

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI DÜZEYLERDE KÜKÜRTLENEN KURU KAYISILARIN ORGANİK
ASİT VE KAROTENOİD MİKTARLARINDA DEPOLAMA BOYUNCA
MEYDANA GELEN DEĞİŞİMİN, KAYISININ RENGİ VE DUYUSAL
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ayşenur SALUR CAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2018**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ayşenur SALUR CAN tarafından hazırlanan “Farklı Düzeylerde Kükürtlü Kuru Kayısların Organik Asit ve Karotenoid Miktarlarında Depolama Boyunca Meydana Gelen Değişimin, Kayısının Rengi ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı tez çalışması 22/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri :

Başkan: Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Ayla SOYER
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. İsmail Hakkı BOYACI
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

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

22.03.2018

A. Salur

Ayşenur SALUR CAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI DÜZEYLERDE KÜKÜRTLENEN KURU KAYISILARIN ORGANİK ASİT VE KAROTENOİD MİKTARLARINDA DEPOLAMA BOYUNCA MEYDANA GELEN DEĞİŞİMİN KAYISININ RENGİ VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ayşenur SALUR CAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Kayısılar, karakteristik altın sarısı renklerini korumak için, güneşte kurutma işleminden önce kükürt dioksit (SO₂) gazına maruz bırakılır. Astım hastalarında alerjik reaksiyonlar üzerine SO₂'in olumsuz etkisi üzerindeki endişeler nedeniyle, SO₂ gazına alternatif koruyucu madde geliştirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Buna rağmen, SO₂ gazı kadar etkili başka bir koruyucu madde henüz bulunamamıştır. Bu durum, esmer renk oluşumu üzerine SO₂'nin etki mekanizmasının tam olarak aydınlatılamamasından kaynaklanmaktadır. Kayıslarda meydana gelen esmerleşmenin, polifenol oksidaz (PPO) aktivitesi ve Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı kabul edilmektedir.

Bu çalışmada, kayısılar (cv.*Hacıhaliloğlu*) farklı konsantrasyonlarda (0, 451, 832, 1594, 2112 ve 3241 mg SO₂/kg) kükürtlenmiş ve üç farklı sıcaklıkta (5°, 20° ve 30°C) 379 gün boyunca depolanmıştır. Daha sonra, bu üç sıcaklıkta depolanan kuru kayısıların fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Depolama süresince örneklerin; SO₂, esmerleşme, karotenoid ve organik asit içerikleri belirlenmiştir. Organik asit ve karotenoid analizleri HPLC ile yapılmıştır.

Ancak, yürütülen bu çalışma; kayısı renginde meydana gelen esmerleşme üzerine sadece PPO aktivitesi ve Maillard reaksiyonlarının etkili olmadığını göstermiştir. SO₂ konsantrasyonu arttıkça, pH ($r=-0.867$) ve esmerleşme düzeyi ($r=-0.942$) azalırken; titrasyon asitliği ($r=0.993$), β -karoten ($r=0.922$), sitrik asit ($r=9.956$) ve okzalik asit ($r=0.880$) miktarları artmıştır. Bu korelasyonlar, SO₂ konsantrasyonunun, kuru kayıslarda esmerleşme ve organik asitler üzerine etkili olduğunu açık bir şekilde göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, kükürtlenmiş kuru kayıslardaki esmerleşme üzerine organik asitlerin en çok etki eden madde olduğunu ortaya koymuştur.

Mart 2018, 112 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kuru kayısı, depolama, kükürt dioksit, esmerleşme, organik asitler, karotenoidler, renk, duyu analizi

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF THE CHANGES IN ORGANIC ACID AND CAROTENOID CONTENTS OF DRIED APRICOTS SULFITED AT VARIOUS LEVELS DURING STORAGE ON COLOR AND SENSORY PROPERTIES OF THE APRICOTS

Ayşenur SALUR CAN

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

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Apricots are exposed to sulfur dioxide (SO₂) gas before sun-drying to preserve their characteristic golden yellow colour. Due to concerns about the adverse health effects of SO₂ on asthmatic patients, many studies were carried out to develop the sulfite substitutes. However, sulfite substitute as functional as sulfites could not have been developed so far. This is because the mechanism of SO₂ on browning reactions has not fully elucidated. The browning of apricots has been attributed to activity of polyphenol oxidase (PPO) as well as Maillard reactions.

In the study, apricots (cv.Hacıhaliloğlu) were sulfured at different concentrations (0, 451, 832, 1594, 2112 and 3241 mg SO₂/kg) and stored at three temperatures (5°, 20° and 30°C) for a period of 379 days. Then, the changes in physical and chemical properties of dried apricots were monitored at these storage temperatures. During storage, SO₂, browning, carotenoid and organic acid contents of the samples were determined. Organic acids and carotenoids were analyzed by HPLC.

However, this study showed that PPO activity and Maillard reactions could not be the only reactions for the browning of apricots. As the SO₂ concentration increased, the pH ($r=-0.867$) and browning level ($r=-0.942$) decreased, while titratable acidity ($r=0.993$), β -carotene ($r=0.922$), citric acid ($r=0.956$) and oxalic acid ($r=0.880$) contents increased. These correlations clearly showed that SO₂ concentration significantly affected the browning and organic acids of dried-apricots. Results from this study clearly indicated that organic acids were the major compounds affecting the browning of sulfured-dried apricots.

March 2018, 112 pages

Key Words: Dried apricots, storage, sulfur dioxide, browning, organic acids, carotenoids, color, sensory evaluation.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam boyunca bilgi ve tecrübesini hiç esirgemeyen, saygıdeğer danışmanım ve hocam Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) verdiği emek ve gösterdiği anlayış için sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Mesleğimin en önemli aşamasını oluşturan laboratuvar analizleri konusunda beni yetiştiren, önemli bilgi birikimi gerektiren analiz metodları konusunda beni eğiten ve bu analizlere ait yöntemleri geliştiren, tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bizlerin daima yanında olan sevgili hocam Doç. Dr. Meltem TÜRKYILMAZ'a tüm içtenliğimle çok teşekkür ederim. Ayrıca, University of Massachusetts Department of Food Science bölümünden Prof. Dr. Micha PELEG'e kayısıların kükürt dioksit absorpsiyonunun modellenmesi konusunda yaptığı değerli katkı için teşekkür ediyorum.

Projemize destek veren TÜBİTAK'a (Proje No: 1130456) teşekkür ederim. Yıllardır dostluğunu benden esirgemeyen, verdiğim her kararın arkasında olan, attığım her adımda elimden tutan ve bana yoldaşlık eden sevgili eşim Melih Göktuğ CAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Lisans hayatının bana kazandırdığı en mükemmel hediye olan ve daima hayatımda kalmasını istediğim kıymetli arkadaşım Arş. Grv. Fatmagül HAMZAOĞLU 'na çok teşekkür ediyorum. Sadece yüksek lisans çalışmam sırasında değil, hayatımın her aşamasında, desteklerini sevgi ve güvenlerini eksik etmeyen, sevgili annem Asiye SALUR ve babam Mehmet SALUR' a sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Lisans eğitimi için geldiğim Ankara'da bana kapılarını sevgiyle açan, beni kendi kızları olarak görüp kucaklayan, yürüdüğüm her adımda yanımda yer alan ve bu güzel tablonun daim olacağı değerli KARAÇORLU ailesine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşenur SALUR CAN

Ankara, Mart 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1 Kayısı.....	17
3.1.2 Kimyasallar.....	17
3.2 Yöntem	18
3.2.1 Materyalin hazırlanması	18
3.2.2 Fiziksel analizler.....	21
3.2.2.1 Nem tayini.....	21
3.2.2.2 Su aktivitesi tayini.....	23
3.2.2.3 pH tayini.....	24
3.2.3 Kimyasal analizler.....	24
3.2.3.1 Titrasyon asitliği.....	24
3.2.3.2 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi.....	24
3.2.3.3 Kükürt dioksit miktarının belirlenmesi	26
3.2.3.4 β -karoten miktarının belirlenmesi.....	28
3.2.3.5 Organik asit miktarının belirlenmesi	30
3.2.4 Kinetik parametrelerin hesaplanması.....	35
3.2.4.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması	36
3.2.4.2 Yarılanma süresinin hesaplanması,.....	36
3.2.4.3 Q_{10} değerinin hesaplanması.....	37
3.2.5 İstatistik değerlendirme.....	37

3.2.6 Duyusal analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1 Kuru Kayısı Örneklerinin Depolama Başlangıcındaki SO ₂ İçerikleri.....	38
4.2 Nem Düzeyindeki Azalma	40
4.3 Su Aktivitesi (a _w) Düzeyindeki Değişim	42
4.4 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler	43
4.5 Esmerleşme Düzeyindeki Değişmeler.....	47
4.6 Organik Asit Dağılımındaki Değişimler	52
4.7 Karotenoid Dağılımı ve Miktarındaki Değişmeler.....	61
4.8 Reflektans Renk Değerlerindeki Değişim	64
4.9 Kuru Kayısların SO ₂ İçeriğindeki Azalma.....	72
4.10 İncelenen Parametrelerin Birbirleri ve Esmerleşme Değerleri Arasındaki İlişkiler	76
4.11 Duyusal Analizler	79
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR	84
EKLER.....	91
EK 1 Depolama başlangıcında kuru kayısların kimyasal özellikleri üzerine kükürt dioksit içeriğinin etkisine ilişkin varyans analiz çizelgeleri	92
EK 2 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince nem düzeyindeki değişim	96
EK 3 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince su aktivitesi düzeyindeki değişim	97
EK 4 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince pH düzeyindeki değişim.....	98
EK 5 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince titrasyon asitliği (g/100g kuru ağırlık) düzeyindeki değişim	99
EK 6 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince esmerleşme düzeyindeki değişim....	100
EK 7 Farklı düzeyde sülfid içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince organik asit dağılımı ve miktarlarındaki (g/kg kuru madde) değişimler	101
EK 8 Farklı düzeyde sülfid içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince beta-Karoten (mg/kg kuru madde) değerlerindeki değişimler.....	105
EK 9 Farklı düzeyde sülfid içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince renk değerlerindeki değişimler	106

EK 10 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayıların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince SO₂ düzeyindeki değişim.....	110
EK 11 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayıların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince yapılan duyusal değerlendirmesinde kullanılan “Kayıların Duyusal Değerlendirme Formu”	111
ÖZGEÇMİŞ.....	112



SİMGELER DİZİNİ

a_w	Su aktivitesi
Briks ($^{\circ}\text{Bx}$)	Suda çözüner kuru madde
h	Saat
HCl	Hidroklorik asit
H_2SO_4	Sülfirik asit
k	Reaksiyon hız sabiti
KCl	Potasyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
O	Orto
Q_{10}	Sıcaklığın 10°C arttırılmasıyla reaksiyon hızının artış katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
R^2	Determinasyon katsayısı
SO_2	Kükürt dioksit
v	Hacim

Kısaltmalar

dak.	Dakika
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration)
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (High performance liquid chromatography)
PDA	Fotodioderey dedektör (Photodiode dedector)
PG	Poligalaktronaz
PME	Pektin metil esteraz
PPO	Polifenol oksidaz
PVDF	Poliviniliden florür (Polyvinylidene fluoride)
TGK	Türk Gıda Kodeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Dünyadaki önemli kayısı üreticisi ülkelerin kayısı üretim miktarları ve dünya kayısı üretimindeki payları	3
Şekil 2.2 Enzimatik esmerleşme sonucu kahverengi pigment oluşumu	7
Şekil 2.3 Amadori dönüşüm ürünleri	8
Şekil 2.4 Meyvelerde bulunan başat organik asitler	13
Şekil 2.5 Likopenin kimyasal yapısı	14
Şekil 2.6 β -karotenin kimyasal yapısı	14
Şekil 3.1 Kerevetlere dizilmiş bir sıra kayısı	19
Şekil 3.2 Kerevetlerin vagon halinde iklim odasına yerleştirilmesi	19
Şekil 3.3 Kayıların sergen yerlerine serilmesi	20
Şekil 3.4 Kuru kayısı üretim ve depolamasına ilişkin akış diyagramı	22
Şekil 3.5 SO ₂ analiz düzeneği	27
Şekil 3.6 β -karoten standart eğrisi	31
Şekil 3.7 Malik asit standart eğrisi	33
Şekil 3.8 Sitrik asit standart eğrisi	33
Şekil 3.9 Tartarik asit standart eğrisi	34
Şekil 3.10 Okzalik asit standart eğrisi	34
Şekil 3.11 Süksinik asit standart eğrisi	35
Şekil 4.1 Hacihaliloğlu çeşidi taze kayıların kükürtlenme süresine bağlı olarak SO ₂ konsantrasyonu	39
Şekil 4.2 Günkurusu ve 3241 mg/kg düzeyinde SO ₂ içeren kuru kayısı örneğini 30°C'de 379 gün depolanması süresince esmerleşme düzeylerindeki artışlar	48
Şekil 4.3 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO ₂ içeren kuru kayısı örneklerinin farklı sıcaklıklarda 379 gün depolanması sonucunda esmerleşme düzeyindeki artış	50
Şekil 4.4 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO ₂ içeren kuru kayıların organik asit dağılımını gösteren HPLC kromatogramı	53
Şekil 4.5 Farklı düzeyde SO ₂ içeren kuru kayıların 30°C'de 379 gün depolama sonunda malik asit miktarındaki azalma oranları	55
Şekil 4.6 Depolama boyunca (379 gün) 30°C'de muhafaza edilen günkurusu kayısı ve 832 mg/kg düzeyinde SO ₂ içeren örneklerin malik asit miktarındaki değişimler	56
Şekil 4.7 Depolama boyunca (379 gün) 30°C'de muhafaza edilen günkurusu kayısı ve 3241 mg/kg düzeyinde SO ₂ içeren örneklerin sitrik asit miktarındaki değişimler	59
Şekil 4.8 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO ₂ içeren kuru kayıların karotenoid dağılımına ait HPLC kromatogramı	61

Şekil 4.9 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların depolama başlangıcındaki β-karoten miktarları (mg/100 g KM).....	63
Şekil 4.10 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların depolama başlangıcında renklerdeki farklılıklar.....	69
Şekil 4.11 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların 180.gün renklerdeki farklılıklar	70
Şekil 4.12 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların 379.gün renklerdeki farklılıklar	71
Şekil 4.13 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO ₂ içeren kuru kayısı örneğinin 30°C'de 379 gün depolanması süresince SO ₂ düzeylerindeki azalmalar	73
Şekil 4.14 Panel odası	80



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Ülkelerin kuru kayısı üretimi (ton)	4
Çizelge 3.1 Kuru kayısların başlangıç nem miktarları.....	21
Çizelge 4.1 Taze kayısların kükürtlenmesinde kullanılan SO ₂ gaz miktarı, kükürtleme süresi ve son ürünlerdeki SO ₂ konsantrasyonu.....	38
Çizelge 4.2 Farklı düzeyde SO ₂ içeren kuru kayısların depolama başlangıcında belirlenen nem içeriği.....	41
Çizelge 4.3 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler	41
Çizelge 4.4 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısı örneklerinin depolama başlangıcındaki su aktivitesi değerleri	43
Çizelge 4.5 Farklı düzeylerde kükürtlenen kuru kayısların depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri	44
Çizelge 4.6 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince titrasyon asitliği değerindeki değişimi gösteren eşitlikler.....	46
Çizelge 4.7 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların 20°C ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artışı gösteren eşitlikler ve kinetik veriler	49
Çizelge 4.8 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince malik asit miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler.....	58
Çizelge 4.9 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince sitrik asit miktarındaki artışı gösteren eşitlikler	60
Çizelge 4.10 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda 379 gün depolanmaları sonunda β-karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişimler.....	64
Çizelge 4.11 Farklı düzeylerde SO ₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince β-karoten içeriğindeki değişimi gösteren eşitlikler	65
Çizelge 4.12 Farklı konsantrasyonlarda SO ₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince SO ₂ miktarlarındaki azalmayı gösteren eşitlikler ve kinetik veriler	74
Çizelge 4.13 Günkurusu kayısların renginde meydana gelen esmerleşme üzerine bazı faktörlerin etki düzeyleri	77
Çizelge 4.14 Kükürtlü kuru kayısların renginde meydana gelen esmerleşme üzerine bazı faktörlerin etki düzeyleri.....	78

1. GİRİŞ

Dünyada yılda yaklaşık olarak toplam 3.3–3.8 milyon ton kayısı üretilmekte olup, bu üretimde % 17'lik bir paya sahip olan ülkemiz 1. sırada yer almaktadır. Üretilen bu kayısının (0.6–0.7 milyon ton), kayda değer bir bölümü (% 15–20) kurutulmakta ve yaş kayısıda olduğu gibi, ülkemiz; dünya kuru kayısı üretiminde de liderliğini korumaktadır. Ancak, bazı yıllarda ilkbahar aylarında çiçek açma dönemi görülen don olayları, hem yaş hem de kuru kayısı üretimimizde ciddi düşüslere neden olmaktadır. Örneğin, yaş ve kuru kayısı üretimimizin önemli bölümünün gerçekleştirildiği Malatya ilimizde, 29–31.03.2014 tarihleri arasında yaşanan don olayı sonunda, bir önceki yıla nazaran üretim yaklaşık olarak % 60 oranında düşmüş, bu düşüş ülkemiz ve dünya kuru kayısı üretimini ciddi şekilde etkilemiştir. Dünya kuru kayısı üretimi 2013 yılında 170.945 ton olarak gerçekleşirken, 2014 yılında Malatya ilimizde yaşanan don olayı sonucunda, bu üretim 68.810 tona kadar düşmüştür.

Ülkemizde kuru madde içeriğince zengin dolayısı ile randımanı yüksek kuru kayısılar yine Malatya ilimizde üretilmektedir. Ancak, kuru kayısı üretimin en önemli aşaması olan kükürtleme işlemi, yeterli olanağı ve bilgi birikimi olmayan çiftçilerimiz tarafından yapılmaktadır. Bu durum, üretilen kayısıların aşırı düzeyde kükürtlenmesine neden olmakta ve kuru kayısı ihracatımızı olumsuz yönde etkilemektedir. Böylece, bu değerli ürünümüzü üreten başta çiftçimiz olmak üzere, ülke ekonomimiz yeterli geliri sağlayamamaktadır.

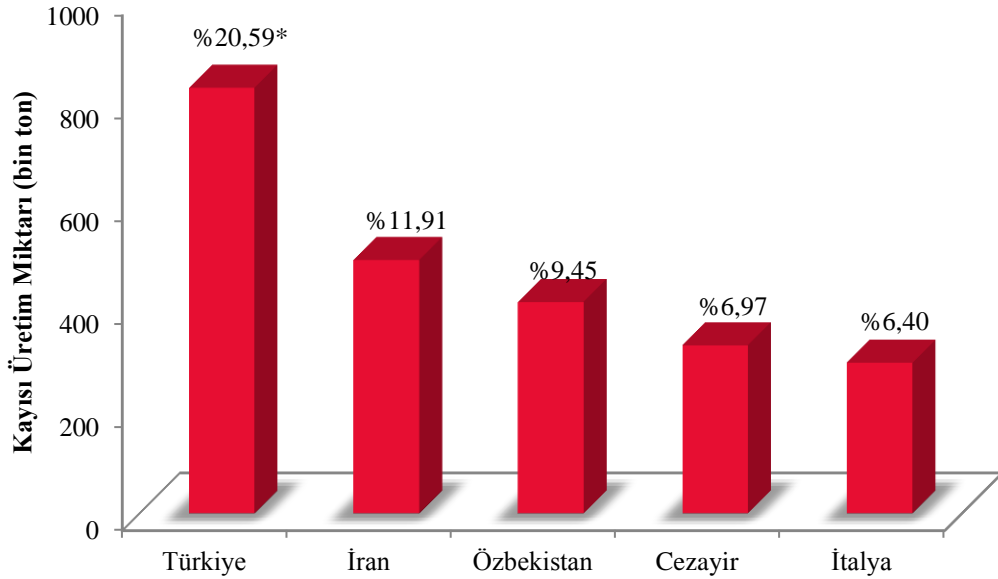
Altın sarısı kuru kayısı rengi tüketici talebi üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Kurutma ve depolama süresince, kayısılar karakteristik altın sarısı renklerini esmerleşme reaksiyonları nedeniyle kaybederler. Günümüzde, gerek enzimatik gerekse de enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını önlemek için kayısılar, kurutma işleminden önce kükürtlenmektedir. Tüketicinin arzu ettiği altın sarısı rengi korunması, ucuz olması, kullanım kolaylığı ile birlikte etkin koruma sağlaması, antioksidan ve antimikrobiyel etkileri sayesinde, kükürt geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Ancak, astım hastalarında alerjik reaksiyonlara neden olması nedeniyle SO₂'in gerek taze gerekse de kurutulmuş ürünlerde kullanımı ile ilgili endişe duyulmaktadır. Bu nedenle, SO₂'ye

alternatif koruyucu madde geliştirmek için birçok çalışma yapılmıştır. Esmer renk oluşumu zerine SO₂'in etki mekanizmasının tam olarak ortaya konulmaması nedeniyle, SO₂ kadar etkili başka bir koruyucu madde henüz bulunamamıştır.

Günümüze dek kuru kayısıların sahip olduğu sarı rengin depolama süresince SO₂ kaybına bağlı olarak hangi reaksiyon/reaksiyonlarla kaybedildiği tam anlamıyla ortaya konulamamıştır. Genel olarak, kayısıların kurutulması ve depolanması süresince meydana gelen esmerleşmenin Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı kabul edilmiştir. Belirtilen bu bilgi eksikliğin giderilmesine katkı sağlamak amacıyla, çalışmamızda; 3 farklı sıcaklıkta (4, 20 ve 30°C) 379 gün boyunca depolanan farklı düzeylerde kükürtlenen kuru kayısıların karotenoid ve organik asit dağılımları ile esmerleşme miktarları belirlenmiştir. Organik asitler de, kendi aralarında reaksiyona girerek esmerleşmeye önemli katkıda bulunurlar. Karotenoidler ise, sahip oldukları antioksidan aktiviteleri sayesinde kayısı bileşenlerini oksidasyondan korurlar. Bu nedenle, SO₂ konsantrasyonuna ve kurutma işlemine bağlı olarak; organik asit ve karotenoid miktar ve dağılımlarındaki değişim ile kuru kayısılardaki esmerleşme arasındaki ilişki incelenmiştir. Aynı zamanda, depolama boyunca meydana gelen esmerleşmenin reflektans renk değerleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu alışma ile kuru kayısıların seçilen depolama sıcaklığında hangi sürede hangi SO₂ konsantrasyonunda kalite özelliklerini (başta altın sarısı rengi) kaybetmeden depolanabileceği ortaya konmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemiz dünya kayısı üretiminde 1986'dan beri ilk sırada yer almaktadır. Dünya'da kayısı üretiminin en fazla yapıldığı diğer ülkeler ise; sırasıyla İran, Özbekistan, Cezayir ve İtalya'dır (Anonim 2013) (Şekil 2.1). 2013 verilerine göre dünya kayısı üretimi yaklaşık 4 milyon tondur ve ülkemiz bu miktarın % 20.59'unu karşılarken, diğer önemli kayısı üreticisi olan İran ise, dünya kayısı üretiminin % 11.91'ini karşılamaktadır (Anonim 2013). Benzer bir şekilde ülkemiz, kuru kayısı üretim (Çizelge 2.1) ve ihracatında da dünya da ilk sıradadır. Ülkemiz kuru kayısı ihracatının yaklaşık 1/3'lük kısmı; ABD ve Rusya Federasyonu'na yapılırken; İngiltere, Almanya, Fransa, Avustralya ve Hollanda da önemli miktarda kuru kayısı ihracatı yaptığımız diğer ülkelerdir (Asma 2011). Son yıllarda ülkemizden kayısı ihraç edilen ülke sayısı 100'e yaklaşmıştır. 2010 verilerine göre; ülkemiz 89 511 ton kuru kayısı ihracatından 347 milyon Amerikan doları döviz elde etmiştir (Asma 2011).



Şekil 2.1 Dünyadaki önemli kayısı üreticisi ülkelerin kayısı üretim miktarları ve dünya kayısı üretimindeki payları (Anonymous 2013)

*Grafik üzerinde verilen % değerler, ülkelerin dünyadaki kayısı üretim oranlarını göstermektedir.

**2014 değerleri henüz yayınlanmamıştır.

Çizelge 2.1 Ülkelerin kuru kayısı üretimi* (ton) (Anonim 2015)

Ülke	2012	2013	2014*
Türkiye	176 712	110 345	8 210
İran	24 000	22 400	20 000
Çin	6 000	5 700	6 000
Amerika	1 500	1 600	2 000
Güney Afrika	1 600	1 500	2 000
Dünya	239 018	170 945	68 810

*Gerçekleştiği tahmin edilen üretim miktarlarını göstermektedir.

Türkiye’de gerek sofralık gerekse de kurutmalık olarak üretimi yapılan kayısı Karadeniz bölgesi hariç tüm bölgelerde üretilebilmektedir. Başlıca kayısı üretimi Malatya, Erzincan, Elazığ Kars-Iğdır gibi Doğu Anadolu Bölgeleri, Ege, Marmara, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde yapılmaktadır. TÜİK verilerine göre 2013 yılında yaklaşık 14 milyon meyve veren kayısı ağacından 780 bin ton yaş kayısı elde edilmiştir. Bu ağaçların yaklaşık 8 milyonu Malatya’da bulunmaktadır. Malatya ilimiz ülkemiz kuru kayısı üretiminin % 85’ini; yaş kayısı üretiminin ise % 55’ini karşılamaktadır. Malatya İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2013 Çalışma Raporuna göre Malatya’da yaklaşık 412 bin ton yaş kayısı üretilmiştir. 2014 yılında Malatya’daki ilkbaharda meydana gelen don sebebiyle düşüş yaşayan yaş kayısı üretimi, benzer şekilde 2013 yılında dünya kuru kayısı üretiminde de yaşanmıştır. Dünya kuru kayısı üretimi 2013 yılında 170 945 ton iken, 2014 yılında Malatya ilinde ilkbahar döneminde çiçek açma zamanında yaşanan don sonucu, 68 810 tona düşmüştür.

Ülkemizde yetiştirilen bazı önemli kurutmalık kayısı çeşitleri; Hacıhaliloğlu, Kabaası, Soğancı, Çataloğlu ve Çöloğludur. Bunların arasında Hacıhaliloğlu çeşidi kayısı, ağaçların kuvvetli olması, çabuk büyümesi ve her yıl ürün vermesi, meyve kabuğunun ince, meyvelerin dayanıklı olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca orta irilikte olması meyve et renginin sarı olması ve suda çözülen kuru madde (briks) miktarının yüksek olması gibi nedenlerle kükürtleme işlemine de uygundur. Bilindiği gibi briks değeri yüksek olan kayısı çeşitleri hem kükürtleme ve kurutma işlemi için hem de taşıma ve işleme için oldukça dayanıklı çeşitlerdir. Son yıllarda dona ve çil hastalığına

daha dayanıklı olan Hacihaliloğlundan daha iri boylardaki Kabaaşı çeşidi de sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemiz dünya kuru kayısı üretiminde önemli bir payla 1. sırada yer almasına rağmen, dünya piyasalarındaki kuru kayısı fiyatını belirleyememesi, ürünün pazarlanmasındaki koordinasyon eksikliğinden kaynaklanmasının yanında, ülkemizde kükürtleme ve kurutma işlemlerinin bilinçli bir şekilde yapılamıyor olmasından da kaynaklanmaktadır. Bu sorunun çözüme kavuşturulması için, kuvvetli bir ihracatçı birliğinin oluşturulması ile ürün ve ambalaj çeşitliliğinin artırılması gibi pazarlama basamağındaki iyileştirmelerin yanında; doğru kayısı çeşidinin doğru bir yöntemle uygun dozajda kükürtlenerek kurutulması ve satışa kadar uygun koşullarda depolanması da gereklidir.

Kükürtleme işlemi kayısının kuruma süresini kısaltma, rengini koruma, açma, mikrobiyel gelişimin kontrolü ve fumigasyon amacıyla yapılmaktadır. Ancak, kükürdün son yıllarda astım hastalarında şiddetli solunum yolu reaksiyonlarına neden olabilmesi nedeniyle, A.B.D. Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından kullanımı sınırlanmış, özellikle taze meyve ve sebzeler ile B₁ vitamini (tiyamin) kaynağı olan etlerde SO₂ kullanımı yasaklanmıştır. FDA; sülfiterin çiğ meyveler ve sebzelerdeki GRAS statüsünü iptal etmiştir (Ough ve Were 2005).

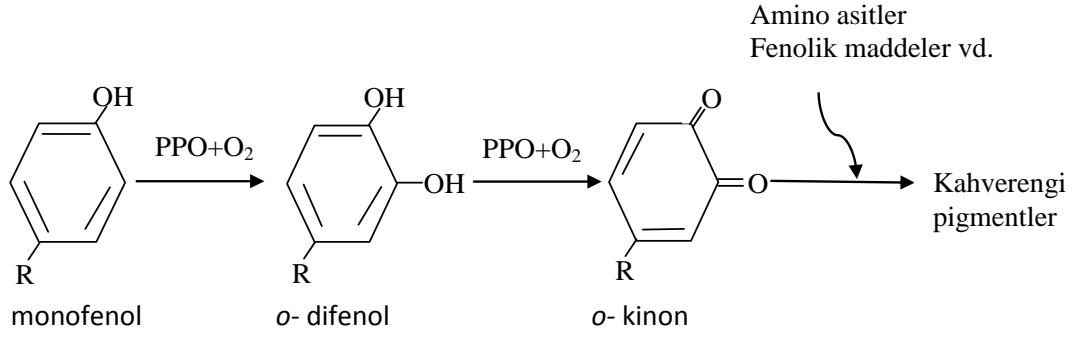
Ülkemizde kükürtleme işleminin temeli, elementer kükürdün “islîm damı” olarak adlandırılan kükürtleme odalarında yakılmasıyla açığa çıkan SO₂ gazının kayısı tarafından absorbe edilmesine dayanır. Ancak bu işlemin kontrolü, gerek hammaddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle, gerekse de kükürtleme işleminin kontrol sistemlerinden yoksun olması nedeniyle zordur. Bu nedenle ülkemizde üretilen kükürtlenmiş kuru kayısılar genellikle çok yüksek düzeyde SO₂ içermektedir. Kuru kayısı ithal eden ülkeler farklı oranlardaki kükürt miktarlarına izin vermektedir. Almanya ve İngiltere 2000 mg/kg, Fransa ve Danimarka 1000 mg/kg, İtalya 600 mg/kg, Avusturya 300 mg/kg düzeyinde SO₂'ye izin vermektedir (Sobutay 2003). Bunların yanında ABD, Kanada, Yeni Zelanda ve Avustralya'da kükürtlü kuru kayısı için bir limit bulunmasa da 3000 mg/kg'a kadar kükürt içeren kuru kayısıların ithal edilmesine izin verilmektedir. Türk Gıda Kodeksinde ise; kükürtlü kuru kayısının en çok 2000

mg/kg düzeyinde kükürt içermesi gerektiği belirtilmiştir. Ancak genellikle kükürtleme işleminin kontrolsüz şartlarda yapılması nedeniyle bu sınır sıklıkla aşılmaktadır.

Kuru kayısılar, tüketici tarafından tercih edilen altın sarısı renklerini korumak amacıyla kükürtlenmektedir. Kükürtleme işlemi genellikle depolama ve kurutma işlemi sırasında gerçekleşen esmerleşme reaksiyonunu önlemek amacıyla yapılmaktadır. Esmerleşme reaksiyonları enzimatik ve enzimatik olmayan esmerleşme olmak üzere iki ana başlık altında incelenir.

Enzimatik esmerleşme reaksiyonu polifenol oksidaz (PPO) enzimleri tarafından katalize edilir. Bu enzimlerin prostetik grubu bakır, substratı ise, fenolik maddelerdir. Enzimatik esmerleşme reaksiyonları iki aşamada gerçekleşir (Korbel vd. 2013). Bunlardan birincisinde, kresolaz olarak adlandırılan monofenolaz enziminin katalizasyonu sonucunda monofenoller *o*-difenollere hidroksile edilirken, ikincisi aşamada; kateşol oksidaz olarak adlandırılan difenolaz enziminin katalizasyonu ile *o*-difenoller *o*-kinonlara okside olurlar (Şekil 2.2). Monofenoller ve *o*-difenoller renksizken, *o*-kinonlar genellikle kırmızı renktedir. Oluşan bu kinonlar oldukça reaktif olup, polimerize olarak kahverengi renkli melanoidin pigmentlerini oluştururlar.

Enzimatik esmerleşme reaksiyonun hızını sıcaklık, pH, oksijen konsantrasyonu ve su aktivitesi (a_w) gibi faktörlerin dışında, hem gıdada bulunan PPO çeşidi hem de substratın yani polifenolün cinsi etkiler. Radi vd. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, neoklorojenik asit yoğunluğu fazla olan çeşitlerde esmerleşme miktarının daha az olduğu, kateşin ve klorojenik asit gibi fenolik maddelerin daha yoğun olduğu çeşitlerde ise, esmerleşme hızının yüksek olduğu saptanmıştır. Erdoğan vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Kabaası çeşidi kayısıda esmerleşme reaksiyonuna girebilen kateşin, klorojenik asit, epikateşin, epikateşin gallat ve epigallokateşin gallat gibi birçok fenolik madde belirlenmiştir.



Şekil 2.2 Enzimatik esmerleşme sonucu kahverengi pigment oluşumu (Hidalgo ve Zamora 2000)

Birçok çeşidi olan enzimatik olmayan esmerleşmenin sahip olduğu reaksiyonlar ise, aşağıda açıklanmıştır.

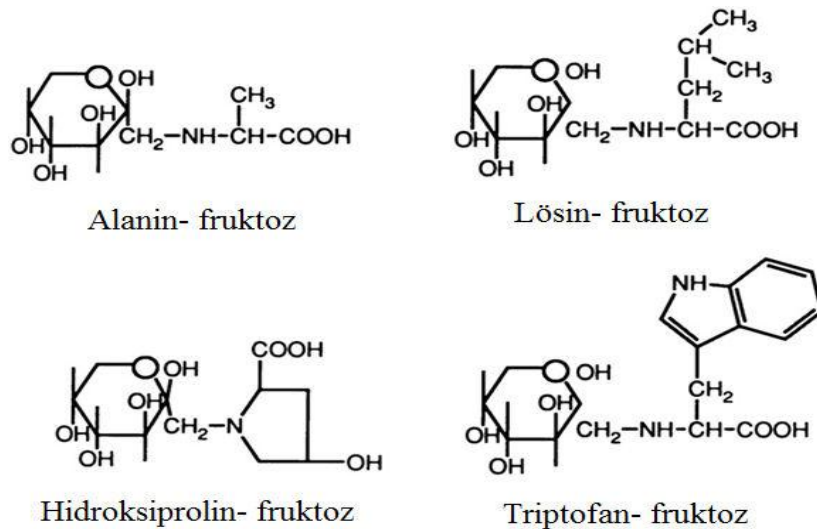
Maillard reaksiyonu; Fransız kimyacı Louis Camille Maillard tarafından keşfedilen bu reaksiyon, gıdalardaki indirgen şekerlerin aldehit ya da keton gruplarıyla, aminoasitlerin α -amino grubundaki azotun reaksiyonu ile oluşmaktadır (Lamberts vd. 2008, Eskin 2012). Bu reaksiyon sonucu oluşan ara ürünler (furosin ve HMF), ısıtma ve depolama sırasında ürünün maruz kaldığı yüksek sıcaklık ve/veya uzun süre depolanmanın indikatörü olarak kullanılmaktadır. Maillard reaksiyonu, özellikle meyvelerin kurutulması ve depolanması sırasında gerçekleşmektedir. Meyvenin bileşimi, pH'sı, a_w 'si ve yüksek depolama sıcaklıkları gibi faktörler bu reaksiyonun gerçekleşmesi için zemin hazırlar. Bu reaksiyonun optimum a_w 'si, 0.6–0.7; optimum pH'sı ise, 10'dur (Burdurlu ve Karadeniz 2002).

Gıdalarda kalite kaybına neden olan reaksiyonlarda sıcaklığın her 10°C 'lik artışında reaksiyon yaklaşık 2 kat ($Q_{10}=2$) hızlanırken, Maillard reaksiyonunda sıcaklıktaki 10°C 'lik artış, reaksiyonun 4–8 kat ($Q_{10}=4-8$) hızlanmasına neden olmaktadır. Bu da Maillard reaksiyonunun sıcaklığa son derece bağlı olduğunu göstermektedir. Maillard reaksiyonu, özellikle orta nemli meyve ve sebzeler ile, turuncgil ürünlerinde istenmeyen esmerleşmelere neden olmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Kurutma ve depolama sırasında, kurutulmuş gıdalarda oluşan Maillard reaksiyonu, aminoasit ve indirgen şekerlerin substrat olarak kullanılması nedeniyle besin değerinde, oluşan esmerleşme

ürünleri (melanoidin, piroller, akrilamid) nedeniyle de duyusal kalitede azalmaya neden olduğu için önemlidir (Leite vd. 2007). Maillard reaksiyonunun başlıca basamakları aşağıda verilmiştir.

➤ *Karbonilamino reaksiyonu*; gıdalardaki indirgen şekerlerin yapısında bulunan aldehit ya da keton gruplarındaki karbonil grubu ile aminoasitlerin amino grubundaki azot su kaybederek reaksiyona girer ve bu reaksiyon sonucu Schiff bazı açığa çıkmaktadır. Bu reaksiyon geri dönüşümlüdür. Bu reaksiyonun ardından Schiff bazı halka yapı kazanarak N-substituted glukozilamin oluşturmaktadır.

➤ *Amadori dönüşümü*; N-substituted glukozilamin stabil bir bileşik olmadığı için bir çok değişime uğrar. Bu değişimlerden bir tanesi de, N-substituted glukozilaminin 1-amino-1-deoksi-2-ketoza dönüşmesidir. Amadori dönüşümü aldozun ketoza dönüştüğü reaksiyondur. Ancak; ortamda aldoz değil de ketoz varsa, ketozilamin oluşur ve oluşan bu bileşik de Heyns düzenlemesiyle 2-amino-2-deoksi aldoz'a dönüşür. Amadori reaksiyonu ürünlerinin gıdanın rengi ve tadı üzerine bir etkisi yoktur (Şekil 2.3). Ancak; α -amino grupları bağlı formda oldukları için, vücut bu bağlı aminoasitlerden besin olarak yararlanamaz, bu da gıdanın besin değerinin düşmesine neden olur (Sanz vd. 2001).



Şekil 2.3 Amadori dönüşüm ürünleri (Eskin 2012)

➤ *Pigment oluşumu;*

Amadori bileşikleri yolu üzerinden pigment oluşumu; ortam pH'sının düşük ya da yüksek olmasına göre iki yolla gerçekleşir. Ortam pH'sı yüksekse (pH>7); 1-amino-1-deoksi-2-ketoz'dan 2,3-enediol ve ardından da birinci karbon atomundan amin grubunun ayrılmasıyla metildikarbonil bileşiği oluşmaktadır. Bu bileşiğin parçalanmasıyla α -dikarbonil bileşikleri oluşmaktadır. Ortam pH'sı düşük (pH<7) ise, 1-amino-1-deoksi-2-ketoz'dan 1,2-eneaminol oluşur. Oluşan bu bileşikler, daha sonra polimerize olarak, kahverengi bileşikler oluşur.

Strecker degradasyonu; Amadori bileşiklerinden oluşan α -dikarboniller ile diğer konjuge dikarbonil bileşikler, aminoasitlerle reaksiyona girerek kahverengi pigment oluşumu için gerekli indirgen bileşikler oluştururlar. Strecker degradasyonu sonucu oluşan aldehitler, tat üzerine etkilidir. Bağdatlıoğlu ve Hışıl (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, bazı Strecker aldehitleri; küf, yanmış hindi aroması gibi aromalarla tanımlanırken; bazıları hoş ekmek aroması ve çiçek aromalarıyla tanımlanmıştır. Oluşan ara ürünlerin kondenzasyonu sonucu pirazinler ve piroller gibi heterosiklik bileşikler de oluşur. Piroller, etlerde istenmeyen aromaya (kokuya) neden olurken, pirazinler ise, hoş ve istenen gıda aroması verirler. Ayrıca; Strecker degradasyonu sonucunda, CO₂ ve NH₃ de oluşmaktadır.

- Maillard reaksiyonunun son aşamasında şekerlerin parçalanması ile furfural bileşikleri oluşur. Bu bileşikler de aldol kondenzasyonu ve polimerizasyonla kahverengi melanoidin pigmentlerine dönüşür.

Kayısılarda meydana gelen esmerleşmeye, PPO'nun katalizörlüğünde meydana gelen enzimatik esmerleşmenin ve bunun yanında depolama boyunca da enzimatik olmayan esmerleşmeye neden olan Maillard reaksiyonunun etkili olduğu genel bir kanıdır. Bilindiği gibi, PPO (sitoplazmada) ve polifenoller (vakuol içinde) meyve hücrelerinde farklı yerlerde bulunduğu için, zarar görmemiş meyve hücrelerinde enzimatik esmerleşme meydana gelmemektedir. Ancak, kayısılar SO₂ gazına maruz bırakıldığında;

SO₂ gazının meyve dokusu tarafından absorbe edilmesiyle hücre yapısında bozulmalar meydana gelmekte ve dolayısıyla PPO ve polifenoller hücre içinde karşılaşma olanağı bulabilmektedir. Fakat; kükürtleme işlemi başlar başlamaz PPO aktivitesi önemli ölçüde düşmekte ve meyve ve sebzelerde genel olarak 1600 mg/kg SO₂ içeriğinde PPO tamamen inaktive edilmektedir.

Kuru kayısılar için izin verilen maksimum SO₂ konsantrasyonu bazı ülkelerde farklılık gösterse de, genel olarak 2000 mg/kg'dır. Ancak, kurutma sonrasında; kayısılar % 70–80 düzeyinde SO₂'i kaybettikten (Özkan vd. 2009) sonra bu SO₂ içeriğine sahip olurlar. Bu kapsamda durum incelendiğinde, kurutma sonunda 2000 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren bir kayısı; kükürtleme odasından çıktığı anda aslında 6667 ila 10 000 mg/kg arasında SO₂ içermektedir. Bu düzeydeki SO₂ konsantrasyonu; PPO'yu tamamen inaktive edecek ve enzimatik esmerleşmeyi tamamen durduracaktır. Ancak bilindiği gibi; enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında oluşan ve reaktivitesi çok yüksek olan *o*-kinonlar enzimatik olmayan oksidasyona uğramakta ve esmer renkli bileşenlerin oluşmasına olanak sağlamaktadır. Bu açıdan da kayısılardaki esmerleşmenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Laboratuvarımızda yürütülen bir çalışmada (Özkan vd. 2009); kükürtlemeden hemen sonra 4062 mg/kg, kuruttuktan sonra ise, 1081 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların, kükürtleme ve kurutma sonunda toplamda “2904 mg fenolik madde/kg kuru kayısı” kaybettiği belirlenmiştir. Bu fenolik maddelerin tamamının PPO tarafından *o*-kinonlara dönüştürüldüğü düşünülse dahi, 6667 ila 10 000 mg/kg düzeyindeki SO₂ içeriğinin bu miktardaki *o*-kinonları bağlamaya yeterli olacağı açıktır. Böylece, enzimatik esmerleşmenin otokatalitik olarak ilerlemesi de durdurulmuş olacaktır. Ayrıca; % 50 konsantrasyondaki glukoz, fruktoz ve maltoz, PPO aktivitesini % 80 oranında azaltmaktadır. Malatya ilimizde üretilen kuru kayısıların % 70–75 arasında suda çözünür kuru madde içermeleri nedeniyle, kuru kayısılarda şeker konsantrasyonuna bağlı olarak PPO aktivitesinin önemli düzeyde engelleneceği açıktır. Dahası; genel olarak gıdalarda PPO için optimum pH 5.5–7'dir ve pH 4–4.5 altında PPO kaynaklı esmerleşme kontrol altına alınmaktadır. Çimen (2007) tarafından yapılan çalışmada da; Iğdır kayısısındaki (Şalak) PPO için optimum pH değeri 6 olarak belirlenmiştir. Malatya ilinde yetiştirilen kuru kayısıların pH değerleri içerdikleri SO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak 3.98–4.76 arasında değişmektedir

(Türkyılmaz 2011). Kısaca; kuru kayısıların pH değeri de PPO aktivitesi için uygun değildir. Kuru kayısı üretiminde yapılan kükürtleme işlemi ve yukarıda açıklanan diğer faktörler nedeniyle, meyvenin bünyesinde doğal olarak bulunan mevcut enzimler inaktive olmaktadır.

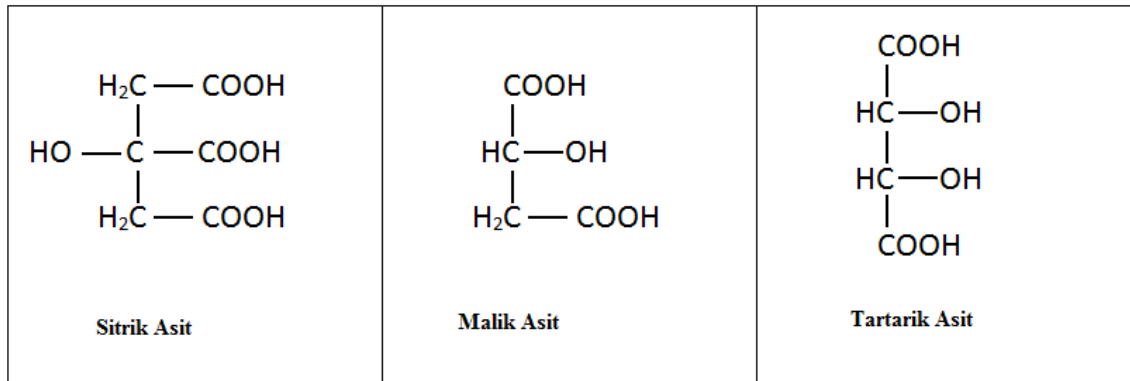
Türkyılmaz (2011) tarafından yapılan çalışmada; 20 ve 30°C’de depolanan ve aynı düzeyde SO₂ içeren kuru kayısılar; esmerleşme düzeyine bağlı olarak raf ömürlerini (esmerleşme düzeyi 440 nm’de 0.3 değerine ulaştığı süre, Nury vd. 1960) tamamladıklarında, genel olarak 30°C’de depolanan kuru kayısıların 20°C’de depolananlara göre daha yüksek konsantrasyonda SO₂ içerdiği saptanmıştır. Bu durum; kuru kayıslarda esmerleşme düzeyi ve SO₂ kaybı için belirlenen Q₁₀ değerlerinin kıyaslanmasıyla açıklanmıştır. Ortalama olarak; kuru kayıslarda esmerleşme düzeyi için belirlenen Q₁₀ değeri 3.85 iken, bu değer SO₂ kaybı için 2.82’dir. Daha açık bir ifadeyle; depolama sıcaklığındaki 10°C’lik artış; kuru kayıslarda esmerleşme hızını SO₂ kayıp hızından 1.4 kat daha fazla artırmıştır. Kayıslarda depolama süresince meydana gelen esmerleşme sadece Maillard reaksiyonundan kaynaklansa idi; en azından esmerleşme düzeyi ve SO₂ kaybı için belirlenen Q₁₀ değerlerinin yakın olması beklenirdi. Bilindiği gibi; SO₂’in Maillard reaksiyonunu yavaşlatma ya da durdurma etkisi teorilerinden en çok kabul göreni; SO₂’in indirgen şekerlerin reaktif karbonil gruplarına bağlanarak bunları bloke etmesi şeklindedir. Bu teoriden hareketle, kuru kayısıların yapısında bulunan indirgen şekerlerden SO₂ uzaklaştıkça, indirgen şekerler Maillard reaksiyonu için hazır hale gelecektir. Buna bağlı olarak da; kayıslarda meydana gelen esmerleşme hızı SO₂ kayıp hızına yakın olacaktır. Bu sonuçlar; kayıslardaki esmerleşmenin sadece Maillard reaksiyonundan kaynaklanmıyor olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte; kayısıların oldukça yüksek miktarda indirgen şeker (193.7–230.2 g/kg, Löker vd. 2008) içerdikleri bilinmektedir. Buna karşın; daha önce de değinildiği gibi, kuru kayıslarda genelde maksimum 2000 mg/kg düzeyinde SO₂ içeriğine izin verilmiştir. Löker vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar dikkate alındığında; bu kadar düşük düzeydeki SO₂ konsantrasyonun; toplam indirgen şekerin ancak % 0.87–1.03 kadarını bağlayacağı açıktır. Bu kadar düşük orandaki indirgen şekerin Maillard reaksiyonundan alıkonulmasının esmerleşmeyi engellemedeki rolüne kuşkuyla bakılmaktadır.

Türkyılmaz (2011) tarafından yapılan aynı çalışmada; 5, 10, 20 ve 30°C'de 351 gün süresince depolanan ve 188–3864 mg/kg arasında SO₂ içeren örneklerde HMF de belirlenmemiştir. Bilindiği gibi, HMF karbonhidratların ısıl degradasyonu ve Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Kuru kayısılar, depolama süresince karbonhidratları parçalayacak seviyede ısıl işleme maruz bırakılmadığı için; kuru kayısının depolanması süresince oluşan HMF, ancak Maillard reaksiyonunun bir sonucu olarak meydana gelebilir. Maillard reaksiyonunun oluşumunda etkili olan başlıca faktörler; pH, a_w, depolama sıcaklığı ve substrat konsantrasyonudur (indirgen şekerler ve amino asit). Kuru kayısının pH değeri, 3.98–4.76 arasında değişmektedir ve pH 6.0'ın altında Maillard reaksiyonunun oluşumu sınırlanmaktadır. Su aktivitesi ise, 0.6–0.7 arasındayken Maillard reaksiyonu optimum düzeyde gerçekleşmekte ve bu değerlerin altında yavaşlamaktadır. Kuru kayısının su aktivitesi değerleri depolama süresi boyunca azalmakta ve 120 gün sonunda 20°C'de 0.4 ve 30°C'de ise 0.3 değerlerine düşmektedir (Türkyılmaz 2011). Kuru kayısının, Maillard reaksiyonunun hızını düşüren koşullara doğal olarak sahip olması nedeniyle; depolama süresince önemli düzeyde Maillard reaksiyonunun gerçekleşmediği ve bu nedenle; HMF oluşumunun belirleme sınırının altında kaldığı sanılmaktadır.

Yukarıda belirtilen gerekçeler nedeniyle; depolama süresince, kayısı örneklerinin esmerleşme düzeyindeki artışın temel nedeninin sadece indirgen şekerlerle amino asitler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonundan kaynaklanmadığı; bunun yanında farklı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Haas ve Stadtman (1949) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar da, bu varsayımı desteklemektedir. Bu çalışmada; kayısıda bulunan anyonik (amino asit ve asidik proteinler dışındaki asitlerin % 88'ini içeren fraksiyon), katyonik (nitrojenli bileşenlerin % 81'ini içeren fraksiyon) ve nötral (şekerlerin % 98'ini içeren fraksiyon) bileşenlerin esmer renk oluşumu üzerine etkileri, 56°C'de pH 3.6'lık model sistemlerde 18 gün boyunca incelenmiş ve sonuçta; tek başına nötral fraksiyonların esmerleşme üzerine etkisinin olmadığı, buna karşın; nötral fraksiyonlarla ayrı ayrı anyonik ve katyonik fraksiyonlar bir arada bulunduğu esmer renk oluşumunun meydana geldiği belirlenmiştir. Daha açık olarak; kayısılarda meydana gelen esmerleşme üzerine; organik asitlerin şekerlerle, organik asitlerin azotlu maddelerle ve

organik asitlerin birbirleriyle olan reaksiyonlarının da önemli etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir (Haas ve Stadtman 1949). Benzer şekilde; 60–70°C’de malik asit ile fruktoz (1 M) arasında 48 h sonunda esmerleşme meydana gelirken; aynı pH (1.58), sıcaklık ve süre sonunda, HCl ile malik asit arasında esmerleşme reaksiyonunun meydana gelmediği saptanmıştır (Livingston 1953). Ayrıca; Haas ve Stadtman (1949) tarafından yapılan çalışmada da; organik asitlerle indirgen şekerlerin arasında meydana gelen reaksiyonların esmerleşmeye neden olduğu belirtilmiştir. Ancak bu çalışmalar; sadece model sistemlerde yürütülmüştür.

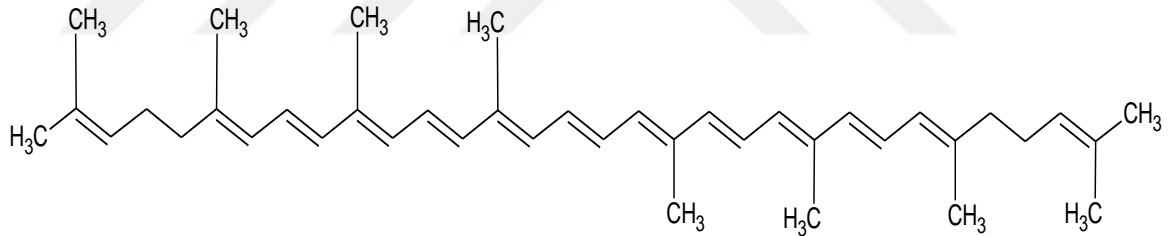
Organik asitler, meyve ve sebzelerin hücre öz suyunda çoğu serbest halde, ancak bir kısmı tuz, ester, glikozit vb. değişik bileşikler oluşturmuş olarak, fakat daima suda çözülmüş halde bulunurlar (Cemeroğlu 2010). Meyve ve sebzelerde çeşide bağlı olarak değişik cins ve miktarda organik asit bulunmaktadır. Özellikle meyvelerin çoğunluğunun lezzeti, asit-şeker dengesiyle oluşmaktadır. Meyvelerde en çok malik asit (elma asidi), sitrik asit (limon asidi) ve özellikle üzümde tartarik asit (şarap asidi) bulunmaktadır (Şekil 2.4).



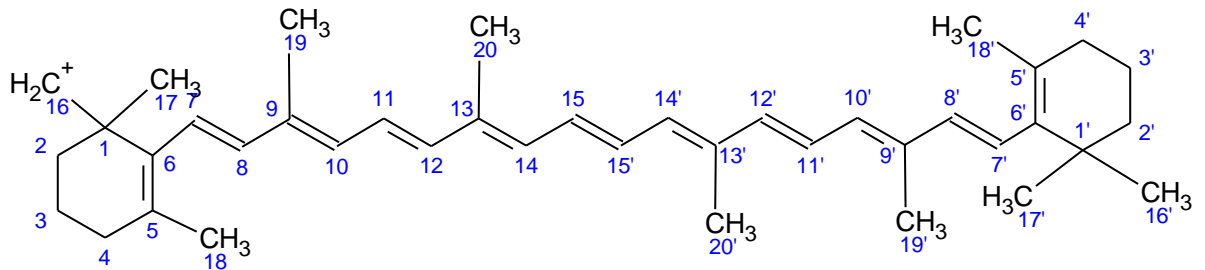
Şekil 2.4 Meyvelerde bulunan başat organik asitler

Organik asitler hem enzimatik hem de enzimatik olmayan reaksiyonlarda rol oynarlar. Fumarik ve sitrik gibi organik asitler meyvelerin pH’sını düşürerek, enzimatik reaksiyonların özellikle meyvelerde gerçekleşmesini engellerler. Böylece PPO aktivitesi azalmış olur (Altunkaya 2009). Diğer yandan malik, okzalik, tartarik ve süksinik asit gibi organik asitler enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının bir ara ürünü olan

HMF oluşumuna da katkı sağlamaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2002). Kuru kayısılar üzerine yapılan bir çalışmada, esmerleşme ile organik asit miktarı arasında yüksek düzeyde bir korelasyon ($r=0.833$) bulunmuştur (Türkyılmaz vd. 2014). Gıda matriksinin oldukça karmaşık olduğu düşünüldüğünde; meyvenin doğal yapısında da bu bileşenlerin esmerleşme üzerine etkilerini incelemek gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada, farklı düzeyde kükürtlenen kuru kayısıların esmerleşmesi üzerine organik asit bileşenlerin etkisi incelenmiştir. Kükürtleme işlemi aynı zamanda; esansiyel yağ asitleri ve karotenoidlerin oksidasyonunu önleyerek kötü renk, koku ve tat oluşumunu da engellemektedir (Roberts ve McWeeny 1972). β -karoten başta olmak üzere kayıslara sarı rengini karotenoid bileşikler vermektedir. Karotenoidler yağda çözünen (lipokrom) pigmentlerdir. Büyük bir kısmı tetraterpen ($C_{40}H_{64}$) yapıda olup, 8 tane izopren (C_5H_8) ünitesinin birleşmesinden oluşmaktadır (Özkan ve Cemeroğlu 1997). Karotenoidlerin prototipi yapısında halka içermeyen likopen molekülüdür. Diğer karotenoidler, likopenin hidrojenasyonu, dehidrojenasyonu ve oksidasyonu ile meydana gelmektedir. Şekil 2.5'te likopenin; şekil 2.6'da ise, β -karoten'in kimyasal yapısı görülmektedir (Rodriguez ve Amaya 2001).



Şekil 2.5 Likopenin kimyasal yapısı (Rodriguez ve Amaya 2001)



Şekil 2.6 β -karotenin kimyasal yapısı (Rodriguez ve Amaya 2001)

Karotenoidler, antikarsinojen, antiülser, yaşlanmayı geciktirici ve antioksidant etkileri gösterirken aynı zamanda provitamin A aktivitesine de sahiptirler (Rodriguez ve Amaya 1993). Yüksek derecede doymamış yapıları sebebiyle karotenoidler ısıya, oksijene ve ışığa karşı hassastırlar. Bu yüzden, karotenoid kayıplarının asgari düzeye indirgenmesi büyük önem taşımaktadır (Sant'ana vd. 1998). Genel itibariyle tüm sarı-turuncu renkli meyvelerin içeriğinde bulunan β -karoten, karotenoid bileşiklerin en önemlilerinden biridir. β -karotenin önemi; yüksek provitamin A aktivitesine, renklendirici özelliğe (sarı, kırmızı, portakal rengi) ve antioksidatif aktiviteye sahip olmasıdır ve β -karotenin değeri gün geçtikçe anlam bulmaktadır.

Yapılan çalışmalarda, kayısının çeşidi, yetiştirilme koşulları ve olgunluk düzeyi gibi birçok faktörün kayısuların karotenoid içeriği üzerine etki ettiği, bu durumun da kayısuların çeşitli karotenoid değerlere sahip olmasını sağladığı görülmüştür (Özkan ve Cemeroğlu 1997, Dragovic-Uzelac vd. 2007). Kayıslarda başat karotenoidin, β -karoten olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Mangels vd. 1993, Sass-Kiss vd. 2005, Dragovic-Uzelac vd. 2007). Dragovic-Uzelac (2007) tarafından yürütülen bir çalışmada, üç farklı kayısı çeşidinde karotenoid bileşenleri araştırılarak, tüm çeşitlerde başat karotenoidin β -karoten olduğu belirlenirken, γ -karoten, iki çeşitte α -karoten ve lutein, bir çeşitte ise zeaksantin saptamışlardır.

Ülkemizde yetiştirilen kayısuların (Hacıhaliloğlu, Hasanbey, Soğancı, Kabaası, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıkız, Tokaloğlu ve Alyanak) β -karoten içerikleri arasında önemli farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Akın vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, β -karoten miktarı kuru madde bazında sırasıyla Alyanak çeşidinde 487 mg/kg, Kabaası çeşidinde 262 mg/kg, Hacıhaliloğlu çeşidinde 89 mg/kg ve Çöloğlu çeşidinde 57 mg/kg olarak saptanmıştır. Yine, Hacıhaliloğlu çeşidi kuru kayıslarda, kayısuların kuru ağırlık bazında β -karoten içeriği 180 mg/kg (Sağırlı vd. 2008) ve 39 mg/kg (Karabulut vd. 2007) olarak belirtildiği görülmüştür.

Karotenoid bileşiklerde olduğu gibi β -karoten hassas yapısı itibariyle uygulanan proses işlemlerinden zarar görerek parçalanmaktadır. Bu nedenle; karotenoidlerce zengin gıdaların üretimi antioksidan kullanımı, sülfitleme, ısı ve ışık yalıtımı gibi koruyucu

önlemler alınarak yapılmalıdır. Literatürde yapılan çalışmalar, yapılan kükürtleme işleminin depolama boyunca β -karoteni koruduğunu göstermiştir. Ancak, kurutma ve depolama boyunca β -karoteni koruyabilen minimum SO₂ konsantrasyonları henüz belirlenmemiştir. Bu nedenle; bu çalışmada, bu minimum SO₂ konsantrasyonlarının belirlenmesi de amaçlanmıştır.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Kayısı

Bu çalışmada, Malatya ilimizde yetiştirilen birçok kurutmalık kayısı çeşidi arasından, ülkemiz ticari kayısı üretiminin % 65'ini oluşturan Hacihaliloğlu çeşidi kayısılar seçilmiştir. Kayısların hasadı, 21–23/06/2014 tarihleri arasında bizzat Malatya'ya gidilerek yapılmış ve hasat edilir edilmez “3.2 Yöntem” bölümünde belirtildiği şekilde kükürtleme ve kurutma işlemleri yapılmıştır. Araştırmamızda kullanılan kayıslar, Malatya'nın Boğaz Mevkiinden temin edilmiştir.

3.1.2 Kimyasallar

Kuru kayıslardaki β -karoten ve organik asitlerin HPLC yöntemleriyle tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla kullanılan standartlar, Sigma firmasından (St. Louis, MO, A.B.D) temin edilmiştir. HPLC analizlerinde, “ β -karoten” standardı ile “sitrik asit, okzalik asit, tartarik asit, malik asit ve süksinik asit standartları” kullanılmıştır. HPLC analizlerinin ekstraksiyon aşamalarında kullanılan tüm solventler, HPLC saflığında (HPLC grade) olup, Merck (Darmstad, Almanya) firmasından temin edilmiştir. Kuru kayıslarda yapılan diğer analizlerde; Merck firmasından temin edilen ya analitik saflıkta (a.g, analytical grade) ya da yüksek saflıkta (extra pure) kimyasallar kullanılmıştır. Tüm HPLC analizlerinde ve diğer tüm kimyasal analizlerde, gerek çözelti hazırlamada gerekse de mobil fazların hazırlanmasında daima ultra saflıkta su (özdirenci: 18.2 M Ω -cm) kullanılmıştır (Millipore Simplicity UV, Molsheim, Fransa).

3.2 Yöntem

3.2.1 Materyalin hazırlanması

Kayısıların kükürtlenmesi: Yaş kayısılar hasat edilir edilmez, kükürtleme işleminin yapılacağı Yaka Köyü'ndeki bir kayısı bahçesine getirilmiştir. Öncelikle çürük, zedelenmiş, aşırı olgun ve ham kayısılar ayıklanmış, olabildiğince homojen bir kitle elde edilmiştir. Yaş kayısılar tek sıra halinde kerevetlere (60x80x10 cm, genişlik x uzunluk x yükseklik) dizilmiş ve her bir kerevete yaklaşık 8.5 kg yaş kayısı konulmuştur (Şekil 3.1). Kerevetler (12 adet) üst üste tekerlekli bir vagona dizilerek, kükürtleme odasına alınmıştır (Şekil 3.2). Bu amaçla, SO₂ sızdırmazlığı sağlanmış, 130x167x267 cm (genişlik x uzunluk x yükseklik) ebatlarında ve birbirleriyle aynı özelliklere sahip olan iki farklı kükürtleme odasında sıvılaştırılmış SO₂ gazından yararlanılarak kükürtlenme işlemi yapılmıştır. SO₂ gazının odalara eşit dağılımını sağlamak için odaya bir fan yerleştirilmiştir. Ayrıca odanın sıcaklığı da dijital bir gösterge ile oda dışından takip edilmiştir. Odaya verilen kükürt miktarı, bir kantar üzerindeki sıvı SO₂ tüpünün ağırlığındaki azalma izlenerek kontrol edilmiştir. Kükürtleme odasına hedeflenen düzeyde (300 ya da 500 g) SO₂ gazının verilmesinden sonra SO₂ tüpünün vanası kapatılmış ve kayısılar farklı sürelerde SO₂ gazı atmosferinde tutularak kükürtleme işlemi tamamlanmıştır. Böylece, işlem sonunda; 451, 832, 1594 ve 2112 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerine, kayısılar 300 g SO₂ gazı atmosferinde sırasıyla 30, 45, 180 ve 360 dak.; 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerine ise, kayısılar 500 g SO₂ gazı atmosferinde 14 h tutularak elde edilmiştir. Bu SO₂ değerlerine ulaşmak için 20 tane farklı kükürtleme işlemi yapılmıştır.

Kayısıların kurutulması: Kükürtlenen yaş kayısılar “sergen” olarak adlandırılan sergi yerleri (kurutma alanı) üzerine alınarak güneşte kurutulmuştur (Şekil 3.3). Halen Malatya'da kayısı kurutulmasında uygulandığı şekilde, 3. gün sonunda kısmen kurumuş kayısıların çekirdekleri tek tek el ile çıkarılmış (pıtlatma), şekil verilmiş (patikleme) ve şekil verilen kayısıların nem içeriği yaklaşık olarak % 20'ye düşene kadar tekrar sergi alanında 2–3 gün daha güneşte kurutmaya bırakılmıştır.



Şekil 3.1 Kerevetlere dizilmiş bir sıra kayısı



Şekil 3.2 Kerevetlerin vagon halinde islim odasına yerleştirilmesi



Şekil 3.3 Kayısların sergen yerlerine serilmesi

Kuru kayısı örneklerinin ambalajlanıp depolanması: Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayıslar, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiştir. Olabildiğince homojen bir örnek kitlesi elde etmek için, kurutulmuş kayıslar ikinci kez seçme işlemine tabi tutulmuş ve böylece çürük, zedelenmiş, aşırı nemli ve aşırı kuru kayıslar ayıklanmıştır. Nemin dengeye gelmesi için 50 L'lik ağzı tam olarak kapanabilen plastik kaplar içerisine kuru kayıslar iyice harmanlanarak yerleştirilmiş ve 20°C'de 1 ay süreyle bekletilmiştir. Denge nemine getirilen örneklerde SO₂ analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre, hedeflenen SO₂ konsantrasyonlarına (500, 1000, 1500, 2000 ve 3000 mg/kg) en yakın düzeyde SO₂ içeren örnekler (451, 832, 1594, 2112 ve 3241 mg/kg) tespit edilmiştir. Bu örnekler; Malatya'da yaygın olarak kullanılan plastik ambalajlara konularak, ağzıları sıcak kapama yöntemi ile kapatıldıktan sonra, 5°, 20° ve 30°C'de sıcaklık kontrollü inkübatörlerde (Sanyo MIR 253, Osaka, Japonya) 12 ay süresince depolamaya bırakılmıştır. Kayısların kükürtlenmesi, kurutulması ve üretilen kuru kayısların ambalajlanıp depolanmasına ilişkin akış diyagramı Şekil 3.4'de verilmiştir. Denge nemine getirilen kayıslarda nem analizi yapılarak kuru kayısların depolama başlangıcındaki nem düzeyleri belirlenmiştir. Depolama süresince bu nem miktarları göz önüne alınarak, ağırlık kayıplarına göre nem miktarları belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Kuru kayısıların başlangıç nem miktarları

Başlangıç SO ₂ miktarı (mg/kg)	Başlangıç nem miktarı (%)
0*	20.84
451	21.07
832	26.04
1594	20.60
2112	21.88
3241	20.53

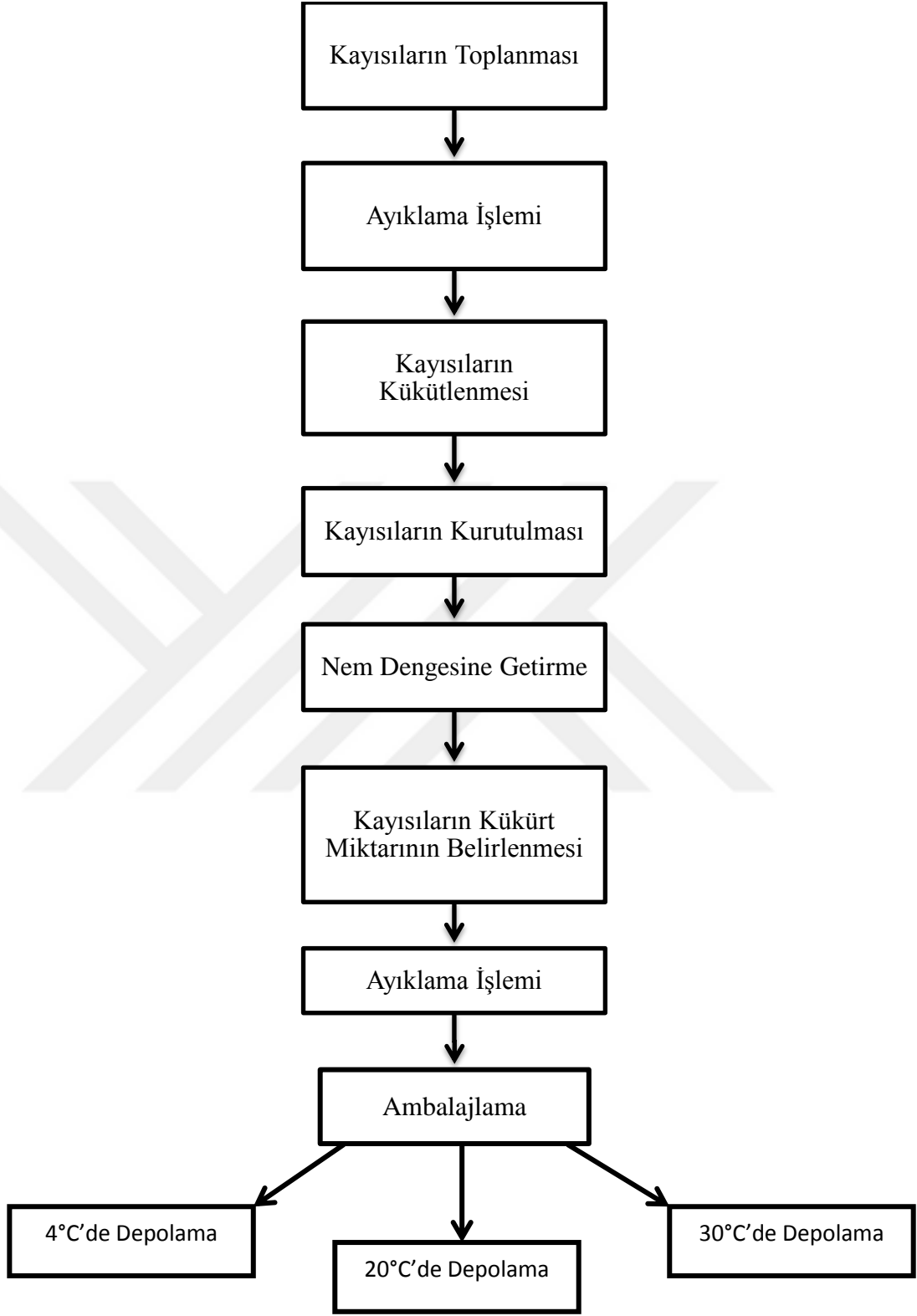
*: Gün kurusu örneği

3.2.2 Fiziksel analizler

3.2.2.1 Nem tayini

Anonymous (2000) tarafından önerilen 920-149 No'lu gravimetrik yonteme göre yapılmıştır. Bu amaçla kuru kayısı örnekleri 4 mm çapında delikleri bulunan ayna kullanılan kıyma makinesinden (Tefal Maxi Power 1800 W, Fransa) geçirilmiş, kitlenin homojenliğini sağlamak için her çekimden sonra kitle, plastik tek kullanımlık eldiven giyilerek elle yoğrulmuştur. Tüm analizlerde kıyma makinasından geçirilerek homojen hale getirilen kuru kayısı kitesi, örnek materyali olarak kullanılmıştır.

Nem tayininde; 85 mm çapında alüminyum tartım kaplarına 2'şer g (± 0.01 mg) yıkanmış ve yakılmış deniz kumu tartılmıştır (Mettler Toledo XS 205, Greinfensee, İsviçre). Tartım kapları, kapakları açık bir şekilde $110^{\circ} \pm 1^{\circ}C$ 'deki etüvde (Memmert ULM 500, Schwabach, Almanya) 2 h süreyle kurutulmuştur. Bu süre sonunda kapların kapakları kapatılarak desikatörde soğutulmuş, ardından deniz kumu içeren kapların daraları kaydedilmiştir.



Şekil 3.4 Kuru kayısı üretim ve depolamasına ilişkin akış diyagramı

Darası alınan tartım kaplarına hassas terazi (Mettler Toledo XS 205) yardımıyla homojen hale getirilmiş kuru kayısı kitlesinden 5 g (± 0.01 mg) tartılmış ve üzerine bir miktar ılık damıtık su ilave edilmiştir. Bir cam baget yardımıyla deniz kumu ve örnek bulamaç haline getirilmiş ve böylece örneğin yüzey alanında artış sağlanmıştır. Cam bagetler yeteri kadar damıtık su ile tartım kabına yıkanarak örnek kaybı önlenmiştir. Kurutma kapları öncelikle 95°C'lik su banyosunda (Mettler WB 14, Schwabach, Almanya) yüzeyindeki su buharlaşana kadar, daha sonra vakumlu etüvde (Heraeus VT 6025, Hanau, Almanya) 70 \pm 0.5°C'de 100 mm Hg basınç altında sabit ağırlığa gelene kadar 16 h süreyle kurutulmuştur.

Kurutma sırasında etüve nemi azaltılmış hava sürekli olarak verilmiştir. Bu amaçla dış ortam havası, içerisinde nem tutucu olarak sülfürik asit (H₂SO₄) bulunan bir şişeden saniyede 2 kabarcık oluşturacak şekilde geçirildikten sonra vakumlu etüve verilmiştir. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra tartım kapları desikatörde soğutulup, hassas terazide tartılmıştır (Mettler Toledo XS 205). İlk ve son tartım arasındaki farktan, örneğin nem miktarı “% ” olarak hesaplanmıştır. Nem analizleri, 2 paralel olarak yürütülmüştür.

3.2.2.2 Su aktivitesi tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Aqualab 4TE, Pullman, WA, A.B.D.) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümlerden 1 gün önce, homojen haldeki kuru kayısı örnekleri sıcaklık kontrollü bir inkübatöre (Sanyo MIR 253) yerleştirilerek sıcaklıklarının ölçüm sıcaklığı olan 25°C'ye gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra, kuru kayısı örnekleri cihaza ait plastik kaplara konulduktan sonra, cihaza yerleştirilmiş ve sıcaklığın dengeye ulaşılması için bir süre beklenmiştir. Dengeye ulaşıldıktan sonra, örneklerin su aktivitesi belirlenmiştir.

3.2.2.3 pH tayini

pH değeri, potansiyometrik olarak pH-metre (Mettler Toledo Seven Compact, Schwerzenbach, İsviçre) ile Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla homojen haldeki kayısı kitlesinden yaklaşık 10 g (± 0.01 mg) örnek alınarak (Mettler Toledo XS 205) 90 mL damıtık su içinde 24 h süre ile $+4^{\circ}\text{C}$ 'de rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, daha sonra yüksek devirli bir blenderda (Waring Commercial, Torrington, CT, A.B.D.) 3 dak. homojenize edilmiş ve ardından elde edilen homojenat kaba filtre kağıdından filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat, hem pH hem de titrasyon asitliği tayinlerinde kullanılmıştır.

3.2.3 Kimyasal analizler

3.2.3.1 Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği, pH-metre ile izlenerek yürütülen elektrometrik titrasyon ile saptanmış ve bu analizde Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen işlemler uygulanmıştır. Bu amaçla; “**3.2.2.3 pH Tayini**” nde kullanılan filtrattan 25 mL alınarak, ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e gelene kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliği, kuru ağırlık bazında susuz sitrik asit cinsinden “g/100 g” olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.2 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi

Bu amaçla Baloch vd. (1973) tarafından önerilen ve Özkan (2001) tarafından modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Yöntem; esmerleşme reaksiyonları sonucu oluşan kahverengi pigmentlerin % 1 formaldehit içeren % 2'lik asetik asit çözeltisi ile ekstraksiyonu ve ekstraktta bulunan ve sonuca etki eden karotenoid pigmentlerinin kurşun asetat ve etil alkolle çöktürülmesi esasına dayanır.

Daha önce tarif edildiği gibi hazırlanarak homojen hale getirilen kayısı kitlesinden 5 g (± 0.01 mg) (Mettler Toledo XS 205) alınarak 65 mL % 1 formaldehit içeren % 2'lik

asetik asit çözeltisinin içerisinde 4°C’de bir gece rehidrasyona bırakılmıştır. Rehidrasyon sonucu karışım yüksek devirli blenderde (Waring Commercial) 3 dak. süreyle homojenize edilmiştir. Blender, asetik asit çözeltisiyle iyice yıkandıktan sonra ekstrakt soğutmalı bir santrifüjde (Sigma 3K 15, Postfach, Almanya) 6010xg’de 15 dak. süreyle santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen supernatanta 5 mL % 10’luk kurşun asetat çözeltisi eklenmiş ve karışım asetik asit çözeltisiyle 100 mL’ye tamamlanmıştır. Karışıma, bir kez daha aynı süre ve devirde santrifüjleme işlemi uygulanmıştır.

Santrifüj sonucunda elde edilen supernatanttan 25 mL alınarak, 50 mL’lik ölçü balonuna aktarılmış ve etil alkol ile hacmine tamamlanmıştır. Bulanıklık ögeleri 9390xg’de 10 dak. santrifüjlenerek, berrak bir süpernetant elde edilmiş ve kuru kayısı örneklerindeki esmer pigmentleri içeren bu süpernetantta, esmerleşme düzeyi spektrofotometrede belirlenmiştir.

Örnek ekstraktlarının absorbans değeri örnek ve şahidin aynı anda konulabildiği çift hüzmeli bir spektrofotometrede (Thermo Scientific Evolution 201, Cambridge, İngiltere) belirlenmiştir. Absorbans ölçümleri, örneklerdeki esmerleşme düzeyinin belirlenmesi için 420 nm’de, düşük düzeydeki bulanıklığın belirlenmesi için ise, 600 nm’de yapılmıştır. Bu iki dalga boyundaki absorbans ölçümleri, asetik asit şahit çözeltisine karşı yapılmıştır. Ölçümlerde tabaka kalınlığı 1 cm olan tek kullanımlık küvetler (Brand Gmbh, Postfach, Almanya) kullanılmıştır.

Esmerleşme düzeyi 420 ve 600 nm dalga boylarında okunan absorbans değerleri arasındaki farkın seyreltme faktörü ile çarpılmasıyla, aşağıda verilen 3.1 No’lu eşitlikten hesaplanmıştır.

$$A_{420/g} = \frac{(A_{420} - A_{600}) (S_{f1}) (S_{f2})}{W} \quad (3.1)$$

Yöntemde verilen ölçülere göre, S_{f1} ve S_{f2} değerleri aşağıda verilen eşitliklerle (3.2 ve 3.3) hesaplanmıştır.

$$S_{f1} = \frac{100}{W} \quad (3.2)$$

$$S_{f2} = \frac{50}{W} \quad (3.3)$$

Burada:

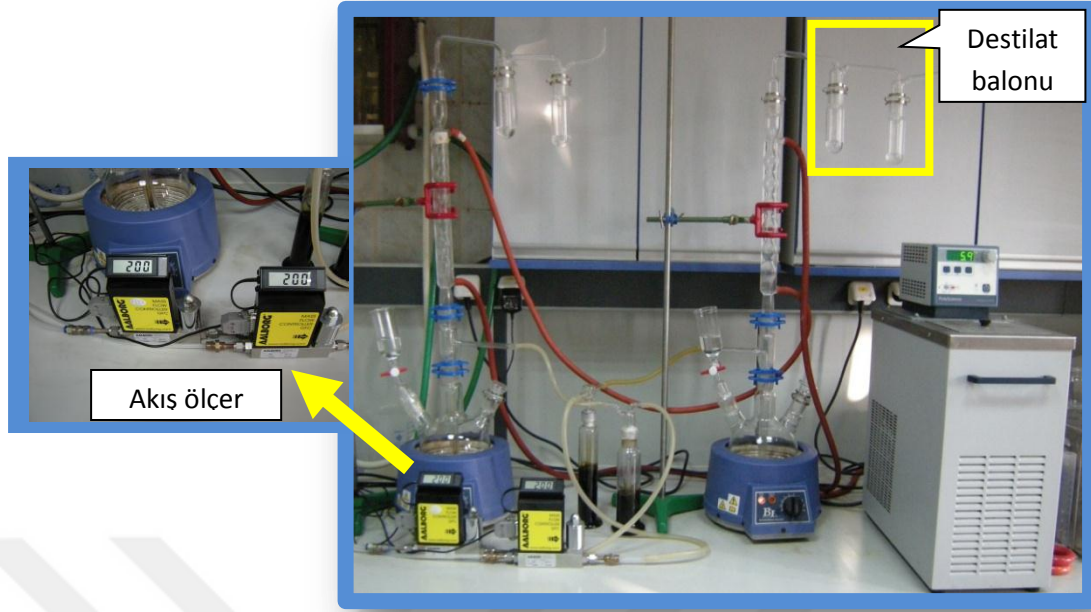
S_{f1} ve S_{f2} : Seyreltme faktörleri,

W: Kuru madde bazında örnek miktarı (g)

3.2.3.3 Kükürt dioksit miktarının belirlenmesi

Kükürt dioksit (SO_2) analizinde Monier Williams (1927) tarafından ortaya konulan ve Reith ve Willems tarafından 1958 yılında modifiye edilen destilasyon yöntemi uygulanmıştır (Gökçe 1966). Yöntem, kuru kayısındaki SO_2 'in hidroklorik asit (HCL) ile serbest hale geçirilerek inert azot gazı (N_2) atmosferinde destile edilmesi, destilat bölümündeki hidrojen peroksit (H_2O_2) ile H_2SO_4 'e dönüştürülmesi ve bu asidin ayarlı NaOH ile titre edilerek harcanan baz miktarından SO_2 miktarının hesaplanması ilkesine dayanır.

Bu amaçla Franzke *vd.* (1968) tarafından önerilen SO_2 tayinine özgü bir destilasyon düzeneği kullanılmıştır. Bu destilasyon sisteminde, destile edilen SO_2 gazının destilat balonunda tutulmasını sağlamak için 1 yerine 2 tane destilat toplama balonu kullanılmıştır (Şekil 3.5). N_2 gazının akış hızı, analizin en kritik noktasıdır. Bu amaçla elektronik bir akış ölçerden (Aalborg GFC Mass Flow Controller, New York, NY, A.B.D.) yararlanılmış olup, analiz süresince, sistemden 200 mL/dak. düzeyinde N_2 geçişi sağlanmıştır.



Şekil 3.5 SO₂ analiz düzeneği

Bu deney başlangıcında, destilasyondan önce 1 L'lik destilasyon balonuna 150 mL damıtık su konulmuş ve sisteme dakikada 200 mL N₂ gazı geçecek şekilde 15 dak. boyunca N₂ gazı verilmiş ve böylece ortamdaki SO₂'in, sülfata (SO₄⁻²) oksidasyonuna neden olan oksijenin ortamdaki uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu süre sonunda; daha önce belirtildiği şekilde hazırlanan homojen örnek kitlesinden analitik terazide yaklaşık 5 g (±0.01 mg) örnek tartılmış (Mettler Toledo XS 205) ve bu örnek destilasyon balonuna aktarılarak ortamdaki 5 dak. süreyle N₂ gazı akışına devam edilmiştir. Daha sonra balona 40 mL % 15'lik HCl çözeltisi eklenerek balondaki karışım 45 dak. kaynamaya bırakılmıştır. Kaynama sonunda elde edilen destilat, az miktarda damıtık su (yaklaşık 20 mL) ile yıkanarak bir erlenmayere aktarılmış ve bu destilat bunzen bekinde 15 dak. süreyle kaynatılıp soğutulduktan sonra ayarlı NaOH çözeltisi ile bromfenol mavisi indikatörünün mor renk verdiği pH 4.6 değerine gelene titre edilmiştir. Analizler en az 2 paralelli olarak yürütülmüş ve gerektiğinde paralel sayısı artırılmıştır.

Yönetmeliklerde (<http://www.codexalimentarius.net> 1981, Anonim 1997) kuru kayısların 2000 mg/kg'ı geçmeyecek düzeyde SO₂ içerebileceği belirtilmektedir. Bu oran verilirken kuru kayısların nem miktarı açık bir şekilde belirtilmiştir. Codex

Alimentarius'a (1981) göre SO₂ içermeyen kuru kayısılar % 20'den, SO₂ içeren kuru kayısılar ise, % 25'ten fazla nem içermemelidir (Özkan 2001). TSE tarafından ortaya konulan kuru kayısı standardında (TS 485) da bu değerler kabul edilmektedir (Anonim 2008). Kuru kayısıların SO₂ içerikleri hesaplanırken, ülkemizden ihraç edilen kuru kayısıların % 24–26 nem içerdiği ve bu kayısıların SO₂ içeriklerinin belirlenirken bu nem oranına göre sonuçların verildiği de göz önüne alınmıştır. Örnekler arasında kıyaslama yapılabilmesi için, kuru kayısı örneklerinin SO₂ içerikleri, % 25 nem içeriği temel alınarak aşağıda verilen 3.4 No'lu eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\text{SO}_2 \text{ (mg kg}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{F}) (\text{V}) (3200)}{100} \quad (3.4)$$

Burada:

F: 0.1 N NaOH'in faktörü,

V: Harcanan NaOH miktarı (mL),

3200: SO₂'in molekül ağırlığı ile birim çevirisinden kaynaklanan sabit değer,

W: Örnek miktarı (g).

3.2.3.4 β-karoten miktarının belirlenmesi

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

Ekstraksiyon: Bu amaçla, Sadler vd. (1990) tarafından ortaya konulan yöntem kullanılmıştır. Homojen haldeki kuru kayısı kitlesinden 10 g (± 0.01 mg) örnek tartılmış (Mettler Toledo XS 205) ve 30 mL damıtık su içinde +4°C'de 24 h süreyle rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, yüksek devirli homojenizatörde (Heidolph SilentCrusher M) 3 dak. süre ile homojenize edilmiştir.

Hazırlanan bu homojen karışımdan yaklaşık 5 g (± 0.01 g) örnek doğrudan ekstraksiyon işleminin yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmıştır (Sartorius AG, BP 3100S, Goettingen, Almanya). Tartılan örnek üzerine 0.5 g CaCO_3 ilave edilerek ortam nötralize edilmiştir. Bu örnek üzerine, ekstraksiyon çözeltisinden (hekzan:aseton:etanol, 50:25:25, v/v/v) 20 mL ilave edilip, tüpler orbital bir çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010, Schwabach, Almanya) 220 rpm devirde 15 dak. süre ile çalkalanarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi sonunda, dipteki kalıntının tamamen renksiz olduğu gözlenmiştir.

Son olarak üzerine faz ayırımını hızlandırmak amacıyla 5 mL damıtık su ilave edilerek, 9390xg'de ve $+4^\circ\text{C}$ 'de 15 dak. süreyle santrifüjlenerek, karotenoidleri içeren hekzan fazının ayrımı sağlanmıştır. Hekzan fazından amber renkli cam bir şişeye 5 mL aktarılmış ve N_2 gazı altında 40°C 'de 20 dak. süre ile kurutulmuştur. Geride kalan kalıntı, 200 μL tetrahidrofuran (THF, % 0.01 bütillenmiş hidroksitoluen- BHT içeren) içinde çözündürülmüş ve 1800 μL 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 kayısılardaki β -karotenin tanımlanması ve miktarının hesaplanmasında "yüksek performanslı sıvı kromatografi" cihazından (HPLC, Agilent 1200 Series, Waldbronn, Almanya) yararlanılmıştır. Kullanılan HPLC sistemi; ikili (binary) pompa, foto dioderey dedektör (PDA, photo diyodarray dedector), $+4^\circ\text{C}$ 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 C₃₀ kolonu (250 x 4.6 mm, 5µm) (Phenomenex Inc., Los Angeles, CA, A.B.D)
- **Koruyucu kolon:** C₃₀ koruyucu kolon (10 x 4.6mm, 5µm) (Phenomenex Inc.)
- **Akış hızı:** 1.0 mL dak.⁻¹
- **Elüsyon süresi:** 30 dak.
- **Enjeksiyon hacmi:** 100 µL
- **Dalga boyu:** 450 nm
- **Hareketli faz (mobil faz):** Methanol:tersiyerbütiletileter (65:35, v/v, % 0.1 BHT içeren) karışımı. Tersiyerbütiletileterin uçucu olması nedeniyle bir süre sonunda iki solvent arasındaki oran değişmektedir. Bunu önlemek amacıyla, solventler farklı şişelere konulmuş ve kullanılmadan hemen önce belirtilen oranda karıştırılarak sisteme verilmiştir. İzokratik akış söz konusudur.
- **Kolon sıcaklığı:** 30°C

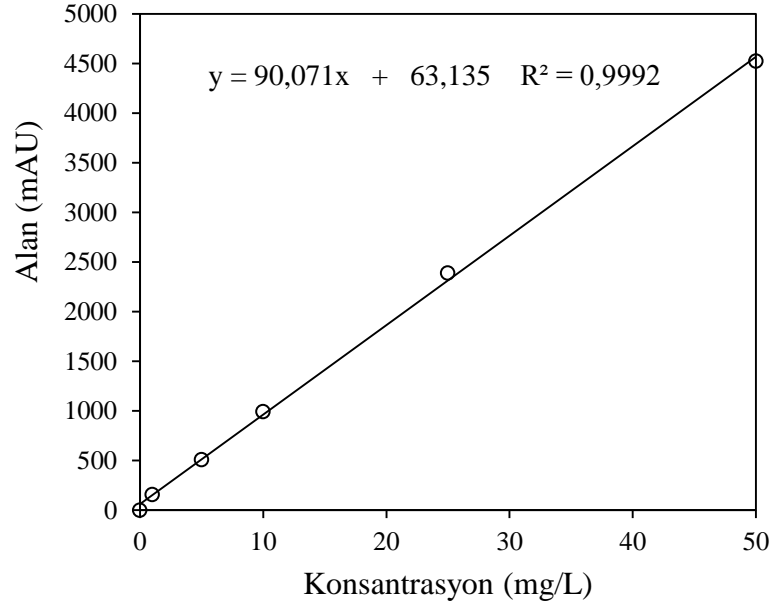
Kromatogramda saptanan β-karoten piki, standart maddenin geliş süresi (retention time) ve PDA dedektörü yardımıyla elde edilen UV spektrumlarının karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Kuru kayısındaki β-karoten miktarı ise, β-karoten standardı ile oluşturulan standart eğriden (Şekil 3.6) saptanıp, örneğin seyreltme faktörü dikkate alınarak kuru madde bazında hesaplanmıştır.

3.2.3.5 Organik asit miktarının belirlenmesi

Kuru kayıslarda organik asit dağılımının belirlenmesinde yine üç aşamadan (ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama) oluşan HPLC yöntemi uygulanmıştır.

Ekstraksiyon: Bu amaçla, Skrede vd. (2000) tarafından ortaya konulan yöntem izlenmiş, ancak örnek hazırlama aşamasında Yemiş vd. (2010) tarafından önerilen bazı değişiklikler yapılmıştır. Homojen haldeki kuru kayısı kitlesinden 5 g (±0.01 mg) örnek

tartılmış (Mettler Toledo XS 205) ve 25 mL damıtık su içinde rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, yüksek devirli homojenizatörde (Heidolph Silent Crusher M) 3 dak. süre ile homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 6010xg'de ve +4°C'de 15 dak. süreyle santrifüjlenerek, organik asitlerin bulunduğu serum fazının ayrımı sağlanmıştır.



Şekil 3.6 β-karoten standart eğrisi

Elde edilen ekstraktan fenolik madde gibi organik asit analizini interfere eden unsurların uzaklaştırılması amacıyla saflaştırma işlemi uygulanmıştır. Saflaştırma işlemi, C-18 Sep-Pak kolonlarında (Waters Co. Milford, MA, A.B.D.) gerçekleştirilmiştir. Eşdüze bir saflaştırma işlemi için saflaştırma düzeneğinden (manifold) (Waters Co.) yararlanılmıştır. Saflaştırma işleminin ilk aşamasında C-18 Sep-Pak kolonlarındaki dolgu maddesinin (sorbentin, 200 mg) fenolik maddelerle reaksiyona girebilmesini sağlamak için şartlandırılma (conditioning) işlemi yapılmıştır. Bu işlemde kolondan sırasıyla; 5 mL etil asetat, 5 mL metanol (% 0.01 HCl içeren) ve son olarak da 2 mL asitlendirilmiş su (% 0.01 HCl içeren) geçirilmiştir. Ekstraksiyona hazır hale getirilen kolona, saflaştırılacak organik asitleri içeren 1 mL kayısı ekstraktı yüklenmiş ve daha sonra kolon 2 mL asitlendirilmiş suyla yıkanmıştır. Bu elüsyon ile kolona absorbe edilmeyen organik asitler ve şekerler kolondan uzaklaştırılırken, fenolik

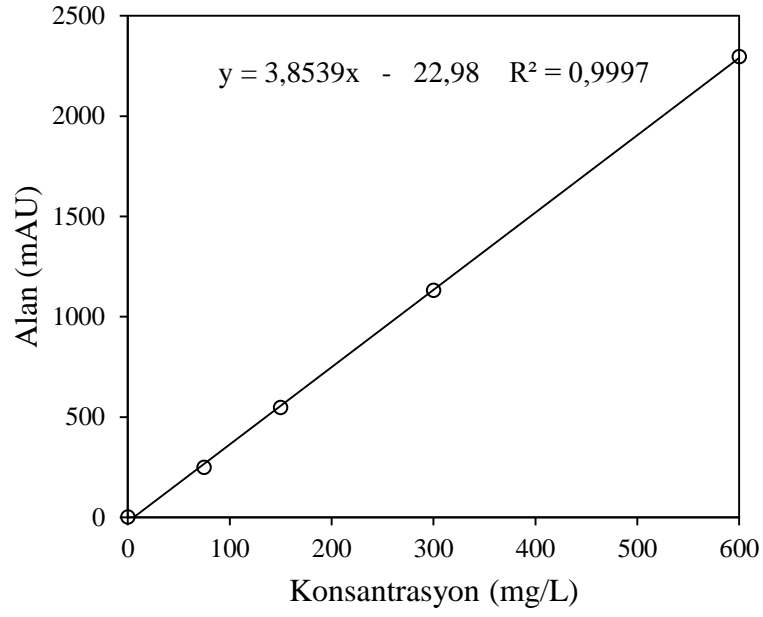
bileşikler kolon üzerinde sorbente bağlanmıştır. Organik asitleri içeren eluent 5 mL hacimdeki bir ölçü balonuna alınmış ve içerik, asitli su ile hacime tamamlanmıştır. Bu ekstrakt 0.45 µm gözenek çaplı PVDF (polyvinylidene fluoride) filtreden (Millipore, Bedford, MA, A.B.D.) filtre edilerek HPLC'nin oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL'lik viallere alınmış ve bekletilmeden HPLC'ye enjekte edilmiştir.

Tanımlama ve Hesaplama: Organik asit miktarının hesaplanmasında kullanılan HPLC cihazının (Agilent 1200 Series) özellikleri, “**3.2.3.3 β-karoten miktarının belirlenmesi**” bölümünde belirtilmiştir.

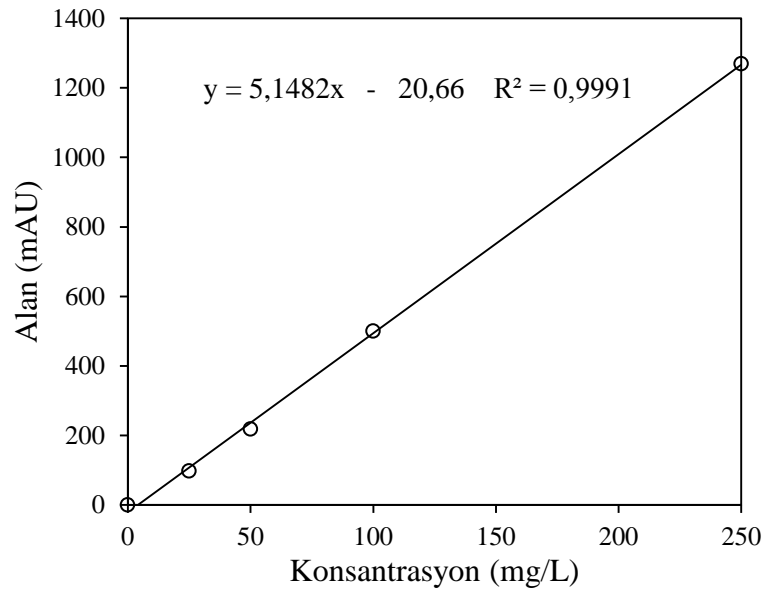
Kromatografi koşulları:

- **Kolon:** Rezex ROA organik asit kolonu (300 x 7.8 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- **Koruyucu kolon:** Carbo-H koruyucu kolon (4.0 x 3.0 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- **Akış hızı:** 0.6 mL dak.⁻¹
- **Elüsyon süresi:** 20 dak.
- **Enjeksiyon hacmi:** 50 µL
- **Dalga boyu:** 210 nm
- **Hareketli faz (mobil faz):** 0.005 N H₂SO₄
- **Kolon sıcaklığı:** 65°C

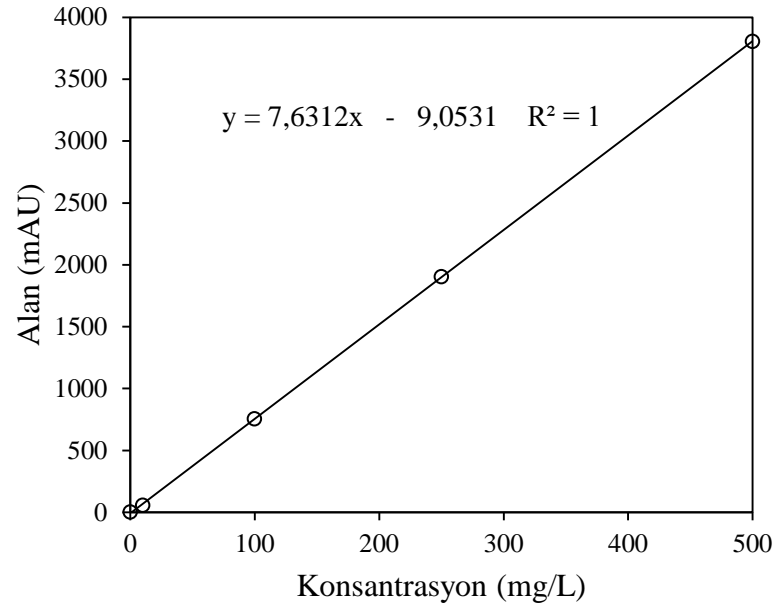
Kromatogramda saptanan organik asit piki, standart maddenin geliş süresi ve örneğe standart madde ilavesi sonucunda pik alanındaki artış dikkate alınarak tanımlanmıştır. Örnekteki organik asit miktarı ise, organik asit standartları (malik, sitrik, tartarik, okzalik ve süksinik asit) oluşturulan standart eğrilerden hesaplanmıştır (Şekil 3.7–3.11). Kuru kayısındaki organik asit miktarı ise, örneğin seyreltme faktörü dikkate alınarak kuru madde bazında hesaplanmıştır.



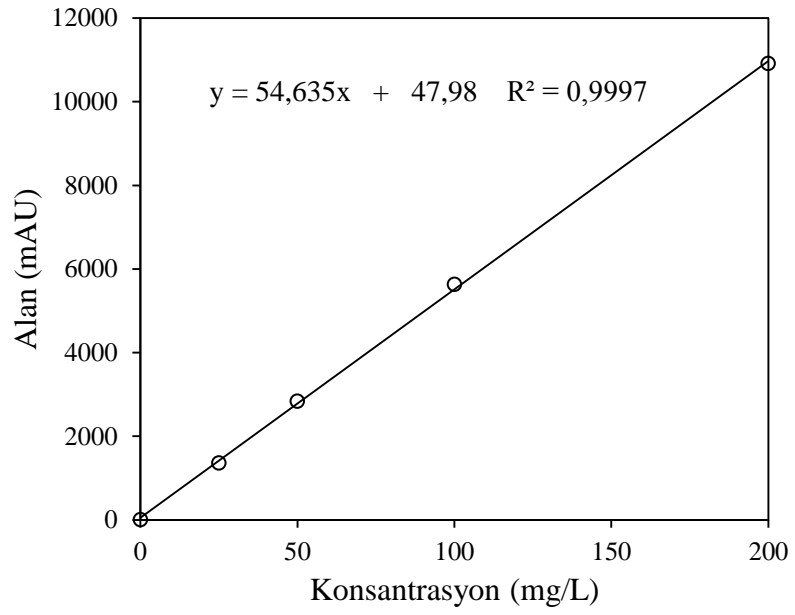
Şekil 3.7 Malik asit standart eğrisi



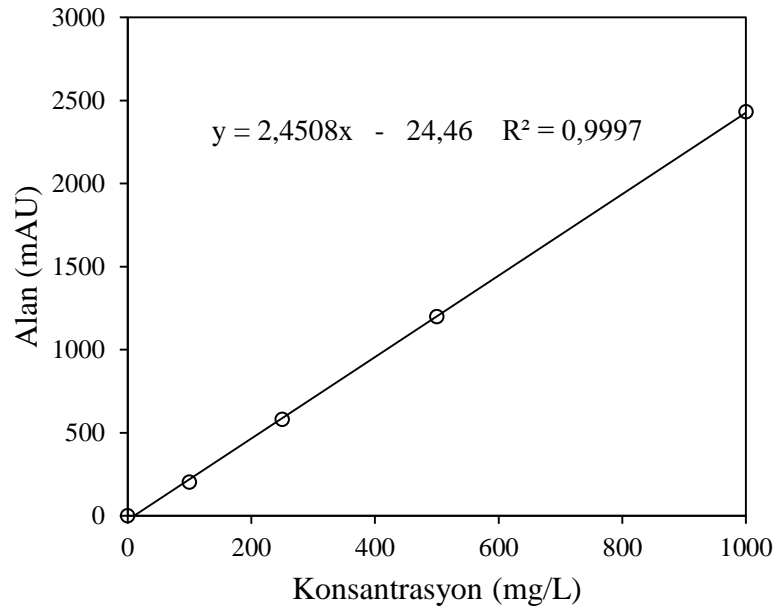
Şekil 3.8 Sitrik asit standart eğrisi



Şekil 3.9 Tartarik asit standart eğrisi



Şekil 3.10 Okzalik asit standart eğrisi



Şekil 3.11 Süksinik asit standart eğrisi

3.2.4 Kinetik parametrelerin hesaplanması

Depolama boyunca; nem, SO₂, organik asit ve β-karoten kaybı ile; esmer renk oluşum kinetiği incelenmiştir. Bu süreçte; nem, SO₂, organik asit ve β-karoten kaybı ile esmer renk oluşumu birinci derece kinetik modele uygun olarak geliştiği saptanmıştır. Hesaplamalarda, birinci derece kinetik modeli tanımlayan 3.5 No'lu differansiyel eşitliğin integrali alınarak elde edilen eşitlik kullanılmıştır.

$$-\frac{dC}{dt} = k_0 C_0 \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad +\frac{dC}{dt} = k_0 C_0 \text{ (oluşum)} \quad (3.5)$$

Burada;

C₀: İncelenen bileşenin veya özelliğin başlangıç konsantrasyonu,

C: İncelenen bileşenin veya özelliğin *t* süre sonundaki konsantrasyonu,

k: Reaksiyon hız sabiti,

t: Süre

Kinetik parametrelerin hesaplanmasında Özkan vd. (2010) tarafından verilen hesaplama yöntemlerinden yararlanılmıştır.

3.2.4.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması

Nem, SO₂, organik asit ve β-karoten kaybı, ile esmer renk oluşumuna ilişkin veriler, aritmetik ve yarı-logaritmik grafik kağıdının “y” eksenine, depolama süresi ise “x” eksenine yerleştirilerek doğrusal eğriler elde edilmiştir. Elde edilen bu eğrilere regresyon analizi uygulanarak, eğrileri tanımlayan eşitlikler hesaplanmıştır. Bu eğrilerin determinasyon katsayıları (R²), karşılaştırılarak reaksiyon dereceleri belirlenmiştir. Aritmetik regresyon analizinden elde edilen R² değeri büyükse, reaksiyon sıfırinci dereceden, eğer yarı-logaritmik regresyon eşitliğinden hesaplanan R² değeri büyük ise, reaksiyon birinci dereceden olduğu kabul edilmiştir (Labuza 1984). İncelenen 5 reaksiyona ilişkin hesaplanan R² değerleri, bu 5 reaksiyonun da birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uygun olarak gerçekleştiğini göstermiştir. Bu nedenle, yarı-logaritmik grafiklerden elde edilen eşitliklerin eğim değerleri kullanılarak birinci derece kinetik model için, 3.6 Nolu eşitlik kullanılarak reaksiyon hız sabitleri hesaplanmıştır.

$$k_1 = \text{eğim} (2.303) \text{ (Birinci derece için)} \quad (3.6)$$

3.2.4.2 Yarılanma süresinin hesaplanması,

Yarılanma süresi, incelenen kalite kriterinin % 50'sini kaybetmesi için geçen süredir. Birinci dereceden kinetik modele uyan reaksiyonlar için yarılanma süresi (t_{1/2}), aşağıda verilen 3.7 No'lu eşitlikten hesaplanmıştır.

$$t_{1/2} = \ln(0.5)/k \quad (3.7)$$

3.2.4.3 Q₁₀ değerinin hesaplanması

Reaksiyon hızının, sıcaklığın her 10°C'lik artışında kaç kat arttığını tanımlayan Q₁₀ değeri, 3.8 nolu eşitlikten hesaplanmıştır.

$$Q_{10} = (k_2/k_1)^{10/(T_2 - T_1)} \quad (3.8)$$

3.2.5 İstatistik değerlendirme

Farklı düzeylerde kükürtlünen kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda depolnamsı süresince çeşitli kalite kriterlerinde (SO₂, organik asit ve karotenoid miktarlarındaki kayıp ile esmer renk oluşumu) meydana gelen değişimler ile ilgili veriler, faktöriyel düzende varyans analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gruplar arası farklılıklar kontrol edilmiştir.

Kuru kayısı örneklerinin her bir depolama sıcaklığında depolanması süresince, yukarıda belirtilen kalite kriterlerine ilişkin elde edilen verilere, iki tekerrürlü faktöriyel düzende varyans analiz tekniği uygulanmıştır. Varyans analiz sonucuna göre gerekli görüldüğü durumlarda Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak, faktörlerin hangi seviyeleri arasındaki farklılığın önemli olduğu araştırılmıştır. İstatistik testler için "Pasw Statistics 18 (ver. 18.0.0, 2009)" paket programı kullanılmıştır.

3.2.6 Duyusal analiz

Duyusal analiz, 2'si erkek, 8'i kadından oluşan ve duyusal analizler konusunda tecrübeli 10 panelistten oluşmuştur. Panelistler, depolamanın başlangıç, orta ve son döneminde (1. ay, 6. ay ve 12. ay) alınan kuru kayısı örneklerini yüzey rengi, görünüş, tat ve koku, ve tekstür (çiğnenebilirlik) açısından değerlendirmiştir. Bu analizde, Peryam ve Piligrim (1957) tarafından geliştirilen hedonik skala kullanılmıştır. Kuru kayısıların duyusal özelliklerini belirlemek amacıyla EK 11'de verilen form kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Kuru Kayısı Örneklerinin Depolama Başlangıcındaki SO₂ İçerikleri

Ülkemizin önemli tarımsal ihracat ürünleri arasında yer alan kuru kayısının içerdiği SO₂ oranı, bu ürünün kalitesini belirleyen en önemli özelliklerinden biridir. Araştırmamızda; “3.2.1 Materyalin hazırlanması” bölümünde açıklandığı gibi, 100 kg’lık yaş kayısı kitleleri; aynı kükürtleme odasında, aynı miktar (300 g) SO₂ gazına farklı sürelerde (30–840 dak) maruz bırakılarak kükürtlenmiştir. Daha önce de açıklandığı üzere, gerek kıyaslama yapılabilmesi, gerekse de kuru kayısı ihracatında yönetmeliklerle belirlenmiş olan mevcut nem değerleri dikkate alınarak, araştırmamızda kuru kayısı örneklerindeki SO₂ miktarları % 25 nem düzeyi temel alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

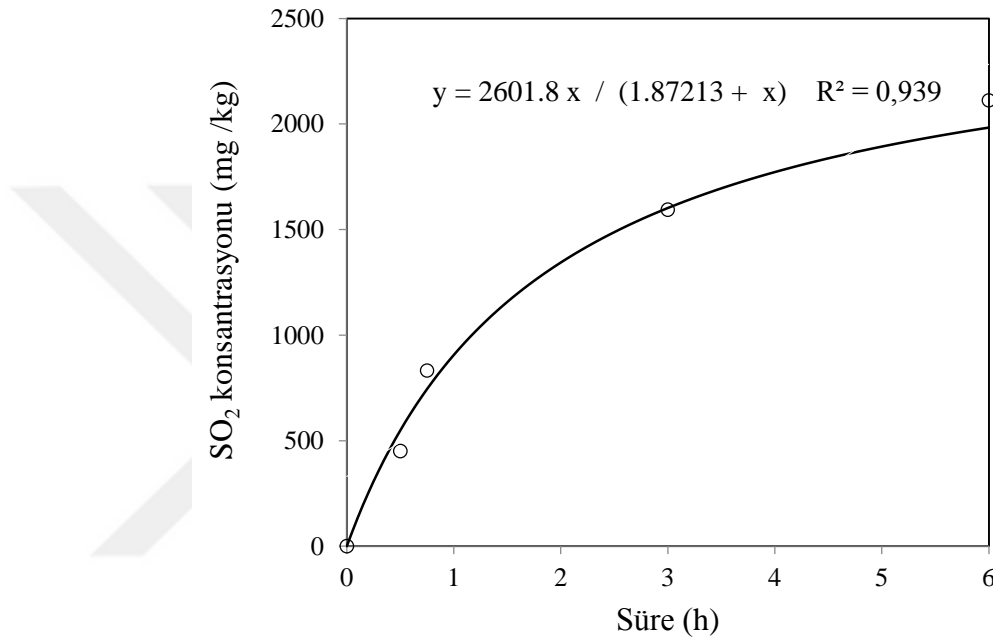
Çizelge 4.1 Taze kayısıların kükürtlenmesinde kullanılan SO₂ gaz miktarı, kükürtleme süresi ve son üründeki SO₂ konsantrasyonu

SO ₂ gaz miktarı (g)	Kükürtleme süresi (dak)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)
300	30	451
300	45	832
300	180	1594
300	360	2112
500*	840	3241

*Projemizde öngörülen SO₂ konsantrasyonlarından biri olan 3000 mg/kg düzeyine 300 g SO₂ gazı kullanılarak ulaşılamamıştır. Bu nedenle, bu SO₂ konsantrasyonuna ulaşmak için, 500 g SO₂ gazı kullanılmıştır.

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, çalışmamızda kullanılan kuru kayısı örnekleri; 451, 832, 1594, 2112, ve 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içermekte olup; bu değerler hedeflediğimiz konsantrasyonlara (500, 1000, 1500, 2000 ve 3000 mg/kg) son derece yakındır. Tarafımızca tasarlanan kükürtleme odalarında bizzat yürüttüğümüz kükürtleme işlemleri sonucunda; Hacıhaliloğlu çeşidi taze kayısıların aynı miktar SO₂ gazına farklı

sürelerde maruz bırakılmaları süresince SO₂ absorpsiyon kinetiği incelenmiştir. Bu amaçla, SO₂ konsantrasyonlarına ilişkin değerlerin “y” eksenine, sürelerin “x” eksenine yerleştirilerek polinomal bir eğri elde edilmiştir (Şekil 4.1). Elde edilen verilerle SO₂ absorpsiyonunun zamanla değişim denklemini belirlemek için, Mathematica Trial (ver. 10.4.1, 2016) paket programı kullanılmıştır



Şekil 4.1 Hacıhaliloğlu çeşidi taze kayısıların kükürtlenme süresine bağlı olarak SO₂ konsantrasyonu

Hacıhaliloğlu çeşidi kayısılar için elde edilen SO₂ absorpsiyon denklemleri incelendiğinde, kayısıların absorbe ettiği SO₂ miktarının zamanla arttığı görülmektedir. Ancak; bu artış kükürtleme işleminin ilk saatinden sonra konsantrasyon farkının azalmasıyla yavaşlamaya başlamıştır (Şekil 4.1). Ayrıca; elde edilen denklem 300 g sıvılaştırılmış SO₂ kullanılarak 125 kg kuru kayısının SO₂ içeriğinin en fazla 2601.8 mg/kg düzeyine kadar yaklaştırılabileceğini de göstermiştir. “3.2.1 Materyalin hazırlanması” kısmında da belirtildiği gibi yaptığımız denemelerde 300 g sıvılaştırılmış SO₂ gazı ile 3000 mg/kg düzeyine ulaşamamıştır. Bu nedenle; bu düzeyde SO₂ içeren kuru kayısı elde etmek

için 500 g sıvılaştırılmış SO₂ kullanılmıştır. Bu durum da şekil 4.1’de elde edilen denklemi desteklemektedir.

4.2 Nem Düzeyindeki Azalma

Farklı konsantrasyonda kükürtlünen ve güneşte kurutulan kuru kayısıların; depolama başlangıcındaki nem değerleri belirlenmiş ve çizelge 4.2’de verilmiştir. Örneklerin nem içerikleri % 20.53–26.04 arasında değişkenlik göstermektedir. Kuru kayısı örneklerinin başlangıçtaki nem miktarları için yapılan varyans analizi sonuçları EK 1’de verilmiştir. Çalışmamızda kullanılan kuru kayısıların nem miktarları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) görülmüştür. Bu nedenle, elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak, hangi örneklerin nem miktarları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Farklı konsantrasyonlarda kükürtlünen ve güneşte kurutulan kayısıların; 4°, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 379 gün depolanması süresince, nem miktarındaki değişim incelenmiştir. Kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarına ilişkin elde edilen analiz verilerine regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen regresyon denklemleri ve determinasyon katsayıları (R^2) çizelge 4.3’de verilmiştir. Elde edilen R^2 değerleri incelendiğinde, depolama süresince kuru kayıslardan nem kaybının hem sıfırncı ($R^2 = 0.705–0.962$) hem de birinci ($R^2 = 0.721–0.963$) derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiğini göstermektedir (Çizelge 4.3). Bununla birlikte; R^2 değerlerinin daha yüksek olması nedeniyle, birinci derece kinetik model esas alınmıştır. Çizelge 4.3’te verilen eğim değerleri incelendiğinde; depolama sıcaklık (20° ve 30°C) ve süresinin artışına bağlı olarak, nem kaybında genel olarak önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin, kuru kayısı örneklerimizin depolanmasında kullanıldığımız plastik ambalajdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2 Farklı düzeyde SO₂ içeren kuru kayısuların depolama başlangıcında belirlenen nem içeriği

SO ₂ miktarı (mg/kg)	Nem miktarı* (%)
0	20.84 ± 0.029C
451	21.07 ± 0.202C
832	26.04 ± 0.242A
1 594	20.06 ± 0.079C
2 112	21.88 ± 0.488B
3 241	20.53 ± 0.159C

*Nem değerleri, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

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

Çizelge 4.3 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısuların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
20	451	$\log y = -0.0002 x + 1.3082$	0.780
	832	$\log y = -0.0001 x + 1.4111$	0.915
	1594	$\log y = -0.0001 x + 1.3157$	0.755
	3241	$\log y = -0.0001 x + 1.3000$	0.787
30	451	$\log y = -0.0002 x + 1.3235$	0.963
	832	$\log y = -0.0002 x + 1.4106$	0.952
	1594	$\log y = -0.0001 x + 1.3028$	0.851
	2112	$\log y = -0.0002 x + 1.3362$	0.927
	3241	$\log y = -0.0001 x + 1.2896$	0.721

4°, 20° ve 30°C’de 379 gün süreyle depolanan kuru kayısuların nem içeriğinde sırasıyla % 6.0–9.5, % 1.15–19.8 ve % 11.7–16.2 azalma gözlenmiştir. Benzer şekilde; orta

nemli kuru kayısıların (Sağırılı vd. 2008) ve kuru kayısıların (Coşkun 2010) nem miktarı üzerine depolama sıcaklığının (4°, 20° ve 30°C) etkisinin araştırıldığı 2 farklı çalışmada da; 20° ve 30°C’de depolama işleminin örneklerin nem miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Sağırılı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, nem geçirgenliği düşük olan poliamid/polietilen ambalajlarda 1 yıl muhafaza edilen orta nemli kayısıların nem miktarının; 5°C’de % 2.3, 20°C’de % 8.8 ve 30°C’de % 22.8 düzeyinde azaldığı belirtilmiştir. Coşkun (2010) tarafından yapılan çalışmada ise, nem geçirgenliği poliamid/polietilen ambalajlara göre daha yüksek olan polietilen ambalajlarda, 1 yıl muhafaza edilen (geleneksel yöntemle kükürtlenmiş Hacihaliloğlu çeşidi) kuru kayısıların nem miktarının; 20°C’de % 14 ve 30°C’de ise % 63.4 düzeyinde azaldığı saptanmıştır. Bununla birlikte, depolama boyunca örneklerdeki nem kaybının SO₂ konsantrasyonu ile herhangi bir ilişkisi belirlenememiştir.

4.3 Su Aktivitesi (a_w) Düzeyindeki Değişim

Su aktivitesi değeri, kuru kayıslarda bulunan suyun, biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonlar ile mikrobiyal gelişim için kullanılabilme oranını göstermesi nedeniyle önemlidir. Aynı zamanda kuru kayısıların depolama stabilitesi hakkında fikir veren önemli parametrelerden birisidir. Bu nedenle, farklı konsantrasyonlarda kükürtlenen kuru kayısıların; depolama süresince a_w değerleri belirlenmiş ve değerler EK 3’te verilmiştir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının $a_w=0.60-0.70$ değerleri arasında maksimum düzeyde meydana gelmesi nedeniyle, kuru kayısıların başlangıçta ve depolama süresince sahip oldukları a_w değerlerinin, esmerleşme reaksiyonlarının gerçekleşebilmesi için son derece uygun olduğu da görülmektedir (EK 3). Farklı konsantrasyonda kükürtlenen kayısıların, depolama başlangıcındaki a_w değerleri birbirinden farklı ($a_w=0.6157-0.7054$) olup, kuru kayısıların başlangıçta içerdiği SO₂ konsantrasyonu ile a_w değerleri arasında sistematik bir ilişki bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinin depolama başlangıcındaki su aktivitesi değerleri

SO ₂ miktarı (mg/kg)	a _w *
0	0.650 ± 0.001B
451	0.640 ± 0.003D
832	0.705 ± 0.001A
1594	0.616 ± 0.001F
2112	0.646 ± 0.001C
3241	0.625 ± 0.001E

*Su aktivitesi değerleri, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

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

Araştırma sonuçları, depolama süresince a_w değerlerinde önemli bir değişim olmadığını göstermiştir (p>0.05). Yaklaşık 1 yıl (379 gün) süren depolama sonunda; 20° ve 30°C’de kuru kayısıların a_w değerlerinde süreye bağlı olarak; sırasıyla, sadece % 0.9–1.3 ve % 1.5–6.3 düzeyinde azalma belirlenirken, 4°C’de a_w değerlerinde sadece % 0.6–2.1 düzeyinde artış meydana gelmiştir.

4.4 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler

Farklı düzeylerde kükürtlenen kuru kayısıların; depolama başlangıcındaki, pH ve titrasyon asitliği değerleri çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde; SO₂ konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak pH değerlerinde azalış ve titrasyon asitliği değerlerinde ise, artış görülmektedir.

Çizelge 4.5 Farklı düzeylerde kükürtlünen kuru kayısıların depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri

SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)	pH*	Titrasyon asitliği*· ** (g/100 g kuru ağırlık)
0	5.37±0.007A	0.9570±0.008F
451	4.59±0.000B	1.7370±0.009E
832	4.51±0.000C	1.8084±0.005D
1 594	4.25±0.007D	2.3431±0.126C
2 112	4.09±0.007E	2.5021±0.005B
3 241	3.95±0.007F	3.0328±0.006A

*: pH ve titrasyon asitliği değerleri, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

** : Titrasyon asitliği değerleri, susuz sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir.

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

Farklı miktarlarda SO₂ içeren kuru kayısıların; 4°, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 379 gün depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla EK 4 ve EK 5’te verilmiştir. Titrasyon asitliği değerleri, “kuru ağırlık” üzerinden hesaplanmış ve susuz sitrik asit cinsinden “g/100 g kuru ağırlık” olarak ifade edilmiştir. EK 4 ve EK 5 incelendiğinde; SO₂ konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak pH değerlerinde azalış ve titrasyon asitliği değerlerinde ise, artış olduğu görülmektedir. SO₂ konsantrasyonu ile pH (r=–0.979) ve titrasyon asitliği (r=0.993) arasında güçlü korelasyonlar belirlenmiştir. 4.1 No’lu eşitlikte de görüldüğü gibi; SO₂ ortamda bulunan su ile reaksiyona girdiğinde, sülfüroz asit (H₂SO₃) oluşmakta ve böylece kuru kayısıların titrasyon asitliği değerleri artmaktadır. Kuru kayısılar ne kadar yüksek konsantrasyonda kükürtlünürse, o kadar çok H₂SO₃ oluşmaktadır.



Sülfüroz asit, hidrojen sülfid (HSO₃[–]) ve sülfid (SO₃^{–2}) iyonları oluşturarak iki ayrı dissosiyasyon basamağında bulunur. Yani; SO₂ ilave edilmiş ortamda (kayısıda) H₂SO₃ ve bunun dissosiyasyon ürünü olan HSO₃[–] ve SO₃^{–2} gibi üç ayrı öge denge halinde

bulunmaktadır (4.2, 4.3 No'lu eşitlik). İşte H_2SO_3 , HSO_3^- 'e dissosiyeye olduğunda (4.2 No'lu eşitlik), kayısındaki H^+ iyonu konsantrasyonu artar ve böylece pH'da azalma meydana gelir.



Yine EK 4 ve EK 5 incelendiğinde, depolama süresince bütün kuru kayısı örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde önemli düzeyde bir artış olduğu görülmektedir. Kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince titrasyon asitliği değerlerine ilişkin veriler, grafiğe aktarılarak doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Bu durum; R^2 değerleri incelendiğinde, depolama süresince kuru kayısıların titrasyon asitliği değerlerindeki artışın hem sıfıncı hem de birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiğini göstermektedir. Bununla birlikte; R^2 değerlerinin daha yüksek olması nedeniyle, sıfıncı derece kinetik model esas alınmıştır.

Farklı konsantrasyonda kükürtlünen kuru kayısı örneklerinin; 20° ve 30°C sıcaklıklarda yaklaşık 1 yıl (379 gün) depolanması süresince, titrasyon asitliği değerlerindeki değişime ait eşitlik ve determinasyon katsayıları ise, çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'da verilen eğim değerleri incelendiğinde; depolama sıcaklık (20° ve 30°C) artışına bağlı olarak, titrasyon asitliği değerlerinin de arttığı görülmektedir. 30°C'de depolanan örneklerin titrasyon asitliği değerlerindeki artış hızları incelendiğinde, genellikle, SO_2 konsantrasyonu azaldıkça titrasyon asitliği değerlerindeki artışın hızlandığı görülmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde; Sağırılı vd. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, 8 ay depolama süresi sonunda titrasyon asitliği değerleri 20°C'de % 18.9; 30°C'de ise % 24.7 oranında artış göstermiştir. Depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak titrasyon asitliği değerlerinde gözlenen bu artışın (EK 4); özellikle, pektinin hidrolizi ile oluşan galaktronik asidin titrasyon asitliğini artırıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilindiği gibi, meyvelerin hücre duvarında; pektin, selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkaritler bulunmaktadır. Meyve henüz hamken; hücre

duvarında protopektin olarak bulunan ve suda çözünmeyen nitelikteki pektin; meyvenin olgunlaşmasıyla suda çözünür nitelik kazanmaktadır. Bu dönüşüm; meyvelerde bulunan pektinmetilesteraz (PME) enziminin pektini demetilize ederek, onu parçalanmayı gerçekleştirecek olan poligalakturonaz (PG) enziminin substratı haline getirmesinden kaynaklanır. PG enzimi, pektinleri oluşturan poligalakturonik asit üniteleri veya pektinin esterleşmemiş kısımlarındaki α -1,4 bağınyı hidrolitik olarak parçalar ve titrasyon asitliğini artırır (Cemeroğlu vd. 2009).

Çizelge 4.6 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince titrasyon asitliği değeriindeki değışimi gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
20	0	$y = 0.000011 x + 0.99$	0.853
	451	$y = 0.000008 x + 1.74$	0.931
	832	$y = 0.000006 x + 1.85$	0.803
	1594	$y = 0.000012 x + 2.32$	0.668
	2112	$y = 0.000011 x + 2.50$	0.820
	3241	$y = 0.000005 x + 3.01$	0.212
30	0	$y = 0.00035 x + 1.055$	0.761
	451	$y = 0.00039 x + 1.780$	0.942
	832	$y = 0.00036 x + 1.816$	0.958
	1594	$y = 0.00009 x + 2.393$	0.817
	2112	$y = 0.00019 x + 2.453$	0.940
	3241	$y = 0.00004 x + 3.011$	0.800

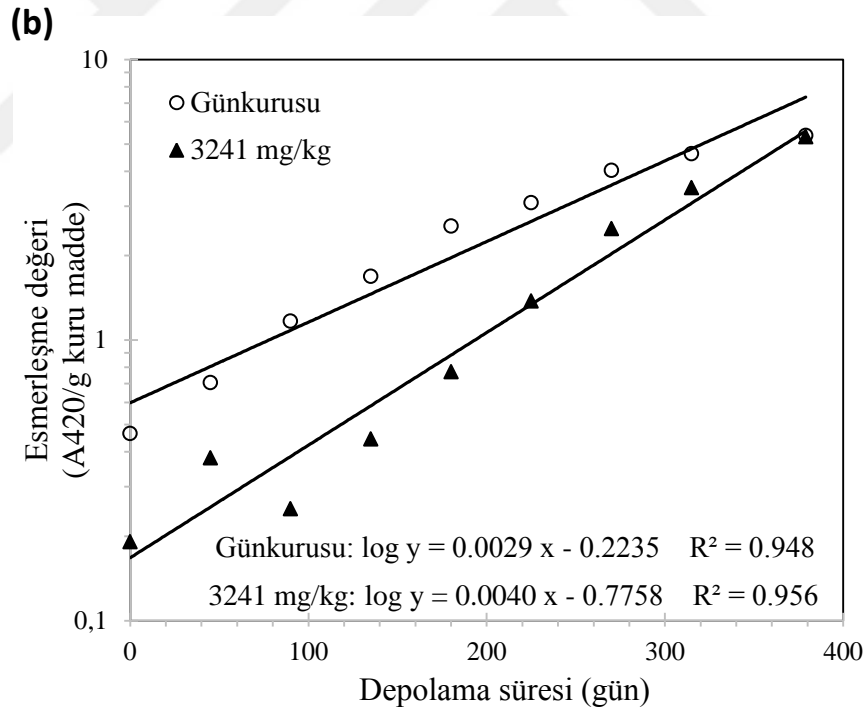
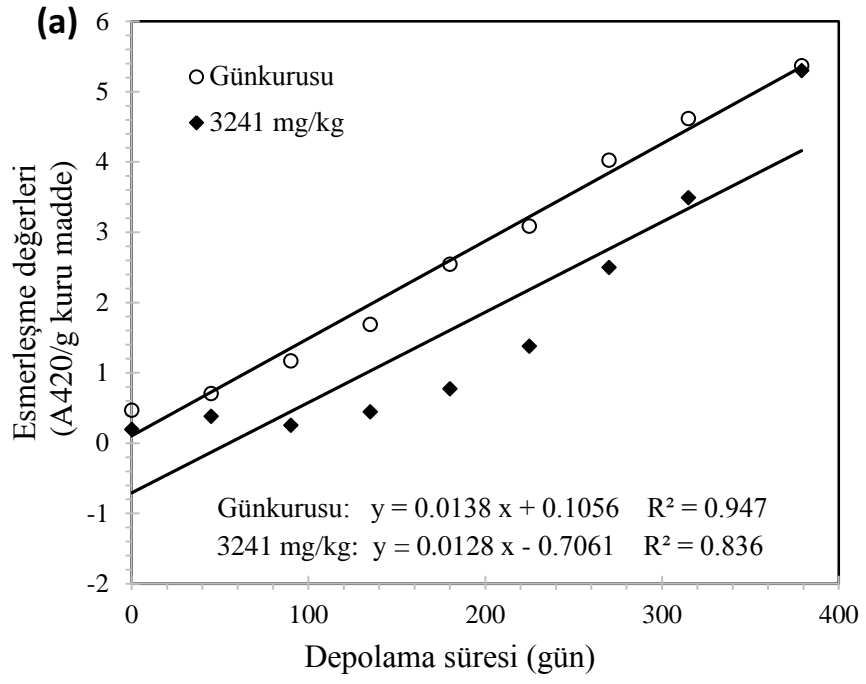
Literatürde şeftaliler ile yapılan bir çalışmada, şeftalilerdeki pektin miktarının 509 mg/100 g'dan, kükürtleme işleminden hemen sonra 430 mg/100 g'a, kurutulduktan sonra 381 mg/100g'a ve 15°C'de 1 yıl depolama sonunda ise; 358 mg/100 g'a düştüğü belirlenmiştir (Levi vd. 1988). Bu çalışma sonunda elde edilen veriler, uygulanan kükürtleme, kurutma ve depolama nedeniyle; pektinin parçalandığını göstermektedir.

Bunun yanında, depolama sıcaklığı da PME aktivitesi, ve dolayısı ile pektinlerin parçalanması üzerine son derece etkilidir. Artes vd. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada; 8°C’de depolanan şeftalilerde, PME’in aktif, ancak PG’in inaktif olduğunu ortaya konmuştur. Çalışmamızda elde edilen titrasyon asitliği değerlerinde; 20°C’de düşük miktarda, 30°C’de yüksek miktarda artış saptanmışken; 4°C’de ise % 3.18 oranında bir düşüş olması, Artes vd. (1996)’nin bulduğu verilerle paralellik göstermiştir.

4.5 Esmerleşme Düzeyindeki Değişmeler

Kuru kayıslarda esmerleşme düzeyi üzerine; farklı SO₂ konsantrasyonları ve farklı depolama sıcaklıklarının etkisi incelenmiş ve farklı düzeylerde kükürtlene kuru kayısların; 4°, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 379 gün depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki değişime ilişkin veriler EK 6’da verilmiştir. Çalışmamızda kükürtleme işlemine tabi tutulmayan günkurusu kayıslar ile kükürtleme yapılarak en yüksek düzeyde SO₂ içeren (3241 mg/kg) kuru kayısların; farklı sıcaklıklarda depolama süresince esmerleşme düzeyindeki değişimine ilişkin grafik ise, şekil 4.2’de verilmiştir. Benzer şekilde; depolama süresince, diğer kayısı örneklerinin esmerleşme düzeyinde meydana gelen değişimlere ait grafikler de çizilmiş ve grafiklerden elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucu elde edilen regresyon denklemleri ve R² değerleri çizelge 4.7’de verilmiştir.

Şekil 4.2’de verilen linear ve yarı-logaritmik grafiklerdeki R² değerleri karşılaştırıldığında, kuru kayıslarda depolama süresince esmer renk oluşumunun birinci derece kinetik modele uyduğu anlaşılmaktadır. Çalışmamızdakine benzer şekilde, farklı



Şekil 4.2 Günkurusu ve 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneğini 30°C’de 379 gün depolanması süresince esmerleşme düzeylerindeki artışlar
a. Aritmetik, b. Yarı-logaritmik

yöntemlerle kükürtlenen (toz elementer, SO₂ gazı ve sodyum metabisülfid çözeltisi ile) kuru kayısıların 5°, 20° ve 30°C’de 1 yıl depolanması (Coşkun 2010) ve 40–60°C arasında kuru kayısılarından SO₂’nin uzaklaştırılması sırasındaki (Özkan ve Cemeroğlu 2002) esmer renkli pigment oluşumu da birinci dereceden kinetik modelle tanımlanmıştır.

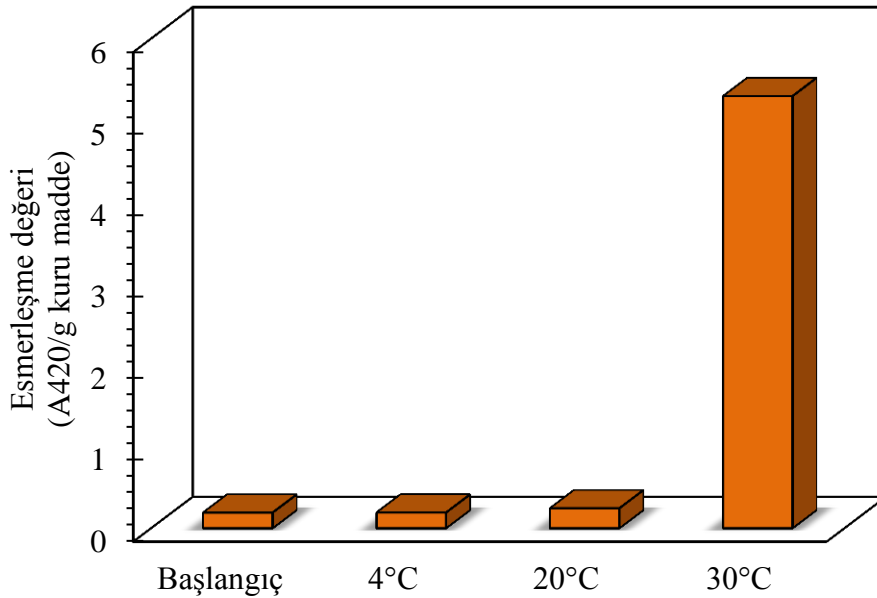
Çizelge 4.7 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısıların 20°C ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artışı gösteren eşitlikler ve kinetik veriler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²	$k \times 10^3$ (gün ⁻¹)	Q ₁₀ (20°–30°C)
30	0	$\log y = 0.0029 x - 0.2230$	0.948	6.68	9.68
	451	$\log y = 0.0030 x - 0.2780$	0.943	6.91	7.51
	832	$\log y = 0.0037 x - 0.3640$	0.947	8.52	3.70
	1594	$\log y = 0.0041 x - 0.6810$	0.969	9.44	5.86
	2112	$\log y = 0.0040 x - 0.7760$	0.954	9.21	4.45
	3241	$\log y = 0.0029 x - 0.2230$	0.948	6.68	2.90
20	0	$\log y = 0.0003 x - 0.671$	0.997	0.69	–
	451	$\log y = 0.0004 x - 0.116$	0.959	0.92	–
	832	$\log y = 0.0001 x - 0.127$	0.963	0.23	–
	1594	$\log y = 0.0007 x - 0.184$	0.985	1.61	–
	2112	$\log y = 0.0009 x - 0.194$	0.989	2.07	–
	3241	$\log y = 0.0011 x - 0.206$	0.966	2.30	–

Literatürde aynı zamanda, esmerleşme reaksiyonlarının sıfıncı dereceden kinetik modelle tanımlanabildiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Singh vd. (1983) tarafından orta nemli elmaların depolanma stabilitesi üzerine yapılan bir çalışmada; 25°–55°C’de 2 aylık depolama sonunda, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun sıfıncı dereceden kinetik modele uyduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, toz haline getirilmiş kuru kayısıların rehidre edilerek % 12–26 nem içeriğine getirildiği ve 50°C’de 40 gün depolandığı bir çalışmada da; esmer renk oluşumunun sıfıncı

dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Lee vd. 1979). Bununla birlikte, Sultaniye eşidi üzümlerde ve ananas püresinde (Rattanathanalark vd. 2005) yapılan çalışmalar da; ısıtma sonucunda bu ürünlerdeki esmer renk oluşumunun sıfırncı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiğini göstermektedir.

EK 6'da görüldüğü gibi, kuru kayısılar 4°C'de depolandığında neredeyse başlangıçtaki rengini tamamen korumakta, buna karşın; 20°C'de depolandığında çok az miktarda, 30°C'de depolandığında ise önemli miktarda esmerleşmektedir ($p < 0.05$). Esmerleşme düzeyindeki değişim üzerine depolama sıcaklıklarının etkisini daha iyi açıklayabilmek için; örnek olarak, 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kayısıların 4°, 20° ve 30°C'de 379 gün depolanması sonunda esmerleşme düzeyinde meydana gelen artış şekil 4.3'te verilmiştir. Görüldüğü gibi, 4°C'de yaklaşık 1 yıl depolama sonunda dahi kuru kayısıların esmerleşme düzeylerinde önemli bir değişim saptanmamışken, özellikle 30°C'de esmerleşme düzeyi önemli miktarda (27 kat) artmıştır.



şekil 4.3 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinin farklı sıcaklıklarda 379 gün depolanması sonucunda esmerleşme düzeyindeki artış

Nury vd. (1960); çalışmamızda da kullanılan “esmerleşme düzeyi analiz” yönteminde, 440 nm'deki absorbands ölçüm değerinin 0.3' geçmesi halinde; kuru kayısıların

depolama süresini tamamladığını ve bu kayısların renklerinin artık kabul edilemez sınırlara ulaştığını ortaya koymuştur (Davis vd. 1973). 440 nm'de 0.3'ün üzerindeki esmerleşme değerlerinin kabul edilebilir sınırın üzerinde olduğu dikkate alınarak, kuru kayısların içerdiği SO₂ konsantrasyonları arasında kıyaslama yapıldığında ise; 379 gün süren depolama sonunda; genel olarak tüm SO₂ konsantrasyonlarında, 4°C'de rengin kabul edilebilir düzeyde korunabildiği, ancak; sadece başlangıçta 451 ve 832 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısların esmerleşme düzeylerinin kabul edilebilir sınırın üstünde olduğu belirlenmiştir. Buna karşın; farklı konsantrasyonda kükürtlünen kayısı örneklerinin tamamında, 30°C'de çok kısa depolama süresi sonunda dahi çok yüksek esmerleşme değerleri belirlenmiştir. Örneğin, başlangıçta 1594 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısların 30°C'de 90 gün depolanması sonucunda; esmerleşme düzeyi 0.30'ün üzerine çıkmış ve başlangıca göre % 64 oranında artmıştır (EK 6). Bu durum; özellikle, düşük konsantrasyonda (başlangıçta 451 ve 832 mg/kg) SO₂ içeren kuru kayısların depolanması gerekiyorsa; depolama sıcaklığının mutlaka 4°C olarak seçilmesi gerektiğini göstermektedir.

Farklı konsantrasyonda kükürtlünen kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda; 4°C'de depolanan örneklerin esmerleşme değerleri, yaklaşık 1 yıl (379 gün) sonunda dahi önemli düzeyde değişmediği için, esmerleşme reaksiyonlarına ilişkin reaksiyon k ve Q₁₀ değerleri sadece 20° ve 30°C için hesaplanmış ve çizelge 4.7'de verilmiştir. Bu veriler incelendiğinde; kuru kayıslardaki esmerleşme reaksiyonlarına ait Q₁₀ değerlerinin 2.90–3.70 arasında değiştiği görülmektedir. Benzer şekilde; 22 farklı amino asidin glukoz varlığındaki model sistemde; farklı a_w değerlerinde (0.60–0.85), 5°–45°C depolama sıcaklıklarında esmerleşme hızlarının incelendiği çalışmada da; esmerleşme reaksiyonlarına ait Q₁₀ değerlerinin a_w değerlerine bağlı olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği ve 2–6 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Tsai vd. 1991). Bu durum depolama sıcaklığındaki 10°C'lik artışın esmerleşme reaksiyon hızını önemli düzeyde artırdığını göstermektedir.

Kuru kayısı örneklerindeki bu yüksek orandaki esmerleşmenin; depolama süresince meydana gelen 4 farklı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Genel olarak, depolama süresince kuru

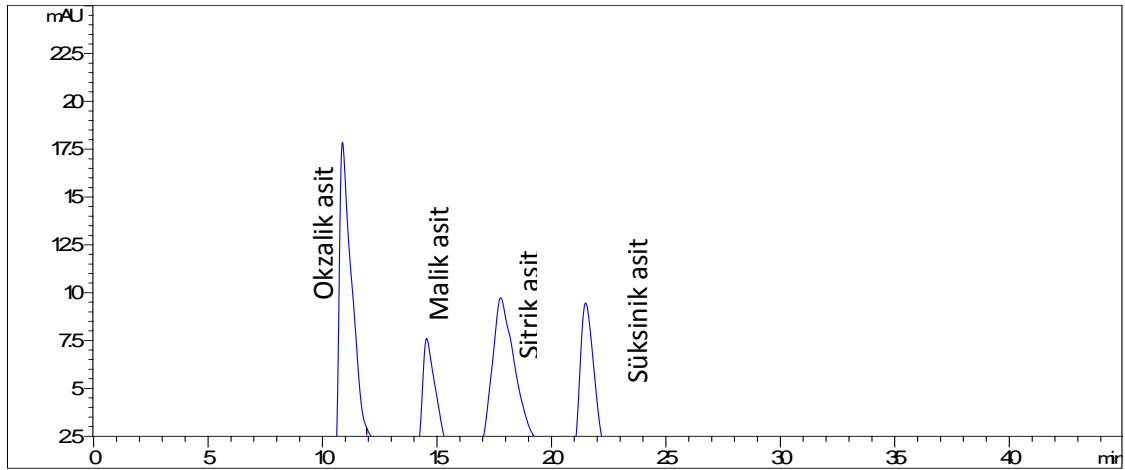
kayısılarda meydana gelen esmerleşmenin temel nedeninin; şekerlerle amino asitler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan esmer renkli bileşiklerden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda; kayısılarda meydana gelen esmerleşmenin sadece şeker ve amino asitler arasındaki esmerleşme reaksiyonlarından kaynaklanmadığı belirlenmiştir. Bunun yanında, şekerlerin organik asitlerle (Livingston 1953), asitlerin azotlu maddelerle ve asitlerin birbirleriyle olan reaksiyonlarının da önemli etkilere sahip olduğu ifade edilmektedir (Haas ve Stadtman 1949).

Haas ve Stadtman (1949) tarafından yapılan çalışmada; kayısıda bulunan anyonik (amino asit ve asidik proteinler dışındaki asitlerin % 88'ini içeren fraksiyon), katyonik (nitrojenli bileşenlerin % 81'ini içeren fraksiyon) ve nötral (şekerlerin % 98'ini içeren fraksiyon) bileşenlerin esmer renk oluşumu üzerine etkileri, 56°C'de pH 3.6'da 18 gün boyunca incelenmiş ve sonuçta; tek başına nötral fraksiyonların esmerleşme üzerine etkisinin olmadığı, buna karşın; nötral fraksiyonlarla ayrı ayrı anyonik ve katyonik fraksiyonlar bir arada bulunduğunda esmer renk oluşumunun meydana geldiği belirlenmiştir. Benzer şekilde; 60°–70°C'de malik asit ile fruktoz (1 M) arasında 48 h sonunda esmerleşme meydana gelirken; aynı pH (1.58), sıcaklık ve süre sonunda, HCl ile malik asit arasında esmerleşme reaksiyonunun meydana gelmediği saptanmıştır (Livingston 1953). Ayrıca; Haas ve Stadtman (1949) tarafından yapılan çalışmada da; organik asitlerle indirgen şekerlerin arasında meydana gelen reaksiyonların esmerleşmeye neden olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, kuru kayısı bileşenlerinin esmerleşme üzerine etkileri “**4.10 İncelenen parametrelerin birbirleri ve esmerleşme değerleri arasındaki ilişkiler**” bölümünde detaylı bir şekilde incelenmiştir.

4.6 Organik Asit Dağılımındaki Değişimler

Farklı düzeylerde kükürtlünen kuru kayısıların; depolama süresince organik asit dağılım ve miktarındaki değişimler EK 7'de verilmiştir. Kuru kayısılarda organik asitlerin belirlenmesi amacıyla uygulanan HPLC analizi sonucunda elde edilen örnek bir kromatogram ise, şekil 4.4'de verilmiştir.

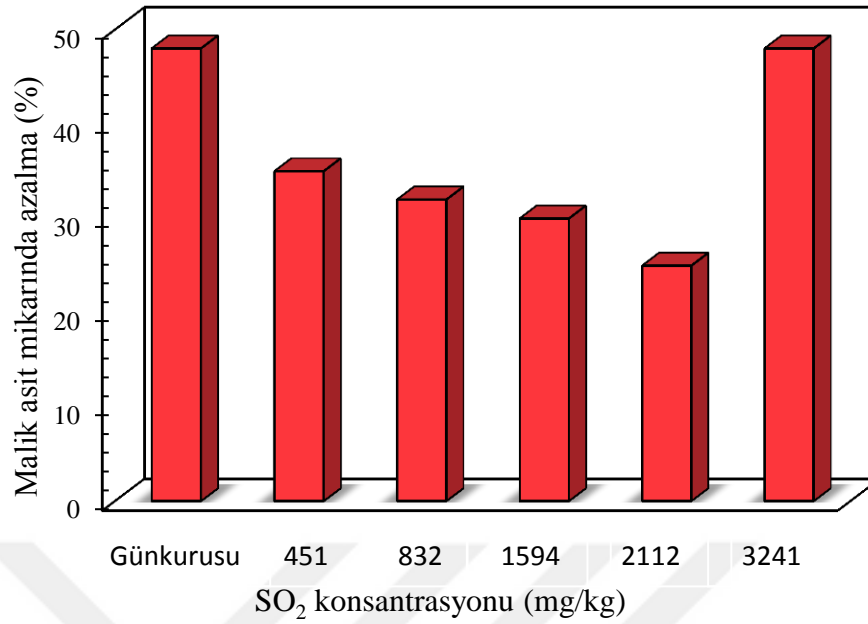
Kuru kayıslara içerdikleri organik asitleri belirlemek amacıyla HPLC analizi uygulanmıştır. Yapılan HPLC analizi sonucunda elde edilen kromatogramlarda malik, sitrik, okzalik ve süksinik asitler tanımlanmıştır (Şekil 4.4). Elde edilen sonuçlar; Hacihaliloğlu çeşidi günkurusu kayıslarda ve düşük düzeyde SO₂ içeren (0–832 mg/kg) kuru kayıslarda başat organik asidin “süksinik asit” olduğunu; yüksek düzeyde SO₂ içeren (1594–3241 mg/kg) kuru kayıslarda ise, başat organik asidin “malik asit” olduğunu göstermiştir. Düşük düzeyde SO₂ içeren kuru kayıslarda süksinik asidi (13.90–31.76 mg/kg) sırasıyla; malik asit (11.72–17.43 mg/kg), sitrik asit (2.46–2.66 mg/kg) ve okzalik asit (0.28–1.10 mg/kg) takip ederken; yüksek düzeyde kükürt içeren kayıslarda malik asidi (11.10–15.66 mg/kg) sırasıyla; süksinik (6.80–7.86 mg/kg), sitrik (3.23–3.71 mg/kg) ve okzalik (1.15–1.73 mg/kg) asitler takip etmektedir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde; Akın vd. (2008) ve Versari vd. (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da, kayıslarda başat organik asidin malik asit olduğu ve bunu sitrik asidin takip ettiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, kuru kayıslarda yeterince kükürtleme işlemi yapılmadığında kayısların başat organik asidi olan malik asit miktarını geçecek şekilde süksinik asit oluştuğunu göstermektedir. Meydana gelen bu oluşumun; HMF'nin parçalanma ürünlerinden olan levünilik asidin oksidasyona uğrayarak süksinik aside dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.4 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO₂ içeren kuru kayısların organik asit dağılımını gösteren HPLC kromatogramı

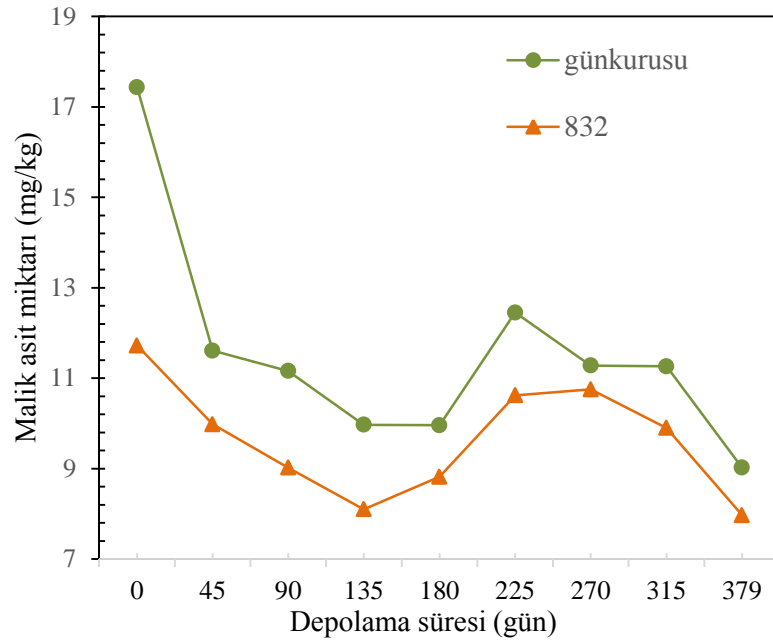
EK 7'deki veriler incelendiğinde, kuru kayısıların depolama başlangıcındaki SO₂ konsantrasyonlarının her bir organik asit üzerine farklı etki gösterdiği görülmektedir. Kuru kayısıların içerdiği SO₂ konsantrasyonu arttıkça malik asit miktarında önemli bir değişim bulunmazken; sitrik ($r=0.956$) ve okzalik ($r=0.880$) asit miktarları artmış, süksinik asit ($r=-0.771$) miktarı ise azalmıştır. Süksinik asit miktarındaki azalışın, bir antioksidan olduğu bilinen SO₂'nin HMF parçalanma ürünü olan levünilik asidi oksidasyondan koruyarak süksinik asit oluşumunu engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sitrik asit ve okzalik asit miktarlarındaki artışın ise, SO₂'nin bu organik asitlerin reaksiyonlara katılmasını engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

SO₂ konsantrasyonunun etkisine benzer şekilde depolama süresi de; her bir organik asit üzerine farklı etki göstermiştir. Örneğin 30°C'de 379 gün depolama sonunda malik asit miktarında azalış (% 25–48), sitrik asit miktarında ise artış (0.4–4.9 kat) tespit edilmiştir. Malik asit miktarındaki azalmanın; bu organik asidin depolama boyunca esmerleşme reaksiyonlarına katılması (Livingston 1953) yanında, depolama sırasında kuru kayısıların solunumunun devam etmesi (Rahman 2007) ve metabolik substrat olarak şekerle birlikte solunum sırasında kullanılmasından (Ackermann vd. 1992; Chen vd. 2006) da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim, SO₂'nin solunum hızı üzerine azaltıcı/artırıcı etkisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu (Pallardy 2010) dikkate alındığında; kuru kayısılarda 0–2112 mg/kg düzeyindeki SO₂ konsantrasyonunun solunum hızını artırdığı, 3241 mg/kg düzeyindeki SO₂ konsantrasyonunun ise, solunum hızını azalttığı düşünülebilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Farklı düzeyde SO₂ içeren kuru kayısıların 30°C'de 379 gün depolama sonunda malik asit miktarındaki azalma oranları

Malik asit bilindiği üzere Krebs döngüsünün bir ara ürünüdür ve solunum hızının pik yaptığı zamanlarda asit döngüsü sırasındaki oluşumlar nedeniyle malik asit konsantrasyonu da artar (Turner 1948). Bu nedenle, depolama süresince malik asit miktarındaki değişimin genel olarak yönü azalma şeklinde olsa da; depolama süresince bazen artış bazen ise azalış yönünde salınımlar görülmektedir (Şekil 4.6). Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, günkurusu kayısılarında 180. günden 225. güne kadar malik asit miktarında artış görülürken; 832 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerde 135. günden 270. güne kadar malik asit miktarında artış görülmüştür. Öyleyse, SO₂ varlığında örneklerin malik asit miktarında artış görülen sürenin, dolayısıyla; örneklerin hızlı solunum yaptığı sürenin daha uzun olmasına rağmen, yine de günkurusu kayısının içerdiği malik asit miktarı depolama süresince SO₂ içeren örnekten daha yüksek olmuştur. Bu durum, SO₂ içeren örneklerdeki daha düşük malik asit miktarının SO₂'nin solunumu artırmasından kaynaklanabileceğini göstermektedir. Nitekim, solunum hızı üzerine azaltıcı etki gösterdiği düşünülen 3241 mg/kg konsantrasyonunda SO₂ içeren örneklerin malik asit miktarı depolama süresince günkurusu kayısıdakine benzer düzeydedir.



Şekil 4.6 Depolama boyunca (379 gün) 30°C’de muhafaza edilen günkurusu kayısı ve 832 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerin malik asit miktarındaki değişimler

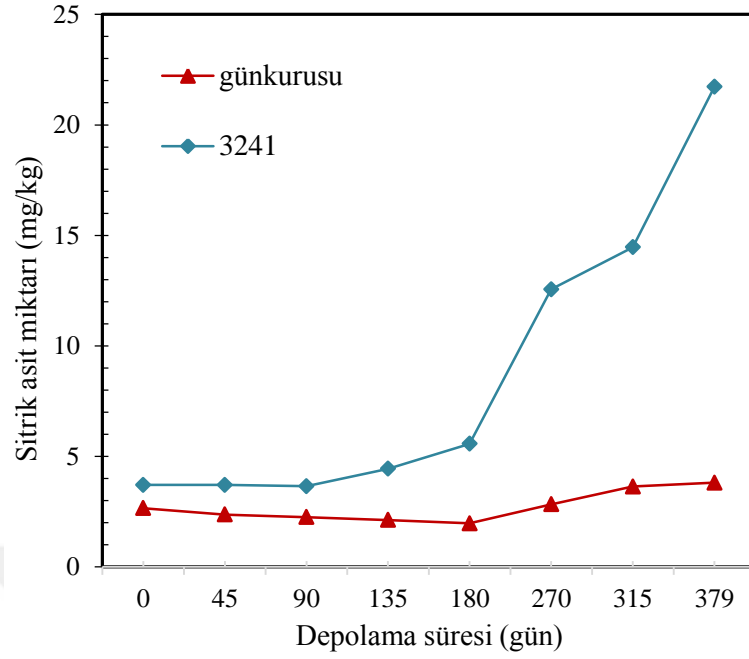
Malik asit miktarında, 4° ve 20°C’de 379 gün depolama süresince ise, düzenli bir azalma tespit edilmiştir. Bu nedenle, depolama süresince, kuru kayısı örneklerinde malik asit miktarındaki azalmaya ilişkin grafikler çizilmiş ve grafiklerden elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucu elde edilen regresyon denklemleri ve R² değerleri de çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelge 4.8’de verilen linear ve yarı-logaritmik grafiklerden elde edilen R² değerleri karşılaştırıldığında da, kuru kayısılarda depolama süresince malik asit miktarındaki azalmanın birinci derece kinetik modele uyduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, Wang vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada da malik asit miktarındaki azalmanın birinci derece reaksiyon kinetiğine uyduğu anlaşılmıştır. Çizelge 4.8’deki eşitliklerin eğimleri incelendiğinde, 30°C’de depolanan örneklere benzer şekilde, SO₂ konsantrasyonunun artışına bağlı olarak malik asit miktarındaki azalmanın yavaşladığı; ancak 3241 mg/kg SO₂ içeren örneklerde malik asit miktarındaki azalmanın günkurusu kayısılardaki azalma hızıyla aynı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, malik asit miktarındaki azalma hızı açısından 4° ve 20°C’de depolama arasında bir fark olmadığı görülmektedir. Kuru kayısılarda malik asit miktarındaki azalma sadece esmerleşme reaksiyonu/reaksiyonları nedeniyle olsaydı;

20°C’de çok daha hızlı esmerleşme meydana geldiği için bu sıcaklıkta çok daha hızlı malik asit kaybının meydana gelmesi beklenirdi. Öyleyse, malik asidin azalmasında esmerleşme dışında başka reaksiyonların da etkili olduğu hipotezi kuvvetlenmektedir.

Sitrik asit miktarı incelendiğinde, farklı sıcaklıklarda depolama süresince malik asit miktarındaki salınım benzer şekilde bir salınımın olduğu görülmüştür. Literatürde, elmalar ile yapılan bir çalışmada, elmaların sitrik asit miktarında depolama süresince salınım olduğu ve bu salınımın solunum hızıyla paralel değişim gösterdiği belirtilmiştir (Turner 1948). Günkurusu kayısı ve 451 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinde; 30°C’de depolama sırasında 180. güne kadar sitrik asit miktarında düzenli azalma; depolama ilerledikçe ise çok düşük miktarda da olsa düzenli bir artış tespit edilmiştir (Şekil 4.7). 832–3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinde ise, genel olarak sitrik asit miktarında düzenli bir artış belirlenmiştir. Kuru kayısı örneklerinde sitrik asit miktarındaki artışa ilişkin grafikler çizilmiş ve grafiklerden elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonucu elde edilen regresyon denklemleri ve R² değerleri de çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.9’da verilen linear ve yarı-logaritmik grafiklerden elde edilen R² değerleri karşılaştırıldığında da, kuru kayısılarında depolama süresince sitrik asit miktarındaki azalmanın birinci derece kinetik modele uyduğu anlaşılmaktadır. Literatürde, sitrik asit parçalanma kinetiğinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 4.8 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince malik asit miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
<i>Sıfıncı derece</i>			
20	0	$y = -0.0200 x + 15.64$	0.7929
	451	$y = -0.0099 x + 10.64$	0.7274
	832	$y = -0.0103 x + 11.58$	0.9864
	1594	$y = -0.0086 x + 10.80$	0.8269
	2112	$y = -0.0084 x + 10.96$	0.9524
	3241	$y = -0.0178 x + 14.24$	0.8316
<i>Birinci derece</i>			
20	0	$\log y = -0.0007 x + 1.1917$	0.8384
	451	$\log y = -0.0005 x + 1.0243$	0.7686
	832	$\log y = -0.0005 x + 1.0677$	0.9883
	1594	$\log y = -0.0004 x + 1.0330$	0.8519
	2112	$\log y = -0.0004 x + 1.0417$	0.9636
	3241	$\log y = -0.0007 x + 1.1529$	0.8778
<i>Sıfıncı derece</i>			
4	0	$y = -0.0208 x + 0.3297$	0.8122
	451	$y = -0.0110 x + 5.1000$	0.8896
	832	$y = -0.0105 x + 11.743$	0.9997
	1594	$y = -0.0087 x + 11.035$	0.8409
	2112	$y = -0.0080 x + 10.893$	0.9517
	3241	$y = -0.0183 x + 14.873$	0.8770
<i>Birinci derece</i>			
4	0	$\log y = -0.0007 x + 1.2064$	0.8390
	451	$\log y = -0.0005 x + 1.0536$	0.9156
	832	$\log y = -0.0005 x + 1.0732$	0.9941
	1594	$\log y = -0.0004 x + 1.0414$	0.8582
	2112	$\log y = -0.0004 x + 1.0377$	0.9678
	3241	$\log y = -0.0007 x + 1.1707$	0.9112



Şekil 4.7 Depolama boyunca (379 gün) 30°C’de muhafaza edilen günkurusu kayısı ve 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerin sitrik asit miktarındaki değişimler

Sitrik asit miktarındaki salınımın nedeni için yine Krebs döngüsü düşünülebilir (Turner 1948). Sitrik asit, Krebs döngüsünün birinci aşamasına katıldığı için konsantrasyonunda bir miktar azalma beklenebilir. Daha sonra ise, bir karbohidrat türevi olan pürivat C₂ bileşenine parçalanır ve bu bileşen *cis*-akonitat (*cis*-aconitate) oluşturmak üzere okzalasetat (oxalacetate) ile kondense olur (Turner 1948). Akonitaz (aconitase) aktivitesi sayesinde, sitrat ve *isositrat* oluşur. Bu bileşikler, *isositrik* dehidrojenaz (*isocitric* dehydrogenase) tarafından dehidrojenasyona uğrattılırlar ve böylece sitrik asit konsantrasyonu artar (Turner 1948).

Depolama süresince süksinik asit miktarındaki değişim de incelenmiş ve 4°, 20° ve 30°C’de 379 gün depolanan örneklerin süksinik asit miktarında genellikle azalma (% 10–76) belirlenmiştir. Ancak, 30°C’de depolanan 1594–3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerin süksinik asit miktarları % 7–32 oranında artmıştır. Bu durumun, bu örneklerin yüksek HMF içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önce de

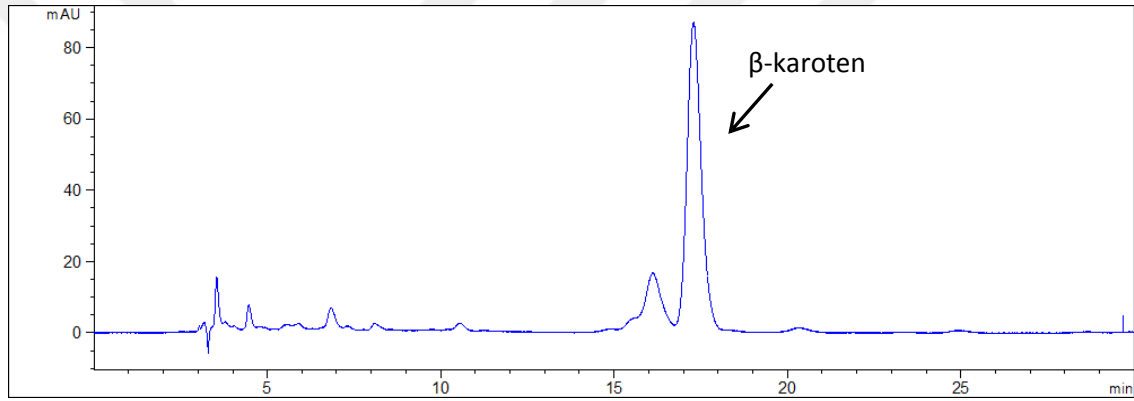
bahsedildiği gibi, HMF parçalanma ürünü olan levünilik asidin oksidasyonu sonucunda süksinik asit oluşmaktadır.

Çizelge 4.9 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince sitrik asit miktarındaki artışı gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
<i>Sıfırıncı derece</i>			
30	832	$y = 0.0202 x + 1.4130$	0.7584
	1594	$y = 0.0223 x + 2.1120$	0.9053
	2112	$y = 0.0039 x + 1.0006$	0.9031
	3241	$y = 0.0469 x + 0.4413$	0.8672
<i>Birinci derece</i>			
30	832	$\log y = 0.0016 x + 0.3457$	0.6258
	1594	$\log y = 0.0015 x + 0.4611$	0.9648
	2112	$\log y = 0.0021 x + 0.4319$	0.9413
	3241	$\log y = 0.0022 x + 0.4395$	0.9303
<i>Sıfırıncı derece</i>			
20	0	$y = 0.0038 x + 2.684$	0.8336
	451	$y = 0.0032 x + 2.442$	0.8716
	1594	$y = 0.0041 x + 3.273$	0.7344
	2112	$y = 0.0040 x + 3.390$	0.8176
	3241	$y = 0.0024 x + 3.712$	0.7706
<i>Birinci derece</i>			
20	0	$\log y = 0.0008 x + 0.4312$	0.8191
	451	$\log y = 0.0007 x + 0.3894$	0.8605
	1594	$\log y = 0.0007 x + 0.5159$	0.7097
	2112	$\log y = 0.0006 x + 0.5325$	0.8191
	3241	$\log y = 0.0003 x + 0.5699$	0.7759

4.7 Karotenoid Dağılımı ve Miktarındaki Değişmeler

Kuru kayısuların β -karoten dağılımını, 3241 mg/kg düzeyinde SO_2 içeren kuru kayısular için gösteren örnek bir HPLC kromatogramı şekil 4.8’de; farklı düzeylerde SO_2 içeren kuru kayısuların; depolama başlangıcındaki β -karoten miktarına ilişkin sonuçlar ise, şekil 4.9’da verilmiştir. Kuru kayısudaki karotenoidlerin HPLC analizi sonucunda elde edilen kromatogramı incelendiğinde, 2 pik belirlenmiş ve bu piklerden sadece β -karoten tanımlanmıştır (Şekil 4.8). Diğer pik ise, elimizde ticari olarak üretilmiş standardın olmaması nedeniyle tanımlanamamıştır.



Şekil 4.8 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO_2 içeren kuru kayısuların karotenoid dağılımına ait HPLC kromatogramı

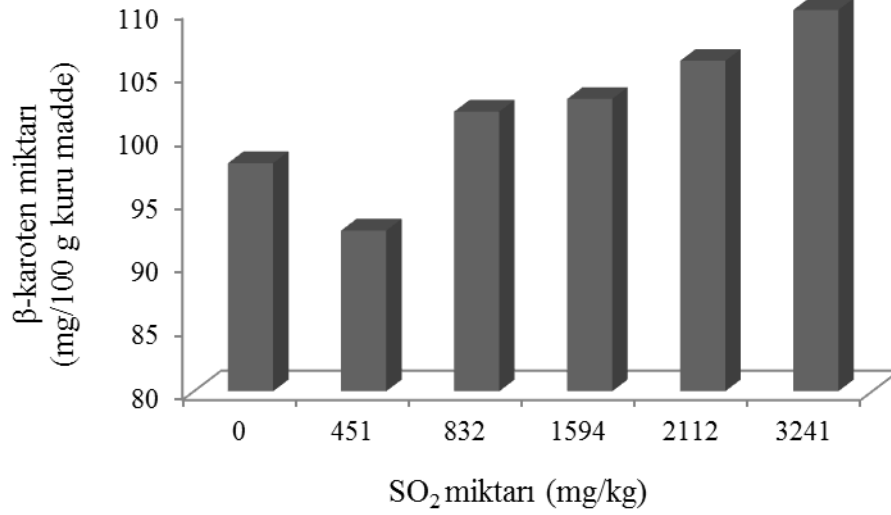
Şekil 4.8’de verilen kromatogram incelendiğinde, elde edilen 2 karotenoid piki arasında, kuru kayısudaki başat karotenoidin β -karoten olduğu anlaşılmaktadır. Hem diğer karotenoidlerin tanımlanamaması hem de kuru kayısudaki başat karotenoidin β -karoten olması nedeniyle araştırmamızda sadece β -karoten dikkate alınarak gerekli çalışmalar yapılmıştır.

Karotenoidler, yapısında çok sayıda çift bağ içermesi sebebiyle kolaylıkla oksidasyona uğrayabilmektedirler. Bu oksidasyon reaksiyonu, ısı ve ışık varlığında artış göstermektedir. Diğer yandan, ortamda var olan antioksidan bileşenlerin de reaksiyona etkisi olmaktadır. Çalışmamızda da; kuru kayısıda hem koruyucu hem de bir

antioksidan olan SO₂ içeriğinin, β-karoten miktarı üzerine etkisi araştırılmıştır. Kayıslarda, kükürtleme ve kurutma işlemi sonrası yapılan β-karoten analizi; günkurusu ve 451 mg/kg SO₂ konsantrasyonu içeren kuru kayıslarda (97.95 ve 92.64 mg/kg KM) daha düşük; 832, 1594, 2112 ve 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayıslarda ise (102, 103, 106 ve 110 mg/kg KM) daha yüksek miktarda β-karoten içerdiğini göstermiştir (Şekil 4.9). Özkan vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada; Malatya ilimizde yetiştirilen başlıca kurutmalık kayısı çeşitlerinin (Hacıhaliloğlu, Çataloğlu Kabaası ve Soğancı) hasattan ve kurutmadan sonra β-karoten içerikleri tespit edilerek; bu çeşitlerin hasattan sonra “40–51 mg/100 g KM”, kurutmadan sonra ise, “37–40 mg/100 g KM” arasında β-karoten içerdiği ortaya koyulmuştur. Aynı çalışmada; Kabaası çeşidinin en yüksek β-karoten içeriğine sahip olduğunu ve bunu Hacıhaliloğlu çeşidinin takip ettiği belirtilmiştir (Özkan vd. 2009). Akın vd. (2008) tarafından 9 çeşit kurutmalık kayısı ile yapılan çalışmada ise, en yüksek β-karoten miktarı Alyanak (487 mg/kg), en az miktarda ise, Çöloğlu çeşidinde (57 mg/kg) olduğu saptanmıştır. Bulduğumuz sonuçlara benzer şekilde, laboratuvarımızda yapılan bir çalışmada, Hacıhaliloğlu çeşidi günkurusu kayısı örneklerinin kuru madde bazında, 41–67 mg/kg arasında β-karoten içerdiği belirtilmiştir (Alagöz vd. 2013).

Depolama boyunca, kuru kayıslarda β-karoten içerikleri için varyans analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; örneklerin sahip olduğu SO₂ konsantrasyonunun β-karoten miktarı üzerine istatistiksel olarak etkili olduğunu göstermiştir (p<0.05, EK 9). SO₂ konsantrasyonu ile kuru kayısların β-karoten içerikleri arasında kuvvetli pozitif korelasyon (r=0.891) belirlenmiştir. Literatürde, kurutma işlemi sonrası kayısı örneklerinde β-karoten miktarında azalma olduğunu gösteren çalışmalara rastlanılmıştır (Akın vd. 2008, Özkan vd. 2009). Çalışmamıza benzer olarak, Sağırlı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada kükürtlenip kurutulmuş kayısı örneklerinin β-karoten içeriğinin daha yüksek olduğu belirtilerek, kuru madde bazında 41–67 mg/kg arasında β-karoten içerdiği saptanmıştır. Eheart ve Sholes (1945) tarafından yapılan çalışmada da, kükürtlenmeden ve kükürtlenerek kurutulan şeftalilerin β-karoten miktarı arasındaki fark incelenmiş ve kükürtlenerek kurutulanların % 24 daha fazla β-karoten içerdiği belirlenmiştir. Bu durum, SO₂'nin koruyucu niteliğiyle β-karotenin parçalanmasını engellemesinden kaynaklanmaktadır (Bolin ve Stafford 1974). Ancak; bu çalışmaların

aksine, Karabulut vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada, kükürtlenmemiş kuru kayıslarda β -karoten miktarı (39 mg/kg), kükürtlü kayıslara (34 mg/kg) göre daha fazla bulunmuştur.



Şekil 4.9 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısların depolama başlangıcındaki β -karoten miktarları (mg/100 g KM)

Farklı sıcaklıklarda 379 gün depolama boyunca β -karoten miktarındaki değişim incelendiğinde ise; % 21–50 oranında azalma tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, sıcaklık arttıkça β -karoten içeriğinde daha fazla azalma meydana geldiğini göstermektedir. Çizelge 4.10 incelendiğinde, 30°C’de depolanan örneklerin β -karoten içeriklerinin (% 32–50) 20°C’de depolananlarınkinden (% 30–39) daha fazla azaldığı görülmektedir. Domateslerin 4°, 25° ve 35°C’de 12 hafta depolanması sonucunda da sıcaklık artışıyla β -karoten kaybının arttığı bildirilmiştir (Lin vd. 2005). Bu azalmada en büyük payın β -karotenin izomerizasyonuna bağlı olduğu; bir miktar β -karotenin ise, parçalandığı tespit edilmiştir (Lin vd. 2005).

Çizelge 4.10 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda 379 gün depolanmaları sonunda β-karoten (mg/100 g kuru madde) miktarındaki değişimler

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
4	0	97.84±1.2	92.48±0.5	102.70±1.2	103.00±1.9	106.00±1.0	111.00±1.0
	379	62.00±0.3	67.23±0.5	72.02±0.3	80.94±0.2	73.61±0.3	77.33±0.1
20	0	97.84±1.2	92.48±0.5	102.70±1.2	103.00±1.9	106.00±1.0	111.00±1.0
	379	59.92±0.2	61.42±0.5	63.85±0.6	72.26±0.3	65.15±0.9	67.39±0.3
30	0	97.84±1.2	92.48±0.5	102.70±1.2	103.00±1.9	106.00±1.0	111.00±1.0
	379	53.82±0.3	51.18±0.6	50.96±0.3	69.89±0.3	64.02±0.3	60.19±0.5

Çalışmamızda, farklı sıcaklıklarda 379 gün depolama süresince β-karoten miktarındaki değişim de incelenmiştir. Bu amaçla; depolama süresince β-karoten içeriğindeki değişimi gösteren grafikler çizilmiş, bu grafiklerden elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen regresyon denklemleri ve R² değerleri çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge 4.11’deki R² değerleri incelendiğinde, β-karoten miktarındaki bu azalmaların birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği görülmektedir. Benzer şekilde, Wagner ve Warthesen (1995) tarafından da β-karoten miktarındaki azalmanın birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

4.8 Reflektans Renk Değerlerindeki Değişim

Esmerleşme düzeyi, kimyasal analizlerle belirlenebildiği gibi, fiziksel olarak reflektans spektrofotometresi kullanılarak materyalin reflektans renk değerlerinin ölçülmesi ile de belirlenebilmektedir. Reflektans renk değerlerinin kolaylıkla belirlenmesi nedeniyle, özellikle L* değeri birçok üründe esmerleşme indeksi olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla, L* değeri, elma ve armutlarda (Sapers ve Douglas 1987), çekirdeksiz kuru üzümde (Aguilera vd. 1987) ve greyfurt sularında (Lee ve Nagy 1988) esmerleşme indeksi olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.11 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısların depolanması süresince β-karoten içeriğindeki değişimi gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
<i>Sıfıncı derece</i>			
30	0	$y = -0.0985 x + 84.9$	0.7914
	451	$y = -0.0965 x + 82.3$	0.6393
	832	$y = -0.1091 x + 87.9$	0.9019
	1594	$y = -0.0910 x + 98.8$	0.7473
	2112	$y = -0.1031 x + 96.4$	0.8070
	3241	$y = -0.1286 x + 97.4$	0.65780
<i>Birinci derece</i>			
30	0	$\log y = -0.0006 x + 1.9293$	0.8606
	451	$\log y = -0.0007 x + 1.9496$	0.9270
	832	$\log y = -0.0006 x + 1.9116$	0.7327
	1594	$\log y = -0.0005 x + 1.9947$	0.7567
	2112	$\log y = -0.0006 x + 1.9835$	0.8450
	3241	$\log y = -0.0007 x + 1.9827$	0.6899
<i>Sıfıncı derece</i>			
20	0	$y = -0.0977 x + 92.9$	0.8771
	451	$y = -0.0780 x + 88.5$	0.9124
	832	$y = -0.0877 x + 93.3$	0.7668
	1594	$y = -0.0932 x + 109$	0.8459
	2112	$y = -0.0924 x + 94.9$	0.6936
	3241	$y = -0.1181 x + 111$	0.9619
<i>Birinci derece</i>			
20	0	$\log y = -0.0006 x + 1.9695$	0.9085
	451	$\log y = -0.0005 x + 1.9489$	0.9451
	832	$\log y = -0.0005 x + 1.9685$	0.8198
	1594	$\log y = -0.0005 x + 2.0447$	0.8636
	2112	$\log y = -0.0005 x + 1.9738$	0.7451
	3241	$\log y = -0.0006 x + 2.0515$	0.9708
<i>Sıfıncı derece</i>			
4	0	$y = -0.0938 x + 93.8$	0.8720
	451	$y = -0.0665 x + 90.6$	0.9357
	832	$y = -0.0783 x + 98.8$	0.8907
	1594	$y = -0.0585 x + 104$	0.9656
	2112	$y = -0.0842 x + 101$	0.7906
	3241	$y = -0.0857 x + 108$	0.9661
<i>Birinci derece</i>			
4	0	$\log y = -0.0005 x + 1.9709$	0.8982
	451	$\log y = -0.0004 x + 1.9575$	0.9533
	832	$\log y = -0.0005 x + 1.9709$	0.8982
	1594	$\log y = -0.0003 x + 2.0198$	0.9550
	2112	$\log y = -0.0004 x + 2.0018$	0.8026
	3241	$\log y = -0.0004 x + 2.0350$	0.9812

Farklı düzeylerde SO₂ içeren Hacihaliloğlu eşidi kuru kayısıların; farklı sıcaklıklarda (4°, 20° ve 30°C) depolanması süresince yüzey renklerinde oluşan değişimler, CIE L*, a*, b*, C* (kroma) ve h° (hue) değerlerinin ölçülmesi ile izlenmiştir. Bilindiği gibi, CIE L*a*b* sisteminde L* değeri aydınlık derecesi (lightness) olarak tanımlanmakta ve bu değer 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişmektedir. CIE a* değerleri, 0 ile 60 arasında değişmekte ve pozitif a* değerleri kırmızı, negatif a* değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. CIE b* değerleri de, 0 ile 60 arasında değişmekte ve pozitif b* değerleri sarı, negatif b* değerleri ise, mavi rengi göstermektedir. CIE C* değerleri 0 ile 60 arasında değişmekte ve renk düzleminin merkezinde 0 (mat) ve merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlar artmaktadır. h° değerleri 0°-360° arasında değişmekte; 0° ve 360° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir.

Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinin ölçülen reflektans renk değerleri EK 9'da verilmiştir. CIE L*, a*, b*, C* (kroma) ve h° (hue) değerleri ile kuru kayısı örneklerinin içerdiği SO₂ miktarı arasında sistematik bir ilişki belirlenememiştir. Bunun nedeninin; araştırmamızda kullanılan kuru kayısı örneklerinin başlangıç nem değerlerinin farklı olması (EK 2) ve depolama süresince de bu farkın devam etmesinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Benzer şekilde; Özkan vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada da; reflektans spektrometresinde okunan renk değerleri üzerine; örneğin nem miktarının son derece önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Bilindiği gibi, renk; insan gözünün algılayabildiği belirli dalga boyları aralığındaki ışığın nesneden yansımasıdır. Gözümüzün algılayabildiği nanometrik alan yaklaşık olarak 300 nm ile 800 nm arasındaki dalga boyudur. 300 nm'nin altındaki dalgalar; "morötesi (ultraviole)", 800 nm'nin üstündeki dalgalar ise; "kızılötesi (infrared)" olarak tanımlanmaktadır. 300 nm'nin altı ve 800 nm'nin üstü nanometrik yansıma renk tanımlamalarında kullanılmamaktadır. Hatta bu alan daha da daraltılarak; 400 nm ile 700 nm arası dalga boyları, renk tanımlamalarında kullanılmaktadır. Özellikle; reflektans renk ölçümü yapan cihazlar, insan gözünün algılama hassasiyeti olan bu iki sınır baz alınarak ölçüm yapmaktadırlar. Bu veriler ışığında; renk ölçümü yapılan örnekteki nem düzeyinin ışığın yansıma açısını değiştireceği ve buna bağlı olarak da algılanan rengi etkileyeceği açıktır. İşte bu nedenle; ölçülen renk değerleri ile nem

miktarları farklı olan kuru kayısı örneklerinin içerdiği SO₂ miktarı arasında sistematik bir ilişki belirlenmemiştir.

Örneklerin reflektans renk değerleri ile içerdikleri SO₂ miktarı arasında sistematik bir ilişki bulunamamış olsa da, depolama başlangıç ve sonunda olmak üzere her bir SO₂ düzeyinde örneklerin renk değerleri kendi içinde değerlendirildiğinde; depolama sonunda; 4°, 20° ve 30°C'de depolanan örneklerin reflektans renk değerlerinde, sırasıyla 0–2.48, 0.59–5.43 ve 5.6–13.7 birim azalış meydana geldiği görülmektedir.

Laboratuvarımızda yapılan; geleneksel yöntemle, tüpte sıvılaştırılmış SO₂ gazı ile ve Na₂S₂O₅ çözeltilisine daldırılarak kükürtlene ve 30°C'de 12 ay süreyle depolanan Hacihaliloğlu çeşidi kuru kayısılarında L* değerlerinin, 5–10 birim azaldığı; aynı sürede depolama sonunda, a* değerlerinin 4–5 birim; b* değerlerinin ise 10–12 birim azaldığı belirlenmiştir (Coşkun 2010). Ayrıca, orta nemli kayısıların 5°, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 8 ay depolanması süresince yüzey renklerinde oluşan değişimlerin incelendiği bir çalışmada da; 20° ve özellikle 30°C'de depolanan kayısıların renk değerlerinde önemli farklar bulunmuştur. L* değeri, 20°C'de 10, 30°C'de ise 23 birim azalmıştır. a* ve b* değerleri ise sırasıyla, 20°C'de 2 ve 3, 30°C'de ise 14 ve 32 birim azalmıştır. C* değerlerinde de benzer azalma tespit edilmiş olup, h° değerlerinde ise, 30°C hariç önemli bir değişim saptanmamıştır. 5°C'de depolanan kayısıların renklerinde ise, önemli bir değişiklik belirlenmemiştir (Sağırılı vd. 2008).

Kayısı dışında diğer materyallerde de (armut, elma, incir ve üzüm gibi) depolama boyunca reflektans renk değerlerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Kurutulmuş armutların 10°C ve altındaki sıcaklıklarda depolanması durumunda renklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir (Joubert vd. 2001). Bu çalışmada; % 16, 18 ve 20 nem ve sırasıyla 1859, 1750 ve 1403 mg/kg SO₂ içeren armutlar; 4°, 7°, 10°C ve 20°C'de depolanmış ve depolama süresince L*, a* ve b* değerleri ölçülmüştür. Ürünün renginin kabul edilip edilmeyeceğine L* değeri dikkate alınarak karar verilmiş ve depolama boyunca a* değerinde artış olurken, diğer tüm renk parametrelerinde azalma gözlenmiştir.

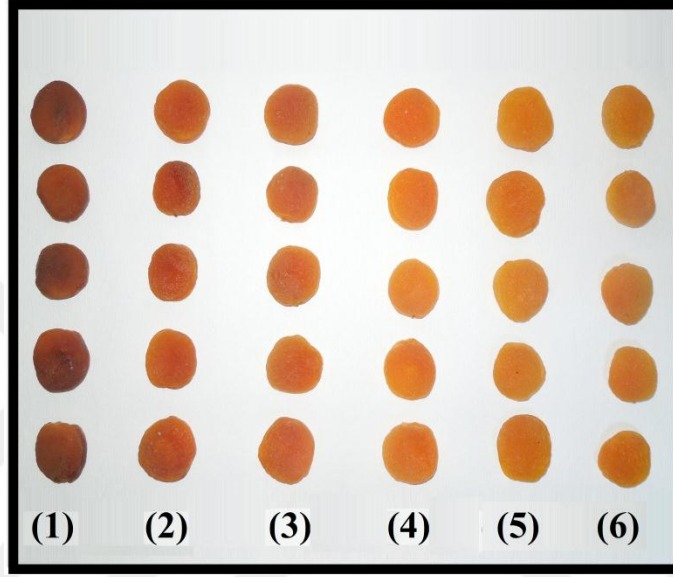
Reflektans kolorimetresi ya da spektrofotometresi ile kurutulmuş ürünlerin yüzey renkleri ölçülürken, materyalin nem içeriği mutlaka belirtilmelidir. Kurutulmuş kayısılar üzerine yapılan bir çalışmada, ürünün yüzey renginin nem içeriğine göre değiştiği gösterilmiştir (Özkan vd. 2003). Bu çalışmada, nem içeriği % 19.32 olan kuru kayısılar önce % 15.49 neme kurutulmuş, daha sonra sırasıyla % 20.10; % 25.21 ve son olarak da % 30.20 neme rehidre edilmiştir. Her bir nem düzeyinde kuru kayısıların CIE L^* , a^* , b^* , C^* ve h° değerleri saptanmıştır. Kayısıların nem içerikleri arttıkça; L^* , b^* , C^* ve h° renk değerleri artarken, buna karşın a^* değerinin azaldığı saptanmıştır.

Birçok çalışmada; özellikle L^* değerinin gıdalarda esmerleşme indeksi olarak kullanıldığı görülmektedir. L^* ve a^* değerleri, elma ve armutlarda ve bu meyvelerin sularında enzimatik esmerleşme indeksi olarak kullanılmıştır (Sapers vd. 1987). Çekirdeksiz sarı üzümelerde, PPO inaktivasyonu ile L^* değeri arasında yüksek bir korelasyon ($r=0.973$) olduğu saptanmıştır (Aguilera vd. 1987). Buna göre, PPO aktivitesi azaldıkça, buna bağlı olarak L^* değerinin arttığı ortaya çıkmaktadır. Lee ve Nagy (1988), greyfurt sularının $10^\circ-50^\circ\text{C}$ arasında depolanması sırasında Hunter L^* değerini enzimatik olmayan esmerleşme indeksi olarak kullanmış; furfural oluşumu ($r=-0.980$) ve 5-HMF oluşumu ($r=-0.826$) ile L^* değerleri arasında negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Çalışmamızda ise, reflektans renk değerleri ile PPO aktivitesi ve 5-HMF oluşumu arasında önemli bir korelasyon belirlenememiştir.

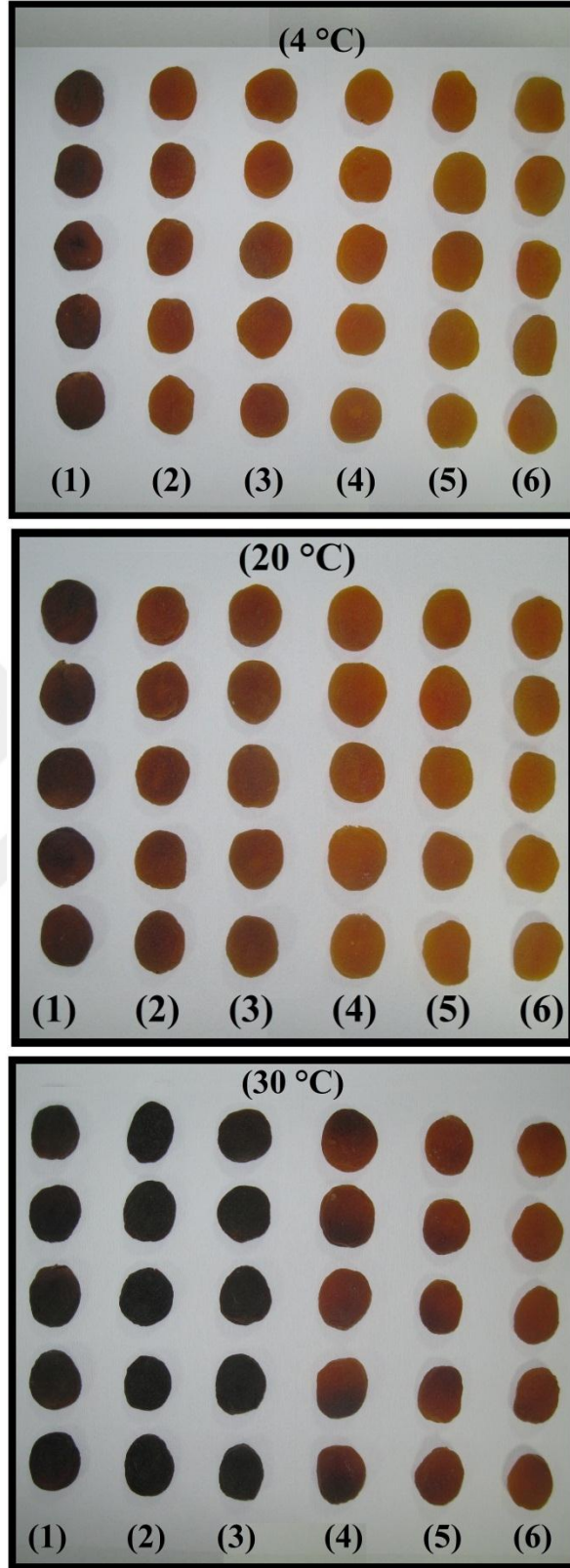
Çalışmamızda elde edilen esmerleşme değerleri ile reflektans renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) arasında da, herhangi bir korelasyon saptanamamıştır. Çalışmamız sırasında elde edilen esmerleşme değerleri; kuru madde miktarı üzerinden hesaplanmış ve böylece örneklerin nem miktarları arasındaki farklılıklar esmerleşme değerine yansımamıştır. Ancak; kuru kayısıların reflektans renk ölçümleri sırasında nem düzeyleri arasındaki farkı ortadan kaldırmak mümkün olmadığı için; esmerleşme değerleri ile reflektans renk değerleri (L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) arasında herhangi bir korelasyon saptanamadığı düşünülmektedir.

Araştırmamızda, reflektans renk değerleri arasındaki farkın, kayısıların gözle algılanan rengi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla kayısılar fotoğraflanmıştır. Bu fotoğraflar

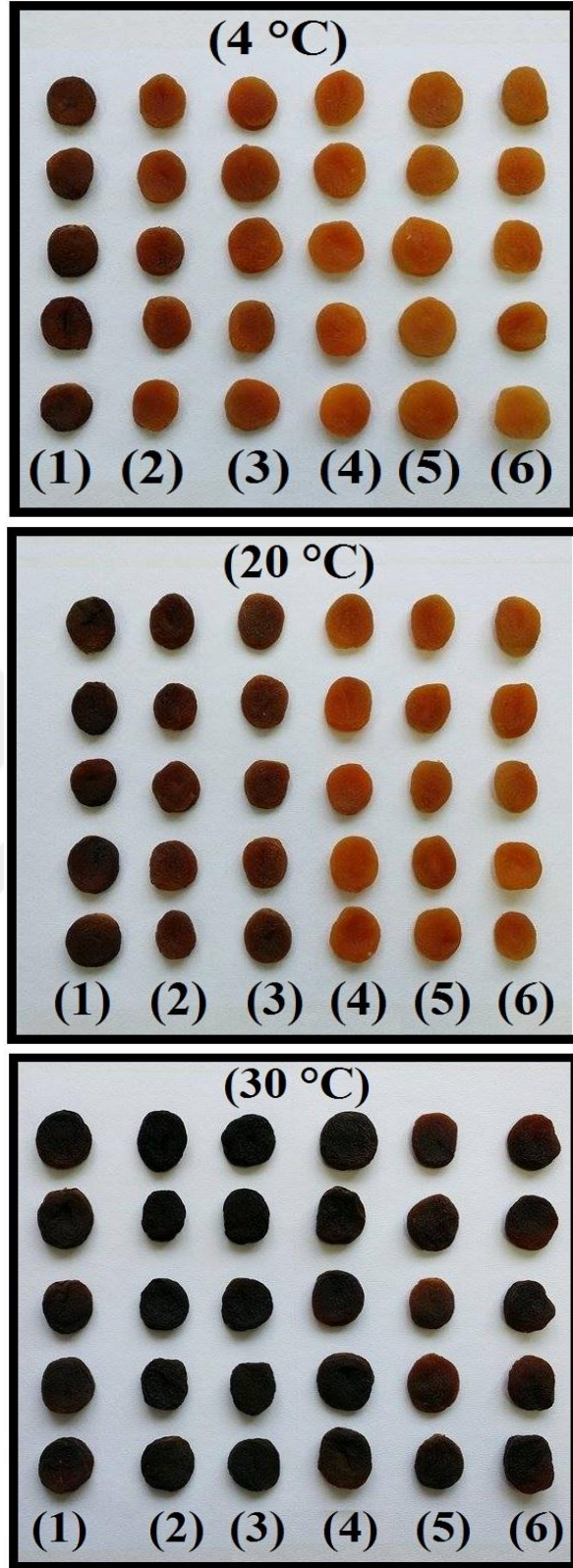
şekil 4.10–4.12’de verilmiştir. Şekil 4.10–4.12 incelendiğinde; SO₂ ve nem miktarına bağlı olarak, kuru kayısıların gözle algılanan renk değerleri arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu görülmektedir. SO₂ miktarının artışıyla birlikte, kuru kayısıda çok önemli bir kalite kriteri olan renk; altın sarısı renge ulaşmıştır. Depolama sıcaklık ve süresinin artışıyla da kuru kayısı renklerinin esmerleştiği görülmektedir.



Şekil 4.10 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısıların depolama başlangıcında renklerindeki farklılıklar: **1:** 0 mg/kg SO₂ (Gün kurusu), **2:** 451 mg/kg SO₂, **3:** 832 mg/kg SO₂, **4:** 1594 mg/kg SO₂, **5:** 2112 mg/kg SO₂, **6:** 3241 mg/kg SO₂



Şekil 4.11 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısıların 180.gün renklerindeki farklılıklar: **1:** 0 mg/kg SO₂ (Gün kurusu), **2:** 451 mg/kg SO₂, **3:** 832 mg/kg SO₂, **4:** 1594 mg/kg SO₂, **5:** 2112 mg/kg SO₂, **6:** 3241 mg/kg SO₂



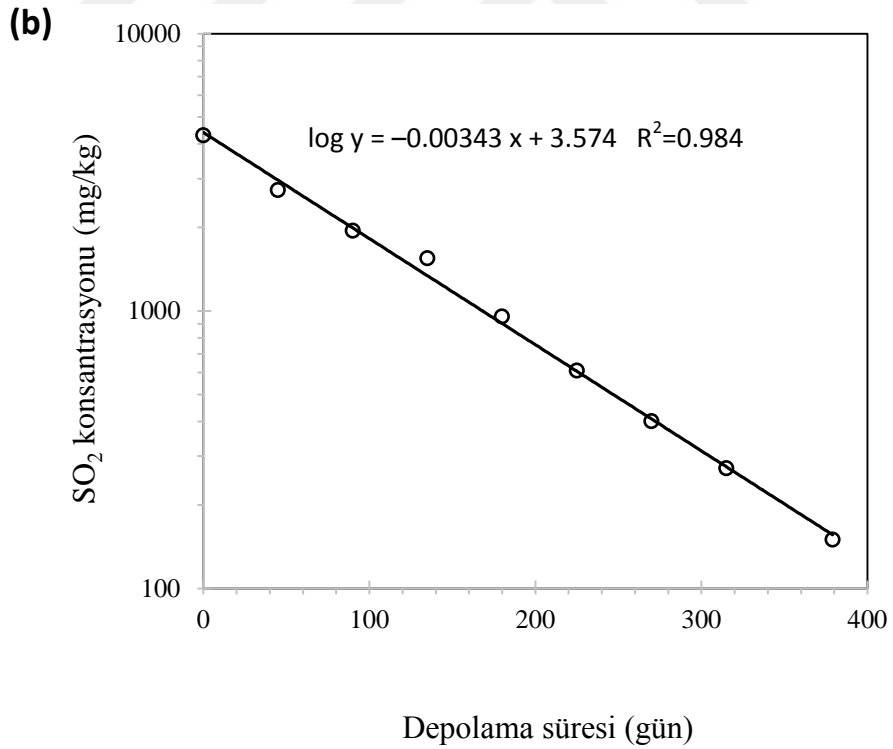
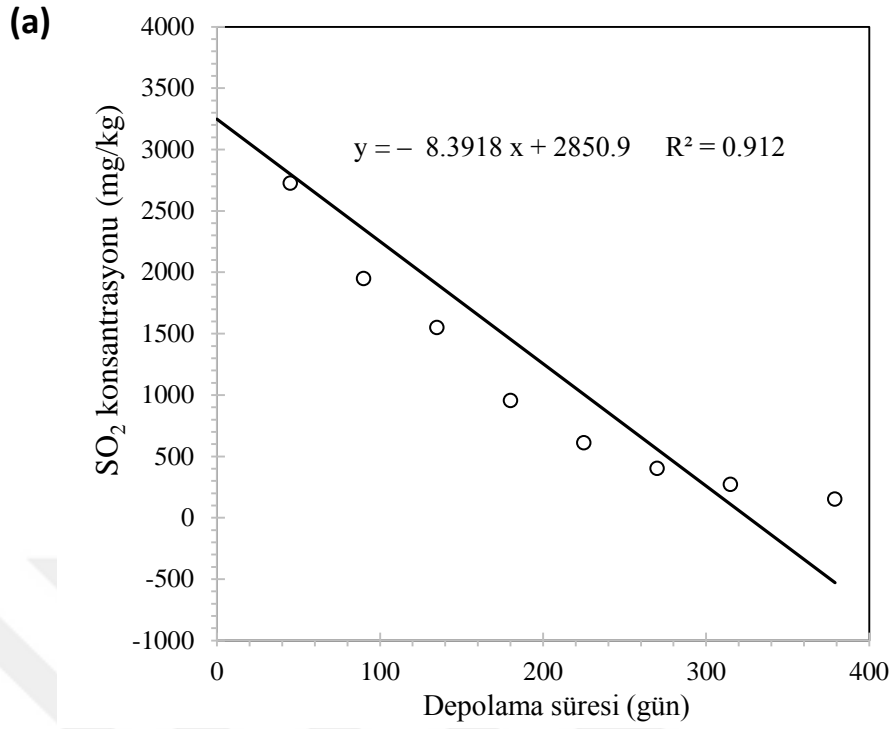
Şekil 4.12 Farklı düzeylerde SO₂ içeren kuru kayısıların 379.gün renklerindeki farklılıklar: **1:** 0 mg/kg SO₂ (Gün kurusu), **2:** 451 mg/kg SO₂, **3:** 832 mg/kg SO₂, **4:** 1594 mg/kg SO₂, **5:** 2112 mg/kg SO₂, **6:** 3241 mg/kg SO₂

4.9 Kuru Kayısların SO₂ İçeriğindeki Azalma

Farklı düzeylerde kükürtlünen kuru kayısların; farklı sıcaklıklarda (4°, 20° ve 30°C) depolanması süresince SO₂ içeriğindeki azalmalar incelenmiştir (EK 10). Örnek olarak, 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kuru kayısı örneklerinde, depolama süresince SO₂ içeriğindeki azalmaya ilişkin grafik şekil 4.13'te verilmiştir. Bu grafiklerde görüldüğü gibi, her bir depolama sıcaklığı için SO₂ kaybına ilişkin değerlerin “y” eksenine, sürelerin “x” eksenine yerleştirilmesiyle, aritmetik ve yarı-logaritmik ölçekli grafiklerde doğrusal eğriler elde edilmiştir. Ancak; yarı-logartimik ölçekli grafiklerde daha yüksek R² değeri elde edildiğinden; farklı düzeyde kükürtlünen kayısların SO₂ değerlerindeki kayba ilişkin eşitlikler ve R² değerleri birinci derece kinetik model esas alınarak hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon denklemleri ve R² değerleri çizelge 4.12'de verilmiştir.

Literatürde de, gerek yığın olarak (Stadtman vd. 1946) gerekse de ambalajlı olarak (Davis vd. 1973, Sağırılı vd. 2008) depolanan kuru kayıslardan SO₂ kaybının birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Ayrıca; üç farklı yöntemle (toz elementer kükürt yakılarak, SO₂ gazıyla ve sodyum metabisulfit çözeltisine daldırarak) kükürtlünen ve farklı sıcaklıklarda (5°, 20° ve 30°C) 12 ay boyunca depolanan kuru kayıslardan (Coşkun 2010) ve 40°, 50° ve 60°C'lerdeki kuru hava akımına tutulan kuru kayıslardan SO₂'in uzaklaşması da birinci dereceden kinetik modelle tanımlanmıştır (Özkan ve Cemeroğlu 2002).

EK 10 incelendiğinde, farklı sıcaklıklarda depolanan kuru kayısı örneklerinin SO₂ miktarındaki azalmanın beklendiği gibi sıcaklık arttıkça arttığı görülmektedir. 379 gün depolama sonunda; 30°C'de depolanan örneklerin SO₂ miktarında % 91–94 düzeyinde; 20°C'de depolananlarınkinde % 47–85 düzeyinde ve 4°C'de depolananlarınkinde ise % 8–37 düzeyinde azalma belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler; depolama süresince kuru kayıslardan SO₂ kaybını sınırlamak için kuru kayısların 4°C gibi düşük



Şekil 4.13 Yüksek düzeyde (3241 mg/kg) SO₂ içeren kuru kayısı örneğinin 30°C’de 379 gün depolanması süresince SO₂ düzeylerindeki azalmalar

a. Aritmetik, b. Yarı-logaritmik

sıcaklıklarda depolanması gerektiğini göstermektedir. Benzer şekilde, çizelge 4.12’de verilen SO₂ kaybı için *k* değerleri incelendiğinde de; sıcaklık artışının SO₂ kayıp hızını önemli düzeyde artırdığı görülmektedir. Örneğin, 451 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerden SO₂ kayıp hızı 4°C’de 1.22 x 10⁻³ gün⁻¹ iken, 20°C’de 5.09 x 10⁻³ gün⁻¹ ve 30°C’de ise 7.00 x 10⁻³ gün⁻¹’dir.

Çizelge 4.12 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince SO₂ miktarlarındaki azalmayı gösteren eşitlikler ve kinetik veriler

Sıcaklık (°C)	SO ₂ miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²	-k x 10 ³ (gün ⁻¹)	Q ₁₀ (20°-30°C)
4	451	log y = - 0.00053 x + 2.651	0.998	1.22	-
	832	log y = - 0.00026 x + 2.906	0.874	0.59	-
	1594	log y = - 0.00009 x + 3.188	0.363	0.21	-
	2112	log y = - 0.00015 x + 3.311	0.614	0.34	-
	3241	log y = - 0.00013 x + 3.496	0.521	0.30	-
20	451	log y = - 0.00221 x + 2.577	0.882	5.09	1.37
	832	log y = - 0.00200 x + 2.972	0.940	4.61	1.59
	1594	log y = - 0.00078 x + 3.210	0.974	1.79	4.88
	2112	log y = - 0.00088 x + 3.312	0.982	2.03	4.35
	3241	log y = - 0.00071 x + 3.496	0.977	1.64	4.82
30	451	log y = - 0.00304 x + 2.451	0.731	7.00	-
	832	log y = - 0.00318 x + 2.763	0.790	7.32	-
	1594	log y = - 0.00379 x + 3.198	0.809	8.73	-
	2112	log y = - 0.00384 x + 3.378	0.931	8.84	-
	3241	log y = - 0.00343 x + 3.574	0.987	7.90	-

Kükürtlü kayıslarda, kükürt; serbest ve bağılı formda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar; kükürtleme işleminden hemen sonra meyvenin absorbe ettiği kükürdün % 80–90'ının serbest, geri kalan % 10–20'sinin ise, bağılı halde bulunduğunu göstermiştir (McBean 1967). Kükürtleme ve kurutma süresinin artışıyla; bağılı kükürt miktarı artarken, serbest kükürt miktarı azalmaktadır. Benzer şekilde, kuru kayısların depolanması sırasında da; serbest formdaki kükürt miktarı (dolayısıyla toplam kükürt miktarı) hızla azalırken; başlangıçta bağılı formdaki kükürt miktarı oldukça sınırlı bir düzeyde değişmektedir. Ancak; depolama sıcaklık ve süresi arttıkça, kayısının yapısında bulunan sülfüroz asit çözeltilisinden serbest hale geçen SO₂'in kayıslardan uzaklaşma hızı da artmakta ve böylece bağılı ve toplam kükürt miktarı da azalmaktadır.

Çalışmamızdaki benzer şekilde, Coşkun (2010) tarafından yapılan çalışmada da, farklı yöntemlerle kükürtlenen ve 5°, 20° ve 30°C'de 1 yıl süreyle depolanan Hacihaliloğlu ve Kabaası çeşidi kuru kayısların SO₂ miktarında meydana gelen en yüksek azalışın 30°C'de (% 75–93) gerçekleştiği, bunu sırasıyla 20°C (% 46–68) ve 5°C'nin (% 27–42) izlediği belirlenmiştir. SO₂ içeriği 5350 mg/kg olan kuru kayısların 5 farklı sıcaklıkta (22.2°, 27.8°, 36.7°, 41.8° ve 49°C) depolandığı bir çalışmada ise, 22.2°C'de yaklaşık 4 ay depolama sonunda SO₂ düzeyinde % 26, 27.8°C'de depolamada aynı süre sonunda % 46, yaklaşık 9 ay sonunda ise % 74'lük kayıp olduğu saptanmıştır (Stadtman vd. 1946). Bu iki çalışmada da, kuru kayıslardan SO₂ kaybının depolama sıcaklık-süresine bağılı olarak değiştiği ve depolama sıcaklığının artışının SO₂ kaybının artışına neden olduğu ortaya konulmuştur.

Daha önce de belirtildiği üzere, araştırmamızda kullanılan kayısı örnekleri; aynı bahçeden aynı zamanda hasat edilmiş ve aynı kükürtleme odasında, aynı miktar SO₂ gazı verilerek, fakat; farklı süreler boyunca kükürtleme odasında tutularak kükürtlenmiştir. Kükürtleme sonunda ise, aynı süre ile güneşte kurutulmuştur. Daha sonra örnekler nem dengesine ulaşması için 1 ay boyunca plastik kovalarda bekletilmiş ve depolama işlemine başlanılmıştır. Bu uygulama; günümüzde Malatya'da uygulanan yöntemi birebir temsil etmektedir. Ancak bu şekilde yapılan kükürtlü kuru kayısı üretimi ile başlangıçtaki nem (EK 2) ve a_w (EK 3) değerleri farklı olan kuru kayıslar elde edilmiştir.

Depolama başlangıcında kuru kayısı örneklerinin nem ve a_w değerlerinin farklı olmasının; aynı sıcaklıkta depolanan örneklerden SO_2 'in farklı hızlarda uzaklaşmasına neden olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, Eheart ve Stoles (1945) de; depolama boyunca, kuru meyvelerden meydana gelen SO_2 kaybının, meyvedeki nem oranına bağlı olduğunu ve özellikle yüksek oranda nem (% 18–20) içeren kuru meyvelerden daha yüksek oranda SO_2 kaybının gerçekleştiğini bildirmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde; 4° ve 20°C’de depolanan örneklerden en düşük düzeyde nem (% 20.53 ve 20.60) içeren örneklerden (3241 ve 1594 mg/kg) en düşük hızda SO_2 kaybının gerçekleştiği görülmektedir.

4.10 İncelenen Parametrelerin Birbirleri ve Esmerleşme Değerleri Arasındaki İlişkiler

Depolama süresince; kuru kayısıların renginde meydana gelen esmerleşme üzerine incelenen faktörlerin etki düzeylerini belirlemek amacıyla; günkurusu ve kükürtlü kuru kayısıların 30°C’deki depolanmaları süresince esmerleşme değerlerindeki değişim “x” eksenine ve diğer faktörler ise “y” eksenine yerleştirilmiş ve aritmetik ölçekli grafikleri çizilmiştir. Bu amaçla elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmış ve bu analiz sonucunda saptanan regresyon denklemleri, R^2 ve r değerleri çizelge 4.13–4.14’te verilmiştir.

Kuru kayısıların renginde meydana gelen esmerleşme ile yukarıda belirtilen faktörlerin aralarındaki korelasyon düzeyi; korelasyon katsayısının 0–0.49 aralığında olması durumunda “zayıf”, 0.50–0.69 aralığında olması durumunda “orta”, 0.70–0.89 aralığında olması durumunda “kuvvetli” ve 0.90–1.00 aralığında olması durumunda ise, “çok kuvvetli” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.13 Günkurusu kayısıların renginde meydana gelen esmerleşme üzerine bazı faktörlerin etki düzeyleri

Parametre	r	Korelasyon düzeyi
Nem	0.922	Çok kuvvetli
Su aktivitesi	0.332	Zayıf
pH	0.996	Çok kuvvetli
Titration asitliği	0.789	Kuvvetli
Organik asitlerin etkisi		
Malik asit	0.400	Zayıf
Sitrik asit	0.643	Orta
Okzalik asit	0.668	Orta
Süksinik asit	0.409	Zayıf
Tanımsız	0.810	Kuvvetli
Karotenoid etkisi		
β-karoten	0.828	Kuvvetli

Çizelge 4.13 incelendiğinde, günkurusu kayısıların esmerleşme değerleri ile pH ($r=0.996$) ve nem değerleri ($r=0.922$) arasında “çok kuvvetli”; a^* değeri ($r=0.888$), L^* değeri ($r=0.814$), titration asitliği ($r=0.789$) arasında ise “kuvvetli” düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Aslında esmerleşme reaksiyonları üzerine su aktivitesinin önemli etkisinin olduğu bilinmektedir. Ancak; “**4.3. Su Aktivitesi (a_w) Düzeyindeki Değişim**” bölümünde de belirtildiği gibi depolama boyunca örneklerin su aktivitesi düzeyinde çok sınırlı düzeyde bir değişim meydana gelmiştir. Bu nedenle; depolama süresince su aktivitesinde meydana gelen değişimin esmerleşme düzeyi üzerine çok önemli bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Günkurusu kayısıların incelenen bileşimleri ile esmerleşme arasındaki ilişki dikkate alındığında; organik asitlerden tanımlanamayan organik asit ($r=0.810$, kuvvetli

düzyeyde), okzalik ($r=0.668$, orta düzeyde) ve sitrik asit ($r=0.644$, orta düzeyde) ile karotenoidlerin (kuvvetli düzeyde) esmerleşme üzerine önemli düzeyde katkıda buldukları görülmektedir.

Çizelge 4.14 Kükürtlü kuru kayısıların renginde meydana gelen esmerleşme üzerine bazı faktörlerin etki düzeyleri

Parametre	r	Korelasyon düzeyi
Nem	0.212	Zayıf
Su aktivitesi	0.148	Zayıf
pH	0.054	Zayıf
Titrasyon asitliği	0.054	Zayıf
SO ₂ kons.	0.602	Orta
Organik asitlerin etkisi		
Malik asit	0.440	Zayıf
Sitrik asit	0.609	Orta
Okzalik asit	0.063	Zayıf
Süksinik asit	0.354	Zayıf
Tanımsız	0.877	Kuvvetli
Karotenoid etkisi		
β-karoten	0.708	Kuvvetli

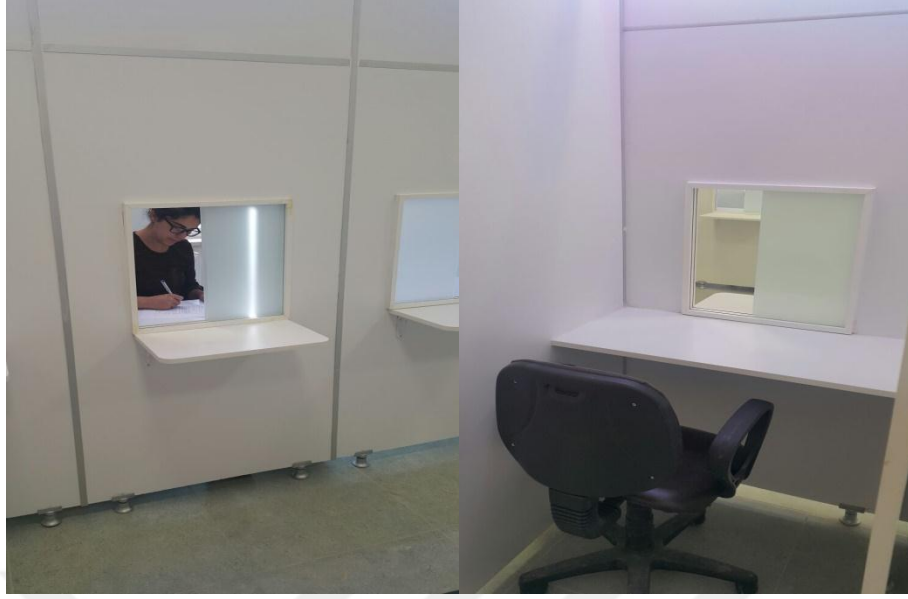
Çizelge 4.14 incelendiğinde, kükürtlü kuru kayısıların esmerleşme değerleri ile L* değeri ($r=0.816$) arasında “kuvvetli”; a* değeri ($r=0.662$) arasında ise “orta” düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kükürtlü kuru kayısıların incelenen bileşimleri ile esmerleşme arasındaki ilişki dikkate alındığında; karotenoidlerin ($r=0.708$, orta düzeyde) esmerleşme üzerine önemli düzeyde katkıda buldukları görülmektedir.

Kükürtlü kuru kayısıların incelenen bileşimleri ile esmerleşme arasındaki ilişki dikkate alındığında; organik asitlerden tanımlanamayan organik asit ($r=0.877$, kuvvetli düzeyde) ile esmerleşme üzerine önemli düzeyde katkıda buldukları görülmektedir. Günkurusu kayısılardaki esmerleşme üzerine tanımlanamayan organik asit ve okzalik asidin sırasıyla “kuvvetli” ve “orta” düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu organik asitlerin diğer organik asitlerle ilişkileri incelendiğinde ise; sadece tanımlanamayan organik asit ile okzalik asit miktarlarındaki değişim arasında “orta” düzeyde ($r=0.661$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum; günkurusu kayısılardaki esmerleşme üzerine organik asitlerin birbirleriyle etkileşiminin “orta” düzeyde etkili olduğunu göstermektedir. Kükürtlü kuru kayısılardaki esmerleşme üzerine ise; tanımlanamayan organik asit ve sitrik asidin sırasıyla “kuvvetli” ve “orta” düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu organik asitlerin diğer organik asitlerle ilişkileri incelendiğinde ise; tanımlanamayan organik asit ile okzalik asit miktarlarındaki değişim arasında “çok kuvvetli” düzeyde ($r=0.995$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum; kükürtlü kuru kayısılardaki esmerleşme üzerine belirtilen organik asitlerin birbirleriyle etkileşiminin “kuvvetli” düzeyde etkili olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, SO_2 içeren kuru kayısılarda meydana gelen esmerleşme üzerine Maillard reaksiyonunun yanısıra, organik asitlerin birbirleriyle etkileşimlerinin de önemli etkisinin olduğunu göstermiştir.

4.11 Duyusal Analizler

Duyusal analizde, farklı düzeylerde SO_2 içeren kuru kayısı örnekler (0, 451, 832, 1594, 2112 ve 3241 mg/kg), koku, renk, tat ve çiğnenebilirlik özelliklerine göre değerlendirilmiştir. Bu analizler, duyusal analiz için düzenlemiş olan birbirlerinden bölmeler ayrılmış özel bir odada gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Panel odası

Panelistlerin % 50'si 451 mg/kg; % 70'i ise 832 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneklerde yabancı kokuyu en düşük düzeyde algılamışlardır. Kayısı örneklerinde hissedilen yabancı koku, en çok 3241 mg/kg kuru kayısı örneğinde hissedilmiştir.

Renk analizinde, SO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak renkte meydana gelen iyileşmenin panelistler tarafından hangi düzeyde algılandığı ve panelistler için hangi SO₂ konsantrasyonunda elde edilen rengin albenisinin daha fazla olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. Panelistler SO₂ konsantrasyonunun azalışına bağlı olarak kuru kayıslarda meydana gelen esmer rengi % 76 oranında doğru sıralamışlardır. 451 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneğin rengi panelistlerin % 90'ı tarafından “çok koyu sarı”, 1594 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneğin rengi panelistlerin % 90'ı tarafından “sarı” ve 3241 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örneğin rengi ise, panelistlerin % 90'ı tarafından “çok açık sarı” olarak değerlendirilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, farklı sıcaklıklarda yaklaşık 1 yıl boyunca depolanan kuru kayıslarda β-karoten miktarındaki değişim incelendiğinde % 21–50 oranında azalma tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, β-karoten miktarındaki azalmaya bağlı olarak kuru kayısların renk değerlendirmesinin koyu tonlara doğru algılandığını göstermiştir.

Tat analizinde ise, SO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak meydana gelen ekėi tadın panelistler tarafından hangi düzeyde algılandığı ve panelistler için hangi SO₂ konsantrasyonunda elde edilen tadın daha çok beğenildiği tespit edilmeye alığılmıştır. Panelistlerin % 80’i 451 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örnekleri “tatlı”; % 70’i ise 1594 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren örnekleri “mayhoğ” olarak değerlendirmiğtir. Bu durum, SO₂ konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak kuru kayısılardaki tat kriterinin, tatlıdan mayhoğa doğru algılandığını göstermektedir.

Son olarak; kuru kayısı örneklerinde çiğnenebilirlik kriteri değerlendirilmiğtir. Bu kriter ile; nem miktarına bağlı olarak iğnenebilirlikte meydana gelen iyileğmenin panelistler tarafından hangi düzeyde algılandığı ve panelistler için hangi nem miktarında elde edilen çiğnenebilirlik düzeyinin daha çok beğenildiği tespit edilmeye alığılmıştır. Panelistler tarafından kkrtlenmiğ kuru kayısılardan en yüksek nem içeriğine (% 26.04) sahip olan örnek (832 mg/kg) “en yumuğak”, en dğk nem içeriğine (% 20.53) sahip olan örnek ise (3241 mg/kg) “en sert” olarak değerlendirilmiğtir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda elde edilen başlıca sonuçlar, aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- 1) Kükürtleme işlemlerinden elde edilen verilere (kükürtleme süresi ve SO₂ konsantrasyonu) matematiksel modelleme yapıldığında; 300 g sıvılaştırılmış SO₂ gazı kullanılması sonucunda kayısların SO₂ absorpsiyonunun “ $y = 2601.8 x / (1.87213 + x)$ ” denkleminde uygun olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu denkleme göre; 300 g sıvılaştırılmış SO₂ kullanılarak 125 kg kayısının SO₂ konsantrasyonunun en fazla 2601.8 mg/kg’a yükseltilebileceği de ortaya konulmuştur.
- 2) Depolama başlangıcında farklı düzeylerdeki SO₂ konsantrasyonunun esmerleşme ($r=-0.943$), sitrik asit ($r=0.846$) ve β -karoten ($r=0.964$) değerlerine “kuvvetli” ve “çok kuvvetli” düzeyde bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu durum, SO₂ konsantrasyonundaki artışın; esmerleşmeyi azalttığını, sitrik asit ve β -karoten reaksiyona girmesini önleyerek miktarlarının azalmasını engellediğini göstermektedir.
- 3) Depolama süresince gerçekleşen esmerleşme reaksiyonu üzerine, SO₂ konsantrasyonu ($r=-0.755$) kuvvetli, pH ($r=-0.980$) ve titrasyon asitliği ($r=0.966$) değişiminin, “çok kuvvetli” bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur.
- 4) Günkurusu ve SO₂ içeren kuru kayıslarda meydana gelen esmerleşme üzerine, farklı reaksiyonların etkili olduğu saptanmıştır.
 - Günkurusu kayıslardaki esmerleşme üzerine tanımlanamayan organik asit ($r=0.810$) ve okzalik asidin ($r=0.668$) sırasıyla “kuvvetli” ve “orta” düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu organik asitlerin diğer organik asitlerle ilişkileri incelendiğinde ise; sadece tanımlanamayan organik asit ile okzalik

asit miktarlarındaki değişim arasında “orta” düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum; günkurusu kayısılardaki esmerleşme üzerine **organik asitlerin birbirleriyle etkileşiminin “orta” düzeyde etkili olduğunu göstermektedir.**

- Kükürtlü kuru kayısılardaki esmerleşme üzerine ise; tanımlanamayan organik asit ve sitrik asidin sırasıyla “kuvvetli” ve “orta” düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu organik asitlerin diğer organik asitlerle ilişkileri incelendiğinde ise; tanımlanamayan organik asit ile okzalik asit miktarlarındaki değişim arasında “çok kuvvetli” düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu durum; kükürtlü kuru kayısılardaki esmerleşme üzerine belirtilen organik asitlerin birbirleriyle etkileşiminin “kuvvetli” düzeyde etkili olabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlar, **kükürtlü kuru kayısılardaki esmerleşme üzerine etkili olan kilit bileşenin “organik asitler” olduğunu göstermiştir.**

- 5) Depolama süresince günkurusu ve SO₂ içeren kuru kayıılarda meydana gelen esmerleşme üzerine, β-karoten miktarındaki değişimin (sırasıyla r=0.828 ve r=0.708) “kuvvetli” etkisi olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim. 1997. T.C. Resmi Gazete, Sayı: 23172. Başbakanlık Yayınevi, Başbakanlık Mevzuat, Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 224, Ankara.
- Anonim. 2008. TS 485. Kuru kayısı standardı, Türk Standartları Enstitüsü, 13, Ankara.
- Anonim. 2013. Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliği, <http://www.gkgm.gov.tr>, Erişim tarihi: 27.08.2015
- Anonim. 2015. TÜİK. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim Tarihi: 28.08.2015
- Anonymous. 1981. Codex standart for dried apricots. Codex Stan 130-1981, 5 p., <http://www.codexalimentarius.net> Erişim Tarihi: 04.09.2011.
- Anonymous. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, U.S.A.
- Ackermann, J., Fischer, M. and Amado, R. 1992. Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples (cv. *Glockenapfel*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 1131–1134.
- Aguilera, J.M., Oppermann, K. and Sanchez, F. 1987. Kinetics of browning of Sultana grapes. Journal of Food Science, 52, 990–993.
- 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.
- 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, 165, Ankara.
- Altunkaya, A. and Gökmen, V. 2009. Effect of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (*L. sativa*). Food Chemistry, 117, 122–126.
- Artes, F., Cano, A. and Fernandez-Trujillo, J.P. 1996. Pectolytic enzyme activity during intermittent warming storage of peaches. Journal of Food Science, 61, 311–314.
- Asma, B. M. 2011. Her yönüyle kayısı. Ankara, Turkey: Uyum Ajans.
- Bağdatlıoğlu, N. ve Hışıl, Y. 1993. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sırasında oluşan lezzet bileşikleri. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, 18(2), 111–116.

- 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.
- Bolin, H. R. and Stafford, A. E. 1974. Effect of processing and storage on provitamin A and vitamin C in apricots. *Journal of Food Science*, 39(5), 1034–1036.
- Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. 2002. Gıdalarda Maillard reaksiyonu. *Gıda*, 27(2), 77–83.
- Burdurlu, H.S. and Karadeniz, F. 2003. Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food Chemistry*. 80, 91–97.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda analizlerinde genel yöntemler. *Gıda Analizleri*, Cemeroğlu, B. (ed.), 1–85, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M. 2009. Meyve ve sebzelerin bileşimi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, Cemeroğlu, B. (ed.), 3. baskı, 1–236, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 38, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Chen, J.L., Yan, S., Feng, Z., Xiao, L. and Hu, X.S. 2006. Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of Yali pear (*Pyrus bertschneideri* Rehd) during storage. *Food Chemistry*, 97, 248–255.
- Coşkun, A. 2010. Farklı kükürtleme yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının kuru kayısıların fiziksel ve kimyasal niteliklerine etkisi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 119, Ankara.
- Çimen, Ç. 2007. Iğdır kayısının'dan (şalak) saflaştırılan polifenol oksidaz enzimi üzerinde bazı ilaç ve kimyasalların inhibisyon kinetiğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 63, Van.
- 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.
- Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D. and Boras, M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food chemistry*, 102(3), 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.

- Erdoğan, S. and Erdemoğlu, S. 2011. Evaluation of polyphenol contents in differently processed apricots using accelerated solvent extraction followed by high-performance liquid chromatography-diode array detector. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(7), 729–739.
- Eskin, N.A.M. and Shahidi, F. 2012. Biochemistry of food processing: Browning reactions. In: *Biochemistry of Foods*, 3rd ed., 245–289, Academic Press, London, England.
- Franzke, C.L., Grunert, K.S., Glowacz, S. and Kutschan, R. 1968. Zur Bestimmung geringer Mengen scheffliger Saure in Lebensmitteln. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 160, 13–20.
- Gökçe, K. 1966. Malatya kayısılarının kükürtlenmeleri üzerine teknik çalışmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 261, 87, Ankara.
- Haas, V.A. and Stadtman, E.R. 1949. Deterioration of dried fruits-Use of ion exchange resins to identify types of compounds involved in browning. *Industrial Engineering Chemistry*, 41, 983–985.
- Joubert, E., Wium, G. 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(1), 99–105.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S. and Ozturk, B. 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armenica* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 40(5), 753–758.
- Labuza, T.P. 1984. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. *Journal of Chemical Education*, 61(4), 348–349.
- Lamberts, L., Rombouts, I. and Delcour, J.A. 2008. Study of nonenzymic browning in α -amino acid and γ -aminobutyric acid/sugar model systems. *Food Chemistry*, 111(3), 738–744.
- Lee, C.M., Lee, T. and Chichester, C.O. 1979. Kinetics of the production of biologically active maillard browned products in apricot and glucose-L-Tryptophan. *Journal of Food Science*, 27, 478–482.
- Lee, H.S. and Nagy, S. 1988. Quality changes and nonenzymatic browning intermediates in grapefruit juice during storage. *Journal of Food Science*, 53, 168–180.
- Leite, J.B., Mancini, M.C. and Borges, S.V. 2007. Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. prata and d'água. *LWT-Food Science and Tecnology*, 40(2), 319–323.

- Levi, A., Ben-Shalom, N., Plat, D. and Reid, D.S. 1988. Effect of blanching and drying on pectin constituents and related characteristics of dehydrated peaches. *Journal of Food Science*, 53, 1187–1190.
- Lin, C.H. and Chen, B.H. 2005. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. *Food Chemistry*, 90, 837–846.
- Livingston, G.E. 1953. Malic acid-fructose reaction. *Journal of the American Chemical Society*, 75, 1342–1344.
- Löker, G.B., Açkurt, F., Amoutzopoulos, B., Alaşalvar, C., Bahar, M.G. ve Özay, G. 2008. Fonksiyonel gıda olarak taze ve gün kurusu kayısının bazı fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi-klinik uygulama. *Evin offset basımevi*, 132, Malatya.
- Korbel, E., Attal, E., Grabulos, J., Lluberias, E., Durand, N., Morel, G., Goli, T. and Brat, P. 2013. Impact of temperature and water activity on enzymatic and non-enzymatic reactions in reconstituted dried mango model system. *European Food Research and Technology*, 237(1), 39–46.
- Mangels, A.R., Holden, J.M., Beecher, G.R., Forman, M.R. and Lanza, E. 1993. Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *Journal of the American Dietetic Association*, 93(3), 284-296.
- McBean, D.McG. 1967. Levels of free and combined sulfur dioxide in fruits during sulfuring and drying. *Food Technology*, 21, 1402.
- Monier Williams G.W. 1927. The determination of sulphur dioxide in foods. Report No: 43. Public Health and Medical Subjects. Ministry of Health, London, England.
- Nury, F.S., Taylor, D.H. and Brekke, J.E. 1960. Research for better quality in dried fruits. Apricots. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service 74–19. Albany, CA, U.S.A.
- Ough, C.S. and Were, L. 2005. Sulfur dioxide and sulfites. *Antimicrobials in Foods*, Davidson, P.M., Sofos, J.N. and Branen, A.L. (eds.), Taylor&Francis Publication Co., pp. 143-167, Boca Raton, FL.
- Özkan, M. 2001. Kuru kayıslardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerinde araştırma. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 113, Ankara.
- Özkan, M. and Cemeroğlu, B. 2002. Desulfiting dried apricots by hot air flow. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1823–1828.

- 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.
- Özkan, M. 2009. Malatya kayısılarının kurutulması sırasında kükürt dioksit kaybı ve bazı kimyasal niteliklerdeki değişimler. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 08H4343005, 45, Ankara.
- Özkan, M., Cemeroğlu, B. ve Kırca Toklucu, A. 2010. Gıda Mühendisliğinde Reaksiyon Kinetiği, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:42, Bizim Grup Basımevi, 174, Ankara.
- Pallardy, S.G. 2010. *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, Inc. p. 464, London, England.
- Peryam, D.R. and Pilgrim, F.J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 11, 9–14.
- Radi, M., Mahrouz, M., Jaouad, A., Tacchini, M., Aubert, S., Hugues, M. and Amiot, M.J. 1997. Phenolic composition, browning susceptibility, and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. *Hortscience*, 32(6), 1087–1091.
- Rahman, M.S. 2007. *Handbook of Food Preservation*. 1088, CRC press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Rattanathanalerk, M., Chiewchan, N. and Srichumpoung, W. 2005. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *Journal of Food Engineering*, 66, 259–265.
- Reith, J.F. and Willems, J.J.L. 1958. Über die Bestimmung der schwefligen Saure in Lebensmitteln. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 3, 270–280.
- Roberts, A.C. and McWeeny, D.J. 1972. The uses of sulphur dioxide in the food industry. *International Journal of Food Science and Technology*, 7(3), 221–238.
- Rodriguez-Amaya D.B. 1993. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: *Shelflife Studies of Foods and Beverages*. Chemical, Biological, Physical and Nutritional Aspects. Charalambous, G. (ed), Elsevier Science Publishers, 547–589, Amsterdam, Netherlands.
- Rodriguez-Amaya, D.B. 2001. A guide to carotenoid analysis in foods. p.64, ILSI press Washington, DC, U.S.A.
- Sadler, G., Davis, J. and Dezman, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Science*, 55(5), 1460–1461.

- Sağırlı, F., Tağı, Ő., Özkan, M. and Yemiş, O. 2008. Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88, 858–869.
- Sant'ana, H.M.P., Stringheta, P.C., Brandao, S.C.C. and Azeredo, R.M.C. 1998. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Journal of Food Chemistry*, 61, 145–151.
- Sanz, M.L., Castillo, M.D., Corzo, N. and Olano, A. 2001. Formation of Amadori compounds in dehydrated fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5228–5231.
- Sapers, G.M. and Douglas, Jr. F.W. 1987. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *Journal of Food Science*, 52, 1258–1285.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M. and Toth-Markus, M. 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38, 1023–1029.
- 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.
- Skrede, G., Wrolstad, R.E. and Durst, R. W. 2000. Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*, 65(2), 357–364
- Stadtman, E.R., Barker, H.A., Haas, V. and Mrak, E.M. 1946. Storage of dried fruit: Influence of temperature on deterioration of apricots. *Industrial and Engineering Chemistry*, 38, 541–543.
- Sobutay, T. 2003. Kayısı sektör araştırması. İstanbul Ticaret Odası Dış Ticaret Őubesi Araştırma Servisi. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-54.pdf>, Erişim Tarihi: 05.06.2015.
- Tsai, C.H., Kong, M.S. and Pan, B. S. 1991. Water activity and temperature effects on nonenzymic browning of amino acids in dried squid and simulated model system. *Journal of Food Science*, 56, 665–670.
- Turner, J.F. 1948. The metabolism of the apple during storage. *Australian Journal of Biological Sciences*, 2, 138–153.
- Türkyılmaz, M. 2011. Düşük düzeylerde kükürtlenmiş kuru kayısıların değişik sıcaklıklarda depolanması sürecinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerindeki değişmeler. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 140, Ankara.

- 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.
- Versari, A., Parpinello, G.P., Mattioli, A.U. and Galassi, S. 2008. Characterisation of Italian commercial apricot juices by high-performance liquid chromatography analysis and multivariate analysis. *Food chemistry*, 108(1), 334–340.
- Wagner, L.A. and Warthesen, J.J. 1995. Stability of spray-dried encapsulated carrot carotenes. *Journal of Food Science*, 60, 1048–1053.
- Wang, H. Y., Hu, X. S., Chen, F., Wu, J. H., Zhang, Z.H., Liao, X. J. and Wang, Z.F. 2006. Kinetic analysis of non-enzymatic browning in carrot juice concentrate during storage. *European Food Research and Technology*, 223(2), 282–289.
- Yemenicioğlu, A., Özkan, M. and Cemeröğlu, B. 1997. Heat inactivation kinetics of apple polyphenol oxidase and activation of its latent form. *Journal of Food Science*, 62, 508–510.
- Yemiş, O., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2010. Gıda analizlerinde HPLC yöntemleri. *Gıda Analizleri*, Cemeröğlu, B. (ed.), 257–350, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Bizim Grup Basımevi, Ankara.

EKLER

- EK 1 Depolama başlangıcında kuru kayısların kimyasal özellikleri üzerine kükürt dioksit içeriğinin etkisine ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 2 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince nem düzeyindeki değişim
- EK 3 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince su aktivitesi düzeyindeki değişim
- EK 4 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince pH düzeyindeki değişim
- EK 5 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince titrasyon asitliği (g/100gkuru ağırlık) düzeyindeki değişim
- EK 6 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince esmerleşme düzeyindeki değişim
- EK 7 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince organik asit düzeyindeki değişim
- EK 8 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince karotenoid düzeyindeki değişim
- EK 9 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince reflektans renk değerleri düzeyindeki değişim
- EK 10 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince SO₂ düzeyindeki değişim
- EK 11 Farklı konsantrasyonlarda SO₂ içeren kuru kayısların farklı sıcaklıklarda depolanmaları süresince yapılan duyusal değerlendirmesinde kullanılan “Kayısların Duyusal Değerlendirme Formu”

EK 1 Depolama Başlangıcında Kuru Kayısların Kimyasal Özellikleri Üzerine Kükürt Dioksit İçeriğinin Etkisine İlişkin Varyans Analiz Çizelgeleri

Çizelge 1 Kuru kayısların nem düzeyine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	45.050	5	9.010	1.802x10 ⁹	0,000*
Hata	3.000x10 ⁻⁸	6	5.000x10 ⁻⁹		
Toplam	45.050	11			

*(P<0.05)

Çizelge 2 Kuru kayısların su aktivitesi düzeyine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	0.010	5	0.002	99 363.867	0.000*
Hata	1.200x10 ⁻⁷	6	2.000x10 ⁻⁸		
Toplam	0.010	11			

*(P<0.05)

Çizelge 3 Kuru kayısların esmerleşme miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	0.117	5	0.023	280.143	0.000*
Hata	0.001	6	8.358x10 ⁻⁵		
Toplam	0.118	11			

*(P<0.05)

Çizelge 4 Kuru kayısıların pH değerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	2.581	5	0.516	15 485.200	0.000*
Hata	0.000	6	3.333x10 ⁻⁵		
Toplam	2.581	11			

*(P<0.05)

Çizelge 5 Kuru kayısıların titrasyon asitliği düzeyine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	5.223	5	1.045	17 909.057	0.000*
Hata	0.001	6	5.833x10 ⁻⁵		
Toplam	5.224	11			

*(P<0.05)

Çizelge 6 Kuru kayısıların malik asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	111.789	5	58.994	1 84.534	0.000*
Hata	0.000	6	4.426		
Toplam	111.789	11			

*(P<0.05)

Çizelge 7 Kuru kayısıların sitrik asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	136.134	5	313.627	25.199	0.000*
Hata	3.131	6	5.131		
Toplam	139.265	11			

*(P<0.05)

Çizelge 8 Kuru kayısıların okzalik asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	255.171	5	611.034	45.748	0.000*
Hata	0.000	6	13.357		
Toplam	255.171	11			

*(P<0.05)

Çizelge 9 Kuru kayısıların süksinik asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	387.405	5	317.481	13.943	0.000*
Hata	0.376	6	2.729		
Toplam	387.718	11			

*(P<0.05)

Çizelge 10 Kuru kayısıların tanımsız asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	9.353	5	3.871	1.003	0.000*
Hata	0.000	6	1.006		
Toplam	9.353	11			

*(P<0.05)

Çizelge 11 Kuru kayısıların toplam organik asit miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	2.087x10 ²	5	6 111.209	456.890	0.000*
Hata	135.966	6	933.971		
Toplam	2.087x10 ²	11			

*(P<0.05)

Çizelge 12 Kuru kayısıların β-karoten miktarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
SO ₂ konsantrasyonu	6 133.849	5	8 876.980	4.281	0.000*
Hata	745.536	6	655.423		
Toplam	6 879.385	11			

*(P<0.05)

EK 2 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Nem Düzeyindeki Değişim

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	20.84 Ac	21.07 Ac	26.04 Aa	20.60 Ac	21.88 Ab	20.53 Ac
	45	20.60 Bd	20.82 Bc	25.64 Ba	20.04 Be	21.62 Bb	18.97 Bf
	90	20.22 Cd	20.41 Cc	24.43 Ca	19.21 Ce	21.04 Cb	18.69 Cf
	135	18.71 De	19.96 Dc	23.81 Da	18.90 Dd	20.18 Db	18.18 Df
	180	18.35 Ee	19.61 Ec	23.33 Ea	18.71 Ed	19.90 Eb	8.05 Ef
	225	17.95 Fe	19.80 Fb	22.65 Fa	18.43 Fd	19.46 Fc	17.85 Ff
	270	17.83 Ge	18.91 Gc	22.39 Ga	18.34 Gd	19.31 Gb	17.78 Gf
	315	17.79 He	18.76 Hc	22.17 Ha	18.28 Hd	19.19 Hb	17.77 Hf
	379	17.69 Ie	18.52 Ic	21.81 Ia	18.19 Id	19.01 Ib	17.72 Ie
20	0	20.84 Cb	21.07 Ad	26.04 Aa	20.60 Bc	21.88 Af	20.53 Ae
	90	21.77 Ab	19.40 Be	25.14 Ba	20.80 Ac	18.46 Bf	19.14 Bd
	180	20.90 Bb	17.61 Cf	24.02 Ca	19.25 Cc	17.73 Ce	18.15 Cd
	270	20.69 Db	17.52 Df	23.63 Da	19.11 Dc	17.61 De	18.00 Dd
	379	20.60 Ec	17.53 Ec	23.40 Ea	19.06 Ec	17.55 Eb	17.98 Ec
4	0	20.84 Cc	21.07 Cc	26.04 Aa	20.60 Ac	21.88 Ab	20.53 Cc
	180	22.13 Ac	22.15 Ab	24.58 Ba	19.41 Bf	19.88 Be	20.85 Ad
	379	22.05 Bc	22.07 Bb	24.47 Ca	19.33 Cf	19.81 Ce	20.75 Bd

Esmerleşme değerleri, aritmetik ortalama=standart sapma olarak verilmiştir.

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

a-f : Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 3 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Su Aktivitesi Düzeyindeki Değişim

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	0.6505±0.000Bb	0.6369±0.001Cd	0.7054±0.001Aa	0.6157±0.000Bf	0.6454±0.001Bc	0.6255±0.001Be
	45	0.6438±0.001Cb	0.6123±0.001Ge	0.6824±0.000Ga	0.5966±0.001Ff	0.6304±0.001Ec	0.6159±0.001Dd
	90	0.6543±0.001Aa	0.6440±0.001Ac	0.6529±0.001Hb	0.6307±0.001Ad	0.6529±0.001Ab	0.6307±0.001Ad
	135	0.6286±0.001Dd	0.6315±0.002Dc	0.6883±0.001Fa	0.5969±0.001EFf	0.6456±0.001Bb	0.6169±0.001Ce
	180	0.5996±0.001Ff	0.6411±0.001Bb	0.6513±0.001Ia	0.6069±0.001Ce	0.6334±0.001Dc	0.6126±0.001Gd
	225	0.6027±0.001Fd	0.6138±0.001Fc	0.7005±0.001Da	0.5827±0.001Gf	0.6286±0.001Fb	0.5932±0.001Ie
	270	0.6301±0.001Dc	0.6433±0.001Ab	0.7012±0.001Ca	0.5971±0.001Ef	0.6220±0.001Hd	0.6152±0.001Ee
	315	0.6470±0.001Cb	0.6361±0.001Cc	0.7040±0.001Ba	0.6070±0.001Ce	0.6392±0.001Cc	0.6136±0.001Fd
	379	0.6093±0.001Ed	0.6270±0.001Eb	0.6935±0.001Ea	0.5992±0.001Df	0.6240±0.001Gc	0.6017±0.001He
20	0	0.6505±0.000Cb	0.6369±0.001Dd	0.7054±0.001Da	0.6157±0.000Cf	0.6454±0.001Cc	0.6255±0.001Be
	90	0.6582±0.001Bb	0.6465±0.001Ad	0.7127±0.001Aa	0.6228±0.001Af	0.6575±0.001Ac	0.6368±0.001Ae
	180	0.6596±0.001Ab	0.6438±0.001Bd	0.7124±0.001Ba	0.6181±0.001Bf	0.6480±0.001Bc	0.6256±0.001Be
	270	0.6502±0.001Cb	0.6412±0.001Cc	0.7106±0.001Ca	0.6120±0.001Df	0.6407±0.001Dd	0.6231±0.001Ce
	379	0.6445±0.001Db	0.6302±0.001Ed	0.6964±0.001Ea	0.6097±0.001Ef	0.6372±0.001Ec	0.6202±0.001De
4	0	0.6505±0.000Cb	0.6369±0.001Cd	0.7054±0.001Ca	0.6157±0.000Bf	0.6454±0.001Cc	0.6255±0.001Ce
	180	0.6567±0.001Bb	0.6460±0.001Bd	0.7084±0.001Ba	0.6032±0.001Cf	0.6520±0.001Bc	0.6286±0.001Be
	379	0.6630±0.001Ab	0.6497±0.001Ad	0.7096±0.001Aa	0.6224±0.001Af	0.6564±0.001Ac	0.6385±0.001Ae

Su aktivitesi değerleri, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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

a-f : Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 4 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince pH Düzeyindeki Değişim

88

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	5.37±0.007Aa	4.59±0.000Ab	4.51±0.000BCc	4.25±0.007Dd	4.09±0.007Be	3.95±0.007Af
	45	5.34±0.007Ba	4.59±0.000Ab	4.55±0.007Ac	4.27±0.000Cd	4.13±0.007Ae	3.94±0.000Af
	90	5.27±0.007Ca	4.52±0.000Cb	4.49±0.014Cc	4.26±0.007Dd	4.10±0.007Be	3.88±0.007Cf
	135	5.23±0.007Da	4.56±0.007Bb	4.52±0.007Bc	4.31±0.000Ad	4.14±0.007Ae	3.84±0.007Ef
	180	5.15±0.007Ea	4.52±0.007Ab	4.44±0.000ABc	4.25±0.007ABd	4.15±0.007Ae	3.91±0.001Bf
	225	5.09±0.007Fa	4.47±0.000Db	4.41±0.007Dc	4.29±0.007Bd	4.10±0.007Be	3.93±0.007Af
	270	5.11±0.007Ga	4.39±0.007Eb	4.35±0.007Ec	4.23±0.007Ed	4.00±0.007Ce	3.87±0.007CDF
	315	4.98±0.007Ha	4.31±0.007Fb	4.27±0.007Fc	4.19±0.007Fd	3.98±0.007Ce	3.86±0.007Df
	379	4.91±0.007Ia	4.21±0.000Gb	4.15±0.007Gc	4.10±0.000Gd	3.89±0.007De	3.79±0.007Ff
20	0	5.37±0.007Aa	4.59±0.000Bb	4.51±0.000Bc	4.25±0.007Ad	4.09±0.007Be	3.95±0.007Af
	90	5.32±0.007Ba	4.64±0.007Ab	4.56±0.007Ac	4.23±0.007Bd	4.11±0.007Ae	3.90±0.000Cf
	180	5.27±0.007Ca	4.65±0.014Ab	4.58±0.007Ac	4.26±0.001Ad	4.12±0.014Ae	3.92±0.007Bf
	270	5.24±0.007Da	4.52±0.007Cb	4.46±0.007Cc	4.18±0.007Cd	4.05±0.007Ce	3.91±0.007BCf
	379	5.18±0.007Ea	4.50±0.007Db	4.44±0.007Cc	4.16±0.000Dd	4.04±0.007Ce	3.87±0.007Df
4	0	5.37±0.007Aa	4.59±0.000ABb	4.51±0.000Ac	4.25±0.007Bd	4.09±0.007Be	3.95±0.007Af
	180	5.33±0.007Ba	4.58±0.007Bb	4.51±0.000Ac	4.26±0.007Ad	4.10±0.000Ae	3.94±0.000Af
	379	5.31±0.007Ba	4.60±0.007Ab	4.50±0.007Bc	4.24±0.007Bd	4.08±0.007Be	3,91±0.007Bf

pH değerleri, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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

a-f : Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 5 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Titrasyon Asitliği (g/100g kuru ağırlık) Düzeyindeki Değişim

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	0.96±0.008Ff	1.74±0.009Ie	1.81±0.005Hd	2.34±0.126Fc	2.50±0.005Ib	3.03±0.006CDa
	45	1.08±0.002Ef	1.88±0.004He	1.91±0.008Gd	2.44±0.004DEc	2.52±0.006Hb	3.03±0.011CDa
	90	1.24±0.002Df	1.94±0.006Ge	1.96±0.004Fd	2.45±0.004DEc	2.53±0.004Gb	3.04±0.002CDa
	135	1.25±0.004Cf	1.97±0.004Fe	1.98±0.004Ed	2.46±0.006Dc	2.54±0.006Fb	3.05±0.004Ca
	180	1.25±0.000Ce	2.19±0.010Ed	2.21±0.001Dd	2.49±0.010Cc	2.64±0.000Eb	3.03±0.010DEa
	225	1.29±0.009Cf	2.28±0.000De	2.26±0.000Cd	2.54±0.009Ec	2.74±0.009Db	3.05±0.010Ea
	270	1.23±0.004Df	2.31±0.006Ce	2.27±0.002Cd	2.53±0.007Bc	2.79±0.006Cb	3.10±0.007Ba
	315	1.38±0.002Bf	2.37±0.002Be	2.34±0.006Bd	2.55±0.004Ac	2.86±0.007Bb	3.11±0.009Ba
	379	1.40±0.006Af	2.42±0.000Ae	2.48±0.007Ad	2.54±0.009Ac	2.88±0.006Ab	3.14±0.009Aa
20	0	0.96±0.009Df	1.74±0.009De	1.81±0.005Cd	2.34±0.126Bc	2.50±0.005Eb	3.03±0.006BCa
	90	1.08±0.002Cf	1.81±0.002Ce	1.93±0.004Bd	2.32±0.011Bc	2.52±0.005Db	2.98±0.002Da
	180	1.09±0.000Cf	1.84±0.001Be	1.93±0.010Bd	2.33±0.010Bc	2.55±0.001Cb	3.08±0.010Aa
	270	1.19±0.006Ae	1.97±0.004Ad	1.98±0.009Ad	2.38±0.006Ac	2.60±0.004Ab	3.03±0.004Ca
	379	1.18±0.009Bf	1.98±0.005Ae	1.99±0.005Ad	2.39±0.009Ac	2.58±0.009Bb	3.06±0.006Ba
4	0	0.96±0.008Af	1.74±0.009Ae	1.81±0.005Ad	2.34±0.126Ac	2.50±0.004Ab	3.03±0.006Aa
	180	0.88±0.010Be	1.68±0.000Bd	1.70±0.010Bd	2.27±0.000Bc	2.34±0.000Bb	2.93±0.000Ca
	379	0.95±0.009Af	1.69±0.009Be	1.82±0.009Ad	2.28±0.004Bc	2.43±0.009Cb	2.97±0.009Ba

Titrasyon asitliği değerleri, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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

a-f : Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 6 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Esmerleşme Düzeyindeki Değişim

100

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	0.464±0.0145Ia	0.400±0.0068Ib	0.335±0.0156Id	0.241±0.0001He	0.225±0.0000He	0.191±0.0003Gf
	45	0.704±0.0145Ha	0.600±0.0221Hb	0.505±0.0142Hd	0.230±0.0139Hf	0.388±0.0000Ge	0.380±0.0071Ge
	90	1.167±0.0090Ga	1.205±0.0002Ga	0.914±0.0378Gb	0.396±0.0144Gc	0.324±0.0142GHd	0.250±0.0069Fe
	135	1.685±0.0205Fc	2.150±0.0378Fa	1.768±0.0666Fb	0.656±0.0063Fd	0.585±0.0065Fd	0.444±0.0078Fe
	180	2.544±0.0334Ec	3.460±0.0384Ea	2.929±0.0703Eb	1.228±0.0002Ed	1.121±1.1349Ee	0.771±0.0139Ef
	225	3.084±0.0145Dc	4.810±0.1240Da	3.568±0.0633Db	1.919±0.0010De	2.090±0.0004Dd	1.377±0.0355Df
	270	4.020±0.0705Cc	6.090±0.1943Ca	4.526±0.0201Cb	2.250±0.0278Cf	3.158±0.0811Cd	2.495±0.0886Ce
	315	4.615±0.0750Bc	7.131±0.0254Ba	5.759±0.0675Bb	4.068±0.0904Be	4.305±0.0436Bd	3.489±0.0270Bf
	379	5.364±0.0585Ad	9.318±0.0888Aa	7.549±0.0735Ab	5.116±0.1156Ae	6.216±0.1602Ac	5.296±0.0026Ade
20	0	0.464±0.0145Da	0.400±0.0068Db	0.335±0.0156Dc	0.241±0.0001Dd	0.225±0.0000Dd	0.191±1.0003De
	90	0.495±0.0072Da	0.406±0.0007Db	0.342±0.0000Dd	0.202±0.0144Ee	0.373±0.0001Ad	0.380±0.0065Ac
	180	0.651±0.0068Ca	0.543±0.0133Cb	0.478±0.0076Cc	0.282±0.0069Cd	0.253±0.0001Ce	0.225±0.0004Cf
	270	0.856±0.0270Ba	0.736±0.0127Bb	0.590±0.0370Bc	0.306±0.0139Bd	0.257±0.0074Bd	0.199±0.0069De
	379	1.147±0.0017Aa	1.095±0.0008Ab	0.802±0.0154Ac	0.365±0.0003Ad	0.296±0.0072Be	0.244±0.0001Bf
4	0	0.464±0.0145Aa	0.400±0.0068Ab	0.335±0.0156Ac	0.241±0.0001Ad	0.225±0.0000Ad	0.191±1.0003Be
	180	0.442±0.0001Aa	0.395±0.0068ABb	0.323±0.0071Ac	0.234±0.0070Ad	0.230±0.0000Ad	0.222±0.0146Ad
	379	0.467±0.0074Aa	0.374±0.0068Bb	0.312±0.0074Ac	0.213±0.0074Bd	0.204±0.0069Bde	0.192±0.0001Be

Esmerleşme değerleri, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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

a-d : Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 7 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Organik Asit Dağılımı ve Miktarlarındaki (g/kg kuru madde) Değişimler

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
<i>Malik Asit</i>							
30	0	17.43±0.08Aa	11.78±0.05Ac	11.72±0.04Ac	11.47±0.12Ad	11.10±0.05Be	15.66±0.06Ab
	45	11.61±0.11Ca	9.16±0.04Bc	9.98±0.04Cb	9.24±0.06Bc	9.81±0.11DEb	11.54±0.16Ca
	90	11.16±0.01Da	9.29±0.24Bbc	9.02±0.08Dc	8.32±0.09Cd	9.59±0.18Eb	11.40±0.16CDa
	135	9.97±0.13Ea	9.24±0.09Bb	8.10±0.08Ee	8.43±0.03Cd	8.56±0.16Fd	8.90±0.05Fc
	180	9.96±0.05Eb	8.60±0.15Ce	8.82±0.05Dd	9.07±0.13Bc	10.06±0.02Db	10.43±0.07Ea
	225	12.45±0.12Ba	9.35±0.01Bf	10.62±0.01Be	11.71±0.03Ad	11.99±0.01Ac	12.17±0.05Bb
	270	11.28±0.31Da	9.36±0.19Bb	10.75±0.34Ba	9.28±0.62Bb	10.72±0.23Ca	11.28±0.08Da
	315	11.26±0.08Da	9.09±0.04Bcd	9.90±0.03Cb	9.25±0.21Bc	8.70±0.36Fd	10.25±0.07Eb
	379	9.02±0.08Fa	7.60±0.18Dd	7.97±0.06Ec	8.03±0.06Cc	8.38±0.02Fb	8.20±0.07bGc
20	0	17.43±0.08Aa	11.78±0.05Ac	11.72±0.04Ac	11.47±0.12Ad	11.10±0.05Ae	15.66±0.06Ab
	90	12.84±0.10Ba	8.63±0.03Be	10.39±0.07Bc	9.69±0.14Bd	10.36±0.05Bc	11.68±0.04Bb
	180	10.36±0.06Ca	8.50±0.03Be	8.98±0.07Cc	8.64±0.05Cd	9.06±0.03Cc	10.08±0.05Cb
	270	9.70±0.15Da	7.67±0.13Ce	8.70±0.03bDc	8.21±0.08Dd	8.48±0.06Dc	8.74±0.03Db
	379	9.45±0.02Ea	7.56±0.03Cd	7.73±0.04Ed	8.13±0.09Dc	8.05±0.01Ec	8.65±0.16Db
4	0	17.43±0.08Aa	11.78±0.05Ac	11.72±0.04Ac	11.47±0.12Ad	11.10±0.05Ae	15.66±0.06Ab
	180	11.01±0.02Bb	9.49±0.03Bd	9.88±0.05Bc	9.21±0.02Be	9.32±0.02Be	13.20±0.14Ba
	379	10.98±0.09Bb	9.42±0.08Bc	9.07±0.08Ce	9.11±0.04Be	9.30±0.10Bcd	11.82±0.11Ca
<i>Sitrik Asit</i>							
30	0	2.66±0.08Dc	2.46±0.06Ed	2.70±0.01Gc	3.23±0.06Gb	3.30±0.01Fb	3.71±0.03EFa
	45	2.37±0.04Ed	2.36±0.05Ed	3.05±0.06Fc	3.33±0.06Gb	3.62±0.07Fa	3.71±0.03EFa
	90	2.25±0.03Fe	3.03±0.08Dd	3.41±0.06Ec	3.93±0.11Fa	3.70±0.07Fb	3.65±0.07EFb
	135	2.12±0.01Gd	2.42±0.04Ec	3.71±0.03Db	4.37±0.03Ea	4.36±0.02Ea	4.44±0.07Ea
	180	1.97±0.03Hc	1.54±0.01Gd	1.69±0.03Id	5.09±0.03Db	5.21±0.08Db	5.57±0.18Da
	225	2.59±0.02Dd	1.90±0.01Ff	2.27±0.01He	2.70±0.01Hc	2.76±0.03Gb	2.85±0.02Fa
	270	2.83±0.03Ce	5.74±0.06Cd	6.84±0.16Cc	6.89±0.04Cc	12.33±0.05Cb	12.56±0.02Ca
	315	3.64±0.05Bd	7.47±0.03Bc	7.77±0.12Bc	10.46±0.21Bb	13.60±0.54Ba	14.46±1.38Ba
	379	3.81±0.03Ae	7.63±0.03Ad	10.75±0.03Ac	11.13±0.10Ac	17.11±0.24Ab	21.72±0.32Aa

EK 7 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Organik Asit Dağılımı ve Miktarlarındaki (g/kg kuru madde) Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
20	0	2.66±0.08Ac	2.46±0.06Ad	2.70±0.01Bc	3.23±0.06Ab	3.30±0.01Ab	3.71±0.03Aa
	90	2.51±0.01Be	2.23±0.03Bf	2.88±0.01Ad	3.16±0.07Ac	3.29±0.04Ab	3.72±0.04Aa
	180	1.72±0.01De	1.66±0.02Cf	1.93±0.03Dd	2.14±0.01Cc	2.42±0.01Cb	3.01±0.03Ba
	270	1.77±0.01Dd	1.69±0.02Cd	2.21±0.06Cc	2.33±0.02Bb	2.39±0.01Cb	2.95±0.06Ba
	379	2.03±0.03Ce	2.13±0.04Bd	2.69±0.02Bc	3.17±0.04Aa	2.63±0.06Bc	2.94±0.05Bb
4	0	2.66±0.08Ac	2.46±0.06Ad	2.70±0.01Ac	3.23±0.06Ab	3.30±0.01Ab	3.71±0.03ABa
	180	2.00±0.02Cd	1.76±0.05Ce	1.95±0.01Cd	2.31±0.04Cc	2.45±0.01Cb	3.53±0.03Ba
	379	2.32±0.04Be	2.04±0.02Be	2.07±0.02Bd	2.91±0.07Bc	3.13±0.02Bb	3.86±0.15Aa
<i>Okzalik Asit</i>							
30	0	0.28±0.01Bf	1.10±0.01Ed	0.98±0.01Fe	1.15±0.03Gc	1.20±0.06Gb	1.73±0.02Ga
	45	0.21±0.01Ed	1.16±0.01CDc	1.25±0.01Dc	1.20±0.01Fc	1.57±0.01Fb	1.72±0.08Ga
	90	0.20±0.01DEe	1.18±0.02BCd	1.29±0.01Cc	1.32±0.01Ec	1.58±0.02Fb	2.11±0.01Fa
	135	0.22±0.01Df	1.22±0.04Be	1.37±0.01Bd	1.52±0.01Cc	1.70±0.01Eb	2.32±0.01Ea
	180	0.21±0.01DEe	1.11±0.01Ed	1.13±0.01Ed	1.20±0.01Fc	1.55±0.01Fb	2.13±0.01Fa
	225	0.33±0.01Af	1.52±0.02Ae	1.78±0.01Ad	2.43±0.01Ac	3.22±0.02Ab	3.94±0.02Aa
	270	0.28±0.01BCf	1.14±0.01DEe	1.34±0.03Bd	1.41±0.01Dc	1.83±0.02Db	2.53±0.02Da
	315	0.35±0.01Af	1.12±0.01Ee	1.28±0.01Cd	1.78±0.02Bc	2.17±0.03Bb	3.16±0.01Ba
	379	0.27±0.01Ce	0.97±0.01Fd	1.01±0.01Fd	1.42±0.01Dc	1.91±0.04Cb	2.91±0.04Ca
20	0	0.28±0.01Bf	1.10±0.01Bd	0.98±0.01Ee	1.15±0.03Bc	1.20±0.06Db	1.73±0.02Ca
	90	0.26±0.01Ce	1.09±0.01Cd	1.21±0.01Bb	1.15±0.01Bc	1.23±0.01CDb	1.74±0.01Ca
	180	0.19±0.01De	1.02±0.01Dd	1.12±0.01Dc	1.09±0.02Cc	1.29±0.01Bb	1.86±0.01Ba
	270	1.17±0.01Ac	0.98±0.02Ee	1.16±0.01Cc	1.09±0.01Cd	1.27±0.01BCb	1.46±0.02Da
	379	0.17±0.01Ee	1.14±0.01Ad	1.33±0.01Ac	1.30±0.01Ac	1.51±0.04Ab	2.06±0.01Aa
4	0	0.28±0.01Af	1.10±0.01Ad	0.98±0.01Ae	1.15±0.03Ac	1.20±0.06Ab	1.73±0.02Aa
	180	0.21±0.01Bf	0.96±0.01Bd	0.90±0.01Be	0.99±0.01Bc	1.08±0.01Bb	1.72±0.01Aa
	379	0.20±0.01Cf	0.96±0.01Bd	0.85±0.01Ce	0.99±0.01Bc	1.07±0.02Bb	1.67±0.01Ba

EK 7 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Organik Asit Dağılımı ve Miktarlarındaki (g/kg kuru madde) Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
<i>Süksinik Asit</i>							
30	0	31.76±0.03Aa	13.51±0.06Ac	13.90±0.01Ab	7.86±0.08Dd	7.80±0.22DEd	6.80±0.16De
	45	8.52±0.04Ec	11.70±0.05Cb	12.27±0.15Da	6.38±0.04Fe	7.16±0.02Fd	6.34±0.12Ee
	90	8.18±0.07Dc	11.64±0.06Ca	11.29±0.14Eb	6.48±0.03Ee	7.01±0.01Ed	5.90±0.01Ff
	135	8.13±0.10Ec	11.52±0.10Bb	12.60±0.06Ba	7.62±0.15Cc	7.04±0.03Ed	5.88±0.11Fe
	180	7.87±0.03Fd	10.24±0.05Ea	9.92±0.13Gb	7.15±0.10Ee	6.98±0.07Dc	5.50±0.07Gf
	225	9.32±0.01Dd	9.53±0.04Fc	11.33±0.02Ea	9.39±0.02Bd	10.02±0.06Bb	8.95±0.06Ce
	270	9.95±0.02Bc	10.60±0.09Db	12.39±0.08Da	9.36±0.13Bd	10.11±0.21Bc	9.58±0.21Bd
	315	9.78±0.14Cd	11.68±0.13Cb	12.56±0.07Ca	11.81±0.22Ab	11.21±0.24Ac	11.84±0.17Ab
	379	8.55±0.01Ed	9.45±0.05Fb	10.32±0.07Fa	8.40±0.10Cd	8.87±0.04Cc	8.96±0.21Cc
20	0	31.76±0.03Aa	13.51±0.06Ac	13.90±0.01Ab	7.86±0.08Ad	7.80±0.22Ad	6.80±0.16Be
	90	9.11±0.05Cc	9.97±0.03Db	10.15±0.03Da	7.17±0.03Bd	6.60±0.05Ce	6.16±0.05Cf
	180	7.16±0.04Dc	9.38±0.05Db	9.74±0.01Ea	5.83±0.01Cd	5.55±0.02Ee	4.30±0.11Df
	270	7.27±0.13Dc	10.25±0.28Cb	11.58±0.05Ca	6.02±0.14Cd	5.94±0.08Dd	6.06±0.04Cd
	379	9.19±0.03Bc	11.20±0.36Bb	12.30±0.17Ba	7.26±0.41Bd	7.03±0.02Bd	7.15±0.08Ad
4	0	31.76±0.03Aa	13.51±0.06Ac	13.90±0.01Ab	7.86±0.08Ad	7.80±0.22Ad	6.80±0.16Ae
	180	7.56±0.08Bc	10.05±0.03Ba	9.84±0.01Bb	4.86±0.02Be	5.71±0.04Bd	4.65±0.04Bf
	379	7.53±0.02Bb	9.96±0.01Ba	9.96±0.17Ba	4.84±0.0B6d	5.26±0.12Bc	4.59±0.08Be
<i>Tanımsız Asit</i>							
30	0	–	–	–	–	–	–
	45	18.68±0.05Aa	1.26±0.04Ab	1.19±0.01Ab	–	–	–
	90	14.02±0.35Ba	0.67±0.02Bb	0.65±0.02Bb	–	–	–
	135	12.34±0.02CDa	0.49±0.03Cb	0.43±0.02Cb	–	–	–
	180	11.76±0.02Ca	0.26±0.00Db	0.25±0.00Db	–	–	–
	225	11.90±0.05CD	–	–	–	–	–
	270	10.87±0.08D	–	–	–	–	–
	315	10.79±0.07D	–	–	–	–	–
	379	9.18±0.07E	–	–	–	–	–

EK 7 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Organik Asit Dağılımı ve Miktarlarındaki (g/kg kuru madde) Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
<i>Tanımsız Asit</i>							
20	0	-	-	-	-	-	-
	90	16.83±0.03Aa	0.76±0.01b	0.71±0.02b	-	-	-
	180	14.19±0.02Ba	0.74±0.01b	0.60±0.01b	-	-	-
	379	13.76±0.03D	-	-	-	-	-
4	0	-	-	-	-	-	-
	180	17.47±0.06a	0.86±0.01b	0.73±0.01b	-	-	-
	379	17.12±0.12a	-	-	-	-	-
<i>Toplam asit</i>							
30	0	44.32±0.09Ab	38.37±0.09Cc	37.06±0.01Gd	36.17±0.16Ee	36.45±0.15Ge	48.58±0.35Fa
	45	40.59±0.04Bb	35.26±0.02Ed	38.56±0.19Ec	33.75±0.09Fe	40.54±0.79Fb	43.97±1.20Ga
	90	35.80±0.05De	36.55±0.40Dd	38.02±0.11Fc	36.00±0.01Ede	40.77±0.49EFb	49.11±0.16EFa
	135	32.50±0.19Fe	36.40±0.65Dd	39.72±0.01Dc	40.36±0.22Dc	42.34±0.31DEb	50.68±0.10Ea
	180	31.26±0.09Gf	31.98±0.15Fe	32.53±0.06Hd	36.55±0.17Ec	43.24±0.07Db	50.61±0.23Ea
	225	37.32±0.08Cf	38.59±0.02BCe	45.18±0.04Bd	54.78±0.32Ac	68.80±0.41Ab	76.69±0.41Ca
	270	35.11±0.43Ef	39.04±0.25Be	45.86±0.38Ac	43.46±0.88Cd	58.58±0.16Cb	69.19±0.47Da
	315	36.91±0.34Cf	41.42±0.05Ae	45.50±0.21ABd	55.02±0.49Ac	63.90±1.76Bb	81.10±1.64Ba
	379	31.41±0.16Gf	36.70±0.08De	42.26±0.13Cd	47.53±0.57Bc	63.12±0.90Bb	83.27±0.33Aa
20	0	44.32±0.09Bb	38.37±0.09Ac	37.06±0.01Ad	36.17±0.16Ae	36.45±0.15Ae	48.58±0.35Aa
	90	39.91±0.07Cb	30.06±0.16Df	35.32±0.14Bc	30.81±0.15Ce	33.04±0.24Cd	43.59±0.28Ca
	180	32.42±0.10Ec	31.16±0.12Cd	32.51±0.07Dc	29.68±0.42De	34.25±0.04Bb	42.39±0.17Da
	270	46.18±0.13Aa	29.41±0.30Ee	34.57±0.13Cc	29.67±0.07De	32.56±0.05Cd	36.36±0.39Eb
	379	33.10±0.19Dd	32.74±0.37Bd	37.13±0.05Ab	34.52±0.32Bc	36.51±0.77Ab	45.65±0.25Ba
4	0	44.32±0.09Ab	38.37±0.09Ac	37.06±0.01Ad	36.17±0.16Ae	36.45±0.15Ae	48.58±0.35Aa
	180	37.82±0.15Bb	30.89±0.16Bc	30.47±0.01Bd	28.53±0.04Ce	30.57±0.08Cd	45.37±0.12Ba
	379	37.60±0.05Bb	31.16±0.23Bc	29.20±0.03Cd	29.24±0.05Bd	31.16±0.27Bc	42.61±0.47Ca

*Değerler, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**A-E: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**a-1: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

EK 8 Farklı Düzeyde Sülfite İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince β -Karoten (mg/kg kuru madde) Değerlerindeki Değişimler

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
		0	451	832	1594	2112	3241
30	0	97.95±1.14Ad	92.64±0.48Ae	102.0±1.15Ac	103.0±1.86Abc	106.0±1.02Ab	110.0±1.04Aa
	45	75.45±0.53Be	84.58±0.46Bd	70.27±0.01Bf	102.0±0.38Ab	94.55±2.93Bc	106.0±0.75Ba
	90	74.22±0.15Ce	74.91±0.34Dd	64.42±0.26Cf	92.12±0.16Ba	79.02±0.05Cb	75.89±0.04Dc
	135	66.40±0.23Dd	76.50±0.08Ca	61.33±0.52De	71.94±0.29Fb	47.55±0.31Ff	64.96±0.19Ec
	180	61.33±0.53Fed	60.29±0.49Fd	63.15±1.37Cc	79.71±1.26Da	69.42±0.29Db	62.25±0.50Fed
	225	59.54±0.27Gd	58.72±0.88Gd	60.20±0.52Dd	75.42±0.57Ea	68.78±1.29Db	62.07±0.48Fc
	270	62.70±0.41Ee	66.25±0.46Ed	69.79±0.12Bc	84.08±0.08Ca	70.07±0.03Dc	80.03±0.29Cb
	315	56.12±0.18Hd	55.17±0.59He	54.11±0.13Ef	71.94±0.22Fa	65.43±0.46Eb	61.59±0.80FGc
	379	53.82±0.32Ie	51.18±0.56Ie	50.96±0.32Fd	69.89±0.30Ga	64.02±0.30Eb	60.19±0.51Gc
20	0	97.95±1.14Ad	92.64±0.48Ae	102.0±1.15Ac	103.0±1.86Bbc	106.0±1.02Ab	110.0±1.04Aa
	90	82.99±0.51Bc	78.67±0.17Bd	76.39±0.07Be	110.0±0.24Aa	76.01±0.65Be	105.0±0.36Bb
	180	67.42±0.74Ce	70.61±0.71Cd	73.87±1.40Bc	92.80±0.13Ca	72.39±0.03Cc	85.28±0.23Cb
	270	56.66±0.20Ec	53.30±0.02Ed	56.54±0.30Dc	72.86±0.56Da	59.08±2.14Ec	66.03±0.99Db
	379	59.92±0.15Df	61.42±0.47De	63.85±0.61Cd	72.26±0.25Da	65.15±0.91Dc	67.39±0.28Db
4	0	97.95±1.14Ad	92.64±0.48Ea	102.0±1.15Ac	103.0±1.86Abc	106.0±1.02Ab	110.0±1.04Aa
	180	69.07±1.38Be	74.84±0.62Bd	78.75±0.08Bc	96.15±0.04Ba	76.38±0.05Bd	89.21±1.01Bb
	379	62.00±0.32Cf	67.23±0.51Ce	72.02±0.29Cd	80.94±0.15Ca	73.61±0.29Cc	77.33±0.09Cb

*Değerler, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

**A-E: Aynı satırda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

**a-1: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

EK 9 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Renk Değerlerindeki Değişimler

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)						
		0	451	832	1594	2112	3241	
30	0	L*	28.96±3.13Ad	29.97±3.09Acd	34.61±1.90Aa	31.42±2.52Abc	33.46±2.75Aab	32.99±1.43Aab
		a*	9.70±2.58Aa	7.07±1.67Bb	6.51±1.35Bb	6.83±0.79Bb	7.05±1.71ABb	6.51±1.24Ab
		b*	13.71±3.84Ac	13.89±2.97Ac	17.48±2.32Aa	15.18±1.98Abc	18.05±2.90Aa	16.93±1.96Aab
		C*	16.82±4.52Aabc	15.63±3.19Ac	18.68±2.47Aab	16.66±1.98Ac	19.41±3.17Aa	18.16±2.18Ab
		h ⁰	54.56±3.80Cc	62.9±4.52Db	69.61±3.31Ca	65.64±2.72Bb	68.73±3.31Aa	69.09±2.52Aa
	45	L*	27.85±2.30Ab	29.74±2.26Ab	33.51±2.36Aa	31.91±2.58Bb	31.83±2.28BCb	33.51±2.09Aa
		a*	8.48±1.65Aa	7.6±1.67Aa	8.25±2.17Aa	7.23±1.34Aa	5.35±1.35Aa	6.76±1.51Aa
		b*	12.56±2.71Ab	13.92±3.06Ab	17.44±3.17Aa	15.74±2.45Bb	15.28±2.15Bb	17.86±2.51Aa
		C*	15.21±2.89Ab	15.88±3.40Aab	19.33±3.64Aa	17.35±2.59ABb	16.23±2.27Bb	19.12±2.71Aa
		h ⁰	55.67±5.33BCc	61.30±2.83DEb	64.90±3.66Dab	65.28±3.48Dc	70.77±4.12Cc	69.33±3.30Aa
	90	L*	24.26±1.93Bc	24.44±1.61Bc	27.75±1.87Bb	27.89±2.49Bb	28.94±2.77Bab	29.88±2.56Ba
		a*	6.11±1.91Bab	3.89±0.98Cc	5.14±1.19Cb	6.48±0.81Ba	6.83±1.41ABa	6.43±1.06Aa
		b*	8.37±1.99Bd	6.89±1.26Bd	11.03±2.52Bc	12.39±2.05Bbc	13.79±2.89Bab	14.87±1.78Ba
		C*	10.44±2.45Bcd	7.95±1.36Bd	12.19±2.69Bbc	14.01±2.05Bab	15.41±3.10Ba	16.22±1.93Ba
		h ⁰	54.12±7.34Cd	60.59±6.01Ec	64.79±3.40Dab	62.17±3.3BCbc	63.50±3.16ABabc	66.66±2.75ABa
	135	L*	24.03±1.67Bcd	23.06±1.70Cd	25.73±1.55BCbc	26.02±3.0BCab	27.80±2.82BCa	28.46±2.00CDa
		a*	5.18±1.65BCc	2.93±0.63De	3.73±0.99Dd	6.11±0.95BCb	6.64±1.52ABCa	6.29±1.02Aa
		b*	7.42±1.96BCc	5.39±1.21Cd	8.48±2.00Cc	10.39±1.75Cb	12.19±2.70BCa	13.53±1.63Ca
		C*	9.14±2.22BCc	6.17±1.15Cd	9.28±2.14Cc	12.08±1.81Cb	13.91±2.97BCa	14.94±1.79Ca
		h ⁰	54.93±8.43Cb	60.98±6.71DEab	66.15±3.51Da	59.36±4.01Cb	61.25±3.91BCab	65.12±2.7DEab
180	L*	22.65±2.13Bd	21.45±1.62Dd	24.05±1.46CDc	25.21±2.5CDbc	26.26±2.50Cb	28.08±1.91Ca	
	a*	4.14±1.30CDc	1.62±0.42Ed	2.13±0.66Ed	5.05±1.00Cbc	5.62±2.01BCab	6.22±1.03ABa	
	b*	6.85±1.87BCd	4.49±1.35CDe	6.40±1.79CDd	8.77±1.79Dc	10.30±3.10CDb	12.44±1.55Ca	
	C*	8.05±2.12Cd	4.80±1.32CDe	6.76±1.87Dd	10.14±1.93Dc	11.76±3.66CDb	13.92±1.77Ca	
	h ⁰	58.71±6.18ABCa	69.37±6.48Cc	71.51±3.43Ca	59.90±3.87Cc	61.76±4.1ABCbc	63.47±2.3CDb	

EK 9 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Renk Değerlerindeki Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)		SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
			0	451	832	1594	2112	3241
30	225	L*	22.96±2.07Bc	21.61±1.72Dc	23.11±1.49DEc	23.83±2.8DEbc	26.07±3.27Cab	26.55±1.94Da
		a*	3.56±1.18Db	1.20±0.33EFc	1.32±0.44Fc	3.61±0.89Db	4.67±2.44CDab	5.52±0.95Ba
		b*	6.49±1.75Cc	3.91±1.16Dd	5.08±1.53Dcd	6.96±1.86Ebc	8.69±2.96DEab	9.46±1.10Da
		C*	7.46±1.86Cbc	4.10±1.17Dd	5.25±1.58Dcd	7.88±1.94Eb	9.94±3.64DEab	10.98±1.23Da
		h ^o	60.89±7.84ABb	72.60±4.09Ba	75.43±2.09Ba	62.25±4.93BCb	62.76±6.81ABCb	59.75±4.13Eb
	315	L*	22.72±2.18Bab	20.13±2.07Ec	21.05±1.30EFbc	21.01±2.42Fbc	23.88±2.70Da	23.34±1.62Ea
		a*	3.43±1.68Da	0.87±0.26Fc	0.84±0.34Gc	1.84±0.62Eb	3.20±1.70Db	3.03±0.99Cb
		b*	6.38±1.92Ca	3.87±1.32Dc	4.50±1.20Dc	5.14±1.44Fbc	7.01±1.68Ea	6.52±1.2911Eab
		C*	7.33±2.27Ca	3.97±1.32Db	4.59±1.23Db	5.47±1.52Fb	7.77±2.16Ea	7.24±1.36Ea
		h ^o	62.34±9.41Ac	76.81±3.63Aa	79.68±2.49Aa	70.23±4.53Ab	66.43±6.91ABbc	65.25±7.11BCc
	379	L*	23.39±2.40Ba	20.55±1.45DEb	20.92±1.24Fb	21.47±2.82Fb	23.85±1.80Da	21.82±1.73Fb
		a*	3.12±1.30Da	0.86±0.29Fc	0.83±0.21Gc	1.60±0.48Ebc	3.48±1.73Da	2.15±0.56Db
		b*	6.22±1.77Cab	3.85±1.44Dd	4.63±0.92Dcd	4.92±1.52Fed	6.79±1.99Ea	5.38±0.92Fbc
		C*	7.01±2.02Ca	3.95±1.45Dc	4.71±0.93Dbc	5.18±1.56Fb	7.69±2.43Ea	5.81±0.96Fb
		h ^o	63.59±7.34Ad	76.81±3.34Aab	79.74±2.22Aa	71.77±3.62Abc	63.51±7.47ABd	68.15±4.98Acd
20	0	L*	28.96±3.13Ad	29.97±3.09Acd	34.61±1.90Aa	31.42±2.52Abc	33.46±2.75Aab	32.99±1.43Aab
		a*	9.70±2.58Aa	7.07±1.67Ab	6.51±1.35Ab	6.83±0.79Ab	7.05±1.71Ab	6.51±1.24Ab
		b*	13.71±3.84Ac	13.89±2.97Ac	17.48±2.32Aa	15.18±1.98Abc	18.05±2.90Aa	16.93±1.96Aab
		C*	16.82±4.52Aabc	15.63±3.19Ac	18.68±2.47Aab	16.66±1.98Ac	19.41±3.17Aa	18.16±2.18Ab
		h ^o	54.56±3.80Ac	62.90±4.52Ab	69.61±3.31Aa	65.64±2.72Ab	68.73±3.31Aa	69.09±2.52Aa
	90	L*	26.90±2.25ABd	28.70±2.53ABcb	33.49±2.35ABa	30.48±2.82Abc	32.47±1.96ABab	33.06±2.44Aa
		a*	7.81±1.63Ba	6.69±1.73Aa	6.45±1.76ABa	6.88±1.37Aa	7.20±2.39Aa	6.59±2.27Aa
		b*	11.23±1.89Bc	13.04±2.63ABb	16.77±2.30Aa	13.98±1.73ABb	16.81±3.16Aa	17.28±2.79Aa
		C*	13.72±2.23Bb	14.70±2.94Ab	18.01±2.62Aa	15.63±1.87ABb	18.34±3.70Aa	18.53±3.35Aa
		h ^o	55.25±4.92Ac	62.89±4.62Ab	69.17±3.91Aa	63.79±4.25Ab	67.27±4.53Aa	69.62±4.07Aa

EK 9 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayıların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Renk Değerlerindeki Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)		SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)					
			0	451	832	1594	2112	3241
20	180	L*	26.60±2.00Bc	28.16±2.45ABc	33.31±2.31ABa	29.42±2.37Abc	32.69±2.03ABab	32.55±2.31Aab
		a*	7.33±1.27Ba	6.81±1.64Aa	6.25±1.35ABa	6.38±1.32Aa	7.19±2.13Aa	6.61±1.96Aa
		b*	10.05±1.72BCc	12.00±2.63ABCb	16.36±1.85ABa	13.56±2.10ABab	16.43±2.86Aa	16.21±2.61Aa
		C*	12.48±1.88BCb	13.86±2.95ABb	17.55±2.06ABa	15.02±2.26ABab	17.97±3.36Aa	17.54±3.06Aa
		h°	53.77±5.12Ac	60.48±4.25Ab	69.19±3.17Aa	64.74±3.73Aab	66.78±3.80Aa	68.13±3.58Aa
	270	L*	25.89±1.99Bc	26.42±1.91Bc	30.98±2.43BCa	28.69±2.02Ab	31.12±1.77BCa	31.12±1.77Aa
		a*	6.57±1.12Ba	5.97±1.52Aa	5.76±1.38BCa	6.33±0.94Aa	6.96±1.99Aa	6.96±1.99Aa
		b*	9.56±1.50Cb	10.30±1.76BCb	13.89±2.32BCa	12.78±1.53Bab	14.98±2.37Aa	14.98±2.37Aa
		C*	11.65±1.55Cb	11.92±2.22ABb	15.06±2.57BCab	14.29±1.49ABab	16.56±2.85Aa	16.56±2.85Aa
		h°	55.40±5.36Ab	60.14±3.35Aab	67.59±2.97ABa	63.53±3.96Aa	65.45±4.28Aa	65.45±4.28Aa
	379	L*	25.65±1.56Bc	25.83±2.24Bc	29.18±2.04Cb	28.95±2.65Ab	30.71±1.70Cab	32.40±2.56Aa
		a*	6.25±1.51Ba	5.81±1.62Aa	5.44±1.17Ca	6.60±1.25Aa	7.02±1.98Aa	6.57±1.97Aa
		b*	9.06±1.52Cd	9.20±1.81Cd	11.80±1.99Cc	13.15±1.84ABbc	14.92±2.27Aab	16.26±2.91Aa
		C*	11.06±1.89Cd	10.91±2.29Bd	13.02±2.18Ccd	14.74±1.99Bbc	16.53±2.78Aab	17.57±3.40Aa
		h°	55.58±5.62Ac	58.02±4.42Ac	65.23±3.39Bab	63.32±3.84Ab	65.17±4.11Aab	68.26±3.65Aa
4	0	L*	28.96±3.13Ad	29.97±3.09Acd	34.61±1.90Aa	31.42±2.52Abc	33.46±2.75Aab	32.99±1.43Bab
		a*	9.70±2.58Aa	7.07±1.67Ab	6.51±1.35Ab	6.83±0.79Ab	7.05±1.71Ab	6.51±1.24Ab
		b*	13.71±3.84Ac	13.89±2.97Ac	17.48±2.32Aa	15.18±1.98Abc	18.05±2.90Aa	16.93±1.96Aab
		C*	16.82±4.52Aabc	15.63±3.19Ac	18.68±2.47Aab	16.66±1.98Ac	19.41±3.17Aa	18.16±2.18Ab
		h°	54.56±3.80Ac	62.9±4.52Ab	69.61±3.31Aa	65.64±2.72Ab	68.73±3.31Ba	69.09±2.52Aa
	180	L*	27.54±3.43Ad	29.24±2.54Acd	32.60±1.44ABa	30.94±3.22Abc	31.75±2.39Aab	33.44±2.70ABa
		a*	7.96±1.89Ba	7.27±1.94Aa	6.99±1.62Aa	7.05±1.18Aa	5.21±1.36Bb	7.02±1.59Aa
		b*	11.93±3.23Bc	13.04±3.10Ac	15.77±1.79Ab	16.05±3.37Aab	15.27±2.47Ab	18.15±2.31Aa
		C*	14.39±3.54Bd	14.94±3.60Acd	17.29±2.09Aabc	17.57±3.38Aab	16.18±2.57Abcd	19.49±2.57Aa
		h°	55.84±5.40Ae	60.94±2.44Ad	66.26±4.02Ac	65.97±3.53Ac	71.17±4.23Aa	69.00±3.39Ab

EK 9 Farklı Düzeyde Sülfid İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Renk Değerlerindeki Değişimler (Devam)

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)						
		0	451	832	1594	2112	3241	
4	379	L*	27.26±2.67Ac	28.02±3.32Ac	32.13±1.62Bb	31.68±1.99Ab	31.60±2.68Ab	34.58±2.12Aa
		a*	7.51±1.58Ba	7.01±1.83Aab	6.61±1.38Aab	7.21±1.46Aab	5.40±1.43Bc	6.11±1.64Abc
		b*	11.13±2.75Bd	12.72±3.27Ac	15.40±1.66Ab	15.68±2.00Ab	15.55±2.78Ab	17.80±2.50Aa
		C*	13.46±3.00Bd	14.53±3.70Ac	16.79±1.89Ab	17.29±2.25Ab	16.51±2.88Ab	18.85±2.74Aa
		h°	55.61±4.82Ad	61.10±2.49Ac	66.87±3.58Ab	65.36±3.45Ab	70.89±4.51ABa	71.27±3.78Aa

*Değerler, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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

**a-e: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

EK 10 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince SO₂ Düzeyindeki Değişim

Sıcaklık (°C)	Süre (gün)	SO ₂ konsantrasyonu (mg/kg)				
		451	832	1 594	2 112	3 241
30	0	451±0.077 a	832±17.341a	1 594±17.148a	2 112±4.524a	3 241±18.267a
	45	330±7.477 b	676±18.600b	1 433±18.050b	2 092±61.660a	2 725±5.097b
	90	138±3.822 c	263±8.981 c	1 033±20.442c	1 357±21.968b	1 947±53.437c
	135	92±7.210 d	189±8.628 d	721±13.716 d	907±32.544c	1 548±10.684d
	180	40±0.037 e	91±4.372 e	98±10.622 g	328±11.288d	954±34.546e
	225	43±0.0252 f	64±4.2942 g	163±6.990 e	225±0.010e	609±0.215f
	270	41±0.021 e	75±4.263 ef	130±6.810 f	180±3.548ef	400±3.245g
	315	39±0.002 e	67±4.133 ef	99±10.147 g	134±3.489f	271±6.636h
	379	41±3.395 e	71±12.028ef	106±3.426 fg	33±0.0451f	209±3.259ı
20	0	451±0.077a	832±17.341a	1 594±17.15a	2 112±4.524a	3 241±18.267a
	90	263±0.011b	792±27.594b	1 470±7.534b	1 733±10.35b	2 679±24.036c
	180	95±6.694c	400±0.119c	1 111±4.424c	1 349±37.42c	2 209±24.299c
	270	94±3.193c	224±8.804d	995±14.021d	1 167±6.251d	2 075±9.600d
	379	68±6.404d	179±4.257e	830±27.937e	996±19.975e	1 716±0.097e
4	0	451±0.077a	832±17.341a	1 594±17.148a	2 112±4.524a	3 241±18.267a
	180	355±4.046b	683±22.000b	1 392±0.747b	1 810±26.02b	2 780±23.113c
	379	283±12.010c	663±22.281b	1 463±34.95b	1 846±32.007b	2 876±41.408b

SO₂ değerleri, aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

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


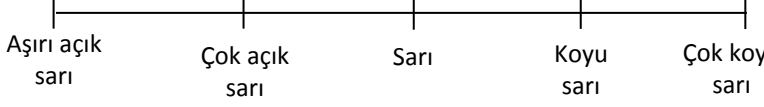
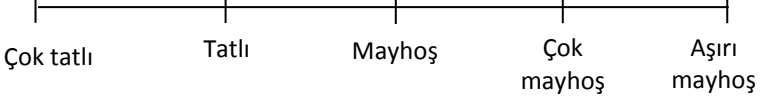
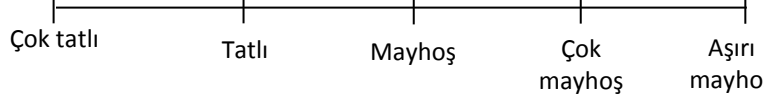
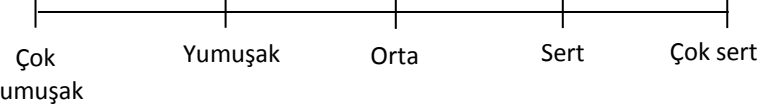
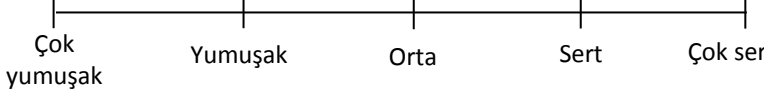
EK 11 Farklı Konsantrasyonlarda SO₂ İçeren Kuru Kayısların Farklı Sıcaklıklarda Depolanmaları Süresince Yapılan Duyusal Değerlendirmesinde Kullanılan “Kayısların Duyusal Değerlendirme Formu”

Adı- Soyadı:

Tarih: / /

Açıklama : Aşağıda belirtilen kriterler için hazırlanan skalalarda, örnek için uygun olduğunu düşündüğünüz yeri işaretleyiniz.

*Koku kriterini değerlendirebilmeniz için standart madde ile (kükürt dioksit çözeltisi) belirlemeniz istenilen koku size tanıtılacaktır. Kayısı örneklerini içeren kavanozların kapaklarını açarak koklayınız ve örneklerin kokusunu standart maddenin kokusuna yakınlığı açısından **aşırıdan çok aza** doğru aşağıda verilen skalada işaretleyiniz.

Kriter	Koku Kodu :	Diğer kriterler için kodu :	Koku Kodu :	Diğer kriterler için kodu :
Renk				
Tat				
Çiğnenebilirlik				

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşenur SALUR CAN

Doğum Yeri : Samsun

Doğum Tarihi : 1989

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Samsun Fen Lisesi (Y.D.A) (2007)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2013)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2013–Nisan 2018)

Çalıştığı Kurum :

Ankara Özel Akıllı Kolejlere (2015 -)

Hakemli Dergi :

Salur-Can, A., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2017. Effects of sulfur dioxide concentration on organic acids and carotenoids in dried apricots during storage. Food Chemistry. 221, 412–421.

Uluslararası Kongre :

Salur-Can, A., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2015. Changes in β -carotene content, pH and titratable acidity during sulfuring at different concentrations and drying of apricots (*Prunus armeniaca* L.). 4th International Conference and Exhibition on Food Processing veTechnology, p. 158, 10–12 August, London, England.