

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KÜKÜRTLENMEMİŞ GÜN KURUSU KAYISILARIN FARKLI  
SICAKLIKLARDA DEPOLANMASI SÜRESİNCE MİKROBİYOLOJİK VE  
KİMYASAL KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLER**

**Nihal GÜZEL**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2015**

**Her hakkı saklıdır**

“Güzellerin en güzeli biricik kızım Defnem’e...”

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

29/06/2015

Nihal GÜZEL

## ÖZET

Doktora Tezi

### KÜKÜRTLENMEMİŞ GÜN KURUSU KAYISILARIN FARKLI SICAKLIKLARDA DEPOLANMALARI SONUCUNDA MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Nihal GÜZEL

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Kükürt içermeyen güneşte kurutulan gün kurusu kayısılar (NSDAs), herhangi bir koruyucu içermemeleri nedeniyle kükürt içeren kayıslara kıyasla hem kimyasal hem de mikrobiyel bozulmalara daha duyarlıdır. Bu çalışmanın amacı, farklı nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda ( $4\pm 0.5^\circ$ ,  $10\pm 0.5^\circ$ ,  $20\pm 0.5^\circ$  ve  $30\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) 12 ay depolanmaları süresince; fiziksel (nem, su aktivitesi, pH ve reflektans renk değerleri), kimyasal (esmerleşme oluşumu,  $\beta$ -karoten miktarı, HMF miktarı ve titrasyon asitliği) ve mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik ve psikrofilik bakteri, küf ve maya, ozmofilik maya ve kserofilik maya ve küf sayımı) özelliklerinde meydana gelen değişimleri belirlemektir. İlk gruptaki örnekler, %13.7 nem içeriğinden %23.5 ve 27 nem içeriğine rehidre edilmiş ve tüketici ambalajına model olarak polivinil klorid film ile kapatılmış polistrenden paketlerde ambalajlanmış, ikinci grup ise ticari depolama koşullarına model olarak %13.7 nem içeriğinde yığın halde depolanmıştır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, esmerleşme en hızlı  $30^\circ\text{C}$ 'de depolanan %27 nemli örneklerde gözlenirken,  $10^\circ\text{C}$ 'nin altındaki sıcaklıklarda ise sınırlı düzeyde gerçekleşmiştir. %23.5 ( $r = -0.8575$ ) ve %27 ( $r = -0.9258$ ) nem düzeyine rehidre edilerek  $30^\circ\text{C}$ 'de depolanan gün kurusu kayısıların esmerleşme düzeyleri ( $A_{420}/\text{g KM}$ ) ile esmerleşme indeksleri arasında kuvvetli korelasyonlar bulunmuştur. NSDA örneklerinin  $\beta$ -karoten düzeyleri; incelenen sıcaklıklarda depolama süresince değişiklik göstermemiştir. Rehidrasyon işleminden sonra, gün kurusu kayısıların ozmofilik maya sayılarında 2.5 log KOB/g düzeyinde artış belirlenmiştir. Depolama süresince su aktivitesinde meydana gelen düşüşle birlikte, paketlenmiş ve yığın haldeki kayısıların mikrobiyel yüklerinin önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Ancak,  $20^\circ\text{C}$ 'de 2 ay depolama sonunda, %27 nem içeren örneklerde maya ve küf sayısı 5.0 log KOB/g düzeyini aşmıştır. Rehidre edilerek ambalajlanan gün kurusu kayısılar,  $10^\circ\text{C}$  veya altındaki sıcaklıklarda depolanmalı ve nem içeriklerinin de mikrobiyel ve kimyasal kalitelerinin depolama süresince korunması için %23.5'i aşmaması gerekmektedir.

**Haziran 2015, 134 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kükürtlenmemiş gün kurusu kayısı (NSDA), depolama, nem içeriği, su aktivitesi, mikroorganizma yükü, esmerleşme,  $\beta$ -karoten

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

### CHANGES IN MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL QUALITIES OF NON-SULFITED DRIED APRICOTS DURING STORAGE AT VARIOUS TEMPERATURES

Nihal GÜZEL

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Compared to sulfited apricots, non-sulfited sun dried apricots (NSDAs) are susceptible to both chemical and microbial deterioration due to lack of preservatives. The purpose of this study was to determine the changes in physical (moisture, water activity, pH and reflectance color values), chemical (browning formation,  $\beta$ -carotene content, HMF content and titration acidity) and microbial (total aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria, yeast and mould, osmophilic yeast and xerophilic mould and yeast counts) qualities of NSDAs at various moisture contents (MC) during 12 months storage at various temperatures ( $4\pm 0.5^\circ$ ,  $10\pm 0.5^\circ$ ,  $20\pm 0.5^\circ$ , and  $30\pm 0.5^\circ$ C). Samples in the first group rehydrated from 13.7% MC to 23.5 and 27% MC and packaged with polyvinyl chloride film in polystyrene containers to mimic the consumer packaging, samples in the second group had 13.7% MC and were stored in bulk to mimic the commercial storage conditions.

Results from this study indicated that the fastest brown color formation was observed at  $30^\circ$ C and 27% MC and the browning was limited below  $10^\circ$ C. Strong correlations were found between browning value ( $A_{420}/g$  DW) and browning index of rehydrated dried apricots containing 23.5% ( $r = -0.8575$ ) and 27% MC ( $r = -0.9258$ ) at  $30^\circ$ C.  $\beta$ -carotene contents of NSDAs did not change during storage at the storage temperatures studied. After rehydration, osmophilic yeast count of NSDAs increased by 2.5 log CFU/g. As water activities of the samples decreased during storage, significant reductions were observed in microbial loads of packaged and bulk apricots. However, the number of yeast and mould exceeded 5.0 log CFU/g for the samples containing 27% MC after 2 months of storage at  $20^\circ$ C. Rehydrated packaged NSDAs should be stored at  $10^\circ$ C or below, and the MC should not exceed to 23.5% to maintain microbial and chemical quality throughout storage.

**June 2015, 134 pages**

**Key Words:** Non-sulfited sun dried (NSDAs) apricots, storage, moisture content, water activity, microbial count, browning,  $\beta$ -carotene

## TEŞEKKÜR

Doktoram süresince ilgisini ve emeğini esirgemedi, bilgi ve tecrübesiyle çalışmalarına yön veren, sonsuz saygı duyduğum değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Çalışmalarım boyunca büyük bir hoşgörü ile yardımlarını esirgemedi mikrobiyoloji konusundaki bilgi ve tecrübelerini paylaşarak yol gösterici olan değerli hocam Sayın Dr. Şeref TAĞI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Doktora çalışmamı ilgiyle takip eden Tez İzleme Komitesi'nin değerli üyeleri Prof. Dr. A. Kadir HALKMAN (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Hami ALPAS'a (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Çalışmamda kullanılan gün kurusu kayısıları bedelsiz olarak sağlayan Malatya Kayısı Araştırma Geliştirme ve Tanıtma Vakfı'na ve gerek bu kayısıların bedelsiz olarak sağlanması sırasındaki çabası gerekse de kuru kayısıların işletmesinde (Şire Pazarı Tarım Ürünleri Ltd. Şti.) işlenmesi (fümigasyonu, rehidrasyonu ve ambalajlanması) sırasında bilgilerini bizimle paylaşan Malatya Kayısı İşletmeleri Derneği (MAKİD) Başkanı Sayın Rahmi SEMİZ'e,

Gün kurusu kaysı örneklerinin hazırlanması aşamasındaki yardımlarından dolayı arkadaşım Sümeyye ALAGÖZ'e,

Sevgi, destek ve güvenleriyle daima yanımda olan başta annem Necmiye MUHACİR, eşim Mustafa GÜZEL, babam Ali Osman Güzel ve halam Nurten MUHACİR olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunarım.

Nihal GÜZEL  
Ankara, Haziran 2015

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
TEŞEKKÜR .....	v
SİMGELER DİZİNİ .....	x
KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	4
2.1 Kayısı Üretimi ve Ticareti .....	4
2.2 Kayısının Bileşimi ve Kimyasal Değişimine İlişkin Çalışmalar .....	7
2.3 Kayısının Mikrobiyel Değişimine İlişkin Çalışmalar .....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Materyal .....	20
3.1.1 Gün kurusu kayısı.....	20
3.1.2 Kimyasallar.....	20
3.2 Metod.....	20
3.2.1 Materyalin hazırlanması .....	20
3.2.1.1 Fümigasyon.....	21
3.2.1.2 Rehidrasyon .....	21
3.2.1.3 Ambalajlama ve depolama .....	22
3.2.2 Fiziksel analizler .....	24
3.2.2.1. Örnek hazırlama .....	24
3.2.2.2 Nem tayini .....	24
3.2.2.3 Su aktivitesi tayini .....	25
3.2.2.4 pH tayini.....	25

3.2.2.5 Renk ölçümleri .....	26
3.2.3 Kimyasal analizler.....	27
3.2.3.1 Titrasyon asitliği tayini .....	27
3.2.3.2 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi.....	27
3.2.3.3 Karotenoid dağılımının belirlenmesi.....	28
3.2.3.3.1 $\beta$ -karoten için geri kazanım (recovery) analizi.....	30
3.2.3.4 Hidroksimetil furfural (HMF) miktarının belirlenmesi.....	32
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler .....	33
3.2.4.1 Örnek hazırlama .....	33
3.2.4.2 Toplam aerob mezofil ve psikrofil bakteri sayımı .....	34
3.2.4.3 Maya-küf sayımı.....	34
3.2.4.4 Toplam <i>Enterobacteriaceae</i> bakteri sayımı.....	35
3.2.4.5 <i>Staphylococcus aureus</i> sayımı.....	35
3.2.4.6 Laktik asit bakterilerinin sayımı .....	35
3.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması.....	36
3.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması.....	37
3.2.5.2 $Q_{10}$ değerinin hesaplanması.....	37
3.2.5.3 Aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) hesaplanması .....	38
3.2.6 İstatistik değerlendirme.....	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	40
4.1 Nem Düzeyindeki Değişim.....	40
4.2 Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Düzeyindeki Değişim .....	46
4.3 Esmerleşme düzeyindeki değişim .....	49
4.4 Reflektans renk değerlerindeki değişim .....	57
4.5 $\beta$ - karoten Miktarındaki Değişim .....	62
4.5.1 Geri kazanım testi .....	66
4.6 HMF Miktarı .....	66
4.7 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler.....	68



4.8 Mikrobiyel Değişim.....	74
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR .....	87
EKLER.....	95
EK 1 Farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanan gün kurusu kayısıların depolama süresince nem değerlerindeki değişim .....	97
EK 2 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişim .....	98
EK 3 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince BI değerindeki değişim .....	100
EK 4 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince ΔE değerindeki değişim .....	101
EK 5 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince β-karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişim.....	102
EK 6 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim .....	103
EK 7 %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler <sup>1</sup> (KOB/g).....	105
EK 8 %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler <sup>1</sup> (KOB/g).....	109
EK 9 %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler <sup>1</sup> (KOB/g).....	113
EK 10 Farklı düzeylerde (%13.7, 23.5 ve 27) nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanmaları süresince pH değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları .....	117

<b>EK 11 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....</b>	<b>120</b>
<b>EK 12 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....</b>	<b>123</b>
<b>EK 13 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince β-karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri .....</b>	<b>125</b>
<b>EK 14 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAMB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri .....</b>	<b>127</b>
<b>EK 15 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAPB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri .....</b>	<b>128</b>
<b>EK 16 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince MK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri .....</b>	<b>129</b>
<b>EK 17 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince OM (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeler .....</b>	<b>130</b>
<b>EK 18 Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısuların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince KMK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri .....</b>	<b>131</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>132</b>

## SİMGELER DİZİNİ

CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sülfürik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
SO <sub>2</sub>	Kükürt dioksit

## Kısaltmalar Dizini

A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
a <sub>w</sub>	Su aktivitesi
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
BI	Esmerleşme İndeksi
CFU	Colony forming unit
CIE	Commission International de l'Eclairage
dak.	Dakika
E <sub>a</sub>	Aktivasyon enerjisi
ENT	<i>Enterobacteriaceae</i>
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
H	Saat
HMF	Hidroksimetil furfural
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
K	Reaksiyon hız sabiti
KMK	Kserofilik maya-küf
KOB	Koloni oluşturan birim
LAB	Laktik asit bakterisi
LDPE	Low-density polyethylene
MK	Maya-küf
OM	Ozmofilik maya
PA	Poliamid
PDA	Foto dioderey dedektör
PE	Polietilen
PET	Polietilentetraftlat
PG	poligalakturonidaz
PME	Pektin metil esteraz
PPO	Polifenol oksidaz
PTFE	polytetrafloroetilen
PVC	Ponilvinil klorür
PVDF	Polyvinylidene fluoride
Q <sub>10</sub>	Sıcaklığın 10°C artırılmasıyla reaksiyon hızının artışı katsayısı
R	Korelasyon katsayısı
R <sup>2</sup>	Determinasyon katsayısı

SK	Stafilokok sayısı
TAMB	Toplam aerobik mezofil bakteri
TAPB	Toplam aerobik psikrofil bakteri
TGK	Türk gıda kodeksi
THF	Tetrahidrofuran
TMK	Toplam maya-küf
TS	Türk Standardı
WHO	Dünya sağlık örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Türkiye’de taze ve kuru kayısı üretimi .....	4
Şekil 2.2 Dünyada önemli kayısı üreticisi olan ülkelerin taze kayısı üretim miktarları ...	5
Şekil 2.3 Dünyada önemli kayısı üreticisi olan ülkelerin kuru kayısı üretim miktarları ..	5
Şekil 3.1 Gün kurusu kayısı üretim akış şeması .....	23
Şekil 3.2 $\beta$ -karoten standart eğrisi.....	32
Şekil 4.1 20°C’de depolanan farklı başlangıç nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim .....	41
Şekil 4.2 30°C’de depolanan farklı başlangıç nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim .....	42
Şekil 4.3 20° ve 30°C’de depolanan %23.5 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim .....	44
Şekil 4.4 Gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler .....	50
Şekil 4.5 %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış .....	53
Şekil 4.6 %23.5 nemli kayısıların depolanması süresince oluşan esmerleşmeye ilişkin Arrhenius grafiği .....	55
Şekil 4.7 %13.7 neme sahip gün kurusu kayısıların depolama başındaki karotenoid dağılımını gösteren HPLC kromatogramı.....	64
Şekil 4.8 %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması sonunda $\beta$ -karoten miktarındaki değişim.....	65
Şekil 4.9 %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında pH değerlerindeki değişimler .....	71
Şekil 4.10 %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında pH düzeyindeki değişimler .....	71
Şekil 4.11 %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler .....	72
Şekil 4.12 %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler .....	72

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Kuru kayısı ihracatı ve elde edilen ihracat gelirleri .....	6
Çizelge 4.1 Yığın ve ambalajlı halde depolanan gün kurusu kayısının depolama başlangıcındaki nem miktarları (%).....	40
Çizelge 4.2 Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısının depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri .....	47
Çizelge 4.3 Gün kurusu kayısının 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artışı gösteren eşitlikler .....	51
Çizelge 4.4 Gün kurusu kayısının 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artışı gösteren eşitlikler .....	54
Çizelge 4.5 %23.5 nem içeren gün kurusu kayısının depolanması süresince esmerleşme reaksiyonuna ait Arrhenius grafiği için gerekli veriler.....	55
Çizelge 4.6 Farklı nem düzeylerine sahip gün kurusu kayısının farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması sonunda reflektans renk değerlerindeki değişim.....	58
Çizelge 4.7 Gün kurusu kayısının depolanması süresince $\Delta E$ değerlerindeki değişimin gösteren eşitlikler.....	61
Çizelge 4.8 %13.7 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısının farklı sıcaklıklarda depolanması süresince $\Delta E$ değerlerinin değişimine ilişkin kinetik katsayılar.....	61
Çizelge 4.10 %27 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısının farklı sıcaklıklarda depolanması süresince $\Delta E$ değerlerinin değişimine ilişkin kinetik katsayılar.....	62
Çizelge 4.11 Gün kurusu kayısında $\beta$ -karotenin geri kazanımı.....	66
Çizelge 4.12 Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısının depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	68
Çizelge 4.13 Gün kurusu kayısının 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince pH değişimini gösteren eşitlikler.....	70
Çizelge 4.14 Gün kurusu kayısının 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince titrasyon asitliği değişimini gösteren eşitlikler .....	70
Çizelge 4.15 Depolama öncesi ve başlangıcında gün kurusu kayısının mikrobiyel yükleri <sup>1</sup> (KOB/g).....	76

## 1. GİRİŞ

Dünya'daki tüm ölümlerin 1/3'ünün kardiyovasküler hastalıklar sonucu ortaya çıktığı, bu hastalıklarda da sağlıksız beslenmenin %80 gibi yüksek oranda etken olduğu ifade edilmektedir (Löker vd. 2008a). Bu nedenle, serbest radikal hasarlarına karşı vücudun savunma mekanizmasının güçlenmesinde, yaşlılığın geciktirilmesi ve kronik hastalıklardan korunmada fonksiyonel niteliklere sahip gıdaların tüketimine olan talep her geçen gün artmaktadır (Löker vd. 2008a).

Bileşimi itibariyle, fonksiyonel özellik taşıyan gıdalardan biri olarak nitelendirilen kayısının tüketimi, sağlıklı yaşamda önemli bir yere sahiptir (Löker vd. 2008b). Kayısının bileşiminde bulunan karotenoidler, vücutta serbest radikallerin neden olduğu hasara karşı hücreyi korumada önemli rol oynayan antioksidanlardır (Rousseau vd. 1992, Krinsky vd. 1993). Ayrıca kayısı, antioksidan aktiviteye sahip polifenoller de yapısında bol miktarda içermektedir. Karotenoidler ve polifenoller, bir çok kronik hastalığın (kardiyovasküler hastalıklar, kanser, tip 2 diyabet, inflamasyon gibi) önlenmesinde koruyucu rol oynamaktadır (Löker vd. 2008a).

Kayısının bileşimindeki başlıca karotenoid olan  $\beta$ -karoten ile özellikle karaciğer ve gastrointestinal (mide-barsak) sistem kanserlerinin görülme oranı arasındaki ters ilişki pek çok araştırma ile ortaya konulmuştur (Peto vd. 1981, Connett vd. 1989, Greenberg vd. 1990). Ayrıca, karotenoidlerin başta göz ve deri olmak üzere pek çok organda ve büyümede önemli görevler üstlendiği ve kalp damar hastalıkları riskini azalttığı bilinmektedir (Fotoi vd. 1996, Noakers vd. 2002, Wallström vd. 2003, Larsson vd. 2007). Yaşlanmanın geciktirilmesinde "karoten düzeyi yüksek beslenme modeli"nin önerildiği, bu anlamda yüksek karoten içeriği ile kayısı tüketiminin sağlıklı yaşamda önemli yer tuttuğu belirtilmektedir (Pala vd. 1996).

Ülkemiz, dünyada üretilen taze kayısının %20'sini, kuru kayısının ise, %77'sini üretmekte ve bu üretim paylarıyla hem taze hem de kuru kayısı üretiminde dünyada birinci sırayı almaktadır (Anonymous 2015). Dünyada üretilen kayısının önemli bir

bölümü sofralık olarak tüketilirken, ülkemizde üretilen kayısının önemli bir kısmı kurutulmaktadır (%80–90). Kurutulmuş kayısının çok büyük kısmı ise (%60–80), 100 farklı ülkeye ihraç edilmektedir (Anonim 2015). Fındık ve kuru üzümünden sonra en önemli tarımsal ihraç ürünümüz olan bu değerli ürünün ihracatından yıllık 350 milyon Amerikan dolarından fazla gelir elde edilmektedir (Anonymous 2015).

Ülkemizde ve dünya ticaretinde, kuru kayısılar genellikle kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) ile muamele edilip, bu şekilde piyasaya arz edilmektedir. SO<sub>2</sub> içeren kayısılar hem mikrobiyel bozulmaya hem de enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarına karşı korunmaktadır. Ancak, keskin kokusu dışında, astım hastalarında hastalığı tetiklediği için SO<sub>2</sub> içeren ürünler son yıllarda en çok tartışılan ürünler arasında yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından da gıdalardaki SO<sub>2</sub> miktarının azaltılması önerilmektedir (Usseglio-Tomasset 1992, Rose 2007). Bu nedenlerle, günümüzde tüketicilerin hiçbir yapay koruyucu, renk verici, parlaticı veya diğer katkı maddeleri kullanılmadan işlenmiş gıdalara olan tüketim talebi artmaktadır. Bu durum, kükürtlenmemiş gün kurusu kayısılarına olan talebi de arttırmaktadır. Ancak, SO<sub>2</sub> içermeyen gün kurusu kayısılar, herhangi bir koruyucu içermemeleri ve nemlendirilerek piyasaya arz edilmeleri sonucu yüksek nem içerikleri nedeniyle özellikle mikrobiyel bozulmalara kükürtlenmiş kuru kayısılarına kıyasla çok daha kolay maruz kalmaktadır. Bunun sonucunda ise, ürün kısa sürede elden çıkmaktadır. Ülkemiz kuru kayısı ticaretinin tamamına yakınının yapıldığı Malatya ilimizde, bu değerli ürünümüzün (gün kurusu kayısılar) depolama koşulları hakkında yeterli bilimsel veri bulunmamaktadır. Özellikle sıcak yaz aylarında nem oranları yükseltilerek %25 ve üzerine çıkarılan gün kurusu kayısılar mikrobiyel ve kimyasal yollarla kolaylıkla bozulmakta ve ticarete büyük sorunlar yaşanmaktadır.

Çalışmamızın başlıca amacı, bu değerli ürünün gerek yığın olarak gerekse de tüketici ambalajlarında mikrobiyel ve kimyasal bozulmaya uğramadan hangi sıcaklıkta hangi sürede depolanabileceğinin belirlenmesidir. Çalışmamızda, Malatya ilimizde yetiştirilen Hacihaliloğlu kurutmalık kayısı çeşitlerinden elde edilen ve farklı düzeyde nem içeren (%13.7, 23.5 ve 27) gün kurusu kayısıların, farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanma süresince özellikle mikrobiyel yükü ve esmerleşme düzeyindeki

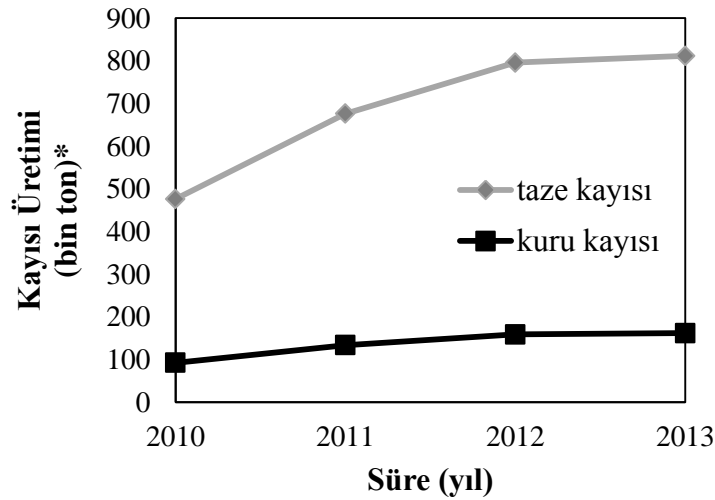


değişimler incelenerek, gün kurusu kayısılar için uygun depolama koşulları (sıcaklık ve süre) belirlenmeye çalışılmıştır. Bilindiği üzere, gün kurusu kayısıların arzu edilen rengi, parlak açık kahverengi olup, eğer gün kurusu kayısılar uygun koşullarda depolanmaz ise, kısa sürede renk siyaha dönmekte ve ürün ticari değerini tamamen kaybetmektedir. Bu nedenle, gün kurusu kayısılarında da esmerleşme reaksiyonları kükürt içeren kuru kayısılarında olduğu gibi çok önemli olduğu için, bu çalışmada gün kurusu kayısılarında görülen esmerleşme üzerine depolama sıcaklığının etkisi ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bunun dışında, gün kurusu kayısılarında antikarsinojenik etki gösterdiği bilinen ve önemli bir besin bileşeni olarak tanımlanan,  $\beta$ -karoten içeriğindeki değişimin de depolama sürecinde ortaya konulması diğer bir amacımızdır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların gün kurusu kayısı ticareti yapan firmalara yol göstereceği umulmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

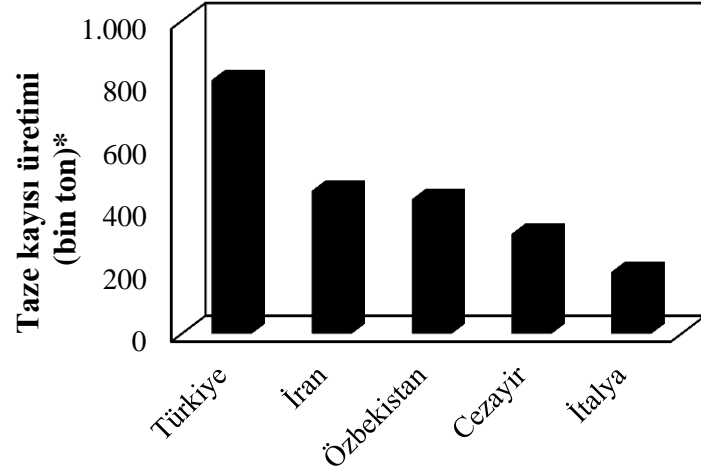
### 2.1 Kayısı Üretimi ve Ticareti

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) anavatanı Orta Asya'dan Kuzey Çin'e kadar uzanan ve "zerdali" olarak bilinen yabani kayısı ağaçlarının kültüre alınmasıyla önce Avrupa'ya buradan da Amerika'ya götürülerek yetiştirilmeye başlanmıştır (Gezer vd. 2003, Aubert vd. 2010, Asma 2011). Bugün dünya genelinde 4 milyon tonun üzerinde taze kayısı üretilirken, 200 bin tonun üzerinde de kuru kayısı üretilmektedir (Anonymous 2015). Ülkemizde kuru kayısı üretimine ilişkin en eski veriler, 1934 yılına aittir. Bu tarihte 1500 ton olan kuru kayısı üretim miktarı her geçen yıl giderek artmıştır (Asma 2011). Örneğin, 2010 yılından itibaren taze ve kuru kayısı üretimi %20 artarak (Şekil 2.1), 2013 yılında kuru kayısı üretimi 162 bin, taze kayısı üretimi ise 812 bin tona ulaşmıştır (Anonymous 2015). Dünya kayısı üretiminde, Türkiye taze kayısı da %19, kuru kayısıda %77'lik payla birinci sırayı almaktadır. Ülkemizi taze kayısı üretiminde üretim miktarlarına göre sırasıyla İran, Özbekistan, Cezayir ve İtalya takip etmektedir. Kuru kayısı üretiminde ise ülkemizi sırasıyla A.B.D., Özbekistan, Afganistan ve Pakistan izlemektedir. Taze ve kuru kayısı üretiminde dünyada ilk 5 de yer alan bu ülkelerin üretim miktarları şekil 2.2 ve 2.3'de gösterilmiştir (Anonymous 2015).



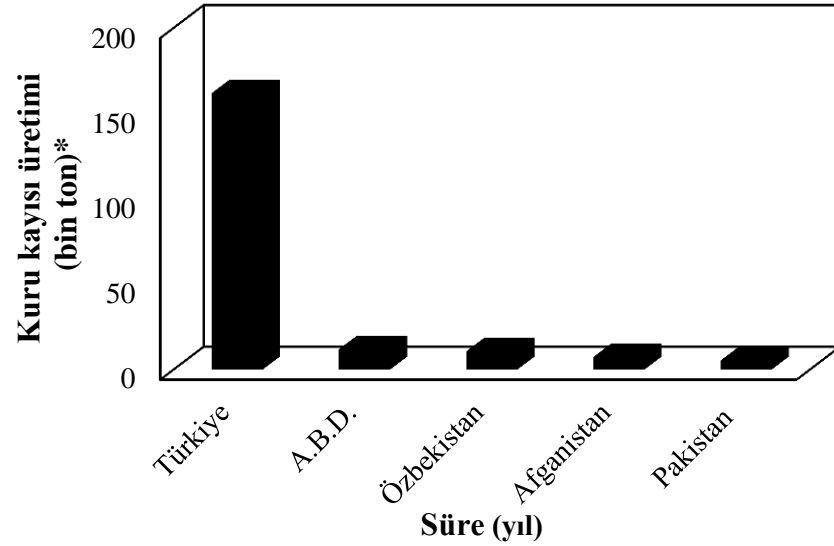
Şekil 2.1 Türkiye'de taze ve kuru kayısı üretimi (Anonymous 2015)

\*2014 ve 2015 verileri henüz yayınlanmamıştır



Şekil 2.2 Dünyada önemli kayısı üreticisi olan ülkelerin taze kayısı üretim miktarları (Anonymous 2015)

\*2014 ve 2015 verileri henüz yayınlanmamıştır



Şekil 2.3 Dünyada önemli kayısı üreticisi olan ülkelerin kuru kayısı üretim miktarları (Anonymous 2015)

\*2014 ve 2015 verileri henüz yayınlanmamıştır

Ülkemizdeki kayısı üretiminin yaklaşık %50'si tek başına Malatya'da gerçekleşmektedir (Anonim 2003). Kuru kayısı üretiminin ise, %90'ının sağlandığı Malatya yöresi dünya kayısı üretim merkezi konumundadır (Anonim 2011a). Bu nedenle, kayısı üretimi ve ticareti Malatya ilimizin ekonomik yaşamında çok önemli rol oynamaktadır. Malatya'da yaklaşık 8 milyon kayısı ağacı bulunmakta (Asma 2007) ve her yıl 250–300 bin ton yaş kayısı üretilmektedir (Asma vd. 2005). Bu ilimizde yetiştirilen kayısıların %70'ini kurutmalık bir çeşit olan Hacıhaliloğlu çeşidi oluştururken, %20'sini ise diğer kurutmalık çeşit olan Kabaası çeşidi oluşturmaktadır (Asma 2007).

Yıldan yıla değişmekle birlikte, Malatya ilimizde üretilen 50–120 bin ton kuru kayısının %90–95'i yaklaşık 100 farklı ülkeye ihraç edilmektedir (Asma vd. 2005). Kuru kayısı ihracatımızda en önemli beş ihracat pazarımız A.B.D. (15 bin ton), Rusya (15 bin ton), Almanya (8 bin ton), Fransa (7 bin ton) ve Birleşik Krallık (7 bin ton) olup, toplam ihracatın yarısına yakını oluşturmaktadır (Anonim 2015). Kuru kayısı ihracatına ait son dört yılın (2010–2013) verileri çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Kuru kayısı ihracatı ve elde edilen ihracat gelirleri\* (Anonymous 2015, Anonim 2015)

Yıl	İhraç edilen kuru kayısı miktarı (ton)	İhracat geliri (1000 \$)	Birim fiyat (\$/ton)
2010	92 687	350 602	3782
2011	90 321	360 907	3995
2012	101 540	298 301	2938
2013	117 861	315 263	2675

\*2014 ve 2015 verileri henüz yayınlanmamıştır

Çizelge 2.1 incelendiğinde, kayısı ihtacatımız yıldan yıla artarken döviz girdisinin buna paralel olarak artmadığı görülmektedir. Nitekim, döviz girdisini belirleyen önemli unsurlardan birisi olan kuru kayısı ihracat birim fiyatı 2012 yılında 2938 \$/ton iken,

2013 yılında 2675 \$/ton olarak gerçekleşmiştir. Ancak, kuru kayısı üretim miktarları ülkemize göre çok daha düşük olan Fransa ve Almanya'nın ortalama ihracat birim fiyatları ülkemize kıyasla 2 kat daha yüksektir. Bu durum, ürettiği kuru kayısı miktarıyla dünya üretiminin önemli bir bölümünü karşılayan ülkemizin dünya piyasasındaki fiyatını belirleyemediğini açıkça göstermektedir. Bu durum, fiyat istikrarsızlığının yanı sıra tarımsal işletme büyüklüklerinin yetersiz olması, kurutma işlemlerinin taze kayısının kalitesini koruyacak şekilde yapılamaması, kullanılan koruyucu maddelerin bilinçsiz bir şekilde ve izin verilen limitlerin çok üstünde kullanılması ve pazarlamadaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır.

## **2.2 Kayısının Bileşimi ve Kimyasal Değişimine İlişkin Çalışmalar**

Kayısı, gerek çeşit gerekse de yetiştirme koşullarındaki farklılıklar nedeniyle farklı oranlarda, karotenoid ve polifenoller gibi fitokimyasallar içermektedir. Kayısı çeşitlerinin içerdikleri polifenol düzeyleri farklı olsa da klorojenik asit (5-kafeoilkuinik asit) tüm türlerde baskın polifenol olarak belirlenmiştir. Kayısıda bulunan diğer polifenoller ise, neoklorojenik asit, kafeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, (+)-kateşin ve (-)-epikateşin olarak belirlenmiştir (Dragovic-Uzelac vd. 2007). Benzer şekilde, Madrau vd. (2009) tarafından farklı çeşit kayısılarla yapılan çalışmada da ortak polifenol olarak rutin ve (+)-kateşin belirlenirken, çeşitlerin birinde neoklorojenik asit bir diğerinde ise, klorojenik asit baskın polifenol olarak belirlenmiştir. Türkyılmaz vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da ülkemizde kurutmalık olarak en çok kullanılan çeşitlerin fenolik dağılımları belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Dragovic-Uzelac vd. (2007) ve Madrau vd. (2009) tarafından yapılan çalışmalara benzer şekilde, Kabaası ve Hacıhaliloğlu kayısı çeşitlerinde klorojenik asit baskın polifenol olarak belirlenmiştir. Her ne kadar bu iki çeşitteki baskın polifenolik grup aynı olsa da, içerdikleri diğer polifenoller ve oranları farklılık göstermektedir. Örneğin, Hacıhaliloğlu çeşidi kayısılar Kabaası çeşidine göre daha yüksek oranda rutin (%46) ve kuersetin (%69) içerirken, Kabaası çeşidi daha yüksek oranda ferulik asit (%100), kafeik asit (%100) ve epikateşin (%9) içermektedir. Yapılan bu çalışmalar kayısı çeşitlerinde baskın fenolik grup aynı olsa da, polifenol içeriği ve profilinin çeşitten çeşide değiştiğini göstermektedir.

Kayısılarda bulunan polifenol miktarı kurutma işlemiyle değişmektedir. Örneğin, Del Caro vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada farklı çeşitlerdeki erikler, biri yüksek (85°C) biri düşük (60°C) olmak üzere farklı iki sıcaklıkta kurutulmuştur. Yüksek sıcaklıkta kurutulan tüm çeşitlerde neoklorojenik asit miktarı, düşük sıcaklıklarda kurutulan örneklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Bilindiği gibi, kurutma işlemi sırasında polifenollerin parçalanmasının temel nedeni enzimatik oksidasyon reaksiyonlarıdır. Enzim aktivitesine etki eden her faktör de enzimatik esmerleşme reaksiyonları üzerine etkili olabilmektedir. Bu etkenlerden biri de sıcaklıktır. PPO aktivitesi 55°C'de maksimumken, 75°C ve üzeri sıcaklıklara kadar azalarak devam etmektedir. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada düşük sıcaklıklarda (60°C) yapılan kurutmada, PPO enziminin daha aktif olması nedeniyle, neoklorojenik asit miktarı daha düşük bulunmuştur.

Enzimatik esmerleşme reaksiyonları açısından önemli bir diğer etken de, substrattır. Örneğin, Türkyılmaz vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, kurutma işleminden sonra Hacihaliloğlu çeşidinde meydana gelen polifenol kayıplarının Kabaası çeşidine göre daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Meyve ve sebzelerde bulunan polifenoller arasından; kateşol, 4-metil kateşol, pirogallol, gallik asit ve sinamik asit esterleri enzimatik esmerleşme reaksiyonları için en uygun substratların başında gelmektedir. Sinamik asit türevlerinden ise, klorojenik asit ve kafeik asit (3,4-dihidroksi sinamik asit) PPO enzimi tarafından en yaygın olarak kullanılan substratlardır. Buna karşın, Kabaası çeşidi kayıslara kıyasla, Hacihaliloğlu çeşidinde daha yüksek oranda bulunan rutin ve kuersetin enzimatik esmerleşme reaksiyonları için zayıf birer substrattırlar. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada kurutmalık olarak en çok tercih edilen Hacihaliloğlu çeşidi kuru kayısılarda, kurutma işlemiyle meydana gelen polifenol kayıpları daha düşük düzeyde belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmalar, kuru kayısıda bulunan polifenollerin, enzimatik esmerleşme reaksiyonları için uygun birer substrat olduklarını gösterse de, PPO esmerleşmelerinin oluşumu düşük  $a_w$  ve yüksek şeker içeriği nedeniyle inhibe edildiğinden depolama sırasında daha çok Maillard tipi esmerleşmeler görülmektedir (Frank vd. 2004). Genel olarak depolama sırasında kuru kayısılarda meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarının

nedeni şekerlerle amino asitler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonları olsa da yapılan çalışmalarda; şekerlerin organik asitlerle, organik asitlerin birbirleriyle ve organik asitlerin azotlu maddelerle olan reaksiyonları da esmerleşmenin nedenleri olarak belirlenmiştir (Hass ve Stadtman 1949). Kükürtlenerak kurutulmuş kayıslarda esmer renk oluşumuna pH, titrasyon asitliği, polifenol içeriği, sitrik asit içeriği ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun etkisinin incelendiği bir çalışmada, bu değerler ve esmerleşme düzeyi arasındaki korelasyon katsayıları (r) belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, pH (r=-0.999), titrasyon asitliği (r=0.960), toplam polifenol (r=0.857), ferurik asit (r=0.932), klorojenik asit (r=0.850), epikateşin (r=0.804), kuersetin (r=0.750), toplam organik asit (r=0.833), malik asit (r=0.807), sitrik asit içeriği (r=0.836) ve SO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (r=0.952) kayısların kurutulması sırasında meydana gelen esmer renk oluşumu üzerine önemli dercede etkili olduğu belirlenmiştir (Türkyılmaz vd. 2014). Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar kayısların kurutulmaları sırasında meydana gelen renk esmerleşmelerinin PPO'nun katalizlediği enzimatik esmerleşme ve şekerlerle amino asitler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonlarının dışında organik asitlerin katıldığı reaksiyonların da esmerleşme nedeni olduklarını göstermiştir.

Maillard ya da bir diğer adıyla enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları depolama sırasında olabileceği gibi kurutma işlemi öncesinde veya sırasında da oluşabilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Meyvelerin kurutulması ve depolanması sırasında indirgen şekerlerle aminler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonlarının ilk aşamasında, amino asitlerin amino grupları, indirgen şekerlerin (glukoz ve fruktoz) hidroksil grubuna bağlanarak N-glikozamin oluşmaktadır. Daha sonra gelişen polikondenzasyon olayları sonucunda ise esmer renkli melanoidinler oluşmaktadır (Asma vd. 2005).

Bilindiği gibi, Maillard reaksiyonu kurutulmuş gıdalarda ortamdaki serbest suya bağlı olarak gerçekleşen önemli bir reaksiyondur. Reaktanların mobilitelerinin kısıtlanmasına neden olan çok düşük su aktivitelerinde ( $a_w < 0.4$ ) bu reaksiyon yavaşlarken, su aktivitesinin yükselmesiyle hızlanmaktadır (Cemeroğlu vd. 2009). Bu nedenle orta nemli gıdalarda ( $a_w = 0.65-0.80$ ) hızlı bir esmerleşme gerçekleşmektedir. Örneğin, Singh vd. (1983) tarafından yapılan çalışmada orta nemli elmalarda ( $a_w = 0.62-0.89$ )

depolama süresince, su aktivitesi yükseldikçe esmerleşme hızının arttığı saptanmıştır. Ancak, su aktivitesi orta nem düzeyinin üzerine ( $a_w > 0.85$ ) yükseldiğinde reaktanların seyrelmiş olması nedeniyle esmerleşme reaksiyonları yavaşlamaktadır. Alagöz (2013) tarafından yapılan çalışmada da, 30°C’de depolanan %27 nem içeren ( $a_w = 0.74$ ) gün kurusu kayısıların esmerleşme reaksiyonlarının %34 nem içeren ( $a_w = 0.81$ ) örneklere kıyasla daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, armut suyu konsantrlerinde ( $a_w = 0.67-0.90$ ) su aktivitesinin yükselmesiyle Maillard reaksiyonlarının hızının azaldığı saptanmıştır (Beveridge vd. 1984). Maillard reaksiyonlarının maksimum düzeyde gerçekleştiği değer ise,  $a_w = 0.60-0.80$  düzeyidir (Cemeroğlu vd. 2009). Farklı düzeylerde kükürlenmiş (188–3864 mg/kg) kuru kayıslarda yapılan çalışmada esmerleşme düzeyi ve su aktivitesi arasında ( $r = 0.98$ ) çok kuvvetli korelasyon belirlenmiştir (Türkyılmaz 2011). Yapılan bu çalışmada kükürlü kuru kayısı örneklerinin  $a_w$  değerleri 0.61–0.65 düzeyinde belirlenmiştir. Sağırılı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada da orta nemli kuru kayısıların su aktivitelerinin, 0.73–0.81 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalar kuru ve orta nemli kayısıların sahip oldukları su aktivitelerinde Maillard reaksiyonlarının maksimum düzeyde gerçekleşebileceğini göstermektedir.

Maillard reaksiyon hızı üzerine, su aktivitesinin yanı sıra sıcaklık-süre parametrelerinin de etkili olduğu yapılan pek çok çalışma ile belirlenmiştir. Sıcaklığın artmasıyla esmerleşme reaksiyonlarının hızının arttığı armut suyu konsantrlerinde (Beveridge vd. 1984) ve kükürlenerek kurutulmuş kayıslarda (Sağırılı 2006, Coşkun 2010, Türkyılmaz 2011) ortaya konulmuştur. Örneğin, orta nemli kayıslarda yapılan çalışmada esmerleşme hızının, depolama sıcaklığının 20°C’den 30°C’ye yükseltilmesinin, sıcaklığın 5°C’den 20°C’ye yükseltilmesine kıyasla yaklaşık 1.5 kat artırdığı belirlenmiştir (Sağırılı 2006). Kükürlenerek (2899 mg/kg) kurutulmuş kayısıların depolandığı başka bir çalışmada ise, 4° ve 10°C’de depolanan örneklere kıyasla 30°C’de 1 yıl depolanan örnekler 3 kat daha fazla esmerleşmişlerdir (Türkyılmaz 2011). Benzer şekilde, Alagöz (2013) tarafından %27 ve 34 nem içeren gün kurusu kayıslarda yapılan bir çalışmada, gün kurusu kayısıların 20°C’de depolanmaları sonucunda esmerleşme düzeyinde sınırlı oranda değişim meydana gelirken, 30°C’de ise önemli düzeyde esmerleşme meydana geldiği belirlenmiştir. Buna karşın, düşük sıcaklıklarda



(4° ve 10°C) depolanan gün kurusu kayısıların başlangıçtaki esmerleşme düzeyini koruduğu belirlenmiştir. Kuru (Coşkun 2010) ve orta nemli (Sağırılı 2006) kükürlenmiş kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince esmerleşme düzeylerindeki değişimlerin incelendiği çalışmalarda 5° ve 20°C’de yapılan depolama işlemiyle birlikte esmerleşme düzeyi kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalırken, 30 °C’de depolanan örnekler 2 ay gibi oldukça kısa bir sürede arzu edilen renklerini kaybetmişlerdir. Gün kurusu kayısıların ( $a_w=0.57-0.62$ ) 5°, 15° ve 25°C’de 48 hafta depolandığı başka bir çalışmada da depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça esmerleşme düzeyinin arttığı saptanmıştır (Elmacı vd. 2008). Yapılan bu çalışmalar, gerek kükürlenerek kurutulmuş kayısıların arzu edilen altın sarısı renginin korunması gerekse de kükürt içermeyen gün kurusu kayısıların açık kahverengi renklerinin korunması için depolama sıcaklığı mümkün olduğunca düşük tutulması gerektiğini göstermektedir.

Renk, kurutulmuş kayısıların en önemli kalite kriteridir. Daha önce de değinildiği üzere, hem kükürlenmiş kuru kayısıların parlak altın sarı renklerini hem de kükürlenmemiş gün kurusu kayısıların açık kahverengi renklerini depolama boyunca muhafaza etmesi arzu edilmektedir. Ancak, gerek depolama gerekse de kurutma sırasında, uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak kayısıların rengi az ya da çok düzeyde esmerleşebilmektedir. Esmerleşme düzeyindeki değişim kimyasal yöntemlerin ( $A_{420}$ ) yanı sıra, fiziksel olarak da reflektans renk değerlerinin ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ölçülmesi ile belirlenebilmektedir (Garza vd. 1999, Özkan vd. 2003, Chutintrasri ve Noomhorm 2007, Sağırılı vd. 2008, Coşkun 2010, Türkyılmaz 2011, Ihns vd. 2011, Alagöz 2013). Örneğin, gün kurusu kayısıların renk değerlerinin ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) 20°C ve özellikle de 30°C’de depolama süresince önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Alagöz 2013). Aynı çalışmada, 4° ve 10°C’de depolanan gün kurusu kayısıların renklerinde ise, önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. Farklı yöntemlerle kükürlenerek kurutulmuş kayısıların 30°C’de 12 ay süreyle depolanması sonucunda ise  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin sırasıyla, 5–10, 4–5 ve 10–12 birim azaldığı belirlenmiştir (Coşkun 2010). Yapılan bu çalışmalar düşük sıcaklıklarda (<10°C) depolanan örneklerde rengin korunduğunu gösterirken, 20°C ve üzeri sıcaklıklarda depolama süresindeki artışla birlikte esmerleşme düzeyinin arttığını göstermektedir.

Yapılan çalışmalar, gıdalardaki esmerleşmenin belirlenmesinde en çok kullanılan, ancak zaman alan  $A_{420}$  değerleri ile kısa sürede sonuç alınabilen reflektans renk değerleri arasında korelasyonlar olduğunu ortaya koymuştur. Nitekim, Mazza (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, Hunter  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ve 420 nm’de okunan absorbans değerleri arasında kuvvetli korelasyonlar (sırasıyla;  $r=0.974$ ,  $0.970$  ve  $0.901$ ) belirlenmiştir. Lee ve Nagy (1988) tarafından greyfurt sularında yapılan başka bir çalışmada da benzer sonuçlara (sırasıyla;  $r=0.981$ ,  $0.960$  ve  $0.834$ ) ulaşılmıştır. Elde edilen bu korelasyon katsayıları, ürünlerin yüzey renklerinin reflektans kolorimetresi ya da spektrofotometresi ile de ölçülerek esmerleşme düzeyinin belirlenebileceğini göstermiştir.

Kurutulmuş meyvelerde görülen esmerleşme üzerine depolama sıcaklık ve süresinin yanı sıra, ürünün nem içeriği,  $a_w$  değeri ve kurutma yöntemlerinin de etkisi bulunmaktadır. Örneğin, farklı nem içeriğine sahip kuru kayısılarda, nemin renk üzerine önemli etkisi saptanmıştır (Özkan vd. 2003). Bu amaçla, nem içeriği %19 olan kuru kayısılar önce %15 neme kadar kurutulmuş, daha sonra sırasıyla %20, 25 ve 30 neme rehidre edilmiştir. Kuru kayısıların nem içeriklerinin %15’den %30’a artmasıyla  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerlerinde önemli oranda artış belirlenirken,  $a^*$  değerinde azalma belirlenmiştir. Farklı  $a_w$  değerlerinde ( $a_w=0.48-0.69$ ), ve  $30^\circ\text{C}$ ’de depolanan üzümelerde, yüksek esmerleşme düzeyinin yüksek su aktivitesi değerlerine sahip üzümelerde gerçekleştiği görülmüştür (Frank vd. 2004). Yapılan bu çalışmalar, ürünün yüzey renginin nem içeriğine ve  $a_w$  değerine göre değiştiğini göstermiştir. Bu etkilerin yanında, kurutma yöntemlerinin de kurutulmuş ürünlerin rengi üzerine önemli etkisi bulunmaktadır. Nitekim, mikrodalga ve güneşte kurutma yöntemleri ile kurutulan çekirdeksiz üzümelerde, mikrodalga ile kurutulan örneklerin daha az esmerleştiği saptanmıştır (Kostaropoulos ve Saravacos 1995). Benzer bir çalışmada mikrodalga, vakum kurutucu ve tünel kurutucu yöntemleriyle kurutulmuş elma ve muzlarda esmerleşme fazla iken, dondurarak veya ozmotik kurutma uygulanan meyvelerin renklerinin korunduğu saptanmıştır (Krokida vd. 2001). Yapılan bu çalışmalar, kurutulmuş meyvelerin reflaktans renk değerleri üzerine gerek ürünün nem içeriğinin gerekse de uygulanan kurutma yöntemlerinin önemli düzeyde etkili olduğunu göstermiştir.

Reflektans renk değerlerinden  $L^*$  değeri, birçok üründe esmerleşme indeksi olarak kullanılmaktadır. Örneğin,  $L^*$  değerinin, kuru incirlerde (Piga vd. 2004) ve kurutulmuş armutlarda (Joubert vd. 2001) esmerleşme indeksi olarak kullanılabilceği ortaya konulmuştur. Farklı sıcaklıklarda ( $4^\circ$ ,  $7^\circ$ ,  $10^\circ$  ve  $20^\circ\text{C}$ ) depolanan ve %16–20 nem ve 1403–1859 mg/kg  $\text{SO}_2$  içeren kurutulmuş armutların,  $10^\circ\text{C}$ 'de 140 hafta sonunda renklerinin kabul edilebilir sınırlarda kaldığı belirlenirken,  $20^\circ\text{C}$ 'de ise, bu sürenin 60 (%18 nem) ve 27 (%20 nem) haftaya düştüğü saptanmıştır (Joubert vd. 2001). Bu çalışmada ürün renginin kabul edilip edilmeyeceği  $L^*$  değerine göre değerlendirilmiş ve artan nem düzeyi ve sıcaklıkla birlikte  $L^*$  değerinin azaldığı, diğer bir değişle esmerleşme düzeyinin arttığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar, esmerleşme değerinin reflektans renk değerlerinden  $L^*$  değeri dışında;  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinden hesaplanan  $\Delta E$  (toplam renk değişimi) ve BI (esmerleşme indeksi) değerleri ile de belirlenebileceğini ortaya koymuştur (Lee ve Nagy 1988, Castanon vd. 1998, Garza vd. 1999, Ibarz vd. 1999, Palou vd. 1999, Ibarz vd. 2000, Rattanathanalerk vd. 2005, Chutintrasri ve Noomhorm 2007, Olivasa vd. 2007, Ihns vd. 2011, Zambrano-Zaragoza vd. 2014). Örneğin, greyfurt sularının farklı sıcaklıklarda ( $20^\circ$ – $50^\circ\text{C}$ ) depolandığı bir çalışmada,  $\Delta E$  ve  $A_{420}$  değerleri arasında kuvvetli bir korelasyon ( $r=0.939$ ) bulunmuştur (Lee ve Nagy 1988). İki değer arasında bulunan güçlü korelasyon,  $\Delta E$  değerinin de esmer renk oluşumunu belirlemede kullanılabilceğini göstermektedir. Depolama sıcaklık ve süresindeki artışla birlikte, esmer renk oluşumu hızlanmakta ve bu artışa paralel olarak da aynı  $L^*$  değerinde olduğu gibi,  $\Delta E$  değeri de artmaktadır. Örneğin, farklı sıcaklıklarda ısıtılan ( $55^\circ$ – $95^\circ\text{C}$ ) ananas sularında, ısıtma sıcaklık ve süresinin artması ile  $\Delta E$  değerinin de arttığı belirlenmiştir (Rattanathanalerk vd. 2005). Benzer şekilde, farklı sıcaklıklarda sıcak hava ( $60^\circ$ – $100^\circ\text{C}$ ) ile kurutulan kayısılar da, artan kurutma sıcaklığıyla birlikte  $\Delta E$  değerinin de arttığı saptanmıştır (Ihns vd 2011). Buna karşın, BI değeri,  $L^*$  ve  $\Delta E$  değerlerinden farklı olarak, depolama sıcaklık ve süresindeki artışla birlikte azalmaktadır. Örneğin, sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların (%34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit) farklı sıcaklıklarda ( $5^\circ$ – $30^\circ\text{C}$ ) 10 ay depolandığı bir çalışmada,  $20^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde BI değeri 23 birim azalırken,  $30^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde 60 birim azaldığı belirlenmiştir (Alagöz 2013). BI değeri, taze kayısılar da

190 olarak belirlenirken, kayısıların 100°C’de kurutulmaları sonucunda bu değer 140’a düşmüştür (Ihns vd. 2011). Yapılan bu çalışmalar, esmer renk oluşumu ile  $\Delta E$  değerindeki artış ve BI değerindeki azalış arasında güçlü ilişki olduğunu göstermiştir.

Birçok gıdada olduğu gibi, gerek gün kurusu gerekse de SO<sub>2</sub> içeren kuru kayısıların rengi tüketici tercihini belirleyen en önemli kalite kriteridir. Kayısıların kendilerine özgü renkleri ise, karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi kayısı, meyve ve sebzeler içinde en önemli karotenoid kaynaklarından birisidir. Kayısıların karotenoid içeriğinin yaklaşık %60–70’inin  $\beta$ -karoten, %5–7’sinin  $\gamma$ -karoten, %4–7’sinin kriptoksantin, %5’inin likopen ve %1.5–2’sinin de luteinden oluştuğu saptanmıştır (Bauerfeind 1981). Bu karotenoidlere ek olarak, kayılarda  $\alpha$ -karoten, lutein ve zeaksantin de saptanmıştır (Dragovic-Uzelac vd. 2007). Yapılan birçok çalışmada, kayılarda başat karotenoidin,  $\beta$ -karoten olduğu ortaya konulmuştur (Sass-Kiss vd. 2005, Kurz vd. 2008, Sağırlı vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2013, Türkyılmaz vd. 2014).

Kayısların içerdiği gerek karotenoid miktarı gerekse de karotenoid profili, kayısıların çeşidine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin, ülkemizde yetiştirilen kayısı çeşitlerinin (Hacıhaliloğlu, Hasanbey, Soğancı, Kabaası, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıkız, Tokaloğlu ve Alyanak)  $\beta$ -karoten içerikleri arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Akın vd. 2008). Bu çeşitler içerisinde en fazla  $\beta$ -karotenin İzmir ilimizde yetiştirilen Alyanak çeşidinde (487 mg kg<sup>-1</sup>), en düşük  $\beta$ -karoten içeriğinin ise, Malatya ilimizde yetiştirilen Çöloğlu çeşidinde (57 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu saptanmıştır. En fazla kurutulan Hacıhaliloğlu çeşidinin kuru madde bazında 89 mg kg<sup>-1</sup>, Kabaası çeşidinin ise 262 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde  $\beta$ -karoten içerdiği bulunmuştur (Akın vd. 2008). Malatya yöresinde kurutmalık olarak en fazla kullanılan Hacıhaliloğlu, Kabaası, Çöloğlu ve Çataloğlu çeşitlerinin içerdiği  $\beta$ -karoten miktarlarının incelendiği çalışmada da Akın vd. (2008) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde, bu çeşitler içerisinde  $\beta$ -karoten içeriği en fazla Kabaası çeşidinde en az ise Çöloğlu çeşidinde belirlenmiştir (Türkyılmaz vd. 2014). Bu sonuçlar, ülkemizde yetiştirilen kurutmalık kayısı çeşitleri arasında en yüksek  $\beta$ -karoten içeriğine sahip çeşidin, Kabaası çeşidi olduğunu göstermektedir.

Karotenoidler, çift bağ içeren bileşikler olmaları nedeniyle kolaylıkla oksidasyona maruz kalabilmektedirler. Karotenoidlerin parçalanması üzerine oksidasyondan sonra etkili bir diğer faktör ise, sıcaklıktır. Dolayısıyla, depolama sıcaklığı karotenoidlerce zengin pek çok üründe karotenoid kayıpları üzerinde etkili olabilmektedir. Nitekim, yüksek nem içeren kuru kayısıların 20° ve 30°C’de 8 ay depolanması sonucu  $\beta$ -karoten içeriğinde önemli oranda azalma olduğu saptanmıştır. Buna karşın, aynı çalışmada, 5°C’de depolanan kuru kayısıların  $\beta$ -karoten içeriğinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Araştırmacılar, kuru kayısıların depolanması süresince karotenoid kayıplarının önlenmesi için düşük sıcaklıklarda (<20°C) depolamanın yapılmasını önermişlerdir (Sağırılı vd. 2008). Benzer bir çalışmada, farklı yöntemlerle kükürtlünen ve 5°–30°C sıcaklıklarda depolanan kuru kayısılarda da, depolama sıcaklık ve süresindeki artışla birlikte  $\beta$ -karoten düzeyindeki kayıpların arttığı belirlenmiştir (Coşkun 2010).

Kuru kayısılarda düşük sıcaklıkta depolama dışında, karotenoid kayıplarını önlemenin bir diğer yolu da kükürtleme işlemidir (Mahmutoğlu vd. 1996). Nitekim, kurutulmuş şeftalilerde yapılan bir çalışmada 6 aylık depolama sonunda kükürtlünenek kurutulmuş şeftalilerin karotenoid içeriklerinin kükürtlenmeden kurutulan şeftalilerden daha yüksek (%17-19) olduğu belirlenmiştir (Eheart ve Sholes 1945). Laboratuvarımızda yapılan bir çalışmada da, kuru kayısıların içerdiği SO<sub>2</sub> miktarının  $\beta$ -karoten düzeyleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenirken,  $\beta$ -karoten miktarının korunmasında gerekli minimum SO<sub>2</sub> düzeyi 800 mg/kg olarak belirlenmiştir (Türkyılmaz 2011). Ülkemizde yapılan bir çalışmada da kükürtlünenek kurutulmuş kayısılarda  $\beta$ -karoten içeriği kuru ağırlık bazında 39 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunurken, kükürtlenmeden kurutulmuş kayısılarda ise, 34 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Karabulut vd. 2007). Bunun yanısıra, kuru kayısılardaki karotenoid içeriği üzerine kükürtleme yönteminin bir etkisinin olmadığı da ortaya konulmuştur (Coşkun 2010). Elde edilen bu sonuçlara göre, kükürtlenmiş kayısıların içerdiği SO<sub>2</sub> bir antioksidan olarak davranmakta ve karotenoidlerin oksidasyonuna engel olarak onların kaybını sınırlandırmaktadır.

### 2.3 Kayısının Mikrobiyel Değişimine İlişkin Çalışmalar

Meyvelerin kurutulmaları sırasında, hem kimyasal hem de mikrobiyel değişimler meydana gelebilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Bu değişimler, meyvenin nem, SO<sub>2</sub>, doğal şeker düzeyi, asit içeriği ve sahip olduğu pH değerinden etkilenmektedir (Hui 1992). Meyvelerin kurutulması ortamdaki suyun önemli bölümünün uzaklaştırılması mikrobiyolojik stabiliteyi artırmaktadır. Ancak, bir gıdada bulunan suyun oranından çok, suyun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirliği önemlidir. Bu kullanılabilirlik oranı ise, su aktivitesi ( $a_w$ ) olarak nitelendirilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009).

Mikrobiyolojik yolla gıdaların bozulmasında en önemli faktör olarak  $a_w$  değeri kabul edilmektedir. Gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların faaliyet gösterdikleri su aktivitesi alt sınırının; bakteriler için 0.90, mayalar için 0.85 ve küfler için 0.70–0.75 arasında olduğu kabul edilmektedir. Ancak, düşük su aktivitesine sahip ortamlara dayanıklı patojen bakterilerden biri olan *Staphylococcus aureus* 0.83–0.84  $a_w$  düzeyine kadar gelişim gösterebilmekte,  $a_w=0.86$  ve üzerinde ise, toksin üretebilmektedir. Bunun yanı sıra bazı kserofilik küf ve ozmofilik mayalar için bu sınır 0.61'e kadar düşebilirken,  $a_w=0.60$ 'ın altında tüm mikroorganizmaların faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Laboratuvarımızda yapılan çalışmalarda, kuru ve orta nemli kayısıların su aktivitelerinin 0.50–0.83 arasında değiştiği belirlenmiştir (Sağırılı 2006, Coşkun 2010, Türkyılmaz 2011, Alagöz 2013). Örneğin, %27 nem içeren gün kurusu kayısılarda  $a_w$  değerinin 0.73–0.75 arasında; %34 nem içeren gün kurusu kayısılarda ise, 0.80–0.81 arasında değiştiği saptanmıştır (Alagöz 2013). Kurutulmuş kayısıların, bu  $a_w$  düzeylerinde, mikrobiyel açıdan küf ve maya gelişimi için uygun oldukları görülmektedir.

Gıdalardaki mikrobiyel gelişim ve faaliyetleri üzerine su aktivitesinin yanı sıra, gıdanın bileşimi, pH ve koruyucuların varlığı da etkili olabilmektedir. Bilindiği gibi, mikroorganizmanın gelişimi ya da faaliyeti sadece tek bir faktöre bağlı değildir. Örneğin,  $a_w$  değerinin azaltılması yanında, SO<sub>2</sub> ve sorbik asit gibi bazı koruyucuların kullanılması da mikrobiyel gelişim üzerine etkili olabilmektedir. Nitekim,  $a_w=0.61$ –

0.65 ve 188–2899 mg/kg düzeyinde SO<sub>2</sub> içeren kuru kayıslarda yapılan bir çalışmada, tüm SO<sub>2</sub> düzeylerindeki örneklerde maya-küf, toplam *Enterobacteriaceae* ve stafilokok/mikrokok ve bu son grup içindeki *S. aureus* türü bakterilerinin sayıları teşhis limitlerinin altında (<4 kob/g) saptanmıştır (Türkyılmaz 2011). Bu sonuçlar; 188 mg/kg konsantrasyonundaki SO<sub>2</sub>'in kuru kayıslarda olabilecek mikrobiyel gelişmeyi engellemeye yeterli olduğunu göstermektedir. Gün kurusu kayıslarda koruyucu olarak sorbik asidin kullanıldığı diğer bir çalışmada ise, 500–1000 mg/kg düzeyindeki sorbik asidin maya-küf yükü üzerine aynı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, sorbik asidin minimum düzeyde (500 mg/kg) kullanılması ile gün kurusu kayıslarda istenmeyen maya-küf gelişiminin engellenebileceği ortaya konulmuştur (Alagöz 2013).

Bilindiği gibi, sorbik ve benzoik asit gibi bazı koruyucuların kullanılması küflerin gelişimi üzerine etkili olurken, bazı ozmotolerant türler bu koruyuculara karşı direnç gösterebilmektedirler (El-Holouat vd. 1998). Nitekim, *Zygosaccharomyces rouxii*'nin sorbik aside yüksek tolerans gösterdiği belirlenmiştir (Maimer ve Busse 1992). Ozmotolerant bir maya olduğu bilinen *Z. rouxii*'nin yanı sıra *Rhodotorula glutinis*, *Cryptococcus albidus*, *Candida sake*, *Candida guilliermondii* ve *Candida colliculosa* kuru kayıslardan izole edilen diğer mayalardır (Senses-Ergül vd. 2007). Kurutulmuş kayısların doğal mikroflorasında bulunan küflerin %58'inin *Penicillium*, %34'ünün ise, *Aspergillus* cinsine ait küflerden oluştuğu belirlenmiştir (Zohri ve Abdel-Gawad 1993). Gün kurusu kayıslarda yapılan bir çalışmada,  $a_w=0.73-0.75$  arasındaki kayıslarda toplam maya-küf sayımında maya nadir olarak belirlenirken;  $a_w=0.80-0.81$  düzeyindeki gün kurusu kayıslarda ise, toplam maya-küf sayısının %86–100'ünü mayaların oluşturduğu belirlenmiştir (Alagöz 2013).  $a_w$  değeri 0.80–0.81 olan bu örneklerde küf oranı düşük düzeyde olsa da, bu  $a_w$  düzeyinde sorbik asit kullanılmaması halinde örneklerin küflendikleri gözlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada,  $a_w=0.81$  düzeyindeki gün kurusu kayısları koruyucu kullanmaksızın muhafaza etmenin mümkün olamayacağı sunucuna ulaşılmıştır.

Kurutulacak kayısının mikrobiyel kalitesinde, hasattan itibaren gerek kurutma, gerekse nemlendirme ve paketleme sırasındaki hijyen koşulları etkili olmaktadır. Nitekim, yapay yolla kurutulmuş kükürtlenmiş kayısların, güneşte kurutulmuş kükürtlenmiş

kayısılarla kıyasla daha yüksek mikrobiyel kalitesinin olduğu belirlenmiştir (Mahmutoğlu vd. 1996). Herhangi bir koruyucu içermeyen gün kurusu ( $a_w=0.73-0.75$ ) kayısıların  $4^{\circ}-30^{\circ}\text{C}$ 'de depolandığı bir çalışmada ise, kayıslarda düşük düzeyde maya-küf belirlenmiş olup, depolama boyunca maya-küf sayısında herhangi bir artış gözlenmemiştir (Alagöz 2013). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, başlangıç mikrobiyel yükü ve  $a_w$  değeri ( $<0.73$ ) düşük kurutulmuş kayısıların hiçbir koruyucu kullanılmadan da depolanması mümkün olabilmektedir.

Daha öncede belirtildiği gibi, kuru ve orta nemli kayısıların sahip oldukları  $a_w$  düzeyinde ( $a_w=0.50-0.83$ ), en fazla mikrobiyel bozulmaya neden olan mikroorganizmaların maya ve küfler olduğu saptanmıştır (Boylan vd. 1976, El-Halouat vd. 1998). Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (Anonim 2011b); kurutulmuş meyvelerde, sadece toplam maya-küf için mikrobiyolojik kriterler belirlenmiştir. Bu tebliğde toplam maya-küf için belirlenen limit,  $1.0 \times 10^4$  KOB/g'dir. Amerikan Gıda ve İlaç Daire'si (Food and Drug Administration, FDA) ise, bu limiti  $1.0 \times 10^3$  ( $1.0 \times 10^2$  küf ve  $1.0 \times 10^1$  maya) olarak belirlemiştir. Literatürde kurutulmuş kayısıların mikrobiyel yüklerine ilişkin çeşitli veriler bulunmaktadır. Örneğin, Güney Afrika'da satışa sunulan yüksek nem içeren ( $a_w=0.83-0.86$ ) ve kükürtlenmiş ( $1000-1500$  mg  $\text{SO}_2/\text{g}$ ) kuru kayıslarda toplam maya-küf yükünün  $1.4 \times 10^3-8.2 \times 10^2$  KOB/g düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Witthuhn vd. 2005). Laboratuvarımızda yapılan bir çalışmada, kükürtlenmiş ( $1458$  mg  $\text{SO}_2/\text{kg}$ ) kuru kayıslarda ( $a_w=0.80$ ) toplam maya-küf yükünün sayım limitlerinin altında ( $<4$ KOB/g) olduğu saptanmıştır (Sağırılı vd. 2008). Yönetmeliklerde kurutulmuş meyvelerde sadece toplam may-küf yükü ile ilgili bir limit değeri belirlenmesine karşın, birçok çalışmada bakteri yükleri de belirlenmiştir. Örneğin, orta nemli kükürtlenmiş kuru kayıslarda *Enterobacteriaceae* ve stafilokok/mikrokok bakterilerinin sayıları teşhis limitlerinin altında ( $<4$  KOB/g) bulunurken, TAMB ve TAPB sayısı sırasıyla,  $2.63 \times 10^2$  ve  $2.36 \times 10^1$  KOB/g düzeyinde belirlenmiştir (Sağırılı 2006). Sorbik asit içeren nemlendirilmiş kuru kayısılar üzerine yapılan bir çalışmada ise, TAMB ve TAPB sayısı sırasıyla,  $2.9 \times 10^2-8.1 \times 10^2$  ve  $9.5 \times 10^1-7.1 \times 10^2$  KOB/g aralıklarında bulunmuştur (Alagöz 2013). Elde edilen bu sonuçlar, kuru ve orta nemli kayısıların koruyucu madde içermeleri ( $\text{SO}_2$  veya



sorbik asit) ve/veya uygun  $a_w$  değerinde olmaları durumunda mikrobiyel yüklerinin izin verilen limitler içerisinde olduğunu göstermektedir.

Kayısıların kurutulduktan hemen sonraki mikrobiyel yükleri izin verilen limitler içerisinde olsa bile satışa sunulana kadar depolandıkları sıcaklık ve süre mikrobiyel yükleri üzerine çok etkilidir. Örneğin, LDPE (Low Density Polyethylene) ile ambalajlanıp 5°C’de 12 ay süresince depolanan %23.5 nem içeren kükürtlenmiş (849–843 mg SO<sub>2</sub>/kg) kuru kayısıların, depolama başında gerek TAMB sayısı gerekse de maya-küf sayısı <10 KOB/g düzeyinde iken, depolama sonunda TAMB sayısı 3x10<sup>3</sup>, maya-küf sayısı ise, 4x10<sup>2</sup> KOB/g düzeyine yükselmiştir (Mahmutoğlu vd. 1996). Yapılan bu çalışmada depolama başında mikrobiyel yükleri düşük olsa da kuru kayısıların depolanması için uygun olmayan sıcaklık seçimi nedeniyle mikrobiyel yükün depolama süresince arttığı görölmektedir.

Yüksek nem (%37-41) içeren kükürtlenmiş (1458-969 mg/kg) kuru kayısıların 8 ay depolanması sonunda TAMB sayısında 5°C’de 0.7; 20°C’de 1.1 ve 30°C’de 1.5 log KOB/g azalma olduğu belirlenmiştir (Sağırlı 2006). TAMB sayısında gözlenen bu azalma, kayısılardan uzaklaşan SO<sub>2</sub>’in buhar fazına geçmesine ve bu şekilde kayısıdan uzaklaşan SO<sub>2</sub>’in de ambalaj boşluklarında toplanarak adeta modifiye bir atmosfer oluşturmak suretiyle, bakterilerin geşişimini önlemesine bağlanmıştır. Bu sonuçlara göre, kuru ve orta nemli kayısıların depolanmaları süresince mikrobiyel kalitelerindeki değişimler, depolama başlangıcındaki mikrobiyel yükleri, depolama sıcaklık ve süresinin yanı sıra kullanılan ambalaj materyaline bağlı olarak  $a_w$  düzeyinde meydana gelen değişimler, kullanılan koruyucunun cinsi ve miktarına bağlı olarak değişmektedir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Gün kurusu kayısı**

Çalışmamızda materyal olarak kullanılan kükürtlenmemiş (gün kurusu) kayısılar, “Kayısı Araştırma Geliştirme ve Tanıtma Vakfı, Malatya” tarafından sağlanmıştır. Çalışmamızda, ticari kuru kayısı üretiminin %65’ini oluşturması nedeniyle Hacihaliloğlu çeşidi gün kurusu kayısılar kullanılmıştır.

##### **3.1.2 Kimyasallar**

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ile kimyasal analizlerin ekstraksiyon aşamasında kullanılan solventler, Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilmiştir. HPLC analizlerinde, HPLC saflığında (HPLC grade) solventler kullanılmıştır. Yapılan diğer analizlerde de yine Merck firmasından temin edilmiş analitik saflıkta (analytical grade) veya yüksek saflıkta (extra pure) kimyasallar kullanılmıştır. Kimyasal analizlerde kullanılan kurşun asetat ve bütillenmiş hidroksitoluen ise, Sigma-Aldrich (St.Louis, MO) firmasından temin edilmiştir.

#### **3.2 Metod**

##### **3.2.1 Materyalin hazırlanması**

Malatya’dan temin edilen gün kurusu kayısılar Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne getirilerek burada çürük, zedelenmiş, çok açık ve çok koyu renkte olanlar ile çok nemli ve kuru olanlar tek tek elle ayıklama işlemine tabi tutulmuşlardır. Bu ayıklama işleminde, elden kayıslara nem geçişini önlemek amacıyla tek kullanımlık plastik eldivenler kullanılmıştır. Daha sonra, kayısılar iyice harmanlanmış ve nemin dengeye gelmesi için 50 L’lik ağzı sıkıca kapanabilen plastik kovalar içerisinde

20°C'deki sıcaklık kontrollü bir odada 1 ay süreyle bekletilmiştir. Denge nemine getirilmiş gün kurusu kayıslardan (%13.7 nem düzeyinde) az miktarda örnek, fümige edilmeden analizler için ayrılmıştır. Örnek kitlesinin esas bölümü ise, Kayseri'de bulunan kuru kayısı işleyen bir işletmede fümige edilerek, depolama sırasında muhtemel böcek gelişimi engellenmeye çalışılmıştır. Fümige edilen kuru kayısların bir bölümü ticari kuru kayısı üretiminde yapıldığı şekilde yığın olarak depolanmaya bırakılmıştır. Fümige edilen kuru kayıslardan geri kalan bölümü ise, aynı işletmede rehidre edilmiş ve tüketici ambalajlarında ambalajlanmıştır. Gün kurusu kayısların işlenme aşamaları şekil 3.1'de verilmiştir.

### **3.2.1.1 Fümigasyon**

Denge nemine ulaşan gün kurusu kayıslar kuru meyve işleme tesisinde bu konuda uzman bir kişi tarafından %57'lik (w/w) alüminyum fosfid ile fümige edilmiştir (Tamtoxin, Platin Kimya, İstanbul). Bu amaçla, kuru meyve yığınının farklı bölümlerine, 1 m<sup>3</sup> hacimde 3–6 g (1–2 tablet) olacak şekilde tablet halindeki fümigant yerleştirildikten sonra, fümigasyon odası sıkıca kapatılmıştır. Fümigasyon işlemi, 20°±3°C'de 4 gün süreyle uygulanmıştır.

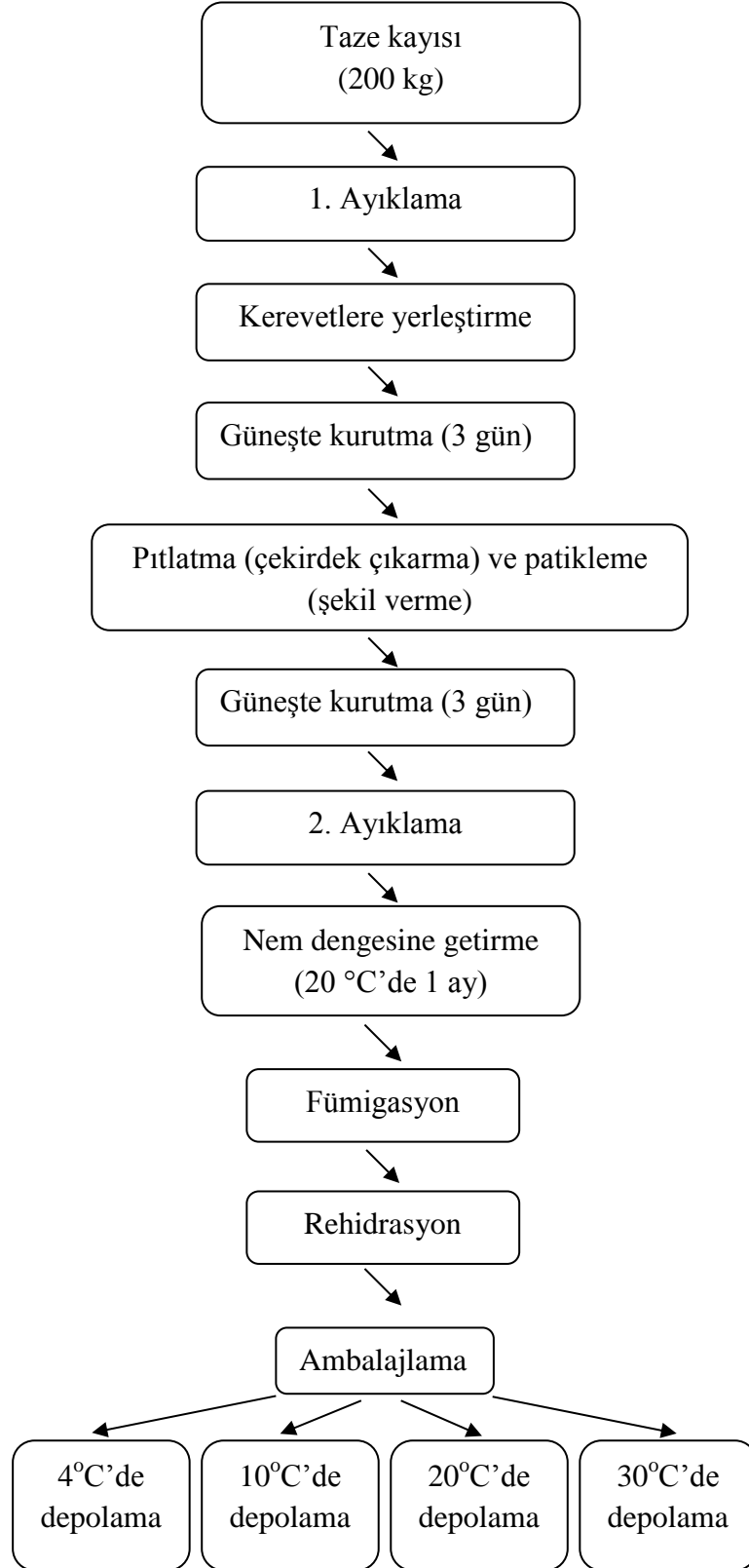
### **3.2.1.2 Rehidrasyon**

Bu amaçla, denge nemine ulaşmış ve fümige edilmiş bir kısım gün kurusu kayısı duşlama sistemi ile rehidre edilmiştir. Bu amaçla, duşlu bir yıkama sisteminde yıkanan kuru kayıslar plastik kasalara alınarak 4 gün süresince oda sıcaklığında kendi hallerinde bekletilerek nemlendirilmişlerdir. Hedeflenen %25 nem düzeyine ulaşabilmek için, kuru kayıslar bir kez daha yıkanarak, oda sıcaklığında kendi hallerinde bekletilerek ikinci kez nemlendirilmişlerdir. Daha sonra üzerlerine basınçlı su püskürtülerek son bir kez daha yıkanarak hareketli bant yardımıyla kurutucuya aktarılmıştır. Burada kuru hava ile kuru kayısların yüzeylerindeki su uzaklaştırılmıştır. Rehidre edilen ve yüzeylerindeki su uzaklaştırılan gün kurusu kayıslar, denge nemine ulaşmaları amacıyla bir kez daha kapalı kaplar içerisinde 20°±2°C'de 2 hafta süreyle bekletilmiştir.

### 3.2.1.3 Ambalajlama ve depolama

Çalışmamız kapsamında; gün kurusu kayısılar hem ambalajlanmadan yığın olarak (ticari depolama koşullarına model) hem de ambalajlandıktan sonra (tüketici ambalajlarına model) depolama çalışması yürütülmüştür. Bu amaçla; kendi halinde bekletilerek denge nemine getirilen (%13.7) gün kurusu kayısılar yığın olarak depolanırken, rehidre edilerek iki farklı nem düzeyine getirilen (%23.5 ve %27) gün kurusu kayısılar ise nem geçirgenliği düşük ve halen tüketici ambalajı olarak piyasaya sürülen, kuru kayısıların önemli bölümünün ambalajlarında yaygın olarak kullanılan, bir ambalaj materyali ile ambalajlanarak depolanmıştır. Ambalaj filminin (Polivinil klorür, PVC) nem ve gaz geçirgenliği sırasıyla,  $500 \text{ cm}^3/(\text{cm}^2.\text{gün})$  ve  $20\ 000 \text{ dm}^3 \text{ O}_2/(\text{cm}^2.\text{gün})$ 'dür. Polistrenden yapılmış her bir pakete yaklaşık 500 g gün kurusu kayısı konulduktan sonra, ambalajın üzeri PVC filmle kapatılmıştır.

Gün kurusu kayısı örnekleri hem ambalajlı hem de ambalajsız (yığın olarak) olarak;  $4\pm 0.5^\circ$ ,  $10\pm 0.5^\circ$ ,  $20\pm 0.5^\circ$  ve  $30\pm 0.5^\circ\text{C}$  olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Depolamada,  $4^\circ$  ve  $10^\circ\text{C}$  düşük sıcaklıkta depolamayı,  $20^\circ\text{C}$  oda sıcaklığında depolamayı ve  $30^\circ\text{C}$  de yaz aylarında muhtemelen karşılaşılabilecek yüksek sıcaklık dikkate alınarak seçilmiştir. Depolanan örnekler, sıcaklık salınımı  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  olan soğutmalı inkübatörlerde (Sanyo MIR 153 ve 253, Gunma, Japonya) depolamaya bırakılmıştır.



Şekil 3.1 Gün kurusu kayısı üretim akış şeması

### **3.2.2 Fiziksel analizler**

#### **3.2.2 1. Örnek hazırlama**

Bu amaçla 500 g'lık örnek kitlesinden önce aseptik koşullarda mikrobiyolojik analizler için örnek alınmıştır. Daha sonra arta kalan örneğin tamamı, 4 mm çapındaki ayna kullanılarak kıyma makinasından (Tefal Maxi Power 1800 W, Fransa) 2 defa çekilmiştir. Kıyma makinasından her çekim sonrasında tek kullanımlık (disposable) eldiven giyilerek örnek elle iyice yoğurulmuş ve böylece olabildiğince homojen bir karışım elde edilmiştir. Nem ve yüzey rengi analizleri dışında, diğer tüm analizlerde bu kitleden örnek alınmıştır.

#### **3.2.2.2 Nem tayini**

Gün kurusu kayısıların nem tayini A.O.A.C. (2000) tarafından önerilen 920-149 No'lu gravimetrik yöntemle göre yapılmıştır. Bu amaçla 8.5 cm çapında ve kapakları sıkıca kapanabilen alüminyum kurutma kaplarına kayısıların yüzey alanını artırmak amacıyla 2 g deniz kumu tartılarak (Mettler-Toledo XS 205, Greifensee, İsviçre), kayısılar 110°C'deki etüvde (Mettmert ULM 500, Schwabach, Almanya) 2 h süreyle kurutulmuştur. Bu süre sonunda, kurutma kaplarının kapakları kapatılarak desikatörde soğutulmuş ve daraları hassas bir terazide tartılarak (Mettler-Toledo XS 205) kaydedilmiştir. Homojen hale getirilmiş kayısı kitlesinden hassas terazi yardımıyla kurutma kaplarına yaklaşık 5 g örnek  $\pm 0.001$  mg duyarlılıkla tartılmış ve üzerlerine bir miktar ılık damıtık su ilave edilmiştir. Cam bir baget yardımıyla deniz kumu ve kıyma makinasından çekilmiş kayısı karıştırılarak bulamaç haline getirilmiş ve karıştırmada kullanılan cam baget yeterli miktarda ılık damıtık su ile kurutma kabına yıkanarak örnek kaybı önlenmiştir. Kurutma kapları, önce kaynamakta olan su banyosu (Mettmert WB 14, Schwabach, Almanya) üzerinde yüzeyde bulunan su buharlaşana kadar, daha sonra vakumlu etüvde (Heraeus VT 6025, Hanav, Almanya) 70°C'de ve 100 mm Hg basınç altında sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kurutma sırasında, belli düzeyde nem içeren dış atmosfer havası sülfürik asitten ( $H_2SO_4$ ) saniyede 2 kabarcık oluşturacak şekilde geçirilerek, nemini  $H_2SO_4$  içinde bırakması sağlanmış ve böylece etüve devamlı

olarak taze ve kuru hava verilmiştir. Kurutma işlemi sonunda, kurutma kabının kapağı kapatılarak desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. İlk ve son tartımlar arasındaki farktan örnekteki yüzde nem miktarı hesaplanmıştır. Nem analizleri 4 paralel olarak yürütülmüştür.

Her ne kadar örneklerin denge nemine erişmesi için 1 ay süreyle beklenilmişse de nem içeriği bakımından kayıslar arasındaki farklılıkların tamamen ortadan kaldırılamadığı görülmüştür. Bu nedenle, her bir sıcaklık derecesi ve nem düzeyi için sadece nem tayininde kullanmak amacıyla rastgele 20'şer adet gün kurusu kayısı alınmış ve tüm depolama süresi boyunca nem analizleri ayrılan bu örneklerde yürütülmüştür. Bu amaçla, kayısların başlangıç ağırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Nem analizleri için tartılan örnekler, denemeler için ayrılan örneklerle aynı inkübatörlerde (Sanyo MIR 153 ve 253) depolanmaya bırakılmıştır. Bu şekilde, nem analizlerinin hep aynı kitlede yapılması ile örnek kitleleri arasındaki farklılıkların da en aza indirilmesi sağlanmıştır. Rehidre edildikten sonra ambalajlanan kayıslardan nem analizi için ayrılmış ambalajlı örneklerin analize alındığı sürelerde, ambalajlar açılarak eldiven ile kayıslar hassas terazide süratle tartılmış ve kayısların başlangıç nem miktarı ile ağırlıklarındaki değişimler dikkate alınarak nem miktarları hesaplanmıştır. Kayıslar tartıldıktan sonra, yine eldivenle ve süratle aynı ambalajlara konulmuş ve ambalajların ağzı sıkıca kapatılmıştır. Yığın halde depolanan örnekler için ayrılan nem örnekleri ise, ambalajlanmadan inkübatör içinde açıkta depolanmıştır. Nem analizlerinde eldiven kullanılarak, elden kayısı örneklerine nem geçişi engellenmiştir.

### **3.2.2.3 Su aktivitesi tayini**

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi ölçme cihazı (Aqualab 4TE, Pullman, WA, A.B.D.) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler 25°C'de yapılmıştır.

### **3.2.2.4 pH tayini**

pH değeri, potansiyometrik olarak pH-metre (WTW Inolab Level 1, Weilheim, Almanya) ile Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu

amaçla homojen haldeki kayısı kitlesinden yaklaşık 10 g örnek tartılarak (Sartorius AG, BP 3100S, Goettingen Almanya), 90 mL damıtık su içinde 1 gün süreyle +4°C’de rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, daha sonra yüksek devirli bir blenderde (Waring Commercial, Torrington, CT, A.B.D.) 3 dak. homojenize edilmiş ve ardından kaba filtre kağıdından filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat, hem pH hem de titrasyon asitliği tayinlerinde kullanılmıştır.

### 3.2.2.5 Renk ölçümleri

Bu amaçla, reflektans spektrofotometresi (Minolta CM-3600d, Osaka, Japonya) kullanılmıştır. Kurutulmuş kayısıların renklerinin ölçümünde CIE L\*a\*b\* ve L\*C\*h\* sistemleri kullanılarak L\*, a\*, b\*, C\* ve h\* değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, L\*, a\* ve b\* değerlerinden, renk değişimini gösteren  $\Delta E$  ve esmerleşme düzeyini gösteren esmerleşme indeksi (BI) değerleri aşağıda verilen 3.1–3.3 No’lu eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta E = [(L^*_2 - L^*_1) + (a^*_2 - a^*_1) + (b^*_2 - b^*_1)]^{1/2} \quad (3.1)$$

$$BI = [100 * (x - 0.31)] / (0.17) \quad (3.2)$$

$$x = (a^* + 1.75 L^*) / (5.645 L^* + a^* - 3.012 b^*) \quad (3.3)$$

Spektrofotometre, beyaz seramik plakaya karşı her kullanımdan önce standardize edilmiştir. 8 mm çapında ölçüm alanına sahip renk ölçüm başlığı kullanılmıştır. Işık kaynağı olarak CIE tarafından belirlenen C ışıtıcısı (Illuminant C) kullanılmıştır. Yüzey rengi ölçümlerinde, her bir depolama sıcaklığı ve nem içeriği için, 15’şer adet kuru kayısı alınmış ve renk analizleri tüm depolama süresince aynı örnek kitlesinde yapılmıştır. Renk ölçümlerinin hep aynı kayısılarda yapılmasıyla, her ölçümde tesadüfen alınacak örneklerde zaten var olan farklılığın sonuca yanlış yansımaları da



engellenmiştir. Kayısı örneklerinin her iki yüzünde de ayrı ayrı renk ölçümü yapılmış ve bulunan değerlerin ortalamaları ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Renk ölçümlerinde “Minolta CM-S100w SpectraMagic NX” 1.22 versiyonu bilgisayar programı kullanılmıştır.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$  değerlerine ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri bu program kullanılarak hesaplanmıştır. Nem analizlerinde yapıldığı gibi, analiz sonunda, ambalaj içinden alınan rehidre edilmiş kayısılar eldivenle ve süratle aynı ambalajlara konulmuş ve ambalajların ağzı sıkıca kapatılmıştır. Yığın halde depolanan örnekler için ayrılan renk örnekleri ise, ambalajlanmadan inkübatör içinde açıkta depolanmıştır.

### **3.2.3 Kimyasal analizler**

#### **3.2.3.1 Titrasyon asitliği tayini**

Titrasyon asitliği, pH ile izlenerek yürütülen elektrometrik titrasyonla saptanmış ve bu amaçla Cemeroglu (2010) tarafından önerilen işlemler uygulanmıştır. Bu amaçla, pH tayini için hazırlanmış olan filtratdan 25 mL alınarak, ayarlı NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e gelene kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliği, kuru ağırlık bazında susuz sitrik asit cinsinden “g/100 mL” olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.3.2 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi**

Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi için, Baloch vd. (1973) tarafından önerilen yöntem modifiye edilmiştir. Bu yöntemin ilkesi; esmerleşme reaksiyonları sonucunda oluşan suda çözünen kahverengi pigmentlerin, %2'lik asetik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmesi ve elde edilen ekstraktta yer alan karotenoid pigmentlerinin kurşun asetat ve etil alkol ile çöktürülmesine dayanmaktadır. Yapılan bu çöktürme işlemi ile, kayısılarda fazla miktarda bulunan karotenoidlerin 420 nm'de absorban değerini artırma etkisi engellenmiştir.

Daha önce tarif edildiği gibi elde edilen homojen kitleden 4 g örnek tartılarak (Mettler-Toledo XS 205) 80 mL %2'lik (w/v) asetik asit içinde 1 gün süreyle +4°C'de rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım daha sonra 3 dak. süreyle blenderda (Waring Commercial, Torrington) homojenize edilmiştir. Blender, asetik asit çözeltisiyle iyice yıkandıktan sonra elde edilen bulanık ekstrakt 8000 x g'de 15 dak. süreyle santrifüj (Sigma 3K 15, Osterodeum Harz, Almanya) edilmiştir. Santrifüj tüplerinin üstteki sıvı kısımları (supernatant) bir behere ayrılıp, üzerine ikinci kez 20'şer mL %2'lik asetik asit çözeltisi eklenerek yeniden 8000 x g'de 15 dak. süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüplerinin üstteki sıvı kısımları bir önceki aşamada elde edilen supernatant ile aynı behere ayrılıp 5 mL %10'luk (w/v) kurşun asetat çözeltisi eklendikten sonra bir cam çubukla iyice karıştırılmış ve bu karışım %2'lik asetik asit çözeltisi ile 150 g'a tamamlanmış ve bir defa daha aynı süre ve aynı devirde santrifüj işlemi uygulanmıştır. 25 mL süpernatant alınarak, eşit hacimde etil alkol ile karıştırılmış ve bulanıklık öğeleri tekrar santrifüjlenerek çöktürülmüştür. Böylece berrak bir sıvı elde edilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri, örnek ve şahidin aynı anda konulabildiği çift huzmeli (double-beam) spektrofotometre (ThermoSpectronic Helios- $\alpha$ , Cambridge, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Absorbans ölçümleri, örneklerdeki esmerleşme düzeyinin belirlenmesi için 420 nm'de, çok düşük düzeyde bulunan bulanıklığın belirlenmesi için ise, 600 nm'de yapılmıştır. Esmerleşme düzeyi, 420 nm ve 600 nm'de okunan absorbans değerleri arasındaki farkın seyreltme faktörleri ile çarpılması ile hesaplanmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

### **3.2.3.3 Karotenoid dağılımının belirlenmesi**

Kuru kayıslarda karotenoid dağılımının belirlenmesinde 3 aşamadan (ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama) oluşan HPLC yöntemi uygulanmıştır.

*Ekstraksiyon;* Bu amaçla, Sadler vd. (1990) tarafından ortaya konulan yöntem kullanılmıştır. Kıyma makinasından çekilerek öğütülen kuru kayıslardan 10 g örnek tartılmış (Sartorius AG BP 3100S) ve 20 mL damıtık su içinde +4°C'de 1 gün süreyle

rehidrasiyona bırakılmıştır. Bu karışım, yüksek devirli homojenizatörde (Waring Commercial) homojenize edilmiştir.

Hazırlanan bu homojenizattan yaklaşık 2 g örnek doğrudan ekstraksiyon işleminin yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmıştır (Mettler-Toledo XS 205). Ortam, tartılan örnek üzerine 0.1 g CaCO<sub>3</sub> eklenerek nötrale edilmiştir. Bu örnek üzerine, ekstraksiyon çözeltisinden (hekzan:aseton:etanol, 50:25:25, v/v/v) 25 mL eklenip, tüpler orbital bir çalkalayıcıda (Heildolph Unimax 2010, Schwabach, Almanya) 220 rpm devirde 15 dak. süreyle çalkalanarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonunda, dipteki kalıntının tamamen renksiz olduğunun gözlenmesi uygulamanın önemli noktalarından birisidir.

Ekstraksiyon işleminden sonra, üzerine faz ayırımını hızlandırmak amacıyla bir miktar damıtık su ilave edilerek, +4°C’de santrifüjlenmiş ve böylece karotenoidleri içeren hekzan fazının ayırımı sağlanmıştır. Hekzan fazından amber renkli cam bir şişeye yaklaşık 5 mL aktarılmış ve azot gazı altında 40°C’de kurutulmuştur. Geride kalan kalıntı, bir miktar tetrahidrofuran (THF, %0.01 bütillenmiş hidroksitoluen- BHT içeren) içinde çözündürülmüş ve metanol ile seyreltilmiştir. Karotenoidleri içeren bu çözelti 0.22 µm gözenek çapındaki teflon (PTFE, polytetrafloroetilen) filtreden (Sartorius AG) filtre edilerek, HPLC’nin oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL’lik cam şişelere (vial) alınmış ve bekletilmeden HPLC’ye enjekte edilmiştir.

*Tanımlama ve hesaplama;* Kuru kayıslarda karotenoidlerin tanımlanması ve miktarının hesaplanmasında ”yüksek performanslı sıvı kromatografi” cihazından (HPLC, Agilent 1200 serisi, Waldbronn, Almanya) yararlanılmıştır. Kullanılan HPLC sistemi; ikili (binary) pompa, foto dioderey dedektör (PDA, photo diyodarray dedector), +4°C sıcaklığa kadar örnekleri soğutabilen termostatlı oto-örnekleyici (thermostatted auto-sampler), gaz giderici (degasser) ve kolon fırınından (thermostatted column compartment) oluşmaktadır. Elde edilen kromatogramlar “ChemStation rev.B.02.01” yazılım programı ile değerlendirilmiştir.

*Kromatografi koşulları:*

- **Kolon:** Ters faz C<sub>30</sub> kolonu (250 x 4.6, 5 µm) (Phenomenex Inc., Los Angeles, CA, A.B.D.)
- **Koruyucu kolon:** C<sub>30</sub> koruyucu kolon (10 x 4.6 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- **Akış hızı:** 1.0 mL dak.<sup>-1</sup>
- **Elüsyon süresi:** 35 dak.
- **Enjeksiyon hacmi:** 50 µL
- **Dalga boyu:** 450 nm
- **Hareketli faz (mobil faz):** Metanol:tersiyerbütileteter (65:35, v/v, %0.1 BHT içeren) karışımı. Tersiyerbütileteterin uçucu olması nedeniyle bir müddet sonra kendiliğinden iki solvent arasındaki oran değişebilmektedir. Bunu önlemek amacıyla, solventler farklı şişelere konularak, kullanılmadan hemen önce belirtilen oranda karıştırıldıktan sonra sisteme verilmiştir. İzokratik akış söz konusudur.
- **Kolon sıcaklığı:** 30°C

Kromatogramda saptanan karotenoid pikleri, standart maddelerin geliş süreleri (retention time) ve PDA dedektörü yardımıyla elde edilen UV spektrumlarının karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Örnekteki karotenoid miktarı ise, karotenoid standartları ile oluşturulan standart eğrilerden hesaplanmıştır. Kuru kayısındaki karotenoid madde miktarları ise, kuru madde bazında, örneğin seyreltme faktörü dikkate alınarak belirlenmiştir.

#### **.2.3.3.1 β-karoten için geri kazanım (recovery) analizi**

Karotenoid dağılımının belirlenmesi analizi sırasında olabilecek muhtemel kayıpları belirlemek amacıyla geri kazanım (recovery) testi yapılmıştır. Bu amaçla; Yemiş vd. (2010) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin temeli, örneğe belli miktarda ilave edilen standart maddenin analiz sonunda “% ne kadarının” kazanıldığının belirlenmesine dayanmaktadır. Bunun için aşağıda verilen 2 farklı analiz yürütülmüştür.

İlk olarak, ilave edilecek standardın örnekteki miktarının belirlemek için “örneğin analizi” yapılmıştır. İkinci olarak da, ilave edilen standardın, örnekte standarda ait olan pik alanını “% ne kadar artırdığını” belirlemek amacıyla “standart ilave edilmiş örneğin analizi” yapılmıştır. Bu amaçla standart; örneğe analizin başlangıcında, yani ekstraksiyondan önce ilave edilmiştir. Böylece geri kazanım deneyinin, analizin çok önemli bir aşaması olan ekstraksiyon işlemini de kapsamaya sağlanmıştır. Bu amaçla, “**3.2.6.3 Karotenoid dağılımının belirlenmesi**” bölümünde belirtilen yöntemle hazırlanan homojenizattan 5 g ( $\pm 0.001$ g) örnek doğrudan ekstraksiyonun yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmış (Mettler-Toledo XS 205) ve üzerine “9, 18 ve 36 mg  $\beta$ -karoten/100 g kuru madde” içerecek düzeyde standarttan ilave edilip, iyice karıştırılmıştır. Daha sonra, yine aynı bölümde belirtilen yöntemlerle ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri yapılmış ve elde edilen ekstraktlar 0.22  $\mu$ m gözenek çapındaki teflon filtrelerden (Sartorius AG) filtre edildikten sonra bekletilmeden HPLC’ye enjekte edilmiştir.

Elde edilen pik alanları integre edilerek hesaplanmış ve bu alanlara eşdeğer konsantrasyonlar  $\beta$ -karoten standart eğrisinden (Şekil 3.2) belirlenmiştir. Belirlenmiş standart madde miktarlarından yararlanılarak aşağıda verilen 3.4 ve 3.5 No’lu eşitlikler yardımıyla “geri kazanım” ve “tekrarlanabilirlik” (reproducibility, varyasyon katsayısı) değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Geri kazanım (\%)} = \frac{A_2 - A_1}{A_3} \quad (100) \quad (3.4)$$

Burada:

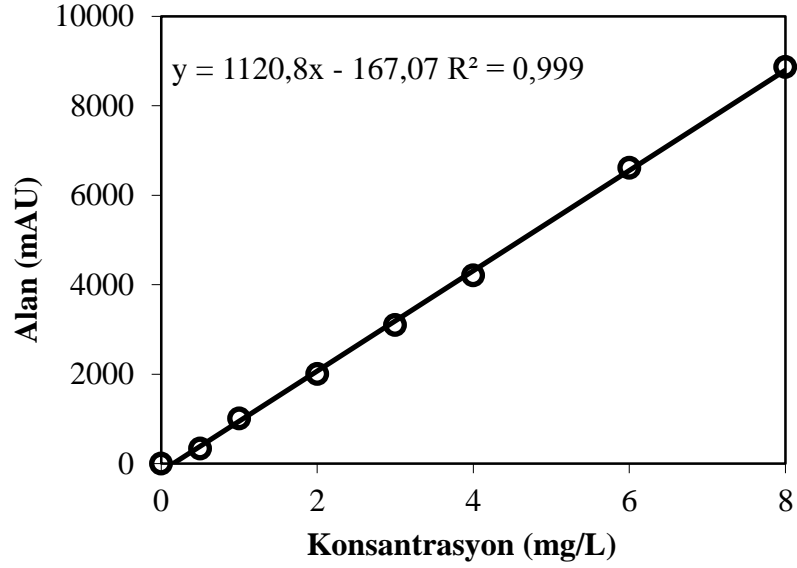
$A_1$ : Standart ilave edilmemiş materyaldeki  $\beta$ -karoten miktarı (mg),

$A_2$ : Standart ilave edilmiş materyaldeki  $\beta$ -karoten miktarı (mg),

$A_3$ : İlave edilen standart miktarı (mg).

$$\text{Varyasyon katsayısı, CV (\%)} = \frac{\text{Geri kazanım testinin standart sapması}}{\text{Geri kazanım}} \quad (100) \quad (3.5)$$

Geri kazanım değerlerinin ortalaması



Şekil 3.2 β-karoten standart eğrisi

#### 3.2.3.4 Hidroksimetil furfural (HMF) miktarının belirlenmesi

Gün kurusu kayısılarda HMF miktarının belirlenmesinde, “**3.2.6.3 karotenoid dağılımının belirlenmesi**” bölümünde olduğu gibi 3 aşamadan (ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama) oluşan HPLC yöntemi kullanılmıştır.

*Ekstraksiyon:* Bu amaçla, Zappala vd. (2005) tarafından ortaya konulan yöntem temel alınmış, ancak örnek hazırlama aşamasında tarafımızdan bazı modifikasyonlar yapılmıştır. “**3.2.2.1. Örnek hazırlama**” bölümünde verildiği şekilde hazırlanarak homojen hale getirilen örnek kitlesinden 5 g ( $\pm 0.001$  mg) örnek tartılarak (Mettler-Toledo XS 205), 10 mL damıtık su içinde  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de (Sanyo MIR 153) 1 gece süreyle rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım daha sonra, yüksek devirli bir homojenizatörde (Heidolph SilentCrusher M) 13500 rpm'de 3 dak. süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizattan, yaklaşık 5 g örnek doğrudan ekstraksiyon işleminin yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmıştır (Mettler-Toledo XS 205). Tartılan örnek üzerine 15 mL damıtık su ilave edilmiş ve elde edilen süspansiyon  $9390 \times g$ 'de 10

dak. süreyle santrifüjlenmiştir (Sigma 3K 15). Santrifüj tüpündeki berrak süpernatant fazı doğrudan, 25 mL'lik ölçü balonuna alınıp, hacme tamamlanmıştır. Balondaki çözeltinin bir bölümü 0.45 µm gözenek çaplı PVDF (polyvinylidene fluoride) filtreden (Sartorius AG) filtre edilerek HPLC'nin oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL'lik viallere alınmış ve bekletilmeden HPLC'ye enjekte edilmiştir.

*Tanımlama:* Gün kurusu kayıslarda HMF'nin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında “**3.2.3.3 Karotenoid miktarının belirlenmesi**” bölümünde ayrıntıları verilen HPLC cihazından (Agilent 1200 serisi) yararlanılmıştır. Elde edilen kromatogramlar “ChemStation rev.B.02.01” yazılım programı ile değerlendirilmiştir.

*Kromatografi koşulları:*

- **Kolon:** Ters faz C<sub>18</sub> kolon (250 x 4.6 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- **Koruyucu kolon:** C<sub>18</sub> koruyucu kolonu (4 x 3 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- **Akış hızı:** 0.7 mL dak.<sup>-1</sup>
- **Elüsyon süresi:** 30 dak.
- **Enjeksiyon hacmi:** 50 µL
- **Dalga boyu:** 285 nm
- **Mobil faz:** Metanol:su (10:90, v/v) karışımı. Su, %1 asetik asit içerecek şekilde hazırlanmıştır. İzokratik akış söz konusudur.
- **Kolon sıcaklığı:** 25°C

Kromatogramlarda elde edilen HMF pikleri, standart maddenin kolondaki geliş süresi ve PDA dedektöründe elde edilen UV spektrumlarının karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.

### 3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

#### 3.2.4.1 Örnek hazırlama

Örneğin homojenliğini sağlamak için depolanan örneklerin farklı kısımlarından tesadüfi olarak 25 adet (200–250 g) kuru kayısı alınarak aseptik koşullarda steril bir makas yardımıyla 6 eşit parçaya kesilmiştir. Bu şekilde kesilen parçalardan, her bir tekerrür için gerekli olan 30 g'lık alt örnekler, sterilize edilmiş 500 mL'lik vida kapaklı erlenmayerlere tartılmıştır. Bu çalışmada, gün kurusu kayısıların mikrobiyel yüklerinin düşük olması nedeniyle, örnek miktarı tarafımızdan insiyatif kullanılarak arttırılmıştır. Erlenmayer içerisinde bulunan 30 g örnek üzerine, örneğin yavaş yavaş rehidre edilmesi ve böylece mikroorganizmalarda ozmotik şokun engellenmesi amacıyla 90 mL %0.1'lik peptonlu sudan örneğin üzerini ıslatacak şekilde bir miktar (10 mL) aktararak 15 dak. oda sıcaklığında (~20°C) bekletilmiştir (Mackey 2000). Daha sonra 90 mL %0.1 (w/v) peptonlu suyun (PS) kalan kısmı da eklenerek, kollu bir çalkalayıcıda (Griffin & George Ltd., İngiltere) 1.5 dak. süreyle (1000 titreşim/dak.) çalkalanarak mikroorganizmaların peptonlu suya geçişi sağlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan kayısı-peptonlu su karışımının sıvı kısmı aşağıda belirtilen mikrobiyel sayımlar için kullanılmıştır. Mikrobiyolojik sayımlar için “Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods” da verilen yöntemler esas alınmıştır (Anonymous 2002).

#### **3.2.4.2 Toplam aerob mezofil ve psikrofil bakteri sayımı**

Toplam aerob mezofil ve psikrofil bakteri sayısı, %0.1(w/v) PS ile hazırlanan uygun seyreltilerden Plate Count Agar (PCA) besiyerine dökme yöntemiyle ekim yapılarak belirlenmiştir. Ekim yapılan petri kutuları, mezofil bakteriler için 28°C'de 24–48 h, psikrofil bakteriler için ise, 7°C'de 10 gün süreyle inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda oluşan tüm koloniler sayılmıştır.

#### **3.2.4.3 Maya-küf sayımı**

Bu amaçla %0.1 PS ile hazırlanan uygun seyreltilerden kserofil küf ve maya için Dichloran Glycerol (DG 18) agar, maya-küf sayımı için Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC), ozmofil maya sayımı için %40 (w/v) glukoz çözeltisinde homojenize edilen ve aynı seyreltme çözeltisinde hazırlanan seyreltilerden Malt Extract



Yeast Extract %40 Glucose Agar (MY40G) besiyerlerine dökme yöntemiyle ekim yapılmış ve petri kutuları 28°C’de 6 gün süreyle inkübe edilmiştir.

#### **3.2.4.4 Toplam *Enterobacteriaceae* bakteri sayımı**

Toplam *Enterobacteriaceae* bakteri sayımı için uygun seyreltilerden Violet Red Bile Dextrose Agar (VRBDA) besiyerine dökme yöntemiyle ekim yapılmış ve 37°C’de 24 h süreyle inkübe edilen petri kutularında sayım yapılarak toplam *Enterobacteriaceae* bakteri sayısı belirlenmiştir.

#### **3.2.4.5 *Staphylococcus aureus* sayımı**

*S. aureus* sayımı için uygun seyreltilerden yumurta sarısı emülsiyonu ve potasyum tellurit katkılı Baird Parker besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları, 37°C’de 24–48 h süreyle inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda oluşan tipik koloniler sayılarak ve doğrulaması yapılarak örnekteki toplam *S. aureus* sayısı belirlenmiştir. Kolonilerin doğrulanması amacıyla, şüpheli kolonilerin morfolojik yapıları mikroskopta incelenmiş, gerekiyorsa Gram boyama ve katalaz testine tabi tutulmuştur.

#### **3.2.4.6 Laktik asit bakterilerinin sayımı**

Uygun seyreltilerden De Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS) besiyerine dökme yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 30°C’de 3–5 gün süreyle inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak, örnekteki laktik asit bakterilerinin sayısı belirlenmiştir. Bu besiyerine maya ve küf gelişimini önlemek amacıyla membran filtrasyonu ile steril edilmiş ”cycloheximide” ilave edilmiştir. İlave edilecek cycloheximide miktarı, yapılan ön denemelerle ”100 µg/mL” besiyeri olarak belirlenmiştir. Şüpheli kolonilere Gram boyama ve oksidaz doğrulama testleri uygulanmıştır.

### 3.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması

Bu çalışmada, gün kurusu kayısıların depolama süresince esmer renk oluşumu ve yüzey rengi( $\Delta E$ ), pH ve titrasyon asitliğindeki değişimlerin kinetiği incelenmiştir. Renk değişimi ( $\Delta E$ ) ve esmer renk oluşumu reaksiyonlarının sıfırcı derece kinetik modele uygun olarak geliştiği belirlenmiştir. Bu nedenle, hesaplamalarda sıfırcı ve birinci derece kinetik modelleri tanımlayan 3.6 ve 3.7 no'lu differansiyel eşitliklerin integrali alınarak elde edilen 3.8 (sıfırcı derece) ve 3.9 (birinci derece) no'lu eşitlikler kullanılmıştır.

$$-\frac{dC}{dt} = k_0 \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad +\frac{dC}{dt} = k_0 \text{ (oluşum)} \quad (3.6)$$

$$-\frac{dC}{dt} = k_1 C \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad +\frac{dC}{dt} = k_1 C \text{ (oluşum)} \quad (3.7)$$

$$C = -k_0 t + C_0 \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad C = k_0 t + C_0 \text{ (oluşum)} \quad (3.8)$$

$$\ln C = -k_1 t + \ln C_1 \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad \ln C = k_1 t + \ln C_1 \text{ (oluşum)} \quad (3.9)$$

Burada:

$C_0$ : İncelenen bileşenin başlangıç konsantrasyonu

$C$ : İncelenen bileşenin t süre sonundaki konsantrasyonu

$k$ : Reaksiyon hız sabiti

$t$ : Süre

Kinetik parametrelerin hesaplanmasında Özkan ve Cemeroğlu (2010) tarafından verilen hesaplama yöntemleri kullanılmıştır.

### 3.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması

Renk değişimi ( $\Delta E$ ) ve esmer renk oluşumuna ilişkin orijinal deney verileri herhangi bir transformasyon işlemi yapılmadan doğrudan aritmetik bir grafik kağıdının aritmetik ölçekli “y” eksenine, süreler ise aritmetik ölçekli “x” eksenine işlenerek doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Nem değerlerindeki azalmaya ilişkin orijinal deney verileri ise, herhangi bir transformasyon işlemi yapılmadan doğrudan 10 tabanına göre düzenlenmiş yarı logaritmik bir grafik kağıdının logaritmik ölçekli “y” eksenine, süreler ise, aritmetik ölçekli “x” eksenine işlenerek doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Elde edilen bu eğrilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak eğrileri tanımlayan eşitlikler hesaplanmış ve elde edilen eşitliklerin eğim değerleri kullanılarak aşağıda verilen 3.10 ve 3.11 no’lu eşitlikler yardımıyla reaksiyon hız sabitleri (k) hesaplanmıştır:

$$k_0 = \text{eğim} \quad (\text{Sıfıncı derece için}) \quad (3.10)$$

$$k_1 = \text{eğim} (2.303) \quad (\text{Birinci derece için}) \quad (3.11)$$

### 3.2.5.2 $Q_{10}$ değerinin hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılık düzeyini gösteren bir boyut olan  $Q_{10}$  değerinin hesaplanmasında ise, 3.12 no’lu eşitlik kullanılmıştır:

$$Q_{10} = (k_2/k_1)^{10/(T_2 - T_1)} \quad (3.12)$$

Burada:

$k_1$ :  $T_1$  derecedeki hız sabiti,

$k_2$ :  $T_2$  derecedeki hız sabiti.

### 3.2.5.3 Aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılığı, 3.13 no'lu Arrhenius eşitliği yardımıyla aktivasyon enerjisinin ( $E_a$ ) hesaplanmasıyla belirlenmiştir:

$$k = k_0 \exp^{-E_a/RT} \quad (3.13)$$

Hesaplamalarda 3.13 no'lu eşitliğin, 3.14 no'lu formu kullanılmıştır :

$$\ln k = \frac{-E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln k_0 \quad (3.14)$$

Burada;

k: Hız sabiti,

$k_0$ : Frekans faktörü,

$E_a$ : Aktivasyon enerjisi ( $\text{kJ mol}^{-1}$ ),

R: Gaz sabiti ( $8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ),

T: Sıcaklık (K).

Bu amaçla, incelenmekte olan reaksiyona ilişkin hız sabitlerinin (k) doğal logaritmaları ( $\ln k$ ) aritmetik ölçekli bir grafiğin “y” eksenine ve sıcaklık değerlerinin (Kelvin) resiprokali ( $1/T$ ) aynı grafiğin “x” eksenine işlenerek, doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Arrhenius grafiği denilen bu kurveye regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen denklemin eğimi ile gaz sabiti çarpılarak, aktivasyon enerjisi 3.15 no'lu eşitlikten hesaplanmıştır .

$$E_a = \text{eğim} (R) \quad (3.15)$$

### 3.2.6 İstatistik değerlendirme

Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanmasının çeşitli kalite kriterleri (esmerleşme,  $\beta$ -karoten düzeyi, nem, titrasyon asitliği, pH, ve mikrobiyolojik sayımlar) üzerine etkisi ile ilgili veriler, faktöriyel düzende varyans analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gruplar arası farklılıklar kontrol edilmiştir. Bu çalışmada nem düzeyinin %13.7, 23.5 ve 27 olmak üzere 3 seviyesi, sıcaklık faktörünün 4°, 10°, 20° ve 30°C olmak üzere 4 seviyesi, süre faktörünün ise 8 seviyesi bulunmaktadır. Alt gruptaki replikasyon sayısı kimyasal ve fiziksel analizlerde en az 2; mikrobiyolojik sayımlarda 3'tür. İstatistik testler için "IBM SPSS Statistics 20" paket programı kullanılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanması süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitedeki değişimler incelenmiştir.

##### 4.1 Nem Düzeyindeki Değişim

Gün kurusu kayısıların depolama başlangıcında içerdikleri nem değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Depolama süresince elde edilen tüm veriler ise, EK 1’de verilmiştir.

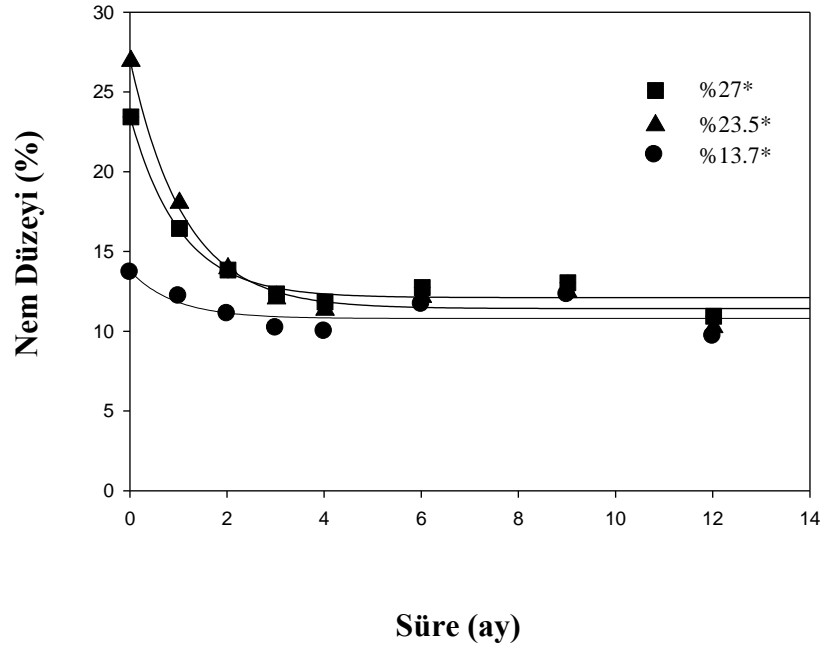
Çizelge 4.1 Yığın ve ambalajlı halde depolanan gün kurusu kayısıların depolama başlangıcındaki nem miktarları (%)

Depolama	Nem (%)
yığın	13.70 ± 0.00
ambalajlı	23.50 ± 0.10
ambalajlı	27.03 ± 0.11

“TS 485 Kuru Kayısı Standardına” (2008) göre; ürünün nem içeriği, koruyucu içermeden kurutulmuş kayıslarda %22’den fazla, rehidre edilmiş kuru kayıslarda ise, %37’den fazla olmamalıdır. Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere gerek yığın halde gerekse de ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayıslar nem miktarı bakımından “TS 485 Kuru Kayısı Standardına” (2008) uygun bulunmuştur.

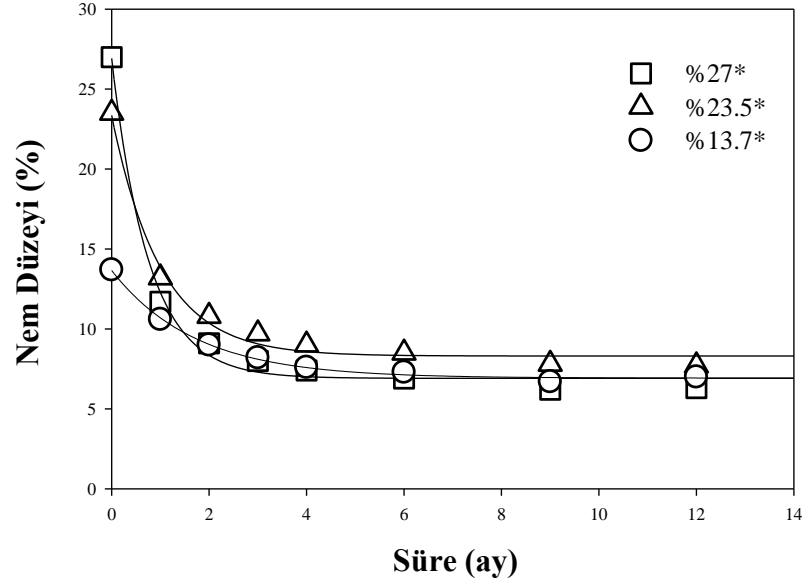
Çalışmamızda, gün kurusu kayısıların 20° ve 30°C gibi yüksek sıcaklıklarda depolanmalarında, içerdikleri nem düzeylerinin büyük bir kısmını henüz depolamanın ilk ayında kaybettiği belirlenmiştir. Örneğin, 30°C’de ambalajlanarak depolanan %27 nemli gün kurusu kayıslar 1. ayda %57 oranında nem kaybederken, aynı sürede %23.5 nemli örneklerde meydana gelen kayıp %44 olarak belirlenmiştir. Depolamanın devam eden aylarında ise, meydana gelen nem kayıpları depolamanın birinci ayına kıyasla daha

sınırlı düzeyde kalmıştır. Bu durum gün kurusu kayısının 20° ve 30°C’de depolanmaları sırasında meydana gelen nem değişimini gösteren grafiklerden de (Şekil 4.1 ve 4.2) görülmektedir. Depolama süresince elde edilen tüm verilere yapılan regresyon analizi sonucunda, gün kurusu kayısında depolama süresince meydana gelen nem kayıplarının gıda bileşenlerinin parçalanma ya da oluşumunda sıklıkla görülen sıfır ve birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olarak gelişmediği saptanmıştır.



Şekil 4.1 20°C’de depolanan farklı başlangıç nem düzeylerindeki gün kurusu kayısının depolama süresince nem düzeylerindeki değişim

\*Başlangıç nem düzeyleri



Şekil 4.2 30°C’de depolanan farklı başlangıç nem düzeylerindeki gün kurusu kayısuların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim

\*Başlangıç nem düzeyleri

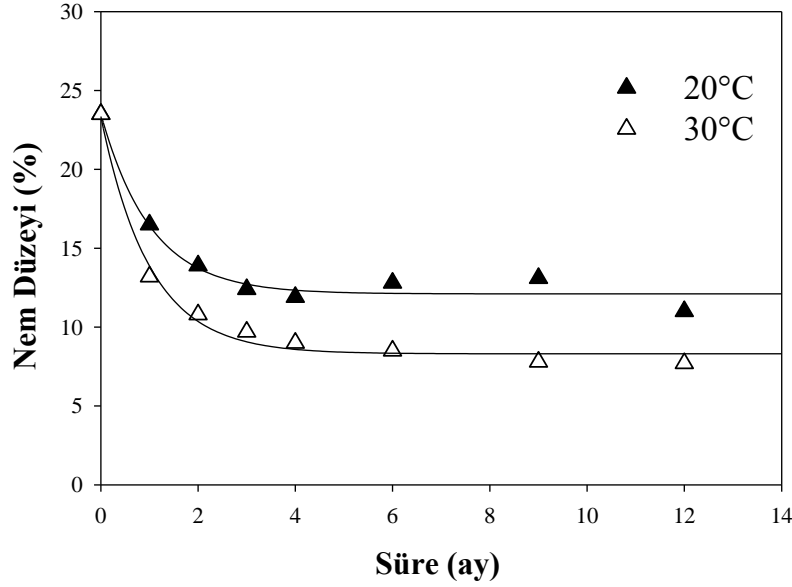
Şekil 4.1 ve 4.2’de gerek ambalajlı gerekse ambalajsız olarak yüksek sıcaklıklarda (20° ve 30°C) depolanan tüm örneklerin 12. ayda içerdikleri nem düzeylerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Örneğin, 30°C’de depolanan %13.7, 23.5 ve 27 nemli gün kurusu kayısuların nem düzeylerinin depolama sonunda sırasıyla %47, 67 ve 77 oranında azalarak %6.3–7 düzeyine indiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yüksek nem düzeyindeki gün kurusu kayısularda meydana gelen nem kayıplarının daha fazla olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi, gıdalardaki su 3 farklı fiziksel nitelikte bulunmaktadır. Serbest su, multimoleküler ve monomoleküler su olarak adlandırılan suyun farklı fiziksel hallerinden; serbest su, gıdalardan kolaylıkla buharlaşarak uzaklaşabilmektedir. Multimoleküler yapıdaki su ise serbest suya göre uzaklaştırılması güç bir nitelikte olup, multimoleküler su içeriğindeki hafif bir değişimin  $a_w$  değerinde önemli bir değişmeye neden olduğu bilinmektedir. Monomoleküler su filmi ise, proteinlere bağlı olarak bulunan su olup, gıdayı bir örtü gibi kaplayarak, gıdayı oksidasyona karşı koruyan sudur. Bu suyun hem uzaklaştırılması neredeyse olanaksızdır hem de bu suyun uzaklaştırılması doğru değildir.



Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, %23.5 ve 27 düzeyinde nem içeren örneklerin nem düzeyleri arttıkça serbest su miktarlarının da arttığını göstermiştir. Bunun yanı sıra bu örnekler halihazırda tüketici ambalajı olarak kullanılan ambalaj materyalleriyle paketlenmiş olsalar dahi, yükek sıcaklıklarda depolanmaları ile hızla içerdikleri serbest suyu kaybetmekte ve 1 ay içerisinde yığın halde depolanan örneklerin nem düzeylerine (%13.7) yaklaşmaktadırlar. %13.7 nem düzeyinin üzerinde nem içeren gün kurusu kayıslarda serbest su miktarı artarken, %13.7 nem düzeyinde gün kurusu kayısların serbest sudan çok multimoleküler su içerdiği düşünülmektedir. Nitekim, kurutulmuş gıdalarda suyun büyük bölümü monomoleküler ve multimoleküler su olarak bulunmaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Bu sonuçlar, gün kurusu kayıslar için halihazırda tüketici ambalajı olarak kullanılan ambalaj materyalinin (PVC), gün kurusu kayısların yüksek sıcaklıklara (30°C) maruz kalmaları halinde rehidre edildikleri nemi 1 ay bile muhafaza edemediklerini göstermektedir. Gün kurusu kayısların 20°C üzerindeki sıcaklıklarda, PVC ambalaj kesinlikle kullanılmamalı ve bunun yerine nem geçirgenliği düşük ambalaj materyalleri tercih edilmelidir.

Çalışmamızda, ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayıslarda, beklenildiği gibi depolama sıcaklığındaki artışla birlikte nem düzeylerindeki kayıpların arttığı belirlenmiştir. Örneğin, %23.5 nem içeriğindeki ambalajlanarak 20° ve 30°C'de depolanan (Şekil 4.3) gün kurusu kayısların nem düzeylerinin, sıcaklık artışıyla birlikte başlangıç değerine kıyasla sırasıyla, %42 ve 67 oranında azaldığı belirlenmiştir. Ambalajlanmaksızın yığın halde depolanan başlangıç nemi %13.7 olan gün kurusu kayısların nem düzeylerinde de sıcaklık artışıyla birlikte (20° ve 30°C), sırasıyla %29 ve 47 oranında azalış belirlenmiştir. Araştırmamızda kullanılan PVC ambalaj materyali kullanılarak paketlenen gün kurusu kayıslar üzerine yapılan bir çalışmada, 25°C'de 48 haftalık depolama süresi sonunda nem düzeyinde %45 oranında azalış belirlenirken (Elmacı vd. 2008), gün kurusu kayısların nem ve gaz geçirgenliği düşük ambalaj materyali (metalize PET (polietilentetrafltat)) kullanılarak depolandığı (20° ve 30°C'de 10 ay) bir başka çalışmada ise, depolama sonucu nem düzeylerinde %2.70 ve %7.18'lik sınırlı bir azalış meydana gelmiştir (Alagöz 2013). Kükürtlü kuru kayısların çalışmamızdakine kıyasla daha düşük nem geçirgenliğine sahip bir ambalaj materyalinin (sıcak kapama ile kapatılmış polietilen torbalar) kullanılarak 30°C'de

depolandığı çalışmada, meydana gelen nem kaybı (%63.4) çalışmamızda aynı sıcaklık düzeyi için belirlediğimiz orana yakın bulunmuştur (Coşkun 2010). Bu sonuçlar, depolama süresinin yanı sıra, kullanılan ambalaj materyalinin nem geçirgenlik oranının da çok önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3 20° ve 30°C’de depolanan %23.5 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim

Çalışmamızda düşük sıcaklıklarda (4°C ve 10°C’de) yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların ortam neminden etkilendikleri belirlenmiştir. Örneğin, özellikle 10°C’de depolanan örneklerin nem düzeylerinde 1 yıl depolama sonunda önemli artış (%85) meydana gelmiştir. Benzer şekilde, 4°C’de depolanan örneklerin nem düzeylerinde 3. ayın sonunda %50’den fazla bir artış belirlenmiştir. Ancak, 3. aydan sonra bu örnekler nem kaybetmeye başlamış ve 12. ayın sonunda başlangıç değerine göre nem düzeyinde %18’lik bir azalış meydana gelmiştir. Kükürtlenerak kurutulan kayısıların herhangi bir ambalaj materyali kullanılmaksızın yığın halde 5° ve 10°C’de bir yıl süresince depolanmaları sonunda; nem miktarlarında sırasıyla, %6.3–23.2 ve %6.8–21.5 artış gözlenmiştir (Türkyılmaz 2011). Yığın halde depolanan bu örneklerde, çalışmamıza benzer şekilde depolama süresince belirlenen nem artışının, laboratuvar atmosferindeki havanın su buharının, kuru kayısının laboratuvar atmosferine göre daha soğuk olan yüzeyinde yoğunlaşmasından kaynaklandığı şeklinde açıklamaktadır (Türkyılmaz

2011). Çalışmamızda gözlemlediğimiz, 10°C’de depolanan örneklerdeki nem artışının, 4°C’de depolanan örneklerden daha fazla olmasının nedeni ise, açıklanamamıştır.

Ambalajlanarak düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanan gün kurusu kayısı örneklerinde, yığın halde depolanan örneklere kıyasla PVC ambalaj materyali ile örneklerin ortamdaki nem çekmesi engellenmiştir. Örneğin, ambalajlanarak (%23.5 ve 27) 10°C’de depolanan örneklerin nem düzeylerinde ise, yığın halde depolananların aksine azalış (sırasıyla, %23 ve 35) meydana gelmiştir. Çalışmamıza kıyasla nem ve gaz geçirgenliği daha düşük poliamid/polietilen (PA/PE) ambalaj materyalinin kullanılarak orta nemli kuru kayısıların 5°C’de 8 ay depolandığı çalışmada, nem düzeyinin sınırlı düzeyde (%2.3) azaldığı saptanmıştır (Sağırılı vd. 2008). Gün kurusu kayısılarında yapılan başka bir depolama çalışmasında da nem ve gaz geçirgenliği çok düşük olan ambalaj materyali kullanılması nedeniyle, meydana gelen nem kaybı daha düşük düzeyde (%1.63) gerçekleşmiştir (Alagöz 2013). Elde edilen sonuçlar, kuru kayısıların ister kükürtsüz isterse de kükürtlü olmasının, düşük sıcaklıklarda (<10°C) yığın halde depolanması durumunda ortam neminden etkilendiklerini gösterirken, hali hazırda tüketiciye sunulan ambalajlı kuru kayısıların önemli miktarında kullanılan PVC film ambalajının, düşük sıcaklıklarda (<10°C) kuru kayısıların ortamdaki nem çekmelerini önlediğini göstermektedir.

Ülkemizde ambalajlı olarak piyasaya arz edilen kuru kayısıların büyük bir çoğunluğunda çalışmamızda da kullanılan PVC ambalaj materyali kullanılmaktadır. Çalışmamızda elde edilen verilere göre, 20° ve 30°C gibi yüksek sıcaklıklarda uzun süre depolanacak gün kurusu kayısılarında, bu ambalaj materyali ile uzun süre depolamanın, tüketiciler tarafından talep edilen nem düzeyinin korunamaması nedeniyle uygun olmadığı belirlenmiştir. Bunun yerine 20°C üzerindeki sıcaklıklara maruz kalabilecek kuru kayısılar için nem geçirgenliği daha düşük ambalaj materyalleri önerilmektedir. Bunun yanısıra, gün kurusu kayısıların 10°C’nin altında depolanacağı durumlarda halihazırda tüketici ambalajı olarak kullanılan PVC ambalaj materyalinin kullanımı uygun bulunmuştur.

## 4.2 Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Düzeyindeki Değişim

Su aktivitesi değeri, gıdaların mikrobiyolojik, kimyasal ve biyokimyasal yollarla kalitesinin kaybolmasında sıcaklıkla birlikte en önemli faktördür. Bu nedenle, gün kurusu kayısı örneklerinin  $a_w$  değerleri depolama süresince belirlenmiş, elde edilen veriler çizelge 4.2’de verilmiştir. 30°C’de gerek yığın olarak (%13.7) gerekse de rehidre edilip ambalajlanmış (%23.5 ve 27 nem içeren) gün kurusu kayısılar depolamanın 1. ayından itibaren kıyma makinasından çekilemeyecek kadar nem kaybettiklerinden, örnekler homojen hale getirilememiş ve bu nedenle de 30°C’de depolanan örneklerde  $a_w$  değerleri belirlenememiştir. 20°C’de depolanan örnekler içerisinde ise, gerek başlangıç nemlerinin düşük olması gerekse de depolama 1. ayından itibaren önemli düzeyde nem kaybetmeleri nedeniyle yığın halde depolanan örneklerde  $a_w$  değerleri belirlenememiştir.

Depolama süresince  $a_w$  değerlerinde genel olarak azalma saptanmıştır. Bununla birlikte 4°C’de depolanan örneklerde, 10°C’de depolanan örneklere göre  $a_w$  düzeyinde daha fazla azalma saptanmıştır. Benzer durum örneklerin nem düzeylerinde de gözlenmiş, ancak bu durumun nedeni açıklanamamıştır. Yığın halde (%13.7 nem içeren) ve ambalajlanarak (%23.5 ve 27 nem içeren) depolanan gün kurusu kayısıların depolama başındaki  $a_w$  değerleri 0.51–0.69 düzeyinde belirlenmiş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısılarında depolama başında belirlenen  $a_w$  değerleri (0.67–0.69), enzimatik olmayan Maillard esmerleşme reaksiyonunun maksimum hızda gerçekleşebileceği  $a_w$  değerleri (0.60–0.70) arasında olduğu saptanmıştır. Buna karşın, yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların depolama başında sahip olduğu  $a_w$  değerinin (0.51) ise, bu esmerleşme reaksiyonunun maksimum düzeyde gerçekleştiği  $a_w$  değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince  $a_w$  değerlerindeki\* değişim

Nem (%)	Süre (ay)	Sıcaklık (°C)		
		4	10	20
13.7	0	0.5145±0.000Ae	0.5145±0.000Ag	0.5145±0.000A
	1	0.5844±0.0269c	0.5580±0.0007f	–
	2	0.6133±0.0163b	0.5781±0.0014e	–
	3	0.6335±0.0240a	0.5963±0.0001d	–
	4	0.5425±0.0007d	0.6388±0.0035c	–
	6	0.4886±0.0023Bf	0.6792±0.0018Aa	–
	9	0.4324±0.0038g	–	–
	12	–	0.6667±0.0016b	–
23.5	0	0.6749±0.0033Aa	0.6749±0.0033Aa	0.6749±0.0033Aa
	1	0.6761±0.0032a	0.6784±0.0007a	0.6294±0.0045b
	2	0.5939±0.0006c	–	0.4825±0.0009c
	3	0.6224±0.0014b	0.5952±0.0002c	–
	4	–	–	–
	6	0.5032±0.0002Bd	0.6108±0.005Ab	0.4697±0.0007Cc
	9	0.4487±0.0007e	0.4622±0.0043d	–
	12	–	–	–
27	0	0.6955±0.0048Aa	0.6955±0.0048b	0.6955±0.0048Aa
	1	0.6939±0.0310a	0.7054±0.0014a	0.6513±0.0007c
	2	0.6301±0.0006Ab	–	0.5568±0.0005Bc
	3	0.6274±0.0008b	0.6295±0.0009c	–
	4	0.4514±0.0006c	0.5636±0.0022d	–
	6	–	–	–
	9	0.4262±0.0047c	0.4874±0.0043e	–
	12	–	–	–

\*: Su aktivitesi değerleri, “ortalama ± standart hata” olarak verilmiştir.

A–C: Aynı neme sahip, aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

a–g: Aynı neme sahip, aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

Yığın halde ve düşük sıcaklıklarda depolanan gün kurusu kayısıların nem düzeylerinde olduğu gibi,  $a_w$  değerlerinde de depolama boyunca artış belirlenmiştir. Örneğin,

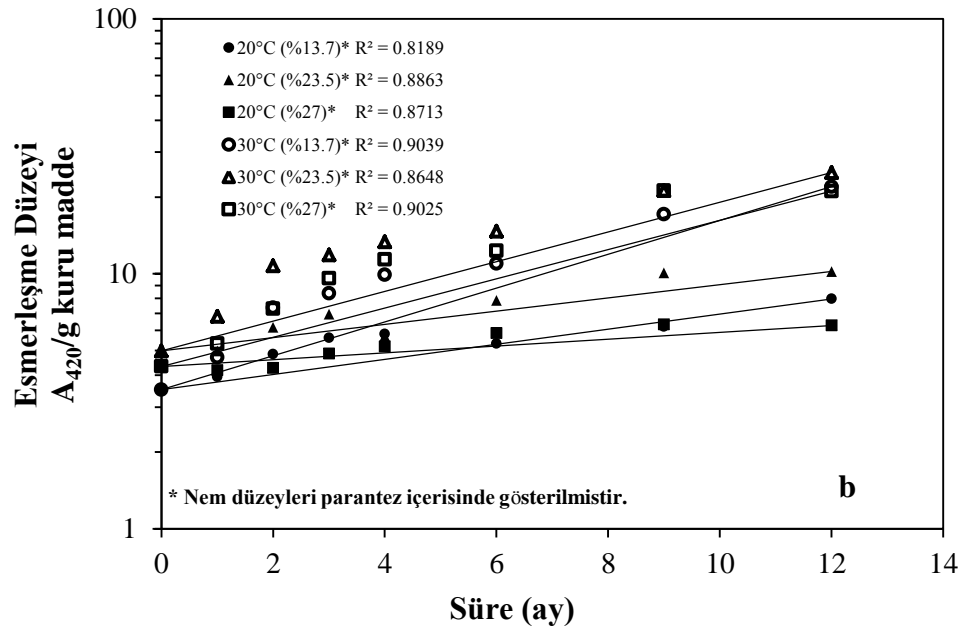
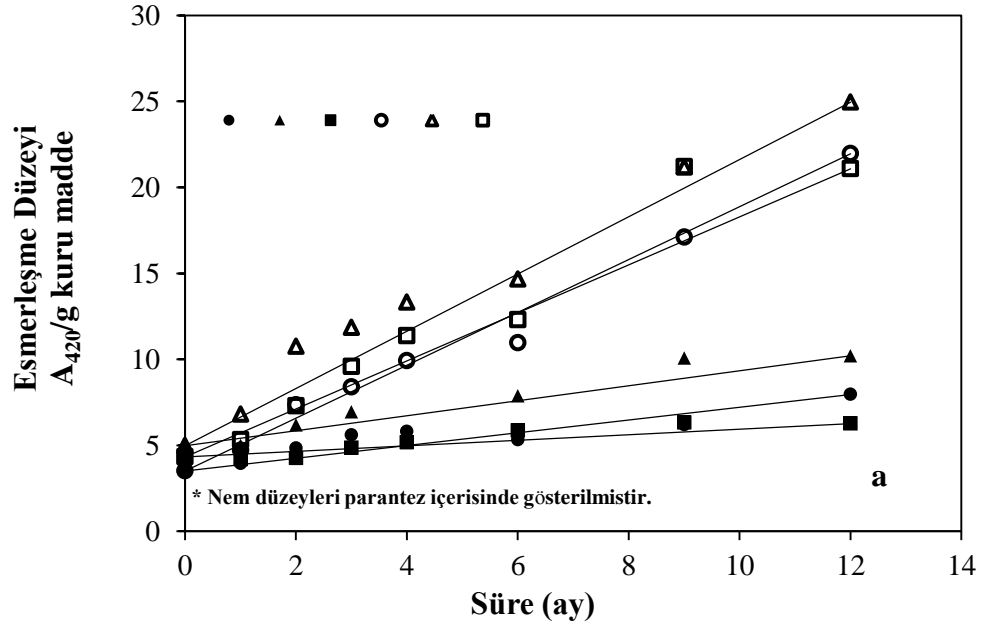
10°C’de yığın halde depolanan gün kurusu kayısuların depolama başında 0.51 olan  $a_w$  değeri %29 oranında artarak depolama sonunda 0.66 değerine ulaşmıştır. Ambalajlanarak depolanan %23.5 nemli gün kurusu kayısular ise, düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) 9 ay depolandıkları süre sonunda başlangıç  $a_w$  değerleri olan 0.67 den sırasıyla 0.44 ve 0.46 düzeyine inerek %34 ve %31 oranında azalmıştır. Bu örneklerin 20°C’de depolanmaları ile birlikte ise, 4°C ve 10°C’de 9. ayda ulaşılan  $a_w$  düzeyine depolamanın 6. ayında ( $a_w=0.46$ ) ulaşılmıştır. Benzer şekilde %27 nemli ambalajlanarak depolanan örneklerde de  $a_w$  değerleri 9. aya kadar ölçülmüş bu süre sonunda 4° ve 10°C’de belirlenen  $a_w$  sırasıyla %39 ve 30 oranlarında azalarak 0.42 ve 0.48 düzeyine inmiştir. 20°C’de depolanan örneklerde ise, depolamanın ikinci ayından sonra bu örneklerin kıyma makinasında çekilemeyecek kadar nem kaybetmeleri nedeniyle, örnekler homojen hale getirilememiş ve bu nedenle de 2. aydan sonra bu örneklerde  $a_w$  değerleri belirlenememiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, ambalajlanarak düşük sıcaklıklarda depolanan örneklerin  $a_w$  değerlerinin depolama süresi sonunda birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Bunun yanısıra, bu örneklerin yüksek sıcaklıklarda depolanmaları sonucunda  $a_w$  depolama başında nem düzeyinde olduğu gibi hızla düştüğü belirlenmiştir. Örneğin, düşük sıcaklıklarda 9. ayda ulaşılan  $a_w$  değerine 20°C’de depolanan örneklerde depolamanın henüz 2 ayındayken ulaşılmıştır. Orta nemli ( $a_w=0.80-0.83$ ) kükürtlü kuru kayısuların 5°, 20° ve 30°C’de 8 ay depolandığı bir çalışmada, çalışmamızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde, kayısuların  $a_w$  değerlerinde sıcaklıktaki artışla birlikte  $a_w$  değerlerinde azalış (5°C, %4.9; 20°C, %7; 30°C, %15) meydana gelmiştir (Sağırlı 2006). Gün kurusu kayısuların normal ve modifiye atmosferde ambalajlanarak 25°C’de 48 hafta süresince depolandığı başka bir çalışmada ise, gün kurusu kayısuların  $a_w$  değerlerinde %3–8 oranında azalış belirlenmiştir (Elmacı vd. 2008). Elde edilen bu sonuçlar, gün kurusu kayısuların  $a_w$  değeri üzerine depolama sıcaklığının önemli derecede etkili olduğunu göstermektedir. Sıcaklığın yanı sıra depolama süresindeki artış da  $a_w$  değerlerini önemli oranda etkilemektedir. Depolama süresindeki artışla birlikte ambalajlanarak düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanan gün kurusu kayısularda dahi  $a_w$  değerlerinin önemli oranda azaldığı belirlenmiştir. Örneğin, gün kurusu kayısuların  $a_w$  değerinde meydana gelen bu azalış 10°C’de depolanan (%23.5 ve 27 nem içeren) örneklerde 9 aylık depolama süresi sonunda sırasıyla %31 ve 30 düzeyindedir. Buna karşın, aynı sıcaklıkta

yıgın halde depolanan gün kurusu kayısıların  $a_w$  değerinde %29 oranında artış meydana gelmiştir. Kükürtlenerak kurutulmuş kayısıların düşük sıcaklıklarda (5°C ve 10°C) yıgın halde depolandığı bir çalışmada depolama süresi sonunda çalışmamıza benzer şekilde  $a_w$  değerlerinde artış belirlenmiştir (Türkyılmaz 2011). Bu artışın, yıgın halde depolanan örneklerin herhangi bir ambalaj materyali ile paketlenmemiş olmaları nedeniyle ortamdaki nem çekmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, gün kurusu kayısıların yıgın halde düşük sıcaklıklarda depolanmasının nem düzeyinde olduğu gibi  $a_w$  düzeyinde de artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu artışla birlikte, esmerleşme reaksiyonları gibi kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek kimyasal reaksiyonlar ve olası mikrobiyel gelişmeler için ortamın daha elverişli hale geldiği düşünülebilir. Ancak, düşük depolama sıcaklığı nedeniyle, bu örneklerin esmerleşme düzeylerinde ve mikrobiyel yükte önemli bir artış gözlenmemiştir. Gün kurusu kayısıların ortamdaki nem çekmeleri, halihazırda tüketici ambalajı olarak kullanılan ambalaj materyali ile paketlenmeleri sonucu engellenmiştir. Yıgın halde düşük sıcaklıkta depolanan gün kurusu kayısılar dışındaki örneklerde artan depolama sıcaklığı ve süresi ile birlikte  $a_w$  düzeyi de azalmıştır. Böylece ortam hem kaliteyi olumsuz yönde etkileyecek kimyasal reaksiyonlar hem de olası mikrobiyel gelişim açısından daha elverişsiz hale gelmiştir.

### **4.3 Esmerleşme düzeyindeki değişim**

Gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeylerindeki değişime ilişkin sonuçlar EK 2’de verilmiştir. Ayrıca, depolama süresince farklı nem içeriğindeki gün kurusu kayısıların esmerleşme düzeyinde meydana gelen değişimi gösteren grafikler de şekil 4.4’de verilmiş ve elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen regresyon denklemleri ve  $R^2$  değerleri çizelge 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler

a. Aritmetik b. Yarı-logaritmik



Çizelge 4.3 Gün kurusu kayısuların 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artışı gösteren eşitlikler

Başlangıç nem düzeyi (%)	Sıcaklık (°C)	Eşitlik	R <sup>2</sup>
13.7	20	$y = 0.310x + 3.960$	0.8604
	30	$y = 1.433x + 3.730$	0.9731
23.5	20	$y = 0.483x + 4.880$	0.9089
	30	$y = 1.687x + 5.913$	0.9606
27	20	$y = 0.203x + 4.216$	0.8889
	30	$y = 1.535x + 4.462$	0.9494

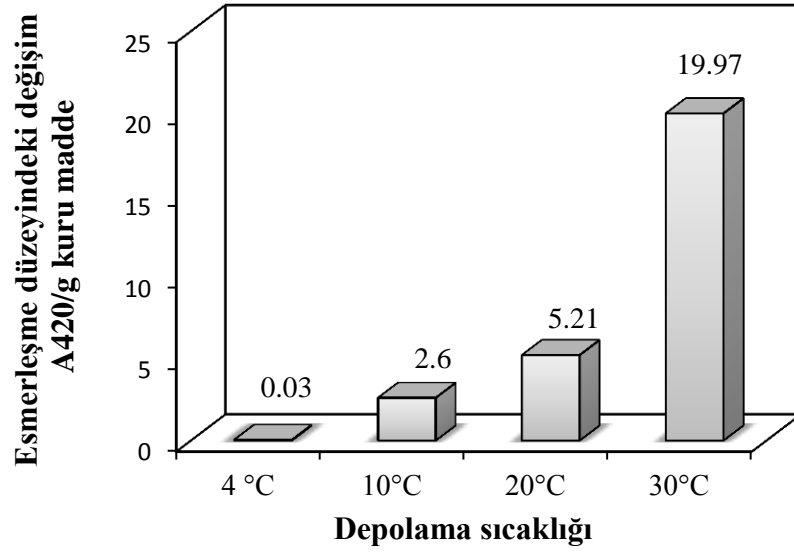
Şekil 4.4’de verilen aritmetik ve yarı-logaritmik grafikler incelendiğinde, gün kurusu kayısularda 20° ve 30°C’de depolama süresince esmer renk oluşumunun hem sıfıncı hem de birinci derece kinetik modele uygun olduğu düşünülmektedir. Ancak, sıfır ve birinci derece reaksiyonlar için hesaplanan R<sup>2</sup> değerleri karşılaştırıldığında, gün kurusu kayısularda 20° ve 30 °C’de esmer renk oluşumunun sıfıncı derece kinetik modele daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde, esmer renkli pigment oluşumunun birinci dereceden kinetik modelle tanımlanlandığı çalışmalar (Özkan ve Cemeroglu 2002, Sağırılı vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2013) bulunsa da gıdalarda yapılan çalışmaların bir çoğunda esmerleşme reaksiyonları sıfıncı dereceden kinetik modelle tanımlanmaktadır (Ibarz vd. 2000, Burdurlu ve Karadeniz 2003, Rattanathanalerk vd. 2005, Alagöz 2013).

Çalışmamızda, gün kurusu kayısuların düşük sıcaklıklarda depolanmasıyla birlikte esmerleşme düzeyinde önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir (p>0.05). Ancak, 10°C’de depolanan %23.5 nemli gün kurusu kayısuların esmerleşme düzeylerinde sınırlı da olsa bir artış (%19) meydana gelmiştir. 20° ve 30°C’de depolanan örneklerde ise, depolama süresiyle birlikte esmerleşme düzeyinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir (p<0.05). Örneğin, bu artış %23.5 nemli ambalajlanarak 20°C’de depolanan gün kurusu kayısularda depolamanın 6. ayında %37 düzeyinde iken 12. ayın sonunda %51’e

ulaşmıştır. Kükürtlü kayıslarda esmerleşme düzeyinin 440 nm'deki absorban değerinin 0.3'ü geçmesi halinde; kuru kayısların depolama süresini tamamladığı ve bu kayısların renklerinin artık kabul edilemez sınırlara ulaştığı saptanmıştır (Nury vd. 1960, Davis vd. 1973'ten alınmıştır). Orta nemli ( $a_w=0.70-0.81$ ) kükürtlü kuru kayısların 30°C'de 8 ay depolandığı bir çalışmada, depolama süresinin artmasıyla esmerleşme düzeyinin kabul edilebilir sınırları aştığı (440 nm'de $>0.3$ ) belirlenmiştir (Sağırlı vd. 2008). Ancak, literatürde gün kurusu kayısı için böyle bir limit değere rastlanmamıştır.

Gün kurusu kayıslarda depolama süresinin yanı sıra, depolama sıcaklığındaki artışla beraber de esmerleşme düzeylerinin önemli oranda arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Örneğin, %23.5 nemli gün kurusu kayısların 20°C'de 12 ay süresince depolanması sonucu esmerleşme düzeyi %51 düzeyinde artarken 30°C'de depolanan örneklerde bu artış %80 düzeyine ulaşmıştır. Depolama sıcaklığındaki artışla birlikte esmerleşme düzeyinde meydana gelen artış şekil 4.5'de %23.5 nemli gün kurusu kayıslar için verilen örnek grafikte de açıkça görülmektedir.

Çalışmamızda, düşük sıcaklıklarda depolanan gün kurusu kayısların esmerleşme düzeylerinde (10°C'de depolanan %23.5 nemli örnekler hariç) önemli bir değişimin belirlenmemesi nedeniyle, farklı nem düzeylerine sahip gün kurusu kayısların esmerleşme reaksiyonlarına ilişkin reaksiyon hız sabitleri ( $k$ ) ve  $Q_{10}$  değeri sadece 20° ve 30°C için hesaplanmıştır. Ayrıca, %23.5 nemli gün kurusu kayıslarda 10°C'de depolanan örnekler için de bu kinetik parametreler hesaplanarak çizelge 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.5 %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış

Çalışmamızda, %23.5 nemli gün kurusu örneklerinde sıcaklığın 20°C'den 30°C'ye ( $Q_{10}=3.49$ ) yükseltilmesinin, sıcaklığın 10°C'den 20°C'ye ( $Q_{10}=2.36$ ) yükseltilmesine kıyasla, esmerleşme hızının sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca, hesaplanan  $Q_{10}$  değerinden depolama sıcaklığının 20°C'den 30°C'ye yükseltilmesiyle farklı nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların (%13.7, 23.5 ve 27) esmerleşme reaksiyonlarının sırasıyla 4.8, 3.5 ve 7.5 kat arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Elde edilen sonuçlar, %27 nem içeren kuru kayısıların 20°–30°C depolama sıcaklık aralığında, esmerleşme hızının sıcaklık değişimlerinden en fazla etkilendiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Sağır (2006) tarafından yapılan çalışmada esmer renk oluşumunda 5° ve 20°C'de depolanan orta nemli kayısılarda önemli bir artış görülmezken, 30°C'de depolanan örneklerde önemli miktarda artış saptanmıştır.

Çizelge 4.4 Gün kurusu kayısının depolanması süresince oluşan esmerleşmeye ilişkin kinetik katsayılar

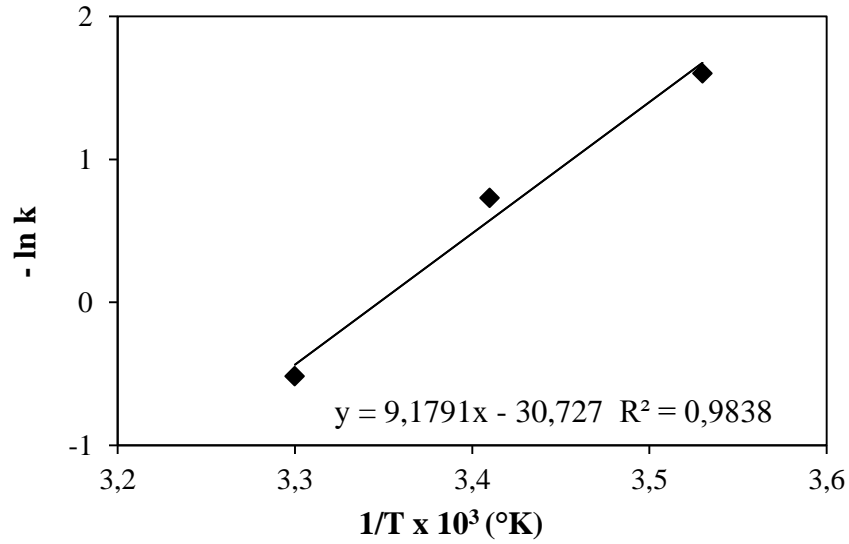
Nem (%)	Sıcaklık (°C)	k (ay <sup>-1</sup> )	Q <sub>10</sub> (10°–20°C)	Q <sub>10</sub> (20°–30°C)	E <sub>a</sub> (kJ mol <sup>-1</sup> )
13.7	20	0.3106	–	4.81	–
	30	1.4967			
23.5	10	0.2042			
	20	0.4835	2.36	3.49	76.2
	30	1.6877			
27	20	0.2038	–	7.53	–
	30	1.5350			

Orta nemli kükürtlü kayıslarda yapılan bir çalışmada da esmer renk oluşumunda 5° ve 20°C’de depolanan örneklerde önemli bir artış görülmezken, 30°C’de depolanan örneklerde önemli miktarda artış saptanmıştır. Ayrıca, depolama sıcaklığının 20°C’den 30°C’ye yükseltilmesi ile, sıcaklığın 5°C’den 20°C’ye yükseltilmesi kıyaslandığında, esmerleşme hızının 20°–30°C depolama sıcaklık aralığında sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilendiği ortaya konulmuştur (Sağırılı 2006). Coşkun (2010) ve Türkyılmaz (2011) tarafından kükürtleterek kurutulmuş kayıslarda yapılan çalışmalarda da sıcaklık artışıyla birlikte esmerleşme reaksiyonlarının hızlarının arttığı belirlenmiştir. %27 ve %34 nemli gün kurusu kayıslarda yapılan bir çalışmada da 4° ve 10°C’de depolanan örneklerde başlangıçtaki esmerleşme düzeyi korunurken; 20°C’de sınırlı düzeyde, 30°C’de ise, önemli düzeyde esmerleşme meydana geldiği belirlenmiştir (Alagöz 2013). Beveridge vd. (1984) tarafından armut suyu konsantrelerinde yapılan bir çalışmada da sıcaklığın artışıyla birlikte esmerleşme reaksiyonlarının hızlandığı belirlenmiştir. a<sub>w</sub>=0.57–0.62 değerine sahip gün kurusu kayısların 5°, 15° ve 25°C’de 48 hafta depolandığı bir çalışmada, depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça esmer renk oluşumunun hızlandığı saptanmıştır (Elmacı vd. 2008). Gerek çalışmamızda gerekse kuru kayıslarda yapılan bu çalışmalarda, esmerleşme reaksiyon hızı üzerine sıcaklığın önemli etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

Çalışmamızda ayrıca, %23.5 nemli gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince oluşan esmer renkli pigment oluşum hızının sıcaklık değişimlerine duyarlılığını saptamak üzere elde edilen veriler Arrhenius grafiğine işlenerek şekil 4.6’da gösterilmiş ve buradan aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır. Bu grafiğin oluşumuna ilişkin veriler çizelge 4.5’de verilmiştir. çizelge 4.4’de verildiği gibi, %23.5 nemli kayısıların 10°–30°C’de depolanması sonucunda esmer renkli pigment oluşumuna ilişkin  $E_a$  değeri  $76.2 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5 %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince esmerleşme reaksiyonuna ait Arrhenius grafiği için gerekli veriler

Sıcaklık		k ( $\text{ay}^{-1}$ )	-ln k	$1/T \times 10^3$ (°K)
(°C)	(°K)			
10	283	0.2042	1.6094	3.53
20	293	0.4835	0.7339	3.41
30	303	1.6877	-0.5187	3.30



Şekil 4.6 %23.5 nemli kayısıların depolanması süresince oluşan esmerleşmeye ilişkin Arrhenius grafiği

Literatürde farklı sıcaklık, briks ve  $a_w$  değerlerine sahip materyallerin enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları için hesaplanmış farklı  $E_a$  değerleri bulunmuştur.

Örneğin, orta nemli elmalarda ( $a_w=0.62-0.89$ ) yapılan bir çalışmada,  $25^{\circ}-55^{\circ}\text{C}$ 'de 2 ay depolanma sonunda, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun  $E_a$  değerinin  $80-135 \text{ kJ mol}^{-1}$  arasında değiştiği saptanmıştır (Singh vd. 1983). Benzer şekilde, armut püresinde ( $11^{\circ}\text{Bx}$ ) yapılan bir başka çalışmada ise,  $E_a$  değerleri  $62 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Ibarz vd. 1999). %37 nemli ( $a_w=0.80-0.83$ ) kükürtlü kayısıların  $5-30^{\circ}\text{C}$ 'de 8 ay depolanması sonucu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun  $E_a$  değerleri  $90 \text{ kJ mol}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Sağırılı 2006). Çalışmamızda %23.5 nemli gün kurusu kayısılar için belirlenen aktivasyon enerjisi ( $E_a=76.2$ ) değeri Sağırılı vd. (2006) tarafından kükürtlü kuru kayısılar için belirlenen değere yakın bulunmuştur. Bir reaksiyonun  $E_a$  değeri, reaksiyon hızının sıcaklık değişimlerinden hangi düzeyde etkilendiğini göstermektedir. Bir reaksiyonun  $E_a$  değerlerinin yüksekliği, bu reaksiyonun sıcaklık değişimine duyarlı olduğunu göstermektedir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, kükürlenerek kurutulmuş kayısılar ile gün kurusu kayısılarında meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarının sıcaklık değişimlerinden benzer şekilde orta düzeyde etkilendiğini göstermektedir.

Çalışmamızda, gün kurusu kayısıların esmerleşme düzeyleri üzerine nem düzeyinin etkisi de incelenmiştir. Çizelge 4.4'de verilen  $k$  değerleri incelendiğinde, gerek  $20^{\circ}\text{C}$  gerekse de  $30^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan %23.5 nemli ( $a_w=0.67$ ) gün kurusu kayısılarında esmerleşme reaksiyonlarının %13.7 ( $a_w=0.51$ ) ve 27 ( $a_w=0.69$ ) nemli örneklerle kıyasla daha hızlı gerçekleştiği görülmektedir.  $20^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan  $a_w=0.51$  düzeyindeki gün kurusu kayısılarında meydana gelen esmerleşme reaksiyonlarının ise,  $a_w=0.69$  olan örneklerle kıyasla daha hızlı gerçekleşmiştir. Bilindiği gibi, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu düşük  $a_w$  değerlerinde ( $a_w<0.4$ ), reaktanların mobilitelerinin azalmasına bağlı olarak yavaşlamaktadır. Buna karşın,  $a_w$  değerinin 0.85'in üzerine yükselmesiyle birlikte reaktanların seyrelmesine bağlı olarak reaksiyon hızı da yavaşlamaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2004). %2 nemin altında hiç bir esmerleşme reaksiyonu olmazken, %15-20 nem düzeyinde enzimatik olmayan Maillard esmerleşme reaksiyonları hızlı bir şekilde oluşmaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Nitekim,  $30^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan %27 nemli gün kurusu kayısıların esmerleşme reaksiyonlarının %34 nemli örneklerle kıyasla daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir (Alagöz 2013). Benzer şekilde, armut suyu konsantrelerinin ( $a_w=0.67-0.90$ )  $50^{\circ}-80^{\circ}\text{C}$ 'de ısıtılması sonucunda

$a_w$  değerinin yükselmesiyle reaksiyon hızının azaldığı ve  $a_w=0.67$  maksimumuna ulaştığı belirlenmiştir (Beveridge vd. 1984). Elde edilen bu sonuçlar, yüksek sıcaklıklarda (20° ve 30°C) depolanan gün kurusu kayısıların esmer renk oluşumunun  $a_w=0.67$  değerinde daha hızlı gerçekleştiğini göstermektedir.

#### 4.4 Reflektans renk değerlerindeki değişim

Kuru meyvelerdeki esmerleşme düzeyi her ne kadar en doğru olarak kimyasal analiz yöntemleri ile belirlense de, ürünlerin yüzey durumları ve özellikle de nem oranları çok düşük değilse, fiziksel olarak reflektans renk değerlerinin ölçülmesiyle de belirlenebilmektedir. Gün kurusu kayısıların depolanması süresince yüzeylerinde oluşan renk değişimleri reflektans spekrometresi kullanarak CIE L\*, a\*, b\*, C\* (kroma) ve h° (hue) değerlerinin ölçülmesi ile izlenmiştir. Bunlara ek olarak, ölçülen bu temel renk değerleri kullanılarak, ürünün rengindeki değişimi gösteren  $\Delta E$  değerlerindeki değişim de hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar standart sapma değerleri ile birlikte çizelge 4.6'da verilmiştir.

Bilindiği üzere, CIE L\*a\*b\* sisteminde L\* değeri aydınlık derecesi (lightness) olarak tanımlanmakta ve bu değer 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. CIE a\* ve b\* değerleri, 0 ile 60 arasında değişmekte ve pozitif a\* değerleri kırmızı, pozitif b\* değerleri sarı rengi göstermektedir. CIE C\* değeri, 0 ile 60 arasında değişmekte ve renk düzleminin merkezinde 0 (mat) ve merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlar artmaktadır. h° değeri 0°–360° arasında değişmekte; 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir.

Reflektans renk değerleri üzerine ürünün nem içeriğinin önemli etkisi bulunmaktadır. Kurutulmuş kayısıların nem içerikleri ile reflektans renk değerleri arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada, nem içeriği %19 olan kuru kayısılar önce %15 neme kadar kurutulmuş, daha sonra sırasıyla %20, 25 ve 30 neme rehidre edilmiştir (Özkan vd. 2003). Her bir nem düzeyinde kuru kayısıların CIE L\*, a\*, b\*, C\* ve h° değerleri saptanmıştır.

Çizelge 4.6 Farklı nem düzeylerine sahip gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması sonunda reflektans renk değerlerindeki değişim

Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE
13.7	4	0	25.79±2.68	5.68±1.61	9.83±2.63	11.47±2.61	59.32±8.65	–
		12	25.49±2.40	5.46±1.86	8.50±2.69	10.19±2.96	56.81±8.18	1.38
	10	0	24.61±2.71	4.62±1.48	8.93±2.13	10.12±2.37	62.57±6.19	–
		12	23.80±2.15	3.45±1.01	6.77±1.97	7.50±2.03	62.44±6.62	2.59
	20	0	25.76±2.35	4.82±1.59	9.12±2.07	10.37±2.35	62.3±6.54	–
		12	23.19±2.17	4.65±1.65	6.85±1.63	8.36±1.98	56.28±8.39	3.43
30	0	27.30±2.29	5.40±1.67	10.42±2.41	11.79±2.68	62.59±6.08	–	
	12	24.55±1.90	4.10±1.81	6.96±2.16	8.16±2.51	59.85±6.49	4.61	
23.5	4	0	24.32±2.01	5.45±1.59	8.65±1.85	10.28±2.19	57.99±6.07	–
		12	25.41±2.51	5.64±2.01	8.93±2.66	10.63±3.10	57.78±6.51	1.14
	10	0	24.92±2.34	6.63±2.05	9.22±2.29	11.41±2.86	54.49±5.59	–
		12	24.41±1.81	4.70±1.06	6.96±1.75	8.44±1.87	55.52±5.83	3.02
	20	0	26.26±2.06	5.84±2.25	8.83±3.07	10.65±3.61	56.62±6.87	–
		12	24.98±2.54	5.77±2.12	8.16±2.50	10.35±3.07	56.90±7.61	1.45
30	0	25.66±2.55	6.00±2.25	9.10±2.71	10.97±3.29	56.82±7.03	–	
	12	23.66±1.90	2.95±0.92	6.26±2.15	6.96±2.20	64.18±6.95	4.62	
27	4	0	24.70±3.04	6.81±2.55	9.71±3.25	11.93±3.91	54.87±6.52	–
		12	26.45±2.34	5.57±1.77	8.51±1.88	10.22±2.37	57.07±5.65	2.43
	10	0	23.20±1.69	5.59±1.37	7.56±1.50	9.45±1.84	53.55±5.28	–
		12	26.30±2.14	5.80±1.59	8.16±1.91	10.05±2.33	54.65±4.97	3.16
	20	0	26.43±2.34	7.08±2.45	9.58±3.17	11.98±3.79	53.20±6.38	–
		12	25.54±1.83	4.86±1.70	7.34±2.64	8.87±2.96	56.25±6.91	3.28
30	0	24.32±1.66	5.58±1.28	7.98±2.14	9.77±2.35	54.62±5.13	–	
	12	22.63±1.37	2.87±0.92	5.73±1.93	6.45±1.99	62.54±7.11	3.91	

Yapılan bu çalışmada, kuru kayısıların nem içeriklerinin %15'den %30'a artmasıyla L\*, b\*, C\* ve h° değerlerinde önemli oranda artış belirlenirken a\* değerinde azalma belirlenmiştir. Kurutulmuş kayısılar üzerine yapılan bu çalışmada, ürünün yüzey renginin nem içeriğine göre değiştiği gösterilmiştir (Özkan vd. 2003). Bu nedenle, çalışmamızda farklı nem düzeyine sahip örneklerden elde edilen sonuçlar kendi içlerinde kıyaslanmıştır.



Çizelge 4.6’da da görüldüğü üzere çalışmamızda, 20° ve 30°C’de 12 aylık depolama süresi sonunda %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların L\* değerinin sırasıyla 2.5 ve 2.7 birim azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, aynı sıcaklıklarda depolanan örneklerin L\* değerlerinde de sırasıyla, %23.5 nem içeriğinde 1.8 ve 2.0, ve %27 nem içeriğinde ise, 0.9 ve 1.7 birim azalış görülmüştür. Düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanan farklı nem düzeylerine sahip (%13.7, 23.5, 27) gün kurusu kayısıların L\* değerleri üzerine ise, depolama süresinin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Reflektans renk değerlerindeki değişim, gıdalarda meydana gelen kalite ve kimyasal değişimleri gözlemlenmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, L\* değeri birçok üründe esmerleşme indeksi olarak kullanılmaktadır. Aguilera vd. (1987), L\* değerini esmerleşmenin göstergesi olarak belirlemiştir. Benzer şekilde, kuru incirlerde (Piga vd. 2004) ve kurutulmuş armutlarda (Joubert vd. 2001), L\* değeri esmerleşmenin göstergesi olarak değerlendirmektedir. Orta nemli (%36) kükürtlü kayısıların nem geçirgenliği düşük olan poliamid/polietilen ambalajlarda 20° ve 30°C’de 8 ay depolanmaları sonunda L\* değerinin sırasıyla 10 ve 36 birim azaldığı belirlenmiştir (Sağırılı vd. 2008). Gün kurusu kayısıların nem ve gaz geçirgenliği düşük metalize PET (polietilentetraftlat) ile ambalajlanarak 10 ay süresince depolandığı başka bir çalışmada ise, %34 nem ve 488 mg/kg düzeyinde sorbik asit içeren örneklerin depolama sonunda L\* değerinin 20°C’de 3.7, 30°C’de ise, 7.4 birim azaldığı belirlenmiştir (Alagöz 2013). Yapılan bu çalışmalarda, çalışmamızdakine benzer şekilde L\* değerinde 4° ve 10°C’de önemli bir değişiklik belirlenmezken, depolama sıcaklığındaki artışla birlikte L\* değerinin azaldığı belirlenmiştir. Sıcaklık artışıyla birlikte meydana gelen bu azalışa paralel olarak da esmerleşme düzeyinin arttığı görülmüştür.

Esmerleşmenin bir ölçüsü olarak kabul edilen L\* değerinin yanı sıra; L\*, a\* ve b\* değerleri kullanılarak hesaplanan BI (Browning index) değeri de esmerleşme indeksi olarak kullanılabilir (Castañón vd. 1999, Chutintrasri ve Noomhorm 2007). Bu nedenle, çalışmamızda BI değerleri de hesaplanmış (EK 3) ve “BI değerleri ile esmerleşme düzeyi arasındaki (A<sub>420</sub>/g kuru madde)” ilişkiyi göstermek amacıyla depolama boyunca elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analizi sonucunda, %23.5 ve %27 nem içeren ve 30°C’de 12 ay süresince depolanan örneklerin BI değerleri ile esmerleşme düzeyi arasındaki regresyon eşitlikleri ve

korelasyon katsayıları, %23.5 nem içeren örneklerde “ $y = -0.9092x + 64.867$ ,  $r = -0.8575$ ”; %27 nem içeren örneklerde ise, “ $y = -0.7734x + 55.61$ ,  $r = -0.9258$ ” olarak bulunmuştur. Elde edilen bu verilere göre, 30°C’de ambalajlanarak depolanan örneklerde BI değerleri ve esmerleşme düzeyi arasında ( $A_{420}/g$  kuru madde) kuvvetli negatif ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu durum gün kurusu kayısıların reflektans renk değerleri ölçülerek esmerleşme düzeylerinin belirlenmesinin, uzun sürede sonuç alınabilen kimyasal analizle esmerleşme düzeyinin ( $A_{420}/g$  kuru madde) belirlenmesi yerine iyi bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

Yapılan pek çok çalışmada, BI değerinin yanısıra ölçülen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinden toplam renk değişimi değeri de ( $\Delta E$ ) hesaplanmıştır (Castanon vd. 1998, Garza vd. 1999, Ibarz vd. 1999, Ibarz vd. 2000, Rattanathanalerk vd. 2005, Chutintrasri ve Noomhorm 2007, Ihns vd. 2011). Çalışmamızda da gün kurusu kayısılarda depolama süresince ölçülen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri kullanılarak  $\Delta E$  değeri hesaplanmıştır (EK 4). Çalışmamızda düşük sıcaklıklarda özellikle 4°C’de depolamanın gün kurusu kayısıların renk değişimi üzerine bir etkisi belirlenmediğinden  $\Delta E$  değerleri 10°, 20° ve 30°C için hesaplanmıştır.

Elde edilen  $\Delta E$  değerleri hem aritmetik hem de yarı-logaritmik sıkalalı bir grafik kağıdına zamana karşı aktarılarak regresyon denklemleri ve  $R^2$  değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, gün kurusu kayısılarda depolama süresinde  $\Delta E$  değerlerindeki değişimlerin sıfırcı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Yapılan bazı çalışmalarda, çalışmamıza benzer şekilde  $\Delta E$  değerlerindeki değişimin sıfırcı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği belirtilirken (Barreiro vd. 1997, Chutintrasri ve Noomhorm 2007), bazı çalışmalarda ise,  $\Delta E$  değerlerindeki değişim sıfır ve birinci dereceden kinetik modelin bir kombinasyonu ile açıklanmaktadır (Garza vd. 1999, Ibarz vd. 1999, Rattanathanalerk vd. 2005). Bu kombinasyonda renk oluşumu sıfırcı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleşirken, pigment parçalanmasının birinci dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği belirtilmektedir (Garza vd. 1999, Ibarz vd. 1999, Rattanathanalerk vd. 2005).

Çizelge 4.7 Gün kurusu kayısların depolanması süresince  $\Delta E$  değerlerindeki değişimin gösteren eşitlikler

Başlangıç nem düzeyi (%)	Sıcaklık (°C)	Eşitlik	R <sup>2</sup>
13.7	10	$y = 0.1929x + 0.0702$	0.7928
	20	$y = 0.2902x - 0.3691$	0.9233
	30	$y = 0.3694x - 0.2074$	0.9310
23.5	10	$y = 0.2210x + 0.5040$	0.9137
	20	$y = 0.1928x + 0.2373$	0.9502
	30	$y = 0.3402x + 1.0789$	0.8060
27	10	$y = 0.1576x + 0.1245$	0.9463
	20	$y = 0.2204x + 0.8865$	0.7500
	30	$y = 0.3091x + 0.7623$	0.7978

Çalışmamızda, gün kurusu kayısların depolama süresince  $\Delta E$  değerlerinin sıcaklığa bağlılığını saptamak amacıyla  $Q_{10}$  değerleri hesaplanmış ve saptanan değerler çizelge 4.8–4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 %13.7 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince  $\Delta E$  değerlerinin değişimine ilişkin kinetik katsayılar

Sıcaklık (°C)	k (ay <sup>-1</sup> )	Q <sub>10</sub>	
		10°–20°C	20°–30°C
10	0.1929		
20	0.2902	1.5	1.3
30	0.3694		

Çizelge 4.9 %23.7 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince  $\Delta E$  değerlerinin değişimine ilişkin kinetik katsayılar

Sıcaklık (°C)	k (ay <sup>-1</sup> )	Q <sub>10</sub>	
		10°–20°C	20°–30°C
10	0.2210		
20	0.1928	0.9	1.8
30	0.3402		

Çizelge 4.10 %27 nem düzeylerindeki gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince  $\Delta E$  değerlerinin değişimine ilişkin kinetik katsayılar

Sıcaklık (°C)	k (ay <sup>-1</sup> )	Q <sub>10</sub>	
		10°–20°C	20°–30°C
10	0.1069		
20	0.2204	2.0	1.4
30	0.3091		

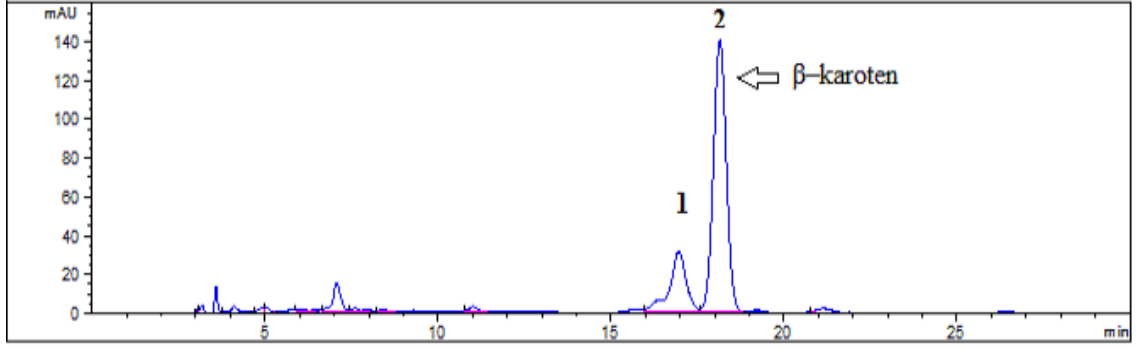
Çizelge 4.8–4.10’da verilen *k* değerleri incelendiğinde gerek yığın halde gerekse de ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısıların toplam renk değerlerinin en çok 30°C’de depolanmaları sonucu değiştiği görülmektedir. Bunun yanı sıra, tüm depolama sıcaklıklarında yığın halde depolanan (%13.7 nemli) gün kurusu kayısıların renk değişimlerinin, ambalajlanarak depolanan (%23.5 ve 27 nemli) örneklerle kıyasla daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, gün kurusu kayısıların ambalajlanarak depolanmasına kıyasla yığın halde depolanmasının renk üzerinde olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir. Bu duruma, gün kurusu kayısıların depolama sırasında herhangi bir koruyucu ambalaj ile muhafaza edilmediklerinden gerek esmer renk oluşumunun gerekse karotenoid içeriklerinin depolama sıcaklık ve neminden daha çok etkilenmelerinin neden olabileceği düşünülmektedir. Gün kurusu kayısıların Q<sub>10</sub> değerleri incelendiğinde, %13.7 nem içeren ve yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların toplam renk değişimlerinin, depolama sıcaklığının 10°C’den 20°C’ye veya 20°C’den 30°C’ye yükseltilmesinin reaksiyon hızını hemen hemen aynı oranda (sırasıyla 1.5 ve 1.3 kat) artırdığı saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların depolama süresince belirtilen bu iki sıcaklık aralığında sıcaklık değişimlerinden fazla etkilenmediğini göstermiştir.

#### 4.5 β- karoten Miktarındaki Değişim

Gün kurusu kayısılarda karotenoid dağılımı ve depolama süresince β-karoten miktarında meydana gelen değişim yapılan HPLC analizi ile belirlenmiştir. Elde edilen tüm veriler EK 5’de toplu olarak, HPLC kromatogramlarına örnek bir kromatogram ise şekil 4.7’de verilmiştir. Şekil 4.7’de görüldüğü üzere, elde edilen kromatogramlarda 2 temel

karotenoid piki belirlenmiştir. Bu piklerden biri elimizde ticari standardının olmaması nedeniyle belirlenemezken, diğer pik  $\beta$ -karoten olarak tanımlanmıştır. Karotenoid dağılımına ait kromatogram incelendiğinde gün kurusu kayısılardaki başat karotenoidin  $\beta$ -karoten olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 4.7). Kayıslarda başat karotenoidin,  $\beta$ -karoten olduğu yapılan pek çok çalışmada ile de ortaya konulmuştur (Mangels vd. 1993, Ben-Amotz ve Fishler 1998, Sass-Kiss vd. 2005, Dargovic-Uzelac vd. 2007, Kurz vd. 2008, Sağırılı vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2013, Alagöz vd. 2015).

Çalışmamızda, farklı nem düzeylerine sahip Hacihaliloğlu çeşidi gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten içeriğinin depolama öncesinde 6.5–12.8mg/100 g KM arasında değiştiği belirlenmiştir. 12 aylık depolama süresi sonunda ise, gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten düzeyinin 4.7–12.4 mg/100 g KM arasında değiştiği belirlenmiştir (EK 5). Ülkemizde yetiştirilen kayısı çeşitlerinin (Hacihaliloğlu, Hasanbey, Soğancı, Kabaası, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıkız, Tokaloğlu ve Alyanak)  $\beta$ -karoten içerikleri arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Akın vd. 2008). Bu çeşitler içerisinde en fazla  $\beta$ -karotenin İzmir ilimizde yetiştirilen Alyanak çeşidinde (487 mg kg<sup>-1</sup>), en azının ise Malatya ilimizde yetiştirilen Çöloğlu çeşidinde (57 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu saptanmıştır. En fazla kurutulan Hacihaliloğlu çeşidinin kuru madde bazında 89 mg kg<sup>-1</sup>, Kabaası çeşidinin ise 262 mg kg<sup>-1</sup> düzeyinde  $\beta$ -karoten içerdiği bulunmuştur. Alagöz (2013) tarafından yapılan çalışmada da gün kurusu kayısı örneklerinin kuru madde bazında, 41-67 mg/kg arasında  $\beta$ -karoten içerdiği bulunmuştur. Çalışmamızda, gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten düzeyine ilişkin belirlenen sonuçlar literatürle de uyumlu bulunmuştur.

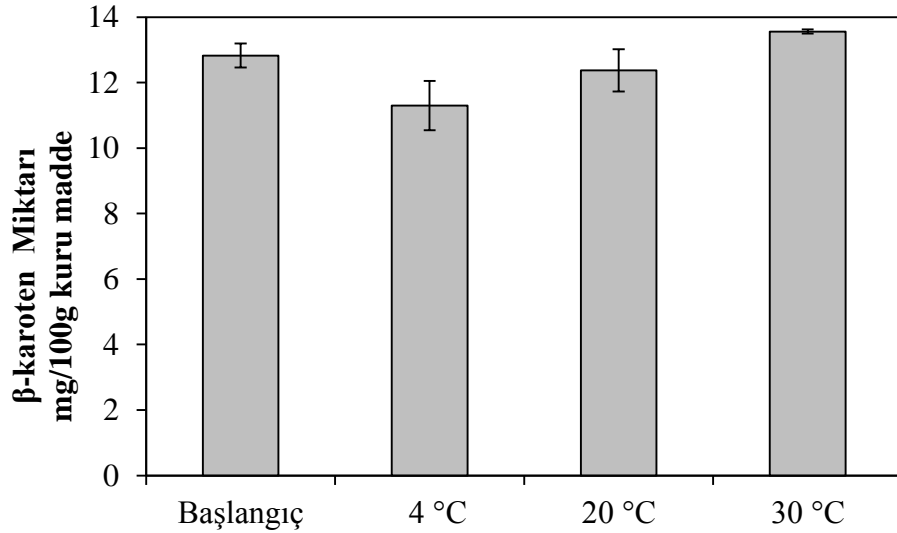


Şekil 4.7 %13.7 neme sahip gün kurusu kayısıların depolama başındaki karotenoid dağılımını gösteren HPLC kromatogramı

%23.5 ve %27 nem içeren gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten düzeylerinin, depolama süresi ve sıcaklıktan etkilenmediği belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Ayrıca, depolama süresi boyunca %23.5 ve %27 nemli örneklerin arasında  $\beta$ -karoten düzeyi açısından bir fark olmadığı da belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Buna karşın, yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten içerikleri üzerine depolama sıcaklıklarının etkili olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar depolama sıcaklığının  $\beta$ -karoten düzeyi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunsa da bu farkın tesadüften ileri geldiği düşünülmektedir (Şekil 4.8). %27 ve 34 nemli gün kurusu kayısılarında yapılan bir çalışmada da depolama sıcaklıklarının  $\beta$ -karoten düzeyi üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir (Alagöz 2013).

Karotenoidler, çift bağ içermeleri nedeniyle kolaylıkla oksidatif yolla degrade olabilmektedirler. Oksidasyondan sonra etkili diğer faktör, yüksek sıcaklıktır. Karotenoidlerin parçalanması üzerine etkili bir diğer etken ise ışıktır. Ayrıca, karotenoidler enzimatik (lipoksigenazlar) yolla da parçalanmaktadır. Lipoksigenaz enzimlerinin kendi substratları özellikle linolenik, linoleik ve araşidonik yağ asitleri gibi çoklu doymamış yağ asitleri olsa da, bu enzimler bir yanda kendi substratlarını hidroperoksidasyona uğrattırırken aynı anda  $\beta$  karoten, ksantofiller gibi karotenoidleri de oksidasyona (co-oxidation) uğratabilmektedirler. Böylece, karotenoidlerce zengin meyve ve sebzelerde pigment kayıpları meydana gelmektedir. Diğer yandan, karotenoidler, yüksek sıcaklıklarda antosiyanin gibi diğer pigmentlere göre daha stabil bileşikler olup, ortamda ışık ve oksijen bulunmaması halinde gıdaların pişirilmeleri ve

haşlanmaları sırasında dahi bozulmamaktadır. Karotenoidlerin oksidatif yolla parçalanması üzerine askorbik asit, antioksidanlar, ve özellikle de tokoferoller önemli düzeyde engelleyici rol oynamaktadırlar (Cemeroğlu vd 2004). Ayrıca, karotenoidlerin oksidasyonunu, SO<sub>2</sub> kullanımıyla da önlemek mümkün olabilmektedir (Mahmutoğlu vd. 1996).



Şekil 4.8 %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 12 ay depolanması sonunda β-karoten miktarındaki değişim

Gün kurusu kayısıların kurutma işlemi sonrasında, β-karoten içeriğinin, düşük miktarda olduğu saptanmıştır (EK 5). Bu durumun, kuru kayısıların SO<sub>2</sub> içermemeleri nedeniyle, β-karotenin kurutma sırasında oksidasyona uğrayarak parçalanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim kükürlenerek ve kükürtlenmeksizin kurutulan şeftalilerin β-karoten miktarları arasındaki fark incelenmiş, kükürlenerek kurutulan şeftalilerin%24 daha fazla β-karoten içerdiği belirlenmiştir (Eheart ve Sholes 1945). Benzer şekilde, laboratuvarımızda yapılan çalışmalarda, kükürlenip kurutulmuş Hacıhaliloğlu kayısıların β-karoten içeriğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Sağırlı vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2013). Farklı yöntemlerle kükürlenerek kurutulan kayıslarda ise, kükürtleme yönteminin karotenoid içeriğindeki değişime bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Coşkun 2010) .

#### 4.5.1 Geri kazanım testi

Çizelge 4.11’de geri kazanım testinde elde edilen değerler verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, kuru kayıslarda ekstraksiyon işleminden önce örneğe ilave edilen miktara göre;  $\beta$ -karoten için %90–96 arasında geri kazanım değeri elde edildiği görülmektedir. Bu geri kazanım değerleri ise,  $\beta$ -karotenin analiz sürecindeki kaybının kabul edilebilir düzeylerde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.11 Gün kurusu kayıslarda  $\beta$ -karotenin geri kazanımı

Örnek miktarı (g)	Örnekteki $\beta$ -karoten miktarı (mg)	Eklenen $\beta$ -karoten miktarı (mg)	Hesaplanan $\beta$ -karoten miktarı (mg)	Geri kazanım (%)	Geri kazanım ortalaması* (%)
5.0001	0.3642	0.3600	0.7025	97.0	95.85 $\pm$ 1.69
5.0002	0.3642	0.3600	0.6858	94.7	
5.0013	0.3643	0.1800	0.4844	89.0	90.35 $\pm$ 2.11
5.0009	0.3643	0.1800	0.4991	91.7	
5.0021	0.3644	0.0900	0.3999	88.0	90.00 $\pm$ 3.14
5.0014	0.3643	0.0900	0.4180	92.0	

\* Geri kazanım değerleri, aritmetik ortalama $\pm$ varyasyon katsayısı olarak verilmiştir.

#### 4.6 HMF Miktarı

Farklı düzeylerde nem (%13.7, 23.5 ve 27) içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcı ve farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanması sonunda hiçbir örnekte HMF belirlenmemiştir. Çalışmamıza benzer şekilde, farklı konsantrasyonlarda (%27 ve 34) nem ve sorbik asit (0, 500 ve 1000 mg/kg) içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay boyunca depolandığı çalışmada da hiçbir örnekte HMF belirlenmemiştir (Alagöz 2013). Kükürtleterek kurutulan kayısların 5°, 10°, 20° ve 30°C’de 351 gün boyunca depolandığı başka bir



çalışmada da benzer şekilde HMF saptanmamıştır (Türkyılmaz 2011). Coşkun (2010) tarafından yapılan çalışmada ise, 5° ve 20°C’de depolanan Hacihaliloğlu ve Kabaşçı çeşidi kükürtlü kuru kayıslarda, 12 aylık depolama süresi sonunda dahi HMF belirlenememişken; sadece 30°C’de aynı süre depolama sonucunda geleneksel yöntemle ve tüpte sıvılaştırılmış SO<sub>2</sub> gazı ile kükürtlenen örneklerde çok düşük miktarda (1.2–8.1 mg/kg) HMF belirlenmiştir. Kuru üzümde yapılan bir çalışmada ise, HMF düzeyinin 5.50-33.57 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çağlarırnak 2006). Kurutulmuş meyvelerde yapılan bir çalışmada ise, HMF düzeyi en fazla kurutulmuş erikte (1600-2200 mg/kg) ve erik reçelinde (1100-1200 mg/kg) belirlenmiştir. Kurutulmuş hurmada da yüksek düzeyde (1000 mg/kg) HMF belirlenmiştir. Kuru meyvelerde yapılan bu çalışmada, diğer örneklerle kıyasla kayısı (30-780 mg/kg), armut (100 mg/kg), şeftali (40 mg/kg), ananas (280 mg/kg), elma (80 mg/kg) ve incir de (1 mg/kg) daha düşük düzeylerde HMF belirlenmiştir (Murkovic ve Pichler 2006).

Bilindiği gibi, HMF heksosların asit katalizörlüğü eşliğinde dehidrasyonu ya da Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır (Gökmen ve Şenyuva 2006). Gıdalardaki HMF oluşum oranı şekerin tipine (Lee ve Nagy 1990) ve a<sub>w</sub> değerine bağlı olarak değişse de (Gökmen vd. 2008), HMF oluşumu genellikle gıdaların maruz kaldığı sıcaklık ve gıdaların pH’sına bağlıdır (Janzowski vd. 2000). Gıdaların renk ve kokularını değiştirerek depolama ya da ısıtma sırasında orijinal niteliklerinde kayıplara neden olan (Cemeroğlu vd. 2010, Murkovic ve Pichler, 2006) Maillard reaksiyonlarının hızı üzerine ise, sıcaklık-süre kombinasyonu, pH, a<sub>w</sub>, substrat konsantrasyonu (indirgen şekerler ve proteinler) gibi faktörler etkili olmaktadır. Sıcaklık yükseldikçe Maillard reaksiyonu hızlanmakta ve esmerleşme artmaktadır. Diğer yandan; a<sub>w</sub>= 0.6–0.8 (orta nem düzeyi) ve pH=7.0–10.0 değerleri arasında Maillard reaksiyonu hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Cemeroğlu vd. 2009). Çalışmamızda ise, depolama süresince gün kurusu kayısların pH değerleri 4.88–5.21 arasında değişmektedir. Bu pH değerleri 6.0’nın altında olup; Maillard reaksiyonu oluşumunu sınırlandırmaktadır. Gün kurusu kayısların a<sub>w</sub> değerleri ise, 0.51–0.69 arasında değişmektedir. Her ne kadar bazı örneklerde a<sub>w</sub> değerleri Maillard reaksiyonu için uygun olsa da, depolamanın devam eden aylarında a<sub>w</sub> değerleri azalarak Maillard reaksiyonlarının yavaşladığı 0.6 değerinin altına düşmüştür. Gün kurusu kayısların gerek a<sub>w</sub> gerekse de pH düzeyinin Maillard

reaksiyonlarının yavaş gerçekleştiği düzeylerde olması nedeniyle HMF oluşumunun gerçekleşmemiş olabileceği sanılmaktadır. Gün kurusu kayıslarda HMF belirlenmemesinin bir diğer nedeni olarak, HMF'nin esmerleşme reaksiyonları sonucunda oluşan bir ara ürün olması ve gün kurusu kayısların herhangi bir koruyucu içermemesi nedeniyle hızla esmerleşmesi nedeniyle oluşan HMF'nin kahverenkli melanoidin pigmentlerine dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.7 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler

Çalışmamızda, farklı düzeylerde (%13.7, 23.5 ve 27) nem içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki, pH ve titrasyon asitliği değerleri çizelge 4.12'de, depolama süresince meydana gelen değişimler ise, EK 6'da verilmiştir. Titrasyon asitliği değerleri, "kuru ağırlık" üzerinden hesaplanmış ve susuz sitrik asit cinsinden "g/100 g kuru ağırlık" olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri

Nem (%)	pH	Titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık)
13.7	5.20±0.01 A	1.1268±0.00 C
23.5	5.12±0.00 B	1.5376±0.01 B
27	5.21±0.04 A	1.2412±0.00 A

Çizelge 4.12'de görüldüğü üzere, gün kurusu kayısların nem düzeylerinin %13.7'den %23.5 ve %27 rehidre edilmesi sonucunda, titrasyon asitliği değerleri artan nem düzeyiyle birlikte önemli oranda artmaktadır ( $p < 0.05$ ). Titrasyon asitliğindeki bu artışa paralel olarak, rehidrasyon işlemiyle birlikte gün kurusu kayısların mikrobiyel yükleri de artmıştır. Mikrobiyel yükteki bu artışın titrasyon asitliğindeki artış ile ilişkili olduğu

düşünülmektedir. Mikrobiyel yük ve titrasyon asitliği değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, depolama başında rehidrasyon işlemiyle elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen eşitlikler ve korelasyon katsayıları (r) “toplam aerobik mezofilik bakteri” ve “toplam maya-küf” değerleri için sırasıyla şu şekilde bulunmuştur: “ $y= 42524x - 43033$  ve  $r=0.9907$ ”, “ $y= 139.76x - 2.2954$  ve  $r=0.9598$ ”. Bu verilere göre, mikrobiyel yük ve titrasyon asitliği değerleri arasında çok kuvvetli doğrusal ilişki belirlenmiştir.

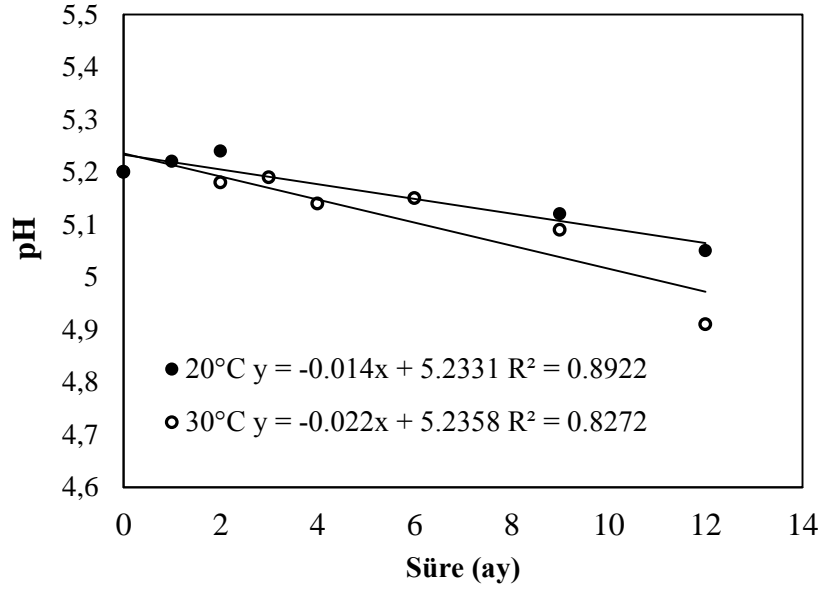
Depolama süresince pH ve titrasyon asitliği düzeyindeki değişimler hem aritmetik hem de yarı-logaritmik ölçekli grafiklere aktarılmış ve elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Bu amaçla, titrasyon asitliği değişimine ilişkin değerler “y” eksenine, süreler ise “x” eksenine yerleştirilmiştir. Çalışmamızda, depolama süresince 20° ve 30°C’de depolanan örneklerle kıyasla 4° ve 10°C’de çok daha sınırlı düzeyde değişim olması nedeniyle bu sıcaklıklarda depolanan örneklerle regresyon analizi uygulanmamıştır. 20° ve 30°C’de depolanan örneklerde ise, depolama süresince hem aritmetik hem de yarı-logaritmik ölçekte doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Bu nedenle, depolama süresince gün kurusu kayıslarda pH ve titrasyon asitliğindeki değişimin hem sıfır hem de birinci derece kinetik modele uygun olduğu saptanmıştır. Ancak, R<sup>2</sup> değerleri karşılaştırıldığında, aritmetik ölçekli grafikten daha yüksek R<sup>2</sup> değerleri elde edildiği için, gün kurusu kayıslarda 20° ve 30°C’de depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimlerin sıfırinci derece kinetik modele daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişimi gösteren verilerden elde edilen regresyon denklemleri ve R<sup>2</sup> değerleri çizelge 4.13’de verilmiştir. %13.7 ve 23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolama süresince pH değişimini gösteren grafikler şekil 4.9 ve 4.10’da verilmiştir. Titrasyon asitliğindeki değişimi gösteren örnek grafikler ise, şekil 4.11 ve 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Gün kurusu kayısıların 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince pH değişimini gösteren eşitlikler

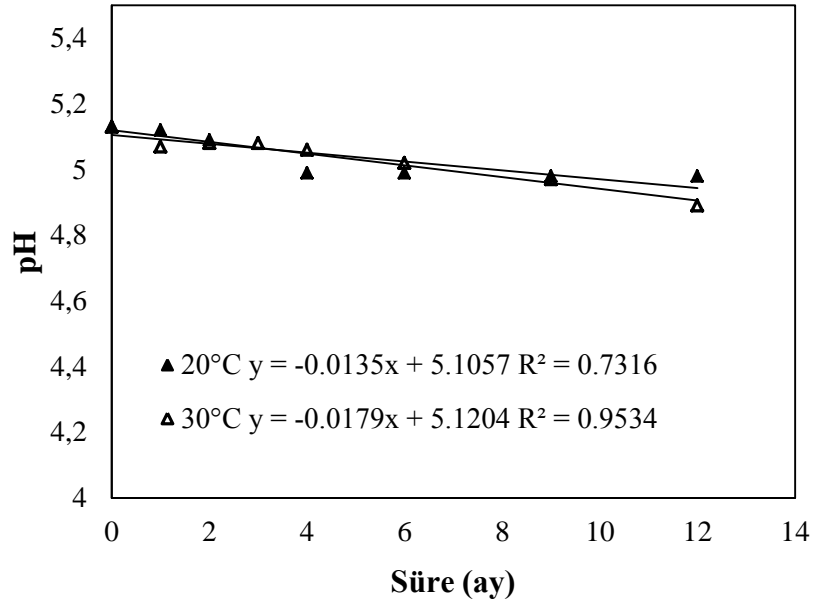
Başlangıç nem düzeyi (%)	Sıcaklık (°C)	Eşitlik	k (ay <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
13.7	20	$y = -0.0140x + 5.2331$	-0.0140	0.8922
	30	$y = -0.0220x + 5.2358$	-0.0220	0.8272
23.5	20	$y = -0.0135x + 5.1057$	-0.0135	0.7316
	30	$y = -0.0179x + 5.1204$	-0.0179	0.9534
27	20	$y = -0.0098x + 5.2275$	-0.0098	0.8803
	30	$y = -0.0137x + 5.1669$	-0.0137	0.8399

Çizelge 4.14 Gün kurusu kayısıların 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince titrasyon asitliği değişimini gösteren eşitlikler

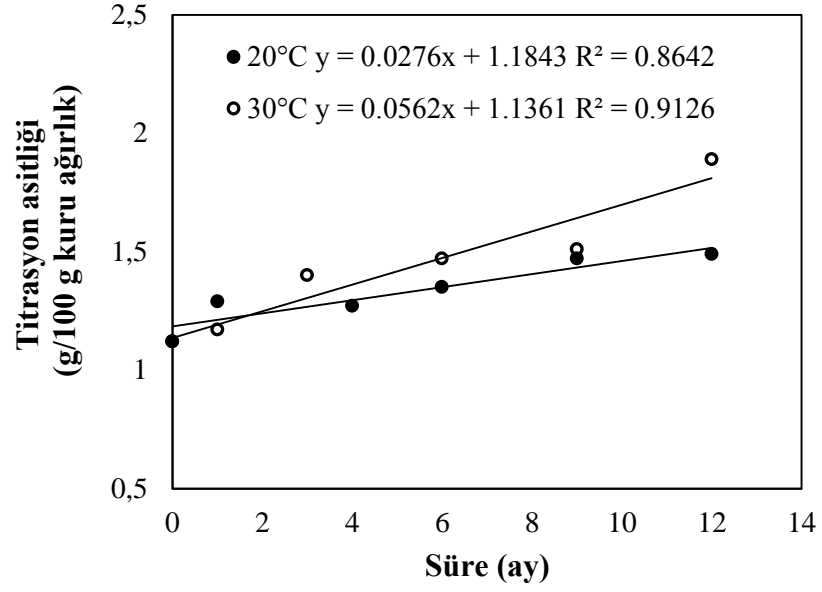
Başlangıç nem düzeyi (%)	Sıcaklık (°C)	Eşitlik	k (ay <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
13.7	20	$y = 0.0276x + 1.1843$	0.0276	0.8642
	30	$y = 0.0562x + 1.1361$	0.0562	0.9126
23.5	20	$y = 0.0320x + 1.5620$	0.0320	0.9480
	30	$y = 0.0412x + 1.5456$	0.0412	0.9075
27	20	$y = 0.0477x + 1.0305$	0.0477	0.8309
	30	$y = 0.0558x + 1.1183$	0.0558	0.8555



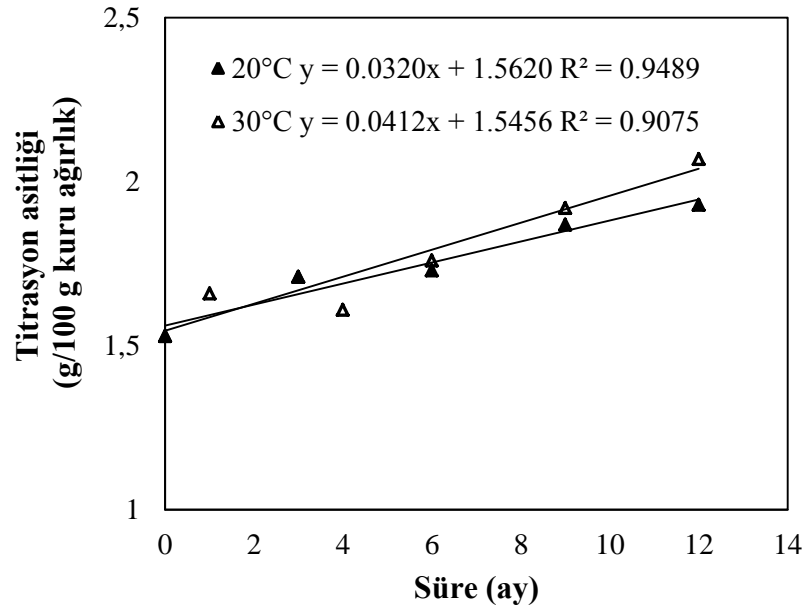
Şekil 4.9 %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında pH değerlerindeki değişimler



Şekil 4.10 %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında pH düzeyindeki değişimler



Şekil 4.11 %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler



Şekil 4.12 %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların depolanması sırasında titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler

Farklı nem içeren gün kurusu kayısıların pH değerlerinde, düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) önemli bir değişim meydana gelmezken, depolama sıcaklığındaki artışa paralel olarak pH değerinin azaldığı görülmektedir. Şekil 4.9 ve 4.10 incelendiğinde, 20°C’de depolanan örneklerin pH değerlerinde sınırlı bir azalış (%1.7–3) olduğu görülürken, 30°C’de depolanan örneklerde daha yüksek düzeyde azalışın (%3.5–5) meydana geldiği görülmektedir. Çizelge 4.13’deki *k* değerleri incelendiğinde de depolama sıcaklığının 20°C’den 30°C’ye çıkarılması ile gün kurusu kayısılarında pH düzeyinin 1.3–1.5 kat daha hızlı azaldığı görülmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde, gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolandığı bir çalışmada, kayısı örneklerinin pH değerlerindeki en önemli değişimin 30°C’de (%12.4 azalış) olduğu belirlenmiştir (Alagöz 2013).

Farklı düzeyde nem içeren gün kurusu kayısıların pH değerlerinde olduğu gibi, titrasyon asitliği değerlerinde de düşük sıcaklıklarda depolanan (4° ve 10°C) örneklerde sınırlı düzeyde değişim belirlenmiş, bu değişim istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Depolama sıcaklığının 20°C’den 30°C’ye çıkarılmasıyla birlikte ise titrasyon asitliği değerindeki artışın 1.2–2 kat daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiş (Çizelge 4.14). Şekil 4.11 ve 4.12 incelendiğinde de titrasyon asitliği değerinde depolama sıcaklığı ile birlikte meydana gelen en önemli değişimin (%33–68 artış) 30°C’de depolanan örneklerde meydana geldiği görülmektedir. %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10 ay süresince 30°C’de depolanmaları sonucunda titrasyon asitliği değerlerinin %88, 20°C’de depolanmaları sonucunda ise, %46 oranında arttığı belirlenmiştir (Alagöz 2013). Orta nemli kayısıların 5°–30°C’de 8 ay depolanmaları sonunda titrasyon asitliği değerlerinin başlangıç değeri olan “1.900 g/100 g kuru ağırlıktan,” %13–25 oranında artarak 2.140–2.370 g/100 g KM’ye yükseldiği saptanmıştır (Sağırılı 2006). Yapılan bu çalışmalarda da çalışmamızda olduğu gibi, titrasyon asitliğinin, depolama sıcaklığına bağlı olarak değiştiği belirlenirken en önemli artışın 30°C’de olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda, depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak saptanan titrasyon asitliğindeki artışın, iki farklı nedenden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bilindiği gibi, meyvelerin hücre duvarlarında meyve henüz hamken suda çözünmez nitelikteki

pektin (protopektin) meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte suda çözünür nitelik kazanmaktadır. Bu dönüşüm; meyvelerde bulunan pektinmetilesteraz (PME) enziminin pektini demetilize ederek, onu parçalanmayı gerçekleştirecek olan poligalakturonaz (PG) enziminin substratı haline getirmesinden kaynaklanmaktadır. PG enzimi, pektinleri oluşturan poligalakturonik asit üniteleri veya pektinin esterleşmemiş kısımlarındaki  $\alpha$ -1,4 bağınyı hidrolitik olarak parçalamaktadır (Cemeroğlu vd. 2009). Bu şekilde pektin hidrolizi ile oluşan galaktronik asidin titrasyon asitliğini artırabileceği düşünülmektedir. Şeftalilerdeki pektin miktarı üzerine depolamanın etkileri incelenmiş, pektin miktarının “509 mg/100 g meyve”den, 15°C’de 1 yıl depolama sonunda “358 mg/100 g meyve”ye düştüğü belirtilmiştir (Levi vd. 1988). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, depolama boyunca pektinlerin parçalandığını göstermektedir. 20° ve 30°C’de depolama süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen artışın bir başka nedeninin de mikrobiyel yükte meydana gelen değişimin olabileceği düşünülmektedir. Gün kurusu kayısıların 48 hafta süresince depolandığı bir çalışmada titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresince önce arttığı (24 hafta), daha sonra ise azaldığı görülmüştür. Bu artışın yüksek nem içeriğinde mikrobiyel gelişimden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Elmacı vd. 2008). Benzer şekilde, çalışmamızda gün kurusu kayısıların nem düzeylerinin %13.7’den %23.5 ve %27’ye rehidre edilmesi sonucunda artan titrasyon asitliği ile mikrobiyel yük arasında belirlenen çok kuvvetli korelasyonlar ( $r=0.0960-0.0991$ ) bu durumu doğrulamaktadır. Elmacı vd. (2008) depolamanın devam eden aylarında titrasyon asitliği değerinde meydana gelen azalışı ise, mikrobiyel faaliyetler sonucu oluşan asitlerin, depolamanın ilerleyen aşamalarında parçalanmasından kaynaklanabileceğine bağlamışlardır.

#### **4.8 Mikrobiyel Değişim**

Farklı düzeylerde nem (%13.7, 23.5 ve 27) içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince mikrobiyel stabilitenin belirlenmesi amacıyla, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB), maya-küf (MK), ozmofilik (OM) ve kserofilik maya-küf (KMK), laktik asit bakterisi (LAB), toplam *Enterobacteriaceae* ve stafilokok sayımları yapılmış ve sonuçlar toplu olarak çizelge 4.15’de verilmiştir.



Depolama sürecinde ortaya çıkabilecek zararlı organizmaların inhibisyonu sağlamak için gün kurusu kayıslara fümigasyon işlemi uygulanmıştır. Bilindiği gibi, fumigasyon işlemi; böcek larvaları ve yumurtalarının depolanan gıdalarda olası kayıpları önlemek amacıyla sıklıkla uygulanmaktadır. Fümigasyon işleminin mikrobiyel yüke etkisini belirlemek amacıyla, fümige edilmemiş kitleden de örnekler alınarak bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu kontrol grubuna da fümige edilmiş örneklerle aynı mikrobiyel analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizler sonucunda, fumigasyon işleminin gün kurusu kayısların MK sayıları üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenirken ( $p>0.05$ ), TAMB ve TAPB sayısında 0.4 ve 0.3 log KOB/g düzeyinde oldukça düşük bir azalışa neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Fümigasyon işleminin, gün kurusu kayısların LAB yüklerine de bir etkisi belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Fümigasyon işlemi öncesinde OM ve *Enterobacteriaceae* ve stafilokok yükü sayım limitinin ( $<4$  KOB/g ve  $<40$  KOB/g) altında bulunduğu için, fumigasyon işleminin bu bakteriler üzerine etkinliği değerlendirilememiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Alagöz (2013) tarafından yapılan çalışmada, gün kurusu kayıslara yapılan fumigasyon işleminin, TAMB ve TAPB sayısına önemli bir etkisi saptanmamış, buna karşın MK sayısında 0.6 log KOB/g azalışa neden olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, fumigasyon işleminin; MK, KMK ve LAB üzerine etkisinin bulunmadığını, buna karşın; TAMB ve TAPB sayısında azalışa neden olduğunu göstermiştir.

Çalışmamızda fümigasyon işlemi uygulanmış örneklerin bir kısmına, rehidrasyon işlemi uygulanmış, gün kurusu kayısların nem düzeyleri %13.7'den %23.5 ve %27'ye arttırılmıştır. Artan nem düzeyi ile birlikte, TAMB sayısında her bir nem değeri için, sırasıyla 0.8 ve 1.1 log KOB/g , TAPB sayısında ise, 0.1 ve 0.2 log KOB/g gibi düşük düzeyde bir artış belirlenmiştir. Ancak, rehidrasyon işleminin LAB ve KMK sayısı üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Nem düzeyinin %13.5'den %23.5'e çıkarılması, MK sayısına istatistiksel açıdan önemli ölçüde etki etmezken ( $p>0.05$ ), nem düzeyinin %27'ye rehidre edilmesi sonucunda MK sayısında önemli ölçüde artış belirlenmiştir.

Çizelge 4.15 Depolama öncesi ve başlangıcında gün kurusu kayısıların mikrobiyel yükleri<sup>1</sup> (KOB/g)

Örnek	TAMB	TAPB	M-K	OM	KK	LAB	SK	ENT
Fümigasyon öncesi	8.41x10 <sup>3</sup> a ±2.44x10 <sup>3</sup>	5.60x10 <sup>2</sup> a ±4.94	1.22x10 <sup>2</sup> a ±4.00x10 <sup>1</sup>	<4	4.47x10 <sup>2</sup> a ±1.23x10 <sup>2</sup>	<4	<40	<4
Fümigasyon sonrası	3.59x10 <sup>3</sup> a ±1.08x10 <sup>3</sup>	3.04x10 <sup>2</sup> a ±7.20x10 <sup>1</sup>	1.64x10 <sup>2</sup> a ±1.41x10 <sup>1</sup>	<4	1.83x10 <sup>2</sup> a ±7.76x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> ±1.97x10 <sup>1</sup>	<40	<4
%13.5 nem başlangıç	3.59x10 <sup>3</sup> b ±1.08x10 <sup>3</sup>	3.04x10 <sup>2</sup> b ±7.20x10 <sup>1</sup>	1.64x10 <sup>2</sup> b ±1.41x10 <sup>1</sup>	<4b	1.83x10 <sup>2</sup> a ±7.76x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> a ±1.97x10 <sup>1</sup>	<40	<4
%23.5 nem başlangıç	2.50x10 <sup>4</sup> a ±1.38x10 <sup>4</sup>	4.71x10 <sup>2</sup> a ±5.35x10 <sup>1</sup>	1.94x10 <sup>2</sup> b ±4.90x10 <sup>1</sup>	3.49x10 <sup>2</sup> a ±8.39x10 <sup>1</sup>	2.48x10 <sup>2</sup> a ±5.48x10 <sup>1</sup>	5.13x10 <sup>2</sup> a ±2.81x10 <sup>2</sup>	<40	<4
%27 nem başlangıç	3.70x10 <sup>4</sup> a ±3.40x10 <sup>3</sup>	4.53x10 <sup>2</sup> a ±5.94x10 <sup>1</sup>	2.75x10 <sup>2</sup> a ±4.18x10 <sup>1</sup>	3.25x10 <sup>2</sup> a ±1.12x10 <sup>2</sup>	2.77x10 <sup>2</sup> a ±4.53x10 <sup>1</sup>	3.13x10 <sup>2</sup> a ±6.56x10 <sup>1</sup>	<40	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**TAMB**: toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, **TAPB**: toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, **MK**: toplam maya-küf sayısı, **OM**: ozmofilik maya sayısı, **KMK**: kserofilik maya-küf sayısı, **LA**: laktik asit bakterileri sayısı, **SK**: stafilokok sayısı, **ENT**: toplam *Enterobacteriaceae* sayısı  
a-b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir(p<0.05).

Rehidrasyon işlemi öncesi OM belirlenmezken (<4 KOB/g), rehidrasyon sonrası her iki nem düzeyinde de (%23.5 ve %27) 2.5 log KOB/g düzeyinde OM belirlenmiştir. Bu sonuçlar, rehidrasyon işleminin gün kurusu kayısı örneklerinin özellikle OM yükleri üzerine etkilerinin önemli olduğunu göstermektedir ( $p<0.05$ ). Rehidrasyon işlemi sonrası kayısların nem düzeylerindeki artışla birlikte, su aktivitesi ( $a_w$ ) değerleri de 0.51'den 0.67–0.69 değerine artmış ve böylece gün kurusu kayıslar mikrobiyel gelişim için daha uygun hale gelmiştir. Bilindiği üzere, mikrobiyolojik yolla gıdaların bozulmasında en önemli faktör,  $a_w$ 'dir. Kurutulmuş meyveler, su içeriklerinin artırılmasıyla mikrobiyel bozulmalara maruz kalabilmektedirler. Alagöz (2013) tarafından yapılan çalışmada da, nem düzeyleri %27 olan kuru kayıslar %34 nem içerecek şekilde rehidre edilmiştir. Yapılan rehidrasyon işlemiyle birlikte, kuru kayısların MK sayısında, 0.7 log KOB/g artış görülmüştür. Söz konusu çalışmada, %34 nem içeren örneklerde görülen artışın nemlendirme ve daldırma sonrasında örneklerin denge nemine gelmesi için 20°C'de 2 hafta süreyle bekletilmesi sırasında, gerek  $a_w=0.81$  değerinin gerekse depolama sıcaklığının MK gelişimi için çok uygun olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda, nem düzeyinin yanı sıra, sıcaklık ve depolama süresinin de gün kurusu kayıslarda mikrobiyel yüke etkisi incelenmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar EK 7, 8 ve 9'da verilmiştir. EK 7 incelendiğinde, 4°C'de yığın halde depolanan gün kurusu kayıslarda TAMB sayısının depolama süresince artış veya azalış yönünde düzenli bir değişim göstermediği görülmektedir. TAMB sayısındaki bu dalgalanmalara düşük sıcaklıklarda depolanan gün kurusu kayısların ortam neminden etkilenmelerinin neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim, 4°C'de depolanan örneklerde depolamanın ilk üç ayında nem değerlerinin arttığı, 3. aydan sonra azalışa geçerek 6. ayda başlangıç seviyesine indiği belirlenmiştir. Bu azalışa paralel olarak, başlangıçta 3.55 log KOB/g olan TAMB sayısı depolamanın birinci ayında 0.32 log KOB/g artış göstermiş, depolama sonunda ise 0.15 log KOB/g azalarak 3.40 log KOB/g düzeyine inmiştir. Bu azalış istatistiksel olarak önemli olsa da ( $p<0.05$ ) depolama boyunca genel gidişata bakıldığında net olarak büyük bir azalış veya artıştan söz edilemez. Diğer yandan, 10°C'de yığın halde depolanan gün kurusu kayıslarda ise, depolamanın ilk ayında belirlenen nem düzeyindeki artışa (%13.7'den %16.1'e) paralel olarak TAMB sayısında önemli düzeyde (1 log KOB/g ) artış belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Ancak, bu örneklerde

depolamanın devam eden aylarında nem düzeylerinde düzenli bir artış belirlenmişken TAMB sayısında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Bu nedenle bu sıcaklık değeri için TAMB sayılarındaki farklılıkların, seçilen örnek kitlesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 4°C’de yığın halde depolanan örneklerin başlangıç (2.5 log KOB/g) ve 12. ay TAPB sayıları (2.3 log KOB/g) kıyaslandığında, önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Buna karşın, 10°C’de depolanan bu örneklerin TAPB sayısında ise, depolama süresi sonunda başlangıç değerine (2.5 log KOB/g) kıyasla 0.5 log KOB/g gibi çok düşük düzeyde bir azalış belirlenmiştir. 20° ve 30 °C’de yığın halde depolanan örneklerde ise, depolama başında belirlenen TAMB (3.5 log KOB/g) ve TAPB (2.5 log KOB/g) sayılarında 12 aylık depolama süresi sonunda önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ).

Yığın halde depolanan örneklerin depolama başlangıcındaki  $a_w$  değeri (0.51) depolama süresince giderek düşerek (0.43) bakteriyel gelişim için gerekli  $a_w$  düzeyini daha da olumsuz halde getirmiştir. Bu nedenle, 4° ve 10°C’de yığın halde depolanan ve hiç bir koruyucu ambalaj içinde bulunmamaları nedeniyle ortamdan nem çeken kuru kayısların dışında kalan örnek gruplarının bakteriyel yüklerinde önemli bir değişim görülmemiştir. Gıdaların mikrobiyel yüklerinin su aktivitesi ile yakından ilişkili olduğu yapılan pek çok çalışma ile gösterilmiştir. Örneğin, Türkyılmaz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, düşük düzeyde (188 mg/kg) kükürt içeren kayısların 5° ve 10°C’de 351 gün süresince yığın halde depolanmaları sonucunda  $a_w$  değerleri 0.616’dan sırasıyla, 0.672 ve 0.695’e yükselmiştir. Su aktivitesindeki bu artışa paralel olarak TAMB sayısında 0.9 log KOB/g bir artış saptanmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde, Türkyılmaz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada da düşük sıcaklıklarda (5° ve 10°C) yığın halde depolanan örnekler depolama boyunca ortamdan nem çekmişlerdir.

Nem düzeyleri %23.5 ve 27 olan gün kurusu kayısı örneklerinin, nem düzeyleri %13.5 olan örneklerden farklı olarak, ambalajlanarak depolanmaları nedeniyle 4°C’de depolanmaları süresince ortam neminden etkilenmedikleri gözlenmiştir. 4°C’de depolanan ve %23.5 ve 27 nem içeren örneklerde TAMB sayısı başlangıçta sırasıyla 4.3 log KOB/g ve 4.5 log KOB/g düzeyinde iken, depolama süresi sonunda bu sayının 1.2 log KOB/g ve 1.2 log KOB/g düzeyinde indiği gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). 10°C’de

depolanan örneklerde ise, 12 aylık depolama süresi sonunda başlangıç nemi %23.5 ve 27 olan örneklerde TAMB sayısında 1.1 log devrelik azalış meydana geldiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Benzer şekilde 12 aylık depolama süresi sonunda, 20° ve 30°C’de depolanan örneklerde her iki nem düzeyinde de TAMB sayısında sırasıyla 1.1–0.5 ve 0.7–1.2 log KOB/g azalış saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Bu sonuçlara göre, %23.5 ve 27 nem içeren ve ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısıların TAMB yüklerinin, tüm depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 aylık depolama süresi sonunda önemli oranda azaldığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Benzer şekilde, bu örneklerde 12 aylık depolama süresi sonunda TAPB sayılarında başlangıç değerlerine kıyasla (sırasıyla 2.65 ve 2.62 log KOB/g) önemli oranda (1 log KOB/g) azalış belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Çalışmamızda, depolama süresi yanı sıra depolama sıcaklıklarının TAMB yüküne etkisi de incelenmiş, yığın halde 4° ve 30°C’de depolanan örnekler arasında önemli fark olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yığın halde 4° ve 30°C’de depolanan örneklerin TAMB yükleri arasında belirlenen bu farka, yığın halde ve düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanan örneklerin özellikle depolama başlangıcında ortamdan nem çekmelerinin neden olduğu düşünülmektedir. Bu durumun aksine, ambalajlanarak depolanan ve %23.5 ve 27 nem içeren örneklerde TAMB ve TAPB sayısına depolama sıcaklığının bir etkisinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Ambalajlanarak depolanan örnekler nem değişimlerinden yığın halde depolanan örneklere kıyasla daha az etkilenmişlerdir. Bu nedenle bu örneklerde depolama sıcaklıklarının bakteriyel yüke bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Nitekim, kurutulmuş gıdalarda su aktivitesi gıdanın mikrobiyolojik stabilitesinin sağlanmasında birinci derecede rol oynarken, sıcaklık ve oksijen gibi diğer faktörler yardımcı faktör olarak su aktivitesinin etkisini arttırmakta veya azaltmaktadır (Erkmen 2013). Sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların ambalajlanarak depolandığı başka bir çalışmada da depolama sıcaklığının TAMB sayısı üzerine etkili olmadığı bildirilmiştir. Örneğin, Alagöz (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, %27 nem içeren gün kurusu kayısıların 10 ay depolanmaları sonunda TAMB sayısında 4°, 10°, 20° ve 30°C’de sırasıyla; 1.46, 1.35, 1.48 ve 1.46 log KOB/g azalma olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda, depolama sıcaklığının TAMB ve TAPB sayısının yanı sıra, MK ve KMK üzerine etkileri de incelenmiştir. EK 8’de MK sayıları incelendiğinde, 30°C’de

ambalajlanarak depolanan ve %23.5 ve 27 nem içeren gün kurusu kayısılarda MK sayısının 2.28 log KOB/g başlangıç değerinden depolamanın 6. ayında 0.95 log KOB/g seviyesine düştüğü ve izleyen aylarda ise 0.65 log KOB/g düzeyine indiği belirlenmiştir. Aynı örneklerde, KMK sayılarının ise, başlangıç 2.4 log KOB/g seviyesinden depolamanın 1. ayından itibaren 0.90 log KOB/g seviyesine gerilediği belirlenmiştir. Hali hazırda piyasadaki tüketici ambalajlarının birçoğunda kullanılan ambalaj materyali ile paketlenerek depolanan bu örneklerde, depolama sıcaklığı olarak 30°C gibi yüksek bir sıcaklık seçildiği takdirde henüz depolamanın ilk ayında bile yüksek oranda (%44–57) nem kayıpları meydana gelmiştir. Bilindiği gibi, birçok maya 25°–30°C arasında gelişim göstermektedir (Frazier 1967). Her ne kadar depolama sıcaklığı maya gelişimi için uygun olsa da nem düzeyinde meydana gelen kayıplar nedeniyle mikrobiyel gelişim sınırlanabilmektedir. Nitekim, yapılan bir depolama çalışmasında,  $a_w=0.63-0.92$  olan orta nemli elmalara *Eurotium amstelodami* ve *Saccharomyces rouxii* cinsi iki farklı maya inoküle edilmiş ve 15°, 25°, 35° ve 45°C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolanmıştır (Singh vd. 1983). *E. amstelodami* inoküle edilen ve  $a_w=0.65$  değerinin altında olan örneklerde hiç bir depolama sıcaklığında gelişme gözlenmemiştir. Buna karşın, 15°C’de  $a_w=0.911$  olan örneklerde 40. günden itibaren az da olsa mikrobiyel gelişimin olduğu; 25°C, 35°C ve 45°C’lerde ise,  $a_w>0.88$  değerlerinde 3. günden itibaren mikrobiyel gelişimin olduğu saptanmıştır.

Düşük sıcaklıklarda ambalajlanarak depolanan örneklerde, (4° ve 10°C) depolama sıcaklıkları arasında MK ve KMK sayısı açısından istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ). %23.5 nem içeren örneklerin 4° ve 10°C’de 12 ay depolanması sonucu, toplam MK yüklerinde başlangıç değerlerine (2.3 log KOB/g) kıyasla, 0.5–1.67 log KOB/g, KMK yüklerinde ise, başlangıç değerine (2.4 log KOB/g) kıyasla, önemli oranda (1.0–1.5 log devre) azalış belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). %27 nem içeren örneklerin 4° ve 10°C’de 12 ay depolanması sonucu ise, toplam MK yüklerinde başlangıç değerlerine (2.4 log KOB/g) kıyasla, 1.18–1.20 log KOB/g , KMK yüklerinde ise, başlangıç değerine (2.4 log KOB/g) kıyasla, önemli oranda (1.23 log KOB/g) azalış belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde (2011); kurutulmuş meyvelerde, sadece toplam MK için mikrobiyolojik kriterler belirlenmiştir. Toplam MK için belirlenen limit,  $1.0 \times 10^4$  KOB/g'dır. Gün kurusu örneklerimizin tamamı, depolama başında içerdikleri MK sayısı ile bu kritere uygun bulunmuştur. Ancak, %27 nemli ve 20°C'de ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısıların depolama başındaki toplam MK yüklerinin ( $1.94 \times 10^2$ - $2.75 \times 10^2$  KOB/g) TGK mikrobiyolojik kriterler tebliğinde (2011) izin verilen maksimum değerin ( $1.0 \times 10^4$  KOB/g) altında olduğu belirlenirken, depolamanın daha ilk iki ayında izin verilen limitlerin üzerine ( $1.76 \times 10^5$  ve  $1.71 \times 10^6$  KOB/g) çıktığı belirlenmiştir. Depolamanın devam eden aylarında ise, nem düzeylerinin de giderek azalmasıyla birlikte 12 ay süresince depolanmaları sonucunda ise, MK ve KMK sayıları, sayım limitlerine (<4 KOB/g) yaklaşmıştır (p<0.05). Tüketicilerin elastik tekstüre sahip nemi yükseltilmiş kuru meyveleri tercih etmeleri nedeni ile (Abdelhaq ve Labuza 1987), ambalajlanarak depolanan ve %23.5 ve %27 nem içeren gün kurusu kayısıların arzu edilen tekstürel özelliklerini kaybetmemeleri için, depolama sıcaklığı olarak 10°C'nin altındaki sıcaklıklar önerilmektedir.

Yığın halde depolanan örneklerde ise, tekstürel özelliklerin korunmasının yanı sıra toplam MK sayısının maximum limitleri ( $1 \times 10^4$  KOB/g) aşmaması için hem kısa hem de uzun süreli depolamalarda depolama sıcaklığı olarak 10°C önerilmektedir. Yüksek sıcaklıklarda depolamanın (20° ve 30°C) gün kurusu kayısıların MK sayısı üzerine artırıcı etkisi bulunmasa da arzu edilen tekstürel özellikleri kaybolmaması için, depolama süresi 2 ay'ı aşmamalıdır. Tarafımızdan önerilen bu süre, nem ve gaz geçirgenliği çalışmamızdakine kıyasla daha düşük ambalaj materyallerinin kullanımıyla uzatılabilmektedir. Örneğin, Alagöz (2013) tarafından nem ve gaz geçirgenliği düşük metalize PET (polietilentetrafltat) ambalaj materyali kullanılmış ve gün kurusu kayısılar tekstürel özelliklerini kaybetmeden daha uzun süre depolanabilmişlerdir. Ancak, yapılan bu çalışmada gün kurusu kayısılar sorbik asitle muamele edildikleri için başlangıç mikrobiyel yükleri ( $1.4$ – $4.8 \times 10^1$  KOB/g MK) çalışmamıza kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada, gün kurusu kayısıların %27'den fazla nem içermesi durumunda ise, gün kurusu kayısıların mikrobiyolojik olarak bozulmaması için mutlaka sorbik asit gibi bir koruyucu içermesi gerektiği belirlenmiştir.

Kurutulmuş meyvelerde bozulma nedeni olan mikroorganizmalar genellikle ozmofilik mayalardır. Bu nedenle, çalışmamızda depolama süresince ozmofilik maya yükleri de araştırılmıştır. Depolama öncesi %13.7 ( $a_w=0.51$ ) nemli örneklerin tümünde OM yükünün sayım limitinin altında ( $<4$  KOB/g) olduğu belirlenirken, %23.5 ve 27 nem içeren örneklerde bu değer 2.5 log KOB/g (sırasıyla,  $3.49 \times 10^2$  ve  $3.25 \times 10^2$  KOB/g) olarak belirlenmiştir. Yığın halde depolanan kayıslarda OM sayısı depolama süresince değişmezken, ambalajlanarak depolanan ( $4^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$  ve  $30^\circ\text{C}$ ) gün kurusu kayıslarda depolama süresiyle birlikte OM sayısının önemli oranda azaldığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Örneğin,  $4^\circ\text{C}$ 'de depolanan ve, %23.5 ve 27 nem içeren gün kurusu kayısların OM yüklerinin sırasıyla depolamanın 4. ve 6. aylarında sayım limitlerine ( $<4$  KOB/g) indiği belirlenmiştir. Maya gelişimi için nispeten daha uygun olan  $10^\circ$  ve  $20^\circ\text{C}$ 'de ise bu süre artmış, depolamanın 6. ve 9. aylarında OM sayısı  $<4$  KOB/g düzeyine inmiştir. Ambalajlanarak  $30^\circ\text{C}$ 'de depolanan örneklerde ise, daha öncede bahsedildiği üzere  $a_w$  değerlerinin hızlı düşmesi nedeniyle, %23.5 nem içeren örneklerde depolamanın 2. ayında, %27 nem içeren örneklerde ise, depolamanın 4. ayında OM yükünün sayım limitlerine indiği belirlenmiştir. Kuru ve orta düzeyde nem içeren kayısların sahip oldukları  $a_w$  düzeyinde en fazla mikrobiyel bozulmaya neden olan mikroorganizmaların maya ve küfler olduğu bilinmektedir (Boylan vd. 1976, El-Halouat vd. 1998). Genellikle, *Zygosaccharomyces rouxii* kserofilik (minimum  $a_w=0.62$ ) ve ozmotolerant ( $>65^\circ\text{Briks}$  üzerinde gelişebilir) olması nedeniyle, kurutulmuş meyvelerde bozulma etmeni olarak kabul edilmektedir (Erkmen 2013).

Yüksek şeker içeriği ve düşük pH ları nedeniyle meyveler, pek çok küf ve mayanın yanı sıra LAB gelişimine de olanak sağlamaktadırlar. Çalışmamızda da gün kurusu kayıslarda LAB sayısı depolama boyunca izlenmiştir. Depolama başında %13.7, 23.5 ve 27 nem içeren örneklerde, LAB yükleri sırasıyla 1.3 log , 2.7 log ve 2.5 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Yığın halde depolanan örneklerde LAB yükünün tüm sıcaklıklarda depolamanın 2. ayından itibaren sayım limitlerinin ( $<4$  KOB/g) altına indiği belirlenmiştir. Ambalajlanarak yüksek sıcaklıklarda ( $20^\circ$  ve  $30^\circ\text{C}$ ) depolanan örneklerde bu yükün sırasıyla depolamanın 2. ve 3. aylarında sayım limitlerinin ( $<4$  KOB/g) altına indiği saptanmıştır. Bu örneklerde,  $4^\circ\text{C}$ 'de depolanan kayısların LAB yükü 6. ayda,  $10^\circ\text{C}$ 'de depolanan kayısların LAB yükü ise, 4. ayda sayım limitlerinin altına



düşmüştür. Türkyılmaz vd. (2013) tarafından farklı konsantrasyonlarda kükürt içeren kuru kayıslarda yapılan bir başka çalışmada çalışmamızdan farklı olarak LAB sayısı sayım limitinin (<4 KOB/g) altında belirlenmiştir. Alagöz vd. (2015) tarafından gün kurusu kayıslarda yapılan bir başka çalışmada da, LAB sayısı <4 KOB/g olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada, Türkyılmaz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak, 0–1087 mg/kg düzeylerinde sorbik asit koruyucu olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, gerek sorbik asit içeren örneklerde gerekse de sorbik asit içermeyen örneklerde, LAB sayısı <4 KOB/g olarak belirlenmiştir. LAB sayısında, bu iki çalışmadan (Türkyılmaz vd. 2013, Alagöz vd. 2015) farklı sonuçlara ulaşmamızın temel nedeni, çalışmamızda kullanılan örnek kitlesinin bu çalışmalarda kullanılan kuru kayıslara kıyasla daha yüksek mikrobiyel yüke sahip olmasıdır.

Kuru kayısların maya ve küf gelişimi (min pH 1.5–3.5) dışında *S. aureus* (min pH 4.0) ve LAB (min 3.2–4.0) gelişimine de uygun olduğu düşünülebilir. Ancak, yaptığımız analizlerde *Enterobacteriaceae* ve stafilokok/mikrokok ve bu grup içinde *S. aureus* türü bakterilerinin sayılarının ise, teşhis limitlerinin altında olduğu (<4 KOB/g ve <40 KOB/g) bulunmuştur. Bilindiği gibi, mikroorganizmanın gelişimi sadece tek bir faktöre bağlı değildir. Örneğin, uygun pH’da daha düşük su aktivitesinde mikroorganizma faaliyeti görülürken, düşük pH’larda daha yüksek  $a_w$  değerine gereksinim doğmaktadır. Bu nedenle, gıdaların tek bir özelliği ele alınarak mikrobiyel gelişim yorumlanmamalıdır. Witthuhn vd. (2005) ve Sağırlı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da çalışmamıza benzer şekilde orta ve yüksek nemli kayıslarda *Enterobacteriaceae* ve Stafilokok cinsi bakteri gelişiminin olmadığı ortaya konulmuştur.

Kurutulacak kayısların yetiştirme koşullarından itibaren hijyen koşullarına dikkat edilmesi, kurutma, nemlendirme ve ambalajlama sırasında da hijyenik koşulların devam etmesi sağlanarak mikrobiyel yükü düşük gün kurusu kayıslar elde etmek mümkündür. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, ambalajlanarak depolanan ve %23.5 ve 27 nem içeren gün kurusu kayısların bir yandan mikrobiyel olarak izin verilen sınırlar içinde kalırken, diğer yandan arzu edilen tekstürel özelliklerini de kaybetmemeleri için, depolama sıcaklığı olarak 10°C ve altındaki sıcaklıklar önerilmektedir. Çalışmamızda

ayrıca, yığın halde depolanan (%13.7 nem içeren) gün kurusu kayısıların 10°C’de 12 ay süresince mikrobiyel bozulma olmaksızın depolanabildiği belirlenmiştir. Ancak yüksek sıcaklıklarda depolanacak (20° ve 30°C) gün kurusu kayısılarda arzu edilen tekstürel özelliklerin kaybolmaması için, depolama süresinin 2 ay’ı aşmaması önerilmektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

- 1) Gün kurusu kayısıların düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanmaları sonucu esmerleşme düzeylerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Buna karşın, yüksek depolama sıcaklıklarında (20° ve 30°C) hem depolama sıcaklığındaki hem de depolama süresindeki artışla birlikte gün kurusu kayısılar önemli düzeyde esmerleşmişlerdir. %13.7 nemli yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların depolama başlangıcındaki  $a_w$  değerleri (0.51), esmerleşme reaksiyonlarının maksimum ( $a_w=0.60-0.70$ ) gerçekleştiği düzeyin altında bulunurken, %23.5 ve 27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısılarında bu değer ( $a_w=0.67-0.69$ ) esmerleşme reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için son derece uygun bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, gün kurusu kayısılarında nem ve depolama sıcaklığındaki artışın esmerleşme düzeyini önemli oranda artırdığını göstermiştir. **Bu nedenle, hiçbir koruyucu ya da katkı maddesi içermeyen gün kurusu kayısılarında esmerleşme reaksiyonlarını önlemek için, gün kurusu kayısıların %23 nem düzeyinin altında ve düşük sıcaklıklarda depolanması önerilmektedir.**
- 2) Ambalajlanarak 30°C’de 12 ay süresince depolanan %23.5 ve %27 nem içeren gün kurusu kayısılarında reflektans renk değerlerinden hesaplanan “BI değerleri” ile spektrofotometrik olarak belirlenen “esmerleşme düzeyi” arasında ( $A_{420}/g$  kuru madde) kuvvetli logaritmik ilişki (sırasıyla;  $r = -0.8575$ ,  $r = -0.9258$ ) belirlenmiştir. **Bu durum, hali hazırda kuru kayısı ambalajı olarak kullanılan ambalaj materyali ile paketlenen gün kurusu kayısılarında, depolama sırasında meydana gelen esmerleşme düzeyinin belirlenmesinde “BI değerinin” de kullanılabileceğini göstermiştir.**
- 3) Gün kurusu kayısıların %13.7 ( $a_w = 0.51$ ) nemden %23.5 ve 27 ( $a_w = 0.67-0.69$ ) nem düzeylerine rehidre edilmesiyle birlikte kurutulmuş meyvelerde önemli mikrobiyel bozulma etmenlerinden olan ozmofilik maya sayısı başlangıç değerine kıyasla (<4 KOB/g) önemli düzeyde (2.5 log KOB/g) artmıştır. **Bu nedenle, hiçbir koruyucu içermeyen gün kurusu kayısılarında mikrobiyel bozulmaları önlemek için %23’ün altındaki nem düzeyleri önerilmektedir.**

- 4) Depolama başında tüm  $a_w$  (0.51–0.69) düzeylerindeki gün kurusu kayısların MK sayılarının TKG mikrobiyolojik kriterler tebliğinde (2011) izin verilen ( $<1.0 \times 10^4$ ) sınırlar içerisinde olduğu saptanmıştır. Ancak, depolamanın ikinci ayında  $20^\circ\text{C}$ 'de depolanan %27 nemli ( $a_w=0.69$ ) örneklerde MK sayısı bu limitin üzerine çıkmıştır (5 log KOB/g). MK sayısının izin verilen limitin üzerine çıkmasına rağmen bu örneklerde yüzeyde belirgin bir küflenme meydana gelmemiştir. Bu örneklerde depolama sırasında  $a_w$  düzeylerinde MK sayısını artıracak bir değişim saptanmadığından, bu artışa depolama sıcaklığının maya ve küf gelişimi için uygun olmasının neden olduğu düşünülmektedir.
- 5) Farklı nem düzeylerindeki gün kurusu kayısların depolama başında belirlenen  $\beta$ -karoten düzeylerinin (6.5–12.8mg/100 g KM) depolama sıcaklık ve süresindeki değişimlerden etkilenmediği belirlenmiştir.
- 6) **Yığın halde ( $a_w=0.51$ ) veya hali hazırda tüketici ambalajı olarak kullanılan PVC ambalaj materyali ile paketlenerek depolanacak gün kurusu kayısların ( $a_w=0.67$ –0.69),  $10^\circ\text{C}$ 'de depolanmaları önerilmektedir. Böylece, bir yandan  $4^\circ\text{C}$ 'ye kıyasla daha ekonomik bir depolama sağlanırken, diğer yandan da gün kurusu kayısların kimyasal ve mikrobiyel kaliteleri korunmuş olacaktır.**

## KAYNAKLAR

- Abdelhaq, E.H. and Labuza, T.P. 1987. Air drying characteristics of apricots. *Journal of Food Science*, 52, 342-345.
- Akın, E.B., Karabulut, İ. and Topçu, A. 2008. Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armenice* L.) varieties. *Food Chemistry*, 107, 939–948.
- Akova, Y. 2000. Kuru ve sert kabuklu meyveler dış pazar araştırması. İGEME. 178 s., Ankara.
- Alagöz, S. 2013. Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların değişik sıcaklıklarda depolanması sürecinde mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesindeki değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 150, Ankara.
- Alagöz, S. Türkyılmaz, M., Tağı, Ş. ve Özkan, M. 2015. Effects of different sorbic acid and moisture levels on chemical and microbial qualities of sun-dried apricots during storage. *Food Chemistry*, 174, 356–364.
- Anonim. 2003. Tarımsal yapı. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara.
- Anonim. 2008. TS 485. Kuru kayısı standardı, Türk Standartları Enstitüsü, 13, Ankara.
- Anonim. 2011a. Tarımsal Üretim. Web sitesi: [http://www.tarim.gov.tr/E\\_kutuphane,Tarim\\_Sektoru\\_Tarimsal.html](http://www.tarim.gov.tr/E_kutuphane,Tarim_Sektoru_Tarimsal.html). Erişim Tarihi: 08.03.2011.
- Anonim. 2011b. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği, Web sitesi: <http://www.gkgm.gov.tr>. Erişim Tarihi: 04.11.2013.
- Anonim. 2015. Kayısıya ilişkin değerlendirmeler ve analizler. Web sitesi: <http://www.malatya.tarim.gov.tr>. Erişim Tarihi: 08.03.2015.
- Anonymous. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Anonymous. 2002. Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods. Downes, F.P. and Ito, K. (eds), 4<sup>th</sup> ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Anonymous. 2015. FAO. Web sitesi: <http://www.fao.org>. Erişim tarihi: 08.03.2015.
- Asma, B.M., Gültek, A., Kan, T. ve Birhanlı, O. 2005. Kayısıda kükürt sorunu. Özgayret Ofset, 108, Malatya.

- Asma, B.M. 2007. Malatya: World's capital of apricot culture. *Chronica Horticulturae*, 47(1), 20-24.
- Asma, B.M. 2011. Her Yönüyle Kayısı. *Uyum Ajans*, 366, Ankara.
- Aubert, C., Philippe, B., Guillaume, C., Hero, V. 2010. Changes in physicochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Bergeron) during storage and post-harvest maturation. *Food Chemistry*, 119, 1386-1398.
- Baloch, A.K., Buckle, K.A. and Edwards, R.A. 1973. Measurement of non-enzymic browning of dehydrated carrot. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 389-398.
- Barreiro, J.A., Milano, M. and Sandoval, A.J. 1997. Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, 33, 359-373.
- Bauerfeind, J.C. 1981. Carotenoids as colorants and vitamins A precursors, technical and nutritional applications. Academic Press Inc., New York, U.S.A.
- Ben-Amotz, A. ve Fishier, R. 1998. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis  $\beta$ -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chemistry*, 62, 515-520.
- Beveridge, T. ve Harrison, J.E. 1984. Nonenzymatic browning in pear juice concentrate at elevated temperatures. *Journal of Food Science*, 49, 1335-1336.
- Boylan, S.L., Acot, K.A., Labuza, T.P. 1976. Staphylococcus aureus challenge study in an intermediate moisture food introduction materials & methods. *Journal of Food Science*, 41, 918-921.
- Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. 2003. Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food Chemistry*, 80, 91-97.
- Castañón, X., Argaiç, A. ve López-Malo, A. 1999. Effect of storage temperature on the microbial and color stability of banana purée with addition of vanillin or potassium sorbate. *Food Science and Technology International*, 5, 51-58.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. 2004. Kurutma teknolojisi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, B. Cemeroğlu (ed), Başkent Klişe Matbaacılık, 479-618, Ankara.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. 2009. Kurutma teknolojisi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, B. Cemeroğlu ve Özkan (ed), Bizim Grup Basımevi, 479-620, Ankara.

- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda analizlerinde genel yöntemler, Gıda Analizleri. Cemeroğlu, B. (ed), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, 1–85, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Chutintrasri, B. ve Noomhorm, A. 2007. Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 300-306.
- Connett, J.E., Kuller, L.H., Kjelsberg, M.O., Polk, B.F. 1989. Relationship between carotenoids and cancer. *Cancer*, 64, 126-134.
- Coşkun, A. 2010. Farklı kükürtleme yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının kuru kayısıların fiziksel ve kimyasal niteliklerine etkisi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 119, Ankara.
- Çağlaırmak, N. 2006. Ochratoxin A, hydroxymethylfurfural and vitamin C levels of sun-dried grapes and sultanas. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(5), 549–562.
- Davis, E.G., McBean, D.McG., Rooney, M.L. and Gipps, P.G. 1973. Mechanisms of sulphur dioxide loss from dried fruits in flexible films. *Journal of Food Technology*, 8, 391–405.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M., and Agabbio, M. 2004. Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52, 4780–4784.
- Dragovic-Uzelac, B., Levaj B., Mrkic V., Bursac D., Boras M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in the three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102, 966-975.
- Eheart, M.S. and Sholes, M.L. 1945. Effects of method of sulfuring, dehydration, and temperature of storage an ascorbic acid and carotene content of dehydrated peaches. *Food Research*, 10, 342–350.
- El Halouat, A., Gourama, H., Uyttendaele, M. and Debevere, J.M. 1998. Effects of modified atmosphere packaging and preservatives on the shelf-life of high moisture prunes and raisins. *International Journal of Food Microbiology*. 41, 177-184.
- Elmacı, Y., Altuğ, T. and Pazır, F. 2008. Quality changes in unsulfured sun dried apricots during storage. *International Journal of Food Properties*, 11, 146–157.
- Erkmen, O. 2013. Gıda Mikrobiyolojisi. O. Erkmen (ed.), Efil Yayınevi, No:42, 45-117, Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık, Ankara.

- Fotoi, N., Maydani, M., Santos, M.S., Meydani, N., Hennekes, H.C., Gaziano, J.M. 1996. Carotenoid and tocopherol concentrations in plasma, peripheral blood mononuclear cells and red blood cells after long-term beta carotene supplementation in men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63,553-558.
- Frank, D., Gould, I. and Millikan, M. 2004. Browning reactions during storage of low-moisture Australian sultanas: Evidence for arginine-mediated Maillard reactions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10, 151–163.
- Frazier , W.C. 1967. *Food Microbiology*. 2nd ed. Published by Mc Graw Hill, US.
- Garza, S., Ibarz, A., Pagan, J., Giner, J. 1999. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Research International*, 32, 335-343.
- Gezer, İ., Acaroğlu, M. Hacıseferoğulları, H. 2003. Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 24, 215–219.
- Gökmen, V. ve Şenyuva, H.Z. 2006. Improved method for the determination of hydroxymethylfurfural in baby foods using liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 2845-2849.
- Greenberg, L.F., Baron, J.A., Stukel, T.A., Steven, M.M., Mandel, J.S., Spencer, S.K., Elias, P.M., Lowe, N., Nierenberg, D.W., Bayrd, G. 1990. Clinical trial of beta carotene to prevent basal-cell and squamous-cell cancers of the skin, The skin cancer prevention study group, 323,789-795, (<http://www.pubmed.gov>).
- Hui, Y.H. 1992. *Encyclopedia of food science and technology*. Wiley-Interscience Publicarion. U.S.A.
- Ibarz, A., Pagan, J., Garza, S. 1999. Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperature. *Journal of Food Engineering*, 39, 415-422.
- Ibarz, A., Pagan, J., Garza, S. 2000. Kinetic models of non-enzymatic browning in apple puree. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1162-1168.
- Ihns, R., Diamante, L.M., Savage, G.P. and Vanhanen, L. 2011. Effect of temperature on the drying characteristics, colour, antioxidant and beta-carotene contents of two apricot varieties. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 275–283.
- Janzowski C., Glaab, V., Samimi, E., Schlatter, J., and Eisenbrand, G. 2000. 5-Hydroxymethylfurfural: assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione *Food and Chemical Toxicology* 38:801-809.
- Joubert, E., Wium, G.L. and Sadie, A. 2001. Effect of temperature and fruit-moisture content on discolouration of dried, sulphured Bon Chretien pears during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 99-105.



- Karabulut, İ., Topçu, A., Duran, A., Turan, S., Öztürk, B. 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and  $\beta$ -carotene content of apricots (*Prunus armenica* L.). *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie*, 40, 753-758.
- Kostaropoulos, A.E. ve Saravacos, G.D. 1995. Microwave pre-treatment for sun-dried raisins. *Journal of Food Science*, 60(2), 344-347.
- Krinsky, N.I. 1993. Actions of carotenoids in biological systems. *Annual Review of Nutrition*, 13, 361-587.
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B., Saravacos, G.D. 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 53-59.
- Kurz, C., Carle, R., Schieber, A. 2008. HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, 110:522-530.
- Larsson S.C., Bergkvist L., Naslund I., Rutegard J., Wolk A., Vitamin A Retinol, and carotenoids and the risk of gastric cancer: a prospective cohort study, *American Journal of Clinical Nutrition*, 85(2), 497-503.
- Lee, H.S. ve Nagy, S. 1988. Measurement of color changes due to browning in stored grapefruit juice. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 101, 154-157.
- Levi, A., Ben-Shalom, N. Plat, D. and Reid, D.S. 1988. Effect of blanching and drying on pectin constitutens and related characteristics of dehydrated peaches. *Journal of Food Science*, 53, 1187–1190.
- Löker, G.B., Açkurt, F., Amoutzopoulos, B., Alaşalvar, C., Bahar, M.G. ve Özay, G. 2008a. Fonksiyonel gıda olarak taze ve gün kurusu kayısının bazı fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi– klinik uygulama, *Kayısı'nın İnsan Sağlığına Etkileri Konusunda Yapılmış Bilimsel Araştırmalar*. Otlu A., Öztürk F. ve Asma B.M. (eds), Evin Ofset, 9–47, Malatya.
- Löker, G.B., Açkurt, F., Amoutzopoulos, B., Erdoğan, Ş., Işık, T. ve Tekel, M. 2008b. Kayısının sağlık ve beslenme açısından değerlendirilmesi– klinik uygulama, *Kayısı'nın İnsan Sağlığına Etkileri Konusunda Yapılmış Bilimsel Araştırmalar*. Otlu A., Öztürk F. ve Asma B.M.(eds), Evin Ofset, 49–65, Malatya.
- Mackey B.M. 2000. Injured bacteria. In the microbiological safety and quality of food. B.M. Lund, A.C (Tony) Baird Parker, G.W. Gould (eds), 3rd ed., Aspen Publisher Inc, 315-341, Maryland, U.S.A.

- Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinetti, A.M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F.V. and Piga, A. 2009. Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228, 441-448.
- Mahmutoğlu, T., Saygı, Y.B., Borçaklı, M. and Özay, G. 1996. Effects of pretreatment-drying method combinations on the drying rates, quality and storage stability of apricots. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie*, 29, 418-424.
- Mangels, A.R., Holden, J.M., Beecher, G.R., Forman, M.R., Lanza, E. 1993. Carotenoid content of fruits and vegetables: An evaluation of analytic data, *Journal of the American Dietetic Association*, 93, 284-296.
- Mazza, G. 1986. Buckwheat browning and color assessment. *Cereal Chemistry*, 63(4), 361-364.
- Noakers, M., Clifton, P., Ntanos, F., Shrapnel, W., Record, I., Mc İnerney, J. 2002. An increase in dietary carotenoids when consuming plant sterol sor stanols is effective in maintaining plasma carotenoid concentrations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75: 79-86.
- Olivasa, G.I., Mattinsonb, D.S., Barbosa-C´anovas, G.V. 2007. Alginate coatings for preservation of minimally processed ‘Gala’ apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 89–96.
- Özkan, M. ve Cemeroğlu, B. 2002. Desulfiting Dried apricots by hydrogen peroxide. *Food Chemistry and Toxicology*, 5, 1631-1635.
- Özkan, M., Kırca, A. and Cemeroğlu, B. 2003. Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots. *European Food Research and Technology*, 216, 217-219.
- Pala, M., Açkurt, F., Löker, M., Gürcan, T., Yıldız, M. 1996. Türkiye’de yetiştirilen değişik kayısı çeşitlerinin bileşimi ve beslenme fizyolojisi açısından değerlendirilmesi, *Gıda Teknolojisi*, 1(4), 34-39.
- Palou, E., López-Malo, A., Barbosa-Cánovas, G.V., Welti-Chanes, J. and Swanson, B.G. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. *Journal of Food Science*, 64(1), 42-45.
- Peto, R., Doll, R., Buckley, J.D., Sporn, M.B. 1981. Can dietary beta carotene materially reduce human cancer rates?. *Nature (Lond)*, 290, 201-208.
- Piga, A., Pinna, I., Özer, K.B., Agabbio, M., Aksoy, U. 2004. Hot air dehydration of figs (*Ficus carica* L.): drying kinetics and quality loss. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 793-799.

- Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N., Srichumpoung, W. 2005. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *Journal of Food Engineering*, 66, 259-265.
- Rose, A.H. 2007. Sulphur dioxide and other preservatives. *Journal of Wine Research*, 4(1), 43-47.
- Rousseau, E.J., Davidson, A.J., Dunn, B. 1992. Protection by beta carotene and related compounds against oxygen-mediated cytotoxicity and genotoxicity-implications for carcinogenesis and anti-carcinogenesis. *Free Radical Biology and Medicine*, 13,407-433.
- Sadler, G., Davis J. and Dezman D. 1990. Rapid extraction of lycopene and  $\beta$ -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Science*, 55, 1460-1461.
- Sağırlı, F. 2006. Orta nemli kayısıların depolanma stabilitesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 80, Ankara
- Sağırlı, F., Tağı, Ş., Özkan, M., Yemiş, O. 2008. Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(5), 858-869.
- Sass-Kıss A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M., Toth-Markus, M. 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38, 1023-1029.
- Senses-Ergül, S., Karasu-Yalçın S., Özbas Z.Y. 2007. The effect of some environmental parameters on the growth of yeasts originating from sugar containing foods, *Annals of Microbiology*, 57(2), 191-196.
- Singh, R.K., Lund, D.B. and Buelow, F.H. 1983. Storage stability of intermediate moisture apples: Kinetics of quality change. *Journal of Food Science*, 48, 939–944.
- Türkyılmaz, M. 2011. Düşük düzeylerde kükürtlenmiş kuru kayısıların değişik sıcaklıklarda depolanması süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerindeki değişmeler. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 146, Ankara.
- Türkyılmaz, M., Tağı, Ş. and Özkan, M. 2013. Changes in chemical and microbial qualities of dried apricots containing sulphur dioxide at different levels during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1526–1538.
- Türkyılmaz, M., Özkan, M., and Güzel, N. 2014. Loss of sulfur dioxide and changes in some chemical properties of Malatya apricots (*Prunus armeniaca* L.) during

- sulfuring and drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94(12), 2488–2496.
- Usseglio-Tomasset, L. 1992. Properties and use of sulphur dioxide. *Food Additives and Contaminants*, 9(5),399-404.
- Wallström, P., Wirfalt E., Mattisson I., Gullberg B., Janzon L., Berglund G. 2003. Serum beta carotene and  $\alpha$ -tocopherol in smokers associations with food sources and supplemental intakes, *Nutrition Research*, 23(2), 163-183.
- Witthuhn, R.C., Engelbrecht, S., Joubert, E. and Britz, T.J. 2005. Microbial content of commercial South Africa high-moisture dried fruits. *Journal of Applied Microbiology*, 98, 722-726.
- Yemiş, O., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2010. Gıda analizlerinde HPLC yöntemleri. *Gıda Analizleri*. Cemeroglu, B. (ed.), *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34*, Bizim Büro Basımevi, 257–350, Ankara.
- Zambrano-Zaragoza, M.L., Mercado-Silvab, E., Del Real LA., Gutiérrez-Cortez E., Cornejo-Villegas, M.A., Quintanar-Guerrero, D. 2014. The effect of nano-coatings with  $\alpha$ -tocopherol and xanthan gum on shelf-life and browning index of fresh-cut“Red Delicious” apples *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22, 188–196.
- Zappala, M., Fallico, B., Arena, E. and Verzera, A. 2005. Methods for the determination of HMF in honey: A comparison. *Food Control*, 16, 273-27.
- Zohri, A.A., ve Abdel-Gawad, K.M. 1993. Survey of mycoflora and mycotoxins of some dried fruits in Egypt. *Journal of Basic Microbiology*, 33(4), 279–88.

## EKLER

- EK 1** Farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanan gün kurusu kayısıların depolama süresince nem değerlerindeki değişim
- EK 2** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişim
- EK 3** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince BI değerindeki değişim
- EK 4** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince  $\Delta E$  değerindeki değişim
- EK 5** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince  $\beta$ -karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişim
- EK 6** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim
- EK 7** %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 8** %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 9** %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 10** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince pH değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları
- EK 11** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

- EK 12** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları
- EK 13** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince  $\beta$ -karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 14** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAMB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 15** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAPB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 16** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince MK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 17** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince OM (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 18** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince KMK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**EK 1** Farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanan gün kurusu kayısıların depolama süresince nem değerlerindeki değişim

Başlangıç nem düzeyi (%)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	1	17.7	16.1	12.2	10.6
	2	20.7	16.8	11.1	9.0
	3	21.5	18.4	10.2	8.2
	4	18.9	20.6	10.0	7.6
	6	14.0	21.9	11.7	7.3
	9	11.5	12.3	12.3	6.7
	12	11.3	25.4	9.7	7.0
23.5	1	23.1	22.3	16.5	13.2
	2	22.8	21.2	13.9	10.8
	3	22.5	20.7	12.4	9.7
	4	20.6	21.0	11.9	9.0
	6	13.5	21.9	12.8	8.5
	9	10.6	12.9	13.1	7.8
	12	10.2	18.0	11.0	7.7
27	1	26.5	25.1	18.1	11.7
	2	26.2	23.3	14.0	9.1
	3	26.0	22.1	12.1	8.0
	4	24.1	21.7	11.4	7.4
	6	16.5	22.1	12.2	6.9
	9	13.5	12.0	12.5	6.2
	12	13.1	17.5	10.3	6.3

**EK 2** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişim

Nem düzeyi (%)	Süre (ay)	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	0	3.5156±0.1360d	3.5156±0.1360c	3.5156±0.1360g	3.5156±0.1360h
	1	3.8430±0.1043bcd	3.4048±0.0747c	3.9454±0.1086f	4.7020±0.1917g
	2	3.9584±0.0079bc	3.4657±0.0700c	4.8437±0.1039e	7.3661±0.1587f
	3	4.0015±0.1137bc	3.5102±0.0932c	5.6056±0.0003cd	8.3997±0.2207e
	4	5.2845±0.0367a	4.4260±0.0770a	5.8032±0.1726c	9.9295±0.0903d
	6	4.1548±0.1942b	4.0922±0.1400b	5.3296±0.1166d	1.9697±0.1694c
	9	3.7910±0.0333cd	4.3904±0.0377a	6.2086±0.2956b	1.1016±0.6722b
	12	4.0452±0.1257bc	4.5005±0.0066a	7.9653±0.3223a	21.9691±0.4707a
23.5	0	4.9897±0.0166c	4.9897±0.0166e	4.9897±0.0166f	4.9897±0.0166h
	1	4.6168±0.2039d	4.6288±0.0446f	4.9878±0.0194f	6.8143±0.2173g
	2	5.6724±0.1014b	5.3353±0.0198d	6.1739±0.2376d	10.7529±0.1614f
	3	5.7081±0.2824b	4.2518±0.1101g	6.9567±0.1286c	11.8638±0.1954e
	4	-	5.5657±0.2408d	5.7105±0.1147e	13.3379±0.0441d
	6	5.0786±0.0124c	7.1932±0.2791b	7.8704±0.1681b	14.6766±0.3445c
	9	5.0123±0.0055c	7.5822±0.2237a	10.0722±.3386a	21.1925±0.1147b
	12	7.7281±0.0856a	6.1805±0.1766c	10.2039±.0832a	24.9615±0.6190a

a-h : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).



**EK 2** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişim (devam)

Nem düzeyi (%)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
27	0	4.3370±0.1924c	4.3370±0.1924c	4.3370±0.1924e	4.3370±0.1924g
	1	3.3175±0.0966d	3.6467±0.1227d	4.1888±0.1117e	5.3243±0.2690f
	2	4.7086±0.0753b	4.9309±0.0716b	4.2705±0.1846e	7.2928±0.1104e
	3	4.5377±0.1801b	4.3164±0.0059c	4.8673±0.1529d	9.5932±0.0633d
	4	-	4.8478±0.0002b	5.1844±0.1322c	11.3795±0.3387c
	6	4.6624±0.1868a	4.8474±0.2151b	5.8665±0.1038b	12.3164±0.1222b
	9	4.5147±0.0047b	5.3977±0.1189a	6.3278±0.0723a	21.2088±0.7842a
	12	5.476±0.2570bc	4.8355±0.0893b	6.2730±0.2262a	21.4118±0.4600a

a-h : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 3** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince BI değerindeki değişim

Başlangıç nem düzeyi (%)	Süre (ay)	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	1	62.60	57.45	56.08	61.06
	2	62.86	57.29	-	64.32
	3	60.96	56.21	56.30	64.21
	4	62.46	56.99	57.97	64.51
	6	58.94	57.22	58.18	63.00
	9	58.46	54.44	56.91	63.38
	12	59.61	50.30	-	61.91
	23.5	1	58.99	64.13	55.98
2		57.09	59.04	48.13	50.67
3		56.96	53.99	48.00	54.64
4		58.41	55.42	46.72	51.55
6		54.31	55.02	47.51	54.23
9		51.92	55.13	47.14	54.25
12		57.04	46.36	56.38	48.42
27		1	68.28	55.78	63.11
	2	65.23	53.39	41.10	48.02
	3	64.24	49.84	57.19	35.20
	4	64.44	52.00	58.15	47.92
	6	60.98	50.61	59.00	49.85
	9	55.42	50.77	58.25	46.91
	12	52.35	48.87	33.29	40.81

**EK 4** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayıpların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince  $\Delta E$  değerindeki değişim

Başlangıç nem düzeyi (%)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	1	0.51	0.29	1.34	1.03
	2	1.18	0.30	0.45	0.90
	3	1.70	0.29	0.27	0.91
	4	1.03	1.52	0.71	1.03
	6	0.72	1.56	0.88	1.13
	9	0.47	1.80	–	0.64
	12	1.38	2.58	3.43	4.61
23.5	1	0.44	0.96	–	–
	2	0.62	1.62	0.91	2.69
	3	0.97	1.48	0.91	–
	4	0.81	1.43	0.89	2.88
	6	1.17	1.91	–	2.91
	9	0.48	4.48	–	4.6
	12	2.48	3.01	2.51	4.62
27	1	0.71	–	7.52	3.90
	2	0.69	–	1.88	3.12
	3	–	0.78	1.84	5.90
	4	1.28	0.82	2.27	3.46
	6	2.31	0.97	2.10	2.58
	9	–	1.52	8.22	3.38
	12	3.15	1.17	3.28	5.60

**EK 5** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısının, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince β-karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişim

Başlangıç nem düzeyi (%)	Süre (ay)	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	0	12.8250±0.3667	12.8250±0.3667	12.8250±0.3667	12.8250±0.3667
	12	11.2975±0.7486c	7.1525±0.7510d	12.3750±0.6435b	13.5600±0.0605a
23.5	0	6.4725±1.8817	6.4725±1.8817	6.4725±1.8817	6.4725±1.8817
	12	7.1550±0.8233	4.7300±0.7788	-	-
27	0	7.0550±0.3851	7.0550±0.3851	7.0550±0.3851	7.0550±0.3851
	12	6.7125±0.5598	6.0450±0.4395	6.8150±2.2129	6.5242±1.2652

a-d : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 6** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

		Sıcaklık								
		4°C		10°C		20°C		30°C		
Nem düzeyi (%)	Süre (ay)	pH	TA	pH	TA	pH	TA	pH	TA	
103	13.7	0	5.20	1.1268	5.20	1.1268	5.20	1.1268	5.20	1.1268
		1	-	1.2078	-	1.0252	5.22	1.2953	5.14	1.1760
		2	5.22	1.1845	5.19	1.0397	5.24	1.3483	5.18	1.5268
		3	5.23	1.1060	-	1.1708	5.10	1.4865	5.19	1.4062
		4	-	1.3286	5.24	1.1829	5.23	1.2739	5.14	1.6302
		6	5.23	1.2093	-	1.3894	5.24	1.3521	5.15	1.4744
		9	5.24	1.0473	5.20	1.1166	5.12	1.4726	5.09	1.5172
		12	5.21	1.1892	5.25	1.0354	5.05	1.4996	4.91	1.8928
	23.5	0	5.13	1.5376	5.13	1.5376	5.13	1.5376	5.13	1.5376
		1	5.16	1.5809	5.10	1.7835	5.12	1.7274	5.07	1.6633
		2	5.14	1.6543	5.05	1.7057	5.09	1.8339	5.08	1.9215
		3	5.07	1.8968	5.12	1.7024	5.15	1.7149	5.08	1.7179
		4	5.01	2.3214	5.05	1.6042	4.99	2.3308	5.06	1.6109
		6	5.09	1.5772	4.98	2.2541	4.99	1.7351	5.02	1.7625
9		5.00	1.7336	5.05	1.9819	4.98	1.8737	4.97	1.9286	
12		5.06	1.7461	5.10	1.7316	5.01	1.9384	4.89	2.0721	

**EK 6** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayıpların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişim (devam)

		Sıcaklık							
		4°C		10°C		20°C		30°C	
Nem düzeyi (%)	Süre (ay)	pH	TA	pH	TA	pH	TA	pH	TA
27	0	5.21	1.2412	5.21	1.2412	5.21	1.2412	5.21	1.2412
	1	5.18	–	5.18	–	5.24	–	5.13	1.1738
	2	5.15	1.4625	5.12	1.3385	5.22	–	5.04	1.2436
	3	5.17	–	5.15	1.3479	5.18	1.1688	5.12	1.2924
	4	5.21	1.3289	5.18	1.3053	5.25	1.1794	5.11	1.3947
	6	5.09	1.4679	5.10	1.4114	5.17	1.2021	5.06	1.4265
	9	5.23	–	5.10	–	5.21	1.3999	5.03	1.4477
	12	5.15	1.3336	5.11	1.5302	5.11	1.7209	5.03	1.9120

**EK 7** %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Fümigasyon öncesi	Sıcaklık			
			4°C	10°C	20°C	30°C
0	TAMB	8.41x10 <sup>3</sup> a ±2.44x10 <sup>3</sup>	3.59x10 <sup>3</sup> bc ±1.08x10 <sup>3</sup>	3.59x10 <sup>3</sup> b ±1.08x10 <sup>3</sup>	3.59x10 <sup>3</sup> cd ±1.08x10 <sup>3</sup>	3.59x10 <sup>3</sup> a ±1.08x10 <sup>3</sup>
	TAPB	5.60x10 <sup>2</sup> a ±4.94	3.04x10 <sup>2</sup> cd ±7.20x10 <sup>1</sup>	3.04x10 <sup>2</sup> b ±7.20x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	1.22x10 <sup>2</sup> a ±4.00x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> cd ±4.46x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> cd ±4.46x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> ab ±4.46x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> b ±4.46x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4	<4
	KMK	4.47x10 <sup>2</sup> ±1.23x10 <sup>2</sup>	1.83x10 <sup>2</sup> ±7.76x10 <sup>1</sup>	1.83x10 <sup>2</sup> ±7.76x10 <sup>1</sup>	1.83x10 <sup>2</sup> ±7.76x10 <sup>1</sup>	1.83x10 <sup>2</sup> ±7.76x10 <sup>1</sup>
	LAB	8.00 ±0.00	2.00x10 <sup>1</sup> ±1.97x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> ±1.97x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> ±1.97x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> ±1.97x10 <sup>1</sup>
	SK	<40	<40	<40	<40	<40
	ENT	<4	<4	<4	<4	<4
	1	TAMB		7.55x10 <sup>3</sup> a ±1.13x10 <sup>3</sup>	4.97x10 <sup>4</sup> a ±3.45x10 <sup>4</sup>	1.10x10 <sup>4</sup> ab ±7.24x10 <sup>3</sup>
TAPB			6.10x10 <sup>1</sup> e ±1.85x10 <sup>1</sup>	1.21x10 <sup>2</sup> cd ±3.74x10 <sup>1</sup>	–	–
MK			8.00x10 <sup>2</sup> b ±2.92x10 <sup>2</sup>	1.63x10 <sup>3</sup> a ±4.95x10 <sup>2</sup>	1.10x10 <sup>2</sup> b ±2.67x10 <sup>1</sup>	2.05x10 <sup>2</sup> b ±7.48x10 <sup>1</sup>
OM			<4	<4	<4	<4
KMK			3.98x10 <sup>2</sup> ±1.20x10 <sup>2</sup>	1.47x10 <sup>3</sup> ±5.79x10 <sup>2</sup>	1.09x10 <sup>2</sup> ±2.29x10 <sup>1</sup>	2.17x10 <sup>2</sup> ±8.31x10 <sup>1</sup>
LAB			2.40x10 <sup>1</sup> ±1.24x10 <sup>1</sup>	<4	<4	1.13x10 <sup>1</sup> ±5.89

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir. TAMB: toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, TAPB: toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, MK: toplam maya-küf sayısı, OM: ozmofilik maya sayısı, KMK: kserofilik maya-küf sayısı, LAB: laktik asit bakterileri sayısı, SK: stafilokok sayısı, ENT: toplam Enterobacteriaceae sayısı  
a-f: Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 7** %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
2	TAMB	4.29x10 <sup>3</sup> ab ±1.23x10 <sup>3</sup>	1.92x10 <sup>3</sup> b ±3.92x10 <sup>2</sup>	1.59x10 <sup>3</sup> a ±8.78x10 <sup>2</sup>	3.63x10 <sup>3</sup> a ±1.09x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.20x10 <sup>1</sup> f ±8.76	2.59x10 <sup>2</sup> bc ±4.20x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	–	6.00x10 <sup>2</sup> b ±1.96x10 <sup>2</sup>	2.50x10 <sup>2</sup> a ±3.99x10 <sup>1</sup>	1.90x10 <sup>2</sup> a ±4.35x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	8.64x10 <sup>4</sup> ±2.35x10 <sup>4</sup>	6.50x10 <sup>2</sup> ±2.66x10 <sup>2</sup>	4.32x10 <sup>2</sup> ±4.44x10 <sup>1</sup>	2.18x10 <sup>2</sup> ±3.56x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4
3	TAMB	2.55x10 <sup>3</sup> bc ±4.96x10 <sup>2</sup>	2.69x10 <sup>3</sup> b ±3.77x10 <sup>2</sup>	3.24x10 <sup>3</sup> cd ±7.20x10 <sup>2</sup>	7.59x10 <sup>3</sup> a ±4.00x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.87x10 <sup>2</sup> c ±4.21x10 <sup>1</sup>	2.10x10 <sup>2</sup> b ±3.97x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	7.51x10 <sup>2</sup> b ±2.78x10 <sup>2</sup>	1.86x10 <sup>2</sup> cd ±3.25x10 <sup>1</sup>	1.01x10 <sup>2</sup> b ±2.52x10 <sup>1</sup>	1.90x10 <sup>2</sup> b ±4.00x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	6.00x10 <sup>2</sup> ±1.66x10 <sup>2</sup>	1.37x10 <sup>2</sup> ±2.02x10 <sup>1</sup>	1.04x10 <sup>2</sup> ±3.94x10 <sup>1</sup>	2.21x10 <sup>2</sup> ±3.00x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

TAMB: toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, TAPB: toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, MK: toplam maya-küf sayısı, OM: ozmofilik maya sayısı, KMK: kserofilik maya-küf sayısı, LAB: laktik asit bakterileri sayısı, SK: stafilokok sayısı, ENT: toplam Enterobacteriaceae sayısı. a–f : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).



**EK 7** %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
4	TAMB	2.79x10 <sup>3</sup> bc ±2.00x10 <sup>2</sup>	3.65x10 <sup>3</sup> b ±8.60x10 <sup>2</sup>	4.00x10 <sup>3</sup> bc ±7.88x10 <sup>2</sup>	5.02x10 <sup>3</sup> a ±2.37x10 <sup>3</sup>
	TAPB	2.25x10 <sup>2</sup> d ±5.10x10 <sup>1</sup>	3.40x10 <sup>2</sup> b ±7.74x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	1.78x10 <sup>2</sup> c ±3.00x10 <sup>1</sup>	1.03x10 <sup>2</sup> de ±1.24x10 <sup>1</sup>	2.16x10 <sup>2</sup> a ±7.15x10 <sup>1</sup>	1.26x10 <sup>2</sup> b ±3.58x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	2.06x10 <sup>2</sup> ±2.29x10 <sup>1</sup>	9.70x10 <sup>1</sup> ±2.55x10 <sup>1</sup>	1.64x10 <sup>2</sup> ±1.49x10 <sup>1</sup>	1.23x10 <sup>2</sup> ±4.17x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4
6	TAMB	2.10x10 <sup>3</sup> cd ±5.07x10 <sup>2</sup>	3.37x10 <sup>3</sup> b ±1.47x10 <sup>3</sup>	3.16x10 <sup>3</sup> cd ±1.32x10 <sup>3</sup>	6.73x10 <sup>3</sup> a ±3.45x10 <sup>3</sup>
	TAPB	2.20x10 <sup>3</sup> b ±3.86x10 <sup>2</sup>	3.19x10 <sup>3</sup> a ±2.42x10 <sup>3</sup>	–	–
	MK	2.13x10 <sup>2</sup> c ±6.28x10 <sup>1</sup>	2.22x10 <sup>2</sup> c ±2.22x10 <sup>1</sup>	2.16x10 <sup>2</sup> a ±7.15x10 <sup>1</sup>	1.26x10 <sup>2</sup> bc ±3.58x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	1.67x10 <sup>2</sup> ±2.29x10 <sup>1</sup>	2.01x10 <sup>2</sup> ±5.71x10 <sup>1</sup>	4.00x10 <sup>1</sup> ±1.42x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> ±1.10x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

TAMB: toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, TAPB: toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, MK: toplam maya-küf sayısı, OM: ozmofilik maya sayısı, KMK: kserofilik maya-küf sayısı, LAB: laktik asit bakterileri sayısı, SK: stafilokok sayısı, ENT: toplam Enterobacteriaceae sayısı. a–f : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 7** %13.7 nem düzeyindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
9	TAMB	7.31x10 <sup>2</sup> e ±4.92x10 <sup>2</sup>	2.63x10 <sup>3</sup> b ±2.19x10 <sup>2</sup>	1.62x10 <sup>3</sup> d ±3.39x10 <sup>2</sup>	2.09x10 <sup>4</sup> a ±1.06x10 <sup>4</sup>
	TAPB	9.90x10 <sup>3</sup> a ±5.53x10 <sup>3</sup>	3.64x10 <sup>3</sup> a ±4.46x10 <sup>2</sup>	-	-
	MK	9.80x10 <sup>1</sup> d ±3.57x10 <sup>1</sup>	1.00x10 <sup>2</sup> e ±3.29x10 <sup>1</sup>	4.30x10 <sup>1</sup> c ±1.32x10 <sup>1</sup>	9.80x10 <sup>1</sup> c ±2.63x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	1.02x10 <sup>1</sup> ±2.89x10 <sup>1</sup>	1.03x10 <sup>2</sup> ±2.79x10 <sup>1</sup>	5.50x10 <sup>1</sup> ±1.32x10 <sup>1</sup>	8.10x10 <sup>1</sup> ±1.36x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4
12	TAMB	2.52x10 <sup>3</sup> d ±6.16x10 <sup>2</sup>	2.84x10 <sup>3</sup> b ±1.79x10 <sup>3</sup>	1.91x10 <sup>3</sup> cd ±5.42x10 <sup>2</sup>	5.18x10 <sup>3</sup> a ±3.61x10 <sup>3</sup>
	TAPB	2.19x10 <sup>2</sup> d ±6.40x10 <sup>1</sup>	1.19x10 <sup>2</sup> d ±1.61x10 <sup>1</sup>	-	-
	MK	1.27x10 <sup>2</sup> cd ±2.40x10 <sup>1</sup>	1.37x10 <sup>2</sup> de ±6.40x10 <sup>1</sup>	2.90x10 <sup>1</sup> c ±1.60x10 <sup>1</sup>	9.60x10 <sup>1</sup> c ±1.30x10 <sup>1</sup>
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	1.59x10 <sup>2</sup> ±1.90x10 <sup>1</sup>	1.30x10 <sup>2</sup> ±7.40x10 <sup>1</sup>	2.50x10 <sup>1</sup> ±5.00	1.19x10 <sup>2</sup> ±3.20x10 <sup>1</sup>
	LAB	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

TAMB: toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, TAPB: toplam aerobik psikrofil bakteri sayısı, MK: toplam maya-küf sayısı, OM: ozmofilik maya sayısı, KMK: kserofilik maya-küf sayısı, LAB: laktik asit bakterileri sayısı, SK: stafilokok sayısı, ENT: toplam Enterobacteriaceae sayısı.

a-f : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 8** %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
0	TAMB	2.50x10 <sup>4</sup> bc ±1.38x10 <sup>4</sup>	2.50x10 <sup>4</sup> a ±1.38x10 <sup>4</sup>	2.50x10 <sup>4</sup> b ±1.38x10 <sup>4</sup>	2.50x10 <sup>4</sup> a ±1.38x10 <sup>4</sup>
	TAPB	4.71x10 <sup>2</sup> cd ±5.35x10 <sup>1</sup>	4.71x10 <sup>2</sup> c ±5.35x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	1.94x10 <sup>2</sup> b ±4.90x10 <sup>1</sup>	1.94x10 <sup>2</sup> a ±4.90x10 <sup>1</sup>	1.94x10 <sup>2</sup> ab ±4.90x10 <sup>1</sup>	1.94x10 <sup>2</sup> a ±4.90x10 <sup>1</sup>
	OM	3.49x10 <sup>2</sup> ±8.39x10 <sup>1</sup>	3.49x10 <sup>2</sup> ±8.39x10 <sup>1</sup>	3.49x10 <sup>2</sup> ±8.39x10 <sup>1</sup>	3.49x10 <sup>2</sup> ±8.39x10 <sup>1</sup>
	KMK	2.48x10 <sup>2</sup> ±5.48x10 <sup>1</sup>	2.48x10 <sup>2</sup> ±5.48x10 <sup>1</sup>	2.48x10 <sup>2</sup> ±5.48x10 <sup>1</sup>	2.48x10 <sup>2</sup> ±5.48x10 <sup>1</sup>
	LAB	5.13x10 <sup>2</sup> ±2.81x10 <sup>2</sup>	5.13x10 <sup>2</sup> ±2.81x10 <sup>2</sup>	5.13x10 <sup>2</sup> ±2.81x10 <sup>2</sup>	5.13x10 <sup>2</sup> ±2.81x10 <sup>2</sup>
	ENT	<4	<4	<4	<4
1	TAMB	2.06x10 <sup>4</sup> bc ±2.56x10 <sup>3</sup>	3.55x10 <sup>3</sup> bc ±8.37x10 <sup>2</sup>	3.89x10 <sup>3</sup> bc ±1.65x10 <sup>3</sup>	7.58x10 <sup>3</sup> b ±2.15x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.29x10 <sup>2</sup> cd ±2.04x10 <sup>2</sup>	1.79x10 <sup>2</sup> de ±1.01x10 <sup>2</sup>	–	–
	MK	6.40x10 <sup>2</sup> a ±3.61x10 <sup>2</sup>	2.02x10 <sup>2</sup> a ±3.10x10 <sup>1</sup>	4.41x10 <sup>2</sup> a ±3.19x10 <sup>2</sup>	1.10x10 <sup>1</sup> b ±4.00
	OM	2.16x10 <sup>3</sup> ±4.61x10 <sup>2</sup>	4.00x10 <sup>1</sup> ±2.38x10 <sup>1</sup>	4.53x10 <sup>2</sup> ±1.40x10 <sup>2</sup>	6.10x10 <sup>1</sup> ±4.55x10 <sup>1</sup>
	KMK	7.72x10 <sup>2</sup> ±3.12x10 <sup>2</sup>	2.29x10 <sup>2</sup> ±4.79x10 <sup>1</sup>	3.31x10 <sup>2</sup> ±3.28x10 <sup>2</sup>	8.00 ±4.90
	LAB	7.94x10 <sup>2</sup> ±9.83x10 <sup>2</sup>	1.11x10 <sup>2</sup> ±3.44x10 <sup>1</sup>	<4	3.60 x10 <sup>1</sup> ±4.26 x10 <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**EK 8** %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
2	TAMB	3.46x10 <sup>3</sup> d ±9.17x10 <sup>2</sup>	6.48x10 <sup>3</sup> b ±3.43x10 <sup>3</sup>	3.93x10 <sup>3</sup> b ±1.04x10 <sup>3</sup>	2.15x10 <sup>3</sup> c ±5.28x10 <sup>2</sup>
	TAPB	1.64x10 <sup>2</sup> de ±5.60x10 <sup>1</sup>	8.10x10 <sup>1</sup> e ±2.12x10 <sup>1</sup>	-	-
	MK	3.11x10 <sup>2</sup> ab ±4.65x10 <sup>1</sup>	-	8.40x10 <sup>1</sup> bc ±9.42x10 <sup>1</sup>	1.30x10 <sup>1</sup> b ±8.43
	OM	1.26x10 <sup>2</sup> ±2.81x10 <sup>1</sup>	-	3.09x10 <sup>2</sup> ±3.08x10 <sup>1</sup>	<4
	KMK	3.79x10 <sup>2</sup> ±5.08x10 <sup>1</sup>	-	1.10 x10 <sup>2</sup> ±9.49x10 <sup>1</sup>	1.10 x10 <sup>1</sup> ±5.46
	LAB	6.70x10 <sup>1</sup> ±1.00x10 <sup>1</sup>	1.90x10 <sup>1</sup> ±1.32x10 <sup>1</sup>	<4	<4
3	TAMB	1.04x10 <sup>4</sup> c ±5.61x10 <sup>3</sup>	3.56x10 <sup>3</sup> bc ±2.09x10 <sup>3</sup>	2.30x10 <sup>3</sup> bc ±1.50x10 <sup>3</sup>	2.56x10 <sup>4</sup> a ±7.28x10 <sup>3</sup>
	TAPB	1.15x10 <sup>2</sup> ef ±3.32x10 <sup>1</sup>	8.10x10 <sup>1</sup> de ±1.23x10 <sup>1</sup>	-	-
	MK	9.00x10 <sup>1</sup> c ±5.80x10 <sup>1</sup>	2.50x10 <sup>1</sup> c ±6.80	3.00x10 <sup>1</sup> c ±2.30x10 <sup>1</sup>	1.20x10 <sup>1</sup> b ±3.10
	OM	4.39x10 <sup>2</sup> ±1.35x10 <sup>2</sup>	9.00 ±8.80	1.04x10 <sup>2</sup> ±6.53	<4
	KMK	1.20x10 <sup>2</sup> ±8.90x10 <sup>1</sup>	2.40x10 <sup>1</sup> ±6.50	3.40x10 <sup>1</sup> ±1.60x10 <sup>1</sup>	1.30x10 <sup>1</sup> ±8.20
	LAB	3.70x10 <sup>1</sup> ±2.20x10 <sup>1</sup>	<4	<4	<4
	ENT	-	-	-	<4

**EK 8** %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
4	TAMB	6.60x10 <sup>4</sup> ±4.02x10 <sup>4</sup>	2.80x10 <sup>3</sup> bc ±1.09x10 <sup>3</sup>	1.92x10 <sup>3</sup> bc ±8.11x10 <sup>2</sup>	2.10x10 <sup>3</sup> c ±4.11x10 <sup>2</sup>
	TAPB	1.14x10 <sup>3</sup> c ±1.20x10 <sup>3</sup>	3.28x10 <sup>2</sup> cd ±1.99x10 <sup>2</sup>	–	–
	MK	6.20x10 <sup>1</sup> cd ±1.73x10 <sup>1</sup>	7.90x10 <sup>1</sup> b ±1.78x10 <sup>1</sup>	3.37x10 <sup>2</sup> ab ±3.16x10 <sup>2</sup>	1.00x10 <sup>1</sup> bc ±4.94
	OM	<4	1.16x10 <sup>2</sup> ±2.141x10 <sup>1</sup>	2.99x10 <sup>2</sup> ±6.50x10 <sup>1</sup>	<4
	KMK	6.50x10 <sup>1</sup> ±1.28x10 <sup>1</sup>	5.10x10 <sup>1</sup> ±1.50x10 <sup>1</sup>	2.40x10 <sup>2</sup> ±2.89x10 <sup>2</sup>	9.00 ±3.82
	LAB	1.80x10 <sup>1</sup> ±5.16	<4	<4	<4
6	TAMB	3.90x10 <sup>4</sup> ab ±1.28x10 <sup>4</sup>	3.32x10 <sup>3</sup> bc ±2.32x10 <sup>3</sup>	1.36x10 <sup>5</sup> a ±7.07x10 <sup>3</sup>	2.37x10 <sup>3</sup> c ±4.09x10 <sup>2</sup>
	TAPB	2.60x10 <sup>4</sup> a ±1.45x10 <sup>3</sup>	4.23x10 <sup>3</sup> b ±3.63x10 <sup>3</sup>	–	–
	MK	2.80x10 <sup>1</sup> e ±8.80	1.20x10 <sup>1</sup> d ±6.46	2.60x10 <sup>1</sup> c ±1.90x10 <sup>1</sup>	9.00 bcd ±7.30
	OM	2.00x10 <sup>1</sup> ±6.92	1.00x10 <sup>1</sup> ±7.65	<4	<4
	KMK	3.30x10 <sup>1</sup> ±5.03	1.50x10 <sup>1</sup> ±1.05x10 <sup>1</sup>	2.00x10 <sup>1</sup> ±5.65	6.00 ±7.65
	LAB	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**EK 8** %23.5 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
9	TAMB	2.72x10 <sup>3</sup> e ±5.47x10 <sup>2</sup>	1.08x10 <sup>4</sup> bc ±1.40x10 <sup>3</sup>	3.19x10 <sup>2</sup> ±1.45x10 <sup>2</sup>	2.68x10 <sup>3</sup> ±1.87x10 <sup>2</sup>
	TAPB	3.54x10 <sup>3</sup> b ±1.07x10 <sup>3</sup>	1.32x10 <sup>4</sup> a ±1.49x10 <sup>3</sup>	-	-
	MK	8.40x10 <sup>1</sup> c ±2.42x10 <sup>1</sup>	4.00c ±3.71	1.10x10 <sup>1</sup> cd ±3.33	5.00 d ±4.80
	OM	<4	<4	<4	<4
	KMK	1.00x10 <sup>2</sup> ±1.69x10 <sup>1</sup>	4.00 ±3.26	1.40x10 <sup>1</sup> ±9.52	7.00 ±5.03
	LAB	<4	<4	<4	<4
	12	TAMB	1.59x10 <sup>3</sup> d ±1.97x10 <sup>2</sup>	1.79x10 <sup>3</sup> c ±5.68x10 <sup>2</sup>	3.12x10 <sup>3</sup> bc ±8.96x10 <sup>2</sup>
TAPB		5.80x10 <sup>1</sup> f ±4.69x10 <sup>1</sup>	4.60x10 <sup>1</sup> e ±9.52	-	-
MK		4.10x10 <sup>1</sup> de ±1.70x10 <sup>1</sup>	1.00x10 <sup>1</sup> d ±5.60	4.00d ±2.00	5.00 cd ±3.40
OM		<4	<4	<4	<4
KMK		2.60x10 <sup>1</sup> ±5.10	9.00 ±2.00	6.00 ±4.00	13.00 ±8.00
LAB		<4	<4	<4	<4
SK		<40	<40	<40	<40
ENT		<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**EK 9** %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
0	TAMB	3.70x10 <sup>4</sup> a ±3.40x10 <sup>3</sup>	3.70x10 <sup>4</sup> a ±3.40x10 <sup>3</sup>	3.70x10 <sup>4</sup> b ±3.40x10 <sup>3</sup>	3.70x10 <sup>4</sup> a ±3.40x10 <sup>3</sup>
	TAPB	4.53x10 <sup>2</sup> b ±5.94x10 <sup>1</sup>	4.53x10 <sup>2</sup> bc ±5.94x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	2.63x10 <sup>2</sup> a ±8.19	2.63x10 <sup>2</sup> a ±8.19	2.63x10 <sup>2</sup> d ±8.19	2.63x10 <sup>2</sup> b ±8.19
	OM	3.25x10 <sup>2</sup> ±1.12x10 <sup>2</sup>	3.25x10 <sup>2</sup> ±1.12x10 <sup>2</sup>	3.25x10 <sup>2</sup> ±1.12x10 <sup>2</sup>	3.25x10 <sup>2</sup> ±1.12x10 <sup>2</sup>
	KMK	2.77x10 <sup>2</sup> ±4.53x10 <sup>1</sup>	2.77x10 <sup>2</sup> ±4.53x10 <sup>1</sup>	2.77x10 <sup>2</sup> ±4.53x10 <sup>1</sup>	2.77x10 <sup>2</sup> ±4.53x10 <sup>1</sup>
	LAB	3.13x10 <sup>2</sup> ±6.56x10 <sup>1</sup>	3.13x10 <sup>2</sup> ±6.56x10 <sup>1</sup>	3.13x10 <sup>2</sup> ±6.56x10 <sup>1</sup>	3.13x10 <sup>2</sup> ±6.56x10 <sup>1</sup>
	SK	<40	<40	<40	<40
	ENT	<4	<4	<4	<4
1	TAMB	6.94x10 <sup>3</sup> b ±1.06x10 <sup>3</sup>	1.25x10 <sup>4</sup> b ±3.72x10 <sup>3</sup>	1.10x10 <sup>4</sup> b ±4.84x10 <sup>3</sup>	1.21x10 <sup>4</sup> b ±5.94x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.39x10 <sup>2</sup> b ±6.90x10 <sup>1</sup>	1.11x10 <sup>2</sup> de ±3.67x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	3.66x10 <sup>2</sup> a ±6.25x10 <sup>1</sup>	1.51x10 <sup>2</sup> ab ±3.51x10 <sup>1</sup>	1.76x10 <sup>5</sup> e ±9.02x10 <sup>4</sup>	1.13x10 <sup>4</sup> d ±3.37x10 <sup>3</sup>
	OM	9.30x10 <sup>1</sup> ±1.19x10 <sup>1</sup>	6.30x10 <sup>1</sup> ±3.77x10 <sup>1</sup>	9.20x10 <sup>4</sup> ±3.90x10 <sup>4</sup>	2.42x10 <sup>4</sup> ±2.56x10 <sup>3</sup>
	KMK	4.23x10 <sup>2</sup> ±3.12x10 <sup>1</sup>	1.62x10 <sup>2</sup> ±4.90x10 <sup>1</sup>	1.54x10 <sup>5</sup> ±9.58x10 <sup>3</sup>	1.02x10 <sup>4</sup> ±2.31x10 <sup>3</sup>
	LAB	1.87x10 <sup>2</sup> ±4.03x10 <sup>1</sup>	7.00x10 <sup>1</sup> ±2.19x10 <sup>1</sup>	1.13x10 <sup>1</sup> ±1.37x10 <sup>1</sup>	1.13x10 <sup>1</sup> ±2.39x10 <sup>1</sup>

**EK 9** %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
2	TAMB	6.94x10 <sup>3</sup> c ±1.06x10 <sup>3</sup>	1.25x10 <sup>4</sup> cd ±3.72x10 <sup>3</sup>	1.10x10 <sup>4</sup> b ±4.84x10 <sup>3</sup>	1.21x10 <sup>4</sup> cd ±5.94x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.39x10 <sup>2</sup> d ±6.90x10 <sup>1</sup>	1.11x10 <sup>2</sup> ef ±3.67x10 <sup>1</sup>	–	–
	MK	3.66x10 <sup>2</sup> bc ±6.25x10 <sup>1</sup>	1.51x10 <sup>2</sup> ab ±3.51x10 <sup>1</sup>	1.76x10 <sup>5</sup> e ±9.02x10 <sup>4</sup>	1.13x10 <sup>4</sup> ±3.37x10 <sup>3</sup>
	OM	9.30x10 <sup>1</sup> ±1.19x10 <sup>1</sup>	6.30x10 <sup>1</sup> ±3.77x10 <sup>1</sup>	9.20x10 <sup>4</sup> ±3.90x10 <sup>4</sup>	2.42x10 <sup>4</sup> ±2.56x10 <sup>3</sup>
	KMK	4.23x10 <sup>2</sup> ±3.12x10 <sup>1</sup>	1.62x10 <sup>2</sup> ±4.90x10 <sup>1</sup>	1.54x10 <sup>5</sup> ±9.58x10 <sup>5</sup>	1.02x10 <sup>4</sup> ±2.31x10 <sup>3</sup>
	LAB	1.87x10 <sup>2</sup> ±4.03x10 <sup>1</sup>	7.00x10 <sup>1</sup> ±2.19x10 <sup>1</sup>	1.13x10 <sup>1</sup> ±1.37x10 <sup>1</sup>	1.13x10 <sup>1</sup> ±2.39x10 <sup>1</sup>
3	TAMB	3.04x10 <sup>3</sup> c ±1.02x10 <sup>3</sup>	6.18x10 <sup>3</sup> c ±3.70x10 <sup>3</sup>	5.53x10 <sup>3</sup> b ±2.52x10 <sup>3</sup>	1.79x10 <sup>3</sup> d ±3.44x10 <sup>2</sup>
	TAPB	1.39x10 <sup>2</sup> c ±3.20x10 <sup>1</sup>	1.56x10 <sup>3</sup> cd ±5.65	–	–
	MK	3.93x10 <sup>2</sup> a ±4.1x10 <sup>1</sup>	1.32x10 <sup>2</sup> ab ±7.6x10 <sup>1</sup>	2.42x10 <sup>2</sup> d ±5.4x10 <sup>1</sup>	7.00 c ±2.8
	OM	9.32x10 <sup>2</sup> ±1.71 x10 <sup>2</sup>	2.8x10 <sup>2</sup> ±1.4 x10 <sup>1</sup>	6.73x10 <sup>3</sup> ±2.85 x10 <sup>3</sup>	7.76x10 <sup>3</sup> ±3.7x10 <sup>3</sup>
	KMK	3.38x10 <sup>2</sup> ±4.97x10 <sup>1</sup>	1.69x10 <sup>2</sup> ±1.72x10 <sup>1</sup>	1.55x10 <sup>2</sup> b ±1.42x10 <sup>2</sup>	<4
	LAB	5.9x10 <sup>1</sup> ±7.57	3.2x10 <sup>1</sup> ±9.79	<4	<4
	ENT	<4	<4	<4	<4



**EK 9** %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Fümigasyon sonrası			
		4°C	10°C	20°C	30°C
4	TAMB	8.28x10 <sup>3</sup> b ±3.22x10 <sup>3</sup>	1.64x10 <sup>3</sup> d ±6.32x10 <sup>2</sup>	6.00x10 <sup>3</sup> b ±2.75x10 <sup>3</sup>	3.10x10 <sup>3</sup> cd ±1.84x10 <sup>3</sup>
	TAPB	7.31x10 <sup>2</sup> b ±3.87x10 <sup>2</sup>	2.61x10 <sup>2</sup> cd ±1.35 x10 <sup>2</sup>	-	-
	MK	1.64x10 <sup>2</sup> b ±3.99x10 <sup>1</sup>	6.6x10 <sup>1</sup> b ±2.10x10 <sup>1</sup>	2.71x10 <sup>3</sup> a ±2.57x10 <sup>3</sup>	6.00 c ±4.52
	OM	7.30x10 <sup>1</sup> ±8.86	6.74x10 <sup>2</sup> ±2.07 x10 <sup>1</sup>	1.70x10 <sup>4</sup> ±2.02x10 <sup>2</sup>	5.00 ±6.00
	KMK	1.39x10 <sup>2</sup> ±9.45	6.20x10 <sup>1</sup> ±1.54x10 <sup>1</sup>	2.24x10 <sup>3</sup> ±1.62x10 <sup>3</sup>	6.00 ±2.30
	LAB	2.70 x10 <sup>1</sup> ±1.77x10 <sup>1</sup>	<4	<4	<4
6	TAMB	2.19x10 <sup>3</sup> c ±8.41x10 <sup>2</sup>	6.18x10 <sup>3</sup> d ±3.70x10 <sup>3</sup>	5.53x10 <sup>3</sup> c ±2.52x10 <sup>3</sup>	1.79x10 <sup>3</sup> cd ±3.44x10 <sup>2</sup>
	TAPB	1.39x10 <sup>2</sup> a ±3.20x10 <sup>1</sup>	1.56x10 <sup>3</sup> ab ±5.65	-	-
	MK	3.93x10 <sup>2</sup> d ±4.1x10 <sup>1</sup>	1.32x10 <sup>2</sup> bc ±7.6x10 <sup>1</sup>	2.42x10 <sup>2</sup> c ±5.4x10 <sup>1</sup>	7.00c ±2.8
	OM	<4	1.36x10 <sup>2</sup> ±2.11 x10 <sup>1</sup>	5.81x10 <sup>4</sup> ±1.35 x10 <sup>4</sup>	<4
	KMK	3.70x10 <sup>1</sup> ±1.67x10 <sup>1</sup>	6.90x10 <sup>1</sup> ±1.43x10 <sup>1</sup>	2.30x10 <sup>1</sup> ±7.57	5.00 ±3.82
	LAB	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**EK 9** %27 nem düzeyindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince meydana gelen mikrobiyel yüklerindeki değişimler<sup>1</sup> (KOB/g) (devam)

Depolama süresi (ay)	Mikrobiyel sayım	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
9	TAMB	2.93x10 <sup>3</sup> c ±3.38x10 <sup>2</sup>	3.85x10 <sup>2</sup> e ±9.18x10 <sup>1</sup>	2.42x10 <sup>3</sup> c ±4.91x10 <sup>2</sup>	7.15x10 <sup>3</sup> bc ±3.70x10 <sup>3</sup>
	TAPB	3.61x10 <sup>3</sup> a ±2.48x10 <sup>2</sup>	5.88x10 <sup>2</sup> a ±8.69x10 <sup>1</sup>	-	-
	M-K	9.90x10 <sup>1</sup> c ±2.56x10 <sup>1</sup>	6.00 bc ±6.35	1.60x10 <sup>1</sup> c ±9.68	5.00 c ±2.66
	OM	<4	<4	<4	<4
	KM-K	1.00x10 <sup>2</sup> ±3.93x10 <sup>1</sup>	9.00 ±8.24	1.70x10 <sup>1</sup> ±3.82	4.00 ±0.00
	LA	<4	<4	<4	<4
12	TAMB	2.70x10 <sup>3</sup> c ±1.28x10 <sup>3</sup>	3.00x10 <sup>3</sup> cd ±5.66x10 <sup>2</sup>	1.27x10 <sup>4</sup> b ±7.39x10 <sup>3</sup>	2.78x10 <sup>3</sup> cd ±1.79x10 <sup>3</sup>
	TAPB	5.10x10 <sup>1</sup> d ±1.28x10 <sup>1</sup>	4.40x10 <sup>1</sup> f ±1.17x10 <sup>1</sup>	-	-
	M-K	1.60x10 <sup>1</sup> e ±1.10x10 <sup>1</sup>	1.70x10 <sup>1</sup> d ±1.20x10 <sup>1</sup>	9.00 c ±7.20	<4 c
	OM	<4	4.55x10 <sup>2</sup> ±2.97x10 <sup>2</sup>	<4	<4
	KM-K	1.50x10 <sup>1</sup> ±6.00	1.50x10 <sup>1</sup> ±9.40	1.30x10 <sup>1</sup> ±3.80	7.00 ±5.00
	LA	<4	<4	<4	<4
	SK	<40	<40	<40	<40
	ENT	<4	<4	<4	<4

<sup>1</sup>Çizelgedeki değerler, "aritmetik ortalama ± standart hata" değerleriyle birlikte verilmiştir.

**EK 10** Farklı düzeylerde (%13.7, 23.5 ve 27) nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanmaları süresince pH değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

**Çizelge 1** %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	0.078	7	0.11	54.492	0.000*
Sıcaklık	0.093	3	0.31	152.411	0.000*
SürexSıcaklık	0.125	16	0.08	38.465	0.000*
Hata	0.006	27	0.000		
Toplam	1449.240	54			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	225.050	7	32.150	0.980	0.462*
Sıcaklık	102.033	3	34.011	1.037	0.389*
SürexSıcaklık	691.476	21	32.927	1.004	0.485*
Hata	1049.281	32	32.790		
Toplam	4211.067	64			

\*(p>0.05)

**Çizelge 3** %27 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	0.146	7	0.021	11.582	0.000*
Sıcaklık	0.063	3	0.021	11.728	0.000*
SürexSıcaklık	0.044	19	0.002	1.284	0.256
Hata	0.061	34	0.002		
Toplam	1688.899	64			

\*(p<0.05)

**Çizelge 4** %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	5.20±0.0141Ab	5.20±0.0141Aa	5.20±0.0141Aa	5.20±0.0141Aa
1	-	-	5.22±0.0141a	-
2	5.22±0.0070ab	5.19±0.0141a	5.24±0.0071a	5.18±0.0141a
3	5.23±0.0070ab	-	5.10±0.0141b	5.19±0.0141a
4	-	5.24±0.0000a	5.23±0.0141a	5.14±0.0007b
6	5.23±0.0141a	-	5.24±0.0071a	5.15±0.0000b
9	5.24±0.0070a	5.20±0.0000a	5.12±0.0283b	5.09±0.0000c
12	5.21±0.0141Aab	5.25±0.0424Aa	5.05±0.000Bc	4.91±0.0141Cd

A-B : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**Çizelge 5** %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	5.13±0.0070Ab	5.13±0.0070Aa	5.13±0.0070Aab	5.13±0.0070Aa
1	5.16±0.0141a	5.10±0.0141bc	5.12±0.0000b	5.07±0.0000a
2	5.14±0.0141a	5.05±0.0141d	5.09±0.0070c	5.08±0.0070b
3	5.07±0.0000a	5.12±0.0000ab	5.15±0.0070a	5.08±0.0070b
4	5.01±0.0000e	5.05±0.0000c	4.99±0.0212e	5.06±0.2121b
6	5.09±0.0000c	4.98±0.0000e	4.99±0.0000de	5.02±0.0000c
9	5.00±0.0000e	5.05±0.0000d	4.98±0.0070e	4.97±0.0070d
12	5.06±0.0600Ad	5.10±0.0141Abc	5.01±0.0141Bd	4.89±0.0141Ce

A–B : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).  
a–b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**Çizelge 6** %27 nem içeren gün kurusu kayısıların ph miktarlarına ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	5.21±0.0070aA	5.21±0.0070aA	5.21±0.0070cA	5.21±0.0070aA
1	-	5.18±0.0000b	5.24±0.0282ab	5.13±0.0000b
2	5.15±0.0000b	5.12±0.0000d	5.22±0.0070bc	5.04±0.0000e
3	5.17±0.0141b	5.15±0.0070c	5.18±0.0070d	5.12±0.0000bc
4	5.21±0.0000a	5.18±0.0070b	5.25±0.0000a	5.11±0.0000c
6	-	5.10±0.0070e	5.17±0.0000d	5.06±0.0070d
9	5.23±0.0070a	5.10±0.0000e	5.21±0.0070f	5.03±0.0070f
12	5.15±0.0141bA	5.11±0.0141deB	5.11±0.0000eB	5.03±0.0070fC

A–B : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).  
a–b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**EK 11** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

**Çizelge 1** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	0.947	7	0.135	136.498	0.000*
Sıcaklık	0.756	3	0.252	254.427	0.000*
Nem	13.955	2	6.978	7040.610	0.000*
SürexSıcaklık	2.605	21	0.124	125.168	0.000*
SürexNem	5.564	14	0.397	401.006	0.000*
SıcaklıkxNem	1.650	6	0.275	277.416	0.000*
SürexSıcaklıkxNem	2.737	42	0.065	65.753	0.000*
Hata	0.190	192	0.001		
Toplam	660.722	288			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** %13.7 nem içeren gün kurusu kayısuların titrasyon asitliği değerlerine ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	1.1242±0.0017Ac	1.1242±0.0017Ac	1.1242±0.0017Ad	1.1242±0.0017Af
1	1.2078±0.0257b	1.0252±0.0167c	1.2953±0.0101c	1.1760±0.0258f
2	1.1845±0.0075b	1.0397±0.0417c	1.3483±0.0417b	1.5268±0.0541c
3	1.1060±0.0376c	1.1708±0.0408b	1.4865±0.0096a	1.4062±0.0597e
4	1.3286±0.0531a	1.1829±0.0496b	1.2739±0.0294c	1.6302±0.0100b
6	1.2093±0.0489b	1.3894±0.0390a	1.3521±0.0157b	1.4744±0.03856d
9	1.0473±0.0470d	1.1166±0.0168b	1.4726±0.0104a	1.5172±0.0182cd
12	1.1892±0.0048Cb	1.0354±0.0379Cc	1.4996±0.0215Ba	1.8928±0.0289Aa

A-C : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**Çizelge 3** %23.5 nem içeren gün kurusu kayısuların titrasyon asitliği değerlerine ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	1.5387±0.0063Ae	1.5387±0.0063Af	1.5387±0.0063Af	1.5387±0.0064Af
1	1.5809±0.0061e	1.7835±0.0382c	1.7274±0.0002e	1.6633±0.0001de
2	1.6543±0.0236d	1.7057±0.0020d	1.8339±0.0388cd	1.9215±0.0556b
3	1.8968±0.0391b	1.7024±0.0020d	1.7149±0.0348e	1.7179±0.0000cd
4	2.3214±0.0351a	1.6042±0.0592e	2.3308±0.1206a	1.6109±0.0010e
6	1.5772±0.0279e	2.2541±0.0093a	1.7351±0.0135de	1.7625±0.0290c
9	1.7336±0.0141c	1.9819±0.0153b	1.8737±0.0356bc	1.9286±0.0616b
12	1.7461±0.0282Ac	1.7316±0.0001Ad	1.9384±0.0281Ab	2.0721±0.0513Aa

A-B : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**Çizelge 4** %27 nem içeren gün kurusu kayısların titrasyon asitliği değerlerine ilişkin duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Süre	Sıcaklık			
	4°C	10°C	20°C	30°C
0	1.9120±0.0036Aa	1.9120±0.0036Aa	1.9120±0.0036Aa	1.9120±0.0036Aa
1	1.2412±0.0236d	1.3960±0.0040c	1.2021±0.0152c	1.1738±0.0116g
2	1.4625±0.0558b	1.3385±0.0192d	1.1688±0.0480cd	1.3947±0.0015d
3	1.0444±0.0066e	1.3479±0.0288d	1.1133±0.0156de	1.2436±0.0296f
4	1.3289±0.0099c	1.3053±0.0101e	1.0809±0.0605e	1.2924±0.0460e
6	1.4679±0.0047b	1.4114±0.0203c	1.3999±0.0325b	1.4265±0.0052cd
9	1.0661±0.0339e	1.5302±0.0343b	1.1794±0.4065cd	1.4477±0.0019c
12	1.3336±0.0380ABc	1.2391±0.0145Af	1.1108±0.0102Bde	1.7209±0.0004Ab

A–B : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a–b : Aynı sütündeki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).



**EK 12** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

**Çizelge 1** Gün kurusu kayısların, depolanmaları sonucu enzimatik olmayan esmerleşme düzeylerindeki değişime ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Nem	334.911	2	167.455	3725.399	0.000*
Süre	1632.066	7	233.152	5186.964	0.000*
Sıcaklık	3264.796	3	1088.265	24210.756	0.000*
SürexNem	40.393	14	2.885	64.187	0.000*
SıcaklıkxNem	28.626	6	4.771	106.139	0.000*
SürexSıcaklık	2238.020	21	106.572	2370.928	0.000*
SürexSıcaklıkxNem	105.613	42	2.515	55.943	0.000*
Hata	12.946	288	0.045		
Toplam	25908.998	384			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** Gün kurusu kayıslarda depolama sıcaklıklarının (4°, 10°, 20° ve 30°C) enzimatik olmayan esmerleşme düzeyleri üzerine etkisine ilişkin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Başlangıç nem düzeyi (%)	Süre (ay)	Sıcaklık			
		4°C	10°C	20°C	30°C
13.7	0	3.5156A	3.5156A	3.5156A	3.5156A
	12	4.0452D	4.5005C	7.9653B	21.9691A
23.5	0	4.9897A	4.9897A	4.9897A	4.9897A
	12	7.7281C	6.1805D	10.2039B	24.9615A
27	0	4.3370A	4.3370A	4.3370A	4.3370A
	12	5.1476C	4.8355C	6.2730B	21.4118A

A–D : Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

**EK 13** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince  $\beta$ -karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** %13.7 nem içeren gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	23.909	1	23.909	91.888	0.000*
Sıcaklık	46.598	3	15.533	59.696	0.000*
SürexSıcaklık	46.598	3	15.533	59.696	0.000*
Hata	6.245	24	0.260		
Toplam	4701.159	32			

\*(p>0.05)

**Çizelge 2** %23.5 nem içeren gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	1.124	1	1.124	0.537	0.478*
Sıcaklık	5.881	1	5.881	2.811	0.119*
SürexSıcaklık	5.881	1	5.881	2.811	0.119*
Hata	25.00	12	2.092		
Toplam	654.514	16			

\*(p>0.05)

**Çizelge 3** %27 nem içeren gün kurusu kayısıların  $\beta$ -karoten miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	1.691	1	1.691	1.734	0.204*
Sıcaklık	0.699	2	0.350	0.359	0.703*
SürexSıcaklık	0.699	2	0.350	0.359	0.703*
Hata	17.547	18	0.975		
Toplam	1126.999	24			

\*( $p>0.05$ )

**EK 14** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAMB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** 30°C’de yığın halde depolanan gün kurusu kayısıların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	1.147	7	0.164	2.504	0.061*
Hata	1.047	16	0.065		
Toplam	336.700	24			

\*(p>0.05)

**Çizelge 2** 10°C’de ambalajlanarak depolanan %27 nemli gün kurusu kayısıların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	5.863	7	0.838	19.280	0.000*
Hata	0.652	15	0.043		
Toplam	134.710	23			

\*(p<0.05)

**EK 15** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince TAPB (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** 4°C’de yığın halde depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	13.056	7	1.865	128.144	0.000*
Hata	0.218	15	0.015		
Toplam	161.560	23			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** 10°C’de yığın halde depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	6.981	7	0.997	28.494	0.000*
Hata	0.525	15	0.035		
Toplam	164.550	23			

\*(p<0.05)

**EK 16** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısıların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince MK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** 20°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısıların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	78.125	7	11.161	223.214	0.000
Hata	0.800	16	0.050		
Toplam	277.300	24			

\*(p<0.05)

**Çizelge 1** 30°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısıların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	127.291	7	18.184	258.879	0.000
Hata	4.496	64	0.070		
Toplam	320.290	72			

**EK 17** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince OM (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** 20°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	103.587	7	14.798	789.238	0.000
Hata	0.150	8	0.019		
Toplam	318.360	16			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** 30°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	57.759	7	8.251	203.110	0.000
Hata	0.325	8	0.041		
Toplam	120.890	16			

\*(p<0.05)



**EK 18** Farklı nem (%13.7, 23.5 ve 27) düzeylerindeki gün kurusu kayısların, farklı depolama sıcaklıklarında (4°, 10°, 20° ve 30°C) 12 ay depolanmaları süresince KMK (KOB/g) miktarındaki değişime ilişkin varyans analiz çizelgeleri

**Çizelge 1** 20°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	30.853	7	4.408	9.232	0.002
Hata	4.297	9	0.477		
Toplam	158.540	17			

\*(p<0.05)

**Çizelge 2** 30°C'de %27 nemli ambalajlanarak depolanan gün kurusu kayısların varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Süre	34.546	7	4.935	75.925	0.000
Hata	0.715	11	0.065		
Toplam	94.680	19			

\*(p<0.05)

## ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Nihal Güzel

Doğum Tarihi: 1983

Doğum Yeri : Ankara

Medeni Hali : Evli

Eğitim Durumu :

Lise : Kalaba Lisesi (2000)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı (2010)

Doktora : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı (Şubat 2010-Temmuz 2015)

### Akademik Deneyimleri

Ağustos 2009- Hitit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye; Araştırma Görevlisi,

### SCI, SCI-E, SSCI ve AHCI Kapsamındaki Yayınlar

Güzel N., Türkyılmaz M., Yemiş O., Tağı Ş., Özkan M. (2014) Changes in hydrolysable and condensed tannins of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaznar) juices from sacs and whole fruit during production and their relation with antioxidant activity. LWT-Food Science and Technology, 59. 933-940.

Türkyılmaz, M., Özkan, M; Güzel, N. 2014. Loss of sulfur dioxide and changes in some chemical properties of malatya apricots (*Prunus armeniaca* L.) during sulfuring and drying. Journal of the Science of Food and Agriculture. 94.2488-2496.

### Hakemli konferans/sempozyumların bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

Damar İ., Demirok E., Turhan Ö., Ekim M.Ö., Hastaoğlu E., Açıkgöz G., Denge A., Muhacir N. 2008. Avrupa Ülkelerinde Ticari Sofralık Zeytin ile Zeytinyağı Üretim

Teknikleri Konusunda Eğitim-I-Zeytincilik Araştırma Sahası. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, 17-18 P.66, Mayıs, Edremit, Balıkesir, Türkiye.

Demirok E., Damar İ., Hastaoğlu E., Ekim M.Ö., Turhan Ö., Denge A., Muhacir N., Açıkgöz G. 2008. Avrupa Ülkelerinde Ticari Sofralık Zeytin ile Zeytinyağı Üretim Teknikleri Konusunda Eğitim-II-Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Kalitesi. I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi.P,66. 17-18 Mayıs, Edremit, Balıkesir, Türkiye.

Türkyılmaz M, Dereli U, Muhacir N, Tağı Ş, Özkan M. Effects of various juice yields on the antioxidant activity, antimicrobial activity and phenolic contents of pomegranate juice. 3<sup>rd</sup> International Congress on Food and Nutrition, S Bekiroğlu (ed.), pp. 144-145, 22-25 April 2009, Antalya.

Türkyılmaz M, Muhacir N, Özkan M. Characteristic of some Turkish pomegranate varieties. 16<sup>th</sup> IFU Congress (Bridging juice with science, health and technology), pp. 8, 2-7 May 2010, Istanbul.

Güzel, N., Tağı, Ş, Yemiş, O. and Özkan, M. Effects of clarification, pasteurization and concentration on the tannins and antioxidant activity of pomegranate juice. International Food Congress, Novel Approaches in Food Industry, p. 141, May 26–29, 2011, Çeşme, İzmir.

Güzel, N., Tağı, Ş. and Özkan, M. Microbial and chemical stability of dried fruits. 4<sup>rd</sup> International Congress on Food and Nutrition, p. 146, 12-14 October 2011, İstanbul.