts on ripening of mango fruits, *Journal of Research (Science), 15*(1), 45-52.

**Balkaya, A., Özbakır, M. ve Karaağaç, O.** (2010). Karadeniz bölgesinden toplanan bal kabağı (C*ucurbita moschata* duch.) populasyonlarındaki meyve özelliklerinin karakterizasyonu ve varyasyonun değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi, 16,* 17-25.

**Beltekin, B.** (2019). *Effect of calcium chloride application on some physical and sensorial properties of pumpkin dessert*. (Master's thesis). Gaziantep University, Natural and Applied Sciences, Gaziantep.

**Bourne, M. C.** (1968). Texture profile of ripening pears, *Journal of Food Science., 33*, 223-226.

**Braconnot, H.** (1825a). Nouvelles Observations Sur L'acide Pectique, *Annales DeChimie Et De Physique, 30*, 96-102.

**Braconnot, H.** (1825b). Recherches Sur un Nnouvel Acide Universellement Répandudans Tous Les Végétaux, *Annales De Chimie Et De Physique, 28*(2), 173-178.

**Cemeroğlu, B. S.** (2016). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Ankara : AC Yayınevi.

**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.

**Chang, C., Tsai, Y. R. & Chang, W. H.** (1993). Models for the interactions between pectin molecules and other cell-wall constituents in vegetable tissues, *Food Chemistry, 48*(2), 145-157.

**Ciriminna, 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.

**Dirim, S. & Çalışkan, G.** (2012). Determination of the effect of freze drying process on the production of pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree powder and the powder properties, *Food, 37*(4), 203-210.

**Drammeh, B. S., Marquis, G. S., Funkhouser, E., Bates, C., Eto, I. & Stephensen, C. B.** (2002). A randomized, 4-month mango and fat supplementation trial improved, *The Journal of Nutrition, 132*, 3693-3699.

**Ekşi, A**. (1988). Meyve suyu durultma tekniği. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 9*, 127.

**FAOSTAT** (2020). *Kabak üretimi ilk 10 ülke sıralaması (2006-2016).* Erişim: 10 Ekim, 2020, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize

**Ferguson, I.** (1984). Calcium in plant senescence and fruit ripening, *Plant Cell Environ, 7*, 477–489.

**Flynn, G. L., Yalkowsky, S. H. & Roseman, T. J.** (1974). Mass transport phenomena and models: theoretical concept, *Journal of Pharmaceutical Sciences, 63*, 479-510.

**Friedman, H. H. & Whitney, J. E.** (1963). The texturometer: a new instrument for objective texture measurement, *Journal of Food Science, 28*, 390-396.

**Garcia, J.** (1996). Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44*, 30-33.

**Gözükara, Ö. İ.** (2013). *Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**Gunasekaran, S. & Ak, M. M.** (2003). *Cheese rheology and texture*. Florida, Boca Raton: CRC Press.

**Gülyüz, A.** (2019). *Soğukta ve dış ortam koşullarında muhafaza edilen bal kabaklarının hasat sonrası kalitesi açısından karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Antalya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

**Harholt, J., Suttangkakul, A. & Scheller, H. V.** (2010). Biosynthesis of pectin, *Plant Physiology, 153*(2), *384-395.*

**Howard, L., Burma, P. & Wagner, A. B**. (1994). Firmness and cell wall characteristics of pasteurized jalapeno pepper rings affected by calcium chloride and acetic acid, *Journal of Food Science 59*(6), 1184-1186.

**Hui, Y.** (1992). *Encyclopedia of Food Science and Technology.* New York: John Wiley and Sons.

**Incedayı, B., Tamer, C. E., Parseker Yönel, S. & Çopur, Ö. U**. (2009). A research on the dessert produced from modified atmosphere packaged pumpkins, *Journal of Food, Agriculture & Environment, 7*(2), 149-154.

**Izumi, H. & Watada, A. E.** (1994). Calcium treatments affect storage quality of shredded carrots, *Journal of Food Science, 59*, 106-109.

**Jun, H. I., Lee, C. H., Song, G. S. & Kim, Y. S.** (2006). Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel, *Swiss Society of Food Science and Technology*, 554-561.

**Kalsiyum oksit.** (t.y.). V*ikipedi*. Erişim:10 Ekim, 2020, https://tr.wikipedia.org/wiki/Kalsiyum_oksit

**Kashyap, D. R., Vohra, P. K., Chopra, S. & Tewarı, R.** (2001). Applications of pectinases in the commercial sector: A review, *Bioresource Technology, 77*, 215-227.

**Luna-Guzman, I., Barrett, D. M. & Cantwell, M.** (1999). Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity, *Postharvest Biology and Tech, 90*, 837–846.

**Maxwell, E. G., Belshaw, N. J., Waldron, K. W. & Morris, V. J.** (2012). Pectin: An emerging newbioactive food polysaccharide, *Trends in Food Science & Technology, 24*, 64-73.

**Ptitchkina, N. M., Danilova, I. A., Doxastakis, G., Kasapis, S. & Morris, E. R**. (1994). Pumpkin pectin: gel formation at usually low concentration, *Carbonhydrate Polymers, 23*, 265-273.

**Robson, M. G., Hopfinger, J. & Eck, P.** (1989). Postharvest sensory evaluation of calcium treated peach fruit, *Acta Horticulture, 254*, 656–659.

**Sağlıklı Beslenme ve Gıda Ansiklopedisi.** (2020). Erişim: 10 Ekim, 2020. https://ansiklopedi.halisinden.com/Kalsiyum_Oksit_(E529)

**Salunkhe, D. K. & Kadam, S. S.** (1998). *Handbook of Vegetable Science and Technology* (Cilt 1). New York: CRC Press.

**Samsunlu, A.** (2005). *Çevre Mühendisliği Kimyası.* İstanbul: Birsen Yayınevi.

**Schirra, M. & Mulas, M.** (1994). Storage of "Monreal" clementines as affected by $CaCl_2$ and TBZ postharvest treatments, *Agricoltura Mediterranean, 124*(4), 238 –240.

**Schirra, M., Inglese, P. & La Mantia, T.** ( 1999 ). Quality of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (*L*.) Mill.] fruit in relation to ripening time, $CaCl_2$ pre-harvest sprays and storage conditions, *Scientia Horticulturae 81*, 425-436.

**Seymen, S.** (2019). *Bal kabağından (Cucurbita moschata) üretilen reçel, marmelat ve pestilin kalite özelliklerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

**Szczesniak, A. S.** (1963). Classification of textural characteristics, *Journal of Food Science, 28*, 385-389.

**Tamer, C**. (2017). *Kurutmanın portakal kabuğunun fiziksel özelliklerine etkileri*, (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Tamer, C. E., İncedayı, B., Parseker Yönel, S., Yonak, S. & Çopur, Ö. U.** (2010). Evaluation of several quality criteria of low calorie pumpkin dessert, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38*(1), 76-80.

**Tayfur, M.** (1991). Kalsiyum. *Beslenme ve Diyet Dergisi, 20*(2), 251-255.

**Tekbaş, Ö. F. ve Güleç, M.** (2004). Suların sertlik dereceleri ve sağlık etkileri, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 3*(7).

**TUİK** (2009-2019). Bal Kabağı Üretimi. *Türkiye İstatistik kurumu*.

**Vural, H., Eşiyok, D. ve Duman, İ.** (2000). *Kültür Sebzeleri Sebze Yetiştirme.* İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

**Willant, W. G., Mc-Cartney, L., Mackie, W. & Knox, J. P.** (2001). Pectin: cell biology and structural prospects for functional analysis, *Plant Molecular Biology, 47*, 1-27.

**Yılmaz, M. T., Muslu, A., Dertli, E. ve Toker, Ö. S.** (2016). Şeker pancarı posasından elde edilen pektinin modifiye edilerek karakterize edilmesi, moleküler ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13*(2), 10-20.

**Zhou, T., Kong, Q., Huang, j., Dai, R. & Li, Q.** (2007). Characterization of nutritional components and utilization of pumpkin. *Food, 1*(2), 313-321.

**ÖZGEÇMİŞ**

TARANMIŞ
VESİKALIK
FOTOĞRAF

**Ad-Soyad** : Tuğçe GÖKTÜRK TAŞKIN
**Doğum Tarihi ve Yeri** :
**E-posta** :

**ÖĞRENİM DURUMU:**

- **Lisans** : 2015, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği
- **Lisans** : 2018, Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2021, Bursa Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Tezli Y.L.

**MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:**

- 2013-2016 / Memur / Balıkesir İli Karesi İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü
- 2016-2019 / Memur / Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü
- 2019-Halen / Mühendis / Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü