

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



**DONDURARAK KURUTULMUŞ TRABZON HURMASI (*Diospyros kaki* L.) TOZUNUN ŞEKER VE BUĞDAY UNU İKAMESİ OLARAK FIRINCILIK ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**İREM TULUAY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa KIRALAN (Tez Danışmanı)**

**Doç. Dr. Onur KETENOĞLU**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatma KORKMAZ**

**BALIKESİR, HAZİRAN - 2025**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) Tozunun Şeker ve Buğday Unu İkamesi Olarak Fırıncılık Ürünlerinin Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
  - Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**İrem TULUAY**

## ÖZET

### **DONDURARAK KURUTULMUŞ TRABZON HURMASI (*Diospyros kaki* L.) TOZUNUN ŞEKER VE BUĞDAY UNU İKAMESİ OLARAK FIRINCILIK ÜRÜNLERİNİN ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

#### **YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İREM TULUAY**

**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MUSTAFA KIRALAN)**

**BALIKESİR, HAZİRAN – 2025**

Trabzon hurması, birçok biyoaktif bileşen açısından zengin bir meyve olmakla birlikte nem oranı yüksektir. Kurutma yöntemlerinden dondurarak kurutma biyoaktif bileşenlerin en az zarar görerek kuru üründe kalmasını sağlamaktadır. Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu hem un hem şeker ikamesi olarak % 5, % 10 ve % 15 oranlarında kullanılarak kek ve kurabiye üretimleri yapılmıştır. Kek ve kurabiye örneklerine fiziksel (ağırlık, çap, yükseklik, renk ölçümü ve tekstür profili; keklerde ayrıca hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksleri), kimyasal (nem, kül, protein, yağ, toplam diyet lifi) ve duyu analizler uygulanmıştır. Kek ve kurabiye örnekleri depolanarak ağırlık, renk ve tekstür özelliklerindeki değişimler de ayrıca incelenmiştir. Fiziksel özelliklerden ağırlık, çap, yükseklik, hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksleri birbirine yakın değerler sergilemiştir. Renk açısından  $L^*$  değeri Trabzon hurması tozu ilaveli kek ve kurabiyelerde kontrol grubuna göre daha düşük belirlenmiştir. Tekstür açısından ise hurma tozu ilavesine bağlı olarak daha dalgalı bir değişim gözlenmiştir. Kimyasal özelliklerden diyet lif oranı hurma tozu ilavesi ile artış göstermiştir. Nem oranı, şeker ikamesi olarak Trabzon hurması tozunun kullanıldığı kek ve kurabiye örneklerinde kontrol örneğine göre artış göstermiştir. Protein, yağ ve kül değerleri dalgalı değişim sergilemiş ve kontrol örneğine yakın sayısal değerler bulunmuştur. Duyusal açıdan genel beğeni olarak % 5 oranında hurma tozu ilave edilen kek ve kurabiye örnekleri birbirine yakın değerler sergilemiştir. 21 günlük depolama süresince, hem kurabiyeler hem de kekler için nem içeriği genellikle artarken, fırın örneklerinin sertliğinde genel bir azalma eğilimi gözlemlenmiştir. Ayrıca, kurabiyeler ve keklerin depolanması sırasında yüzey ve dış renkte ve ayrıca ağırlıkta bir dalgalanma eğilimi görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Dondurarak kurutma, kekler, kurabiyeler, Trabzon hurması tozu

Bilim Kod / Kodları : 90816

Sayfa Sayısı: 130

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF USING FREEZE-DRIED PERSIMMON (*Diospyros kaki* L.) POWDER AS A SUGAR AND WHEAT FLOUR SUBSTITUTE IN THE PRODUCTION OF BAKERY PRODUCTS**

**IREM TULUAY**

**BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
FOOD ENGINEERING  
(SUPERVISOR: PROF. DR. MUSTAFA KIRALAN )**

**BALIKESIR, JUNE – 2025**

Persimmon is a fruit rich in many bioactive components, but its moisture content is high. Among the drying methods, freeze drying ensures that the bioactive components remain in the dry product with minimal damage. Freeze-dried persimmon powders were used as both flour and sugar substitute at 5%, 10% and 15% in cake and cookie production. Physical (weight, diameter, height, color measurement, and texture profile; in cakes additionally volume index, symmetry index, and uniformity index), chemical (moisture, ash, protein, fat, total dietary fiber), and sensory analyses were performed on the cake and cookie samples. Cake and cookie samples were stored and changes in weight, color and texture properties were also examined. Of the physical properties, weight, diameter, height, volume index, symmetry index and uniformity indexes exhibited values close to each other. In terms of color,  $L^*$  value was determined lower in cakes and cookies with added persimmon powder compared to the control group. In terms of texture, a more fluctuating change was observed due to the addition of persimmon powder. In terms of chemical properties, dietary fiber ratio increased with the addition of persimmon powder. Moisture content also increased in cake and cookie samples where persimmon powder was used as a sugar substitute compared to the control sample. Protein, fat, and ash values showed fluctuating changes and were found to be numerically close to the control. In terms of sensory evaluation, cake and cookie samples with 5% persimmon powder added exhibited similar values. During the 21-day storage period, moisture content generally increased for both cookies and cakes, while a general decrease in hardness was observed in oven samples. In addition, a fluctuation tendency was observed in surface and external color and also weight during storage of cookies and cakes.

**KEYWORDS:** Freeze dried, muffins, cookies, Persimmon powder

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER</b> .....	<b>4</b>
2.1 Trabzon Hurması Hakkında Genel Bilgiler .....	4
2.2 Dondurarak Kurutma .....	9
2.3 Trabzon Hurmasının Dondurarak Kurutulması .....	14
2.4 Dondurarak Kurutulan Meyvelerin ve Trabzon Hurmasının Kek ve Kurabiyelerde Kullanımı .....	17
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>21</b>
3.1 Materyal.....	21
3.2 Metot.....	22
3.2.1 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozu Üretimi .....	22
3.2.2 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozunun Kek Formülasyonunda Kullanılması.....	24
3.2.3 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozunun Kurabiye Formülasyonunda Kullanılması.....	26
3.2.4 Hammadde Analizleri .....	28
3.2.4.1 Renk Tayini.....	28
3.2.4.2 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini .....	29
3.2.4.3 Toplam Kuru Madde Tayini .....	29
3.2.4.4 Protein Tayini.....	29
3.2.4.5 pH Tayini .....	29
3.2.4.6 Asitlik Tayini .....	29
3.2.4.7 Kül Tayini .....	30
3.2.4.8 Yağ Tayini.....	30
3.2.4.9 Toplam Diyet Lifi Tayini .....	30
3.2.4.10 Şeker Bileşimi Tayini.....	30
3.2.5 Kek ve Kurabiye Örneklerinde Yapılan Analizler .....	30
3.2.5.1 Fiziksel Analizler .....	31
3.2.5.2 Kimyasal Analizler .....	31
3.2.5.3 Duyusal Analiz.....	31
3.2.6 Kek ve Kurabiyelerin Depolanması.....	32
3.2.7 İstatistikî Analizler.....	32
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>33</b>
4.1 Hammadde Analiz Sonuçları .....	33
4.2 Un İkamesi Olarak Kullanılan DKTHT İlaveli Kek ve Kurabiyelerin Analiz Sonuçları .....	36
4.2.1 Kimyasal Analiz Sonuçları .....	36
4.2.2 Fiziksel Analiz Sonuçları.....	42
4.2.2.1 Ağırlık, Çap, Yükseklik, Hacim İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Simetri İndeksi	42
4.2.2.2 Renk Analiz Sonuçları .....	48
4.2.2.3 Tekstür Analiz Sonuçları .....	52

## İÇİNDEKİLER (devam)

4.2.3 Duyusal Analizler .....	53
4.3 Şeker İkamesi Olarak Kullanılan DKTHT İlaveli Kek ve Kurabiyelerin Analiz Sonuçları .....	55
4.3.1 Kimyasal Analiz Sonuçları .....	55
4.3.2 Fiziksel Analizler .....	60
4.3.2.1 Ağırlık, Çap, Yükseklik, Hacim İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Simetri İndeksi	60
4.3.2.2 Renk Analiz Sonuçları .....	64
4.3.2.3 Tekstür Analiz Sonuçları .....	67
4.3.3 Duyusal Analizler .....	68
4.4 Depolama .....	70
4.4.1 Un İkamesi Olarak DKTHT Kullanılan Kek ve Kurabiyelerde Depolama Sırasındaki Değişimler .....	70
4.4.1.1 Nem ve Ağırlıktaki Değişim .....	70
4.4.1.2 Tekstürdeki Değişim .....	74
4.4.1.3 Renkteki Değişim .....	76
4.4.2 Şeker İkamesi Olarak DKTHT Kullanılan Kek ve Kurabiyelerde Depolama Sırasındaki Değişimler .....	88
4.4.2.1 Nem ve Ağırlıktaki Değişim .....	88
4.4.2.2 Tekstürdeki Değişim .....	92
4.4.2.3 Renkteki Değişim .....	94
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>106</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>108</b>
<b>7. EKLER .....</b>	<b>126</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>130</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1:</b> Suyun faz diyagramı.....	12
<b>Şekil 3.1:</b> Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu üretim aşamaları.....	23
<b>Şekil 3.2:</b> Kek üretim aşamaları.....	26
<b>Şekil 3.3:</b> Kurabiye üretim aşamaları .....	28
<b>Şekil 3.4:</b> Duyusal analiz değerlendirme formu .....	32
<b>Şekil 4.1:</b> Kısmi olarak buğday ununun dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmiş olduğu keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) duyusal özellikleri .....	55
<b>Şekil 4.2:</b> Kısmi olarak şekerin dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmiş olduğu keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) duyusal özellikleri .....	69
<b>Şekil 4.3:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince nem değerlerindeki değişim .....	71
<b>Şekil 4.4:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince ağırlık değerlerindeki değişim.....	73
<b>Şekil 4.5:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim .....	75
<b>Şekil 4.6:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk $L^*$ değerlerindeki değişim .....	77
<b>Şekil 4.7:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk $a^*$ değerlerindeki değişim .....	79
<b>Şekil 4.8:</b> Buğday ununun kısmen dondurularak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk $b^*$ değerlerindeki değişim .....	81
<b>Şekil 4.9:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk $L^*$ değerlerindeki değişim .....	83
<b>Şekil 4.10:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk $a^*$ değerlerindeki değişim .....	85
<b>Şekil 4.11:</b> Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk $b^*$ değerlerindeki değişim .....	87
<b>Şekil 4.12:</b> Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince nem değerlerindeki değişim .....	89
<b>Şekil 4.13:</b> Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince ağırlık değerlerindeki değişim.....	91
<b>Şekil 4.14:</b> Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim .....	93

## ŞEKİL LİSTESİ (devam)

- Şekil 4.15:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $L^*$  değerlerindeki değişim .....95
- Şekil 4.16:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $a^*$  değerlerindeki değişim .....97
- Şekil 4.17:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $b^*$  değerlerindeki değişim .....99
- Şekil 4.18:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $L^*$  değerlerindeki değişim ..... 101
- Şekil 4.19:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $a^*$  değerlerindeki değişim ..... 103
- Şekil 4.20:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $b^*$  değerlerindeki değişim ..... 105

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> Trabzon hurması üretim miktarının illere göre dağılımı.....	5
<b>Tablo 2.2:</b> Taze Trabzon hurması ( <i>Diospyros kaki</i> ) meyvesinin besin değerleri .....	6
<b>Tablo 2.3:</b> Trabzon hurmasının sağlık üzerine etkileri.....	9
<b>Tablo 3.1:</b> Çalışmada kullanılan Trabzon hurması meyvesine ait kimyasal analiz sonuçları .....	21
<b>Tablo 3.2:</b> Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu (DKTHT) ikameli keklerin formülasyonları .....	25
<b>Tablo 3.3:</b> Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu (DKTHT) ikameli kurabiyelerin formülasyonları ve oranları .....	27
<b>Tablo 4.1:</b> Hammaddede kimyasal ve renk analiz sonuçları.....	33
<b>Tablo 4.2:</b> Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurma tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin kimyasal analiz sonuçları.....	36
<b>Tablo 4.3:</b> Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin fiziksel analiz sonuçları .....	44
<b>Tablo 4.4:</b> Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin kabuk ve iç renk analiz sonuçları.....	51
<b>Tablo 4.5:</b> Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin tekstür analiz sonuçları .....	53
<b>Tablo 4.6:</b> Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin kimyasal analiz sonuçları.....	56
<b>Tablo 4.7:</b> Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin fiziksel analiz sonuçları .....	61
<b>Tablo 4.8:</b> Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurma tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin dış ve iç renk analiz sonuçları.....	66
<b>Tablo 4.9:</b> Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin tekstür analiz sonuçları .....	68

## SEMBOL LİSTESİ

<b>THM</b>	: Trabzon hurması meyvesi
<b>DKTHT</b>	: Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu
<b>CIELAB</b>	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu $L^*a^*b^*$
<b>SÇKM</b>	: Suda çözünür kuru madde
<b>AOAC</b>	: Resmi Analitik kimyacılar Derneği
<b>AACC</b>	: Amerikan Tahıl Kimyagerleri Derneği
<b>USDA</b>	: Amerikan Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
<b>FAOSTAT</b>	: Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistik Veritabanı
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>FRAP</b>	: Demir indirgeme gücü
<b>ABTS</b>	: 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)
<b>HMF</b>	: Hidroksimetilfurfural
<b>DPPH</b>	: 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi, deneyim ve engin rehberliğiyle yol gösteren, sabrı ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mustafa KIRALAN başta olmak üzere, değerli jüri üyelerim Dr. Öğr. Üyesi Fatma KORKMAZ ve Doç. Dr. Onur KETENOĞLU'na teşekkür ederim.

Analiz ve deneme süreçlerimde gerekli altyapıyı sağlayan Sayın Ahmet ALKOÇ'a, çalışmamın uygulanma aşamasında gerekli ekipman ve teknik desteği sunan Sayın Merve BARALI'ya ve değerli ekibine, ayrıca renk analizi sürecinde cihaz desteği sağlayan Susurluk Tarım ve Orman Meslek Yüksekokulu öğretim görevlilerine içten teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, sevgisi, duası ve sonsuz desteğiyle bana güç veren kıymetli TULUAY ailesine en derin şükranlarımı sunuyorum.

**Balıkesir, 2025**

**İrem TULUAY**

# 1. GİRİŞ

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.), Ebenaceae familyasına ait bir üye olup, kökeninin Çin olduğu belirtilmektedir. Özellikle Doğu Asya ülkelerinde tüketilen popüler bir meyvedir (Xie et al., 2015).

Trabzon hurması meyvesinin genel bileşimini %80,3 su, %0,58 protein, %0,19 yağ, %18,6 karbonhidrat oluşturmaktadır (Choudhary et al., 2023). Bu temel beslenme bileşenleri yanında meyveler özellikle diyet lif açısından zengindir. Toplam diyet lifi miktarı %3,55-4,34 aralığında değişim göstermektedir. Pektin açısından da önemli bir kaynak olan meyveler, 3877-5131,9 mg/kg aralığında pektin içermektedirler (Tardugno et al., 2022). Trabzon hurma meyvesi ayrıca C vitamini açısından da zengin bir meyve olup 100 gramında 58,0 mg C vitamini yer almaktadır. C vitamini yanında A vitamini açısından da zengin bir meyvedir (38,2 IU/ 100g). Fonksiyonel bileşenlerden biri olan fenolik maddeler açısından da önemli bir kaynak olan Trabzon hurması meyvesi 298,01 mg gallik asit/kg toplam fenolik madde içeriğine sahiptir (El Makhzangy et al., 2023).

Trabzon hurması meyvesinde yer alan önemli beslenme bileşenlerinden biri olan karbonhidratların büyük bir kısmını monosakkaritler ve disakkaritler oluşturmaktadır. Glikoz, fruktoz ve sükroz, 100 g yaş meyvede ortalama olarak sırasıyla 7,40, 5,95 ve 1,95 g olarak yer almaktadır (Matheus et al., 2022).

Fonksiyonel bileşenler açısından zengin olan hurma meyveleri geleneksel tıpta öksürük, astım ve kronik bronşitin tedavisinde kullanılmaktadır. Günümüzde yapılan çalışmalarda hurma meyvelerinde yer alan fonksiyonel bileşiklerin antioksidan, antimikrobiyal, antikanser, antioksidan ve antidiyabetik gibi birçok sağlık açısından olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Choudhary et al., 2023; Direito et al., 2021).

Meyvelerin nem oranlarının yüksek olması bunların mekanik zararlanma, mikrobiyal bozulma ve çevresel koşullara karşı hassas olmasına ve dolayısı ile kısa bir raf ömrüne sahip olmalarına neden olmaktadır. Meyvelerin raf ömrünü arttırabilmek için konserveleme, modifiye atmosfer ve soğutma gibi çeşitli gıda muhafaza yöntemleri kullanılabilir. Ancak kurutma yöntemi, özellikle meyveler başta olmak üzere gıda ürünlerini korumak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Kurutma işlemi, meyvenin hacmini küçültüp nakliye ve

depolama maliyetlerini düşürmekte; aynı zamanda besleyici atıştırmalıklar elde edilmesini sağlamaktadır. Bunun yanında kurutulmuş ürünler; kek, dondurma, şekerleme ve tahıl ürünlerinde kullanılabilmektedir (Mothibe et al., 2011; Vidinamo et al., 2021; Zhang et al., 2017).

Trabzon hurması meyvelerinin kurutulmasında geleneksel ve modern kurutma yöntemleri kullanılmaktadır. Geleneksel olarak kurutmada sıcak hava kurutma yöntemleri kullanılmıştır (Yildiz et al., 2024; Zhao et al., 2021). Modern sistemlerde ise sprey kurutma (De Jesus et al., 2023), dondurarak kurutma (De Jesus et al., 2023), mikrodalga kurutma kullanılmaktadır (Borah et al., 2023; Yıldiz et al., 2024).

Geleneksel olan sıcak hava kurutma yöntemleri maliyet açısından avantajlı olması nedeniyle kullanımı yaygındır. Tünel ve kabin tipi kurutucular, genellikle sıcak hava ile kurutma işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kontrollü hava akışı ve sıcaklık, güneşte kurutma yöntemine göre büyük avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, konvektif kurutma oldukça etkili ve basit bir yöntem olmasına karşın enerji açısından verimsiz bir yöntemdir. Bu yöntemde kurutulmuş ürünlerde besin bileşenlerinde ve biyoaktif bileşenlerde kayıplar, fizikokimyasal özelliklerde değişimler ve ayrıca yüksek sıcaklıklara uzun süre maruz kalınması nedeniyle rehidrasyon kapasitesinin azalması gibi birçok dezavantaj ortaya çıkabilmektedir (Radojcin et al., 2021; Xu et al., 2022; Zhang et al., 2017).

Dondurarak kurutma yönteminde düşük sıcaklıkta gıdanın içerisinde yer alan su dondurulmakta ve katı faz vakum altında gaz formuna dönüştürülmektedir. Dondurarak kurutma yöntemi diğer kurutma yöntemlerine göre birçok avantaj sunmaktadır. Dondurulmadan önce gıdanın sahip olduğu renk, koku, lezzet ve görünümü büyük ölçüde korunmakta ve bunun yanında beslenme değerindeki kayıp en düşük düzeyde etkilenmektedir. Özellikle ısıya duyarlı ürünler için uygundur. Dondurarak kurutulan gıdalar, hızlı rehidrasyon hızı ile kolayca eski formuna döndürülebilir (Liu et al., 2022; Radojcin et al., 2021; Yao et al., 2023).

Fırın ürünleri, tüketiciler tarafından tercih edilen gıda ürünlerindedir. Aroma, tat, görünüm ve yumuşak dokusu nedeniyle her yaştan insan tarafından yaygın olarak tüketilmektedir. Kurutulmuş meyvelerin toz veya un formları fırıncılık ürünlerine şeker, yağ veya fonksiyonel bileşen ikamesi olarak ilave edilebilmektedir (Salehi and Aghajanzadeh, 2020).

Açık havada kurutulan Trabzon hurması tozları, glutensiz muffin kek üretiminde %20-80 oranında şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. Hurma tozu ilave edilen muffinlerde esneklik, yapışkanlık ve dayanıklılık azalırken, sertlik ve çiğnenebilirlik artırmıştır. %20 ve %40 oranında hurma tozu ikamesi, muffinlerin potasyum içeriği, antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde miktarını zenginleştirmekle birlikte duyuşal ve fiziksel özellikleri de geliştirmiştir (Yesilkanat and Savlak, 2021).

*Diospyros kaki* Thunb. cv. Rojo Brillante çeşidinin dondurarak kurutulmasıyla elde edilen hurma unu, mısır unu ikamesi olarak %10, %20 ve %30 oranlarında kullanılarak glutensiz muffin kek üretimi yapılmıştır. Duyusal özellikler açısından hurma unu ilaveli örnekler tat parametresi açısından yüksek puanlar elde etmiş, tekstürel özellikler kontrol örneği ile benzer bulunmuş ve hurma unu kullanılan örneklerde burukluk neredeyse hiç tespit edilememiştir. Hurma tozu ilavesi yapılan muffin keklerin fonksiyonel bileşenlerden olan tanen ve karotenoidler açısından zenginleştiği de belirlenmiştir (Hosseininejad et al., 2022).

Yapılan bu çalışma ile Balıkesir ilinde yaygın olarak tüketilen ve fonksiyonel bileşenler açısından zengin olan Trabzon hurmasının endüstriyel çapta dondurarak kurutulması ile elde edilen hurma tozlarının, kurabiye ve muffin kek üretiminde hem un hem şeker ikamesi olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Kurabiye ve muffin kek örneklerinde fizikokimyasal, renk ve tekstür özellikleri yanında duyuşal özellikler incelenmiştir. Bunun yanında kek ve kurabiye örnekleri buzdolabı koşullarında depolanarak zamanla oluşabilecek değişimler izlenmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1 Trabzon Hurması Hakkında Genel Bilgiler

Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.), Ebenaceae familyasına ait bir tür olup kökeni Çin'e dayanmaktadır. Çin'de hurma yetiştiriciliğinin 2000 yıl öncesine dayandığı ve bu meyvenin başlangıçta *D. chinensis* bilimsel adıyla tanındığı bilinmektedir. Zamanla Çin'den Japonya'ya ve Kore'ye yayılmıştır. Avrupa'ya ilk girişi 1760'ta olmuştur. Daha sonrasında Akdeniz kıyılarına (İtalya, İspanya, Yunanistan, Türkiye ve Cezayir) yayılım göstermiştir. 1800'lü yılların ortasında da Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Avustralya hurma ile tanışmıştır (Özcan, 2005; Yesiloglu et al., 2018).

Doğu Asya ülkelerinde oldukça popüler ve önemli bir meyve olmakla birlikte Çin, Güney Kore ve Japonya'da yaygın olarak üretimi yapılmaktadır. Trabzon hurmasının adında bulunan "*Diospyros*", Yunanca "Zeus'un yemeği" anlamına gelen dióspuron'dan gelirken, "kaki" ise Japonca kaki'den (柿) gelmektedir (Sugiura, 1997; Vieites, 2012). *Diospyros* cinsine ait 450'den fazla tür bulunmakla birlikte bu türlerden dördü ticari meyve üretimi için uygundur. Bu türler; *Diospyros kaki* Thunb., *Diospyros lotus* L., *Diospyros virginiana* L. ve *Diospyros oleifera* Cheng'dir (Yıldız vd., 2012).

*Diospyros kaki* çeşidinin ülkemize Trabzon üzerinden giriş yapmış olması nedeniyle "Trabzon hurması" ismiyle tanınmaktadır. Birçok bölgede yaygın olarak "Cennet meyvesi" ismiyle bilinmektedir (Türkoğlu vd., 2023).

FAOSTAT 2023 yılı verilerine göre Çin 4.055.215 ton üretimi ile Trabzon hurması üretiminde ilk sırada yer alırken, Kore 242.592 ton üretim ile üretimde ikinci sırada yer almaktadır. Dünya'da Trabzon hurması üretiminde 186.600 ton ile üçüncü sırada Japonya yer almaktadır (FAOSTAT, 2025).

TÜİK verilerine göre ülkemizde 2023 yılında 127.314 ton üretim varken 2024 yılında bu üretim miktarı %12'lik artış sergileyerek 142.584 tona çıkmıştır. TÜİK verilerine göre 2023 yılında Trabzon hurması üretim miktarlarının illere göre dağılımı Tablo 2.1'de gösterilmektedir. Türkiye'de en fazla Trabzon hurması üretimi Adana, Denizli ve Mersin illerinde yapılmaktadır.

**Tablo 2.1:** Trabzon hurması üretim miktarının illere göre dağılımı (TÜİK, 2025)

İl	Üretim miktarı (ton)
Adana	37.099
Denizli	26.682
Mersin	14.045
Adıyaman	8.318
Çanakkale	5.627
Yalova	5.104
Bursa	4.780
İzmir	4.610

Trabzon hurmasının dış görünüşü hem tüketiciler tarafından tercih edilmesinde hem de pazardaki değerinin belirlenmesinde önemli bir faktördür. Kalite açısından özellikle renk değişimi önem arz etmektedir. Trabzon hurmasında, derim zamanında meyve kabuğu rengi yeşilimsi sarı, turuncu sarı ve turuncu kırmızı arasında değişiklik göstermektedir. Fizyolojik olgunluk döneminde ise kabuk renkleri turuncu, kırmızı turuncu, koyu turuncu ve kırmızı tonlarında olmaktadır (Onur, 1990).

Trabzon hurması çeşitleri, meyve tadı ve çiçeklerin tozlanma durumlarına göre sınıflandırılabilir. Genellikle ticari olarak meyve tadı esas alınmaktadır. Meyve eti buruk (kekre) olan çeşitler; Hachiya, Saijo, Hiratanenashi ve Tamopan iken meyve eti buruk olmayan çeşitler ise Fuyu, Matsumoto Wase Fuyu, Ichikikei Jiro, Maekawa Jiro, Suruga, Jiro, Izu ve O'goshō'dur. Hasattan sonra buruk olan çeşitler belirli süre bekletildiğinde burukluk durumu ortadan kalktıktan sonra tüketilebilmekte iken buruk olmayan çeşitler ise hasattan hemen sonra sert formdayken dahi tüketilebilir (Yıldız, 2011; Özcan, 2020).

Trabzon hurması meyvesinin büyük kısmını su oluşturmaktadır (%80). Karbonhidrat, %18,6 oranıyla meyve bileşiminde en fazla bulunan besin ögesidir. Bunun yanında protein (%0,58) ve yağ (%0,19)'da bulunmaktadır. Toplam şeker miktarı 12,5 g/100 g taze meyve olup, şeker bileşiminde en fazla fruktoz ve glikoz yer almaktadır. C vitamini açısından zengin bir meyve olan Trabzon hurması, ayrıca diyet lif açısından da zengin bir kaynaktır (Tablo 2.2).

**Tablo 2.2:** 100 g Taze Trabzon hurması (*Diospyros kaki*) meyvesinin besin değerleri  
(USDA, 2019)

Besin Öğeleri	Değerler
Su	80,3 g
Enerji	70 kcal
Protein	0,58 g
Yağ	0,19 g
Kül	0,33 g
Karbonhidrat	18,6 g
Toplam diyet lifi	3,6 g
Toplam şeker	12,5 g
Sükroz	1,54 g
Glikoz	5,44 g
Fruktoz	5,56 g
Kalsiyum	8 mg
Demir	0,15 mg
Magnezyum	9 mg
Fosfor	17 mg
Potasyum	161 mg
Vitamin C	7,5 mg

Türkiye’de yapılan bir çalışmada, Antalya, Adıyaman ve Malatya’dan temin edilen Trabzon hurmalarında C vitamini içeriği sırasıyla 65,61 µg/g, 47,00 µg/g ve 49,20 µg/g düzeyinde tespit edilmiştir (Karatas et al., 2019). Türkiye’de, Hachiya eşidinde yapılan çalışmada C vitamini içeriği 12 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Celik and Ercisli, 2008).

Murathan (2023), tarafından yapılan çalışmada Artvin, Balıkesir, Malatya ve Mersin illerinden toplanan Trabzon hurması meyvelerinin şeker bileşiminde fruktoz ve glikoz belirlenmiş olup, fruktoz 3,9 mg/g, glikoz 3,5-3,8 mg/g aralığında değişim sergilemiştir. 11 farklı Trabzon hurması çeşidinde yapılan çalışmada şeker bileşiminde glikoz yüksek konsantrasyonda (47,8-87,9 g/kg) belirlenirken, bunu fruktoz (38,0-77,8 g/kg) ve sükroz (9,16-12,2 g/kg) içermektedir (Veberic et al., 2010). Meyve eti buruk, dört Trabzon hurması eşidinde (07 TH 13, Moralı, Hachiya ve Türkay) glikoz ve fruktoz miktarları sırasıyla

16,70-19,56 g/kg ve 10,62-13,97 g/kg aralığında, buruk olmayan çeşitlerde (Fuyu ve Tozlayıcı) ise glikoz ve fruktoz miktarları sırasıyla 19,62-22,42 g/kg ve 14,58-17,72 g/kg aralığında tespit edilmiştir (Baltacıoğlu and Artık, 2013).

Trabzon hurmasındaki önemli bileşenlerden biri de diyet lifidir. Trabzon hurmaları üzerinde yapılan bir çalışmada, toplam diyet lif miktarı 1,20–1,76 g/100 g yaş meyve aralığında değişim gösterirken, suda çözünür diyet lif miktarı da 0,52–0,92 g/100 g yaş meyve aralığında belirlenmiştir (Gorinstein et al., 1999). Yapılan bir diğer çalışmada Trabzon hurmasında tüm meyvede toplam diyet lif miktarı 1,5 g/100 g yaş meyve olarak belirlenirken, pulp kısmında bu miktarın 1,31 g/100 g yaş meyve ve kabuk kısmında ise 1,73 g/100 g yaş meyve olduğu bildirilmiştir. Suda çözünen lif miktarı ise tüm meyvede 0,71 g/100 g yaş meyve, pulp kısmında 0,61 g/100 g yaş meyve ve kabuk kısmında ise 0,82 g/100 g yaş meyve, suda çözünmeyen lif miktarı ise tüm meyvede 0,77 g/100 g yaş meyve, pulp kısmında 0,66 g/100 g yaş meyve ve kabuk kısmında ise 0,87 g/100 g yaş meyve olarak tespit edilmiştir (Gorinstein et al., 2001).

Genel bileşim dışında; fenolik maddeler, karotenoidler ve tanenler gibi biyoaktif bileşenler açısından da zengin olan Trabzon hurmasıyla ilgili çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

Artvin, Balıkesir, Malatya ve Mersin illerinden temin edilen hurmaların toplam fenolik madde miktarı 156,8-210,4 mg/100 g aralığında değişim göstermiştir. Fenolik bileşimde en fazla miktarda belirlenen bileşen gallik asit olup, 32,7 mg/L ile 50,7 mg/L aralığında değişim göstermiştir. Balıkesir örneğinde *p*-kumarik asit (25,7 mg/L), naringin (22,7 mg/L) ve resveratrol (12,9 mg/L) olarak belirlenmiştir (Murathan, 2023). Fenolik asitler yanında Trabzon hurması tanenler açısından da zengindir. Farklı Trabzon hurması çeşitlerinde tanen miktarı 90 mg/100 g'dan 4100 mg/100 g'a kadar geniş bir aralıkta değişim göstermiştir (Hribal et al., 2000; Del Bubba et al., 2009). Kateşinler, güçlü antioksidan bileşenlerdir ve Trabzon hurmasında yer alan biyoaktif bileşenlerdendir. Japonya'da yaygın olan üç buruk (Hiratanenashi, Tone-wase, Ishibashi-wase) ve iki buruk olmayan çeşitte (Maekawa-jiro, Matsumoto-wase-fuyu) yapılan çalışmada buruk çeşitlerde toplam kateşin miktarının buruk olmayanlara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Epigallokateşin miktarı buruk çeşitlerde 1,30-2,24 mg/100 g kuru ağırlık iken, buruk olmayan çeşitlerde en fazla 0,630 mg/100 g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Buna karşın kateşin (C) bileşiği miktarı, buruk olmayan

çeşitlerde daha yüksek bulunmuş; Maekawa-jiro çeşidinde bu değer 3,33 mg/100 g kuru ağırlığa kadar ulaşmıştır (Suzuki et al., 2005).

Kırk altı farklı Trabzon hurması çeşitinde yapılan çalışmada noksantin, violaksantin, 9-cis-violaksantin, lutein, zeaksantin,  $\beta$ -kriptoksantin,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten ve likopen olmak üzere dokuz karotenoit bileşeni tespit edilmiştir. Meyve etinde toplam karotenoit miktarı 194,61  $\mu$ g/100 g yaş ağırlık ile 1566,30  $\mu$ g/100 g yaş ağırlık aralığında değişim sergilerken  $\beta$ -kriptoksantin ve zeaksantin meyve etinde en yüksek miktarda belirlenen karotenoitler olmuştur. Bu iki bileşen meyve etindeki toplam karotenoitler içerisinde %37,84-85,11 aralığında belirlenmiştir (Zhou et al., 2011). Yapılan bir diğer çalışmada, on bir farklı Trabzon hurmasında kabuk kısmında belirlenen zeaksantin,  $\beta$ -kriptoksantin,  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten ve toplam karotenoit miktarı pulp kısmında belirlenenler ile kıyaslandığında daha fazla bulunmuştur.  $\beta$ -karoten kabuk kısmında en fazla miktarda belirlenen karotenoit bileşeni olup, miktarı 2390- 8747  $\mu$ g/kg yaş ağırlık aralığında değişim sergilerken, pulp kısmında ise 259- 459  $\mu$ g/kg yaş ağırlık aralığında değişim göstermiştir (Veberic et al., 2010).

Trabzon hurmasının sağlık üzerinde birçok etkisi mevcut olup, sağlık üzerinde etkileri konusunda yapılmış olan çalışmalardan bazıları Tablo 2.3'te özetlenmiştir. Yapılan çalışmalarda özellikle ekstraktların kullanılarak Trabzon hurmasındaki biyoaktif bileşenlerin ağırlıklı olarak hayvan denemelerinde kullanıldığı belirtilmektedir. Bunun yanında, Trabzon hurması yapraklarından elde edilen ekstraktlar insan kanser hücreleri üzerinde yapılan deneylerde de kullanılmaktadır (Bianchini et al., 2024; Pedersen and Ivankovic, 2024). Trabzon hurması meyvesi antiobezite ve kanserle ilgili çalışmalarda başarılı sonuçlar vermiştir (Gorinstein et al., 1998; Pérez-Piñero et al., 2024).

**Tablo 2.3:** Trabzon hurmasının sağlık üzerine etkileri

Kullanılan kısım	Etki	Kaynak
Yaprak	Ateroskleroz (Damar sertliği)	Zhang et al., 2016
Dondurarak kurutulmuş hurma tozu (Etanol ekstraktı)	Anti-obezite	Yoon et al., 2023
Kuru meyve	Metabolik sendrom	Nuankaew et al., 2022
Pulp (etanol ekstraktı)	Diyabet	Shin et al., 2021
Yaprak (etanol ekstraktı)	Göğüs kanseri	Pedersen and Ivankovic., 2024
Yaprak (metanol ekstraktı)	Kolon kanseri	Bianchini et al., 2024
Yaprak (etanol ekstraktı)	Anti-alerjik	Lee et al., 2021
Meyve	Anti-obezite ve kanser	Gorinstein et al., 1998
Meyve (ekstrakt)	Anti-obezite	Pérez-Piñero et al., 2024

## 2.2 Dondurarak Kurutma

Kurutma, yaygın olarak kullanılan bir dehidrasyon işlemi olup, gıdaların muhafazası ve gıda işlemede uygulanan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde amaç, hücrelerdeki su aktivitesini düşürerek gıdaların raf ömrünü uzatmaktır (Duan et al., 2016; Yao et al., 2023).

Gıdaların kurutulması işlemi mikrobiyal kontaminasyonu, enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme gibi kimyasal değişimleri önler, raf ömrünü uzatır, paketleme ve taşıma maliyetlerini azaltır. Kurutma işlemi; et, pirinç, makarna, süt ürünleri, meyve ve sebze ürünleri gibi çok çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Ratti, 2001; Yao et al., 2023).

Meyve ve sebzeler, dengeli beslenmede önemli kabul edilen vitaminler, mineraller ve diyet lifleri gibi birçok bileşen için önemli kaynaklardır. Bunun yanında meyve ve sebzeler fenolik maddeler, karotenoidler ve tokoferoller gibi birçok fitokimyasal bileşeni de bileşimlerde ihtiva etmesinden dolayı sağlık üzerine birçok olumlu etki gösterirler (Slavin and Lloyd, 2012). Taze formda meyve ve sebzeler %80'den fazla nem içerebilmektedirler. Yüksek nem içeriği nedeniyle bu tip gıda ürünleri çabuk bozulabilmektedir (Desai and Salunkhe, 1991). Meyve ve sebzeler, üreticiden tüketiciye ulaşana kadar yaklaşık kayıp %30-50 gibi yüksek oranlarda gerçekleşebilmektedir (Kitinoja and Kader, 2015). Hasattan sonra ürünün

tazeliğinin korunması için soğukta muhafaza yapılabilen lakin bu süreçte gıdanın düşük sıcaklıkta tutulması için yüksek maliyet ve ayrıca çok geniş alanlara ihtiyaç duyulması farklı gıda muhafaza yöntemlerinin tercih edilmesine neden olmaktadır. Hasat sonrası minimum kayıpla depolama ve taşıma kolaylığı sunması ve ayrıca yıl boyunca ürün bulunabilirliğini garanti altına alabilmesi yönleriyle kurutma tekniği meyve ve sebzeler için yaygın bir muhafaza yöntemi olarak kullanılmaktadır (Sagar and Suresh, 2010; Hasan et al., 2019).

Meyve ve sebzelerin kurutulmasında güneş veya açık havada kurutma gibi geleneksel yaklaşımlar yüzyıllar öncesinden bu yana kullanılmasına rağmen kurutma işleminin oldukça yavaş olması ve ayrıca kontaminasyon riskinin yüksek olması kalite açısından düşük ürünlere yol açmaktadır. Solar (güneş), mikrodalga, vakum, kızılötesi, dondurma, fırında kurutma ve farklı hibrit kurutma teknolojileri gibi çeşitli gelişmiş kurutma teknikleri, meyve ve sebzelerde başarıyla kullanıldığı için dünya çapında geliştirilmiştir (Hasan et al., 2019).

Dondurarak kurutma, modern kurutma yöntemleri içerisinde popüler bir yere sahiptir. Dondurarak kurutma işlemi sırasında içerikte yer alan su veya çözücü donmuş halde vakum altında süblimleşerek gaz fazına geçer. Bu gaz, kurutma ortamından emilerek uzaklaştırılır. Sıcaklığın düşük olması ve vakum altında çalışılması nedeni ile ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında kalitenin korunması açısından önemli bir modern kurutma yöntemidir (Ratti, 2008; Liapis and Bruttini, 2020).

Dondurarak kurutma yöntemiyle ürünün dondurma aşamasında termal inaktivasyonunun azaltılmasının yanı sıra pek çok avantaj da sunmaktadır. Konsantrasyon etkilerinin önlenmesi sayesinde, kurutulmuş ürünün içindeki bileşenlerin dağılımı süreç boyunca değişmeden korunmaktadır. Ayrıca, liyofilizasyon, ürünün su içeriğini düşük seviyelere indirerek oksidatif bozulma riskini azaltmakta ve böylece ürünün kararlılığını artırmaktadır. Vakum veya inert gaz altında gerçekleştirilen bu işlem, su ve içerik kaybına neden olabilecek olumsuzlukları minimize ederek, ürün kalitesini muhafaza etmektedir. Diğer kurutma yöntemleriyle karşılaştırıldığında daha kontrollü bir ortam sunması, bu yöntemin etkili bir alternatif olmasını sağlamaktadır. Ek olarak, dondurulmuş materyalin gözenekli yapısını koruması, yeniden su ile temas ettiğinde ürünün hızlı ve etkin şekilde eski haline dönebilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu bulgular, liyofilizasyonun hem endüstriyel hem de bilimsel alanlarda önemli bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır (Pržić et al., 2004).

Dondurarak kurutmanın en önemli dezavantajı, kuruma hızının yavaş olması ve yüksek vakumda çalışma koşulları gerektirmesidir; bu durum, işleme zaman, enerji ve ekonomik açıdan pahalı hale getirir. Bu nedenle yöntem, gıda sektöründe sınırlı bir kullanım alanına sahiptir ve yalnızca yüksek katma değere sahip ürünlerin kurutulmasında yaygın olarak kullanılır (López-Quiroga et al., 2010).

Dondurarak kurutma işlemi üç temel aşamadan oluşmaktadır (Fissore and Velardi, 2012):

-Donma

-Birincil kurutma

-İkincil kurutma

Dondurarak kurutmanın en önemli aşamalarından biri, donma sırasında katı fazdan gaz fazına geçişin gerçekleşmesidir. Hem katı gıdalar hem de sıvı gıdalar bu aşamadan önce dondurulmalıdır. Donma, gıda ürünlerinde suyun kristalleşme sürecini ifade eder (Nowak and Jakubczyk, 2020).

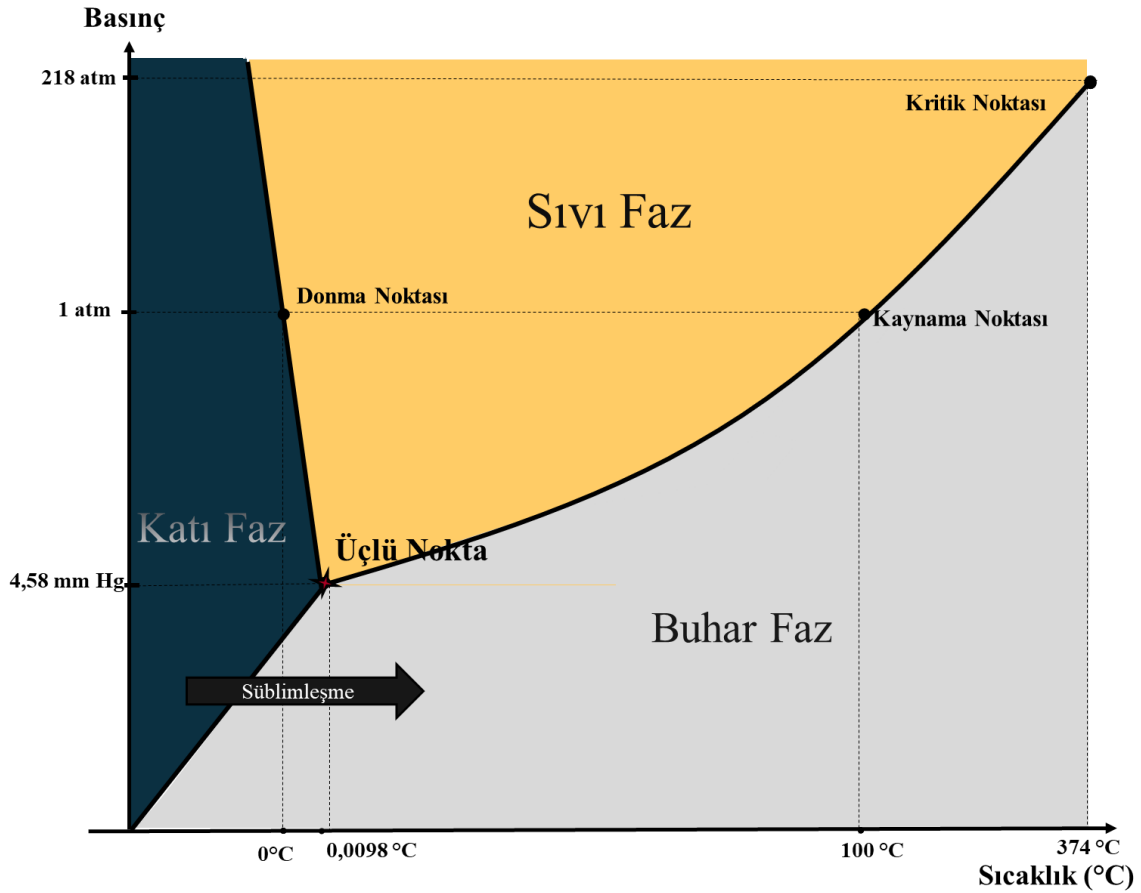
Dondurma işleminin temel işlevleri şunlardır:

- Çözücü, çözünen maddelerden ayırmak,
- Ürünün termal bozulmasını en aza indirmek,
- Çözeltideki bileşenleri hareketsiz hale getirerek kurutma sırasında yoğunlaşmalarını önlemek,
- Vakum uygulandığında ürünün köpürmesini engellemek.

Sulu sistemlerde, su donarak buz kristalleri oluşturur ve çözünen maddeler bu kristaller arasındaki boşluklarda tutulur. Formülasyonun tamamen donmasını sağlamak için gereken sıcaklık, çözücünün türüne ve içerdiği diğer bileşenlere bağlıdır. Dondurma işlemi, harici bir dondurucu ünitesinde veya dondurarak kurutma makinesinin raflarında gerçekleştirilebilir (Pržić et al., 2004).

Dondurma işlemi sırasında oluşan buz kristallerinin büyüklüğü ve şekli, kurutma sonrası elde edilen gözenekli katı yapının özelliklerini belirleyen önemli bir faktördür. Bu nedenle, dondurma işlemi hem sürecin sonraki aşamalarının süresini hem de nihai ürünün kalite özelliklerini önemli ölçüde şekillendirebilir (Pikal et al., 1983).

Yavaş soğutma büyük buz kristallerinin, hızlı soğutma ise küçük buz kristallerinin oluşmasına neden olur. Küçük buz kristalleri, ürün yapısında gaz fazının dışarı çıkmasını sağlayan kanallar oluşturur. Bu nedenle, yavaş soğutma sırasında kurutma süresi daha uzun sürer (Gaidhani et al., 2015).



Şekil 2.1: Suyun faz diyagramı (Lavoine and Bergström, 2017)

Birincil kurutma evresinde, vakum pompası yardımıyla ortam basıncı düşürülür ve dondurma aşamasında oluşan buz kristallerinin süblimleşmesini sağlamak amacıyla kontrollü şekilde ısı uygulanır. Buz kristalleri birincil kurutma aşamasında düşük basınç altında süblimleşir. Bu aşamada ürün içindeki serbest su süblimasyon yoluyla uzaklaşır, süblimleşme arayüzü geri çekilir ve kurutulmuş malzeme üzerinde gözenekli bir yüzey bırakır. Süblimasyon şekil 2.1’de gösterildiği gibi suyun üçlü noktası altında, yani 4,58 mm Hg (0,006 atm) basınç ve 0,0098 °C sıcaklıkta gerçekleşebilir. Süblimasyon sürecinin devamında, kuruyan ve hala donmuş olan tabaka arasında bir ara yüzey meydana gelir.

Kuruyan alandaki gözenekler, buhar akışı ve ısı transferine karşı direnç sağlar, bu da süblimasyon oranının azalmasına neden olur. Kuruyan ürün sıcaklığı artar. Serbest suyun tamamen süblimleşmesiyle birincil kurutma dönemi sona erer ve nem miktarı %7-8 seviyelerine düşer. Birincil kurutma aşamasından sonra ikincil kurutma sırasında sıcaklığın artırılması, donmuş kısmın üründen uzaklaştırılmamış olması durumunda erime ile sonuçlanabilir. Bu sebeple, birincil kurutmanın sona erdiği noktayı belirlemek son derece önemlidir (Gaidhani et al., 2015; Liapis et al., 1996).

Dondurarak kurutmanın son aşaması ikincil kurutma olarak adlandırılır. Bu aşamada, donmamış suyun çözünen madde fazından desorpsiyon yoluyla uzaklaştırılması sağlanır. Birincil kurutma tamamlandıktan sonra, amorf yapıdaki ürün hala belli bir miktarda nem içerebilir ve bu oran formülasyona bağlı olarak kuru madde bazında %5–20 arasında değişebilir. İkincil kurutma, artık nem seviyesini genellikle %1'in altına düşürerek ürünün stabilitesini korumayı hedefler. Bu aşamada, suyun daha verimli şekilde uzaklaştırılabilmesi için raf sıcaklığı birincil kurutmaya göre daha yüksek tutulur (Tang and Pikal, 2004).

Ürünlerin suyun desorbe edilmesini sağlayacak kadar yüksek bir sıcaklıkta belirli bir süre tutulması gerekmektedir. Yüksek raf sıcaklığının daha kısa süre uygulanması, düşük sıcaklığın uzun süre sürdürülmesine kıyasla daha etkili olabilir, çünkü sabit bir sıcaklıkta desorpsiyon hızı zamanla azalır ve belli bir noktadan sonra nem içeriğinde önemli bir değişim gerçekleşmez. Kristal yapıya sahip ürünlere kıyasla, amorf ürünlerin kuruma süreci daha zordur, bünyelerindeki suyun uzaklaştırılabilmesi için daha yüksek sıcaklık ve daha uzun süreye ihtiyaç duyulmaktadır. İkincil kurutma süreci aynı zamanda çözücü konsantrasyonundan da etkilenir. Çözücünün daha yüksek konsantrasyonda bulunması, kurutulmuş ürünün spesifik yüzey alanını azaltarak emilen suyun uzaklaştırılmasını zorlaştırır ve dolayısıyla daha yüksek sıcaklık veya daha uzun kurutma süresi gerektirir (Deepak and Iqbal, 2015).

Ürün sıcaklığı, formülasyona ait camsı geçiş sıcaklığının altında tutulmalı ve bu dengeye dikkat edilmelidir. Dondurarak kurutulacak ilaç maddesine, stabiliteyi artırmak amacıyla genellikle stabilizatörler, hacim artırıcılar, tonisite düzenleyiciler ve tampon maddeler ilave edilir. Bu bileşenlerden bazıları, ürünün uzun süreli stabilitesini sağlamak için zorunlu iken, bazıları ise ürünün görünümünü iyileştirmek veya camsı geçiş sıcaklığını yükselterek birincil kurutma süresini kısaltmak için kullanılır. Özellikle sükroz ve trehaloz gibi amorf

maddeler, dondurarak kurutulmuş formülasyonlarda stabilizatör olarak işlev görür (Rambhatla et al., 2005).

### **2.3 Trabzon Hurmasının Dondurarak Kurutulması**

Üç farklı kurutma yöntemi (dondurarak kurutma, fırında kurutma ve vakumlu etüvde kurutma) kullanılarak yapılan bir çalışmada, biyoaktif özellikler (toplam fenol, toplam flavonoidler, kondense tanenler ve toplam hidrolize olabilir tanenler, antiradikal aktivite ve antidiyabetik aktivite) açısından karşılaştırma yapılmış; dondurarak kurutma yöntemi diğer kurutma yöntemlerine kıyasla daha fazla biyoaktif özellik sergilemiştir. En yüksek toplam fenolik madde ve toplam flavonoid dondurarak kurutulan örneklerde tespit edilmiştir (sırasıyla 4805 mg gallik asit eşdeğeri/100 g kuru örnek, 188,1 mg CE/100 g). Bunun yanında kurutulmuş örneklerde kondense tanen miktarı 153 mg kateşin eşdeğeri/ 100 g, toplam hidrolize olabilir tanen ise 1961 mg tannik asit eşdeğeri/100 g değerleri ile en yüksek miktarda belirlenmiştir. Antiradikal aktivite olarak EC<sub>50</sub> değeri 0,19 g/g DPPH olarak verilmiş olup en düşük değeri sergilemiştir. EC<sub>50</sub> değerinin düşük olması antiradikal aktivitenin yüksek olduğunun göstergesidir. Antidiyabetik aktivitede ise  $\alpha$ -glikozidaz aktivitesini %50 inhibe eden fenolik konsantrasyonu dondurarak kurutulmuş örneklerde 61,277 mg/L iken diğer kurutma örneklerinde bu rakam daha yüksek olarak tespit edilmiş ve dolayısıyla antidiyabetik aktivite en fazla dondurarak kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir.

Trabzon hurmalarının kurutulmasında üç farklı kurutma yöntemi (sıcak hava, sıcak hava-mikrodalga kombinasyonlu ve dondurarak kurutma) uygulanarak cips üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerden gerek beslenme gerekse de kalite parametreleri açısından en iyi yöntemin dondurarak kurutma olduğu bildirilmiştir. Ayrıca duyusal puanlamada sıcak hava-mikrodalga kombinasyonlu ve dondurarak kurutulan cipslerin 85,40 puan ile benzer puana sahip olmasına karşın sıcak hava ile kurutulan cipslerde ise bu puan 70,51 gibi daha düşük puana tekabül etmiştir (Jia et al., 2019).

Ultrason destekli vakum kurutma, dondurarak kurutma, infrared kurutma ve sıcak hava ile kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulan Trabzon hurmalarının biyoaktif bileşenleri, biyoaktiviteleri ve bazı fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Toplam fenol içeriği en yüksek (262,4 mg gallik asit eşdeğeri/100 g) dondurarak kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Toplam flavonoid miktarı toplam fenol miktarına benzer şekilde en yüksek (15,2 kateşin

eşdeğeri/100 g kuru madde) dondurarak kurutulmuş ürünlerde belirlenmiştir.  $\beta$ -karoten ve likopen miktarı da diğer kurutma yöntemlerine göre daha fazla miktarda belirlenmiştir (sırasıyla 427,0 mg/100g ve 931,5 mg/100g). Antioksidan testlerinden CUPRAC ve DPPH testlerinde, dondurarak kurutulmuş örneklerde diğer yöntemlerle kurutulanlara göre daha güçlü aktivite sergilemiştir. Epigallokateşin, fenolik bileşim içerisinde en fazla belirlenen fenolik madde olup, 383,272 mg/100 g ile en yüksek değere dondurarak kurutulmuş ürünlerde tespit edilmiştir. Buna ek olarak HMF, diğer kurutma yöntemlerinde tespit edilirken dondurarak kurutulmuş ürünlerde belirlenmemiştir (Kayacan et al., 2020).

Yapılan bir diğer çalışmada Trabzon hurması pulpunun kurutulmasında fırında kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri kullanılmıştır. C vitamini fırında kurutulanlarda 33,34 mg/100g iken dondurarak kurutulan örneklerde ise 46,27 mg/100g olarak belirlenmiştir. Renk açısından incelendiğinde de  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri açısından en yüksek değerler dondurarak kurutulan örneklerde belirlenirken (sırasıyla 74,74, 19,30 ve 52,20), fırında kurutulanlarda ise bu değerler daha düşük belirlenmiş olup, sırasıyla 44,98, 19,12 ve 32,50 değerlerini sergilemiştir. Antioksidan aktivite olarak taze olan pulplarda %92,06 değeri belirlenirken, dondurarak kurutulanlarda %89,26 ve fırında kurutulanlarda ise %79,95 tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite olarak taze örneğe en yakın dondurarak kurutulmuş örnekler belirlenmiştir (Anjum et al., 2021).

Sıcak hava ile farklı sıcaklıklarda (50, 60 ve 70 °C) kurutulan Trabzon hurması dilimlerinin dondurarak kurutulan örnekler ile kıyaslandığı çalışmada, en yüksek arbutin miktarı 12,4 mg/g ile dondurarak kurutulan örneklerde tespit edilirken, bunu 11,25 mg/g ile 50 °C'da sıcak hava ile kurutulan örnek takip etmiştir. Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması dilimleri çözümlenir tanen açısından sıcak hava ile kurutulanlara göre daha zengin bulunmuştur. Biyoaktif bileşikler olan toplam fenol, toplam flavonoid,  $\beta$ -karoten ve proantosiyanidinler açısından ele alındığında dondurarak kurutulan örnekler sıcak havada kurutulanlara kıyasla oldukça yüksek değerler sergilemiştir (Zhao et al., 2021).

Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurmasının geniş bir nem içeriği aralığında gerçekleşen faz geçişleri, diferansiyel taramalı kalorimetri yöntemiyle incelenmiştir. Düşük ve orta nem içeriği seviyelerindeki bu geçişleri incelemek amacıyla, örnekler su aktivitesi 0,11 ile 0,90 arasında olacak şekilde ve 25 °C'de şartlandırılmıştır. Yüksek nem içeriği bölgesi için ise numunelere su eklenerek analiz gerçekleştirilmiştir. Su aktivitesinin 0,75 ve üzerinde olduğu durumlarda iki ayrı camsı geçişi (Tg) gözlemlenmiş olup, su aktivitesinin artmasıyla birlikte

Tg değerinin dūştüęü tespit edilmiştir; bu durum suyun plastikleştirici etkisinden kaynaklanmaktadır. Çalışma kapsamında, şeker-su matrisine ve meyve pulpasında bulunan makromoleküllere atfedilen iki ayrı camsı geçiş sıcaklığı tespit edilmiştir (Sobral et al., 2001).

Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması dilimlerinin su adsorpsiyon izotermi ve camsı geçiş sıcaklığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Örneklerin su aktivitesi 0,113 ile 0,680 arasında olacak şekilde 20  C'de dengeye getirilerek fizikokimyasal değişimleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, cam geçiş sıcaklığının su içeriği arttıkça azaldığını ve kritik su aktivitesi ile kritik su içeriği değerlerinin sırasıyla 0,165 ve 0,0312 g su/g ürün olduğunu göstermiştir. Trabzon hurmasının kurutulmuş ürün olarak stabilitesinin korunabilmesi için optimum su aktivitesi ve depolama koşullarının belirlenmesinin önemini belirtmişlerdir. Kritik değerlerin altında amorf matrisin camyapı halinde kaldığı ve ürünün gevrekliğinin korunduğu ifade edilmiştir. Ancak, su aktivitesinin bu seviyeleri aşması durumunda, fiziksel bozulmalar, renk değişimleri ve biyoaktif bileşen kayıplarının arttığı belirlenmiştir (Gonzlez et al., 2020).

Dört farklı kurutma tekniğinin (fırın, akışkan yatak, vakum ve dondurarak kurutma) ve dört hurma eşidinin (Rojo Brilliante, Seedless, Hachiya, Türkay) kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Kurutma yöntemlerinin hurmaların kalite parametreleri, özellikle antioksidan aktivite, fenolik madde içeriği, renk değerleri ve rehidrasyon kapasitesine etkileri değerlendirilmiştir. Dondurarak kurutma, hurma çeşitlerinin kalitesini koruma açısından diğer yöntemlerden daha başarılı olmuştur. Ancak, vakumla kurutma ve dondurarak kurutma benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip ürünler ortaya koymuştur. Fırın kurutma, hurmaların antioksidan özelliklerini artırırken, rehidrasyon kapasitesinde ve renk değerlerinde azalma yaratmıştır. Akışkan yatak ve fırın kurutma yöntemleriyle, sıcak hava kullanılarak elde edilen benzer kurutulmuş ürünler elde edilmiştir. Dondurarak kurutma yüksek maliyetli bir işlem olduğundan, vakumla kurutma gibi daha ekonomik yöntemler de yüksek kaliteli kurutulmuş hurmalar elde etmek için kullanılabilir. Rojo Brilliante eşidi, fizikokimyasal özellikler açısından diğerlerine göre üstün sonuçlar vermiştir (Tosya vd., 2024).

Farklı konsantrasyonlardaki kurutma ajanları olan maltodekstrin ve Arap zamkı kullanılarak, raf ömrü uzatılmış Trabzon hurması pre tozu üretilmiştir. Kontrol rneği, kurutma ajanı

İçermeyen Trabzon hurması püre tozu olacak şekilde seçilmiştir. Deneysel örnekler, %40, %45 ve %50 maltodekstrin içeren gruplar, %25, %30 ve %35 Arap zankı içeren gruplar ile %40 maltodekstrin ve %10 Arap zankı karışımından oluşmuştur. Tüm örnekler topaklanmayı önleyici ajan olarak %1 oranında trikalsiyum fosfat eklenmiştir. %45 ve %50 maltodekstrin içeren numunelerde nem, kül, kırmızılık ( $a^*$ ) ve higroskopiklik değerleri daha düşük bulunurken, bu numuneler aynı zamanda yüksek verim, iyi çözünürlük, yüksek yoğunluk ve uygun renk indeksleri ( $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C$ ,  $H$ ) sergilemiştir. %30 ve %35 Arap zankı içeren numunelerde kül içeriği ve toplam asitlik artış göstermiştir. Duyusal değerlendirme açısından ise %30 Arap zankı içeren numuneler en yüksek puanları almıştır. Yüksek cam geçiş sıcaklığına sahip kurutma ajanlarının, kaliteli Trabzon hurması püre tozu üretiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Liyofilize edilmiş ve %45 ile %50 maltodekstrin içeren numuneler, düşük nem içeriği, kırmızılık ( $a^*$ ) ve higroskopiklik gösterirken, yüksek renk stabilitesi ( $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C$ ,  $H$ ), verim, çözünürlük ve yoğunluk sergilemiştir. %30 Arap zankı içeren örnekler ise diğerlerine kıyasla daha yüksek kül içeriği ve daha iyi duysal özelliklere sahip olmuştur. Bu bulgular, farklı kurutma ajanlarının Trabzon hurması püre tozunun fizikokimyasal ve duysal özellikleri üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, uygun formülasyon seçiminin ürün kalitesini ve raf ömrünü önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermektedir (Saeed et al., 2023).

## **2.4 Dondurarak Kurutulan Meyvelerin ve Trabzon Hurmasının Kek ve Kurabiyelerde Kullanımı**

Meyve ve sebzelerin gerek kendilerinin gerekse de meyve-sebze işleme kısmında kalan atıkların lif ve biyoaktif bileşenler açısından zengin olması nedeni ile meyve-sebze unlarının fırıncılık ürünlerine özellikle kek ve kurabiyelere ilave edilerek zenginleştirme amacıyla kullanılması söz konusudur (Santos et al., 2022). Kurutulmuş meyve unları sadece zenginleştirme amacıyla değil ayrıca kek ve kurabiyelerin formülasyonlarında yer alan un ve şekerin yerine kullanılarak düşük yağ ve şeker içerikli ürünlerin oluşmasını da sağlamakta; böylelikle obezite, diyabet ve kalp-damar hastalıklarını önlemede de etkili olabilmektedirler (Nehir and Simsek, 2012; Roppolo et al., 2024).

Kivi, balkabağı ve ayva meyve pürelerinin dondurarak kurutulması ile elde edilen meyve tozları kek formülasyonlarına kek hamurunun toplam ağırlığının (ıslak bazda) %5, %10 ve %20 oranlarında ilave edilmiştir. Kurutulmuş meyve tozları ilavesi ile keklerin nem içeriğinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanında meyve tozu ilavesi ile keklerin C

vitamini içeriğinde artış belirlenmiştir. Kivi tozu ilaveli keklerde C vitamini içeriği %15,94-32,94, ayva tozu ilaveli keklerde %6,17-15,73 ve kabak tozu ilaveli keklerde ise %12,24-23,28 arasında değişim göstermiştir (Altay et al., 2021). Yabani olarak yetişen güvem (*Prunus spinosa*) meyvesi dondurarak kurutulmuş ve toz formu pirinç unundan yapılmış keklerle ikamesi olarak %1, %2 ve %4 oranında ilave edilmiştir. Kurutulmuş meyve ilavesi keklerde kül, protein ve nem değerlerini artırmış, bunun yanında toplam fenolik miktarı da 35,91 mg gallik asit eşdeğeri/g'dan 73,39 mg gallik asit eşdeğeri/g'a kadar artış sergilemiştir. ABTS, FRAP ve DPPH antioksidan testleri de kurutulmuş meyve ilave edilen keklerde antioksidan aktivitenin güçlü olduğunu göstermiştir. Glisemik indeks, meyve tozu ilavesi ile düşüş sergilemiş ve %4 meyve tozu içeren kek örneklerinde %69,38'e kadar düşüş göstermiştir (Cakir et al., 2024).

Dondurarak kurutulmuş Japon ayvası meyvelerinin %0-9 aralığında kurabiye formülasyonunda kullanıldığı çalışmada, katkılı kurabiyelerin kontrol örneğine kıyasla 2-3,5 kat aralığında daha güçlü antioksidan aktivite sergilediği, bunun yanında ikincil oksidasyon ürünlerinin daha az oluştuğu da tespit edilmiştir. Asetik asit, katkılı kurabiyelerde baskın olan uçucu bileşenlerden olup, oranı %7,05-23,37 aralığında değişim sergilemiştir. Asidik ve meyvemsi duyuşal hisleri istenen duyuşal özellikler olup, bu katkılı kurabiyelerde belirlenmiştir. 20 °C'da 16 hafta sürece yapılan depolama çalışmasında katkılı kurabiyelerde hidrokarbon miktarı kontrol örneğine kıyasla artış sergilemiştir. Hekzan, depolanmış örneklerde belirlenmiş baskın hidrokarbon olup, katkılı kurabiyelerde kontrole kıyasla 5-10 kat aralığında daha fazla miktarda belirlenmiştir (Antoniewska et al., 2019).

Ahududunun (*Rubus idaeus* L.) taze, dondurarak ve sıcak hava ile kurutulmuş formları muffin kek hamuruna ilave edilmiştir. Taze meyve ilaveli muffin kekler ile kıyaslandığında dondurarak kurutulmuş ilaveli olanların daha yüksek  $a^*$  değerine ve daha düşük  $b^*$  değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Dondurarak kurutulmuş ilaveli örneklerin daha yoğun kırmızı ve daha az yoğun sarı renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Dondurarak kurutulmuş meyve ilavesi taze meyve kullanılanlara kıyasla keklerin ağırlığında önemli bir azalma oluşturmuştur. Dondurarak kurutulmuş meyve ilaveli muffin kekler, taze meyve ilavelilere göre görünüm ve renk açısından duyuşal açıdan daha fazla beğenilmiştir (Petronilho et al., 2023).

Farklı meyveler dışında Trabzon hurmasının fırıncılık ürünlerinde kullanımı konusunda da bazı literatür çalışmaları mevcut olup, aşağıda özetlenmiştir.

Trabzon hurması püresi şeker ikamesi olarak kek yapımında %33,3-50-66,6 ve 83,3 oranında kullanılmıştır. %33,3 Trabzon hurması ilaveli keklerde hacim ve spesifik hacim artış sergilemiştir. Daha yüksek konsantrasyonda Trabzon hurması kullanımı ise hacim ve spesifik hacimde düşüslere neden olurken, ağırlıkta ise artışa sebep olmuştur. %33,3 Trabzon hurması ilaveli örneklerin toplam fenol ve antioksidan aktiviteleri kontrol örneğine kıyasla daha yüksek değerler sergilemiştir. Bunun yanında C vitamini miktarı %33,3 Trabzon hurması ilaveli keklerde 0,236 mg/100 g iken kontrol örneğinde 0.003 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Duyusal açıdan değerlendirildiğinde de %33,3 Trabzon hurması ilaveli keklerin genel beğenisi kontrol örneğine kıyasla yüksek bulunmuştur (Abdallah et al., 2017).

Kek üretiminde Trabzon hurması meyvesinin sosu 25g, 50g, 75g ,100 g olacak şekilde katı yağ ikamesi olarak kullanılmıştır. Keklerde, Trabzon Hurması sosu kullanılması, nemi kül ve toplam fenol içeriği ve ayrıca DPPH radikal süpürme gücünde artışa neden olmuştur. Bunun yanında Trabzon hurması sosu kullanılan keklerin yağ içeriğinde düşüş, lif ve C vitamini içeriğinde de artış gözlenmiştir (Dipti et al., 2023).

Tepsili kurutucularda kurutulan Trabzon hurması toz formunda %10, %20 ve %30 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanılarak kek üretilmiştir. Trabzon hurması tozu ilave edilen keklerin hamurunda vizkozite değerinde düşüş, buna karşın toplam fenolik madde içeriğinde %261,4, askorbik asit içeriğinde ise %582,0 oranında artış belirlenmiştir. Antioksidan testi (DPPH) de hurma tozu ilaveli keklerde EC50 değerinin %98'e kadar azaldığını göstermiştir. Trabzon hurması tozu ilavesi keklerde rengin koyulaşmasına neden olmuştur. Tekstür sonuçları da renk gibi hurma tozu ilavesi ile keklerde sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerlerinde sırasıyla %2,11, %2,03 ve %1,83'lük artışa neden olmuştur. Duyusal analiz sonuçları en beğenilir kekin %30 oranında Trabzon hurma tozu ilaveli kek olduğunu göstermiştir (Baltacıoğlu vd., 2020).

Glutensiz kek yapımında, sıcak hava ile kurutulmuş Trabzon hurma tozları %0-80 aralığında şeker ikamesi olarak kullanılmıştır. %20 ve %40 Trabzon hurma tozu kullanıldığında keklerin özgül hacim ve yoğunlukları kontrol örneği ile kıyaslanabilir hale gelmiştir. Trabzon hurma tozu ilavesi ile keklerde esneklik, yapışkanlık ve direnç azalırken sertlik ve

ığnenebilirlik artış göstermiştir. Kurutulmuş hurma tozu ilavesi toplam fenol içeriğini %304,2'ye, FRAP antioksidan aktivitesi %384,4'e ve DPPH indirgenme gücünü i se %264,3'e kadar artırmıştır. Bunun yanında glutensiz keklerde hurma tozu ilavesi K miktarını artırmıştır nk Trbzton hurma doğal olarak potasyum açısından zengin bir meyvedir (Yesilkanat and Savlak, 2021).

Dondurarak kurtulmuş Trbzton hurması unu %20 ve %30 oranda mısır unu yerine ikame edilerek muffin kek yapılmıştır. Kontrol ve Trbzton hurma unu ilaveli örnekler arasında benzer mekanik özellikler belirlenmiştir. Trbzton hurma ununun artışına bağlı olarak keklerde renk koyulaşmakta ve daha kırmızımsı bir renk tonu ortaya çıkmaktadır. Duyusal analizlerde, Trbzton hurması tozu ilave edilenlerde kontrol grubuna kıyasla burukluk daha fazla algılanmış, tat olarak daha yüksek puanlar elde edilmiş, tekstür özellikleri ise kontrolle benzerlik göstermiştir. Trbzton hurmasının konsantrasyonu artıkça tanen ve karotenoid miktarı artış sergilemiştir. Bunun yanında antioksidan aktivite de Trbzton hurması ilaveli örneklerde daha yüksek bulunmuştur (Hosseinejad et al., 2022).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Bu çalışmada kullanılan Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) Balıkesir ilindeki yerel bir manavdan temin edilmiştir. Kek ve kurabiye formülasyonunda kullanılan un, şeker, süt, yumurta, kabartma tozu Balıkesir ilindeki yerel marketten, rafine ayçiçek yağı Cargill Tarım ve Gıda San. Tic. A.Ş.'den temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan hammadde olan taze Trabzon hurması meyvesine ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir. Trabzon hurması meyvesi (THM)'nin briks değeri %15,46, kuru madde oranı ise %23,11 olarak tespit edilmiştir. Protein içeriği %0,54, lif oranı ise %3,52 olarak belirlenmiştir. Meyvenin pH değeri 5,72, asitlik ise 0,29 g/kg olarak ölçülmüştür. Ayrıca, kül oranı %0,43 olarak bulunmuştur. Şeker bileşiminde iki temel bileşen olan fruktoz (1,06 g/100 g) ve glikoz (2,69 g/100 g) belirlenmiştir.

Trabzon hurması meyvesi yüksek miktarda potasyum içermektedir (1794,9 mg/100 g) Bunun yanında, magnezyum (131,13 mg/100 g) ve kalsiyum (1223,3 mg/100 g) da yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Diğer mineraller arasında bakır (0,28 mg/100 g), demir (6,94 mg/100 g), mangan (1,38 mg/100 g) ve fosfor (152,07 mg/100 g) yer almaktadır.

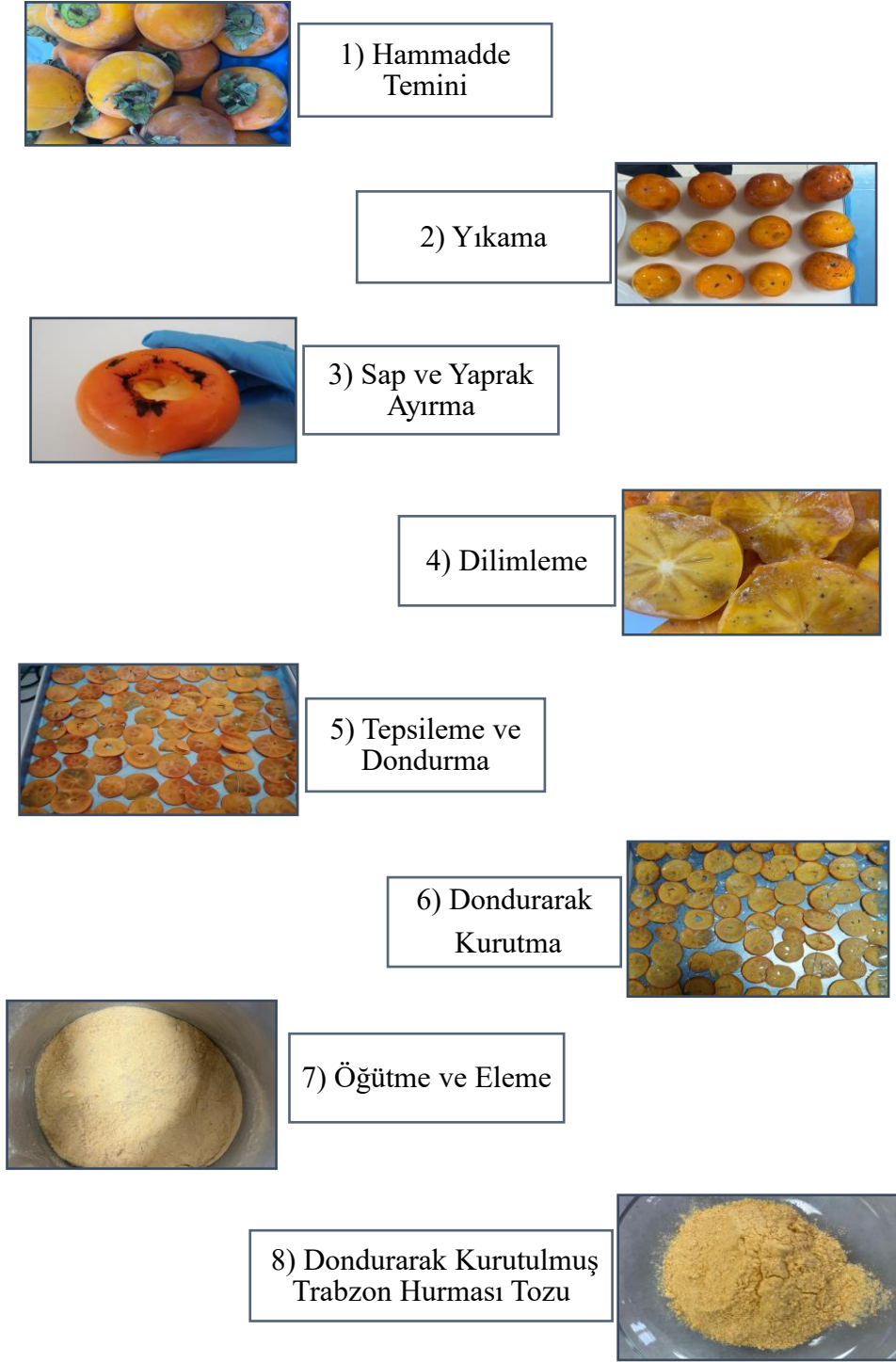
**Tablo 3.1:** Çalışmada kullanılan Trabzon hurması meyvesine ait kimyasal analiz sonuçları

Parametre	Değer
Briks (%)	15,46
Kuru Madde (%)	23,11
Protein (%)	0,54
Lif (g/100g)	3,52
pH	5,72
Asitlik (g/kg)	0,29
Kül (%)	0,43
Fruktoz (g/100 g)	1,06
Glikoz (g/100 g)	2,69
Potasyum (mg)	1794,9
Magnezyum (mg)	131,13
Kalsiyum (mg)	1223,3
Bakır (mg)	0,28
Demir (mg)	6,94
Mangan (mg)	1,38
Fosfor (mg)	152,07

## **3.2 Metot**

### **3.2.1 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozu Üretimi**

Dondurarak kurutulmuş hurma tozu elde etmek için araştırmadaki ilk adım dondurarak kurutmaya hazırlık aşamasıdır. Yerel manavdan alınan Trabzon hurmaları dış kabuk kirliliği ve yapraklarından uzaklaştırıldıktan sonra kabuklu bir Şekilde 5 mm kalınlığında dilimlenmiştir. Hurma dilimleri, kurutma tepsisine yerleştirilen ısıya dayanıklı polietilen örtü üzerine dizilmiş ve liyofilizasyon öncesi ön soğutmanın sağlanması amacıyla soğutma odasında bekletilmiştir. Deneme çalışmaları sonucunda, ürün kalitesini koruyarak optimum süreyle kurutma sağlayan koşul olarak 50 °C belirlenmiş ve liyofilizasyon işlemi (GEA, Danimarka) bu sıcaklıkta, süblimasyon tamamlanıp ürün nem içeriği %2–4 aralığına ulaşana kadar gerçekteştirilmiştir. Liyofilize edilmiş Trabzon hurması dilimleri öğütücü yardımıyla parçalanarak (BrizBR721, Muson Global, Çin) toz hale dönüştürülmüştür. Elde edilen Trabzon hurması tozunun yapısındaki Şeker ve toz formda olması, nem tutma ve topaklaşma riskini artırmaktadır. Bu nedenle, hurma tozunun korunması amacıyla sızdırmaz oksijene ve neme dayanıklı alüminyum kilitli doypack ambalajda, kullanılıncaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir. Bu yöntem, Trabzon hurması tozunun sıvı formülasyonlarda kullanılabilmesi için uygun bir depolama koşulu sağlamaktadır.



Şekil 3.1: Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu üretim aşamaları

### **3.2.2 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozunun Kek Formülasyonunda Kullanılması**

Kekler, iki grup halinde hazırlanmıştır. Birinci grupta, dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu buğday unu ikamesi olarak kullanılmıştır. Formülasyonda buğday unu ikamesi olarak yer alan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu, şeker miktarı değişmeden %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununun yerini alacak şekilde üç farklı kek hamuru hazırlanmıştır (Tablo 3.2). Bu kekler şu şekilde kodlanmıştır:

MF: Kontrol grubu (buğday unu kullanılan, Trabzon hurması tozu ilave edilmeyen)

MF5: %5 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

MF10: %10 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

MF15: %15 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

İkinci grupta şekerin yerini alacak şekilde dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu, buğday unu miktarı değişmeden %5, %10 ve %15 oranlarında şekerin yerini alacak şekilde üç farklı kek hamuru hazırlanmıştır. Bu kekler şu şekilde kodlanmıştır:

MS: Kontrol grubu (şeker kullanılan, Trabzon hurması tozu ilave edilmeyen)

MS5: %5 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

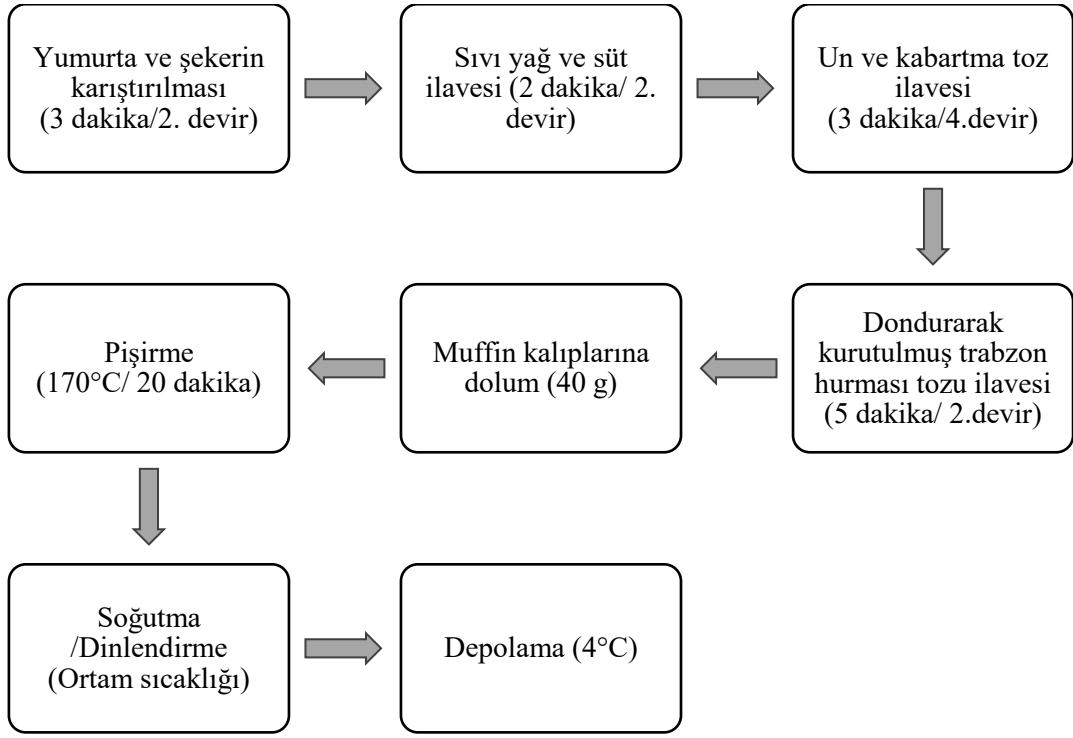
MS10: %10 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

MS15: %15 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

**Tablo 3.2:** Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu (DKTHT) ikameli keklerin formülasyonları

Örnek Kodları	Şeker (g)	Buğday Unu (g)	DKTHT (g)	Diğer Malzemeler (g)
MF	150	152	-	
MF5	150	144,4	7,6	
MF10	150	136,8	15,2	Yumurta (172)
MF15	150	129,2	22,8	Yağ (100)
MS	150	152	-	Süt (116)
MS5	142,5	152	7,5	Kabartma Tozu (10)
MS10	135	152	15	
MS15	127,5	152	22,5	

Kek üretimi, Şekil 3.1'deki işlem sırası dikkate alınarak yapılmıştır. Kek hamuru hazırlanırken, öncelikle yumurta ve şeker, mikserde (Kitchen Aid, USA) üç dakika boyunca ikinci devirde karıştırılmıştır. Ardından, sıvı yağ ve süt eklenmiş ve karıştırma işlemi iki dakika daha aynı devirde devam etmiştir. En son olarak, kabartma tozu ve un ilave edilmiş ve mikserin dördüncü devrinde üç dakika boyunca karıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Dondurarak kurutulmuş cennet hurması tozu, Tablo 3.2'deki formülasyonlara uygun şekilde ilave edilmiş ve ikinci devirde beş dakika süreyle karıştırılmıştır. Kek hamuru karışımı, darası alınmış kağıt muffin kek kalıplarına 40 gram olacak şekilde tartılmıştır (Mettler Toledo, Model PB1501-L) ve tepsiye yerleştirilmiştir. Ardından, 170 °C'de yirmi dakika önceden ısıtılmış konveksiyonel fırında (Wiesheu B08, Wiesheu GmbH, Grossbottwar, Almanya) pişirilmiştir. Pişirildikten sonra fırından çıkartılıp 30 dakika soğuması için bekletilmiştir.



**Şekil 3.2:** Kek üretim aşamaları

### 3.2.3 Dondurarak Kurutulmuş Trabzon Hurması Tozunun Kurabiye Formülasyonunda Kullanılması

Kurabiyeler, iki grup halinde hazırlanmıştır. Birinci grupta, dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu buğday unu ikamesi olarak kullanılmıştır. Formülasyonda buğday unu ikamesi olarak yer alan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu, şeker miktarı değişmeden %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununun yerini alacak şekilde üç farklı kurabiye hamuru hazırlanmıştır (Tablo 3.3). Bu kurabiyeler şu şekilde kodlanmıştır:

CF: Kontrol grubu (buğday unu kullanılan, Trabzon hurması tozu ilave edilmeyen)

CF5: %5 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

CF10: %10 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

CF15: %15 buğday unu yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

İkinci grupta şekerin yerini alacak şekilde dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu, buğday unu miktarı değişmeden %5, %10 ve %15 oranlarında şekerin yerini alacak şekilde üç farklı kurabiye hamuru hazırlanmıştır. Bu kurabiyeler şu şekilde kodlanmıştır:

CS: Kontrol grubu (şeker kullanılan, Trabzon hurması tozu ilave edilmeyen)

CS5: %5 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

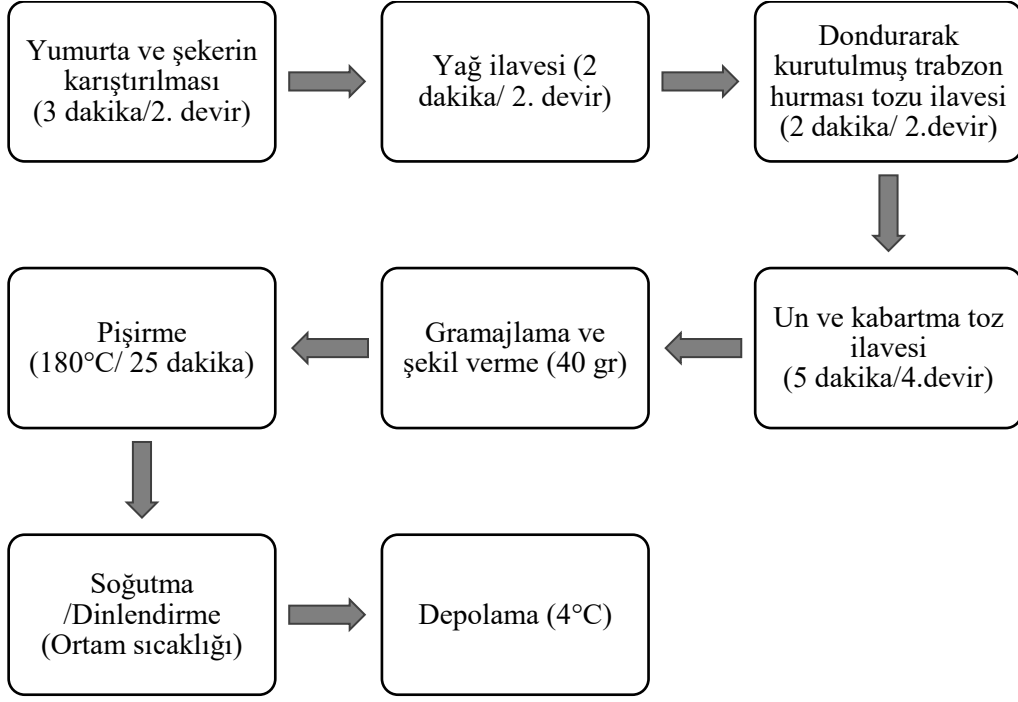
CS10: %10 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

CS15: %15 şeker yerine Trabzon hurma tozu ilaveli örnek

**Tablo 3.3:** Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu (DKTHT) ikameli kurabiyelerin formülasyonları ve oranları

Örnek Kodları	Şeker (g)	Buğday Unu (g)	DKTHT (g)	Diğer Malzemeler (g)
CF	175	400	-	
CF5	175	380	20	
CF10	175	360	40	
CF15	175	340	60	Yumurta (115) Yağ (100) Kabartma Tozu (10)
CS	175	400	-	
CS5	166,25	400	8,75	
CS10	157,5	400	17,5	
CS15	148,75	400	26,25	

Kurabiye üretimi, Şekil 3.2'deki işlem sırası dikkate alınarak yapılmıştır. Kurabiye hamurunun hazırlanmasında, yumurta ve şeker, mikserin yoğurma kancası ile (Kitchen Aid, USA) üç dakika süreyle ikinci devirde karıştırılmıştır. Sıvı yağ edildikten sonra karıştırma işlemi iki dakika ikinci devirde devam ettirilmiş, sonrasında dondurarak kurutulmuş hurma tozu sıvı karışıma ilave edilip homojen bir karışım elde edilene kadar karıştırılmıştır. Kabartma tozu ve un, karışıma son olarak ilave edilerek mikserin dördüncü devrinde beş dakika süreyle yoğurulmuştur. Kurabiye hamuru, mikserden çıkartılarak 40 gram olarak gramajlanıp (Mettler Toledo, Model PB1501-L) şekil verilmiştir. Şekil verilen kurabiye hamurları, yağlı kağıt serilen fırın tepsinine yerleştirilmiştir. 180 °C'de 25 dakika önceden ısıtılmış konveksiyonel fırında (Wiesheu B08, Wiesheu GmbH, Grossbottwar, Almanya) pişirilmiştir. Pişirildikten sonra kurabiyeler fırından çıkartılıp 30 dakika soğuması için oda koşullarında bekletilmiştir.



**Şekil 3.3:** Kurabiye üretim aşamaları

### 3.2.4 Hammadde Analizleri

Taze Trabzon hurması meyvesi, kurutulmuş Trabzon hurma tozu ve buğday ununda fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

#### 3.2.4.1 Renk Tayini

Taze Trabzon hurması meyvesi, buğday unu ve dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu renk özelliklerini belirlemek amacıyla HunterLab Mini Scan EZ (Reston, VA, USA) renk ölçüm cihazı kullanılarak, Hunter  $L^* a^* b^*$  değerleri belirlenmiştir.  $L^*$  değeri aydınlığı,  $a^*$  değeri kırmızılığı-yeşilliği,  $b^*$  değeri ise sarılık-maviliği göstermektedir (Suwanchote vd., 2012). Renk değişimleri bu üç parametreye dayalı olarak değerlendirilmiş ve her bir örnek üçer kez tekrarlanarak renk profili detaylı bir şekilde çıkartılmıştır.

#### **3.2.4.2 Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Tayini**

THM'nin suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriği, 20°C'de (Atago PAL- $\alpha$ , Japonya) el refraktometresi kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm öncesinde refraktometre saf su ile kalibre edilmiştir ve ölçümler üçer kez tekrarlanarak sonuçlar % olarak gösterilmiştir.

#### **3.2.4.3 Toplam Kuru Madde Tayini**

Toplam kuru madde içeriği, Ohaus MB120 (Ohaus Corporation, USA) model nem analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Numune üç gram alınıp 105°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle kurutulmuştur.

#### **3.2.4.4 Protein Tayini**

Protein tayini, Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Analiz, AACC 46-12 metoduna (AACC, 2000) uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle örneklerden elde edilen toplam azot miktarı (%N), protein içeriğini hesaplamak için temel bir veri olarak kullanılmıştır. Protein içeriği, %N ile faktörün çarpımı sonucu elde edilir. Faktör; buğday unu için 5,7, THM ve THT için 6,25 faktörü kullanılmıştır.

#### **3.2.4.5 pH Tayini**

pH değerleri, WTW 3110 pH ölçer (WTW, Almanya) cihazı ile AOAC 981.12 metoduna (AOAC, 2000) uygun olarak ölçülmüştür. Her bir örnekten pH değeri, üç farklı noktadan alınarak ortalama değer hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.6 Asitlik Tayini**

Asitlik tayini, titrasyon yöntemiyle yapılmıştır. Numune çözeltileri hazırlandıktan sonra, her bir örnek için asidik içerik titrasyonla belirlenmiştir. THM örneğinde, fenolftalein ile belirlenen pH noktasına kadar 0,1 N NaOH çözeltisi ile titrasyon yapılmış ve sonuçlar % asetik asit cinsinden hesaplanmıştır. Buğday unu örneği için, çözeltisi hazırlanarak sülfürik asit titrasyonu ile asidik içerik hesaplanmış ve sonuç % sülfürik asit olarak belirlenmiştir. THT'deki asidik içerik, çözeltisi üzerinde yapılan titrasyon sonucunda % asetik asit olarak hesaplanmıştır ve elde edilen değer daha sonra g/kg cinsine çevrilmiştir. Bu analizde, Trabzon hurmasında asetik asit, buğday ununda ise sülfürik asit titrasyonu kullanılmıştır, çünkü her iki ürünün asidik bileşenleri farklılık göstermektedir.

#### **3.2.4.7 Kül Tayini**

Kül oranı, AACC 08-01 metoduna göre (AACC, 1990), örneklerin kül fırınında 525 °C yakılması ile belirlenmiştir. Kül oranı, her bir örneğin başlangıç ağırlığına göre hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.8 Yağ Tayini**

Yağ analizi, Soxhlet ekstraksiyon prensibine dayalı olarak Soxtherm cihazı (Gerhardt, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler, *n*-hekzan çözücüsü ile ekstrakte edilmiş ve çözücü uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen yağ miktarından yağ içeriği hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.9 Toplam Diyet Lifi Tayini**

Toplam diyet lifi analizi, AOAC 991.43 metoduna göre yapılmıştır (AOAC, 1995). Bu yöntem, çözünen ve çözünmeyen liflerin ayrılmasını sağlar ve böylece toplam diyet lifi içeriği belirlenir. Analiz sonunda, her bir örneğin toplam diyet lifi yüzdesi hesaplanmıştır.

#### **3.2.4.10 Şeker Bileşimi Tayini**

Şeker bileşiminde iki temel bileşen olan fruktoz ve glikoz, yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) ile AOAC 977.20 metodu (Cunniff, 1997) esas alınarak miktarları tespit edilmiştir. Örnek ekstraktları 0.45 µm'lik filtrelerden geçirildikten sonra Refraktif indeks dedektörlü (RID) HPLC'ye enjekte edilerek fruktoz ve glikoz miktarları belirlenmiştir. Ayırmada kullanılan kolon µ-Bondapak C18 (300 mm x 4 mm), mobil faz CH<sub>3</sub>CN:H<sub>2</sub>O (75/25, v/v) ve akış hızı dakikada 1,0 mL olacak şekilde uygulanmıştır. 23 °C'da çalışma yapılmıştır. Sonuçlar, g/100 g kuru madde üzerinden verilmiştir.

#### **3.2.5 Kek ve Kurabiye Örneklerinde Yapılan Analizler**

Keklerde fiziksel (ağırlık, çap, yükseklik, hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksleri, renk ölçümü ve tekstür profili) ve kurabiyelerde fiziksel (ağırlık, çap, yükseklik, renk ölçümü ve tekstür profili), bunun yanında kek ve kurabiyelerde kimyasal (nem, kül, protein, yağ, toplam diyet lifi) ve duyu analizler yapılmıştır.

### **3.2.5.1 Fiziksel Analizler**

Kek ve kurabiye örneklerinin ağırlıkları, Mettler Toledo (Model PB1501-L, İsviçre) cihazı ile gram (g) cinsinden ölçülmüştür. Çap ve yükseklik değerleri, kek ve kurabiyelerde AACC Standart Metot No: 10-54 (AACC, 1990)'te belirtildiği şekilde dijital kumpas (Insize 150 mm 1108-150, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri değerleri, ürünlerin fiziksel boyutları ve şekil simetrisi ile yüzey homojenliği göz önünde bulundurularak AACC Metot 10-91.01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.

Renk tayini, HunterLab Mini Scan EZ (Reston, VA, USA) renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kek ve kurabiye örneklerinin renk değişimleri, iç ve dış (kabuk) yüzeylerinde ayrı ayrı incelenmiştir. Değerler yine bu cihazda CIELAB ölçüm sistemine göre ifade edilmiştir. Her bir renk analizi için iç ve dış yüzeylerden üçer ölçüm alınmış ve bu ölçümlerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Tekstür profili analizi, 30 kg load cell (yük hücresi)'e sahip TA.XTplusC cihazı (Stable Micro Systems, UK) kullanılarak yapılmıştır. Rastgele seçilen beş kek örneği ve kurabiye örneği için sırasıyla P75 kodlu 7,5 cm çapında alüminyum silindirik prob ve 5 mm çapında P5 kodlu prob kullanılmıştır. Cihazın test hızı 180 mm/dak ve sıkıştırma mesafesi 23 mm'dir. Elde edilen grafikten sertlik değeri g cinsinden ifade edilmiştir.

### **3.2.5.2 Kimyasal Analizler**

Kek ve kurabiyelerde nem, protein, kül ve toplam diyet lifi analizleri sırasıyla Bölüm 3.2.4.3 3.2.4.4, 3.2.4.7, 3.2.4.8 ve 3.2.4.9 başlığı altında belirtilen metotlara göre gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.5.3 Duyusal Analiz**

Farklı formülasyona sahip olan kek ve kurabiye örneklerinin duyusal analizleri, örneklerin hazırlandığı gün içinde yapılmıştır. Duyusal analizler, 25-45 yaş aralığındaki 15 panelist tarafından dış renk, iç renk, tekstür, lezzet ve genel beğeni parametrelerine göre değerlendirilerek gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme, 1'den 5'e kadar puanlandırılan hedonik skala ile yapılmış ve bu skalada 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi ve 5: çok iyi olarak tanımlanmıştır. Grupların değerlendirilmesi kendi içinde gerçekleştirilmiş ve rastgele seçilmiş üç basamaklı kodlarla numaralandırılmıştır. Panelistlere sunulan form şekil 3.2 de verilmiştir.

DUYUSAL ANALİZ FORMU					
Panelistin Adı Soyadı:			Tarih:		
Aşağıda belirtilen kalite kriterlerine göre farklı kodlarla sunulan örnekleri ayrı ayrı 5 puanlık bir ölçek üzerinden değerlendiriniz. Tadım öncesinde, dokunarak ve hafifçe bastırarak tekstürünü inceleyebilirsiniz.					
Kalite Kriterleri					
	865	507	831	905	
Dış Renk (Kabuk rengi)					
İç Renk					
Tekstür					
Lezzet					
Genel beğeni					
<b>Puan değerleriyle ilgili açıklamalar</b>					
	1 :Çok Kötü	2:Kötü	3:Orta	4:İyi	5:Çok iyi

**Şekil 3.4:** Duyusal analiz değerlendirme formu

### 3.2.6 Kek ve Kurabiyelerin Depolanması

Kek ve kurabiye örnekleri alüminyum doypack kilitli ambalajlar içinde buzdolabı sıcaklığında (yaklaşık +4 °C) 21 gün depolanmıştır. Yedi günlük periyotlar halinde örnekler alınarak renk (dış renk ve iç renk), ağırlık, nem ve tekstürel özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Bahsi geçen özelliklere ait analiz metotları Bölüm 3.2 kısmında tarif edildiği şekilde uygulanmıştır.

### 3.2.7 İstatistikî Analizler

Denemeler iki tekerrürlü yapılmış ve çalışmada elde edilen veriler ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Verilerin istatistikî analizinde SPSS Statistics 24 versiyonu (IBM, ABD) kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farkların belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. İstatistikî olarak önemli bulunan varyasyon kaynaklarının ortalamaları  $p < 0,05$  düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığı ile hesaplanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Hammadde Analiz Sonuçları

Dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ve buğday unu üzerine yapılan kimyasal analiz sonuçları ve renk analiz sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Yapılan renk analizine göre, taze Trabzon hurması meyvesi ve dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.1:** Hammadde kimyasal ve renk analiz sonuçları

Parametre	DKTHT	BU
Nem (%)	1,26	14,3
Protein (%)	2,63	9,98
Yağ (%)	0,28	1,52
Kül (%)	2,22	0,5
Diyet Lifi (%)	11,32	2,02
Fruktoz (g/100 g)	30,49	-
Glikoz (g/100 g)	37,22	-
$L^*$	43,3	90,3
$a^*$	10,8	0,73
$b^*$	26,6	9,94

Buğday ununda nem içeriği %14,3 olarak tespit edilmiştir. Polat (2007) ve Tuna (2015) buğday ununda nem oranını sırasıyla %14,75 ve %10,63 düzeyinde belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, Polat (2007)'ın belirlediği değerler ile benzer iken Tuna (2015)'nın bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur. Kek ve kurabiye formülasyonunda kullanılan buğday ununun protein içeriği %9,98 olarak tespit edilmiştir. Şahin vd. (2016) buğday unlarında protein oranını %7-35-16,35 aralığında, Polat (2007) ve Tuna (2015) buğday unlarında protein oranını sırasıyla %9,76 ve %9,44 belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada buğday unu için belirlenen değerler; literatürde yer alan çalışma sonuçları ile benzerlik teşkil etmektedir (Polat, 2007; Tuna, 2015; Şahin vd., 2016). Yağ oranı açısından ise buğday ununda %1,52 yağ içerdiği tespit edilmiştir (Prabhasankar and Haridas, 2001). Buğday unlarında yağ oranını %1,3-2,0 aralığında, Tuna (2015) buğday ununda yağ oranını %1,01 belirlemiştir. Yağ içeriği açısından mevcut çalışma sonuçları literatür çalışmaları ile benzerlik sergilemiştir (Prabhasankar and Haridas, 2001; Tuna, 2015). Kül miktarı, buğday ununda %0,5 olarak tespit edilmiştir. Polat (2007) ve Tuna (2015) buğday unlarında kül

oranını sırasıyla %0,62 ve % 0,65 olarak tespit edilmiştir. Aydın et al. (2009) buğday unu örneklerinde kül oranını % 0,54-0,71 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları, Polat (2007), Aydın et al. (2009) ve Tuna (2015)'nin bildirdiği çalışmanın sonuçlarına yakın bulunmuştur. Çalışmada diyet lifi %2,02 olarak tespit edilmiştir. Polat (2007) buğday ununda %0,002 oranında toplam diyet lif tespit etmiştir. Yılmaz (2017) buğday ununda ham lif oranını %3,22 olarak belirlemiştir. Ragae et al. (2011) buğday ununda toplam diyet lif oranını %3,9 olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçları, Polat (2007)'nin bildirdiği değerlerden yüksek, Ragae et al. (2011) ve Yılmaz (2017)'in bildirdiği değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Dondurarak kurutulmuş hurma tozu örneğinde nem oranı %1,26, protein oranı %2,63, yağ oranı %0,28, kül oranı %2,22 ve diyet lif oranı ise %11,32 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanında fruktoz 30,49 g/100 g ve glikoz ise %37,22 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1). Karaman et al. (2014) farklı yöntemlerle kurutulan hurma meyvesi tozlarında protein oranını 1,46-1,87, kül oranını %1,86-1,88 aralığında belirlemiştir. Güneşte kurutulmuş hurma örneklerinde %1,38 protein, yağ % 0,59, diyet lif %14,50 düzeyinde belirlenmiştir (Jia et al., 2024). Çalışmada belirlenen protein ve kül oranları, Karaman et al. (2014)'ün bulgularından daha yüksek bulunmuş, diyet lif oranı ise Jia et al. (2024)'ün bulgularına göre daha düşük, ancak protein ve yağ oranları açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Trabzon hurmalarının sıcak hava ve dondurarak kurutulduğu çalışmada, sıcak hava ile kurutulan hurma pulplarında nem oranı %17,42, kül %2,02, protein %1,91, ham lif % 14,49 ve yağ oranı %2,16 iken dondurarak kurutulmuş örneklerde ise nem %21,59, kül 1,93, protein %1,52, ham lif %14,23 ve yağ %1,91 olarak belirlenmiştir (Anjum et al., 2021). Protein ve kül oranları, literatürdeki dondurarak kurutulmuş hurma örneklerinde bulunan protein ve kül oranlarından daha yüksek, diyet lif oranı ise daha düşük bulunmuştur.

Akter et al. (2010) çalışmasında, sıcak hava ile kutulan hurma pulplarında nem %3,43-8,29, protein %2,08-3,28, yağ %2,76-3,18 ve kül oranının %0,96-1,39 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada nem oranı, Akter et al. (2010)'in çalışmasından düşük, protein oranı ise çalışmadaki sonuca yakın bulunmuştur. Yağ oranı, Akter et al. (2010)'in bulgularından oldukça düşüktür. Kül oranı ise daha yüksek değerde tespit edilmiştir.

Farklı kurutma tekniklerinin kullanıldığı çalışmada, dondurarak kurutulan Trabzon hurmalarında glikoz oranı %27,56 iken fruktoz oranı ise %28,56 olarak tespit edilmiştir (Kayacan et al., 2020). Yapılan bir diğer çalışmada sıcak hava ile kurutulan Trabzon hurması meyvelerinde kuru ağırlık bazında 301,3 mg/g ve 412,2 mg/g glikoz, 322,5 mg/g ve 421,9 mg/g fruktoz belirlenmiştir (Senica et al., 2016). Glikoz ve fruktoz oranları, Kayacan et al. (2020)'in dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması örneklerinde elde edilen sonuçlardan yüksek bulunmuş, Senica et al. (2016)'nın sıcak hava ile kurutulmuş hurma örneklerinde tespit edilen glikoz ve fruktoz oranları ise bu çalışmadaki değerlere göre daha düşük tespit edilmiştir.

Trabzon hurması tozunun (DKTHT)  $L^*$  değeri 43,32,  $a^*$  değeri 10,83 ve  $b^*$  değeri 26,59 olarak ölçülürken, buğday ununun (BU)  $L^*$  değeri 90,3,  $a^*$  değeri 0,73 ve  $b^*$  değeri 9,94 olarak belirlenmiştir. Karaman et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada dondurarak kurutulmuş hurma tozu örneğinde  $L^*$  75,1,  $a^*$  19,5 ve  $b^*$  52,5 olarak tespit edilmiştir. Saeed et al. (2023) hurma püresi tozunun  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerini sırasıyla 20,51, 27,31, 24,39 olarak belirlemiştir. González et al. (2020) dondurarak kurutulmuş hurma dilimlerinin  $L^*$  değerini 79,0 olarak belirtmişlerdir. Dört farklı kurutma tekniği (dondurarak kurutma, fırın kurutma, vakumlu fırın kurutma ve mikrodalga kurutma) kullanılarak elde edilen hurma kabuğu tozunun renk analiz sonuçları Yosefiyan et al. (2024) tarafından incelenmiş olup, dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen hurma kabuğu tozunun  $L^*$  değeri 62,98,  $a^*$  değeri 25,00 ve  $b^*$  değeri 39,20 olarak tespit edilmiştir. Senadeera et al. (2020), farklı sıcaklıklarda yapılan denemeler sonucunda, 65°C'de 320 dakika konvektif kurutucu ile kurutulan hurma dilimlerinin  $L^*$  değeri 70,3,  $a^*$  değeri 1,9 ve  $b^*$  değeri 55,7 olarak belirlenmiş ve bu sıcaklık, renk koruma açısından diğer sıcaklıklara göre daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu çalışmadaki  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri, literatürdeki kurutulmuş hurma örneklerine göre daha düşük seviyelerde bulunmuştur.

## 4.2 Un İkamesi Olarak Kullanılan DKTHT İlaveli Kek ve Kurabiyelerin Analiz Sonuçları

### 4.2.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

Un ikamesi olarak DKTHT'nin farklı oranlarda kullanıldığı kek ve kurabiyelere ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.2'de sunulmuştur.

**Tablo 4.2:** Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurma tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Kek örnekleri			
	MF	MF5	MF10	MF15
Nem (%)	20,05±0,28ab	21,70±1,03a	20,51±0,91ab	18,99±0,49b
Protein (%)	7,08±0,04	7,09±0,03	7,09±0,04	7,08±0,00
Kül (%)	1,39±0,01a	1,37±0,01a	1,39±0,01a	1,33±0,01b
Yağ (%)	20,32±0,04a	19,20±0,01c	20,15±0,06b	18,65±0,06d
Diyet Lifi (%)	0,33±0,03d	1,01±0,02a	0,76±0,04c	0,64±0,04b

Parametreler	Kurabiye örnekleri			
	CF	CF5	CF10	CF15
Nem (%)	7,36±0,08d	8,49±0,07c	10,55±0,05b	11,24±0,05a
Protein (%)	8,66±0,06a	8,49±0,02b	8,03±0,07c	7,68±0,04d
Kül (%)	1,07±0,01c	1,13±0,00b	1,12±0,00b	1,17±0,01a
Yağ (%)	13,26±0,04c	13,50±0,07b	13,34±0,04c	14,23±0,03a
Diyet Lifi (%)	1,83±0,07c	2,60±0,03b	2,85±0,06a	2,74±0,08b

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklıdır ( $p<0,05$ ).

Kek örneklerinde nem oranı %18,99 ile %20,05 aralığında değişim sergilemiştir. %5 DKTHT içeren kek (MF5), %21,70 nem oranıyla en yüksek değeri sergilerken, buğday unu ikamesi olarak %15 DKTHT içeren kek (MF15) %18,99'lük nem içeriği ile en düşük değeri göstermiştir. %5 ve %10 DKTHT ilavesi kontrol örneğine kıyasla nem oranını bir miktar arttırmıştır ( $p<0,05$ ).

Gözükara (2013) çalışmasında keklerde un ikamesi olarak %50 oranında balkabağı tozu kullanmış ve nem oranının %41,5'ten %43,2'ye yükseldiğini belirlemiştir. Portakal ve nar kabuğu tozlarının %20 oranında buğday ununa ikame olarak kullanıldığı çalışmada kek örneklerinde nem oranı sırasıyla %23,66 ve %2,12 iken kontrol örneğinde ise %20,89 olarak tespit edilmiştir (Erdoğan, 2023). %10, %20 ve %30 oranında Trabzon hurması tozunun buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada hurma tozu katkılı kek örneklerinin nem oranı kontrol örneğine kıyasla artış sergilemiştir (Baltacıoğlu et al., 2020). Červenka et al. (2019), buğday unu yerine keçiyoynuzu tozu ile zenginleştirilmiş keklerin nem içeriğinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Ancak, nemdeki artışın çok fazla olmadığı ve keçiyoynuzu tozu oranı arttıkça nemin arttığı, ancak farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir.

Kek örnekleri için elde edilen sonuçlarda nem içeriğinin artışı Trabzon hurması tozu ilavesi ile gerçekleşmiş ve benzer şekilde, Gözükara (2013), Baltacıoğlu et al. (2020) ve Erdoğan (2023)'ün çalışmalarında da meyve tozlarının ilavesinin keklerde nem oranını artırdığı gözlemlenmiştir.

Kurabiyelerde nem oranı %7,36 ile %11,24 arasında değiştiği görülmüştür. Kontrol kurabiye örneği (CF) %7,36 nem içeriği ile en düşük değeri gösterirken, %15 DKTHT içeren kurabiye (CF15) %11,24 nem içeriği ile en yüksek değere ulaşmıştır. DKTHT kullanılarak zenginleştirilen kurabiyelerde artan toz miktarına bağlı olarak nem içeriğinde yükselme gözlemlenmiştir.

Muz unu %10-30 oranında buğday unu ikamesi kullanarak hazırladıkları kurabiyelerde muz unu ilavesinin nem oranını artırdığını bildirilmiştir. %30 muz unu ilaveli kurabiyelerde nem oranı %5,50 iken kontrol örneğinde ise bu oran %4,07 olarak tespit edilmiştir (Ayo-Omogie and Odekunle, 2015). Varastegani et al. (2015) papaya pulp tozunu %15, %30 ve %50 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanarak ürettikleri kurabiyelerde nem oranının papaya tozu ilavesi ile artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Kontrol örneğinde nem oranı %3,64 iken %50 papaya tozu ilave edilen kurabiyelerde bu oran %7,14'e kadar artış sergilemiştir. Tunus'a özgü bir bitki *Zizyphus lotus* meyvesi tozu %15, %30 ve %45 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanılmış ve elde edilen kurabiyelerde kontrol örneğinde nem oranı %5,14 iken, %45 toz ilaveli kurabiyelerde ise %7,62 olarak tespit edilmiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak

kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde nem oranı meyve kabuk tozu ilavesi ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde nem oranı %3,79 iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise %4,09-4,26 aralığında değişim sergilemiştir (Mai et al., 2022).

Kurabiye örnekleri için elde edilen sonuçlarda nem içeriğinin Trabzon hurması tozu ilavesi ile artışı gerçekleşmiş ve benzer şekilde, Ayo-Omogie and Odekunle (2015), Varastegani vd. (2015), Zarroug et al. (2021), Mai et al. (2022)'in çalışmalarında da meyve tozlarının ilavesinin kurabiyelerde nem oranını arttırdığı gözlemlenmiştir.

Kek ve kurabiye örneklerinde nem içeriklerindeki artışın meyve tozlarındaki diyet lif içeriklerinin zengin olması dolayısı ile su tutma kapasitesini artırabileceği sonucuna varılabilir (Erdoğan, 2023).

Kek örneklerinde protein içeriği kontrol örneğinde %7,08 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise %7,08-7,09 aralığında değişim gösterdiği ve meyve tozu ilavesinin protein içeriği üzerine etkili olmadığı Tablo 4.2'de görülmektedir ( $p>0,05$ ).

Etüvde kurutularak elde edilen nar kabuğu tozunun %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ikame edildiği çalışmada üretilen muffin keklerin protein içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde protein oranı %9,81 iken toz ilaveli keklerde ise bu oran %8,23-8,26 arasında değişim sergilemiştir (Topkaya, 2017). Kek örneklerinde DKTHT ilavesi ile protein içeriğindeki değişim, Topkaya (2017)'nin çalışma sonuçları ile benzerlik göstermekte, meyve tozu ilavesi ile protein içeriğindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Kurabiye örneklerinde protein içeriği kontrol örneğinde %8,66 iken DKTHT ilavesi yapılan kurabiye örneklerinde azalış sergilemiş, %7,68-8,49 aralığında değişim göstermiştir.

Muzunun buğday unu ikamesi kullanıldığı (%10-30) çalışmada muz unu ilavesinin kurabiyelerin protein oranını azalttığı bildirilmiştir. %30 muz unu ilaveli kurabiyelerde protein oranı %12,97 iken kontrol örneğinde ise bu oran %20,97 olarak tespit edilmiştir (Ayo-Omogie and Odekunle, 2015). Papaya pulp tozunun %15-50 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde protein oranının papaya tozu ilavesi ile azalış gösterdiği bildirilmiştir. Kontrol örneğinde protein oranı %4,22 iken %50

papaya tozu ilave edilen kurabiyelerde bu oran %3,13'e kadar düşüş sergilemiştir (Varastegani et al., 2015). Tunus'da yetiştirilen *Zizyphus lotus* meyvesinin tozu %15-45 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanılmış ve üretilen kurabiyelerde kontrol örneğinde protein oranı %7,10 iken, %45 toz ilaveli kurabiyelerde ise %6,06 olarak tespit edilmiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde protein oranı meyve kabuk tozu ilavesi ile azalış sergilemiş, kontrol örneğinde protein oranı %7,98 iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise %7,52-7,60 aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022).

Kurabiye örneklerinde protein için elde edilen sonuçlar, Ayo-Omogie and Odekunle (2015), Varastegani et al. (2015), Zarroug et al. (2021), Mai et al. (2022)'in çalışmaları ile benzerlik gösterdiği ve meyve tozu ilavesi ile protein oranında düşüş olduğu gözlenmiştir. Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda kullanılan meyvelerin protein oranlarının genellikle düşük olması nedeniyle kurabiye örneklerinde de düşük değerler olduğu söylenebilir.

Kek örneklerinde kül içeriği kontrol örneğinde %1,39 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise %1,33-1,39 aralığında değişim gösterdiği ve %15 oranında DKTHT ilave edilen kek örneği kontrol ve %5 ve %10 DKTHT ilave edilen kek örneklerinin kül içeriğine göre daha düşük bir değer sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Buğday unu ikamesi olarak nar kabuğu tozunun %5, %10 ve %15 oranında kullanıldığı çalışmada üretilen kek örneklerinde, kül miktarının kontrol örneğinde %1,89 olmasına karşın, toz katkılı olanlarda ise 1,93-2,29 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiş, lakin istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Topkaya, 2017). Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, Topkaya (2017)'nin çalışma sonuçları ile paralellik göstermekte istatistiki olarak farklılık olmasına karşın kısmi değişimler belirlenmiştir.

Kurabiye örneklerinde kül içeriği kontrol DKTHT ilaveli olanlarda kontrol örneğine kıyasla daha yüksek belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinde kül oranı %1,07 iken, %15 DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde kül oranı %1,15 olarak tespit edilmiştir.

Papaya meyve pulp tozunun un ikamesi kullanıldığı çalışmada kurabiye örneklerinin kül oranının toz ilavesi ile artış sergilediği, kontrol örneğinde kül oranı %2,35 iken toz ilaveli örneklerde ise %2,62-3,84 aralığında değişim sergilemiştir (Varastegani et al., 2015).

*Zizyphus lotus* meyvesinin tozunun un ikamesi olarak %15, %30 ve %45 kullanıldığı çalışmada toz ilavesinin kül oranında artışa neden olduğu bildirilmiştir. Kontrol örneğinde kül oranı %0,84 iken %45 toz ilaveli kurabiyelerde ise %1,03 olarak belirlemiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde kül oranı meyve kabuk tozu ilavesi ile artış sergilemiş, kontrol örneğinde kül oranı %0,87 iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise %1,60-1,63 aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022).

Kurabiye örneklerinde kül oranı için elde edilen sonuçlar, Ayo-Omogie and Odekunle (2015), Varastegani et al. (2015), Zarroug et al. (2021), Mai et al. (2022)'in çalışmaları ile benzerlik gösterdiği ve meyve tozu ilavesi ile kurabiyelerde kül oranının arttığı gözlenmiştir. Kül miktarındaki artışın nedenin toz ürünün mineral içeriğinin zengin olması ile ilişkili olduğu Ayo-Omogie and Odekunle (2015) tarafından bildirilmiştir.

Yağ oranı, DKTHT ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğinde %20,32 iken, DKTHT ilaveli keklerde ise bu oran %18,65-20,15 aralığında dalgalı bir değişim sergilemiştir. DKTHT ilavesi yağ oranını az da olsa kontrol örneğine göre azaltmıştır ( $p < 0,05$ ).

Farklı kurutma yöntemleri ile elde edilen hünnap tozları un ikamesi olarak keklerde kullanılmıştır. Hünnap tozu ilavesi kek örneklerinin yağ oranında çok kısmi bir düşüş sergilediği bildirilmiştir. Kontrol örneğinde yağ oranı %23,95 iken toz ilaveli kek örneklerinde ise bu oran %22,90-23,62 aralığında değişim göstermiştir (Koyuncu, 2021). Kamkat tozunun kullanıldığı bir diğer çalışmada, yağ oranı kontrol örneğinde ortalama %22,96 iken toz ilaveli örneklerde ise %21,38-22,31 aralığında değişim göstermiş kısmi olarak kamkat tozu ilavesi yağ oranında düşüşe neden olurken istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Olçay, 2019). Kek örneklerinde DKTHT ilavesi ile yağ içeriğindeki değişim, Olçay (2019) ve Koyuncu (2021)'nin çalışma sonuçları ile benzerlik göstermekte, meyve tozu ilavesi ile protein içeriğinde kısmi bir azalış belirlenmiştir.

Kurabiye örneklerinde yağ oranı %13,26 iken DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde ise %13,34-14,23 aralığında değişim göstermiş ve DKTHT ilave edilen kek örneklerinin yağ içeriği kontrol örneğine kıyasla artış sağlamıştır ( $p < 0,05$ ).

Muzunun buğday unu ikamesi kullanıldığı (%10-30) çalışmada muz unu ilavesinin kurabiyelerin yağ oranını arttırdığı bildirilmiştir. Muz unu ilaveli kurabiyelerde yağ oranı

%23,53-25,87 iken kontrol örneğinde ise bu oran %21,83 olarak tespit edilmiştir (Ayo-Omogie and Odekunle, 2015). Tunus’da yetiştirilen *Zizyphus lotus* meyvesinin tozu %15-45 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı kurabiyelerde kontrol örneğinde yağ oranı %17,10 iken, %45 toz ilaveli kurabiyelerde ise %19,70 olarak tespit edilmiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde yağ oranı meyve kabuk tozu ilavesi ile istatistiki olarak değişim göstermemiş ve birbirine yakın değerler sergilemiştir (Mai et al., 2022).

Kurabiye örneklerinde protein için elde edilen sonuçlar, Ayo-Omogie and Odekunle (2015), Zarroug et al. (2021), Mai et al., (2022)’in çalışmaları ile benzerlik gösterdiği ve meyve tozu ilavesi ile yağ oranında kısmi artış olduğu gözlenmiştir.

Kek örneklerinde toplam diyet lif oranı kontrol örneğinde %0,33 iken DKTHT ilavesi ile bu oran %0,64-1,01 aralığında değişim göstermiştir.

Etüvde kurutularak elde edilen nar kabuğu tozunun %5, %10 ve %15 oranlarında buğday ununa ikame edildiği çalışmada üretilen muffin keklerin diyet lif içeriği toz ilavesi ile artış göstermiştir. Kontrol örneğinde diyet lif oranı %2,36 iken toz ilaveli keklerde ise bu oran %2,80-6,48 arasında değişim sergilemiştir (Topkaya, 2017). Portakal ve nar kabuğu tozlarının %5-20 oran aralığında un ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada toz ilavesinin diyet lif içeriğini ciddi oranda arttırdığı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde ortalama %1,35 oranında diyet lifi belirlenirken, toz ilaveli örneklerde bu değer 3,78-11,19 aralığında değişim sergilemiştir (Erdoğan, 2023).

Kek örneklerinde DKTHT ilavesi ile diyet lif oranının artışı, Topkaya (2017) ve Erdoğan (2023)’nun çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde DKTHT ilavesi ile diyet lif içeriği artış göstermiştir. Kontrol örneğinde diyet lif oranı %1,83 iken, DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise bu oran %2,60-2,85 aralığında değişim sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Muzunun buğday unu ikamesi kullanıldığı (%10-30) çalışmada muz unu ilavesi kurabiyelerde diyet lif oranını artırmıştır. Kontrol örneğinde diyet lifi oranı %0,07 iken, muz

unu ilaveli keklerde ise bu oran %0,16-0,87 aralığında değişim göstermiştir (Ayo-Omogie and Odekunle, 2015). Papaya meyve pulp tozunun un ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada kurabiye örneklerinin diyet lif oranının toz ilavesine paralel olarak artış sergilediği, kontrol örneğinde diyet lif oranı %0,56 iken toz ilaveli örneklerde ise %1,82-3,13 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Varastegani et al., 2015). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde diyet lifi oranı meyve kabuk tozu ilavesi ile artış sergilemiş, kontrol örneğinde diyet lifi oranı %0,56 iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise %1,82-3,13 aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022).

Kek örneklerinde DKTHT ilavesi ile diyet lif oranının artışı, Ayo-Omogie and Odekunle (2015), Varastegani et al. (2015), Mai et al. (2022)'in çalışmaları ile benzerlik göstermektedir.

#### **4.2.2 Fiziksel Analiz Sonuçları**

##### **4.2.2.1 Ağırlık, Çap, Yükseklik, Hacim İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Simetri İndeksi**

Un ikamesi olarak DKTHT kullanılan kek ve kurabiye örneklerine ait ağırlık, çap, yükseklik, hacim indeksi, tekdüzelik indeksi ve simetri indeksi analiz sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Kek örneklerinde ağırlık kontrol örneğinde 32,51 g iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 32,66-32,95 g aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir.

Koyuncu (2021), farklı kurutma teknikleri ile kuruttukları hünnap meyve tozlarını %5-20 aralığında buğday unu ikamesi olarak kullanarak ürettikleri keklerde ağırlık açısından birbirine yakın sonuçlar tespit etmişlerdir. Kontrol grubunda ağırlık 112,40 g iken meyve tozu ilaveli kek örneklerinde ise ağırlık 111,19-112,14 aralığında belirlenmiştir.

Farklı yöntemlerle kurutulan kamkat meyve tozlarının keklerde buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, kontrol grubunda ağırlık 113,10 g, kamkat meyve tozu ilaveli keklerin ağırlıkları ise 114,22-114,38 g aralığında belirlenmiş olup, istatistiki açıdan bu farklılık önemli bulunmamıştır (Olcay, 2019).

DKTHT ilave edilen kurabiye örnekleri ile kontrol grubu ağırlık açısından birbirine yakın değerler sergilemiş, Olcay (2019) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile benzerlik sergilemektedir.

Kurabiye örneklerinde ağırlık kontrol örneğinde 35,06 g iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 35,02-35,08 g aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir.

Tunus'a özgü bir bitki *Zizyphus lotus* meyvesi tozu %15, %30 ve %45 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanılmış ve elde edilen kurabiyelerde kontrol örneğinde ağırlık 13,13 g iken, %45 toz ilaveli kurabiyelerde ise %12,80 g olarak tespit edilmiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde meyve kabuk tozu ilave edilen örneklerin ağırlıkları ile kontrol grubunun ağırlıkları benzerlik sergilemiş ve istatistiki açıdan farklılık bulunamamıştır. Kontrol örneğinde ağırlık 3,86 g iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise 3,98-4,04 g aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022). Kurabiyelerde DKTHT ilavesi ağırlık üzerine çok fazla etki göstermediği belirlenmiş olup, elde edilen sonuçlar, Zarroug et al. (2021) ve Mai et al. (2022)'nin sonuçları ile benzerlik sergilemektedir.

**Tablo 4.3:** Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin fiziksel analiz sonuçları

Parametreler	Kek (Buğday unu ikamesiyle hazırlananlar)				Kurabiye (Buğday unu ikamesiyle hazırlananlar)			
	MF	MF5	MF10	MF15	CF	CF5	CF10	CF15
Ağırlık (g)	32,51±0,45	32,95±1,78	32,66±0,64	32,75±1,08	35,06±0,14	35,08±0,40	35,02±0,37	35,07±0,63
Çap (mm)	49,30±0,03b	49,16±0,06b	49,04±0,55b	49,72±0,08a	51,14±0,59b	52,82±0,25a	50,84±0,67b	50,50±0,41b
Yükseklik (mm)	51,50±0,48b	50,80±0,24c	50,49±0,24c	52,16±0,42a	42,36±0,55d	50,82±0,29a	47,32±0,64b	44,70±0,78c
Hacim İndeksi (mm)	111±2,35b	119±3,54a	122±7,91a	125±3,29a				
Tekdüzelik İndeksi (mm)	3,20±2,17	3,40±0,89	4,80±1,79	3,00±2,12				
Simetri İndeksi (mm)	13,20±2,59ab	13,80±3,49a	10,00±2,00b	10,20±1,64b				

\*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Kek örneklerinde çap, kontrol örneğinde 49,30 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 49,04-49,72 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sıcak hava ile kurutulmuş balkabağı tozları %10-80 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanılmış ve bu karışımlardan üretilen muffin keklerden kontrol örneğinde çap 67 mm iken, balkabağı tozu ilavesi artışına bağlı olarak çap azalış sergilemiş ve 42 mm'ye kadar düşüş göstermiştir (Mala et al., 2018). Kek örneklerinde çapdaki değişimler dalgalı bir yapı sergilemekle birlikte DKTHT ilaveli keklerin çapları ile kontrol grubunun çapları benzerlik göstermiş ve elde edilen sonuçlar, Mala et al. (2018)'nin sonuçlarına göre farklılık göstermiştir. Buradaki farklılığın çalışılan materyal farklılığı dışında ilave edilen konsantrasyon farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kurabiye örneklerinde çap, kontrol örneğinde 51,14 mm iken DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise 50,50-52,82 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

*Zizyphus lotus* meyvesi tozu %15, %30 ve %45 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, kontrol örneği ve meyve tozu ilaveli kurabiyelerde çap açısından istatistiki olarak farklılık gözlemlenmemiştir. Kontrol örneğinde çap, 57,60 mm iken meyve tozu ilaveli kurabiyelerde ise 56,70-57,23 mm olarak belirlenmiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde meyve kabuk tozu ilave edilmesi çapta bir miktar düşüşe neden olmuştur. Kontrol örneğinde çap 34,83 mm iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise 33,00-33,76 mm aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022). Kurabiyelerde DKTHT ilavesi çap üzerine dalgalı bir etki gösterdiği ve kontrol ve DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinin sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmüş ve Zarroug et al. (2021) ve Mai et al. (2022)'nin çalışmaları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Kek örneklerinde yükseklik, kontrol örneğinde 51,50 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 50,49-52,16 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sıcak hava ile kurutulmuş balkabağı tozları %10-80 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı muffin kek örneklerinden kontrol örneğinde yükseklik 49 mm iken, balkabağı tozu ilavesi artışına bağlı olarak yükseklik azalış sergilemiş ve 41 mm'ye kadar düşüş göstermiştir (Mala et al., 2018). Kek örneklerinde yükseklikteki değişimler dalgalı bir yapı sergilemekle birlikte DKTHT ilaveli keklerin yükseklikleri ile kontrol grubunun çapları benzerlik göstermiş ve elde edilen sonuçlar, Mala et al. (2018)'nin sonuçlarına göre farklılık göstermiştir. Buradaki farklılığın çalışılan materyal farklılığı dışında ilave edilen konsantrasyon farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kurabiye örneklerinde yükseklik, kontrol örneğinde 42,36 mm iken DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise 44,70-50,82 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Tunus'ta yetiştirilen *Zizyphus lotus* meyvesinin tozunun farklı oranlarda (%15, %30 ve %45) buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, kontrol örneğinde yükseklik 5,03 mm iken meyve tozu ilaveli örneklerde ise genel olarak artış göstermiş ve 5,09-5,55 mm aralığında değişim sergilemiştir (Zarroug et al., 2021). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun %10 oranında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kurabiyelerde meyve kabuk tozu ilave edilmesi yükseklikte kısmi bir artışa neden olmuştur. Kontrol örneğinde yükseklik 6,3 mm iken, toz ilaveli kurabiyelerde ise 6,53-7,50 mm aralığında değişim göstermiştir (Mai et al., 2022). Kurabiyelerde DKTHT ilavesi yükseklik üzerine kısmi bir artış sergilediği ve Zarroug et al. (2021) ve Mai et al. (2022)'nin çalışmaları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Kek örneklerinde hacim indeksi kontrol örneğinde 111 mm iken DKTHT ilave edilen örneklerde kısmi artış sergilemiş olup ( $p<0,05$ ), 119-125,40 mm aralığında değişim sergilemiştir.

Buğday unu ikamesi olarak etüvde kurutularak elde edilen nar kabuğu tozunun kullanıldığı çalışmada üretilen muffin keklerin hacim indeksi genellikle azalış sergilemiştir. Kontrol örneğinde hacim indeksi 132,08 iken nar kabuğu tozu ilaveli olanlarda ise 123,42-133,83 mm aralığında değişim sergilemiştir (Topkaya, 2017). Kılıç (2022) çalışmasında balkabağı tozunun %15 buğday unu ikame oranına kadar hacim indeksinde azalmaya neden olurken, %15 ikame sonrasında ise köpükle kurutulan kabak tozu ikameli kek örneklerinde hacim

indeksinde azalma buna karşın konveksiyonel kurutulmuş kabak tozu ilaveli keklerde ise hacim indeksinde artış gözlemlenmiştir. Kek örneklerinde hacim indeksi Topkaya (2017) ve Kılıç (2022) çalışma sonuçlarının bir kısmı ile uyum göstermektedir.

Kek örneklerinde simetri indeksi değeri kontrol örneğinde 13,20 mm iken, DKTHT ilavesiyle birlikte (%5 ilaveli örnek hariç) keklerde daha düşük değerler göstermiş ( $p<0,05$ ), 10,20-13,80 mm aralığında değişim sergilemiştir.

Kurutulmuş hünnap tozunun buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, hünnap tozu ilavesi simetri indeksinde azalmaya neden olmuştur. Kontrol örneğinde 16,15 mm iken, meyve tozu ilaveli kek örneklerinde ise 14,23-15,84 mm aralığında değişim sergilemiştir (Koyuncu, 2021). Kılıç (2022) çalışmasında köpük ve konveksiyonel yolla kuruttukları balkabağı tozlarını keklerde buğday unu ikamesi olarak ilave ettiklerinde balkabağı tozunun simetri indeksini azalttığını bildirmişlerdir. Kontrol örneğinde simetri indeksi 24 mm iken, kurutulmuş balkabağı tozu ilavelilerde ise 13,50-16,00 mm aralığında değişim göstermiştir. Kek örneklerinde simetri indeksi Koyuncu (2021) ve Kılıç (2022) çalışma sonuçları ile uyumludur.

Kek örneklerinde tekdüzelik indeksi değeri kontrol örneğinde 3,20 mm iken, %5 ve %10 DKTHT ilavesi ile birlikte keklerde daha yüksek değerler sergilemiş (sırasıyla 3,40 mm ve 4,80 mm), buna karşın %15 ilaveli örnekte ise 3,00 mm tekdüzelik indeksi değeri belirlenmiştir.

Buğday ikamesi olarak portakal ve nar kabuğu tozu ilave edilmiş keklerde tekdüzelik indeksi (9,50 mm) kontrol örneğine kıyasla daha düşük değerler (1,50-6,50 mm) göstermiştir (Erdoğan, 2023). Nar kabuğu ilave edilen örneklerde de kontrol örneğine göre simetri indeksi düşüş sergilemiştir. Kontrol örneğinde simetri indeksi 2,42 mm iken, %15 nar kabuğu ilaveli keklerde ise 1,58 mm olarak belirlenmiştir (Topkaya, 2017). Kek örneklerinde simetri indeksi Topkaya (2017) ve Erdoğan (2023) çalışma sonuçlarının bir kısmı ile uyum göstermektedir.

#### 4.2.2.2 Renk Analiz Sonuçları

Un ikamesi olarak kullanılan DKTHT ile üretilen kek ve kurabiyelere ait kabuk ve iç renk Tablo 4.4'te verilmiştir.

Kontrol kek örneğinin kabuk kısmında  $L^*$  değeri 33,21 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise bu değer 17,81-27,40 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi keklerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ise kontrol örneğinde sırasıyla 28,52 ve 55,33, DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise sırasıyla 23,49-26,67 ve 30,44-45,86 aralığında değişim göstermiş ve aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kumkat tozunun buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada kek kabuk kısmında  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri (sırasıyla 41,78-46,44; 14,54-14,86; 22,70-26,29) kontrol örneğine (sırasıyla 51,66; 14,94; 32,90) kıyasla düşüş sergilediği bildirilmiştir (Olçay, 2019). Baltacıoğlu vd. (2020) hindiba kökü ekstraktı ve Trabzon hurması tozu kullandıkları çalışmada kabuk kısmında  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ekstrakt ve tozun birlikte kullanıldığı örneklerde kontrol örneğine kıyasla düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Kontrol örneğinde  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla 52,26, 13,54 ve 25,78 iken karışım ilaveli kek örneklerinde ise bu değerler sırasıyla 36,28-39,66, 8,76-9,53 ve 6,7-11,34 aralığında değişim göstermiştir. Koyuncu (2021) çalışmasında kabuk kısmındaki  $L^*$  değerinin kurutulmuş hünnap tozu ilavesi ile azaldığını, kontrol örneğinde  $L^*$  değeri 40,98 iken %20 toz ilaveli örneklerde ise 34,19 olarak belirlemiştir. Toz ilaveli keklerde  $a^*$  (10,17-11,47) ve  $b^*$  değerleri (11,60-18,40) kontrol örneğine kıyasla daha düşük değerler (sırasıyla 13,08 ve 18,62) göstermiştir.

Çalışmada DKTHT ilaveli keklerin kabuk  $L^*$  değeri kontrol örneğine kıyasla daha düşük bulunmuş yani ikame oranı arttıkça parlaklıkta azalma meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ) ve elde edilen sonuçlar, Olçay (2019), Baltacıoğlu vd. (2020) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile uyumludur. Çalışmada kek örneklerinde kabuk  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri DKTHT ilavesi ile düşüş gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri için Olçay (2019), Baltacıoğlu vd. (2020) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile uyumludur. Keklerin kabuk renginde parlaklığın azalarak giderek koyulaşması DKTHT renginin buğday ununa kıyasla daha düşük olmasından ve ayrıca Maillard reaksiyonunu artırması ile ilişkili olduğu muhtemel sebep olarak gösterilebilir. Sarılık ve kırmızılığın azalması da DKTHT ilavesinin Maillard

reaksiyonunu arttırması ve kırmızı-sarı rengi maskeleymesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Topkaya, 2017).

Kontrol kek örneğinin iç kısımda  $L^*$  değeri 71,61 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise bu değer 49,90-57,13 aralığında değişim göstermiş ve DKTHT ilavesi keklerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol örneğinde 4,03 iken DKTHT ilavesi ile bu değer kek örneklerinde 8,25-10,98 aralığında belirlenmiş ve  $a^*$  değerinde istatistiki olarak anlamlı bir artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).  $b^*$  değeri ise DKTHT ilaveli kek örneklerinin kabuk kısmında (28,48-29,73) kontrol örneğine (33,96) kıyasla istatiki olarak anlamlı bir düşüş sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Kumkat tozunun buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada kek iç renginde  $L^*$  değeri (69,79-75,46) kontrol örneğine (76,12) kıyasla düşüş, toz ilaveli örneklerde  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri (sırasıyla -1,92-0,54; 36,48-42,69) ise kontrol örneğine (sırasıyla -1,76; 30,18) kıyasla artış gösterdiği bildirilmiştir (Olçay, 2019). Hindiba kökü ekstraktı ve Trabzon hurması tozunun birlikte kullanıldığı keklerde iç kısımda  $L^*$  değeri (47,62-57,78) ve  $b^*$  değeri (17,93-19,62) kontrol grubuna göre daha düşük değerler (sırasıyla 72,81 ve 26,44) sergilerken,  $a^*$  değeri ise karışım ilaveli örneklerde (3,9-6,21) kontrol grubuna (-2,59) kıyasla daha yüksek değerler göstermiştir (Baltacıoğlu vd. 2020). Kurutulmuş hünnap tozu ilave edilen keklerin iç renkleri incelendiğinde  $L^*$  değerinin (56,02-65,48) kontrol örneğine (72,77) kıyasla azalma, yine toz ilaveli keklerin  $b^*$  değerinin (25,44-26,49) kontrol örneğine kıyasla (28,34) düşüş gösterdiği, buna karşın toz ilaveli keklerde  $a^*$  değerinin (1,49-5,72) kontrol örneğine (-1,61) kıyasla artış sergilediği bildirilmiştir (Koyuncu, 2021).

Çalışmada DKTHT ilaveli keklerin iç kısmındaki  $L^*$  değeri kontrol örneğine kıyasla daha düşük bulunmuş yani ikame oranı arttıkça parlaklıkta azalma meydana gelmiştir ( $p<0,05$ ) ve elde edilen sonuçlar, Olçay (2019) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile uyumludur. Çalışmada,  $a^*$  değeri DKTHT ilavesi ile artış sergilemiş ( $p<0,05$ ), elde edilen sonuçlar Olçay (2019) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile uyum göstermiştir. Çalışmada, keklerin iç kısmındaki  $b^*$  değeri ise DKTHT ilavesi ile azalış sergilemiştir ( $p<0,05$ ). Elde edilen sonuçlar, Baltacıoğlu vd. (2020) ve Koyuncu (2021)'nin çalışması ile uyumlu, Olçay (2019)'ın çalışması ile farklılık göstermektedir. DKTHT ilaveli keklerde iç renkte

parlaklığın azalması, sarılığın artması ve kırmızılığın azalması hurma tozunun rengi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Kontrol kurabiye örneğinin kabuk kısmında  $L^*$  değeri 61,25 iken DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde ise bu değer 37,08-52,53 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi kurabiyelerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol grubunda 13,09 iken DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak artış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 13,85-14,84 aralığında değişim göstermiştir.  $b^*$  değeri ise kontrol grubunda 34,52 iken, DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak azalış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 27,24-31,93 aralığında değişim göstermiştir.

Buğday unu ikamesi olarak (%15-50) papaya pulp tozunun kullanılarak üretilen kurabiyelerde  $L^*$  değeri (46,46-52,19) kontrol örneğine (66,00) kıyasla daha düşük değerler sergilemiş, toz ilaveli keklerin  $a^*$  değeri (12,47-14,65) ise kontrol grubuna (4,99) göre artış göstermiştir.  $b^*$  değeri ise toz ilaveli kurabiyelerde (31,93-35,22) kontrol grubuna (33,74) göre dalgalı bir eğilim göstermiştir (Varastegani et al., 2015). Ejder meyvesinin kabuklarının tozunun buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, üretilen kabuk tozu ilaveli kurabiyelerde  $L^*$  değeri (28,50-43,73) ve  $b^*$  değeri (17,83-20,65), kontrol örneğine (sırasıyla 62,14 ve 28,08) kıyasla azalış sergilerken, toz ilaveli keklerin  $a^*$  değeri (7,43-10,87) ise kontrol grubuna (-1,32) göre artış göstermiştir (Ho and Abdul Latif, 2016).

Kontrol kurabiye örneğinin iç kısmında  $L^*$  değeri 72,58 iken DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde ise bu değer 60,65-62,75 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi kurabiyelerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol grubunda 2,59 iken DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak artış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 5,83-6,99 aralığında değişim göstermiştir.  $b^*$  değeri ise kontrol grubunda 23,92 iken, DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak azalış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 19,95-23,83 aralığında değişim göstermiştir.  $L^*$  değeri,  $a^*$  değeri ve  $b^*$  değeri için belirlenen sonuçlar, Varastegani et al. (2015) ve Ho and Abdul Latif (2016)'in sonuçları ile benzerlik göstermektedir. DKTHT ilavesi ile daha koyu renkli kurabiyeler elde edilmiş olup, bu durum kurutulmuş hurma tozunun renginden ve özellikle Maillard reaksiyonunun artış göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurabiyelerde DKTHT ilavesi ile sarılığın artması ve kırmızılığın azalması hurma tozunun rengi ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

**Tablo 4.4:** Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin kabuk ve iç renk analiz sonuçları

Parametreler		Kek örnekleri				Kurabiye örnekleri			
		MF	MF5	MF10	MF15	CF	CF5	CF10	CF15
Kabuk rengi	$L^*$	33,21±0,43a	27,40±0,13b	19,12±0,26c	17,81±0,15d	61,25±0,14a	52,53±0,04b	48,30±0,08c	37,08±0,03d
	$a^*$	28,52±0,61a	26,67±0,40b	24,98±0,37c	23,49±0,23d	13,09±0,04d	13,85±0,06b	14,84±0,08a	14,63±0,12b
	$b^*$	55,33±0,38a	45,86±0,48b	32,70±0,41c	30,44±0,28d	34,52±0,04a	31,93±0,04b	30,36±0,08c	27,24±0,07d
İç rengi	$L^*$	71,61±0,27a	57,13±0,04b	51,65±0,16c	49,90±0,76d	72,58±0,23a	62,66±0,09b	60,65±0,12c	62,75±0,13b
	$a^*$	4,03±0,11d	8,25±0,06c	10,63±0,06b	10,98±0,22a	2,59±0,17d	5,83±0,08c	6,35±0,06b	6,99±0,03a
	$b^*$	33,96±0,39a	28,48±0,26c	29,73±0,07b	29,65±0,57b	23,92±0,04a	19,95±0,05c	21,47±0,08b	23,83±0,05a

\*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).

### 4.2.2.3 Tekstür Analiz Sonuçları

Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin sertlik değerleri Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Kek örneklerinden kontrol grubunda sertlik 996,50 g iken, DKTHT ilaveli keklerde ise daha düşük değerler (808,50-944,50 g) belirlenmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kabak tozunun farklı oranlarda (%15, %30 ve %45) buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada üretilen keklerden kontrol örneğinde 1865 g sertlik değeri belirlenirken, kabak tozu ilave edilen keklerde ise bu değer 999-1295 g aralığında değişim göstermiş lakin gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Baltacıoğlu ve Uyar, 2017). Konveksiyonel, mikrodalga ve vakum ile kurutulan hünnap meyvelerinin tozlarının %5-20 oran aralığında buğday unu ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada üretilen kek örneklerinde genel olarak toz ilaveli keklerde sertlik değerinin (255,20-419,42 g) kontrol örneğine (380,04 g) kıyasla daha düşük değerler gösterdiği yalnız %20 toz ilaveli keklerde ise sertliğin yüksek değere (419,42 g) ulaştığı bildirilmektedir (Koyuncu, 2021).

Kek örneklerinde sertlik için elde edilen sonuçlar, Baltacıoğlu ve Uyar (2017) ve Koyuncu (2021)'nin çalışmaları ile benzerlik göstermekte ve toz ilavesi keklerin sertliğinde düşümlere sebebiyet vermektedir. Bu azalışın muhtemel nedenin DKTHT'nin su tutma kapasitesini artırarak daha yumuşak bir ürün sağlayabilmesidir.

Kurabiye örneklerinde sertlik değeri kontrol grubunda 3603,50 g olarak belirlenirken, DKTHT ilaveli keklerde %5 ilaveli olanda bir miktar artış belirlenmiş (4286,50), buna karşın %10 ve %15 ilaveli örneklerde (sırasıyla 1952,00 g ve 2474,50 g) ise kontrol grubuna göre düşüş belirlenmiş, gruplar arasındaki fark istatiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Papaya meyve tozunun %15, %30 ve %50 oranında un ikamesi olarak kullanıldığı kurabiyelerin sertlik değeri (2378,62-2507,16 g) kontrol grubuna (2235,47 g) kıyasla kısmi olarak artış sergilemiştir (Varastegani et al., 2015). Kivi meyve tozunun %5-20 oran aralığında un ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, toz ilaveli kurabiyelerin sertlik değeri (11,69-13,80 N) kontrol örneğine (14,48 N) kıyasla düşüş sergilediği bildirilmiştir (Saeed and Mohamed, 2017). Kadam meyve tozunun %2,5-10 oran aralığında un ikamesi olarak

kullanıldığı çalışmada, toz ilaveli örneklerin sertlik değeri kontrol grubuna göre azalış sergilediği bildirilmiştir (Osama et al., 2023).

Kurabiye örneklerinde sertlik için elde edilen sonuçlar, Saeed and Mohamed (2017), Varastegani et al. (2015) ve Osama et al. (2023)'un çalışmaları ile benzerlik göstermekte ve toz ilavesi kurabiyelerin sertliğinde düşüslere sebebiyet vermektedir. Toz ilavesinin kurabiyelerin sertliğini azaltma etkisi göstermesinin muhtemel nedenin gluten oluşumunu azaltmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Osama et al., 2023).

**Tablo 4.5:** Un ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin tekstür analiz sonuçları

<b>Kek</b>	<b>Sertlik (g)</b>
MF	996,50±113,84
MF5	808,50±30,41
MF10	882,00±59,40
MF15	944,50±108,19
<b>Kurabiye</b>	<b>Sertlik (g)</b>
CF	3603,50±98,26a
CF5	4286,50±53,03a
CF10	1952,00±158,39b
CF15	2474,50±622,96b

### 4.2.3 Duyusal Analizler

Duyusal özellikler panalistler tarafından kabuk (dış renk), iç renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir (Şekil 4.1).

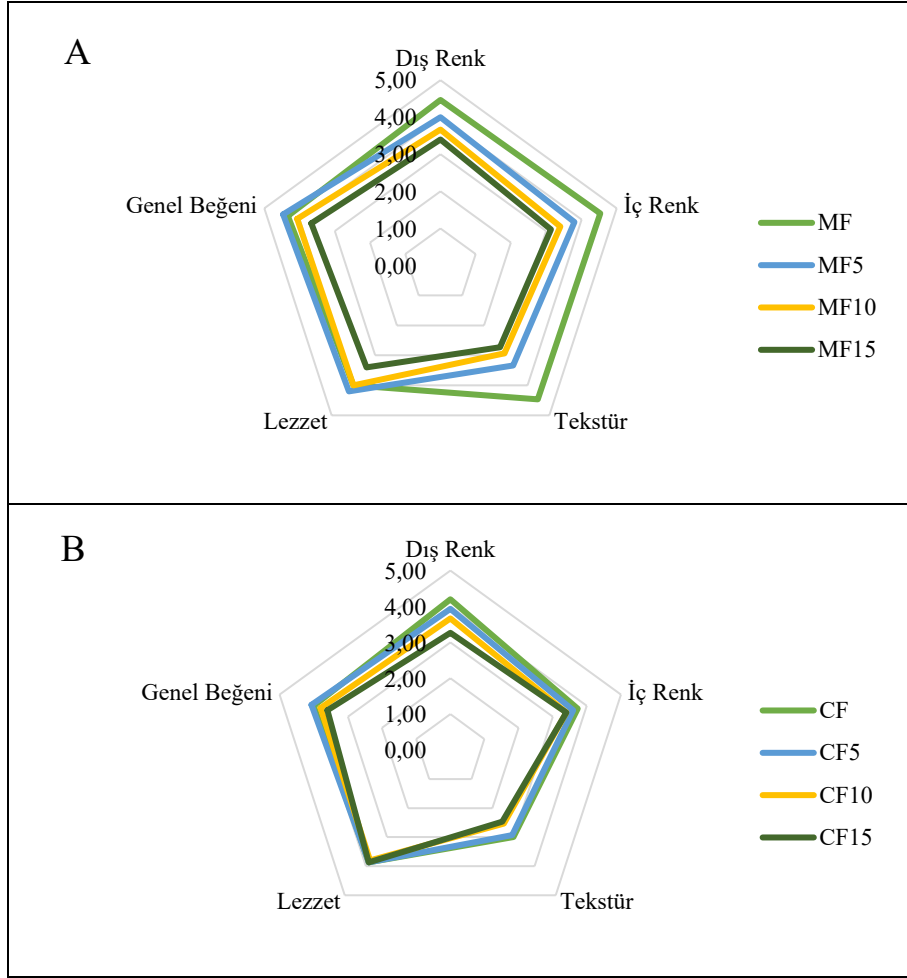
Un ikamesi olarak DKTHT kullanıldığında elde edilen keklerin duyusal analiz sonuçları dış ve iç renk açısından (sırasıyla 3,40-4,00 ve 3,13-3,80) kontrol grubuna (sırasıyla 4,47 ve 4,53) göre daha düşük bulunmuştur. Tekstür bakımından, DKTHT ilaveli kek örnekleri (2,73-3,33) kontrol grubuna (4,47) göre daha düşük duyusal skorlar toplamıştır. Lezzet açısından en fazla skoru (4,20) %5 DKTHT ilaveli kek örneği toplarken, diğer örneklerde birbirine yakın skorlar (3,40-4,00) elde etmişlerdir. Genel beğeni açısından en yüksek skoru

%5 DKTHT ilaveli kek örneği (4,47) alırken, bunu sırasıyla kontrol grubu (4,33) ve %10 ve %15 DKTHT ilaveli kek örnekleri (sırasıyla 4,07 ve 3,67) almıştır.

Nar kabuğu tozu ilaveli keklerde dış ve iç renk (sırasıyla 3,96-5,12 ve 3,88-4,98) skorları kontrol örneğine (sırasıyla 5,64 ve 5,64) kıyasla daha düşük belirlenmiştir. Tekstürel özellikler, lezzet ve genel beğeni skorları da toz ilaveli keklerde kontrol örneğine göre daha düşük puanlar almıştır (Topkaya, 2017). Kek için elde edilen duyuusal analiz sonuçları Topkaya (2017)'nin bildirdiği duyuusal analiz sonuçları ile benzerlikler göstermektedir.

DKTHT kullanılarak üretilen kurabiye örneklerinin dış ve iç renk açısından duyuusal skorları (sırasıyla 3,27-3,93 ve 3,40-3,60) kontrol grubuna (sırasıyla 4,20 ve 3,73) göre daha düşük bulunmuştur. Tekstür açısından kontrol (3,00) ve %5 DKTHT ilaveli kek örnekleri (2,93) benzer skorlar elde ederken, diğer örnekler kısmen düşük skorlar elde etmiştir. Lezzet açısından tüm örnekler birbiri ile yakın duyuusal skor değerleri göstermiş, 3,80-3,87 arasında duyuusal skorlar toplamışlardır. Genel beğeni açısından kontrol (4,00) ve %5 DKTHT ilaveli kek örnekleri (4,07) benzer skorlar elde ederken, diğer örnekler kısmen düşük skorlar elde etmiştir.

Papaya meyve tozunun (%15-50 oran aralığında) un ikamesi olarak kullanıldığı kurabiyelerin renk, aroma, tekstür, lezzet, görünüş ve genel beğeni açısından kontrol örneğine kıyasla daha düşük puanlar elde etmişler, lakin rakamsal açıdan ele alındığında 4,0 puanın altında kalan duyuusal parametre olmaması ve bu rakamın kabul edilebilir olarak değerlendirildiği de ayrıca çalışmada belirtilmiştir. Kivi meyve tozunun %5-20 oran aralığında un ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, toz ilaveli kurabiyelerin görünüş skor değerleri 7,06-8,75, koku skor değerleri 8,19-8,73, tat skor değerleri 6,00-8,63, tekstür skor değerleri 8,00-8,6 ve genel beğeni skor değerleri 6,06-8,69 aralığında, kontrol örneğinde ise sırasıyla 8,94; 8,50; 8,56; 8,93 ve 8,90 puanlamalar yapıldığı bildirilmiş, %5 ve %10 kivi tozu ilaveli kurabiyelerin duyuusal değerleri kontrol örneğine yakın bulunurken, %15 ve %20 oranında kivi tozu ilaveli kurabiyelerde ise kontrol örneğine kıyasla azalma sergilediği bildirilmiştir (Saeed and Mohamed, 2017). Kurabiye için elde edilen duyuusal analiz sonuçları Varastegani vd. (2015) ve Saeed and Mohamed (2017)'in bildirdiği duyuusal analiz sonuçları ile kısmi benzerlikler göstermektedir.



**Şekil 4.1:** Kısmi olarak buğday ununun dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmiş olduğu keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) duyu özellikleri

#### 4.3 Şeker İkamesi Olarak Kullanılan DKTHT İlaveli Kek ve Kurabiyelerin Analiz

##### Sonuçları

##### 4.3.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

Şeker ikamesi olarak DKTHT 'nin farklı oranlarda kullanıldığı kek ve kurabiyelere ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.6'da sunulmuştur.

**Tablo 4.6:** Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Kek örnekleri			
	MS	MS5	MS10	MS15
Nem (%)	20,05±0,28b	21,10±1,38ab	22,90±1,44ab	23,07±0,18a
Protein (%)	7,08±0,04a	6,35±0,03bc	6,41±0,02b	6,30±0,04c
Kül (%)	1,39±0,01c	1,54±0,03a	1,47±0,03b	1,45±0,01b
Yağ (%)	20,32±0,04b	20,52±0,01a	20,25±0,04b	20,10±0,07c
Diyet Lifi (%)	0,33±0,03d	0,59±0,03c	1,24±0,04a	0,91±0,01b

Parametreler	Kurabiye örnekleri			
	CS	CS5	CS10	CS15
Nem (%)	7,36±0,08c	10,14±0,24a	9,01±0,36b	10,23±0,40a
Protein (%)	8,66±0,06a	8,10±0,04c	8,32±0,01b	8,12±0,04c
Kül (%)	1,07±0,01c	1,12±0,01b	1,16±0,01a	1,15±0,01a
Yağ (%)	13,26±0,04d	14,76±0,07b	14,55±0,04c	15,30±0,01a
Diyet Lifi (%)	1,83±0,07c	1,92±0,02bc	2,01±0,01b	2,17±0,04a

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklıdır ( $p<0.05$ ).

Kek örneklerinde nem oranı %20,05 iken, şeker ikamesi olarak DKTHT kullanıldığında nem oranı artış sergilemiş ve %21,10-23,07 arasında değişim sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Yeşilkanat vd. (2024) Trabzon hurması tozunu %20-80 oran aralığında şeker ikamesi olarak kullanarak ürettikleri keklerde kontrol örneğinde nem oranını %25,37 ve Trabzon hurması ilaveli keklerde ise 23,85-27,47 aralığında belirlemişlerdir. Güneşte kurutulmuş hurma meyve tozların keklerde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada nem oranı kontrol örneği ile yakın değerler sergilemiş ve tamamen hurma meyvesi tozu kullanıldığında nem oranında artış gözlemlenmiştir (Barimah et al., 2015).

Kek örneklerinde nem oranında DKTHT ilavesi ile artış gözlenmiş olup, Barimah et al. (2015) ve Yeşilkanat vd. (2024)'ün çalışmaları ile uyum sağlamaktadır. Kurabiye

örneklerinde nem oranı %7,36 iken, şeker ikamesi olarak DKTHT kullanıldığında nem oranı artış sergilemiş ve %9,01-10,23 arasında değişim sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak %5, %10, %20 ve %40 oranında hurma tozu kullanarak ürettikleri kek örneklerinde kontrol grubunda nem içeriğini %6,88, hurma tozu ilaveli örneklerde ise %7,40-8,50 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Amin et al., 2019). Kurabiye örneklerinde nem oranında DKTHT ilavesi ile artış gözlenmiş olup, Amin et al. (2019)'nin çalışmaları ile uyumludur.

Kek örneklerinde kontrol grubunda protein oranı %7,08 iken DKTHT ilavesi ile bu oran kısmi düşüş sergilemiş ve DKTHT ilaveli kek örneklerinde %6,30-6,41 aralığında değişim göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Güneşte kurutulmuş hurma meyve tozların keklerde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada protein oranı kontrol örneğinden bir miktar yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir (Barimah et al., 2015). DKTHT ilaveli kek örneklerinde protein içeriğinin düşük olmasından dolayı, araştırma sonuçları Barimah et al. (2015)'nin sonuçlarına benzerlik göstermemiştir. Barimah et al. (2015), hurma meyvesinin protein içeriğinin yüksek olmasından dolayı hurma tozu ilaveli keklerin protein içeriğinin yüksek olabileceğini bildirmişlerdir. DKTHT'nin protein içeriğinin düşük olmasından dolayı protein içeriği kısmi olarak kontrol örneklerinden daha düşük belirlenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Kurabiye örneklerinde kontrol grubunda protein oranı %8,66 iken DKTHT ilavesi ile bu oran düşüş sergilemiş ve DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde %8,10-8,32 aralığında değişim göstermiştir ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak %5, %10, %20 ve %40 oranında hurma tozu kullanarak ürettikleri kek örneklerinde kontrol grubunda protein içeriğini %6,39, hurma tozu ilaveli örneklerde ise %6,37-6,56 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Amin et al., 2019). Kurabiye örneklerinde nem oranında DKTHT ilavesi ile azalış gözlenmiş olup, Amin et al. (2019)'nin çalışmaları ile tam bir uyumluluk sergilemese de protein içeriğinin yüksek konsantrasyonda meyve tozu ilave edildiğinde kısmen düşüş göstermesi ile kısmi bir uyum sergilemiştir. Bu azalışın nedeni, Amin et al. (2019) tarafından meyvenin protein içeriğinin az olmasından

ayrıca buğday ununda yer alan glutenin proteini seyreltme etkisi ile açıklamaya çalışmışlardır.

Kül oranı kek örneklerinden kontrol örneğinde %1,39 iken, DKTHT ilave edilen örneklerde artış sergileyerek 1,45-1,54 aralığında değişim sergilemişlerdir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Trabzon hurması tozunu %20-80 oran aralığında şeker ikamesi olarak kullanarak üretilen keklerde, kül oranı kontrol örneğinde %1,06 belirlenmiş; Trabzon hurması ilaveli keklerde ise 1,04-1,26 arasında değişmiştir (Yeşilkanat vd., 2024). Güneşte kurutulmuş hurma meyve tozların keklerde şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada hurma meyvesi tozu kullanıldığında kül oranı kontrol örneği ile kıyaslandığında artış sergilediği gözlenmiştir (Barimah et al., 2015). Kek örneklerinde kül oranında DKTHT ilavesi ile artış gözlenmiş olup, Barimah et al. (2015) ve Yeşilkanat vd. (2024)'ün çalışmaları ile uyumludur.

Kül oranı kurabiye örneklerinden kontrol örneğinde %1,07 iken, DKTHT ilave edilen örneklerde artış sergileyerek 1,12-1,16 aralığında değişim sergilemişlerdir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak %5, %10, %20 ve %40 oranında hurma tozu kullanarak üretilen kurabiye örneklerinde, kontrol grubunda kül içeriğini %1,31, hurma tozu ilaveli örneklerde ise %1,29-1,65 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Amin et al., 2019). DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde kül miktarı kontrol grubuna kıyasla daha fazla bulunmuş ve Amin et al. (2019)'nin çalışması ile benzerlik sergilemektedir.

Yağ oranı kek örneklerinden kontrol örneğinde %20,32 olarak belirlenirken, DKTHT ilave edilen örneklerde ise kontrol örneğinin değerlerine yakın değerler tespit edilmiştir (%20,10-20,52).

Kurutulmuş hurma tozu ilavesinin keklerde yağ oranında artışa neden olduğu belirtilmiştir (Barimah et al., 2015). Yağ oranı kontrol örneğinde %21 civarında iken hurma tozu ilaveli örneklerde ise %20,75-22,25 aralığında değişim göstermiştir. Kurutulmuş Trabzon hurmasının şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, kontrol kek örneğinde yağ oranı %12,83 iken toz ilavesi yapılanlarda ise bu oran %12,04-12,58 aralığında değişim

göstermiştir (Yeşilkanat et al., 2024). Kek örneklerinde yağ oranında DKTHT ilavesi ile kısmi azalışlar gözlenmiş olup, elde edilen sonuçlar Barimah et al. (2015) ve Yeşilkanat et al. (2024)'ün çalışmaları ile uyumludur.

Yağ oranı kurabiye örneklerinden kontrol örneğinde %13,26 iken, DKTHT ilave edilen örneklerde artış sergileyerek %14,76-15,30 aralığında değişim sergilemişlerdir. Bu artış istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak %5, %10, %20 ve %40 oranında hurma tozu kullanarak üretilen kurabiye örneklerinde, kontrol grubunda yağ oranını %4,48, hurma tozu ilaveli örneklerde ise bu oranın %4,99-6,30 arasında değişim gösterdiğini bildirilmiştir (Amin et al., 2019). DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde yağ oranı kontrol grubuna kıyasla daha fazla bulunmuş ve Amin vd. (2019)'nin çalışması ile benzerlik sergilemektedir.

DKTHT ilave edilen kek örneklerinde diyet lif oranı kontrol grubuna kıyasla istatistiki olarak daha yüksek belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinde diyet lif oranı %0,33 iken, DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise %0,59-1,24 aralığında değişim göstermiştir.

Kurutulmuş hurma tozu ilavesinin keklerde lif oranında artışa neden olduğu belirtilmiştir (Barimah et al., 2015). Kontrol grubunda diyet lifi belirlenmezken, toz ilaveli kek örneklerinde %0,49'a kadar diyet lifi belirlenmiştir. Kurutulmuş Trabzon hurmasının şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, kontrol kek örneğinde diyet lifi belirlenemezken toz ilavesi yapılanlarda ise diyet lif oranı %0,512-0,817 aralığında değişim göstermiştir (Yeşilkanat vd., 2024). Kek örneklerinde lif oranında DKTHT ilavesi ile artış gözlenmiş olup, elde edilen sonuçlar Barimah et al. (2015) ve Yeşilkanat vd. (2024)'ün çalışmaları ile uyumludur.

DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde diyet lif oranı kontrol grubuna kıyasla istatistiki olarak daha yüksek belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinde diyet lif oranı %1,83 iken, DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise %1,92-2,17 aralığında değişim göstermiştir.

Şeker ikamesi olarak hurma tozu kullanarak üretilen kurabiye örneklerinde, kontrol grubunun diyet lif içeriği %2,33, hurma tozu ilaveli örneklerde ise bu oranın %6,73-9,17 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Amin et al., 2019). DKTHT ilave edilen kurabiye

örneklerinde diyet lif oranı kontrol grubuna kıyasla daha fazla bulunmuş ve Amin et al. (2019)'nin çalışması ile benzerlik sergilemektedir.

#### 4.3.2 Fiziksel Analizler

##### 4.3.2.1 Ağırlık, Çap, Yükseklik, Hacim İndeksi, Tekdüzelik İndeksi ve Simetri İndeksi

Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılan kek ve kurabiye örneklerine ait ağırlık, çap, yükseklik, hacim indeksi, tekdüzelik indeksi ve simetri indeksi analiz sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Kek örneklerinde ağırlık kontrol örneğinde 32,51 g iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 32,14-33,80 g aralığında değişim sergilemiş olup, DKTHT ilavesi ağırlık üzerine istatistiki olarak etki yaratmıştır ( $p<0,05$ ).

Farklı pekmez tiplerini şeker ikamesi olarak keklerde kullanıldığı bir çalışmada, kontrol kek örneğinin ağırlığı 111,82 g iken pekmezden yapılan keklerde ise ağırlık 110,50-112,43 g aralığında değişim göstermiştir (Akbulut and Bilgicli, 2010). Kek örneklerinde ağırlık için elde edilen sonuçlar, Akbulut and Bilgicli (2010)'nin çalışma sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde ağırlık kontrol örneğinde 35,06 g iken DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise 34,70-34,99 g aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Kek örneklerinde çap, kontrol örneğinde 49,30 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 48,86-49,68 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Farklı şeker kaynaklarının (lavanta balı, çam balı, üzüm pekmezi ve keçiyoynuzu pekmezinin şeker yerine kullanıldığı çalışmada üretilen keklerden kontrol örneğinde çap 53,87 mm iken farklı şeker kaynağı içeren keklerde ise çap 53,13-55,26 mm aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Acun vd., 2024). Kek örneklerinde çap için elde edilen sonuçlar, Acun vd. (2024)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

**Tablo 4.7:** Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin fiziksel analiz sonuçları

Parametreler	Kek (Şeker ikamesiyle hazırlananlar)				Kurabiye (Şeker ikamesiyle hazırlananlar)			
	MS	MS5	MS10	MS15	CS	CS5	CS10	CS15
Ağırlık (g)	32,51±0,45ab	32,14±1,05b	33,24±0,94ab	33,80±1,36a	35,06±0,14	34,99±0,45	34,70±0,95	34,94±0,51
Çap (mm)	49,30±0,03b	48,86±0,11c	49,56±0,27a	49,68±0,13a	51,14±0,60ab	51,84±0,60a	50,80±0,50b	51,82±0,40a
Yükseklik (mm)	51,50±0,48c	53,14±0,56b	54,48±0,55a	54,48±0,55a	42,36±0,55c	44,96±0,57a	41,92±0,28c	44,20±0,49b
Hacim İndeksi (mm)	111±2,35c	122,4±2,70a	117,8±3,96b	126±2,45a				
Tekdüzelik İndeksi (mm)	3,20±2,17	4,40±2,70	4,20±3,56	4,80±1,79				
Simetri İndeksi (mm)	13,20±2,59	14,40±3,35	10,60±3,65	11,60±1,95				

\*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde çap, kontrol örneğinde 51,14 mm iken DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise 50,80-51,84 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sprey kurutucuda kurutulmuş üzüm pekmezleri %25-75 aralığında şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada üretilen keklerde kontrol örneğinde çap 75,55 mm iken şeker pekmezi ilave edilenlerde ise 73,27-73,93 mm aralığında değiştiği bildirilmiştir (Demir, 2014). Kurabiye örneklerinde çap için elde edilen sonuçlar (Demir, 2014)'in sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kek örneklerinde yükseklik, kontrol örneğinde 51,50 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 53,14-54,48 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Trabzon hurması tozunu %20-80 oran aralığında şeker ikamesi olarak kullanıldığı keklerde, kontrol örneğinde yüksekliği 56,65 mm ve Trabzon hurması ilaveli keklerde ise 46,46-61,12 mm aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Yesilkanat and Savlak, 2021). Kek örneklerinde yükseklik DKTHT ilavesi ile artış gözlenmiş olup, Yesilkanat and Savlak (2021) çalışması ile uyum göstermemektedir. Bu farklılığın, keklerde kullanılan materyallerin farklılığından olabileceği düşünülmektedir.

Kurabiye örneklerinde yükseklik, kontrol örneğinde 42,36 mm iken DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde ise 41,92-44,96 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak %5, %10, %20 ve %40 oranında hurma tozunun kullanıldığı kurabiye örneklerinde kontrol grubunda yüksekliği 10,91 mm, hurma tozu ilaveli örneklerde ise 10,24-10,40 mm arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Amin et al., 2019). DKTHT ilave edilen kurabiye örneklerinde yükseklik azalış ve artışlar sergilemiştir. Bu bağlamda, Amin et al. (2019)'nin çalışması ile kısmi benzerlikler göstermektedir.

Kek örneklerinde hacim indeksi, kontrol örneğinde 111 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 117,8-126 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Farklı pekmez tiplerinin şeker ikamesi olarak keklerde kullanıldığı çalışmada, kontrol kek örneğinin hacim indeksi 142 mm iken pekmezden yapılan keklerde ise bu değer 113-135 mm aralığında değişim göstermiştir (Akbulut and Bilgicli, 2010). Kek örneklerinde hacim indeksi için elde edilen sonuçlar, Akbulut and Bilgicli (2010)'nin çalışma sonuçlarından farklılık göstermektedir. Bunun nedenin çalışmalarda kullanılan materyallerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kek örneklerinde tekdüzelik indeksi, kontrol örneğinde 3,20 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 4,20-4,80 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Farklı pekmez tiplerinin şeker ikamesi olarak keklerde kullanıldığı çalışmada, kontrol kek örneğinin tekdüzelik indeksi 0 mm iken pekmezden yapılan keklerde ise bu değer 0-1 mm aralığında değişim göstermiştir (Akbulut and Bilgicli, 2010). Kek örneklerinde tekdüzelik indeksi için elde edilen sonuçlar, Akbulut and Bilgicli (2010)'nin çalışma sonuçlarından farklılık göstermektedir. Bunun nedenin çalışmalarda kullanılan materyallerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kek örneklerinde simetri indeksi, kontrol örneğinde 13,20 mm iken DKTHT ilave edilen kek örneklerinde ise 10,60-14,40 mm aralığında değişim sergilemiş olup, istatistiki olarak farklılık belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Farklı pekmez tiplerinin şeker ikamesi olarak keklerde kullanıldığı çalışmada, kontrol kek örneğinin simetri indeksi 8 mm iken pekmezden yapılan keklerde ise bu değer 3-12 mm aralığında değişim göstermiştir (Akbulut and Bilgicli, 2010). Kek örneklerinde tekdüzelik indeksi için elde edilen sonuçlar, Akbulut and Bilgicli (2010)'nin çalışma sonuçları ile uyumluluk sergilemiştir.

#### 4.3.2.2 Renk Analiz Sonuçları

Şeker ikamesi olarak kullanılan DKTHT ile üretilen kek ve kurabiyelere ait kabuk ve iç renk Tablo 4.8’de verilmiştir.

Kontrol kek örneğinin kabuk kısmında  $L^*$  değeri 33,21 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise bu değer 24,83-27,46 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi keklerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol örneğinde 28,52 iken DKTHT ilavesi %5 ve %20 ikameli örneklerde azalış sergilerken (sırasıyla 26,20 ve 24,59), %20 ikameli örnek (28,56) ise kontrol örneği ile benzer değer sergilemiş, gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). DKTHT ilavesi keklerde  $b^*$  değerinin azalmasına neden olmuştur.  $b^*$  değeri kontrol örneğinde 55,33 iken, DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise 41,81-46,86 aralığında değişim göstermiş ve aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kontrol kek örneğinin iç kısımda  $L^*$  değeri 71,61 iken DKTHT ilaveli kek örneklerinde ise bu değer 47,83-54,30 aralığında değişim göstermiş ve DKTHT ilavesi keklerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol örneğinde 4,03 iken DKTHT ilavesi ile bu değer kek örneklerinde 8,27-10,99 aralığında belirlenmiş ve  $a^*$  değerinde istatistiki olarak anlamlı bir artış belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).  $b^*$  değeri ise DKTHT ilaveli kek örneklerinin iç kısmında (27,12-28,78) kontrol örneğine (33,96) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Trabzon hurma tozunun şeker ikamesi olarak kullanıldığı çalışmada, toz ilaveli keklerin iç kısmında  $L^*$  değeri 53,91-57,02 aralığında iken kontrol örneğinde ise bu değer (71,85) daha yüksek bulunmuştur. Trabzon hurma tozu ilavesi keklerin iç kısımlarının  $a^*$  değerini (8,86-9,80) kontrol örneğine (1,46) kıyasla artırmıştır. İç kısmında  $b^*$  değeri ise kontrol grubunda 21,95 iken Trabzon hurma tozu ilaveli keklerde ise bu değer dalgalı bir yapı sergilediği, 17,96-23,26 aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Yesilkanat and Savlak, 2021). Kek içi elde edilen renk değerleri, Yesilkanat and Savlak (2021)’in sonuçları ile benzerlik göstermektedir. DKTHT ilaveli keklerde iç renkte parlaklığın azalması, sarılığın artması ve kırmızılığın azalması hurma tozunun rengi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Kontrol kurabiye örneğinin kabuk kısmında  $L^*$  değeri 61,25 iken DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde ise bu değer 41,69-42,84 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi kurabiyelerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol grubunda 13,09 iken DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak artış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 13,85-15,26 aralığında değişim göstermiştir.  $b^*$  değeri ise kontrol grubunda 34,52 iken, DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak azalış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 26,48-30,38 aralığında değişim göstermiştir.

Kontrol kurabiye örneğinin iç kısmında  $L^*$  değeri 72,58 iken DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde ise bu değer 63,03-66,45 aralığında değişim göstermiş, DKTHT ilavesi kurabiyelerin kabuk kısmının  $L^*$  değerini azaltmış ve bu fark istatistiki olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kabuk kısmında  $a^*$  değeri kontrol grubunda 2,59 iken DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak artış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 5,83-6,72 aralığında değişim göstermiştir.  $b^*$  değeri ise kontrol grubunda 23,92 iken, DKTHT ilavesi ile bu değer istatistiki olarak azalış sergilemiş ( $p<0,05$ ) ve 20,29-22,52 aralığında değişim göstermiştir.

Şeker ikamesi olarak hurma tozu kullanılan bisküvilerde toz ilaveli olanlarda  $L^*$  değerinin (56,63-66,52) kontrol örneğine (74,16) kıyasla daha düşük olduğu,  $a^*$  değerinin toz ilaveli örneklerde (11,26-16,47) kontrol örneğine (10,28) kıyasla daha yüksek değerler gösterdiği,  $b^*$  değerinin ise toz ilaveli bisküvilerde (19,08-37,54) kontrol örneğine (38,78) göre daha düşük değerler gösterdiği bildirilmiştir (Abdelmeguid, 2024). Kurabiye için elde edilen renk değerleri, Abdelmeguid (2024)'un sonuçları ile benzerlik göstermektedir. DKTHT ilaveli keklerde kabuk kısmında renkte parlaklığın azalması, sarılığın artması ve kırmızılığın azalması hurma tozunun rengi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 4.8:** Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurma tozu ile yapılan kurabiye ve keklerin dış ve iç renk analiz sonuçları

Parametreler		Kek (Şeker ikamesiyle hazırlananlar)				Kurabiye (Şeker ikamesiyle hazırlananlar)			
		MS	MS5	MS10	MS15	CS	CS5	CS10	CS15
Kbk rengi	$L^*$	33,21±0,43a	25,98±0,08c	27,46±0,07b	24,83±0,02d	61,25±0,14a	42,84±0,12b	42,44±0,01c	41,69±0,03d
	$a^*$	28,52±0,61a	26,20±0,18b	28,56±0,17a	24,59±0,04c	13,09±0,04d	13,85±0,09c	14,55±0,11b	15,26±0,03a
	$b^*$	55,33±0,38a	44,11±0,09c	46,86±0,10b	41,81±0,06d	34,52±0,04a	30,38±0,04b	27,13±0,04c	26,48±0,04d
İç rengi	$L^*$	71,61±0,27a	54,30±1,01b	50,72±0,16c	47,83±0,34d	72,58±0,23a	63,63±0,06c	66,45±0,07b	63,03±0,04d
	$a^*$	4,03±0,11d	8,27±0,12c	10,41±0,03b	10,99±0,02a	2,59±0,17c	5,83±0,08b	5,84±0,09b	6,72±0,06a
	$b^*$	33,96±0,39a	28,78±0,10b	27,12±0,09b	27,88±1,76b	23,92±0,04a	20,29±0,06d	21,24±0,03c	22,52±0,05b

\*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir ( $p<0,05$ ).

#### 4.3.2.3 Tekstür Analiz Sonuçları

Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin sertlik değerleri Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Kek örneklerinden kontrol örneğinde sertlik 996,50 g iken, DKTHT ilaveli keklerde ise biraz daha yüksek değerler (1239,50-1319,00 g) belirlenmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Şeker ikamesi olarak Trabzon hurma tozunun kullanılarak üretildiği keklerde sertlik değeri kontrol örneğinde 206,09 g iken, %20 Trabzon hurma tozu ilaveli kek örneğinde ise 190,4 g ile azalma sergilerken, %40-%80 oran aralığında toz ilaveli örneklerde ise artış sergileyerek 274,10-841,69 g aralığında değişim gösterdiği Yesilkanat and Savlak (2021) tarafından bildirilmiştir. Kek için elde edilen sertlik değeri sonuçları, Yesilkanat and Savlak (2021) tarafından bildirilen analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde sertlik değeri kontrol grubunda 3603,50 g olarak belirlenirken, DKTHT ilavesi ile kurabiyelerin sertlik değerinde azalma gerçekleşmiş, DKTHT ilaveli kurabiyelerin sertlik değeri 2586,50-3495,00 g aralığında değişim göstermiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Bayılmaz (2022), çalışmasında yer bademi ununu şeker ikamesi olarak kullandığı bisküvi örneklerinde sertlik değerinin (2812,19-3419,25 g) yer bademi unu ilavesi ile kontrol örneğine (4282,22 g) kıyasla düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Kurabiye için elde edilen sertlik değeri sonuçları, Bayılmaz (2022) tarafından bildirilen analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

**Tablo 4.9:** Şeker ikamesi olarak kullanılan dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile yapılan kek ve kurabiyelerin tekstür analiz sonuçları

<b>Kek (Şeker ikamesi)</b>	<b>Sertlik (g)</b>
MS	996,50±113,84b
MS5	1284,50±45,96a
MS10	1319,00±111,72a
MS15	1239,50±13,44a

<b>Kurabiye (Şeker ikamesi)</b>	<b>Sertlik (g)</b>
CS	3603,50±98,29a
CS5	3495,00±70,71ab
CS10	3338,50±50,20b
CS15	2586,50±106,77c

#### 4.3.3 Duyusal Analizler

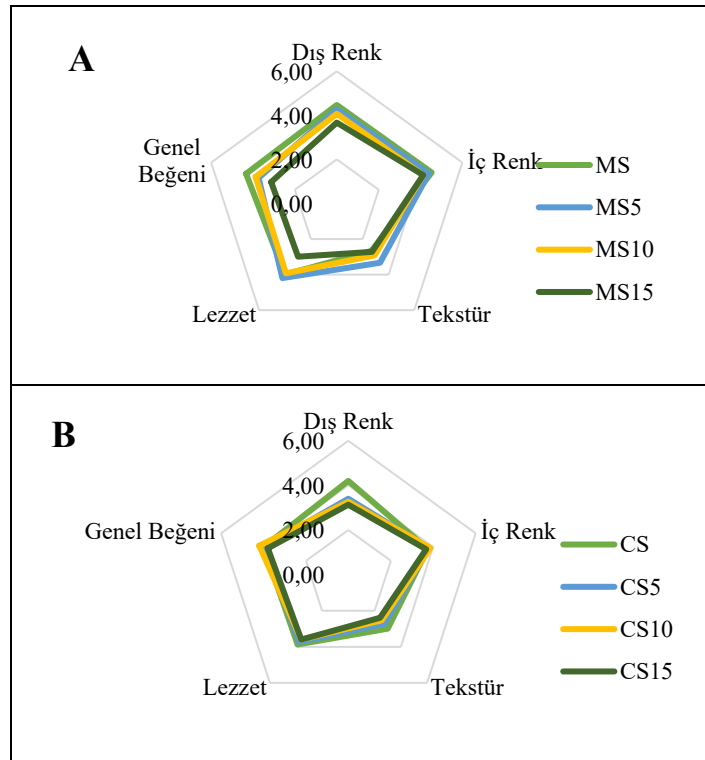
Duyusal özellikler panalistler tarafından kabuk (dış renk), iç renk, lezzet, tekstür ve genel beğeni bakımından değerlendirilmiştir (Şekil 4.2).

Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen keklerin duyusal analiz sonuçları dış ve iç renk açısından (sırası ile 3,67-4,27 ve 4,13-4,40) kontrol grubuna (sırası ile 4,47 ve 4,53) göre daha düşük bulunmuştur. Tekstür bakımından DKTHT ilaveli kek örnekleri (2,73-3,33) kontrol grubuna (2,67) göre daha yüksek duyusal skorlar elde etmiştir. Lezzet açısından en fazla skoru (4,20) %5 DKTHT ilaveli kek örneği toplarken, diğer örneklerde birbirine yakın skorlar (3,00-4,00) elde etmişlerdir. Genel beğeni açısından en yüksek skoru kontrol grubu (4,33) elde etmiş, DKTHT ilaveli kek örnekleri ise 3,13-3,87 aralığında duyusal skor değerleri toplamıştır.

Kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni açısından, şeker ikamesi olarak %20 ve %40 oranında Trabzon hurması tozunun kullanıldığı muffin kekler ve kontrol grubu kekler birbirine benzer değerler gösterdiği bildirilmiştir. Buna karşın, %60 ve %80 Trabzon hurması tozu ikame edilen örneklerde ise kabuk rengi, iç rengi, koku, lezzet, sertlik ve genel beğeni açısından duyusal skorlar, kontrol grubuna göre daha düşük değerler sergilediği bildirilmiştir (Yeşilkanat vd., 2024). DKTHT ilave edilen kekler için belirlenen duyusal analiz sonuç sonuçları, Yeşilkanat vd. (2024)'nin bildirdiği sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir.

DKTHT kullanılarak üretilen kurabiye örneklerinin dış ve iç renk açısından duyuşal skorları (sırası ile 3,13-3,40 ve 3,67-3,3,87) kontrol grubuna (sırası ile 4,20 ve 3,73) göre daha düşük bulunmuştur. Tekstür açısından kontrol grubu (3,00), DKTHT ilaveli kurabiye örneklerine (2,40-2,73) kıyasla daha yüksek skorlar elde etmiştir. Lezzet açısından kontrol grubu (3,87), DKTHT ilaveli kurabiye örneklerine (3,60-3,73) kıyasla daha yüksek skorlar elde etmiştir. Genel beğeni açısından kontrol grubu (4,00) ve DKTHT ilaveli kurabiye örnekleri (3,80-4,20) birbirine yakın duyuşal skor değerleri elde etmiştir.

Şeker ikamesi yerine yer bademi unu kullanılan bisküvilerde en yüksek renk, tat ve gevreklik skorları kontrol grubunda belirlenirken; koku, görünüş ve genel beğeni olarak en fazla skor ise %25 oranında badem unu ikame edilen bisküvilerde elde edilmiştir. İkame oranı arttıkça duyuşal skor değerlerinde düşüş belirlenmiştir. Duyuşal olarak kontrol grubu ve %25 oranında badem unu ikame edilen bisküviler birbirine yakın skorlar elde etmişlerdir (Bayılmaz, 2022). Kurabiye örnekleri için elde edilen sonuçlar kısmi olarak Bayılmaz (2022)'nin sonuçları ile örtüşmektedir.



**Şekil 4.2:** Kısmi olarak şekerin dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmiş olduğu keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) duyuşal özellikleri

## 4.4 Depolama

### 4.4.1 Un İkamesi Olarak DKTHT Kullanılan Kek ve Kurabiyelerde Depolama Sırasındaki Değişimler

#### 4.4.1.1 Nem ve Ağırlıktaki Değişim

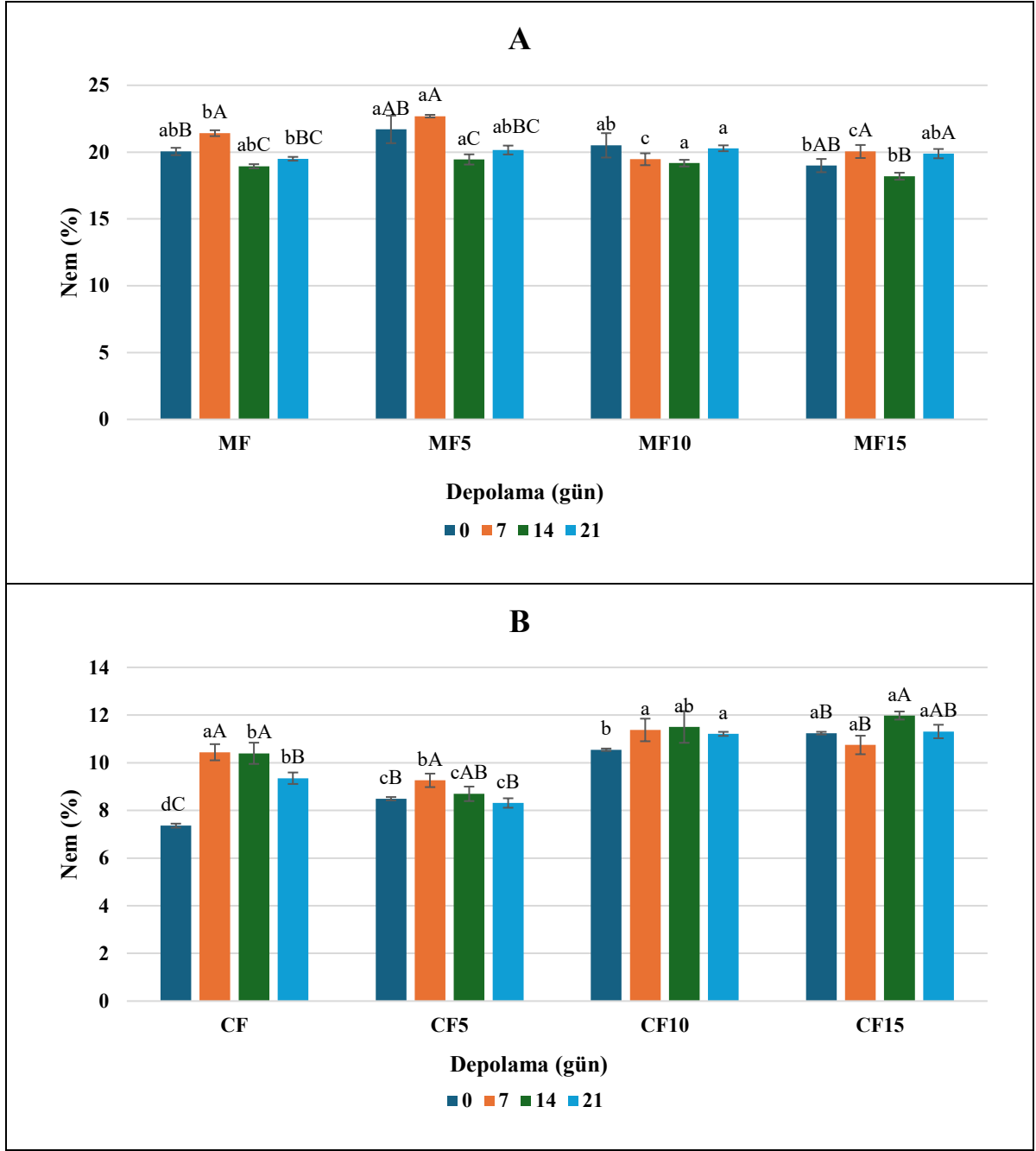
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı nem değerlerindeki değişimler Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Nem oranı depolama süresince gerek kontrol örneğinde gerekse de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim sergilemiş ve istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol (MF) kek örneğinin nem değeri depolama başlangıcında %20,05 iken 21 gün depolama sonunda %19,5 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 21. gününde nem değerinin başlangıç nem değerine göre anlamlı derecede ( $p<0,05$ ) düştüğü gözlemlenmiştir.

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında nem değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile %21,70, %20,51 ve %18,99 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin nem oranları sırası ile %20,16, %20,29 ve %19,89 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (MF10 örneği haricinde) kendi aralarında nem değeri açısından istatistiki bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Kurabiye kontrol örneğinde (CF) nem oranı depolama öncesi %7,36 iken 21 günlük depolama sonunda bu değer %9,35'e çıkmış ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında nem değeri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile %8,49, %10,55 ve %11,24 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin nem oranları sırasıyla %8,31, %11,21 ve %11,31 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (CF10 örneği haricinde) kendi aralarında nem değeri açısından istatistiksel bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Akbar and Ayub (2018), mısır unu içeren kurabiyelerde üç ay süren depolama sonucu nem içeriğinin arttığını bildirmiştir. Sych et al. (1987) 42 günlük depolama süresinde bayatlama algısının nem kaybıyla paralel şekilde artış gösterdiğine değinmiştir.



**Şekil 4.3:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince nem değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-C** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

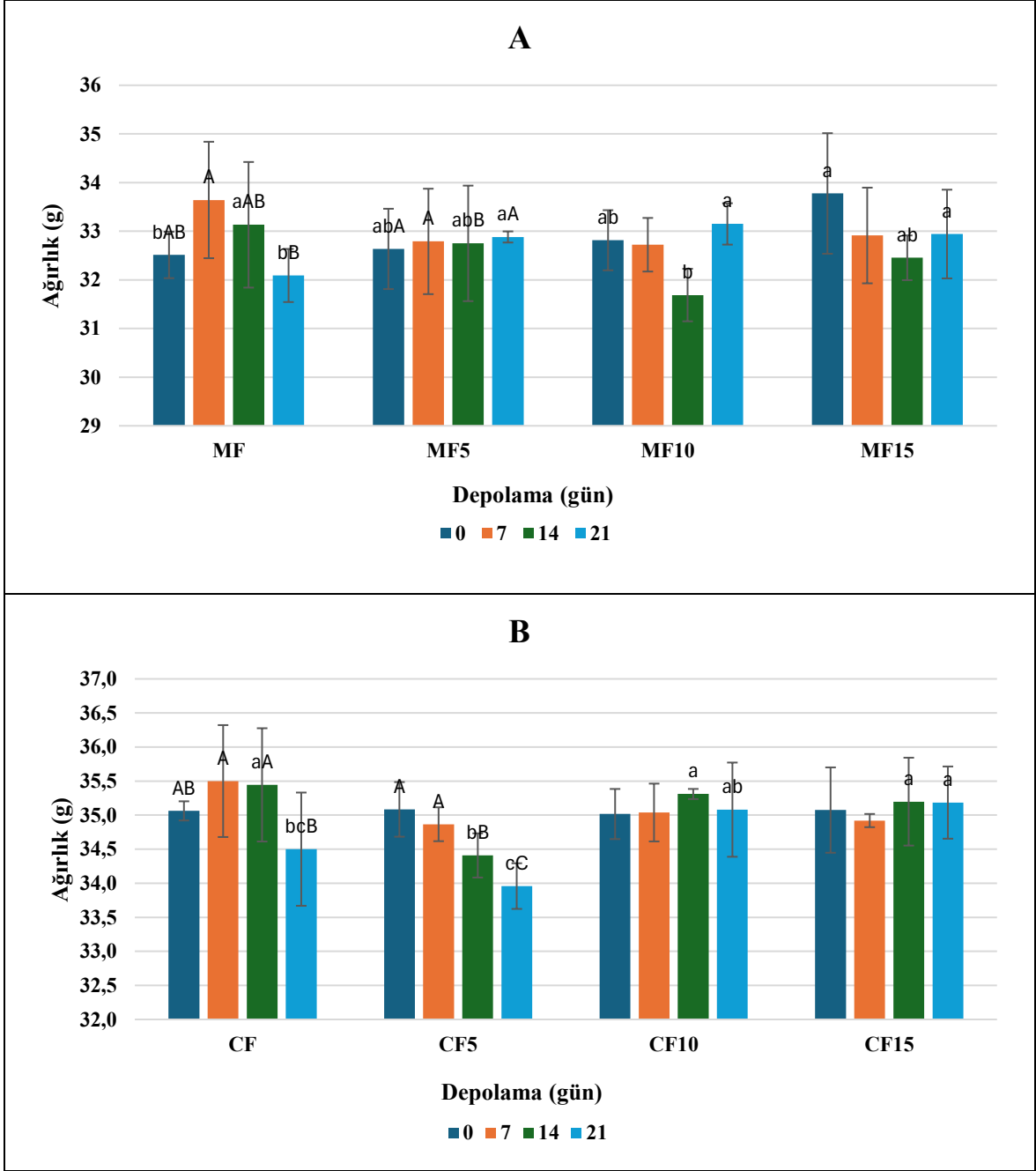
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı ağırlık değerlerindeki değişimler Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Ağırlık değeri depolama süresince gerek kontrol örneğinde gerekse de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim sergilemiş ve istatistiki olarak farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Kontrol (MF) kek örneğinin ağırlık depolama başlangıcında 32,51 g iken 21 gün depolama sonunda 32,09 g olarak belirlenmiştir.

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında ağırlık değerleri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 32,64 g, 32,81 g ve 33,78 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin ağırlık değerleri sırası ile 32,88 g, 33,15 g ve 32,94 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (MF5 örneği haricinde) kendi aralarında ağırlık değerleri açısından istatistiki bir farklılık belirlenememiştir ( $p > 0,05$ ).

Kurabiye kontrol örneğinde (CF) ağırlık depolama öncesi 35,06 g iken 21 günlük depolama sonunda bu değer 34,50 g olarak belirlenmiş ve bu artış istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında ağırlık değeri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 35,08 g, 35,02 g ve 35,07 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin ağırlık oranları sırası ile 33,96 g, 35,08 g ve 35,18 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (CF5 örneği haricinde) kendi aralarında ağırlık açısından istatistiki bir farklılık belirlenememiştir ( $p > 0,05$ ). Bu sonuç, Gómez et al. (2010) çalışmasında depolama koşullarının ağırlık kaybı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermesiyle uyumludur. Ayrıca lif ve katkı maddelerinin nem tutma kapasitesini artırarak ağırlık kaybını minimize ettiği belirtilmiştir.



**Şekil 4.4:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince ağırlık değerlerindeki değişim

a-c : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

A-C : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4.1.2 Tekstürdeki Değişim

Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı sertlik değerlerindeki değişimler Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

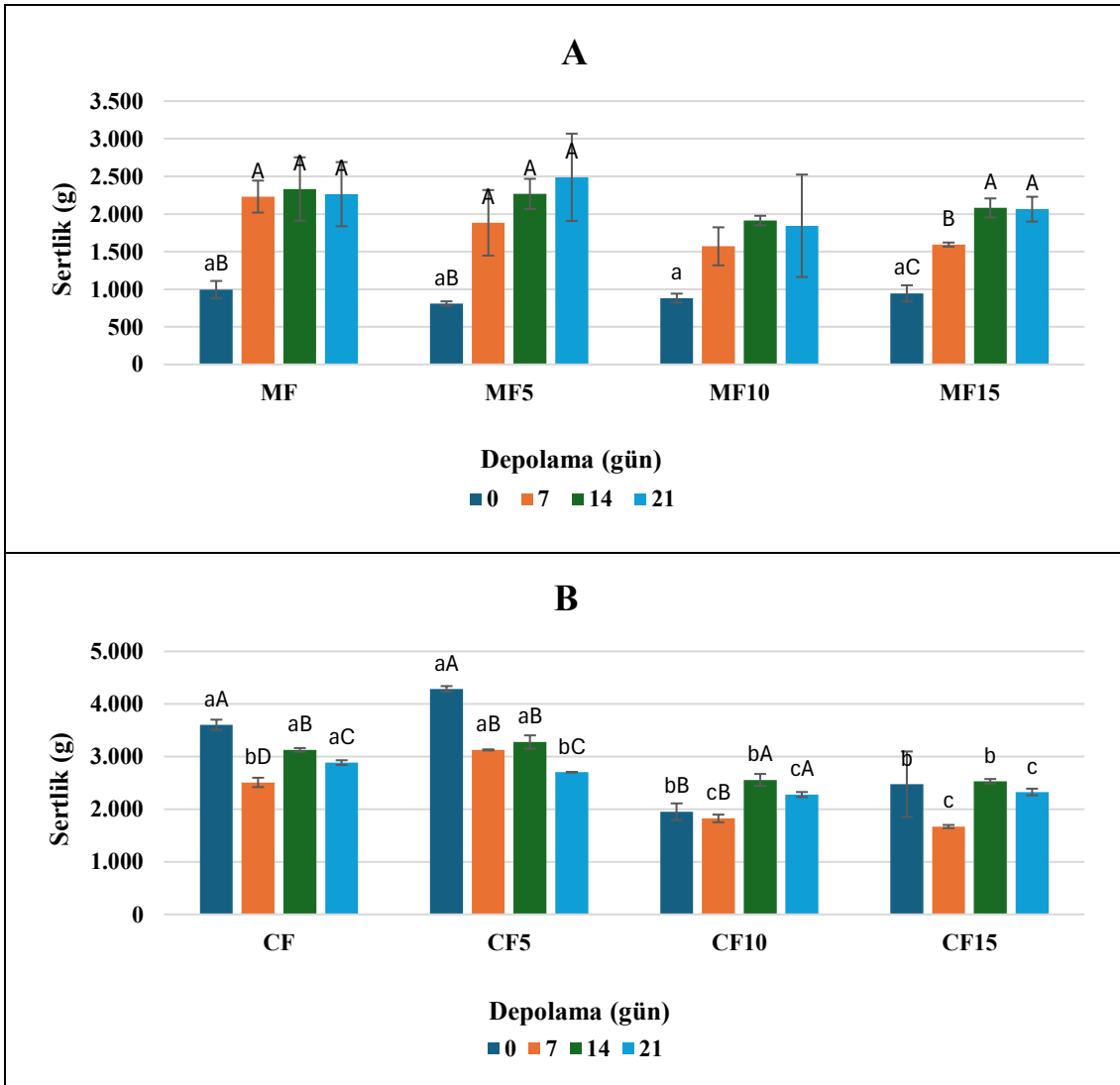
Sertlik değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde artış sergilemiş ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinde (MF) sertlik değeri depolama başlangıcında 996,50 g iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 2263,50 g'a kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında sertlik değerleri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 808,50 g, 882,00 g ve 944,50 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin sertlik değerleri sırasıyla 2487,50 g, 1843,50 g ve 2064,50 g düzeyinde belirlenmiştir. Gómez et al. (2010) çalışmalarında, depolama süresince sertlikte artış gözlemlemiş ancak bazı katkı maddelerinin bu artışı minimize ettiğini rapor etmiştir. Benzer şekilde Gomez et al. (2007), keklerde depolama süresince gözlenen sertlik artışının nişasta retrogradasyonuna bağlı olduğunu ifade etmiştir. Goranova et al. (2015)'in çalışmasında da depolama süresinde fonksiyonel bileşen içeren keklerin sertlik değerleri artmıştır. Dondurularak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ilaveli keklerde de depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında sertlik değeri açısından belirlenen artış (MF10 örneği haricinde) istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) sertlik değeri depolama başlangıcında 3603,50 g iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 2885,00 g düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında sertlik değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 4286,50 g, 1952,00 g ve 2474,50 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin sertlik değerleri sırası ile 2703,50 g, 2278,00 g ve 2326,50 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında sertlik değerlerinde CF5 ve CF15 örneklerinde azalma, CF10 örneğinde ise artış gözlenmiştir. Belirlenen bu farklılık (MF15 örneği haricinde) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kurabiye örneklerinde depolama

süresince sertlik değerlerinde meydana gelen değişim, kullanılan bileşen türüne ve miktarına bağlı olarak farklı eğilimler gösterebilmektedir. Oleojel içeren kurabiyeler üzerine yapılan çalışmada depolama boyunca bazı örneklerde sertliğin arttığı, bazılarında ise azaldığı bildirilmiştir (Yılmaz ve Ögütçü, 2015). Bu farklılıkların, kullanılan bileşenlerin su tutması, yağ içeriğinin özelliği ve ürün içerisindeki dağılımına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.



**Şekil 4.5:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim

**a-c :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

**A-D :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

#### 4.4.1.3 Renkteki Değişim

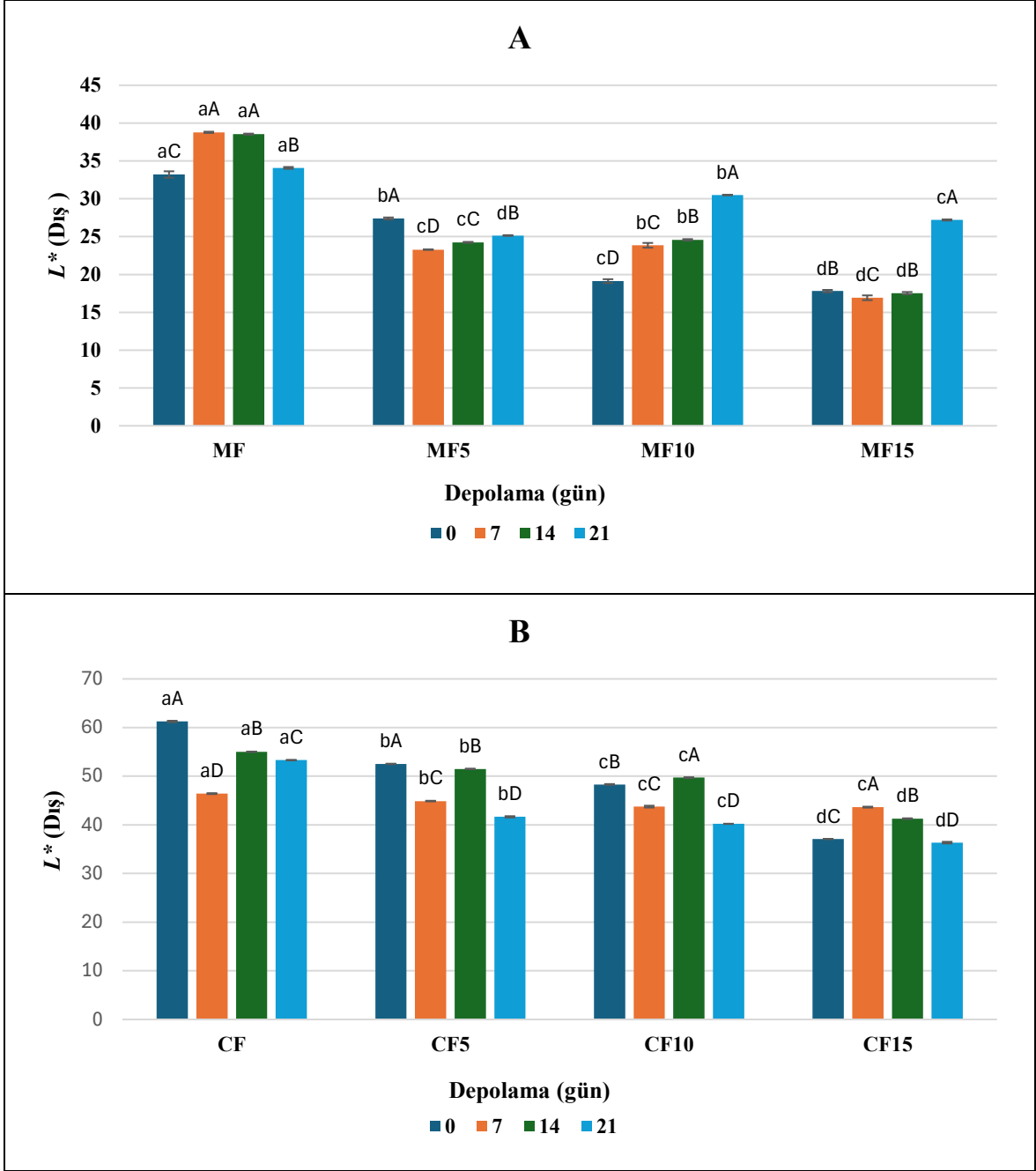
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $L^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

Dış kısımda  $L^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde genellikle artış sergilemiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinin (MF) dış kısmında  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 33,21 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 34,08'e kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında dış kısmında  $L^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 27,40, 19,12 ve 17,81 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış kısmında  $L^*$  değerleri sırası ile 25,14, 30,49 ve 27,20 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $L^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) dış renk  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 61,25 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 53,31 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $L^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 52,53, 48,30 ve 37,08 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $L^*$  değerleri sırası ile 41,65, 40,21 ve 36,34 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $L^*$  değerleri açısından belirlenen azalış istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Nuwongsri (2021), depolama süresi arttıkça ürünlerin dış renk  $L^*$  değerlerinde anlamlı bir azalma gözlenmiş; bu durumun Maillard reaksiyonu ve lipid oksidasyonu gibi kimyasal süreçlerle ilişkili olduğu ifade edilmiştir.



**Şekil 4.6:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $L^*$  değerlerindeki değişim

**a-d :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-C :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

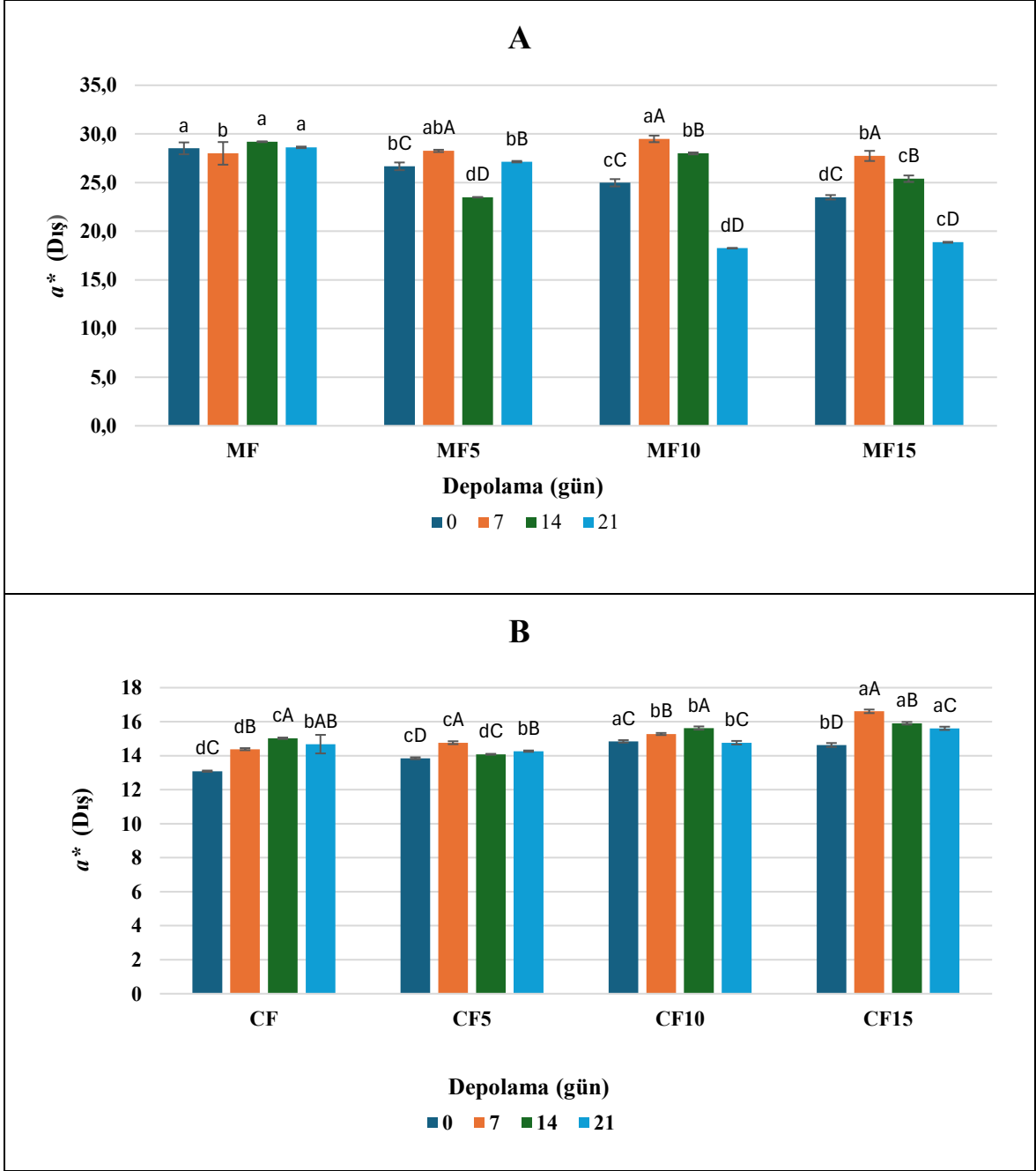
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $a^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Dış kısımda  $a^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MF) dış kısmında  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 28,52 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 28,62 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında dış kısmında  $a^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 26,67, 24,98 ve 23,49 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $a^*$  değeri sırası ile 27,15, 18,26 ve 18,86 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $a^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolama süresinde, formülasyondaki farklı katkı maddelerinin renk parametrelerinde önemli değişiklikler meydana getirdiğine ilişkin Nuwongsri (2021) bulgularıyla tutarlıdır.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) dış renk  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 13,09 iken 21 günlük depolama sonunda ise artış sergileyerek 14,68 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $a^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 13,85, 14,84 ve 14,63 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $a^*$  değerleri sırası ile 14,27, 14,76 ve 15,61 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $a^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.7:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $a^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

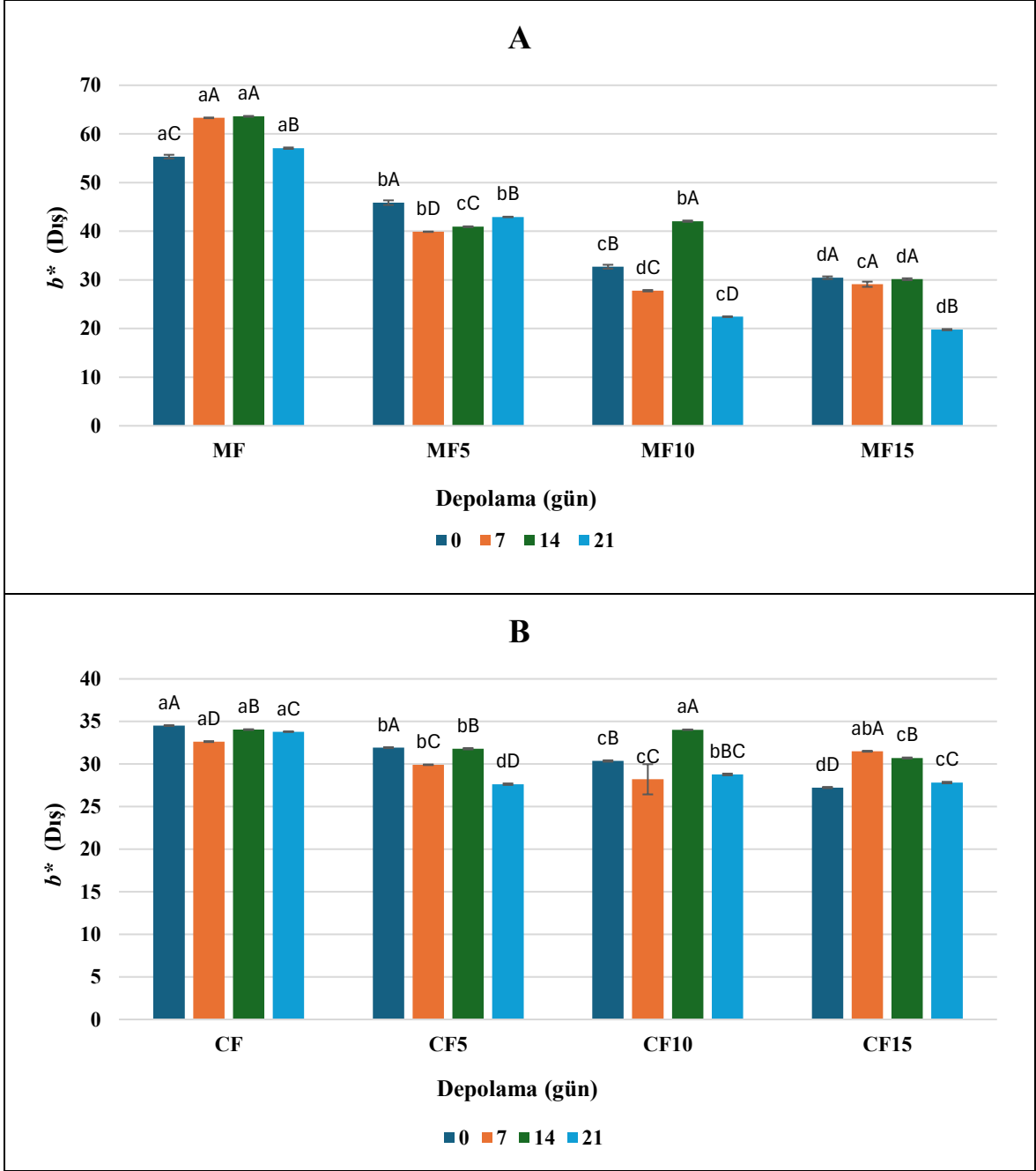
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

Dış kısımda  $b^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MF) dış kısmında  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 55,33 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 57,07 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak anlamlı olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında dış kısmında  $b^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 45,86, 32,70 ve 30,44 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $b^*$  değeri sırası ile 42,93, 22,42 ve 19,76 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $b^*$  değeri açısından belirlenen azalış istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) dış renk  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 34,52 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 33,80 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $b^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 31,93, 30,36 ve 27,24 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $b^*$  değerleri sırası ile 27,63, 28,78 ve 27,82 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $b^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kavak ve Akdeniz (2023), depolama başlangıcı ve sonunda (%5 ayva kabuğu içeren kurabiye) D5 örneğinde dış renk  $b^*$  değeri 39,4'ten 37,9'a, (%10 ayva kabuğu içeren kurabiye) D10 örneğinde ise 45,6'dan 42,7'ye gerilemiştir. Bu, diyet lifi ilaveli kurabiyelerde depolama ile  $b^*$  değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.8:** Buğday ununun kısmen dondurularak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $b^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

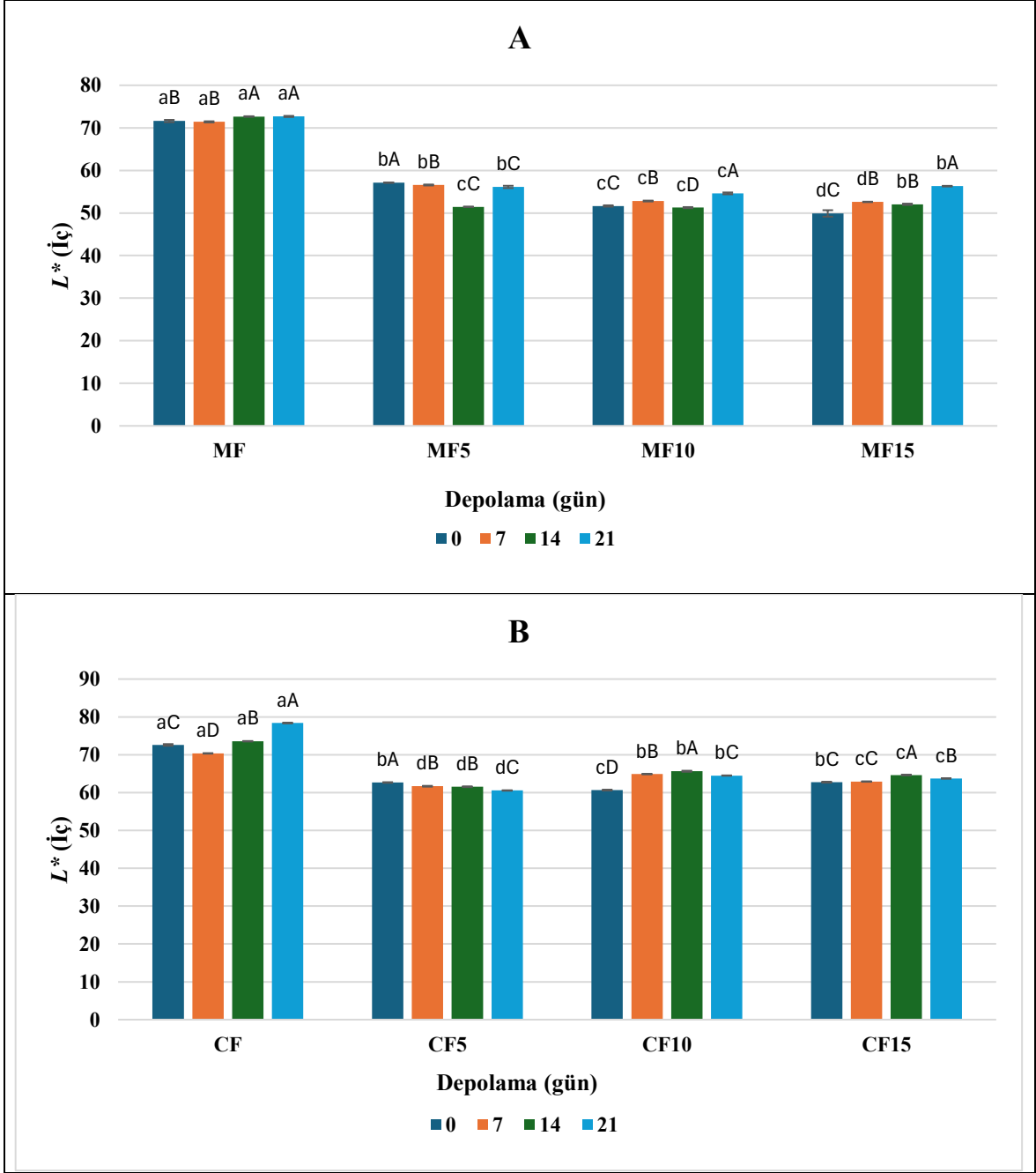
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $L^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

İç kısımda  $L^*$  değeri, depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim sergilemiştir. Kontrol örneğinin (MF) iç kısmında  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 71,61 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 72,68'e kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $L^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 57,13, 51,65 ve 49,90 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç kısmında  $L^*$  değeri sırası ile 56,13, 54,61 ve 56,30 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk olan  $L^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Acun vd. (2024), iç renk  $L^*$  değerlerinin depolama boyunca örnek türüne bağlı olarak hem yükseliş hem de düşüş eğilimi gösterdiği ve bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) iç renk  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 72,58 iken 21 günlük depolama sonunda ise artış sergileyerek 78,38 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $L^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 62,66, 60,65 ve 62,75 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $L^*$  değerleri sırası ile 60,55, 64,49 ve 63,72 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $L^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.9:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $L^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

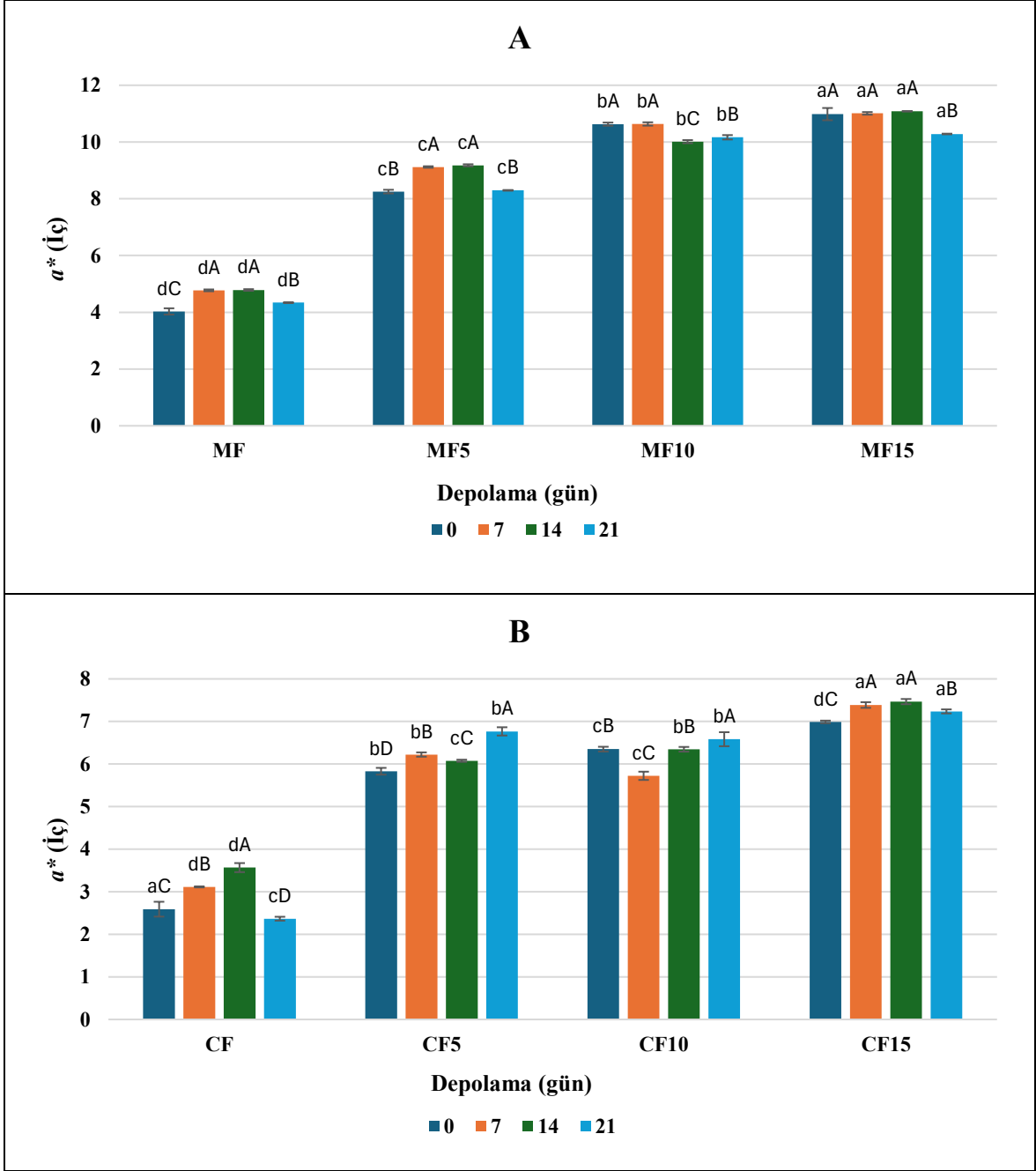
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $a^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

İç kısımda  $a^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MF) iç kısmında  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 4,03 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 4,34 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $a^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 8,25, 10,63 ve 10,98 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $a^*$  değeri sırası ile 8,30, 10,17 ve 10,28 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk olan  $a^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). İç renk  $a^*$  değeri için benzer sonuçlar Acun vd. (2024) tarafından rapor edilmiştir.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) iç renk  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 2,59 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 2,37 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $a^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 5,83, 6,35 ve 6,99 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $a^*$  değerleri sırası ile 6,77, 6,58 ve 7,24 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $a^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.10:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $a^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

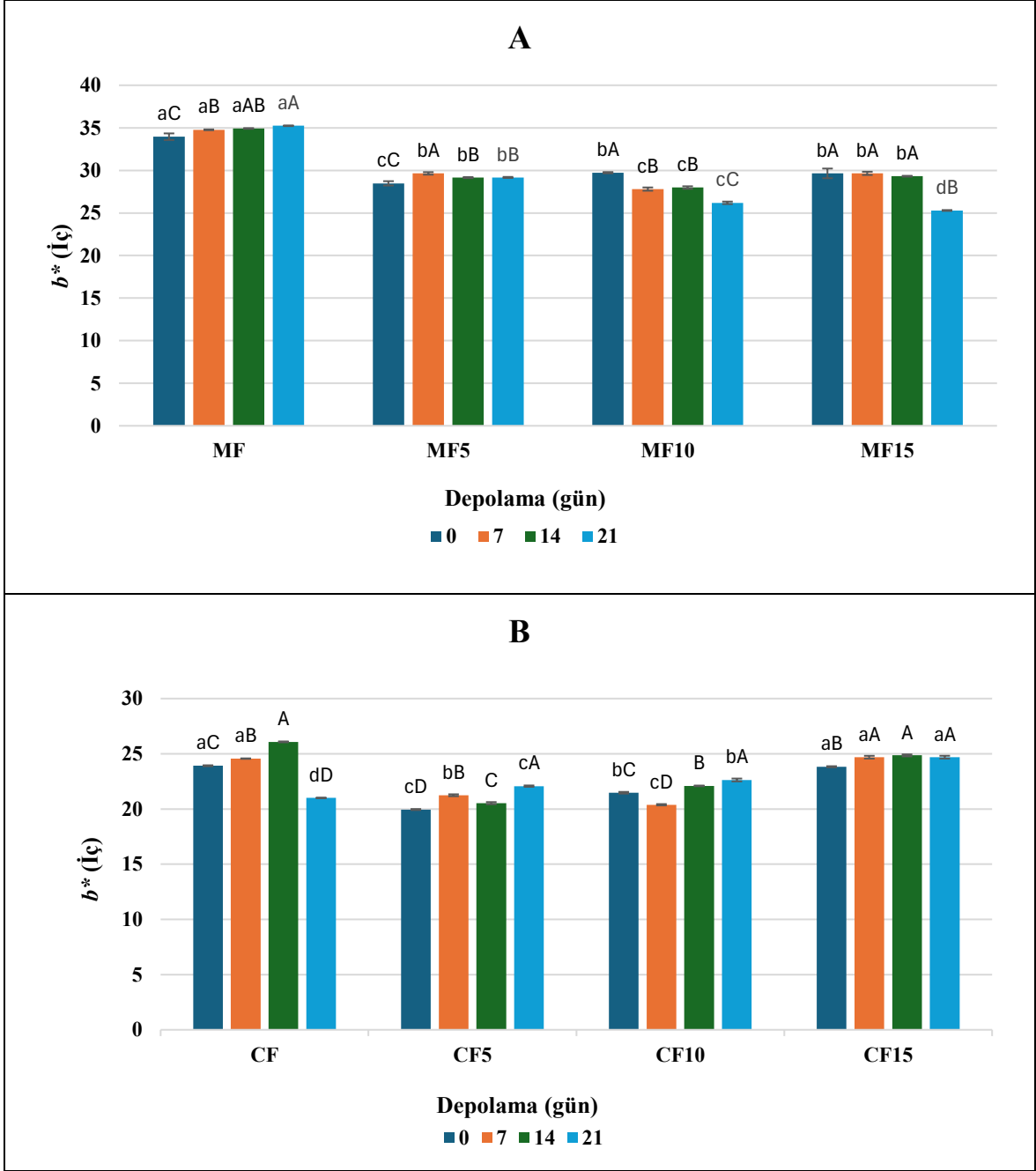
Un ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

İç kısımda  $b^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MF) iç kısmında  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 33,96 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 35,24 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $b^*$  değeri MF5, MF10 ve MF15 kodlu örneklerde sırası ile 28,48, 29,73 ve 29,65 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $b^*$  değeri sırası ile 29,17, 26,19 ve 25,29 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk olan  $b^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Acun vd. (2024) ‘nin depolama sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CF) iç renk  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 23,92 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 21,00 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $b^*$  değerleri CF5, CF10 ve CF15 kodlu örneklerde sırası ile 19,95, 21,47 ve 23,83 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $b^*$  değerleri sırası ile 22,07, 22,63 ve 24,69 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $b^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Literatürde Yüksel (2019) tarafından bildirilen sonuçlarla tutarlılık göstermektedir.



**Şekil 4.11:** Buğday ununun kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $b^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

## 4.4.2 Şeker İkaməsi Olarak DKTHT Kullanılan Kek ve Kurabiyelerde Depolama Sırasındaki Değişimler

### 4.4.2.1 Nem ve Ağırlıktaki Değişim

Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı nem değerlerindeki değişimler Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

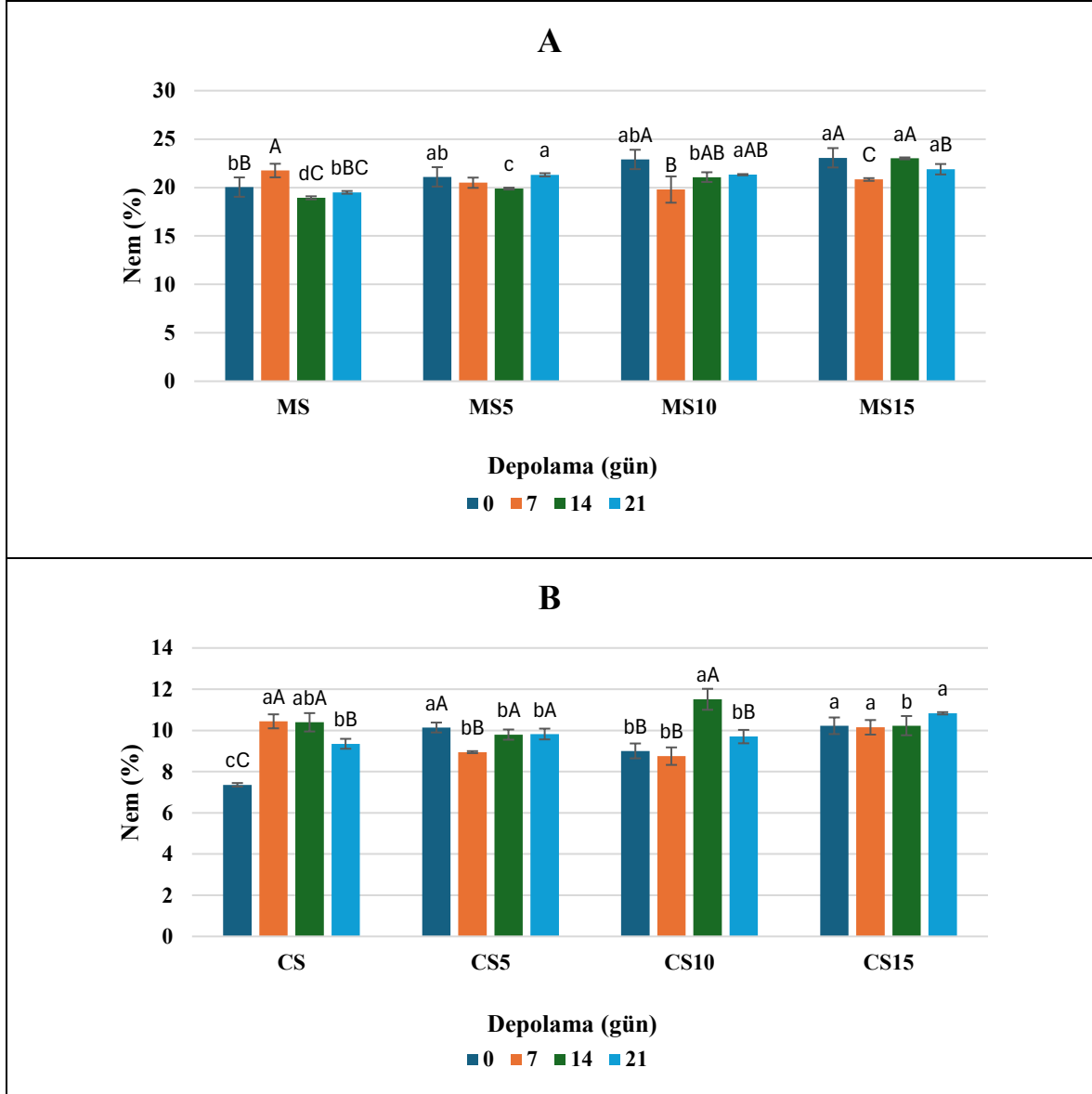
Nem oranı depolama süresince gerek kontrol örneğinde gerekse de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim sergilemiş ve istatistiki olarak farklılıklar göstermiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol (MS) kek örneğinin nem değeri depolama başlangıcında %20,05 iken 21 gün depolama sonunda %19,5 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 21. gününde nem değerinin başlangıç nem değerine göre anlamlı derecede ( $p<0,05$ ) düştüğü gözlemlenmiştir.

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında nem değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile %21,10, %22,90 ve %23,07 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin nem oranları sırası ile %21,32, %21,33 ve %21,89 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (MS5 örneği haricinde) kendi aralarında nem değeri açısından istatistiki bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Acun vd. (2024) depolama boyunca nem değerleri; 1. gün 29,30-34,3, 2.gün 29,30-36,53, 3.gün 29,53-36,23 aralığında değişim göstermiştir. Şekerin su tutma kapasitesine sahip olması nedeniyle nem içeriğindeki değişimlerin bu özelliğe bağlı olabileceği ifade edilmiştir. DKTHT ilaveli kek örneklerinde elde edilen daha düşük nem değerlerinin, formülasyondaki şeker miktarındaki farklılıklar ile DKTHT’nin bünyesindeki doğal şeker bileşenlerinin su tutma kapasitesine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Kurabiye kontrol örneğinde (CS) nem oranı depolama öncesi %7,36 iken 21 günlük depolama sonunda bu değer %9,35’e çıkmış ve bu artış istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında nem değeri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile %10,14, %9,01 ve %10,23 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin nem oranları sırası ile %9,83, %9,70 ve %10,83 düzeyinde belirlenmiştir. Benzer şekilde, Yüksel (2019) çalışmasında da bu yönde bulgulara ulaşılmıştır ve depolama süresince meydana gelen nem kaybının, su tutma kapasitesine sahip protein ve nişasta bileşenlerinin yapısal özelliklerinde oluşabilecek

değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. DKTHT ilaveli kurabiyelerde, depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (CS15 örneği haricinde) kendi aralarında nem değeri açısından istatistiksel bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.12:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince nem değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

**A-C** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

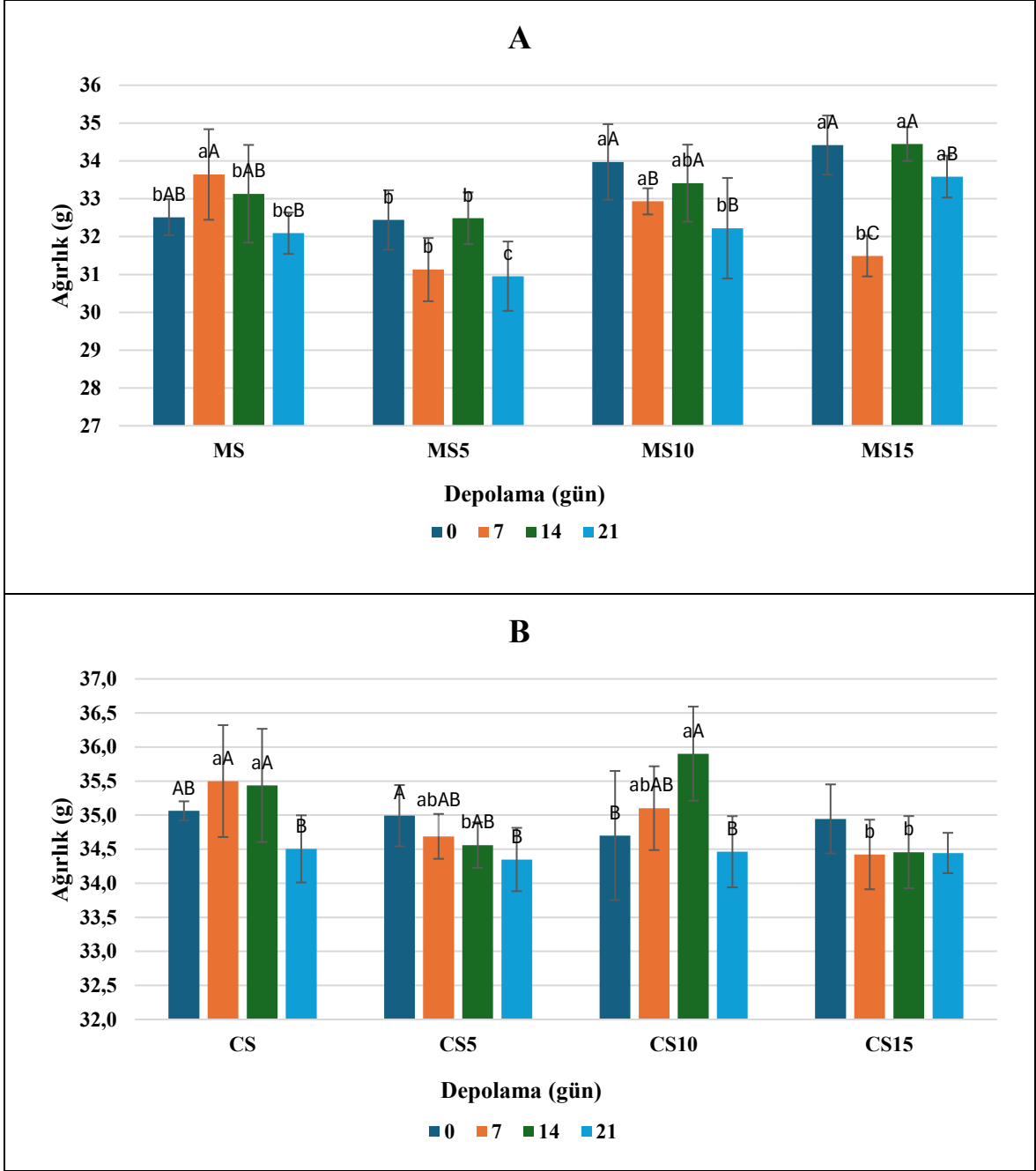
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı ağırlık değerlerindeki değişimler Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

Ağırlık değeri depolama süresince gerek kontrol örneğinde gerekse de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim sergilemiş ve istatistiki olarak farklılıklar belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Kontrol (MS) kek örneğinin ağırlık depolama başlangıcında 32,51 g iken 21 gün depolama sonunda 32,09 g olarak belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında ağırlık değerleri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 32,44 g, 33,97 g ve 34,42 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin ağırlık değerleri sırası ile 30,95 g, 32,22 g ve 33,59 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (MS5 örneği haricinde) kendi aralarında ağırlık değeri açısından istatistiki bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Şırmarmaz ve Gerçekaslan (2022) sonuçlarından yüksek değerler elde edilmiştir. Farklı hamur miktarları kullanımı ve kullanılan ilave ürün bu farklılığın nedenlerindedir.

Kurabiye kontrol örneğinde (CS) ağırlık depolama öncesi 35,06 g iken 21 günlük depolama sonunda bu değer 34,50 g olarak belirlenmiş ve bu artış istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında ağırlık değeri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 34,99 g, 34,70 g ve 34,94 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin ağırlıkları sırasıyla 34,35 g, 34,46 g ve 34,44 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin (CS15 örneği haricinde) kendi aralarında ağırlık değeri açısından istatistiki bir farklılık belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.13:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince ağırlık değerlerindeki değişim

**a-c :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-C :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4.2.2 Tekstürdeki Değişim

Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolamaya bağlı sertlik değerlerindeki değişimler Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

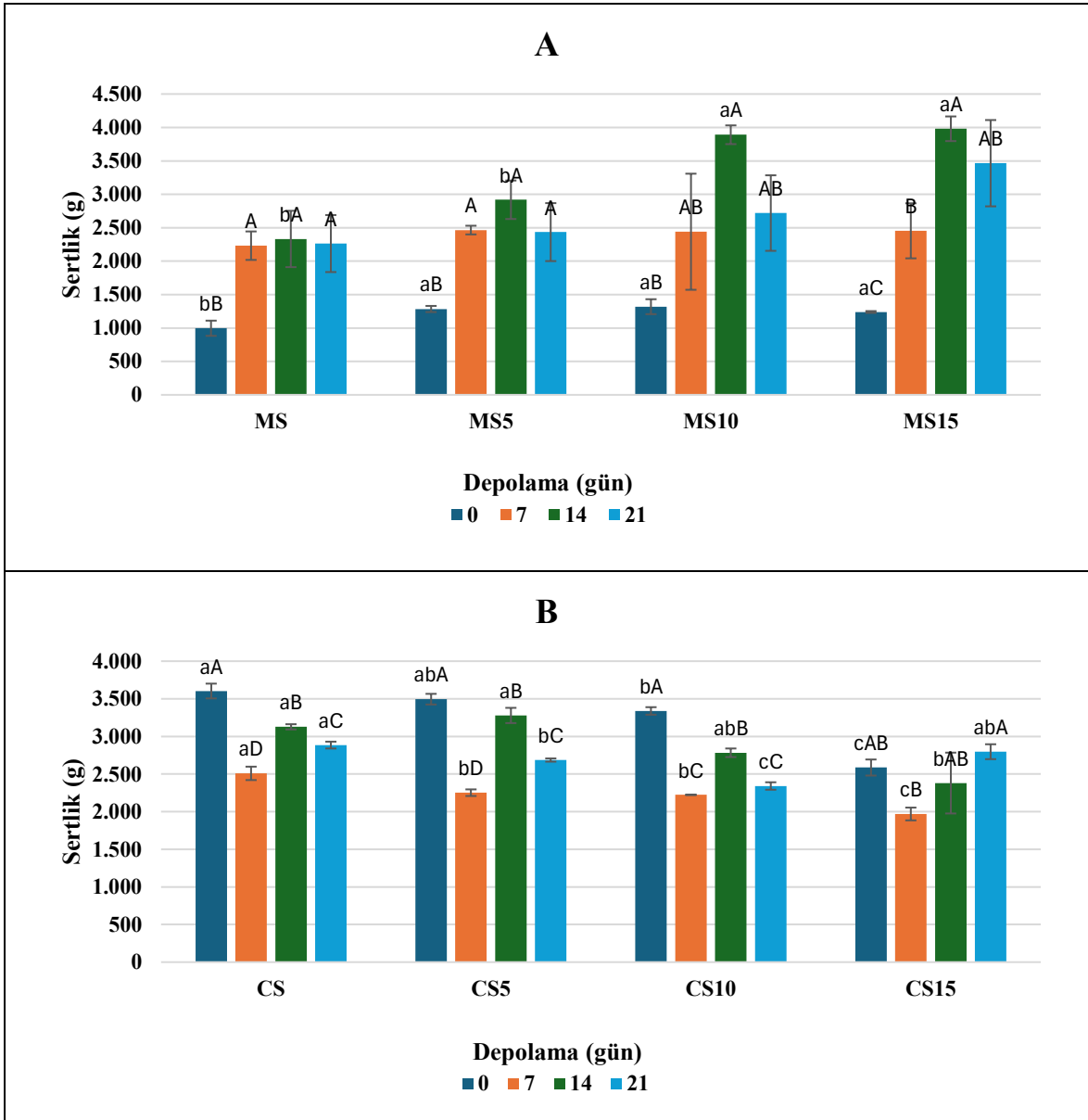
Sertlik değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde artış sergilemiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinde (MS) sertlik değeri depolama başlangıcında 996,50 g iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 2263,50 g'a kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında sertlik değerleri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 1284,50 g, 1319,00 g ve 1239,50 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin sertlik değerleri sırası ile 2434,50 g, 2719,50 g ve 3465,50 g düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında sertlik değeri açısından belirlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Topkaya (2017), nar kabuğu tozu ilavesiyle hazırlanan keklerde 8 günlük depolama süreci boyunca sertlik değerlerinde anlamlı bir artış meydana geldiği ve bu artışın katkı oranıyla birlikte arttığı bildirilmiştir. Bu durum, DKTHT ilaveli kek örneklerinde 21 günlük depolama süresi sonunda gözlenen sertlik artışıyla paralellik göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) sertlik değeri depolama başlangıcında 3603,50 g iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 2885,00 g düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında sertlik değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 3495,00 g, 3338,50 g ve 2586,50 g olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin sertlik değerleri sırası ile 2685,00 g, 2341,00 g ve 2797,00 g düzeyinde belirlenmiştir. Kavak ve Akdeniz (2023) diyet lifi miktarı zengin olan ayva kabuğu tozunun, depolamanın başlangıcına göre tüm kurabiyelerde sertlik derecesini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu artışın, lifli yapıların hamur içerisindeki dağılımı ve gluten gelişimini etkilemesiyle ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir. DKTHT'nin diyet lifi içeriğinin yüksek olması, Kavak ve Akdeniz (2023) çalışmasıyla benzer sonuçları desteklemektedir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari

ile örneklerin kendi aralarında sertlik değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.14:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim

**a-c :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

**A-D :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

#### 4.4.2.3 Renkteki Değişim

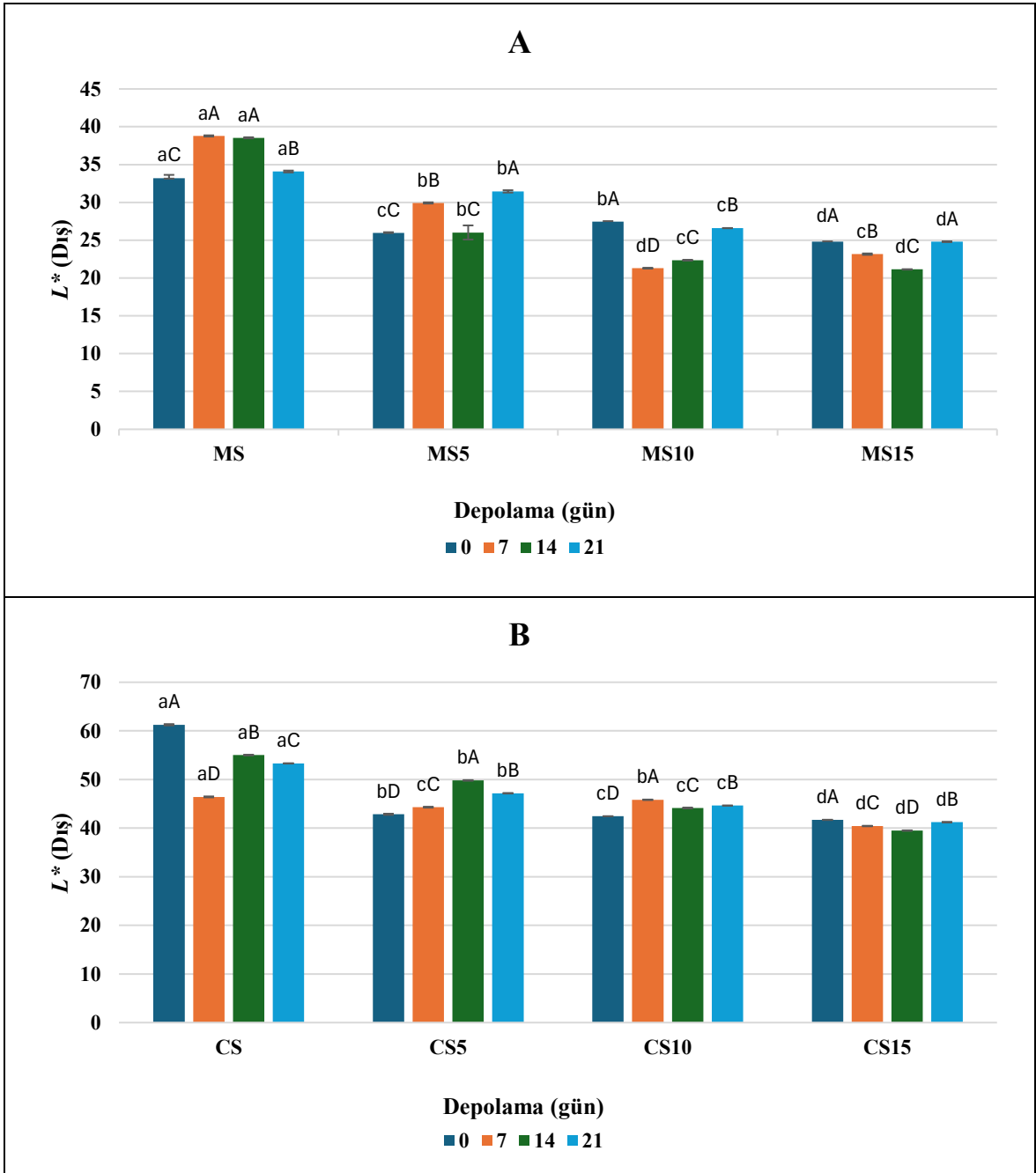
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $L^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

Dış kısımda  $L^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde genellikle artış sergilemiş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kontrol örneğinin (MS) dış kısmında  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 33,21 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 34,08'e kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında dış kısmında  $L^*$  değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 25,98, 27,46 ve 24,83 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış kısmında  $L^*$  değerleri sırası ile 31,46, 26,60 ve 24,80 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $L^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Elde edilen bulgular, Baltacıoğlu vd. (2020)'nin sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) dış renk  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 61,25 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 53,31 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $L^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 42,84, 42,44 ve 41,69 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $L^*$  değerleri sırası ile 47,17, 44,63 ve 41,22 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $L^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).



**Şekil 4.15:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $L^*$  değerlerindeki değişim

**a-d :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

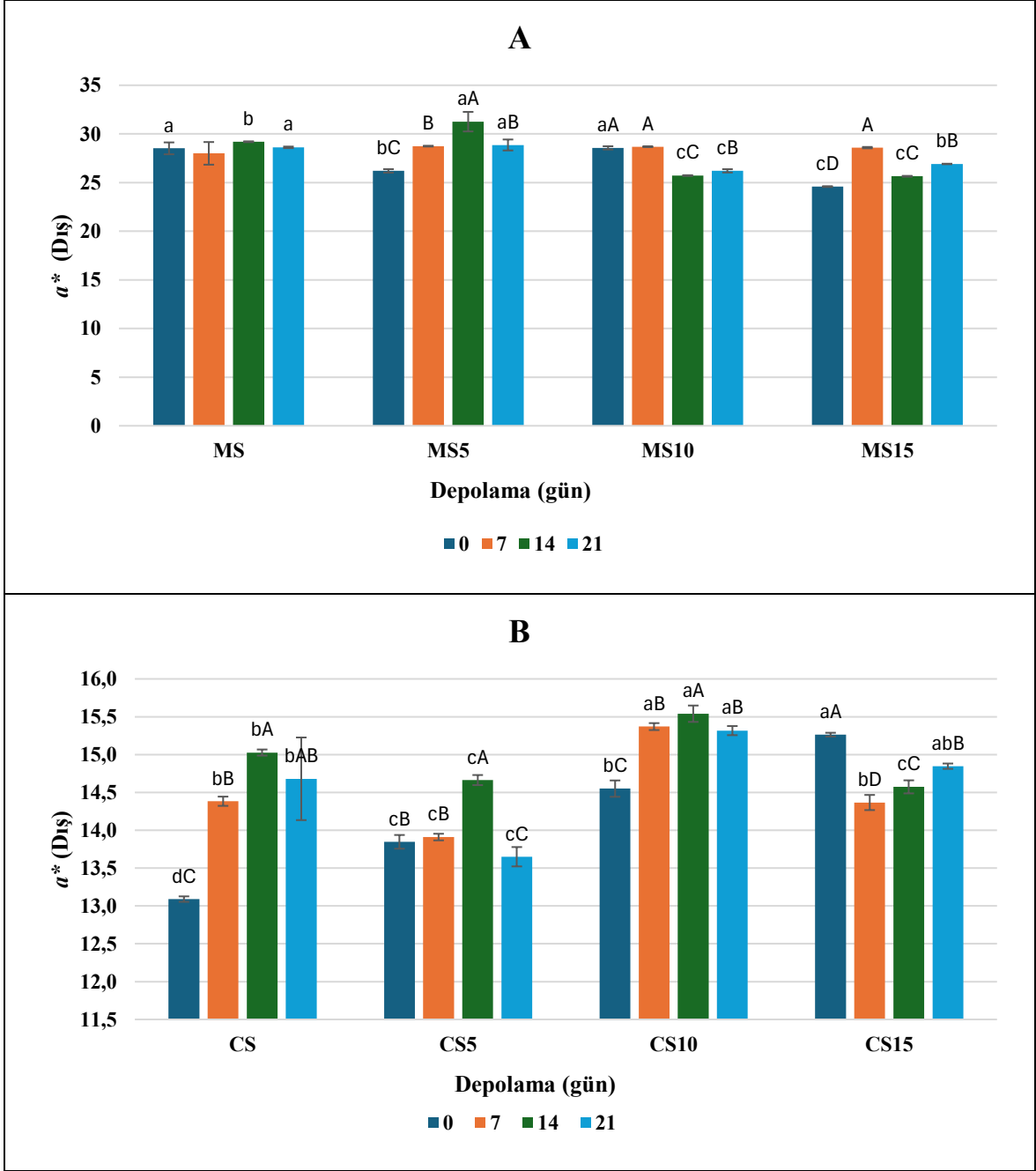
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $a^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Dış kısımda  $a^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MS) dış kısmında  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 28,52 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 28,62 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak belirlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında dış kısmında  $a^*$  değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 26,20, 28,56 ve 24,59 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $a^*$  değeri sırası ile 28,86, 26,21 ve 26,91 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $a^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) dış renk  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 13,09 iken 21 günlük depolama sonunda ise artış sergileyerek 14,68 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $a^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 13,85, 14,55 ve 15,26 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $a^*$  değerleri sırası ile 13,65, 15,32 ve 14,85 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $a^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Ekmek kabuğunda da  $a^*$  değerinin arttığı çalışmalar mevcuttur (Türkoğlu ve Gerçekaslan, 2022).



**Şekil 4.16:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $a^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

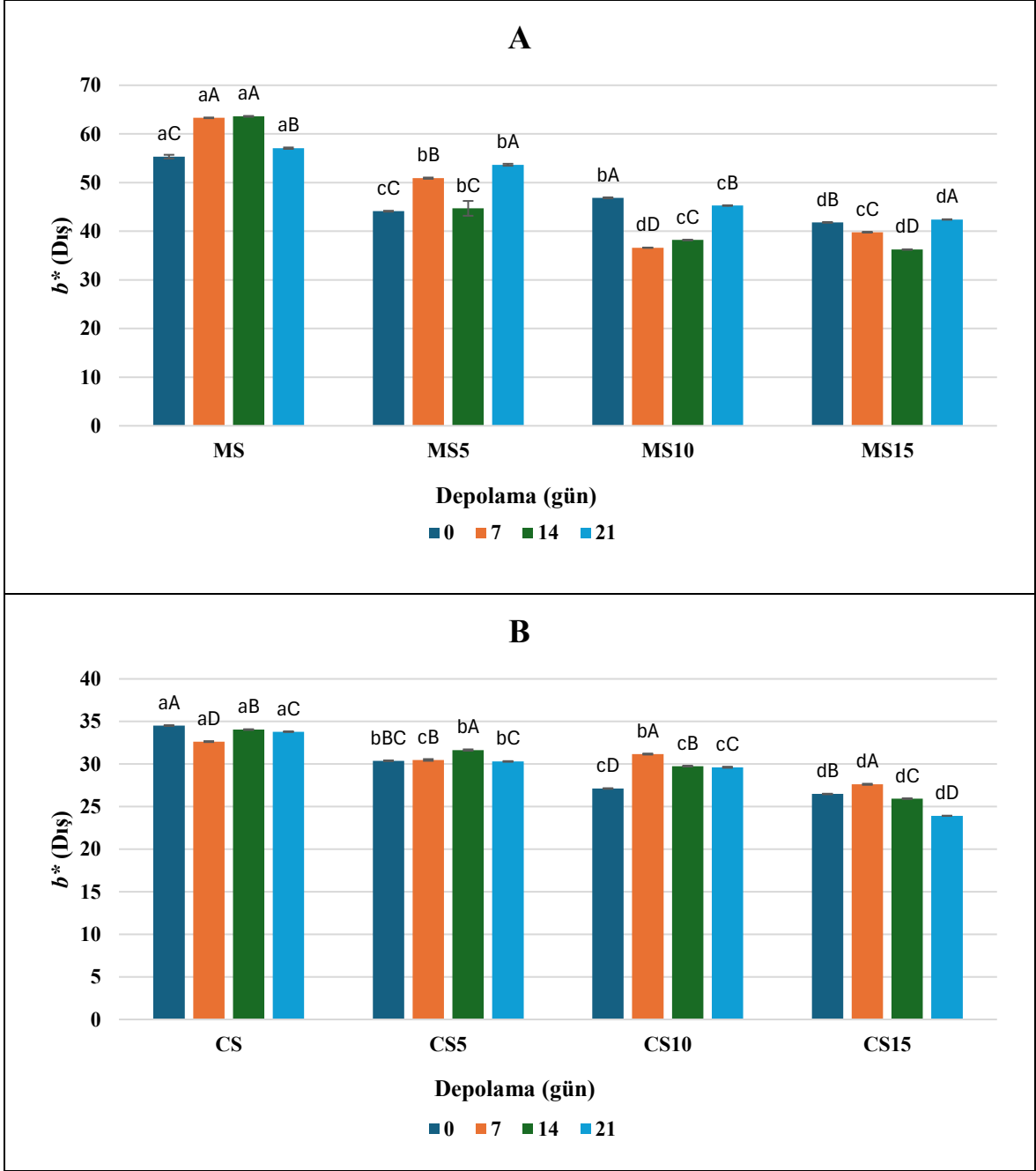
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca dış kısımdaki  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

Kontrol örneğinin (MS) dış kısmında  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 55,33 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 57,07 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak anlamlı olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinin dış kısmında  $b^*$  değeri depolama başlangıcında MS5, MS10 ve MS15 kodlu örnekler için sırası ile 44,11, 46,86 ve 41,81 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $b^*$  değeri sırası ile 53,66, 45,27 ve 42,41 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk olan  $b^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Köten ve Ünsal (2021)'in  $b^*$  kabuk rengindeki değişimler, tezimizde gözlenen  $b^*$  renk değişimleriyle uyumludur.

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) dış renk  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 34,52 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 33,80 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında dış renk  $b^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 30,38, 27,13 ve 26,48 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin dış renk  $b^*$  değerleri sırası ile 30,30, 29,62 ve 23,92 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında dış renk  $b^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yüksel (2019) çalışmasında, kurabiye örneklerinin dış renk  $b^*$  değerlerinde depolama süresince belirgin bir eğilim saptanmamış; artış ve azalışlar gözlemlenmiştir. Kurabiyelerde dış renk  $b^*$  değerinin depolama süresince belirgin bir artış ya da azalış göstermediği, dalgalı bir değişim izlediği Yüksel (2019) çalışmasında ifade edilmiştir. Elde edilen veriler ilgili çalışmayla benzer sonuçlar ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.17:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince dış renk  $b^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

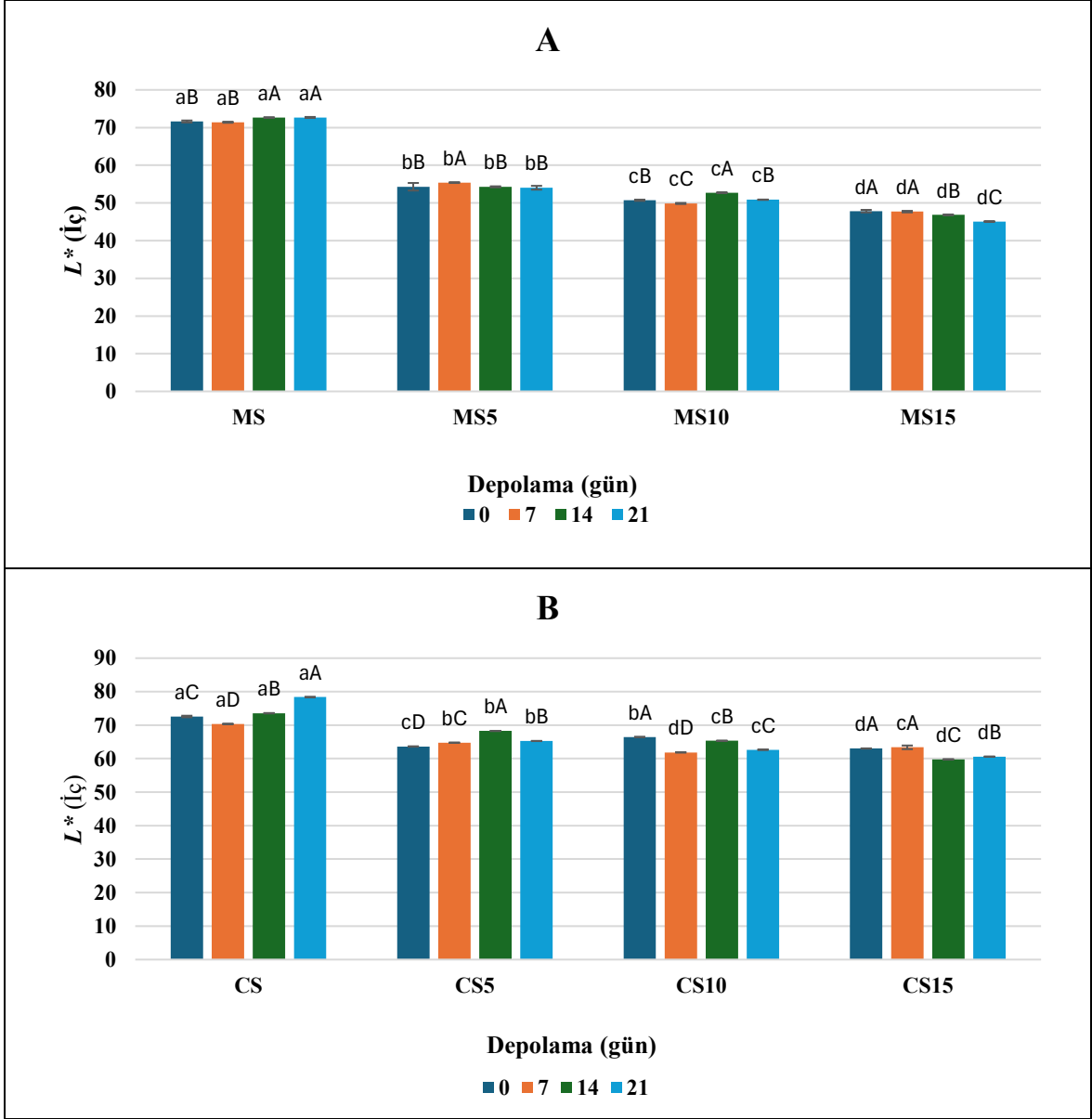
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $L^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

İç kısımda  $L^*$  değeri, depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim ile örnekler yakın değerler göstermiştir. Kontrol örneğinin (MS) iç kısmında  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 71,61 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 72,68'e kadar artış göstermiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $L^*$  değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 54,30, 50,72 ve 47,83 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç kısmında  $L^*$  değeri sırası ile 54,04, 50,86 ve 45,07 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk olan  $L^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Acun vd. (2024)'nin şeker ikamesi olarak kullandıkları bal ve pekmez çeşitlerinin, 1. Gün iç renk  $L^*$  değeri (34,76-47,29), 2.gün iç renk  $L^*$  değeri (32,37-46,6) ve 3. gün iç renk  $L^*$  değeri (34,50-45,98) sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir. İç kısımları, kabuk kısmına kıyasla daha düşük ısıya maruz kaldığından daha yüksek  $L^*$  değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Acun vd., 2024).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) iç renk  $L^*$  değeri depolama başlangıcında 72,58 iken 21 günlük depolama sonunda ise artış sergileyerek 78,38 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $L^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 63,63, 66,45 ve 63,03 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $L^*$  değerleri sırası ile 65,27, 62,66 ve 60,60 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $L^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Kurabiyelerin  $L^*$  değerinde gözlenen azalma, renk tonunun koyulaştığını göstermektedir. Sonuçlar, Kavak ve Akdeniz (2023) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur.



**Şekil 4.18:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $L^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

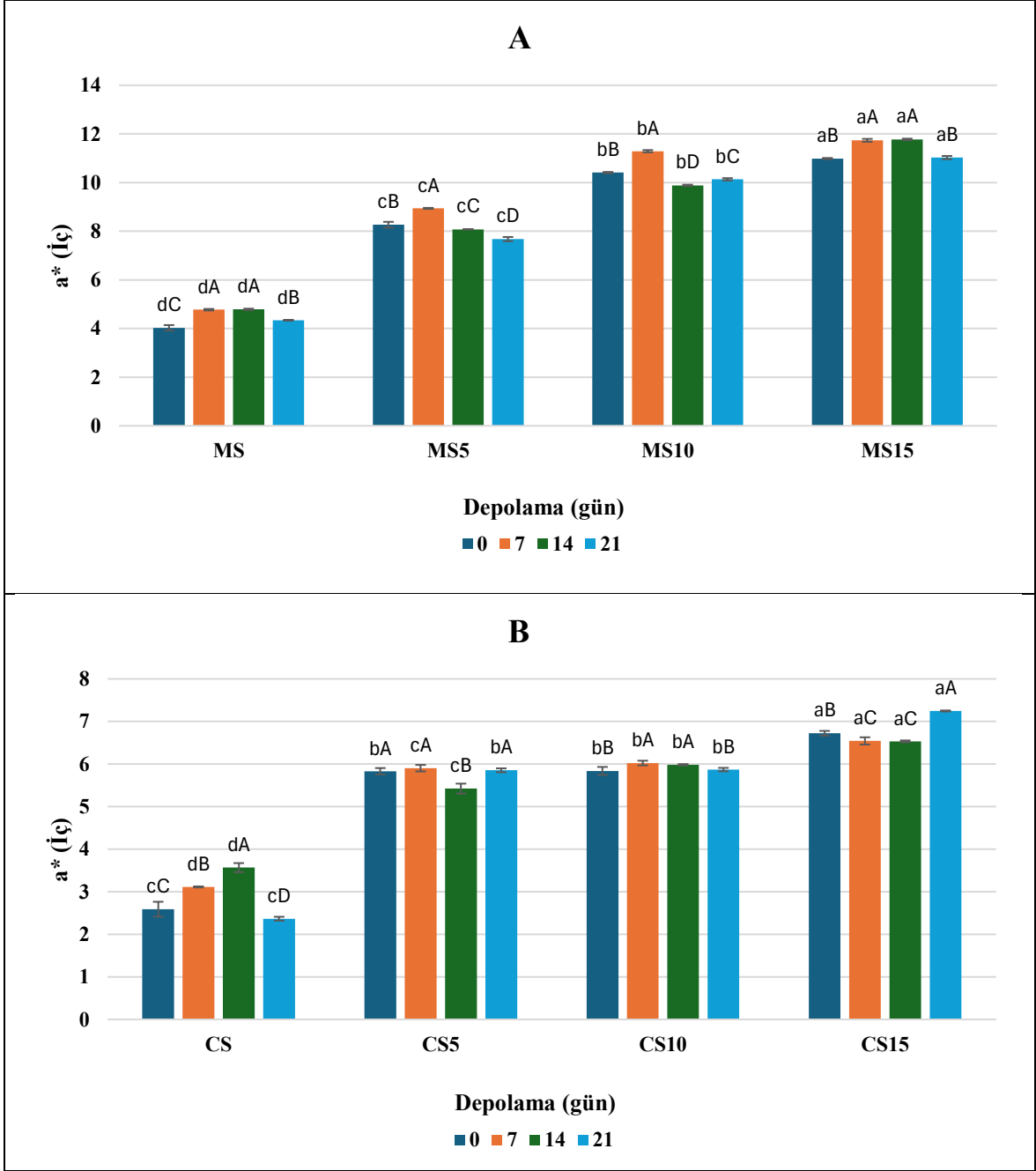
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $a^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

İç kısımda  $a^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MS) iç kısmında  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 4,03 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 4,34 olarak belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $a^*$  değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırasıyla 8,27, 10,41 ve 10,99 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $a^*$  değeri sırası ile 7,68, 10,13 ve 11,03 düzeyinde belirlenmiştir. Acun vd. (2024) iç renk  $a^*$  değerlerini; 1. gün (9,38-9,69), 2. gün (8,93-10,46), 3. gün (9,12-9,84) olarak raporlamışlardır. Fırıncılık ürünlerinde rengi etkileyen en önemli etkenin enzimatik olmayan esmerleşme olduğunu ve çalışmalarında rengi etkilediğini belirtilmiştir (Acun vd., 2024). DKTHT ilaveli keklerde depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk olan  $a^*$  değeri açısından belirlenen değişim, literatürle uyumlu ve istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) iç renk  $a^*$  değeri depolama başlangıcında 2,59 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 2,37 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $a^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 5,83, 5,84 ve 6,72 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $a^*$  değerleri sırasıyla 5,85, 5,87 ve 7,25 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $a^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı seviyelerde kabak (*Cucurbita pepo* L.) unu ilavesi, ekmek içi  $a^*$  değerinde artışa neden olmuştur (Türkoğlu ve Gerçekaslan, 2022).



**Şekil 4.19:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $a^*$  değerlerindeki değişim

**a-d :** Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D :** Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

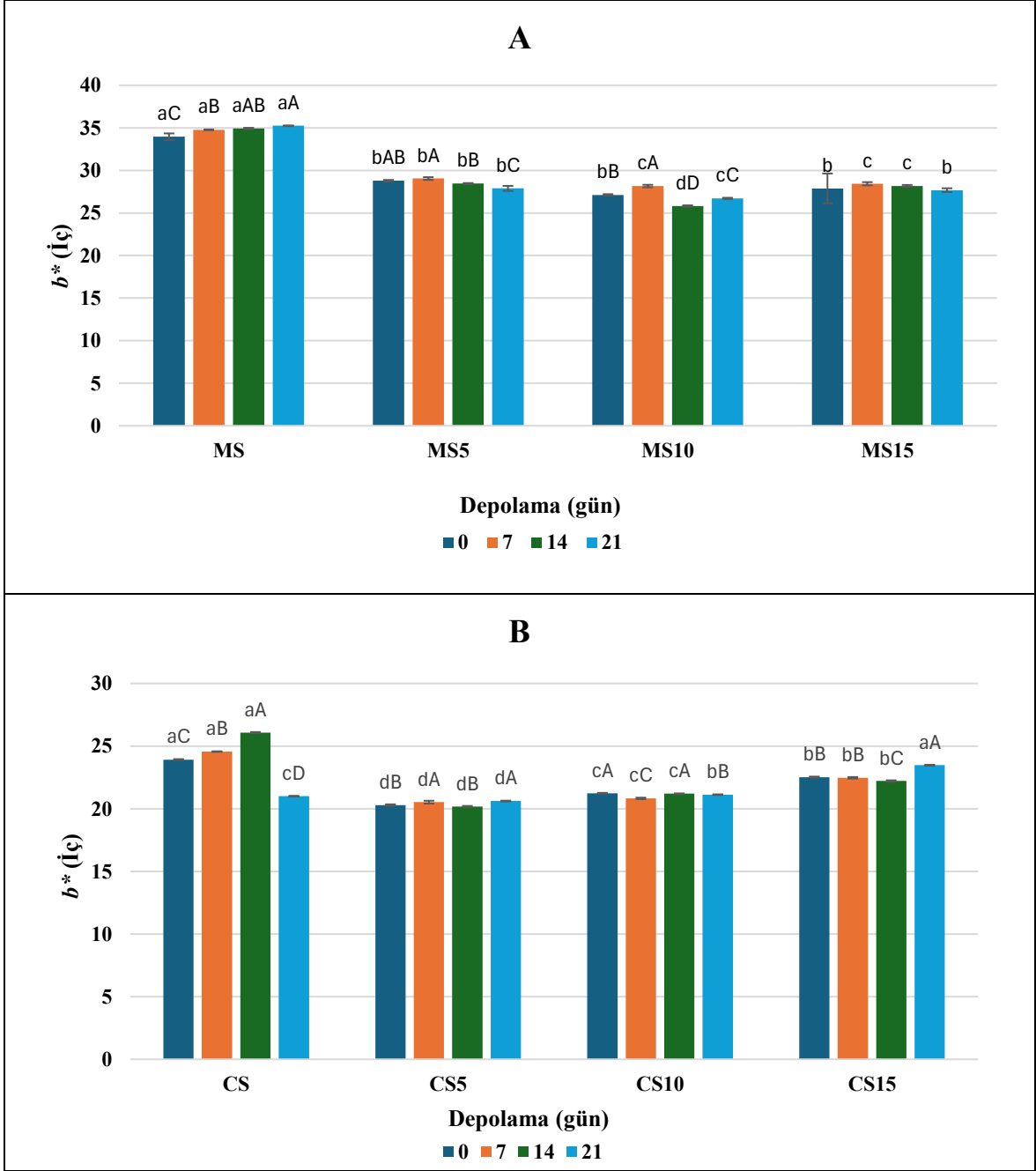
Şeker ikamesi olarak DKTHT kullanılarak üretilen kek ve kurabiye örneklerinin depolama süresi boyunca iç kısımdaki  $b^*$  değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.20'de gösterilmiştir.

İç kısımda  $b^*$  değeri depolama süresince hem kontrol hem de DKTHT ilaveli kek örneklerinde dalgalı bir değişim göstermiştir. Kontrol örneğinin (MS) iç kısmında  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 33,96 iken 21 günlük depolama sonunda ise bu değer 35,24 olarak belirlenmiş ve farklılık istatistiki olarak belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kek örneklerinde depolama başlangıcında iç kısmında  $b^*$  değeri MS5, MS10 ve MS15 kodlu örneklerde sırası ile 28,78, 27,12 ve 27,88 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin  $b^*$  değeri sırası ile 27,89, 26,72 ve 27,68 düzeyinde belirlenmiştir. Acun vd. (2024) kek örneklerinde iç renk  $b^*$  değerlerini; 1. gün (15,49-20,57), 2. gün (14,17-20,10), 3. gün (14,92-19,48) olarak bildirmişlerdir. Depolama başlangıcı ve sonunda  $b^*$  değerlerinde azalma her iki çalışmada da görülmekle birlikte, Acun vd. (2024)'nin çalışmasında  $b^*$  değeri daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Depolama boyunca (MS15 örneği haricinde) kendi aralarında iç renk olan  $b^*$  değeri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Kurabiye örneklerinde kontrol örneğinde (CS) iç renk  $b^*$  değeri depolama başlangıcında 23,92 iken 21 günlük depolama sonunda ise düşüş sergileyerek 21,00 düzeyinde belirlenmiş ve bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

DKTHT ilaveli kurabiye örneklerinde depolama başlangıcında iç renk  $b^*$  değerleri CS5, CS10 ve CS15 kodlu örneklerde sırası ile 20,29, 21,24 ve 22,52 olarak belirlenirken 21 günlük depolama sonunda ise yukarıda bahsi geçen örneklerin iç renk  $b^*$  değerleri sırası ile 20,61, 21,12 ve 23,47 düzeyinde belirlenmiştir. Depolama başlangıcı ve sonu itibari ile örneklerin kendi aralarında iç renk  $b^*$  değerleri açısından belirlenen değişim istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bu sonuçlar, Yüksel (2019) tarafından bildirilen çalışma bulgularını desteklemektedir.



**Şekil 4.20:** Şekerin kısmen dondurarak kurutulmuş Trabzon hurması tozu ile değiştirilmesiyle üretilen keklerin (A) ve kurabiyelerin (B) depolama süresince iç renk  $b^*$  değerlerindeki değişim

**a-d** : Aynı depolama süresi içinde, farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**A-D** : Farklı depolama sürelerinde aynı örneğin farklı harfleri taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dondurarak kurutulan hurmaların tozları belirli oranlarda (%5, 10 ve 15) un ikamesi ve şeker ikamesi olacak şekilde kek ve kurabiye üretimleri yapılmış ve üretilen bu ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerindeki değişimler incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Nem oranı, kontrol örneğine kıyasla un ikamesi olarak Trabzon hurması tozu kullanılarak üretilen kek örneklerinde (%15 oranına kadar) kısmi artışlar görölmüştür. Hurmanın un ikamesi olarak kullanıldığı kurabiye örneklerinde ise kontrol örneğine kıyasla artış belirlenmiştir. Nem oranı, şeker ikamesi olarak Trabzon hurmasının kullanıldığı kek ve kurabiye örneklerinde kontrol örneğine kıyasla artış sergilemiştir. Protein, kül ve yağ oranları Trabzon hurması ilaveli tüm örneklerde dalgalı bir değişim sergilemiş ve kontrol örneğine yakın sayısal değerler sergilemiştir. Kimyasal özelliklerden diyet lif oranı un ikamesi olarak Trabzon hurması tozu kullanılan kek ve kurabiye örneklerinde kontrol örneğine kıyasla artış göstererek sırası ile %0,64-1,01 ve %2,60-2,85 aralığında değişim göstermiştir. Şeker ikamesi olarak hurma tozunun kullanıldığı kek ve kurabiye örneklerinde artış göstermiş ve sırası ile %0.59-1,24 ve %1,92-2,17 aralığında değişim göstermiştir.

Fiziksel özelliklerden ağırlık, çap, yükseklik, hacim indeksi, tekdüzelik indeksi ve simetri indeksi un ve şeker ikamesi olarak Trabzon hurması kullanılan keklerde kontrol örneği ile sayısal açıdan yakın sonuçlar göstermiştir. Kurabiyelerde ise Trabzon hurmasının un ve şeker ikamesi olarak kullanıldığı örneklerde ağırlık, çap ve yükseklik sayısal değer olarak birbirine yakın bulunmuştur. Un ve şeker ikamesi olarak Trabzon hurmasının ilave edildiği keklerin ve kurabiyelerin kabuk ve iç kısmında  $L^*$  değerleri kontrol örneklerine göre daha düşük değerler göstermiş, kontrol grubuna göre daha koyu renkli ürünler elde edilmiştir. İç kısımdaki renk değerlerinden  $a^*$  değeri, un ve şeker ikamesi olarak Trabzon hurma tozu ilave edilen kek ve kurabiyelerde kontrol örneğine kıyasla daha yüksek değerler sergilemiştir.

Un ikamesi olarak Trabzon hurması tozu ile hazırlanan kurabiyelerin sertlik değeri kontrol grubuna göre düşüş sergilemiş, kurabiyelerde ise %5 hurma tozu ilaveli örnek haricinde kontrol grubuna kıyasla düşüş gözlenmiştir. Şeker ikamesi olarak Trabzon hurması tozu ilaveli kurabiye örneklerinde sertlik değeri kontrol örneğine kıyasla düşüş göstermesine

karşın kek örneklerinde ise sertlik değeri hurma tozu ilaveli örneklerde kontrol örneğine kıyasla daha yüksek belirlenmiştir.

Duyusal açıdan un ikamesi olarak Trabzon hurma tozunun kullanıldığı kek ve kurabiye örneklerinde en yüksek skor sırası ile 4,47 ve 4,07 ile %5 oranında ilaveli örnekte belirlenmiş, bunu kontrol grubu izlemiştir. Şeker ikamesi olarak Trabzon hurma tozunun kullanıldığı kek ve kurabiye örneklerinde genel beğeni skoru kontrol örneğine kıyasla daha düşük değerler sergilemiştir.

Depolamada kurabiye ve kek örneklerinin nem, ağırlık ve renk değerleri dalgalı değişim sergilemiştir. Un ikamesi olarak Trabzon hurma tozu ilave edilen keklerde depolama süresince sertlik değerinde artış gözlenmiş, hurma tozu ilave edilen kurabiyelerde ise depolama süresince sertlik değerinde dalgalanma gözlenmiştir. Şeker ikamesi olarak Trabzon hurma tozunun kullanıldığı keklerde depolama süresince sertlik değerinden artış, kurabiyelerde ise dalgalı bir değişim belirlenmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- AACC**, (1995). Determination of soluble, insoluble and total dietary fiber in foods and food products (Method 32-07). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN.
- AACC (American Association of Cereal Chemists)**, (2000). Approved methods of the AACC.
- AACCI**, (2000). Methods (10-05.01./10-91.01) Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. Approved Methods of Analysis, 11th edition. St. Paul, MN: AACCInternational.
- Abdelmeguid, M. H.** (2024). Effect of sugar replacing with various proportions of balady date powder on biscuits quality properties. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 55(4), 61-79.
- Abdallah, D. A., El-Mageed, A., Siliha, H. A., and Rabie, M. A.** (2017). Physicochemical characteristics of persimmon puree and its utilization in cupcake. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 44(6), 2629-2640.
- Acun, S., Gül, H., Ulutürk, Ş., Çevik, H. E. ve Yaver, Y.** (2024). Şeker ikamesi olarak doğal tatlandırıcılar ile glutensiz muffin kek üretimi ve kalite değerlendirmesi. *Aydın Gastronomy*, 8(1), 15-30.
- Akbar, K. and Ayub, M.** (2018). Effect of storage on the quality of wheat and maize based cookies. *Sarhad Journal of Agriculture*, 34(3), 606-615.
- Akbulut, M. and Bilgicli, N.** (2010). Effects of different pekmez (fruit molasses) types used as a natural sugar source on the batter rheology and physical properties of cakes. *Journal of Food Process Engineering*, 33(2), 272-286.
- Akter, M. S., Ahmed, M., and Eun, J. B.** (2010). Effect of blanching and drying temperatures on the physicochemical characteristics, dietary fiber composition and antioxidant-related parameters of dried persimmons peel powder. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(7), 702-712.
- Alçay, A. Ü., Yalçın, S., Bostan, K. ve Dinçel, E.** (2015). Orta Asya'dan Anadolu'ya kurutulmuş gıdalar. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, (37), 83-93.
- Alp, O.** (2022). Kavrulmuş amarant unu ve stevianın kek yapımında kullanımı, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Al-Rawahi, A. S., Rahman, M. S., Guizani, N., and Essa, M. M.** (2013). Chemical composition, water sorption isotherm, and phenolic contents in fresh and dried pomegranate peels. *Drying technology*, 31(3), 257-263.
- Altuntas, E., Cangi, R., and Kaya, C.** (2011). Physical and chemical properties of persimmon fruit. *International Agrophysics*, 25(1).
- Altay, K. E., Koc, G. C., and Dirim, S. N.** (2021). The effect of freeze dried fruit powders on some of the physicochemical properties of the layer cake. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(7), 813-819.
- Amin, A. A. E. N., Abdel Fattah, A. F. A. K., and El-Sharabasy, S. F.** (2019). Quality attributes of cookies fortified with date powder. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 27(5), 2539-2547.
- Anjum, N., Bhat, A., and Hameed, F.** (2021). Effect of drying methods on chemical composition, color and bioactive compounds of persimmon (*Diospyros kaki* L.) pulp. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 22(39-40), 67-76.
- Antoniewska, A., Rutkowska, J., and Pineda, M. M.** (2019). Antioxidative, sensory and volatile profiles of cookies enriched with freeze-dried Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruits. *Food chemistry*, 286, 376-387.
- AOAC Official Method 991.43.** (1995). Total, soluble and insoluble dietary fiber in foods, enzymatic-gravimetric method. *Cereal Foods*, 32, 7-9.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists),** (2000). Official methods of analysis, 19th edn. AOAC, Arlington, Virginia, USA.
- Arslan, S. and Bayrakci, S.** (2016). Physicochemical, functional, and sensory properties of yogurts containing persimmon. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 40(1), 68-74.
- Aung, N. N., Hlaing, S. S., and Mon, W. P.** (2020). Evaluation and characterization of freeze-dried fruit juice powder. *J. Myanmar Acad. Arts Sci.*, 18(1C), 229–239.
- Aydin, A., Paulsen, P., and Smulders, F. J. M.** (2009). The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(5), 445-454.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ayo-Omogie, H. N. and Odekunle, O. Y.** (2015). Substituting wheat flour with banana flour: Effects on the quality attributes of doughnut and cookies. *Applied Tropical Agriculture, 1*, 134-137.
- Baltacıoğlu, H. and Artik, N.** (2013). Study of postharvest changes in the chemical composition of persimmon by HPLC. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37*(5), 568-574.
- Baltacıoğlu, C. ve Uyar, M.** (2017). Kabak (*Cucubita pepo* L.) tozunun kek üretiminde potansiyel kullanımını ve kek kalite parametrelerine etkisi. *Akademik Gıda, 15*(3), 274-280.
- Baltacıoğlu, C., Temzisoy, B., Kanbur, M., Doğan, M. ve İbili, S.** (2020). Hindiba (*Cichorium Intybus* L.) kökü ekstraktı ve trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) tozunun kek üretiminde kullanılması ve kalite parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9*(1), 297-307.
- Barimah, J., Laryea, D., and Okine, U. N. K.** (2015). Date fruit powder as sugar replacer in rock buns. *Nutrition & Food Science, 45*(6), 920-929.
- Bayılmaz, S.** (2022). Yağ ve şeker ikamesi olarak yer bademi (*Cyperus Esculentus* L.) unu kullanımının bisküvi kalitesine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Begum, R., Chowdhury, M. A. F., Hasan, M. R., Rahman, M. F., Rahman, M. H., and Alim, M. A.** (2023). Efficacy of freeze-dried carrot pomace powder in improving the quality of wheat bread. *Food Research, 7*(6), 11-22.
- Bekar, E.** (2017). Üzüm çekirdeği ilavesinin keklerin kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi.
- Bianchini, S., Bovio, F., Negri, S., Bisson, L., Piccinelli, A. L., Rastrelli, L., and Fusi, P.** (2024). Methanolic extract of the nutritional plant (*Diospyros kaki* Thunb.) exhibits anticancer activity by inducing mitochondrial dysfunction in colorectal cancer cells. *Nutrients, 16*(21), 3742.
- Bilgili, N. and Akbulut, M.** (2009). Effects of different pekmez (fruit molasses) types on chemical, nutritional content and storage stability of cake. *Journal of Food Quality, 32*(1), 96-107.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bingöl, G.** (2009). Gıda işlemede kurutma teknolojilerinin temel ilkeleri. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Borah, M. S., Raj, G. B., Tiwari, A., and Dash, K. K.** (2023). Effect of intermittent microwave convective drying on quality characteristics of persimmon fruit. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100816.
- Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., and Imran, M.** (2015). Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI journal*, 14, 542.
- Cakir, E., Ozülkü, G., Bekiroglu, H., Arici, M., and Sagdic, O.** (2024). Technological quality, bioactive features, and glycemic index of gluten-free cakes formulated with lyophilized wild *Prunus spinosa* fruit. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 16(2).
- Celik, A. and Ercisli, S.** (2008). Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit: some physical, chemical and nutritional properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8), 599-606.
- Červenka, L., Frühbauerová, M., and Velichová, H.** (2019). Functional properties of muffin as affected by substituting wheat flour with carob powder.
- Choudhary, R., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, R., Thangalakshmi, S., Dar, A. H., and Shukla, S.** (2023). Exotic god fruit, persimmon (*Diospyros kaki*): Pharmacological importance and human health aspects. *eFood*, 4(1), e52.
- Cunniff, P.** (1997). Official Methods of Analysis of AOAC International (16th edn, 3rd Rev). *Association of Official Analytical Chemists*.
- Çalışkan, M. K.** (2002). Mikrodalga enerjisi ile kurutma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Çelik, C.** (2021). Karpuz kabuğu tozunun glutensiz kekta kullanım potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Del Bubba, M., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., and Galvan, P.** (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(7-8), 668-677.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- De Jesus, M. S., Araujo, H. C. S., Denadai, M., Sandes, R. D. D., Nogueira, J. P., Leite Neta, M. T. S., and Narain, N.** (2023). Effect of different drying methods on the phenolic and volatile compounds of persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(3), 2576-2594.
- Demir, M. K.** (2014). Effect of the replacement of sugar with spray dried grape pekmez (pekmez powder) on some properties of cookies. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6(2), 229-235.
- Kavak, D. D. ve Akdeniz, B.** (2023). Ayva Kabuğunun Diyet Lifi İle Zenginleştirilmiş Kurabiye Üretiminde Kullanılması. *Afyon Kocatepe University Journal of Science & Engineering/Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6).
- Deepak, B. and Iqbal, Z.** (2015). Lyophilization–Process and Optimization for Pharmaceuticals. *Ijdra*, 3(1), 30-40.
- Desai, B. B. and Salunkhe, D. K.** (1991). Fruits and vegetables. In *Foods of Plant Origin: Production, Technology, and Human Nutrition* (pp. 301-412). Boston, MA: Springer US.
- Dipti, S., Kumari, A., Kaur, N., Tripathi, A. D., and Agarwal, A.** (2023). Development of cake by using persimmon fruit (*Diospyros kaki*) as a fat replacer and its chemical and structural profile analysis. *LWT*, 178, 114601.
- Direito, R., Rocha, J., Sepodes, B., and Eduardo-Figueira, M.** (2021). From *Diospyros kaki* L.(persimmon) phytochemical profile and health impact to new product perspectives and waste valorization. *Nutrients*, 13(9), 3283.
- Dizlek, H., ve Altan, A.** (2013). Pişirme öncesinde hamurun kısa süre bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 38(1), 31-38.
- Dizlek, H. and Ozer, M. S.** (2018). The effects of various ratios of sunflower oil and surfactant on household type cake quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1), 173-181.
- Duan, X., Yang, X., Ren, G., Pang, Y., Liu, L., and Liu, Y.** (2016). Technical aspects in freeze-drying of foods. *Drying Technology*, 34(11), 1271-1285.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- El Makhzangy, A., Hamad, D., and El-Shawaf, A.** (2023). Chemical and bioactive composition in persimmon (*diospyros kaki*) fruits. *Mathews Journal of Nutrition & Dietetics*, 6(2), 1-7.
- Er, V. N.** (2024). Ultrason teknolojisinin ekşi hamurdan üretilen kekin kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erbay, B. ve Küçüköner, E.** (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri. *Türkiye*, 10, 21-23.
- Erdoğan, S.** (2023). Portakal ve nar kabuğu atıklarının bisküvi ve kek üretiminde kullanım olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- FAOSTAT**, “Crops and livestock products”,<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (2025) (Son erişim tarihi: 30.05.2025).
- Fissore, D. and Velardi, S.** (2012). Freeze drying: Basic concepts and general calculation procedures (pp. 47-68). Taylor & Francis Group: Boca Raton.
- Gaidhani, K. A., Harwalkar, M., Bhambere, D., and Nirgude, P. S.** (2015). Lyophilization/freeze drying—a review. *World J. Pharm. Res*, 4(8), 516-543.
- Giordani, E., Doumet, S., Nin, S., and Del Bubba, M.** (2011). Selected primary and secondary metabolites in fresh persimmon (*Diospyros kaki Thunb.*): A review of analytical methods and current knowledge of fruit composition and health benefits. *Food research international*, 44(7), 1752-1767.
- Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., and Rosell, C. M.** (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- Gómez, M., Ruiz-París, E. L., Oliete, B., and Pando, V.** (2010). Modeling of texture evolution of cakes during storage. *Journal of Texture Studies*, 41(1), 17-33.
- González, C. M., Llorca, E., Quiles, A., Hernando, I., and Moraga, G.** (2020). Water sorption and glass transition in freeze-dried persimmon slices. Effect on physical properties and bioactive compounds. *Lwt*, 130, 109633.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Goranova, Z., Baeva, M., Stankov, S., and Zsivanovits, G.** (2015). Sensory characteristics and textural changes during storage of sponge cake with functional ingredients. *Journal of Food Physics*, 28, 29.
- Gorinstein, S., Kulasek, G. W., Bartnikowska, E., Leontowicz, M., Zemser, M., Morawiec, M., and Trakhtenberg, S.** (1998). The influence of persimmon peel and persimmon pulp on the lipid metabolism and antioxidant activity of rats fed cholesterol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 9(4), 223-227.
- Gorinstein, S., Zemser, M., Haruenkit, R., Chuthakorn, R., Grauer, F., Martin-Belloso, O., and Trakhtenberg, S.** (1999). Comparative content of total polyphenols and dietary fiber in tropical fruits and persimmon. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 10(6), 367-371.
- Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., and Màrtín-Belloso, O.** (2001). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(2), 952-957.
- Gözükara, İ. Ö.** (2013). Balkabağı tozunun fizikokimyasal ve sorpsiyon özellikleri üzerine kurutma metotlarının etkisi ve balkabağı tozunun kek üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Günaydın, S., Sağlam, C. ve Çetin, N.** (2022). Tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan kurutma yöntemleri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5(1), 30-45.
- Gürel, A. E., Ceylan, İ. ve Aktaş, M.** (2016). Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 4(4), 267-273.
- Gürel, A. E., Ceylan, İ. ve Uz, D.** (2017). Gıda Kurutulmasında Akışkan Yataklı Kurutma Sistemlerinin Kullanımı: Bir İnceleme. *1St International Conference On Energy Systems Engineering*, 83-90.
- Hasan, M. U., Malik, A. U., Ali, S., Imtiaz, A., Munir, A., Amjad, W., and Anwar, R.** (2019). Modern drying techniques in fruits and vegetables to overcome postharvest losses: A review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), e14280.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ho, L. H., and Abdul Latif, N. W. B.** (2016). Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1136369.
- Hosseininejad, S., Larrea, V., Moraga, G., and Hernando, I.** (2022). Evaluation of the bioactive compounds, and physicochemical and sensory properties of gluten-free muffins enriched with persimmon ‘Rojo brillante’ flour. *Foods*, 11(21), 3357.
- Hribal, J., Zavrtnik, M., Simčić, M., and Vidrih, R.** (2000). Changes during storing and astringency removal of persimmon fruit *Diospyros kaki* L. *Acta Alimentaria*, 29(2), 123-136.
- Ikuomola, D. S., Otutu, O. L., and Oluniran, D. D.** (2017). Quality assessment of cookies produced from wheat flour and malted barley (*Hordeum vulgare*) bran blends. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1), 1293471.
- Jia, X., Luo, X., Nakako, K., and Takahisa, N.** (2024). Effects of moisture content and storage method on the physical properties of dried persimmon during frozen storage. *Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti*, 36(3).
- Jia, Y., Khalifa, I., Hu, L., Zhu, W., Li, J., Li, K., and Li, C.** (2019). Influence of three different drying techniques on persimmon chips’ characteristics: A comparison study among hot-air, combined hot-air-microwave, and vacuum-freeze drying techniques. *Food and Bioproducts Processing*, 118, 67-76.
- Kaya, C., Yücel, E. E., Bayram, M., Meşe, C., Aybakan, E., Gökgöz, G. ve Sözer, T. T.** (2016). Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) bazlı karışık meyveli geleneksel marmelat üretimi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 107-112.
- Kayacan, S., Karasu, S., Akman, P. K., Goktas, H., Doymaz, I., and Sagdic, O.** (2020). Effect of different drying methods on total bioactive compounds, phenolic profile, in vitro bioaccessibility of phenolic and HMF formation of persimmon. *Lwt*, 118, 108830.
- Karaman, S., Toker, O. S., Cam, M., Hayta, M., Dogan, M., and Kayacier, A.** (2014). Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods. *Drying Technology*, 32(3), 258-267.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karatas, F., Mukhtar, Z. G., İbrahim, M. S., and İbrahim, Y. I.** (2019). Amounts of vitamin A, vitamin E, vitamin C,  $\beta$ -carotene, lycopene, ghrelin, glutathione, and MDA in fruits of *Diospyros kaki* L. *Gıda*, 44(4), 585-592.
- Karagül, M. S. ve Altuntaş, B.** (2018). Liyofilizasyon: Genel proses değerlendirmesi. *Etilik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 29(1), 62-69.
- Kaur, N., Kumari, A., Agarwal, A., Sabharwal, M., and Dipti, S.** (2022). Utilisation of *Diospyros kaki* L.(persimmon) as a functional ingredient to produce functional foods: A review. *Nutrition & Food Science*, 52(7), 1083-1099.
- Khan, D., Khan, A. R., Bibi, S., Ali, S., and Khalil, I. A.** (2007). Storage stability of persimmon fruits (*Diospyros kaki*) stored in different packaging materials. *J. Agric. & Biol. Sci*, 2(2), 20-23.
- Kitinoja, L. and Kader, A. A.** (2015). Measuring postharvest losses of fresh fruits and vegetables in developing countries. *PEF white paper*, 15, 26.
- Kılıç, F.** (2022). Köpük ve konvektif kurutma yöntemleri ile elde edilen balkabağı (*Cucurbita Moschata*) tozlarının bisküvi ve kek üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi , Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Kohajdová, Z., Karovicova, J., Jurasová, M., and Kukurová, K.** (2011). Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. *Acta Chimica Slovaca*, 4(2), 88-97.
- Koyuncu, B.** (2019). Bisküvi ve kek üretiminde farklı prosesler ile kurutulmuş hünnap meyvelerinin kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Köten, M. ve Ünsal, A. S.** (2021). Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 172-184.
- Köten, M.** (2024). Karpuz çekirdeği unu ikameli besleyici bisküvi üretimi. *Gıda*, 49(2), 284-298.
- Lavoine, N. and Bergström, L.** (2017). Nanocellulose-based foams and aerogels: processing, properties, and applications. *Journal of Materials Chemistry*, 5, 16105-16117.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lee, H. S., Kim, E. N., Kim, G. R., and Jeong, G. S.** (2021). Persimmon leaf extract protects mice from atopic dermatitis by inhibiting T cell activation via regulation of the JNK pathway. *Phytotherapy Research*, 35(5), 2545-2556.
- Liapis, A. I., Pim, M. L., and Bruttini, R.** (1996). Research and development needs and opportunities in freeze drying. *Drying technology*, 14(6), 1265-1300.
- Liapis, A. I. and Bruttini, R.** (2020). Freeze drying. *Handbook of industrial drying*, 309–343.
- Liu, Y., Zhang, Z., and Hu, L.** (2022). High efficient freeze-drying technology in food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(12), 3370-3388.
- López-Quiroga, E., Alonso, A. A., and Antelo, L. T.** (2010). A novel approach for optimal operation of freeze-drying processes based on time-scale model decomposition.
- Mai, T. H. A., Tran, T. T. T., and Le, V. V. M.** (2022). Use of pitaya peel powder for partial replacement of wheat flour in cookie making: Effects of particle size of pitaya peel powder on the product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(1), e16214.
- Mala, S. K., Aathira, P., Anjali, E. K., Srinivasulu, K., and Sulochanamma, G.** (2018). Effect of pumpkin powder incorporation on the physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of wheat flour muffins. *International Food Research Journal*, 25(3), 1081-1087.
- Matheus, J. R. V., Andrade, C. J. D., Miyahira, R. F., and Fai, A. E. C.** (2022). Persimmon (*Diospyros kaki* L.): Chemical properties, bioactive compounds and potential use in the development of new products—A review. *Food Reviews International*, 38(4), 384-401.
- Mothibe, K. J., Zhang, M., Nsor-atindana, J., and Wang, Y. C.** (2011). Use of ultrasound pretreatment in drying of fruits: Drying rates, quality attributes, and shelf life extension. *Drying Technology*, 29(14), 1611-1621.
- Murathan, Z. T.** (2023). Comparison of the bioactive and nutrient profiles of persimmon fruits grown under different ecological conditions. *Erwerbs-Obstbau*, 65(3), 539-546.
- Nehir El, S. and Simsek, S.** (2012). Food technological applications for optimal nutrition: an overview of opportunities for the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(1), 2-12.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nuankaew, W., Lee, H. K., Nam, Y. H., Shim, J. H., Kim, N. W., Shin, S. W., and Kang, T. H.** (2022). The effects of persimmon (*Diospyros kaki* Lf) oligosaccharides on features of the metabolic syndrome in zebrafish. *Nutrients*, 14(16), 3249.
- Nuwongsri, S.** (2021). Effect of chilling and freezing storage of cookie dough on dry roasted pork cookie quality. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*, 14(2), 12-19.
- Nowak, D. and Jakubczyk, E.** (2020). The freeze-drying of foods—The characteristic of the process course and the effect of its parameters on the physical properties of food materials. *Foods*, 9(10), 1488.
- Olcay, N.** (2019). Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Onur, S.** (1990). Trabzon hurması. Derim, Narenciye Araştırma Enstitüsü (özel sayı). 7(1):4-46.
- Osama, K., Siddiqui, M. H., Makroo, H. A., and Younis, K.** (2023). Development of cookies enriched with fiber and calcium-rich *Neolamarckia cadamba* fruit powder. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(1), 765-772.
- Özbucak, T., Dağ, S. ve Gürkan, G.** (2022). Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) meyve kabuklarının biyoaktif potansiyelinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(2), 135-147.
- Özcan, M.** (2005), Trabzon Hurması Yetiştiriciliği. Hasad Yayınları. ISBN 9758377-42-6.
- Özcan, M.** (2020). Subtropik Meyveler Ders Notları. O.M.Ü Ziraat Fakültesi, Samsun, 147 s.
- Özgören, E. ve Yapar, A.** (2022). Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) unu ile zenginleştirilen muffin keklerin bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri. *Akademik Gıda*, 20(3), 244-252.
- Pedersen, E. R. and Ivankovic, D. B.** (2024). Cytotoxic Effects of Korean *Diospyros kaki* (Persimmon) Leaf Extract on HTB-26 and BT-483 Human Breast Cancer Cells.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pérez-Piñero, S., Muñoz-Carrillo, J. C., Echepare-Taberna, J., Herrera-Fernández, C., Muñoz-Cámara, M., Ávila-Gandía, V., and López-Román, F. J.** (2024). Efficacy of a dietary supplement extracted from persimmon (*diospyros kaki* lf) in overweight healthy adults: a randomized, double-blind, controlled clinical trial. *Foods*, 13(24), 4072.
- Petronilho, S., Coimbra, M. A., and Passos, C. P.** (2023). Quality characteristics of raspberry fruits from dormancy plants and their feasibility as food ingredients. *Foods*, 12(24), 4443.
- Pikal, M. J., Shah, S., Senior, D., and Lang, J. E.** (1983). Physical chemistry of freeze-drying: measurement of sublimation rates for frozen aqueous solutions by a microbalance technique. *Journal of pharmaceutical sciences*, 72(6), 635-650.
- Polat, Y.** (2007). Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Prabhasankar, P. and Haridas Rao, P.** (2001). Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour. *European Food Research and Technology*, 213, 465-469.
- Pržić, D. S., Ružić, N. L., and Petrović, S. D.** (2004). Lyophilization: The process and industrial use. *Hemijska industrija*, 58(12), 552-562.
- Ragaee, S., Guzar, I., Dhull, N., and Seetharaman, K.** (2011). Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2147-2153.
- Rambhatla, S., Obert, J. P., Luthra, S., Bhugra, C., and Pikal, M. J.** (2005). Cake shrinkage during freeze drying: a combined experimental and theoretical study. *Pharmaceutical Development and Technology*, 10(1), 33-40.
- Ratti, C.** (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of food engineering*, 49(4), 311-319.
- Ratti, C.** (2008). Freeze and vacuum drying of foods. *Drying technologies in food processing*, 225-251.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Radojčin, M., Pavkov, I., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Wiktor, A., Stamenković, Z., and Gere, A.** (2021). Effect of selected drying methods and emerging drying intensification technologies on the quality of dried fruit: A review. *Processes*, 9(1), 132.
- Roppolo, P., Buzzanca, C., D'Amico, A., Culmone, A., Tinebra, I., Passafiume, R., and Di Stefano, V.** (2024). Improvement of antioxidant activity and sensory properties of functional cookies by fortification with ultrasound-assisted hot-air-drying blackberry powders. *Foods*, 13(15), 2402.
- Sadıkoğlu, H. ve Özdemir, M.** (2003). Dondurarak kurutma teknolojisi ve evreleri. *Gıda*, 28(6).
- Saeed, A.R., Kheir Tahle, M.A., and Tlay, R.H.** (2023). Effect of drying agents on quality parameters of lyophilized persimmon purée powder. *Foods and Raw Materials*.
- Saeed, W. T. and Mohamed, Z.** (2017). Physicochemical and sensory characteristics of cookies amended with kiwi fruit powder. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 95(4), 1681-1694.
- Sagar, V. R. and Suresh Kumar, P.** (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of food science and technology*, 47, 15-26.
- Saldamlı, İ. ve Saldamlı, E.** (2004). Gıda Endüstrisi Makineleri, Savaş Yayınevi, Ankara, (354-380).
- Salehi, F. and Aghajanzadeh, S.** (2020). Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 162-172.
- Santos, D., da Silva, J. A. L., and Pintado, M.** (2022). Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. *Lwt*, 154, 112707.
- Senadeera, W., Adiletta, G., Onal, B., Di Matteo, M., and Russo, P.** (2020). Influence of different hot air drying temperatures on drying kinetics, shrinkage, and colour of persimmon slices. *Foods*, 9(1), 101.
- Senica, M., Veberic, R., Grabnar, J. J., Stampar, F., and Jakopic, J.** (2016). Selected chemical compounds in firm and mellow persimmon fruit before and after the drying process. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9), 3140-3147.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shin, E. J., Kim, J. M., Kang, J. Y., Park, S. K., Han, H. J., Kim, H. J., and Heo, H. J.** (2021). Ameliorative effect of persimmon (*Diospyros kaki*) in cognitively impaired diabetic mice. *Journal of Food Biochemistry*, 45(1), e13581.
- Slavin, J. L. and Lloyd, B.** (2012). Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506-516.
- Sobral, P. J. D. A., Telis, V. R. N., Habitante, A. M. Q. B., and Sereno, A.** (2001). Phase diagram for freeze-dried persimmon. *Thermochimica Acta*, 376(1), 83-89.
- Sugiura, A.** (1997). Proceedings of the First International Persimmon Symposium. Keynotes address. *Acta Hort.* 436: 15-19.
- Suzuki, T., Someya, S., Hu, F., and Tanokura, M.** (2005). Comparative study of catechin compositions in five Japanese persimmons (*Diospyros kaki*). *Food Chemistry*, 93(1), 149-152.
- Suwanchote, C., Weerakul, J., Sirisathitkul, C., and Nisoa, M.** (2012). Color and hardness of durian chips irradiated by controlled low power microwave. *Food science and biotechnology*, 21, 1767-1770.
- Sych, J., Castaigne, F., and Lacroix, C.** (1987). Effects of initial moisture content and storage relative humidity on textural changes of layer cakes during storage. *Journal of Food Science*, 52(6), 1604-1610.
- Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Demir, B. ve Özdemir, F.** (2016). Ekmeklik buğday, buğday unu ve kepek protein oranlarının karşılaştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(1), 22-27.
- Şeker, İ.T.** (2005). Kayısı ve elma besinsel liflerinin düşük yağ ve yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Şırmamaz, E. N. ve Gerçekaslan, K. E.** (2022). *Glutensiz kek üretiminde çerezlik kabak (Cucurbita pepo L.) unu kullanım imkânının araştırılması* (Master's thesis, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi).
- Tang, X. and Pikal, M. J.** (2004). Design of freeze-drying processes for pharmaceuticals: practical advice. *Pharmaceutical research*, 21, 191-200.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tardugno, R., Gervasi, T., Nava, V., Cammilleri, G., Ferrantelli, V., and Cicero, N.** (2022). Nutritional and mineral composition of persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) from Central and Southern Italy. *Natural Product Research*, 36(20), 5168-5173.
- Tartılmış Türkoğlu, M. ve Gerçekaslan, K. E.** (2022). Buğday ununa çerezlik kabak (*Cucurbita pepo* L.) unu ilavesinin hamurun ve ekmeğin teknolojik özellikleri üzerine etkisi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir.
- Topkaya, C.** (2017). Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tosya, F., Bölek, S., Göksu, F., Göktaş, M. A., Özlü, Z., Şen, A. ve Tangu, N. A.** (2024). Farklı kurutma tekniklerinin dört farklı trabzon hurması çeşidinin kalite parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11(1), 19-25.
- Tülek, Y. ve Demiray, E.** (2014). Sıcak hava kurutma yönteminde farklı sıcaklık ve ön işlemlerin Trabzon hurmasının renk ve kuruma karakteristiklerine etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(1), 27-37.
- Tuna, H. E.** (2015). Gıda atığı olan vişne, nar, kabak ve kayısı çekirdeklerinin kek üretiminde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- TÜİK,** “Bitkisel Üretim İstatistikleri”, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, (2025), (Erişim tarihi: 25.04.2025).
- Türkoğlu, S., Kepekçi, R. A. ve Keskinan, O.** (2023). *Diospyros kaki* L. Kabukları sulu ekstraktı kullanılarak çinko oksit nanopartiküllerinin yeşil sentezi ve karakterizasyonu. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 38(3), 603-611.
- USDA,** (2019). <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/169941/nutrients>.
- Varastegani, B., Zzaman, W., and Yang, T. A.** (2015). Investigation on physicochemical and sensory evaluation of cookies substituted with papaya pulp flour. *Journal of Food Quality*, 38(3), 175-183.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., and Schmitzer, V.** (2010). Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 119(2), 477-483.
- Vidinamo, F., Fawzia, S., and Karim, M. A.** (2021). Effect of drying methods and storage with agro-ecological conditions on phytochemicals and antioxidant activity of fruits: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 353-361.
- Vieites, R. L.** (2012). Persimmon tree. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34.
- Yao, J., Chen, W., and Fan, K.** (2023). Novel efficient physical technologies for enhancing freeze drying of fruits and vegetables: A review. *Foods*, 12(23), 4321.
- Yatkin, Ö. ve Yilmazer, M. S.** (2022). Dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen yumurta tozunun pandispanya yapımında kullanımı. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 10(4), 3229-3244.
- Yaqub, S., Farooq, U., Shafi, A., Akram, K., Murtaza, M. A., Kausar, T., and Siddique, F.** (2016). Chemistry and functionality of bioactive compounds present in persimmon. *Journal of Chemistry*, 2016(1), 3424025.
- Yeşilkanat, N.** (2019). Trabzon hurması (*Diospyros kaki*) tozunun glutensiz kek üretiminde şeker ikamesi olarak kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yesilkanat, N. and Savlak, N.** (2021). Utilization of persimmon powder in gluten-free cakes and determination of their physical, chemical, functional and sensory properties. *Food Science and Technology*, 41(suppl 2), 637-645.
- Yeşilkanat, N., Taskin, B., ve Savlak, N.** (2024). Fuyu (*Diospyros kaki* L.) çeşidi Trabzon hurmasının glutensiz kek üretiminde şeker ikamesi olarak kullanımı. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 155-161.
- Yeşiloğlu, T., Kacar, Y. A., Yılmaz, B., İncesu, M., ve Çimen, B.** (2017). Bazı yerli ve yabancı Trabzon Hurması (*Diospyros kaki* L.) çeşit ve tiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(12), 1580-1589.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yesiloglu, T., Cimen, B., Incesu, M., and Yilmaz, B.** (2018). Genetic diversity and breeding of persimmon. *Breeding and health benefits of fruit and nut crops. IntechOpen*, 21-46.
- Yildiz, E., Yilmaz, A., Gurbuz, O., and Alibas, I.** (2024). Effect of drying methods and pre-treatments on bioactive potential of persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(3), 2014-2029.
- Yıldız Akbulut, E.** (2021). Farklı koşullarda kurutulan Trabzon hurması (*diospyros kaki*) ve kivi (*actinidia deliciosa*)'nin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametrelerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldız, E., Kaplankıran, M. ve Toplu, C.** (2012). Genetik kaynaklarımızda yer alan bir meyve türü: Yeşil hurma (*Diospyros oleifera* Cheng). *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41.
- Yıldız, E.** (2011). Farklı Trabzon hurması çeşitlerinde meyve verim ve kalitesi ile bitki besin maddeleri, karbonhidratlar bileşimindeki bazı maddelerin ve meyve mevsimsel değişimleri, Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Yılmaz, M.** (2017). Buğday/çavdar/bamya kompozit ununun ekmeğin bazı kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yoon, S. A., Ham, Y. M., Han, S. C., Hyun, H. B., Go, B., Jung, Y. H., and Yoon, W. J.** (2023). Immature persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) ethanol extract ameliorates high-fat diet-induced obesity by modulating lipid metabolism. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(3), 263.
- Yosefiyan, M., Mahdian, E., Kordjazi, A., and Hesarinejad, M. A.** (2024). Freeze-dried persimmon peel: A potential ingredient for functional ice cream. *Heliyon*, 10(3).
- Yönel, S., Uylaşer, V. ve Yonak, S.** (2008). Trabzon hurmasının bileşimi ve besleyici değeri. *Türkiye*, 10, 339-342.
- Yüksel, G. N.** (2019). Şeker otu (*Stevia rebaudiana*) ve ürünlerinin kek ve kurabiyede şeker yerine kullanılabilirliğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

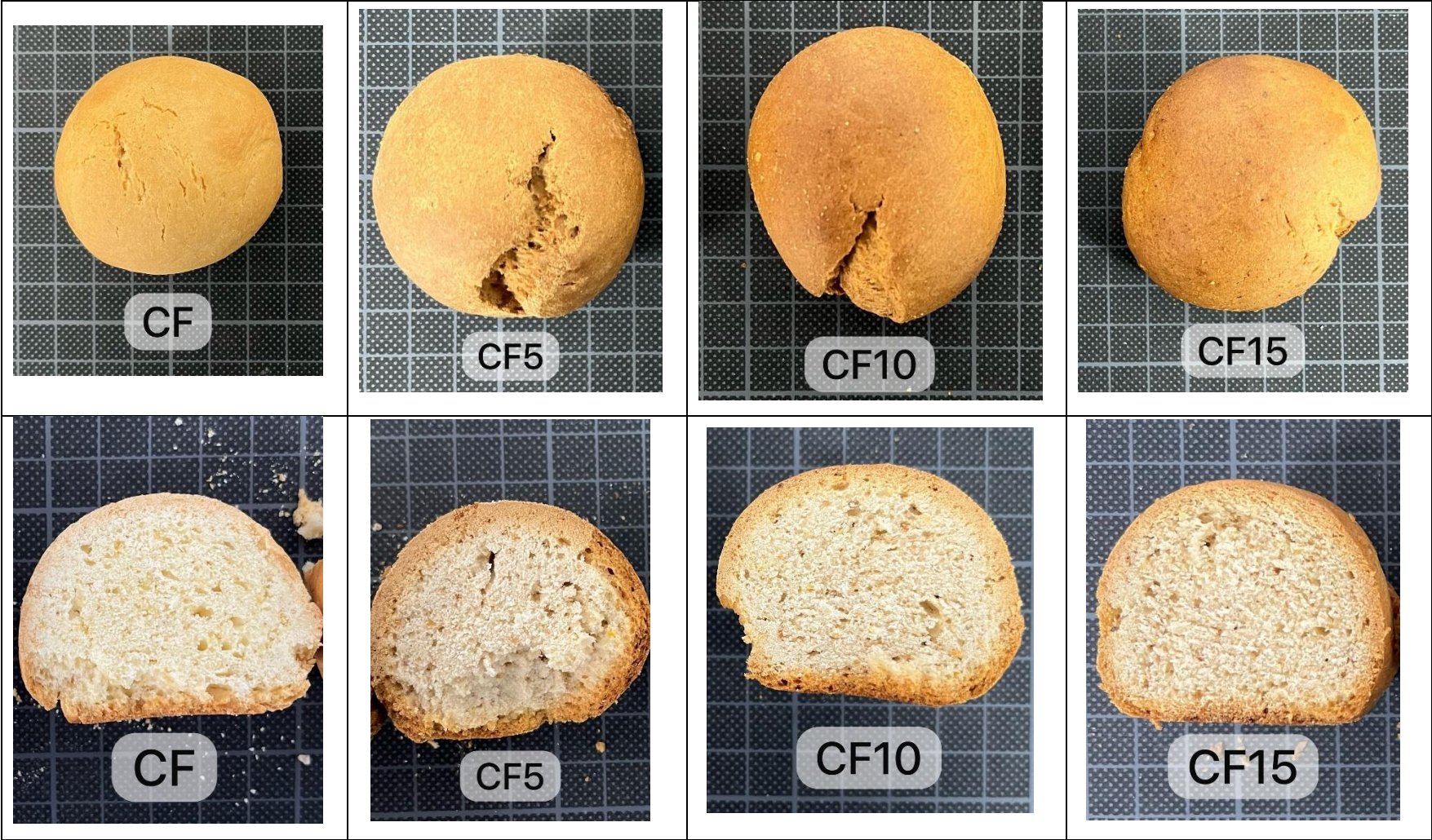
- Xie, C., Xie, Z., Xu, X., and Yang, D.** (2015). Persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves: a review on traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties. *Journal of ethnopharmacology*, 163, 229-240.
- Xu, B., Tiliwa, E. S., Yan, W., Azam, S. R., Wei, B., Zhou, C., and Bhandari, B.** (2022). Recent development in high quality drying of fruits and vegetables assisted by ultrasound: A review. *Food Research International*, 152, 110744.
- Zarroug, Y., Sriti, J., Sfayhi, D., Slimi, B., Allouch, W., Zayani, K., and Kharrat, M.** (2021). Effect of addition of Tunisian Zizyphus lotus L. fruits on nutritional and sensory qualities of cookies. *Italian Journal of Food Science*, 33(4), 84.
- Zhang, K., Zhang, Y., Zhang, M., Gu, L., Liu, Z., Jia, J., and Chen, X.** (2016). Effects of phospholipid complexes of total flavonoids from Persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves on experimental atherosclerosis rats. *Journal of ethnopharmacology*, 191, 245-253.
- Zhang, M., Chen, H., Mujumdar, A. S., Tang, J., Miao, S., and Wang, Y.** (2017). Recent developments in high-quality drying of vegetables, fruits, and aquatic products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(6), 1239-1255.
- Zhao, C. C., Ameer, K., and Eun, J. B.** (2021). Effects of various drying conditions and methods on drying kinetics and retention of bioactive compounds in sliced persimmon. *Lwt*, 143, 111149.
- Zhou, C., Zhao, D., Sheng, Y., Tao, J., and Yang, Y.** (2011). Carotenoids in fruits of different persimmon cultivars. *Molecules*, 16(1), 624-636.

## 7. EKLER

### EK-1



EK-1 (Devam)



EK-2



EK-2 (Devam)



## 8. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : İrem TULUAY  
Doğum tarihi ve yeri : 09/03/2000- KOCAELİ  
e-posta : irem\_tuluay@hotmail.com

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2018-2022
Lise	Körfez Atatürk Anadolu Lisesi / Kocaeli	2014-2018