

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI KONSANTRASYONLARDA NEM VE SORBİK ASİT İÇEREN
GÜN KURUSU KAYISILARIN DEĞİŞİK SICAKLIKLARDA
DEPOLANMASI SÜRECİNDE MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL
KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLER**

Sümeyye ALAGÖZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2013**

Her hakkı saklıdır

ETİK

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

23.12.2013

Sümeyye ALAGÖZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KONSANTRASYONLARDA NEM VE SORBİK ASİT İÇEREN GÜN KURUSU KAYISILARIN DEĞİŞİK SICAKLIKLARDA DEPOLANMASI SÜRECİNDE MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Sümeyye ALAGÖZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Bu çalışmada, kükürt dioksit içermeyen gün kurusu kayısılar farklı nem konsantrasyonlarında (%27 ve 34) nemlendirilmiş ve sorbik asit (0, 500 ve 1000 mg/kg) ile muamele edilmiştir. Daha sonra, örnekler farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay boyunca depolanmıştır. İstenen sorbik asit konsantrasyonunda gün kurusu kayısılar elde etmek amacıyla, sorbik asit çözeltisinin uygulanma süresinin yanı sıra, çözelti konsantrasyonu ve sıcaklığı da belirlenmiştir. Ayrıca, gün kurusu kayısıların depolama boyunca mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesindeki değişimler de incelenmiştir. “HPLC’de belirlenen sorbik asit miktarı” ile titrasyonda “harcanan HCl miktarı” arasında “K-sorbat çözeltisi: gün kurusu kayısı” (5:1) oranında güçlü bir korelasyon ($r= 0.9989$) bulunmuştur. Ayrıca; “sorbik asit miktarı” ile bu defa titrasyonda “harcanan NaOH miktarı” arasında, K-sorbat çözeltisi: gün kurusu kayısı (1:1) oranında iken, güçlü bir korelasyon ($r= -0.9612$) bulunmuştur. Böylece, sorbik asit miktarının basit ve ekonomik bir yöntem olan titrasyon yöntemiyle belirlenmesi sağlanmıştır. Bütün örneklerdeki TAMB sayısı 5.9×10^1 – 8.1×10^3 KOB/g arasında değişmektedir. %27 nem içeren ve sorbik asit içermeyen örneklerde en fazla maya-küf sayısı ise, 1.3×10^2 KOB/g bulunmuştur. %27 nem içeren örneklerde bütün sıcaklıklarda bozulma görülmezken; %34 nem içeren, 4° ve 10°C’de depolananların 1–3 ay arasında, 20° ve 30°C’de depolananların ise, 0–1 ay arasında bozulma görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, örneklerde sorbik asit kullanımının kimyasal kaliteye etki etmediği, mikrobiyolojik kaliteye ise, oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca; %34 nem içeren gün kurusu kayısılarda sorbik asit kullanımının kesinlikle gerekli olduğu ortaya konulmuştur.

Aralık 2013, 150 sayfa

Anahtar Kelimeler : Gün kurusu kayısılar, sorbik asit, nem, mikrobiyolojik kalite, depolama sıcaklıkları.

ABSTRACT

Master Thesis

CHANGES IN MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL QUALITIES OF SUN-DRIED APRICOTS CONTAINING MOISTURE AND SORBIC ACID AT VARIOUS CONCENTRATIONS DURING STORAGE AT VARIOUS TEMPERATURES

Sümeyye ALAGÖZ

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

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN

Sun-dried apricots (SDA) containing no sulfur dioxide were rehydrated to various moisture (27 and 34%) contents and treated with sorbic acid (0, 500 and 1000 mg/kg). Then, they were stored at various temperatures (4°, 10°, 20° and 30°C) for 10 months. To produce the SDA samples with desired sorbic acid content, the concentration and temperature of sorbic acid solution as well as treatment time were determined. Moreover, changes in microbiological and chemical qualities of SDA samples during storage were evaluated. Strong correlation was found between “the amount of HCl spent in titration” and “sorbic acid content determined by HPLC method” ($r = 0.9989$) when “K-sorbate solution:SDA” ratio was 5:1. Additionally, strong correlation was found between “the amount of NaOH spent in titration” and “the sorbic acid content” ($r = -0.9612$) when “K-sorbate solutions:SDA” ratio was 1:1. Thus, the simple and economical method, i.e, titration method, was developed to determine the sorbic acid content in SDA samples. The number of total mesophilic aerobic bacteria in all SDA samples ranged from 5.9×10^1 to 8.1×10^3 CFU/g. The maximum number of yeast and mould was 1.3×10^2 CFU/g in samples containing 27% moisture and no sorbic acid. No spoilage was observed in SDA samples with 27% moisture at all storage temperatures. On the contrary, samples with 34% moisture were spoiled at 20° and 30°C in a month and at 4° and 10°C in 1 to 3 months. Results from this study indicated that while the use of sorbic acid had no significant effect on chemical quality of the samples, it had very significant effect on microbial quality. Moreover, the use of sorbic acid in SDA samples with high moisture (34%) is absolutely necessary.

December 2013, 150 pages

Key Words : Sun-dried apricots, sorbic acid, moisture, microbial quality, storage temperatures.

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında yakın ilgi ve büyük desteğini gördüğüm, mesleğimde yetişmemi ve onu sevmemi sağlayan, sonsuz saygı duyduğum danışman Hocam Prof. Dr. Mehmet ÖZKAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) bana kattığı tüm değerler için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tezimin her aşamasında bana yol gösteren ve çalışmamda büyük katkısı olan, yakın ilgi ve büyük desteğini gördüğüm hocam ve arkadaşım Dr. Meltem TÜRKYILMAZ'a (Ankara Üniversitesi Gıda Güvenliği Enstitüsü) teşekkürlerimi sunuyorum. Tezim kapsamındaki mikrobiyolojik analizler konusunda yetişmemdeki çok değerli emekleri için Hocam Dr. Şeref TAĞI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), burs imkanı sağlayarak beni onurlandıran TÜBİTAK (BİDEP)'e, gün kurusu kayısılarımızın ambalajlarını sağlayan Hacıbaba Kuruyemiş A.Ş.'ye, gün kurusu kayısılardaki birçok analizi öğreten arkadaşım Arş. Grv. Nihal GÜZEL'e ve kayısı örneklerinin hazırlık aşamasında bana yardım eden arkadaşlarım, Sevgin DIBLAN ve Buket ORHAN'a teşekkür ederim.

Sadece yüksek lisans çalışmam sırasında değil, hayatımın her aşamasındaki destekleri, sevgi ve güvenleri için başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

Sümeyye ALAGÖZ

Ankara, Aralık 2013

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Ülkemizde Yaş ve Kuru Kayısı Üretimi.....	3
2.2 Kayısı Bileşimi	7
2.3 Depolama Süresince Kuru Kayısların Kimyasal ve Mikrobiyel Stabilitesindeki Değişmeler.....	8
2.4 Sorbik Asit ve Kullanım Alanları	12
2.5 Sorbik Asit ve Tuzlarının Antimikrobiyel Aktivitesi Üzerine Etki Eden Faktörler.....	16
2.5.1 pH	16
2.5.2 Su aktivitesi.....	17
2.5.3 Sıcaklık.....	17
2.5.4 Ortamdaki havanın bileşimi	18
2.5.5 Gıda bileşenleri.....	18
2.5.6 Mikrobiyel flora	19
2.5.7 Sorbik asit konsantrasyonunun etkisi	19
2.5.8 Koruyucuların birbiriyle etkileşimi	20
2.6 Sorbik Asit Uygulama Yöntemleri	20
2.7 Yasal Düzenlemeler	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Gün kurusu kayısı.....	23
3.1.2 Kimyasallar.....	23

3.2 Yöntem	24
3.2.1 Materyalin hazırlanması	24
3.2.2 Fiziksel analizler.....	28
3.2.2.1 Nem tayini.....	28
3.2.2.2 Su aktivitesi tayini.....	29
3.2.2.3 pH tayini.....	29
3.2.2.4 Renk ölçümleri	30
3.2.3 Kimyasal analizler.....	31
3.2.3.1 Titrasyon asitliği.....	31
3.2.3.2 Sorbik asit tayini	31
3.2.3.2.1 Sorbik asit miktarının titrasyonla belirlenmesi	33
3.2.3.2.2 Sorbik asit için geri kazanım (recovery) analizi.....	34
3.2.3.3 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi.....	36
3.2.3.4 β-karoten miktarının belirlenmesi.....	37
3.2.3.4.1 β-karoten için geri kazanım (recovery) analizi.....	39
3.2.3.5 Hidroksimetil furfural (HMF) miktarının belirlenmesi	40
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler	41
3.2.4.1 Toplam aerob mezofil ve psikrofil bakteri sayımı	42
3.2.4.2 Maya-küf sayımı.....	42
3.2.4.3 Toplam <i>Enterobacteriaceae</i> bakteri sayımı.....	43
3.2.4.4 Laktik asit bakterilerinin sayımı	43
3.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması.....	43
3.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması	44
3.2.5.2 Yarılanma süresinin ($t_{1/2}$) hesaplanması	45
3.2.5.3 Q_{10} değerinin hesaplanması.....	45
3.2.6 İstatistik değerlendirme.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	47
4.1 Titrasyon Yöntemiyle Gün Kuru Kayıların Sorbik Asit Miktarının ve K-Sorbat Daldırma Parametrelerinin Belirlenmesi.....	47
4.2 Nem Düzeyindeki Azalma	57
4.3 Su Aktivitesi (a_w) Düzeyindeki Değişim	62
4.4 Gün Kuru Kayıların Sorbik Asit İçeriğindeki Değişim	63
4.4.1 Geri kazanım testi	69

4.5 Esmerleşme Düzeyindeki Değişmeler.....	70
4.6 Reflektans Renk Değerlerindeki Değişim	77
4.7 β - karoten Miktarındaki Değişim	85
4.7.1 Geri kazanım testi	88
4.8 HMF Miktarı	88
4.9 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler.....	90
4.9 Mikrobiyel Değişim.....	94
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	102
KAYNAKLAR	105
EKLER.....	114
EK 1 Depolama başlangıcında gün kurusu kayısların kimyasal özellikleri üzerine farklı konsantrasyondaki nem ve sorbik asit içeriğinin etkisine ilişkin varyans analiz çizelgeleri.....	116
EK 2 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim	119
EK 3 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim	120
EK 4 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki değişim	121
EK 5 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki değişim	123
EK 6 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince sorbik asit düzeylerindeki değişim	125
EK 7 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince sorbik asit düzeylerindeki değişim	126
EK 8 Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince sorbik asit düzeyindeki değişime ilişkin varyans analizi çizelgeleri	127
EK 9 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki (A_{420}/g kuru madde) değişim	133
EK 10 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki (A_{420}/g kuru madde) değişim	135
EK 11 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişim	136

EK 12	%34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişim	138
EK 13	Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince β -karoten (mg/100g kuru madde) miktarındaki değişim.....	140
EK 14	%27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği	141
EK 15	%34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği	142
EK 16	%27 nem ve 0 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)	143
EK 17	%27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)	145
EK 18	%27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)	147
EK 19	%34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)	149
ÖZGEÇMİŞ		151

SİMGELER DİZİNİ

a_w	Su aktivitesi
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
dak.	Dakika
h	Saat
H_2SO_4	Sülfürik asit
HCl	Hidroklorik asit
k	Reaksiyon hız sabiti
K	Potasyum
NaOH	Sodyum hidroksit
Q_{10}	Sıcaklığın 10°C artırılmasıyla reaksiyon hızının artış katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
R^2	Determinasyon katsayısı
SO_2	Kükürt dioksit
THF	Tetrahidrofuran

Kısaltmalar

CIE	Commission International de l'Eclairage
GRAS	Generally Recognized as Safe (Genel olarak güvenilir gıda katkısı)
HMF	Hidroksimetil furfural
HPLC	High performance liquid chromatography (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi)
PDA	Foto dioderey dedektör
PET	Polietilentetraftlat
PPO	Polifenol oksidaz
TS	Türk Standardı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Önemli kayısı üreticisi ülkelerin kayısı üretim miktarları ve dünya kayısı üretimindeki payları	3
Şekil 2.2 Enzimatik esmerleşme mekanizması	9
Şekil 3.1 Fumigasyon işlemi	24
Şekil 3.2 Nemlendirme ve sorbik asit çözeltisine daldırma işlemi	26
Şekil 3.3 Sorbik asit standart eğrisi	33
Şekil 3.4 β -karoten standart eğrisi	40
Şekil 4.1 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem düzeylerindeki azalmalar	60
Şekil 4.2 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince sorbik asit düzeylerindeki değişimler	64
Şekil 4.3 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların sorbik asit bileşenini gösteren HPLC kromatogramı	65
Şekil 4.4 % 27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren ve 20°C’de depolanan gün kurusu kayısı örneklerinde, “sorbik asit kayıp hızı” ile başlangıçta örneklerin içerdikleri “sorbik asit konsantrasyonu” arasındaki ilişki	68
Şekil 4.5 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler.....	71
Şekil 4.6 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler.....	72
Şekil 4.7 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış	74
Şekil 4.8 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış	74
Şekil 4.9 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında L* değerindeki değişimler	81
Şekil 4.10 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında a* değerindeki değişimler	81
Şekil 4.11 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında b* değerindeki değişimler	82
Şekil 4.12 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında C* değerindeki değişimler	82
Şekil 4.13 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda renklerindeki değişim	84

Şekil 4.14	%27 nem ve 530 mg/kg düzeyinde sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların karotenoid kompozisyonunu gösteren HPLC kromatogramı.....	86
Şekil 4.15	%27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda β -karoten miktarındaki değişim	86
Şekil 4.16	%34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince pH değerlerindeki değişimler	92
Şekil 4.17	%34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Ülkelerin kuru kayısı üretimi (ton).....	4
Çizelge 2.2	Ülkelerin kuru kayısı ihracatı ve elde edilen ihracat gelirleri.....	5
Çizelge 2.3	Malatya kayısılarının bazı kimyasal özellikleri.....	6
Çizelge 2.4	Disosiye olmamış sorbik asit oranının antimikrobiyel aktiviteye etkisi.....	17
Çizelge 4.1	%4'lük K-sorbat çözeltisine farklı sürelerde daldırmanın nem ve sorbik asit içeriğine etkisi.....	48
Çizelge 4.2	Farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine kısa sürelerde daldırmanın nem ve sorbik asit içeriğine etkisi.....	49
Çizelge 4.3	%25 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 ve 3 dak. süreyle daldırmanın, nem, titrasyonda harcanan HCl hacmi ve sorbik asit içeriği üzerine etkisi.....	50
Çizelge 4.4	%25 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ile elde edilen korelasyonlar.....	51
Çizelge 4.5	%30 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 ve 3 dak. daldırmanın, nem, titrasyonda harcanan HCl hacmi ve sorbik asit içeriği üzerine etkisi.....	52
Çizelge 4.6	%30 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ile elde edilen korelasyonlar.....	52
Çizelge 4.7	“K-sorbat çözeltisi:gün kurusu kayısı” oranının sorbik asit içeriği ve titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH hacmi üzerine etkisi.....	53
Çizelge 4.8	Farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırmanın nem, titrasyonda harcanan NaOH miktarı ve sorbik asit içeriğine etkisi.....	54
Çizelge 4.9	Gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ve sorbik asit içeriğinin NaOH ile titre edilerek belirlenmesi ile elde edilen korelasyonlar.....	55
Çizelge 4.10	Farklı K-sorbat çözeltisi sıcaklıklarının sorbik asit içeriği ve titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH hacmi üzerine etkisi.....	56
Çizelge 4.11	Gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ve sorbik asit içeriğinin NaOH ile titre edilerek belirlenmesi ile elde edilen korelasyonlar.....	57

Çizelge 4.12	%27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki nem miktarları (%).....	58
Çizelge 4.13	%34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki nem miktarları (%).....	58
Çizelge 4.14	Farklı konsantrasyonda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler.....	61
Çizelge 4.15	Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki su aktivitesi değerleri.....	62
Çizelge 4.16	Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince sorbik asit miktarlarındaki azalmayı gösteren eşitlikler.....	66
Çizelge 4.17	Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayıslardan sorbik asit kaybına ilişkin kinetik veriler.....	67
Çizelge 4.18	Gün kurusu kayıslarda sorbik asidin geri kazanımı.....	69
Çizelge 4.19	Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeylerindeki değişimi gösteren eşitlikler.....	70
Çizelge 4.20	Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların 20° ve 30°C sıcaklıklarda 10 ay depolanmaları süresince oluşan esmerleşme düzeylerine ilişkin veriler.....	76
Çizelge 4.21	Farklı düzeylerde sorbik asit içeren gün kurusu kayısı örneklerinin depolama başlangıcında ölçülen reflektans renk değerleri.....	79
Çizelge 4.22	%34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda reflektans renk değerlerindeki değişim.....	80
Çizelge 4.23	Kuru kayıslarda β-karotenin geri kazanımı.....	88
Çizelge 4.24	Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	91
Çizelge 4.25	Depolama öncesinde gün kurusu kayısların mikrobiyel içerikleri (KOB/g).....	95
Çizelge 4.26	%34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g).....	98

1. GİRİŞ

Dünyada yılda 3.3–3.8 milyon ton kayısı üretilmekte olup, bunun 0.6–0.7 milyon tonu ülkemizde üretilmektedir. Bu üretim miktarıyla ülkemiz, dünya yaş kayısı üretiminde %19.7’lik bir payla 1. sırada yer almaktadır (Anonymous 2011). Üretilen kayısının önemli bir bölümü (%13) kurutulup ihraç edilirken; geri kalan kısmı ise, büyük oranda sofralık olarak veya meyve suyu endüstrisinde değerlendirilmektedir. “Uluslararası Sert Kabuklu ve Kuru Meyve Konseyi” nin verilerine göre; Türkiye’nin toplam kuru kayısı üretiminin 2012 yılı itibarıyla 177 bin ton, Dünya kuru kayısı üretiminin ise, 239 bin ton civarında gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Türkiye bu üretim miktarıyla, Dünya üretiminin %74’ünü tek başına sağlayarak, kuru kayısı ihracatında da 1. sırada yer almaktadır (Anonim 2012).

Kurutma teknolojisinde kükürdün olumlu sonuçlarına karşın; kükürt dioksit (SO_2) korozyon etkilerinin bulunması, kurutulmuş üründe yabancı bir koku olarak hissedilmesi, özellikle astım hastalarına karşı olumsuz etkilerinin olması gibi birçok olumsuz sonuçlarının (Löker vd. 2008a, b) bulunması ve tüketicilerin gıda katkılarına karşı olan duyarlılığı nedeni ile son yıllarda, gerek ülkemizde gerekse dünyada kükürt içermeyen gün kurusu kayısılarına olan talep artmaktadır. Toplam kuru kayısı üretimimizin yaklaşık %10’unu gün kurusu kayısılar oluşturmaktadır.

Ülkemizde kayısılar çoğu kez %20 nem düzeyine kadar kurutulmaktadır (Özkan 2001). Ancak, kayısı dahil tüm kuru meyveler tüketim kolaylığı nedeniyle satışa sunulmadan önce %20 nem düzeyi üzerine nemlendirilmekte ve orta nemli gıdalar (intermediate moisture foods) üretilmektedir. Nem içeriğinin artırılmasıyla su aktivitesinde artış meydana gelmekte ve bunun sonucunda mikrobiyel bozulmaya açık hale gelen ürünün bozulmasını önlemek amacıyla koruyucu madde kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Son yıllarda nemlendirilmiş gün kurusu kayısı işleyen işletmelerde, mikrobiyel bozulmayı önlemek amacıyla diğer antimikrobiyel koruyuculardan birçok üstünlüğü bulunan ve insan sağlığına bilinen önemli bir etkisi olmayan sorbik asit ve tuzları kullanılmaya başlanmıştır.

Sorbik asit, özellikle küf ve mayalara karşı etkili olup, bakterilere karşı etkisi sınırlıdır (Sofos ve Busta 1993). Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda sorbik asit ve tuzlarının; birçok mikroorganizma türüne karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Kıvanç 1989, Dinçoğlu 2005, Simpson ve Sofos 2009).

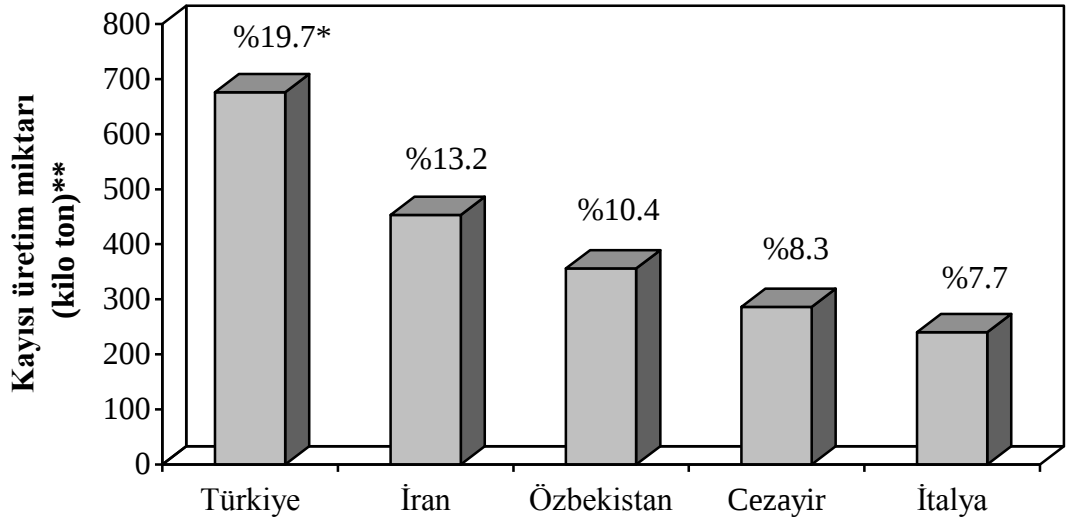
Sorbik asit miktarının, nitelikli personel, yeterli zaman ve yüksek maliyet gerektiren kromatografik, spektrofotometrik ve elektroforetik yöntemlerle belirlenmesi, küçük işletmeler tarafından bu yöntemlerin maliyetinin karşılanamamasına ve sorbik asit ve tuzlarının bilinçsizce kullanılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda sorbik asit miktarının basit ve ekonomik bir yöntemle belirlenmesi araştırılmıştır. K-sorbatın suyla reaksiyonu sonucunda oluşan potasyum hidroksit (KOH), HCl ile titre edilmiş ve titrasyonda “harcanan HCl miktarı” ile HPLC yöntemiyle saptanan “sorbik asit miktarı” arasındaki ilişki belirlenmiştir. Bu ilişkiye ait elde edilen denklem ile, ürünün daldırıldığı çözeltide sadece titrasyon işlemi yaparak üründeki sorbik asit miktarı belirlenmiş ve sorbik asit miktarının küçük işletmeler tarafından bile kontrol edilmesine olanak sağlanmıştır. Ayrıca; bu çalışmada, “sorbik asit miktarı” ile titrasyonda “harcanan NaOH miktarı” arasında da, güçlü bir korelasyon ($r = -0.9612$) bulunmuştur

Bu çalışmanın temel amaçlarından bir diğeri de; gün kurusu kayısıların hangi nemde ve hangi sorbik asit konsantrasyonunda ne kadar depolanabileceğinin ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve kimyasal değişimlerin belirlenmesidir. Bu nedenle; çalışmamızda, farklı konsantrasyonlarda sorbik asit (0, 500 ve 1000 mg/kg) ve nem (%27 ve 34) içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanması süresince; mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir. Gün kurusu kayısıların hangi nemde, hangi sorbik asit konsantrasyonunda ve hangi depolama sıcaklık ve süresinde mikrobiyolojik ve kimyasal bozulma olmadan ne kadar depolanabileceği de ortaya konulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Ülkemizde Yaş ve Kuru Kayısı Üretimi

Ülkemiz dünya kayısı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Kayısı üretiminde ülkemizi; sırasıyla İran, Özbekistan, İtalya ve Cezayir izlemektedir. Dünya kayısı üretiminin büyük bölümü ülkemizin de içinde yer aldığı bu ülkeler tarafından karşılanmaktadır (Şekil 2.1) (Anonymous 2011). 2011 yılındaki verilere göre, dünya kayısı üretimi yaklaşık 3.5 milyon tondur. Ülkemiz bu üretimin %19.7'sini karşılarken, diğer önemli kayısı üreticisi olan İran ise, %13.2'sini karşılamaktadır (Anonymous 2011).



Şekil 2.1 Önemli kayısı üreticisi ülkelerin kayısı üretim miktarları* ve dünya kayısı üretimindeki payları (Anonymous 2011)

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

**2012 değerleri henüz yayınlanmamıştır.

Ülkemizde yaklaşık 14 milyon adet meyve veren kayısı ağacından 450 bin ton yaş kayısı üretilmekte olup (Anonim 2010); bu üretimin 270–340 bin tonu Malatya ilimiz tarafından karşılanmaktadır (Asma 2011). Ülkemizde kayısı üretimi Malatya ili dışında; Elazığ, Erzincan, Sivas, Kars, Iğdır gibi Doğu Anadolu bölgemizdeki iller ile, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Marmara bölgelerinde yapılmaktadır. Üretilen kayısının önemli

bir bölümü (%13) kurutulup ihraç edilirken; geri kalan kısmı ise, büyük oranda sofralık olarak veya meyve suyu endüstrisinde değerlendirilmektedir. “Uluslararası Sert Kabuklu ve Kuru Meyve Konseyi” nin verilerine göre; ülkemizin toplam kuru kayısı üretiminin 2012 yılı itibariyle 177 bin ton, Dünya kuru kayısı üretiminin ise, 239 bin ton civarında gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Ülkemiz bu üretim miktarıyla, Dünya üretiminin %74’ünü tek başına karşılamaktadır. İran, Çin, A.B.D., Güney Afrika ve Avustralya ise, sırasıyla dünyada en fazla kuru kayısı üretiminin yapıldığı diğer ülkelerdir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Ülkelerin kuru kayısı üretimi (ton) (Anonim 2012)

Ülke	2010	2011	2012*
Türkiye	95 000	136 917	176 718
İran	24 000	23 500	24 000
Çin	5 500	5 700	6 000
ABD	2 500	2 600	1 500
Güney Afrika	1 500	1 550	1 600
Avustralya	600	650	700
Dünya	189 100	198 917	239 018

*Gerçekleştiği tahmin edilen üretim miktarlarını göstermektedir.

Ülkemizdeki yaş kayısı üretiminin %60–75’ini tek başına karşılayan Malatya’da, üretilen kayısının %95 gibi çok önemli bir bölümü kurutmalık olarak değerlendirilmektedir (Asma 2011). Yıldan yıla değişmekle birlikte, Malatya ilimizde yılda 50–120 bin ton arasında kuru kayısı üretilmekte ve bu üretimin de %90–95’i yaklaşık 100 farklı ülkeye ihraç edilmektedir (Asma vd. 2005). Kuru kayısı ihracatımızda en önemli beş ülke; A.B.D., Rusya Federasyonu, İngiltere, Almanya ve Fransa olup; kuru kayısı ihracatımızın %55’i bu ülkelere yapılmaktadır. 2011 yılı verilerine göre, ülkemizden 90 321 ton kuru kayısı ihraç edilmiş ve bu kuru kayısı ihracatından 361 milyon Amerikan doları döviz elde edilmiştir (Anonymous 2011).

Ürettiği kuru kayısı miktarı ile dünya kuru kayısı ihracatının önemli bir bölümünü karşılayan ülkemiz, maalesef bu değerli ürünün dünya piyasalarındaki fiyatını

belirleyememektedir. Son ihracat verilerine göre, ülkemize göre daha düşük miktar ve kalitede kayısı üreten Fransa ve Almanya'nın kuru kayısı ihraç fiyatlarının ülkemizden yaklaşık 2 kat daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2.2). Ülkemizin dünya piyasalarındaki kuru kayısı fiyatını belirleyememesi, koruyucu madde (kükürt, sorbik asit) ilave etme ve kurutma işlemlerinin taze kayısının kalitesini koruyacak şekilde yapılamaması, kullanılan koruyucu maddelerin bilinçsiz bir şekilde ve izin verilen limitlerin çok üstünde kullanılması ve pazarlamadaki sorunlardan kaynaklanmaktadır. Bu sorunların çözümü için, kurutma ve koruyucu madde ilave etme işlemleri; bu konuda uzman kişilerin uyarıları dikkate alınarak gerçekleştirilmeli ve pazarlama olanakları iyileştirilmelidir.

Çizelge 2.2 Ülkelerin kuru kayısı ihracatı ve elde edilen ihracat gelirleri* (Anonymous 2011)

Ülke	Üretim miktarı (ton)	İhracat geliri (1000 \$)	Birim fiyat (\$/ton)
Türkiye	90 321	360 907	3 996
Fransa	1 441	10 394	7 213
Almanya	1 773	11 923	6 725
Afganistan	5 165	8 193	1 586
ABD	1 514	7 418	4 900

* 2012 değerleri henüz yayınlanmamıştır.

Malatya ilinde yetiştirilen kayısıların %60–65'ini kurutmalık bir çeşit olan Hacihaliloğlu çeşidi oluştururken, %30–35'ini ise diğer kurutmalık çeşit olan Kabaası çeşidi oluşturmaktadır (Asma 2011). Laboratuvarımızda gerçekleştirilen bir çalışmada da, Malatya'da yetiştirilen kayısıların (Hacihaliloğlu, Kabaası, Çöloğlu ve Çataloğlu) kükürtlenmiş kuru kayısı üretimine uygunluğu araştırılmış ve bazı kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler çizelge 2.3'te özet olarak verilmiştir (Özkan 2009). Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi; Hacihaliloğlu çeşidi, en yüksek oranda (%24.34) suda çözünür kuru madde içeren çeşittir. Bunun yanında, bu çeşidin, meyve kabuğunun ince olması ve asitliğinin de tüketici beğenisini kazanacak düzeyde olması; bu çeşidin Malatya'nın en önemli kurutmalık kayısı çeşidi olmasını sağlamıştır. İlkbahar donlarına karşı Hacihaliloğlu çeşidinden daha dayanıklı olan Kabaası çeşidi

ise, kurutmalık bir kayısı çeşidi olmakla birlikte iri meyveli, et dokusunun sert ve taşımaya dayanımının iyi olması nedeniyle son yıllarda sofralık tüketimi giderek artan bir kurutmalık çeşittir (Asma 2011).

Çizelge 2.3 Malatya kayısılarının bazı kimyasal özellikleri (Özkan 2009)

Özellik	Kayısı çeşidi			
	Hacıhaliloğlu	Kabaaşı	Çataloğlu	Çöloğlu
Briks	24.34	19.92	19.10	21.60
pH	4.54	4.43	4.69	4.88
Titrasyon asitliği (%)	0.46	0.46	0.33	0.21
Toplam fenolik madde miktarı*	3272	3290	3043	2778
Antioksidan aktivite (mM/mg)	25.4	21.9	22.6	20.9
Sitrik asit*	545	424	499	389
Malik asit*	1003	1018	793	638
β-karoten miktarı*	43.7	51.2	41.0	40

*Toplam fenolik madde, sitrik asit, malik asit ve β-karoten miktarları “mg/100 g KM” olarak hesaplanmıştır.

Kurutma teknolojisinde kükürdün olumlu etkilerine karşın; kükürt dioksidin (SO₂) korozyon etkilerinin bulunması, kurutulmuş üründe yabancı bir koku olarak hissedilmesi, özellikle astım hastalarına karşı olumsuz etkilerinin olması gibi birçok olumsuz sonuçlarının (Löker vd. 2008a, b) bulunması ve tüketicilerin gıda katkılarına karşı olan duyarlılığı nedeni ile son yıllarda, gerek ülkemizde gerekse dünyada kükürt içermeyen gün kurusu kayısılarına olan talep artmaktadır. Toplam kuru kayısı üretimimizin yaklaşık %10'unu gün kurusu kayısılar oluşturmaktadır. Gün kurusu kayısılar, daha önceleri sadece Arap ülkelerine ihraç edilirken, son 5 yılda iç piyasada da talep görmeye başlamıştır. İç piyasada gün kurusu kayısılarına olan talep, yıldan yıla önemli düzeyde artış göstermiştir. Gün kurusu kayısı üretim miktarları ile ilgili yeterli bir istatistiki bilgiye ulaşılamamış olup; bu konuda verilen rakam ve bilgiler Malatya'daki uzman kişilerle yapılan kişisel görüşmelerden sağlanmıştır.

2.2 Kayısı Bileşimi

Kuru kayısı, yüksek lif içeriğinin yanı sıra; karotenoid, polifenol gibi yüksek antioksidan aktivite gösteren bileşenlerce zengin bir gıdadır. Bileşimi itibariyle, fonksiyonel özellik taşıyan gıdalar içinde yer alan kayısı, sağlıklı yaşamda önemli bir yere sahiptir (Löker vd. 2008a). Kayısı; önemli provitamin A aktivitesine sahip karotenoidler, için en iyi kaynaklardan biridir. Karotenoidler, birçok bitkisel ve hayvansal ürünlere kırmızı, sarı-kırmızı tondaki doğal rengini veren, yağda çözünebilen pigmentler olup; büyük bölümü, 8 izoprenoid ünitesinin birleşmesiyle oluşan 40 karbonlu bir merkezi iskelete sahip bileşiklerdir (Cemeroğlu vd. 2009). Karotenoidlerin bir bölümü provitamin A aktivitesi gösterirken; bir bölümünün de antikarsinojen, antiülser, yaşlanmayı geciktirici ve antioksidan etkileri bulunmaktadır (Rodriguez-Amaya 1993). β -karoten, α -karoten, γ -karoten ve β -kriptoksantin gibi karotenler, provitamin A aktivitesi göstermektedir. Buna karşın, başta likopen olmak üzere β -kriptoksantin ve β -karoten gibi karotenler antioksidan özellik göstermektedirler (Miller vd. 1996).

Karotenoidler, yüksek miktarda çift bağ içermesi nedeniyle oksidasyona, ışığa ve ısıya duyarlı hale gelmekte; oksijen, ışık ve ısı varlığı karotenoidlerin parçalanmasını artırmaktadır (Cemeroğlu vd. 2009). Diğer yandan; askorbik asit, antioksidanlar ve özellikle de bu antioksidanlardan tokoferollerin ürünün yapısında doğal olarak bulunmaları ya da dışarıdan ürüne eklenmeleri, karotenoidlerin oksidatif yolla parçalanmasını önemli düzeyde engellemektedir (Bolin ve Stafford 1974). Karotenoid bileşiklerinin en önemlilerinden biri β -karoten olup; yüksek provitamin A aktivitesine, renklendirici özelliğe ve antioksidatif aktiviteye sahip olması nedeniyle önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Literatürde kayısıların karotenoid içeriği üzerine farklı değerler bulunmaktadır. Bu farklılık, kayısının çeşidi, olgunluk düzeyi ve kayısının maruz kaldığı çevre koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Özkan ve Cemeroğlu 1997, Dragovic-Uzelac vd. 2007). Kayıılarda başat karotenoidin, β -karoten olduğu birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Mangels vd. 1993, Ben-Amotz ve Fishier 1998, Sass-Kiss vd. 2005,

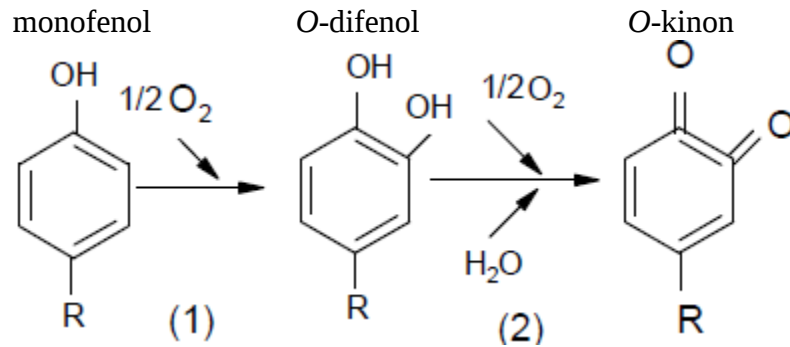
Sağırlı 2006, Dragovic-Uzelac vd. 2007, Kurz vd. 2008). Bauerfeind (1981), kayısıların karotenoid içeriğinin yaklaşık %60–70’inin β -karoten, %5–7’sinin γ -karoten, %4–7’sinin kriptoksantin, %5’inin likopen ve %1.5–2’sinin de luteinden oluştuğunu saptamıştır. Buna karşın, Dragovic-Uzelac vd. (2007) üç farklı kayısı çeşidinde yaptıkları araştırmada, tüm çeşitlerde β -karoten yanında, γ -karoten saptarken, iki çeşitte α -karoten ve lutein, bir çeşitte ise, zeaksantin saptamışlardır.

Taze, kükürtlenerak kurutulmuş ve gün kurusu kayısıların bileşimlerinin kıyaslandığı çalışmalardan (Löker vd. 2008a) elde edilen veriler, kükürtlenerak kurutulmuş kayısıların gün kurusu kayılardan besin içeriğinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kükürtlenmiş kuru kayısıların β -karoten içeriğinin gün kurusu kayılardan daha fazla olduğu saptanmış ve bunun nedeninin de; bir antioksidan olan SO₂’nin, β -karoten oksidasyonunu önleyerek, kaybını sınırlandırması olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, diğer bir çalışmada ise, β -karoten içeriğinin gün kurusu ve kükürtlenmiş kayılarda birbirine yakın olduğu ortaya konulmuştur (Löker vd. 2008b).

2.3 Depolama Süresince Kuru Kayıların Kimyasal ve Mikrobiyel Stabilesindeki Değişmeler

Kuru kayıların karakteristik renginin sadece kükürtleme işlemi ile korunabilmesi, kayıların kurutulmasında kükürtleme işleminin ne denli önemli olduğunu göstermektedir (Özkan 2001). Kükürt dioksitin bu etkisi, enzimatik ve özellikle de depolama süresince gerçekleşen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını inhibe etmesinden kaynaklanmaktadır. Kuru kayıların kalitesini belirleyen en önemli kriterlerin, düşük esmerleşme düzeyi ve elastik bir tekstür olduğu bildirilmektedir (Abdelhaq ve Labuza 1987). Depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak kuru kayıların SO₂ düzeyinde azalma gözlenmekte ve buna bağlı olarak da renk esmerleşmektedir. Esmerleşme reaksiyonlarını önlemesi yanı sıra; SO₂, aynı zamanda kayıların parlak sarı renklerini veren karotenoidlerin oksidasyonunu da önlemektedirler. Gün kurusu gibi kükürt içermeyen ürünlerde ise, esmerleşme reaksiyonları ve karotenoidlerin oksidasyonu engellenememektedir.

Esmerleşme reaksiyonları, gıdaların hazırlanması, pişirilmesi, işlenmesi ve depolanması sırasında, öncelikle renkte izlenen hafif bir sarıdan, kahverengi siyaha kadar uzanan değişimler olup; temelde 2 ana reaksiyon (enzimatik ve enzimatik olmayan) sonucu meydana gelmektedir. Ayrıca; esmerleşme reaksiyonları ile sadece renkte değil, ürünün diğer duyuşal özelliklerinde de değişimler meydana gelmektedir. Kayısılar, kurutma sırasında ve özellikle kurutma başlangıcında hızla enzimatik esmerleşmeye uğramaktadırlar. Enzimatik esmerleşme reaksiyonları, meyve ve sebzelerin dokularında bulunan polifenollerin, polifenol oksidaz enzimi katalizörlüğünde önce *O*-kinonlara hidroksilasyonu ve daha sonra da oksidasyonu ile başlamaktadırlar. Daha sonra kinonların, enzimatik olmayan oksidasyonu sonucu kahve renkli melanin bileşikler oluşmakta ve renk esmerleşmektedir. Enzimatik esmerleşme mekanizması şekil 2.2’de verilmiştir. Enzimatik esmerleşme, polifenol oksidaz enziminin inhibe edilmesiyle engellenebilmektedir. Bunun için en etkili uygulama, ısı uygulaması olup; enzimatik esmerleşmesinin engellenmesi veya sınırlandırılmasında SO₂ ve askorbik asit de yaygın olarak kullanılmaktadır (Cemeroğlu vd. 2009).



Şekil 2.2 Enzimatik esmerleşme mekanizması (Isaac vd. 2006)

- (1) Kreşolaz aktivitesi (hidroksilasyon)
- (2) Kateşolaz aktivitesi (oksidasyon)

Kurutulmuş ürünlerde ise, renk esmerleşmesi daha çok enzimatik olmayan esmerleşme ile meydana gelmektedir. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu, Maillard esmerleşme reaksiyonu, karamelizasyon, metal-fenolik esmerleşme reaksiyonu, lipid

esmerleşme reaksiyonu ve askorbik asit esmerleşme reaksiyonu gibi farklı şekillerde meydana gelebilmektedir (Nielsen vd. 1993). Meyvelerin kurutulması ve depolanması sırasında özellikle Maillard tipi esmerleşme görülmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Bu tip esmerleşmede, reaktif karbonil grupları (indirgen şekerler) ile amino grubunun (aminoasitler, aminler) reaksiyona girmesi sonucu stabil ara ürünler oluşmakta ve bu ara ürünlerin kondensasyonu sonucu melanoidin denilen kahverenkli pigmentler meydana gelmektedir (Özkan ve Cemeroğlu 1996). Maillard esmerleşme reaksiyon hızı üzerine, sıcaklık-süre kombinasyonu, pH, su aktivitesi gibi faktörler etkili olmaktadır. Sıcaklık yükseldikçe Maillard reaksiyonu hızlanmakta ve esmerleşme artmaktadır. Diğer yandan; $a_w = 0.6-0.8$ (orta nem düzeyi) ve $pH = 7.0-10.0$ değerleri arasında Maillard reaksiyonu hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Cemeroğlu vd. 2009). Bu nedenle; yüksek miktarda indirgen şeker [glukoz, fruktoz (Akın vd. 2008)] ve amino asit içeren kuru kayıslarda; depolamanın olabildiğince düşük sıcaklıklarda yapılmasına özen gösterilmelidir.

Kükürtlenmemiş kuru kayıslarda, Elmacı vd. (2008) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, normal ve modifiye atmosferde ambalajlanan gün kurusu kayısların 5° , 15° ve $25^\circ C$ 'de 48 hafta depolanmaları süresince su aktivitesi, titrasyon asitliği, esmerleşme ve β -karoten miktarları ve duyu özellikleri incelenmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığında meydana gelen artış ile, esmerleşme miktarında artış görülürken, β -karoten miktarında azalma görülmüştür (Elmacı vd. 2008).

Ülkemizde kayıslar çoğu kez %20 nem düzeyine kadar kurutulmaktadır (Özkan 2001). Ancak, kayısı dahil tüm kuru meyveler tüketim kolaylığı nedeniyle satışa sunulmadan önce %20 nem düzeyi üzerine nemlendirilmekte ve orta nemli gıdalar (intermediate moisture foods) üretilmektedir. Orta nemli gıdalar; yüksek nemli kurutulmuş meyveleri de kapsayan, %15–50 nem içeren ve 0.65–0.90 su aktivitesine sahip gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Witthuhn 2005). Diğer taraftan orta nemli gıdalar; yeterli su içerikleri nedeniyle yumuşak, çiğnemesi kolay ve ağızda kuru bir gıda hissi vermeyen, aynı zamanda su aktivite düzeyi mikrobiyolojik bozulma üst sınırında bulunan gıdalar olarak da tanımlanmaktadır (Cemeroğlu ve Özkan 2009).

Bir gıdanın mikrobiyolojik yolla bozulması, ortamda mikroorganizmaların kullanabileceği nitelikte suyun bulunmasına bağlıdır. Muhafaza yöntemlerinin birçoğunda, gıdada bulunan suya mikroorganizmalar için elverişsiz bir nitelik kazandırılmakta, yani serbest su oranı azaltılmaktadır. Meyve ve sebzelerin güneşte kurutularak ortamdaki serbest suyun önemli bölümünün uzaklaştırılması ya da gıdaya şeker veya tuz ilave ederek ortamdaki suyun mikroorganizmaların kullanımına elverişsiz nitelik kazandırılması aynı ilkeye dayanmakta olup; bu yöntemlerle gıdanın mikrobiyolojik stabilitesi artırılmaktadır. Bir gıdada bulunan suyun oranından çok, suyun mikroorganizmalar tarafından kullanılabilirliği önemli olup, bu kullanılabilirlik oranı, su aktivitesi (a_w) olarak nitelendirilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009).

Mikrobiyolojik yolla gıdaların bozulmasında en önemli faktör, su aktivitesi olup; tüm mikroorganizmaların genellikle $a_w = 0.60$ 'ın altında faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir. Gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların faaliyet gösterdikleri su aktivitesi alt sınırının; bakteriler için 0.90, mayalar için 0.85 ve küfler için 0.70–0.75 arasında olduğu kabul edilmektedir. Bunun dışında bazı kseroofilik küf ve ozmofilik mayalar için bu sınır 0.61'e kadar düşebilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Su aktivitesi; kurutulmuş meyvelerde 0.60–0.75, kurutulmuş yüksek nemli meyvelerde ise, 0.75–0.85 arasında değişmektedir.

Witthuhn vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, %36 nem içeren yüksek nemli kayısılar ambalajlandıktan sonra 1 ve 8 ay süreyle depolanmış ve bu kayısıların toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayısının sırasıyla 1.8×10^2 ve 9.0×10^2 KOB/g gibi düşük seviyelerde olduğu görülürken, maya ve küf sayısında ise, 8.2×10^2 'den (1 ay depolama) 1.4×10^3 'e artış görülmüştür. Ayrıca; bu çalışmada, *Enterobacteriaceae* ve stafilokok cinsi bakteri gelişiminin olmadığı da ortaya konulmuştur. Laboratuvarımızda yürütülen bir çalışmada ise, kükürtlenmiş ve yüksek nemli kuru kayısıların farklı sıcaklıklarda 8 ay depolanması sonunda TAMB sayısında 5°C'de 0.7; 20°C'de 1.1 ve 30°C'de 1.5 log KOB/g azalma olduğu belirlenmiştir (Sağırlı 2006). Bu çalışmada, TAMB sayısında gözlenen bu azalma, kayısılardan uzaklaşan SO₂'in buhar fazına geçmesine ve fakat kayısıdan uzaklaşan SO₂'in de ambalaj boşluklarında toplanarak adeta modifiye bir atmosfer oluşturmak suretiyle, mikroorganizma gelişimini önlemesine bağlanmıştır.

Witthuhn vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi, bu çalışmada da *Enterobacteriaceae* ve stafilokok/mikrokok sayıları teşhis limitlerinin altında ($<4.0 \times 10^0$ KOB/g) bulunmuştur. Ancak; Witthuhn vd. (2005) tarafından yapılan çalışmanın aksine, bu çalışmada may-küf sayısı da tüm depolama süresince teşhis limitlerinin altında ($<4.0 \times 10^0$ KOB/g) bulunmuştur.

Mahmutoğlu vd. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada; yapay yolla kurutulmuş kayısların güneşte kurutulmuş kayıslara kıyasla daha yüksek mikrobiyel kalitesinin olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, güneşte kurutulmuş, nem içeriği %26 olan ve LDPE ile paketlenmiş kuru kayısların SO_2 içeriği, 5°C’de 8 ay depolama sonucunda 1534 mg/kg’dan 1450 mg/kg’a düşmüş, buna karşın TAMB sayısı 60 kob/g’dan 10 kob/g’a düşerken; toplam maya-küf sayısı 10 kob/g’dan 5×10^2 KOB/g’a yükselmiştir. Aynı çalışmada, yapay kurutucuda kurutulmuş, nem içeriği %23.5 olan ve aynı ambalajda muhafaza edilen kuru kayısların SO_2 içeriği, 5°C’de 8 ay depolama sonucunda 849 mg/kg’dan 833 mg/kg’a düştüğü, TAMB ve toplam maya küf sayılarının ise, depolama başlangıcında ve 8 ay depolama sonunda 1.0×10^1 KOB/g olduğu bulunmuştur.

2.4 Sorbik Asit ve Kullanım Alanları

Gün kurusu kayıslar, hasat edildikten sonra yıkanmadan, herhangi bir koruyucu ilave edilmeden %15–20 nem içeriğine kadar güneşte kurutulmakta, fumige edildikten sonra depolanmakta ve satışa sunulmadan önce de nemlendirilerek orta nem düzeyine (%20–30) getirilmektedirler. Son yıllarda nemlendirilmiş gün kurusu kayısı işleyen işletmelerde, mikrobiyel bozulmayı önlemek amacıyla diğer antimikrobiyel koruyuculardan birçok üstünlüğü bulunan ve insan sağlığına bilinen önemli bir etkisi olmayan sorbik asit ve tuzları kullanılmaya başlanmıştır.

Sorbik asit ilk kez Alman kimyager A.W. Hoffman tarafından 1859 yılında keşfedilmiş olup, *Sorbus aucuparia* L. adı verilen üvez ağacının olgunlaşmamış meyvelerinin yağından saf olarak elde edilmiştir. Antimikrobiyel etkisi ise, 1939 yılında bulunmuş

olup, 1950 yılından itibaren de endüstriyel olarak üreilmeye başlanmıştır (Sofos ve Busta 1983).

Kimyasal adı 2,4-hexadienoik asit ($\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$) olan sorbik asit, yapısında 2 doymamış (çift) bağ içeren 6 karbonlu bir organik asittir. Bu yapı, sorbik asit ve tuzlarının vücutta benzer sayıda karbon içeren yağ asitleri gibi sindirilmesini ve tamamen CO_2 ve H_2O 'ya parçalanmasını sağlamaktadır (Üçüncü 1980). Sorbik asit için belirlenen günlük alınabilir miktar (Acceptable Daily Intake, ADI değeri); "kg" vücut ağırlığı başına 25 mg olup, bu doz sağlık için bir tehdit oluşturmamaktadır (Sofos ve Busta 1993).

Sorbik asit (sorbik asit ve sorbik asidin sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları) toz, granüle ve çözelti formlarında pazarlanmaktadır. Sorbik asidin en fazla saf etil alkolde (12.90 g/100 mL) çözünmesi (Sofos ve Busta 1983) ve suda çözünürlüğünün çok düşük olması, genel olarak sorbatlar olarak adlandırılan tuzlarının (kalsiyum, potasyum ve sodyum sorbat) yaygın olarak kullanılmasına neden olmaktadır. Sorbatlar içerisinde yer alan sodyum sorbat, katı halde dahi stabil olmayıp; hızla oksidasyona uğramakta ve bu nedenle gıda endüstrinde tercih edilmemektedir. Kalsiyum sorbat ise, fungostatik ambalaj kağıdı üretiminde kullanılmakta olup; oksidasyona karşı yüksek stabiliteye sahip olmasına rağmen kullanımı sınırlıdır (Lück 1990). Diğer yandan; potasyum tuzunun suda (20°C'de 58.20 g/100 mL) oldukça yüksek çözünürlüğe sahip olması, gıda endüstrisinde potasyum sorbatın yaygın olarak kullanılmasına neden olmaktadır (Saldamlı 1985, Kıvanç 1989).

Sorbik asit ve tuzlarının diğer antimikrobiyel koruyuculara göre, birçok üstünlüğünün bulunması sorbik asit ve tuzlarının daha çok tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu üstünlükler aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

- GRAS (Generally Recognized As Safe, genel olarak güvenilir) statüde olup, yani gıdaların üretim aşamasında kullanılan dozları insan ve hayvan sağlığı açısından bir tehlike arz etmemektedir.

- Tatsız, kokusuz ve renksiz olması nedeniyle gıdanın rengini, tadını ve kokusunu etkilememektedir.
- Yüksek pH'larda (6.0–6.5) bile antimikrobiyel aktiviteye sahiptir.
- Genelde küf ve mayalara karşı etkili olup, bakterilere karşı etkileri sınırlıdır.
- Meyve sularında ve içeceklerde lezzetin gelişimine katkıda bulunmaktadır.
- Vitaminler, enzimler, iz elementler ve minerallerle reaksiyona girmemektedir.
- Sindirimi kolaydır.
- Serbest asit formu ve özellikle de potasyum tuzu suda iyi derecede çözünmektedir (Üçüncü 1980, Sofos ve Busta 1993).

Sorbik asidin bu üstünlüklerine karşın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Sorbik asit ve tuzları saf ve seyreltilmiş halde ışığa ve sıcaklığa karşı duyarlı olup; balık gibi pH'sı (6.8–7.4) yüksek ürünlerde sınırlı etki göstermektedir (Kıvanç 1989). Ancak, bu dezavantajlar üstünlükleri yanında göz ardı edilmektedir.

Sorbik asidin antimikrobiyel etkisi özellikle küf ve mayalara karşı etkili olup, bakterilere karşı etkisi sınırlıdır (Sofos ve Busta 1993). Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda sorbik asit ve tuzlarının; birçok mikroorganizma türüne karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Kıvanç 1989, Dinçoğlu 2005, Simpson ve Sofos 2009). Kuru ve orta nemli kayıslarda en fazla mikrobiyel bozulmaya neden olan mikroorganizmalar maya ve küflerdir (El-Halouat vd. 1998). *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Endomycopsis*, *Hansenula*, *Oospora*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Sporobolomyces*, *Torulasporea*, *Torulopsis* ve *Zygosaccharomyces* sorbatların inhibe ettiği maya cinsleridir. *Alternaria*, *Ascochyto*, *Aspergillus*, *Botryis*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Geothricum*, *Gliocladium*, *Helminthosporium*, *Humicola*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pullularia*, *Rhizophus*, *Sporotrichum* ve *Trichoderma* ise, sorbatların inhibe ettiği küf cinsleridir (Davidson vd. 2002). Diğer yandan, sorbik asit ve tuzlarının küflerin mikotoksin üretimini de engellediği bildirilmiştir. Bullerman (1981), %0.1 ve 0.15 potasyum sorbatın *Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* tarafından üretilen aflatoksin B1 üretimini engellediğini, %0.05 potasyum sorbatın ise, aflatoksin üretimini büyük ölçüde azalttığını bildirmiştir. Sorbik asit ve tuzları aynı şekilde

Penicillium patulum tarafından üretilen patulin üretimini de engellediği ortaya konulmuştur.

Sorbatlar; kekler ve kek karışımları, peynirler, diyet içecekleri, kuru meyveler, meyve içecekleri, reçeller, jöleler, mayonez, zeytinler, portakal suyu, konserve, hazır salata ve sosları, şarap gibi birçok gıdada kullanılmaktadır (Davidson vd. 2002). Literatürde sorbik asit ve tuzlarının farklı ürünlerde antimikrobiyel aktivitesinin araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur (Yapar ve Yetim 2000, Guynot vd. 2005, Omojowo vd. 2009).

Guynot vd. (2005) tarafından unlu mamüllerde yapılan bir çalışmada, fungal gelişimi önlemek için 3 farklı koruyucu madde (kalsiyum propionat, potasyum sorbat ve sodyum benzoat) ilave edilmiş ve pH'sı 4.5 civarındaki bu ürünlerde en etkili koruyucunun potasyum sorbat olduğu bildirilmiştir. Ayrıca; bu çalışmada fungal gelişimi önlemek için gerekli potasyum sorbat miktarının %0.3 olduğu ortaya konulmuştur.

Omojowo vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada; %3 potasyum sorbat ile muamele edilip, tütülenmiş yayın balıklarının mikrobiyel yükündeki azalma sonucunda raf ömürlerinin 8 haftaya kadar uzadığı belirlenmiştir. Sekiz haftalık depolanma sonunda, toplam canlı bakteri sayısında 6.35 log KOB/g, koliform bakteri sayısında 2.64 log KOB/g ve maya-küf sayısında ise, 2.57 log KOB/g azalış olduğu, buna karşın *Staphylococcus* sayısında ise, değişim olmadığı gözlenmiştir.

Sorbik asidin etki mekanizması üzerine literatürde farklı görüşler yer almaktadır (York ve Vaughn 1964). Bu görüşlerden en çok kabul göreni, sorbik asidin yapısındaki çift bağların enzimlerin "SH" grupları ile kovalent bağlar oluşturarak, onların inaktivasyonuna neden olmasıdır (Yemenicioğlu ve Özkan 2009). Mikroorganizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli olan enzimlerin inaktive edilmesi sonucu, mikroorganizma hücresinin metabolizması bozulmakta ve böylece mikroorganizma inaktive olmaktadır (Liewen ve Marth 1985). Sorbik asit ve tuzlarının antimikrobiyel aktivitesi üzerine; pH, su aktivitesi, sıcaklık, ortamdaki havanın bileşimi, gıda bileşenleri, mikrobiyel flora, konsantrasyon ve

koruyucuların etkileşimi gibi faktörler etki etmektedir (Kıvanç 1989).

2.5 Sorbik Asit ve Tuzlarının Antimikrobiyel Aktivitesi Üzerine Etki Eden Faktörler

2.5.1 pH

Sorbik asit gibi organik asitler sulu çözeltilerde disosiyasyon olarak (yani iyonlarına ayrışarak) ortama hidrojen iyonu vermektedirler. Sorbik asidin antimikrobiyel aktivitesini sağlayan disosiyasyon olmamış (iyonlarına ayrılmamış) moleküllerdir (Bell vd. 1959). Bu moleküller, mikroorganizma gelişimini engellemede disosiyasyon olmuş moleküllerden 10–600 kat daha etkili (Eklund 1983) olup; disosiyasyon olmamış sorbik asit miktarı gıdanın pH'sına bağlı olarak değişmektedir. Sorbik asidin antimikrobiyel etkisi, nötral pH'dan disosiyasyon sabitesi olan (pKa) 4.80'e yaklaştığında artmaktadır. Bu yüzden sorbik asit ve tuzları düşük pH'lı gıdalarda daha etkili olmaktadır. Sorbik asidin inhibitör etkisi disosiyasyon olmayan sorbik asitteki hidrojen iyonlarının hücre içerisinde serbest kalmasından ileri gelmektedir (Bell vd. 1959, Kıvanç 1989). Farklı pH değerlerindeki disosiyasyon olmayan sorbik asit miktarı (%) ve antimikrobiyel aktivitenin değişimi çizelge 2.4'te verilmiştir. Çizelge 2.4'te görüldüğü üzere, sorbik asidin antimikrobiyel etkisi, nötral pH'dan disosiyasyon sabitesi olan (pKa) 4.80'e yaklaştığında disosiyasyon olmamış sorbik asit miktarı %50'ye yükselmekte ve pH değeri azaldıkça disosiyasyon olmamış sorbik asit miktarı %99'a ulaşmaktadır.

Razavi-Rohani ve Griffiths (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, “potato dextrose agarda” farklı pH değerlerinde maya-küf gelişimi araştırılmış ve pH= 3.5 değerinde maya ve küfleri engellemek için gerekli minimum sorbik asit miktarının 36–380 µg/mL olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca; pH=5.6 değerinde kullanılması gereken sorbik asit konsantrasyonu artarken, pH=7 değerinde ise, bu değer daha da artarak 3176 µg/mL üzerine ulaşmıştır.

Çizelge 2.4 Disosiye olmamış sorbik asit oranının antimikrobiyel aktiviteye etkisi (Bell vd. 1959)

pH	Disosiye olmamış sorbik asit miktarı (%)	Antimikrobiyel etki
7.0	1	Yok
6.0	5	
5.3	25	En az olduğu aralık
5.1	33	
4.8	50	
4.3	75	
3.8	90	En çok olduğu aralık
3.1	99	

2.5.2 Su aktivitesi

Gıdalara, su aktivitesinin düşürülmesine neden olan tuz ve şeker gibi maddelerin ilave edilmesi, sorbik asit ve tuzlarının antimikrobiyel aktivitesinin artmasına neden olmaktadır. Bu maddeler hücrelerin şişerek büyümesine ve hücrenin antimikrobiyel maddelere karşı duyarlılığının artmasına neden olmaktadır (Liewen ve Marth 1985). Razavi-Rohani ve Griffiths (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, sorbik asit ve farklı konsantrasyonlarda sodyum klorür (NaCl) kombinasyonu uygulanmış ve konsantrasyondaki artış ile antimikrobiyel aktivitenin arttığı görülmüştür. Aynı çalışmada, %10 NaCl varlığında 92 µg/mL'den daha az sorbik asit kullanımının tüm küfleri, %15 ve 20 NaCl varlığında ise, test edilen bütün mikroorganizmaları inhibe ettiği ortaya konulmuştur.

2.5.3 Sıcaklık

Sorbik asidin etkili olduğu küflerin gelişmesi ve mikotoksin üretimi üzerine etkisi sıcaklığa ve küf türüne bağlı olarak değişmektedir (Kıvanç 1989). Üzüm sularında yapılan bir araştırmada, potasyum sorbatın 37°C'de *Byssoschlamys nivea* tarafından üretilen patulin oluşumunu engellerken, 21° ve 30°C'de patulin üretiminin az da olsa

olduğu ortaya konulmuştur (Roland ve Beuchat 1984). Bullerman (1985) da, düşük sıcaklık ile kombine edilen potasyum sorbat uygulamasının *Aspergillus ochraceus* ve *Penicillium* türlerinin gelişimini ve okratoksin üretimi üzerine etkili olduğunu bildirmiştir (Kıvanç 1989'dan alıntı yapılmıştır.).

2.5.4 Ortamdaki havanın bileşimi

Birçok araştırmacı CO₂ ve sorbik asit kombinasyonunun mikroorganizmaların inhibe edilmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur (Elliot vd. 1985, El Halouat vd. 1998). CO₂ ve sorbik asidin sinerjistik etkisinden yararlanma düşüncesiyle yapılan bir çalışmada, *Salmonella enteridis* ve *S. aureus*'un inhibe edildiği ortaya konulmuştur (Elliot vd. 1985).

Kuru erik ve kuru üzümde yapılan bir çalışmada, K-sorbat ve modifiye atmosfer (%80 CO₂ + %20 N₂) kombinasyonu uygulanmış ve fungusları inhibe etmede bu kombinasyonun, tek başına K-sorbat kullanımından daha etkili olduğu ortaya konulmuştur (Halouat vd. 1998). Bununla birlikte, kuru erik ve üzümde maya (*Z. rouxii*) gelişimini engellemek için gerekli K-sorbat konsantrasyonunun, sırasıyla 417 ve 153 mg/kg olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca; kuru erikte 60 gün depolama sonunda, kuru üzümde ise, 120 gün sonunda hiçbir maya hücresi saptanmamıştır. Aynı çalışmada; yüksek konsantrasyonda K-sorbatın (kuru erikte 417 mg/kg, kuru üzümde 343 mg/kg) %40 veya %80 CO₂ ile kombinasyonunun da *Z. rouxii* gelişimini engellediği ortaya konulmuştur.

2.5.5 Gıda bileşenleri

Tuz ve şeker gibi suda çözünabilir gıda bileşenleri, sıvı fazdaki sorbik asit miktarını azaltarak disosiye olmayan sorbik asit miktarını artırmakta ve böylece sorbik asidin antimikrobiyel etkisi artmaktadır. Diğer yandan, sitrik asit ve laktik asit gibi bazı asitler de sorbik asidin sudaki çözünürlüğünü azaltırken, aynı zamanda sorbik asidin disosiye

olmayan formdaki aktif miktarını artırarak antimikrobiyel aktivitelerini artırmaktadırlar (Liewen ve Marth 1985, Dinçoğlu 2005).

Kıvanç ve Akgül (1989) tarafından yapılan bir çalışmada, %0.05 sorbik asidin 35°C sıcaklıkta *E. aerogenes*, *S. aureus*, *S. Typhi* ve *P. aeruginosa* türlerine etki etmezken, aynı sorbik asit miktarının %1.5 kekik ve %2 sodyum klorür kombinasyonu ile, bu mikroorganizmaların gelişiminin engellendiği ortaya konulmuştur.

2.5.6 Mikrobiyel flora

Gıdalarda bulunan mikroorganizmaların çeşit ve sayıları, mikrobiyel gelişmeyi ve bozulmayı önlemek amacıyla gıdalara ilave edilen sorbik asidin etkinliğini etkileyen önemli faktörlerdir. Sorbik asit, mikroorganizmalara farklı düzeyde etki göstermektedir. Örneğin, başlangıç mikrobiyel yükünün az olması, mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek sorbik asit ve tuzlarının daha etkili olmasını sağlamaktadır (Liewen ve Marth 1985). Bunun yanı sıra, sorbik asit ve tuzlarını kullanabilen mikroorganizmalar da bulunmaktadır. Casas vd. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, badem ezmesinde bozulmaya yol açan mayaların sorbat detoksifikasyonu üzerine etkisi incelenmiş ve *Z. rouxii* ve *D. hansenii* türlerinin sorbik asit ve tuzlarını detoksifiye ederek 1,3-pentadien oluşturduğu ortaya konulmuştur.

2.5.7 Sorbik asit konsantrasyonunun etkisi

Mikroorganizma gelişimini engelleyecek sorbik asit konsantrasyonu mikroorganizmanın türüne göre değişkenlik göstermektedir. Yüksek sorbik asit konsantrasyonuna dayanıklı mikroorganizmalar daha düşük sorbik asit konsantrasyonunda gelişimine devam etmekte ve ortamda hızla çoğalmaktadır (Kıvanç 1989). Bu yüzden gıdada bulunabilecek muhtemel mikroorganizmaların göz önünde bulundurularak hepsini inhibe edecek en uygun konsantrasyonun seçilmesi, mikrobiyel aktivitenin engellenmesinde en etkin yoldur.

2.5.8 Koruyucuların birbiriyle etkileşimi

Koruyucuların aynı gıda maddesinde birlikte kullanılmaları mikroorganizmaların gelişimini bazen artırmakta bazen de azaltabilmektedir. Örneğin sorbik asit ve formik asit kombinasyonu *S. cerevisiae*'e antagonist etki gösterirken, *A. niger*'i inhibe etmede sinerjistik etki göstermektedir (Lück 1980, Dinçoğlu 2005'ten alıntı yapılmıştır.). Diğer bir çalışmada, sorbik asit ile bütillenmiş hidroksianisolun (BHA) birlikte kullanılmış, bu iki maddenin sinerjistik etki gösterip, pişirilmiş hindi etinde bozulma yapan *Salmonella Typhimurium*'u inhibe ettiği ortaya konulmuştur (Morad vd. 1982).

Campos ve Gerschenson (1996)'da, polifosfatlar ve propil gallatın sorbik asidin parçalanmasını önleyerek koruyucu etki gösterdiğini, askorbik asidin ise, sodyum nitrit varlığında sorbik asidi koruyucu etki gösterdiğini saptamışlardır. Razavi-Rohani ve Griffiths (1999) tarafından yapılan çalışmada ise, sorbik asit ve EDTA (1:1) birlikte uygulanmış ve test edilen maya ve küflere inhibe etmede gerekli minimum sorbik asit miktarının, EDTA-sorbik asit kombinasyonunda azaldığı görülmüştür.

2.6 Sorbik Asit Uygulama Yöntemleri

Sorbik asit ve tuzlarının gıdalara ilavesi, gıdanın tipi ve uygulanacak işlemlere bağlı olarak ürüne doğrudan ilave etme, ürünü sorbik asit çözeltisine daldırma, sorbik asit çözeltisini ürün üzerine püskürtme, sorbik asit çözeltisini ambalaj materyaline emdirme ve sorbik asidin yağla kaplanarak veya buz kristalleri ile uygulama yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.

Daldırma yönteminde, ürüne sorbik asit geçişi difüzyonla yani, madde ve çözelti arasındaki konsantrasyon farkına bağlı olarak maddelerin bir fazdan diğer faza geçmesi işlemi ile gerçekleşmektedir (Treybal, 1980). Gıdada gerçekleşecek difüzyonu, difüze olacak maddenin yapısı, difüze olacak maddenin molekül ağırlığı, gıdanın kompozisyonu, gıdanın pH'sı, gıdanın nemi, gıdanın su aktivitesi, daldırma çözeltisi konsantrasyonu, daldırma çözeltisi sıcaklığı, daldırma süresi, daldırma sayısı, daldırma

çözeltisinin durağan ya da hareketli olması gibi birçok faktör etkilemektedir (Giannakopoulos ve Guilbert 1986a).

Giannakopoulos ve Guilbert (1986b), orta ve yüksek nemli gıdalarda ve model jellerinde sorbik asit difüzyonu üzerine yaptığı çalışmada, konsantre şeker çözeltilerindeki şekerin molekül ağırlığının artmasıyla, sorbik asidin difüzyonunun azaldığını görmüşlerdir. Aynı çalışmada, gliserol ile jelleştirilmiş çözeltilerde sorbik asit difüzyonunun şeker ile hazırlanandan daha yüksek olduğu da ortaya konulmuştur.

Özdemir ve Floros (2003) tarafından buğday proteini filminde potasyum sorbat difüzyonu üzerine yapılan çalışmada, filme %3.3–10.0 (w/w) K-sorbat ilave edilmiş ve 25°C’de $5.4\text{--}9.8 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ potasyum sorbat, $1.3\text{--}7.4 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ çözelti difüzyonunun gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Ayrıca; bu çalışmada filme ilave edilen protein ve balmumu miktarlarının artması ile potasyum sorbat difüzyonunun azaldığı; sorbitol ve başlangıç potasyum sorbat miktarlarının artmasıyla ise, potasyum sorbat difüzyonunun arttığı ortaya konulmuştur.

Özdemir ve Demirci (2006) tarafından kaşar peynirlerinde yapılan bir çalışmada ise, daldırma, püskürtme ve doğrudan ilave etme yöntemleri kıyaslanmış ve doğrudan ilave etmenin, maya-küf sayısını diğer yöntemlerden daha çok azalttığı görülmüştür. Ayrıca; aynı çalışmada, peynirlerde püskürtme yönteminin daldırma yönteminden daha etkili olduğu da ortaya konulmuştur.

2.7 Yasal Düzenlemeler

Yeniden düzenlenen Türk Gıda Kodeksi (TGK) Katkı Maddeleri Yönetmeliği’ne (2011) göre, sorbik asit ve tuzlarının birçok gıdada kullanımına izin verilmektedir. Bu gıdalar; alkollü ve alkolsüz içecekler, kurutulmuş meyveler, patates hamuru ve ön kızartma yapılmış patates dilimleri, zeytin ve zeytin bazlı ürünler, peynirler, yumurta ürünleri, kısmen pişirilmiş ve ambalajlanmış fırıncılık ürünleri, yağ emülsiyonları, emülsifiye edilmiş veya edilmemiş soslar, et ve balık ürünleri ve özel beslenme amaçlı gıdalardır.

Söz konusu gıdalarda sorbik asit kullanımı, 20 ile 2000 mg/kg (veya mg/L) arasında değişmekte olup; kuru meyvelerde 1000 mg/kg düzeyine kadar kullanımına izin verilmektedir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Gün kurusu kayısı

Araştırmamızda kullanılan kuru kayısı materyali, “Hasanbey” (Malatya) firmasından temin edilmiştir. Bu amaçla, araştırmamız için gerekli yaş kayısı, firma tarafından üretici köylüden satın alınmış ve yine üretici köylü tarafından kayıslara herhangi bir katkı yapılmadan (SO₂ ve sorbik asit ilave edilmeden) güneşte kurutulmuştur. Bu araştırmamızda, ülkemiz ticari kuru kayısı üretimin %60–65’ini oluşturan Hacıhaliloğlu çeşidi “materyal” olarak seçilmiştir.

3.1.2 Kimyasallar

Gün kurusu kayısı örneklerinde bulunan sorbik asidin ve β -karoten’in tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında kullanılan “sorbik asit ve β -karoten standardı,” sorbik asit analizinde kullanılan “tetrabütil amonyum hidroksit”, esmerleşme analizinde kullanılan kurşun asetat ve β -karoten analizinde kullanılan “hekzan” Sigma firmasından (St. Louis, MO, A.B.D) temin edilmiştir. Araştırmamızda kullanılan ve gıdalarda kullanılması uygun (food grade) potasyum sorbat, A&D Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. (İstanbul) firmasından satın alınmıştır. Ekstraksiyon işlemlerinde kullanılan tüm solventler HPLC saflığında (HPLC grade) olup, Merck (Darmstad, Almanya) firmasından temin edilmiştir. Gün kurusu kayısılarda yapılan diğer analizlerde; Merck firmasından temin edilen ya analitik saflıkta (a.g, analytical grade) ya da yüksek saflıkta (extra pure) kimyasallar kullanılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri de Merck firmasından satın alınmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Materyalin hazırlanması

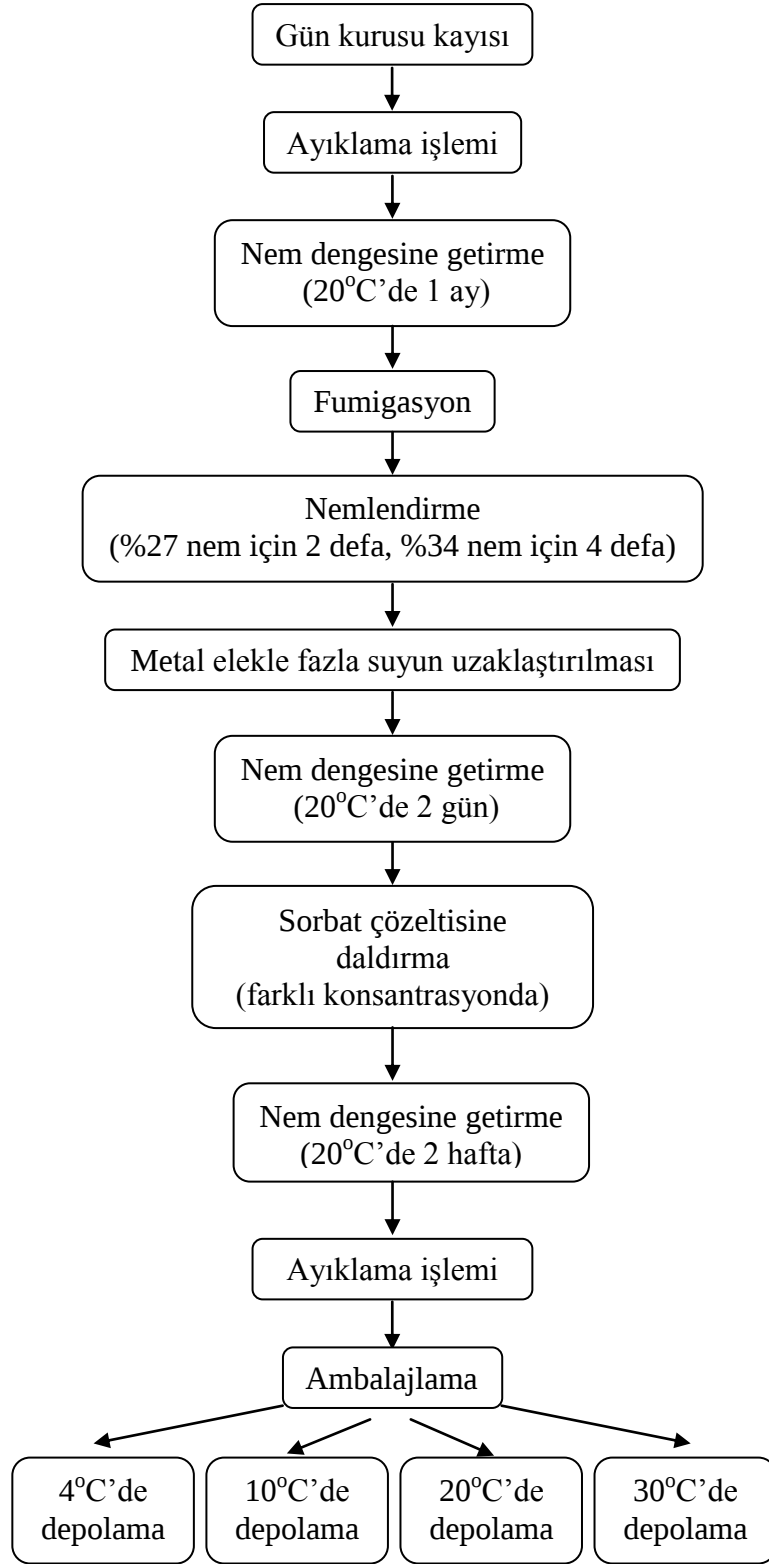
Fumigasyon, nemlendirme (rehidrasyon) ve sorbik asit çözeltisine daldırma: Hacıhaliloğlu çeşidi gün kurusu kayısılar depolama çalışmalarının ve analizlerin yapılacağı Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiştir. Laboratuvarımızda öncelikle; bozulmuş, zedelenmiş, aşırı kuru/nemli ve çok koyu/çok açık renkli gün kurusu kayısılar tek tek elle ayıklanarak, homojen bir kitle elde edilmeye çalışılmıştır. Kurutulmuş kayısılar, nemlerinin dengeye gelmesi için 50 L'lik ağzı tam olarak kapanabilen plastik kaplar içerisinde 20°C'de 1 ay süreyle bekletilmiştir. Daha sonra gün kurusu kayısılar, depolama sırasında faaliyete geçebilecek olası böcek zararlılarını yumurta veya larva aşamasında engellemek için fumigasyon işlemine tabi tutulmuştur. Fumigasyon işlemi için gün kurusu kayısılar, plastik meyve kasalarına yaklaşık 15 cm kalınlığında gevşek olarak yerleştirilmiş ve kasalar 2 sıra halinde üst üste dizilmiştir. Daha sonra çift kat plastik bir örtüyle, kapalı ve gaz sızdırmayacak şekilde oluşturulan ortamda, %57'lik (w/w) alüminyum fosfit (Tamtoxin, Platin Kimya, İstanbul) kullanılarak fumigasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kapalı ve gaz sızdırmaz ortamın farklı bölgelerine firmanın talimatları doğrultusunda 1 m³ hacimde 3–6 g (1–2 tablet) olacak şekilde tablet halindeki fumigant yerleştirildikten sonra, gün kurusu kayısılar, 24⁰±2⁰C'de 3 gün süreyle oluşan fosfin gazına maruz bırakılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Fumigasyon işlemi

Fumigasyon sonrasında gün kurusu kayısılar, duşlu bir yıkama sisteminde basınçlı su püskürtülerek yıkanmış ve nemlendirilmiş, kayısı yüzeyindeki fazla su metal elekten süzülerek uzaklaştırılmıştır. Nemlendirilen gün kurusu kayısılar plastik kaplar içerisinde 20°C’de 2 gün süreyle bekletilmiş ve gün kurusu kayısıların yüzeydeki suyu absorbe etmesi sağlanmıştır. Her nemlendirme sonrası tahmini “% nem miktarı” ağırlık artışından hesaplanmıştır. Nemlendirme işlemi, kabuk ayrılmasını önlemek amacıyla kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Ön nemlendirme işlemini takiben, kuru kayısılar farklı konsantrasyonda potasyum sorbat çözeltilerine daldırılarak, hedeflenen sorbik asit konsantrasyonlarına (0, 500 ve 1000 mg/kg) ve nem düzeylerine (%27 ve 34 nem) getirilmiştir. Daldırma işlemi gerçekleştirilen kayısılar denge nemine ulaşması için, plastik kaplar içerisinde 20°C’de 2 hafta süreyle bekletilmiştir. Bu amaçla; birçok ön deneme yapılarak, önce gün kurusu kayısıların belli düzeyde nem içermesi sağlanmış, daha sonra da potasyum sorbat çözeltisine daldırılarak, gün kurusu kayısıların hedeflenen sorbik asit ve nem düzeylerine erişmeleri sağlanmıştır. Gün kurusu kayısıların tekrar nemlendirme ve sorbik asit çözeltisine daldırma işlemi şekil 3.2’de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin ambalajlanıp, depolanması: Denge nemine ulaşan rehidre edilmiş iki farklı nem düzeyine (%27 ve 34) ve 3 farklı sorbik asit düzeyine (0, 500 ve 1000 mg/kg) getirilen gün kurusu kayısılar, sıcak kapamaya uygun, nem ve gaz geçirgenliği düşük metalize PET (polietilentetraftlat) ambalaj materyali kullanılarak ambalajlanmıştır. Bu kompozit ambalaj materyali, 100 µm kalınlığında olup; içten dışa 70 µm polietilen, 20 µm alüminyum ve 10 µm PET katmanlarından oluşmaktadır. Ambalajlama öncesi homojen bir örnek kitlesi elde etmek için kuru ve çok nemli örnekler ayrılmış ve her bir ambalaja 250 g gün kurusu kayısı konulduktan sonra, ambalaj “sıcak kapama” makinesi ile kapatılmıştır.



Şekil 3.2 Nemlendirme ve sorbik asit çözeltisine daldırma işlemi

Ambalajlamadan hemen sonra örnekler depolamaya konulmadan önce, nem analizi yapılmış, bundan sonraki depolama dönemlerinde ürünün başlangıç nem miktarları göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Örnekler; 4°, 10°, 20° ve 30°C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Depolamada, 4° ve 10°C; düşük sıcaklıkta depolamayı, 20°C; oda sıcaklığında depolamayı ve 30°C ise, yaz aylarında muhtemelen karşılaşılabilecek yüksek sıcaklıkta depolamayı temsil etmektedir. Ambalajlanan örnekler, sıcaklık salınımları $\pm 0.5^\circ\text{C}$ olan soğutmalı inkübatörlerde (Sanyo MIR 153 ve 253, Gunma, Japonya) depolanmıştır.

Örneklerin denge nemine erişmesi için her ne kadar 1 ay süreyle beklenilmişse de, nem ve renk içeriği bakımından kayıslar arasındaki farklılıkların tamamen ortadan kaldırılamadığı görülmüştür. Bu nedenle, her bir sıcaklık derecesi, nem ve sorbik asit konsantrasyonu için biri nem, biri renk tayininde kullanılmak üzere 2 ayrı örnek kitlesi oluşturulmuştur. Tüm depolama süresi boyunca, nem ve renk analizleri ayrılan bu örneklerde yürütülmüştür. Bu şekilde; nem ve renk analizlerinin hep aynı kitlede yapılması ile, örnek kitleleri arasındaki farklılıkların da en aza indirilmesi sağlanmıştır.

Depolama süresince örneklerdeki nem miktarının belirlenmesi amacıyla, her bir sıcaklık derecesi, nem ve sorbik asit konsantrasyonu için rastgele 15'er adet gün kurusu kayısı alınmış ve kayısların başlangıç ağırlıkları hassas terazide (Mettler Toledo XS 205, Greinfensee, İsviçre) tartılarak belirlenmiştir. Nem analizleri için tartılan örnekler, denemeler için ayrılan örneklerde olduğu gibi, aynı ambalaj materyali içine konularak aynı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanmaya bırakılmıştır. Benzer şekilde; renk analizleri için de, rastgele 20'şer adet gün kurusu kayısı alınmış ve renk analizleri tüm depolama süresince aynı örnek kitlesinde yapılmıştır. Bu örnekler de diğer örneklerde olduğu gibi, aynı ambalaj materyali içine konularak aynı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanmaya bırakılmıştır.

3.2.2 Fiziksel analizler

3.2.2.1 Nem tayini

A.O.A.C. (2000) tarafından önerilen 920-149 No'lu gravimetrik yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla; 250 g'lık örnek kitlesinden önce aseptik koşullarda mikrobiyolojik analizler için örnek alınmıştır. Daha sonra kalan örneğin tamamı, 4 mm çapında delikleri bulunan ayna kullanılan kıyma makinesinden (Tefal Maxi Power 1800 W, Fransa) 2 defa çekilerek homojen bir kitle elde edilmiştir. Homojen bir kitle elde etmek için, kıyma makinesinden 2 kez örneğin çekilmesiyle yetinilmeyip, örnek kitlesi homojen hale gelene kadar eldiven giyilerek yoğrulmuş ve karıştırılmıştır.

Nem tayininde; 85 mm çapında ve kapakları sıkıca kapanabilen alüminyum kurutma kaplarına kayısıların yüzey alanını artırmak amacıyla 2'şer g yıkanmış ve yakılmış deniz kumu tartılarak, tartım kapları kapakları açık şekilde $110^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'deki etüvde (Memmert ULM 500, Schwabach, Almanya) 2 h süreyle kurutulmuştur. Bu süre sonunda, kurutma kaplarının kapakları kapatılarak desikatörde soğutulmuş ve deniz kumu içeren kapların daraları kaydedilmiştir.

Kıyma makinesinden çekilerek homojen hale getirilmiş ve elle iyice yoğurularak karıştırılmış kayısı kitlesinden hassas terazi yardımıyla kurutma kaplarına ± 0.001 g duyarlılıkla 5 g örnek tartılmış ve üzerlerine bir miktar ılık su ilave edilmiştir. Bir cam baget yardımıyla deniz kumu ve örnek karıştırılarak bulamaç haline getirilmiş ve karıştırmada kullanılan cam baget yeterli miktarda ılık su ile kurutma kabına yıkanarak örnek kaybı nlenmiştir. Kurutma kapları, önce kaynamakta olan su banyosu (Memmert WB 14, Schwabach, Almanya) zerinde yüzeyde bulunan su buharlaşana kadar, daha sonra vakumlu etüvde (Heraeus VT 6025, Hanau, Almanya) $70^{\circ}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de ve 100 mm Hg basınç altında sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar (15 h) kurutulmuştur.

Kurutma sırasında etüve, nemi azaltılmış hava sürekli olarak verilmiştir. Bu amaçla; dış ortam havası, içerisinde nem tutucu olarak teknik sülfürik asit (H_2SO_4) bulunan bir şişeden saniyede 2 kabarcık oluşturacak şekilde geçirildikten sonra etüve verilmiştir. Kurutma işlemi sonunda, kurutma kaplarının kapakları kapatılarak desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. İlk ve son tartımlar arasındaki farktan örnekteki yüzde nem miktarı “yaş ağırlık” bazında hesaplanmıştır. Nem analizleri 2 paralel olarak yürütülmüştür.

“Örneklerin ambalajlanıp, depolanması” başlığı altında açıklandığı gibi, her bir depolama sıcaklığı, nem ve sorbik asit konsantrasyonu için rastgele 15'er adet gün kurusu kayısı alınmış ve kayısıların başlangıç ağırlıkları hassas terazide tartılarak belirlenmiştir. Nem analizleri tüm depolama boyunca aynı örnek kitlesinde yapılmıştır. Hep aynı kurutulmuş kayısıların ağırlıklarındaki değişimin belirlenerek nem miktarının tayin edilmesiyle, tesadüfen alınacak örnekler arasında zaten var olan farklılığın sonuçlara yansımaları da önlenmiştir.

3.2.2.2 Su aktivitesi tayini

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

3.2.2.3 pH tayini

pH değeri, potansiyometrik olarak pH-metre (Mettler Toledo Seven Compact, Schwerzenbach, İsviçre) ile Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen yönteme göre belirlenmiştir. Bu amaçla homojen haldeki kayısı kitlesinden yaklaşık 10 g örnek alınarak 90 mL damıtık su içinde 1 gün süreyle +4°C'de rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, daha sonra yüksek devirli bir blenderde (Waring Commercial, Torrington, CT, A.B.D.) 3 dak. homojenize edilmiş ve ardından kaba filtre kağıdından filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat, hem pH hem de titrasyon asitliği tayinlerinde kullanılmıştır.

3.2.2.4 Renk ölçümleri

Bu amaçla, reflektans spektrofotometresinde (Minolta CM-3600d, Osaka, Japonya) CIE $L^*a^*b^*$ sistemi kullanılarak ölçüm yapılmış ve a^* ve b^* değerlerinden, C^* (chroma, renk yoğunluğu) ve h° (hue, renk tonu) değerleri; L^* , a^* ve b^* değerlerinden de, renk değişimini gösteren ΔE değerleri ve esmerleşme düzeyini gösteren esmerleşme indeksi (BI) değerleri aşağıda verilen 3.1–3.4 No’lu eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.1)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (3.2)$$

$$\Delta E = [(L^*_2 - L^*_1) + (a^*_2 - a^*_1) + (b^*_2 - b^*_1)]^{1/2} \quad (3.3)$$

$$BI = [100 * (x - 0.31)]/(0.17) \quad (3.4)$$

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

“Örneklerin ambalajlanıp, depolanması” başlığı altında açıklandığı gibi, her bir depolama sıcaklığı, nem ve sorbik asit konsantrasyonu için 20’şer adet gün kurusu kayısı alınmış ve renk analizleri tüm depolama boyunca aynı örnek kitlesinde yapılmıştır. Hep aynı kayısılarda renk ölçümünün yapılmasıyla, her ölçümde tesadüfen alınacak örnekler arasında zaten var olan farklılığın sonuçlara yanlış yansımaları da önlenmiştir. Kayısı örneklerinin her iki yüzünde de ayrı ayrı renk ölçümü yapılmıştır.

Spektrofotometre, beyaz seramik plakaya karşı her kullanımdan önce standardize edilmiştir. Ölçümler, 8 mm çapında ölçüm alanına sahip renk ölçüm başlığı ile gerçekleştirilmiştir. Işık kaynağı olarak CIE tarafından belirlenen C ışıtıcısı (Illuminant C) kullanılmıştır. Renk ölçümlerinde "Minolta CM-S100w SpectraMagic NX" 1.22 versiyonu bilgisayar programı kullanılmıştır. L^* , a^* , b^* , C^* ve h° değerlerine ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri bu program kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.3 Kimyasal analizler

3.2.3.1 Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği, pH-metre ile izlenerek yürütülen elektrometrik titrasyonla saptanmış ve bu analizde Cemeroglu (2010) tarafından önerilen işlemeler uygulanmıştır. Bu amaçla; yukarıda pH tayini için hazırlanışı belirtilen filtrattan 25 mL alınarak, ayarlı 0.1 N NaOH zeltisi 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 Sorbik asit tayini

Kuru kayısılarda sorbik asit miktarının belirlenmesinde 3 aşamadan (ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama) oluşan HPLC yöntemi uygulanmıştır.

Ekstraksiyon: Bu amaçla, Mikami vd. (2002) tarafından kozmetik ürünlerde uygulanan yöntem, tarafımızdan modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu yönteme göre, polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne kıyma makinesinden çekilmiş ve daha sonra da elle yoğrularak homojen hale getirilmiş örnek kitlesinden 2.5 g (± 0.001 g) tartılmış ve üzerine 25 mL %80'lik etanol (80:20, v/v) zeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışım, yüksek devirli homojenizatörde (Heidolph SilentCrusher M, Schwabach, Almanya) 1 dak. süreyle 12 500 rpm'de homojenize edilmiştir.

Hazırlanan bu homojenizat 4°C'de 10 dak. süreyle 9390 x g'de soğutmalı bir santrifüjde (Sigma 3K 15, Postfach, Almanya) santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüplerinin üstteki sıvı kısımları (supernatant) 100 mL'lik döner evaporatör (rotary) balonuna aktarılmıştır. Daha sonra, homojenizatör bıçaklarının yıkanması amacıyla kullanılan 25 mL %100'lk etanol çözeltisi santrifüj tüpündeki kalıntının üzerine aktarılmış ve santrifüj işlemi tekrarlanmıştır. Elde edilen supernatantlar döner evaporatör balonunda birleştirilmiş ve döner evaporatörde (Heidolph Laborota 4003, Schwabach, Almanya) supernatant

içindeki çözelti, 45°C’de yaklaşık 10 dak.’da uzaklaştırılmıştır. Çözelti uzaklaştırıldıktan sonra kalan kalıntı, metanol:su (50:50, v/v) ile çözülerek, hacmi 10 mL’ye tamamlanmıştır. Elde edilen sorbik asit içeren ekstrakt, 0.45 µm’lik PVDF (polyvinylidene fluoride) membran filtreden (Sartorius AG, Goettingen, Almanya) filtre edilerek, HPLC’nin oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL’lik cam şişelere (viallere) alınmış ve bekletilmeden HPLC’ye enjekte edilmiştir.

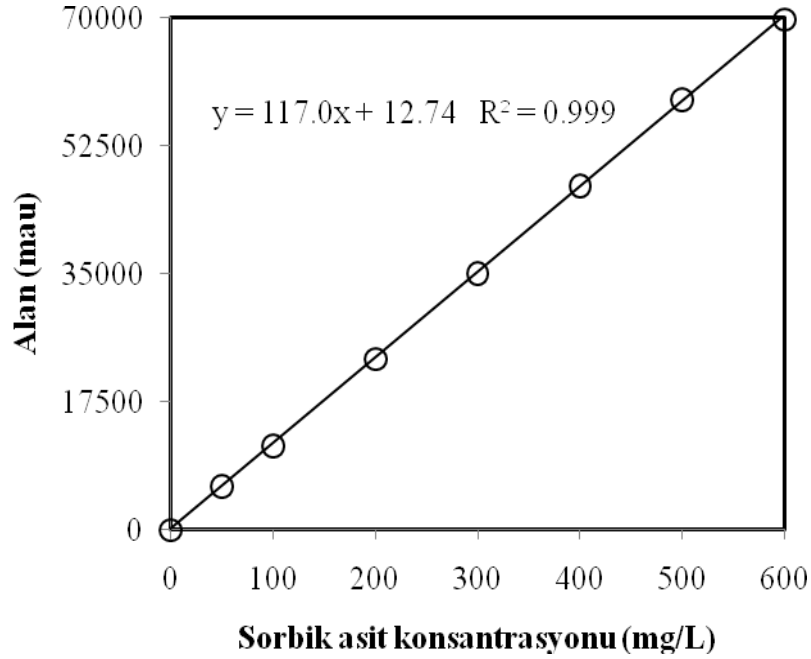
Tanımlama ve hesaplama: Sorbik asit miktarlarının hesaplanmasında ”yüksek performanslı sıvı kromatografi” cihazından (HPLC, Agilent 1200 serisi, Waldbronn, Almanya) yararlanılmıştır. Kullanılan HPLC sistemi; ikili (binary) pompa, foto dioderey dedektör (PDA, photo diarray dedector), +4°C sıcaklığa kadar örnekleri soğutabilen termostatlı oto-örnekleme (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 C₁₈ kolon (250 x 4.6 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc., Los Angeles, CA, A.B.D.)
- Koruyucu kolon: C₁₈ koruyucu kolonu (4 x 3 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- Akış hızı: 1 mL/dak.
- Elüsyon süresi: 30 dak.
- Enjeksiyon hacmi: 10 µL
- Dalga boyu: 254 nm
- Hareketli faz (mobile phase): O-fosforik asitle pH 4.4’e ayarlanmış 2.5 mM tetrabütil amonyum hidroksit içeren metanol:su (35:65, v/v) karışımından oluşmaktadır. İzokratik akış söz konusudur.
- Kolon sıcaklığı: 20°C

Kromatogramlarda elde edilen sorbik asit pikleri, standart maddenin kolondaki geliş süresi (retention time) ve PDA dedektöründe elde edilen UV spektrumlarının

karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Örnekten elde edilen ekstraktaki sorbik asit miktarı, standart maddeden 7 farklı konsantrasyonda hazırlanan sorbik asit çözeltilerinin HPLC cihazına enjekte edilmesi ile elde edilen standart eğriden (Şekil 3.3) yararlanılarak hesaplanmıştır. Kuru kayısındaki sorbik asit miktarı ise, numunenin seyreltme faktörü dikkate alınarak hesaplanmıştır.

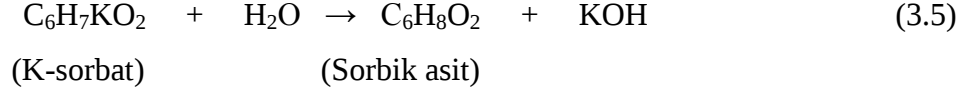


Şekil 3.3 Sorbik asit standart eğrisi

3.2.3.2.1 Sorbik asit miktarının titrasyonla belirlenmesi

Daha önce belirtildiği gibi bu çalışmada gün kurusu kayısılar, K-sorbatın suda çözündürülmesi ile elde edilen çözeltilere daldırılmıştır. 3.5 No’lu eşitlikte de görüldüğü gibi, K-sorbatın suyla reaksiyonu sonucunda potasyum hidroksit (KOH) ve sorbik asit oluşmaktadır. Bu nedenle; daldırma çözeltilisinde oluşan KOH, pH 8.1 düzeyine kadar 0.001 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda “harcanan 0.001 N HCl miktarı” ile bu reaksiyon sonucunda oluşan ve HPLC yöntemiyle saptanan “sorbik asit miktarı” arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla regresyon analizi uygulanmıştır. Bu

ilişkiye ait elde edilen denklem ile, ürünün daldırıldığı çözeltide sadece titrasyon işlemi yaparak üründeki sorbik asit miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.



Bu çalışmada, 200'er g ön nemlendirmesi yapılmış gün kurusu kayısı örnekleri, farklı konsantrasyonlardaki (%1, 2, 3 ve 4) 1 L K-sorbat çözeltisine belirli sürelerde daldırılmıştır. Daha sonra, kayısılar çözeltiden çıkartılmadan, daldırma çözeltisinden 50 mL alınmış ve pH derecesi 8.1 olana kadar bu çözelti 0.001 N HCl ile titre edilmiştir (Titrasyona ait sonuçlar "4.1 Titrasyon yöntemiyle gün kurusu kayısıların sorbik asit miktarının ve K-sorbat daldırma parametrelerinin belirlenmesi" bölümünde verilmiştir.). Bu işlem sonucunda, ürünlerde HPLC ile saptanan "sorbik asit miktarı" ile "harcanan 0.001 N HCl miktarı" arasında çok güçlü korelasyon ($r= 0.992$) bulunmuştur. Ancak, bu denemeler sırasında kullanılan "çözelti: kayısı (5:1)" oranının işletmelere getireceği yüksek maliyet göz önünde bulundurularak, bu oranın optimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, ön nemlendirmesi yapılmış gün kurusu kayısı örnekleri (200 g) farklı miktarlarda (200, 300, 400, 500 ve 600 g) %2'lik K-sorbat çözeltilerine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Ancak, kayısı örneklerinden çözeltiye geçen organik asitler nedeniyle, daldırma çözeltisinin pH değerinin 8.1'in altında kaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle, pH derecesi 8.1 olana kadar daldırma çözeltileri bu kez 0.005 N NaOH ile titre edilmiştir (Titrasyona ait sonuçlar "4.1 Titrasyon yöntemiyle gün kurusu kayısıların sorbik asit miktarının ve K-sorbat daldırma parametrelerinin belirlenmesi" bölümünde verilmiştir.). Bu işlem sonucunda da, ürünlerde HPLC ile saptanan "sorbik asit miktarı" ile "harcanan 0.005 N NaOH miktarı" arasında çok güçlü korelasyon ($r= -0.961$) bulunmuştur.

3.2.3.2.2 Sorbik asit için geri kazanım (recovery) analizi

Analiz süresindeki muhtemel kayıpları belirlemek amacıyla geri kazanım (recovery) testi yapılmıştır. Bu amaçla; Yemiş vd. (2010) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin temeli, örneğe belli miktarda ilave edilen standart

maddenin analiz sonunda “% ne kadarının” kazanıldığıının belirlenmesine dayanmaktadır. Bunun için aşağıda verilen 2 farklı analiz yürütülmüştür.

1. İlave edilecek standardın örnekteki miktarının belirlemek için “örneğin analizi,”
2. İlave edilen standardın, örnekte standarda ait olan pik alanını “% ne kadar artırdığını” belirlemek amacıyla “standart ilave edilmiş örneğin analizi”

Bu amaçla standart; örneğe analizin başlangıcında, yani ekstraksiyondan önce ilave edilmiştir. Böylece geri kazanım deneyinin, analizin çok önemli bir aşaması olan ekstraksiyon işlemini de kapsamayı sağlamıştır. Buna göre, sorbik asit içermeyen homojen örnek kitlesinden 2.5 g (± 0.001 g) tartılmış ve 500, 1000 ve 2000 mg/kg sorbik asit içerecek düzeyde standart ilave edilmiştir. Daha sonra “**3.2.3.2 Sorbik asit tayini**” bölümünde anlatıldığı üzere ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen ekstraktlar 0.45 μ m gözenek çapındaki PVDF filtrelerden (Sartorius AG) filtre edildikten sonra HPLC’ye enjekte edilmiştir. Elde edilen pik alanları integre edilerek hesaplanmış ve bu alanlara eşdeğer konsantrasyonlar sorbik asit standart eğrisinden (Şekil 3.3) belirlenmiştir. Belirlenmiş standart madde miktarlarından yararlanılarak aşağıda verilen 3.6 ve 3.7 No’lu eşitlikler yardımıyla “geri kazanım” ve “tekrarlanabilirlik” (reproducibility, varyasyon katsayısı) değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Geri kazanım (\%)} = \frac{A_2 - A_1}{A_3} \quad (100) \quad (3.6)$$

Burada:

A_1 : Standart ilave edilmemiş materyaldeki sorbik asit miktarı (mg),

A_2 : Standart ilave edilmiş materyaldeki sorbik asit miktarı (mg),

A_3 : İlave edilen standart miktarı (mg).

$$\text{Varyasyon katsayısı, CV (\%)} = \frac{\text{Geri kazanım testinin standart sapması}}{\text{Geri kazanım değerlerinin ortalaması}} \quad (100) \quad (3.7)$$

3.2.3.3 Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi

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

Daha önce tarif edildiği gibi elde edilen homojen kitleden 4 g (± 0.001 g) örnek alınarak, 80 mL %2'lik asetik asit içinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 gece süreyle rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım daha sonra 3 dak. süreyle yüksek devirli bir blenderda (Waring Commercial) homojenize edilmiştir. Blender aynı asetik asit çözeltisiyle iyice yıkandıktan sonra elde edilen bulanık ekstrakt 9390 x g'de 15 dak. süreyle santrifüj (Sigma 3K 15) edilmiştir. Santrifüj tüplerinin üstteki sıvı kısımları (supernatant) bir behere ayrılıp, üzerine ikinci kez 30'ar mL %2'lik asetik asit çözeltisi ilave edilerek yeniden 9390 x g'de 15 dak. süreyle santrifüj edilmiştir. Santrifüj tüplerinin üstteki sıvı kısımları bir önceki aşamada elde edilen supernatant ile aynı behere ayrılıp 5 mL %10'luk kurşun asetat çözeltisi ilave edildikten sonra bir cam çubukla iyice karıştırılmıştır. Bu karışım, %2'lik asetik asit çözeltisi ile 150 g'a tamamlanmış ve bir defa daha aynı süre ve aynı devirde santrifüj işlemi uygulanmıştır. Daha sonra, supernatant fazından 25 mL alınarak, 50 mL'lik ölçü balonuna aktarılmış ve etil alkol ile hacme tamamlanmıştır. Bulanıklık ögeleri 9390 x g'de 15 dak. süreyle tekrar santrifüjlenerek çöktürülmüştür. Böylece berrak bir sıvı elde edilmiştir.

Örnek ekstraktlarının absorbens değerleri, örnek ve şahidin aynı anda konulabildiği çift huzmeli (double-beam) spektrofotometre (ThermoSpectronic Helios- α , Cambridge, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Absorbans ölçümleri, örneklerdeki esmerleşme düzeyinin belirlenmesi için 420 nm'de, çok düşük düzeyde bulunan bulanıklığın belirlenmesi için ise, 600 nm'de yapılmıştır. Absorbans ölçümleri, %2'lik asetik asit

çözeltisine karşı yapılmıştır. Ölçümlerde, tabaka kalınlığı 1 cm olan küvetler (Brand Gmbh, Postfach, Almanya) kullanılmıştır.

Esmerleşme düzeyi, 420 ve 600 nm’de okunan absorbands değerleri arasındaki farkın seyreltme faktörleri ile çarpılması ile hesaplanmış ve sonuçlar kuru madde üzerinden 3.7 No’lu eşitlikle verilmiştir.

$$A_{420/g} = \frac{(A_{420} - A_{600}) (S_{f1}) (S_{f2})}{W} \quad (3.7)$$

Yöntemde verilen ölçülere göre, S_{f1} ve S_{f2} değerleri aşağıda verilen 3.8 ve 3.9 eşitlikleri ile hesaplanmıştır.

$$S_{f1} = \frac{150}{W} \quad (3.8)$$

$$S_{f2} = \frac{50}{25} \quad (3.9)$$

Burada:

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

W: Kuru madde bazında örnek miktarı (g).

3.2.3.4 β -karoten miktarının belirlenmesi

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

Ekstraksiyon: Bu amaçla, Sadler vd. (1990) tarafından ortaya konulan yöntem kullanılmıştır. 4 mm çapında delikleri bulunan ayna kullanılan kıyma makinesinden

çekilerek ve daha sonra elle iyice yoğrularak homojen hale getirilen kuru kayısı kitlesinden 15 g örnek tartılmış ve 30 mL damıtık su içinde +4°C’de 1 gün süreyle rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım, yüksek devirli homojenizatörde (Heidolph SilentCrusher M) 3 dak. süreyle homojenize edilmiştir.

Hazırlanan bu homojenizattan yaklaşık 5 g (± 0.001 g) örnek doğrudan ekstraksiyon işleminin yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmıştır. 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) 25 mL ilave edilip, tüpler orbital bir çalkalayıcıda (Heidolph Unimax 2010, Schwabach, Almanya) 220 rpm devirde 15 dak. süreyle 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, 9390 x g’de ve +4°C’de 15 dak. süreyle santrifüjlenerek, karotenoidleri içeren hekzan fazının ayrımı sağlanmıştır. Hekzan fazından amber renkli cam bir şişeye yaklaşık 5 mL aktarılmış ve azot gazı altında 40°C’de 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, polytetrafluoroetilen) filtreden (Sartorius AG) filtre edilerek HPLC’nin oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL’lik viallere alınmış ve bekletilmeden HPLC’ye enjekte edilmiştir.

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

Kromatografi koşulları:

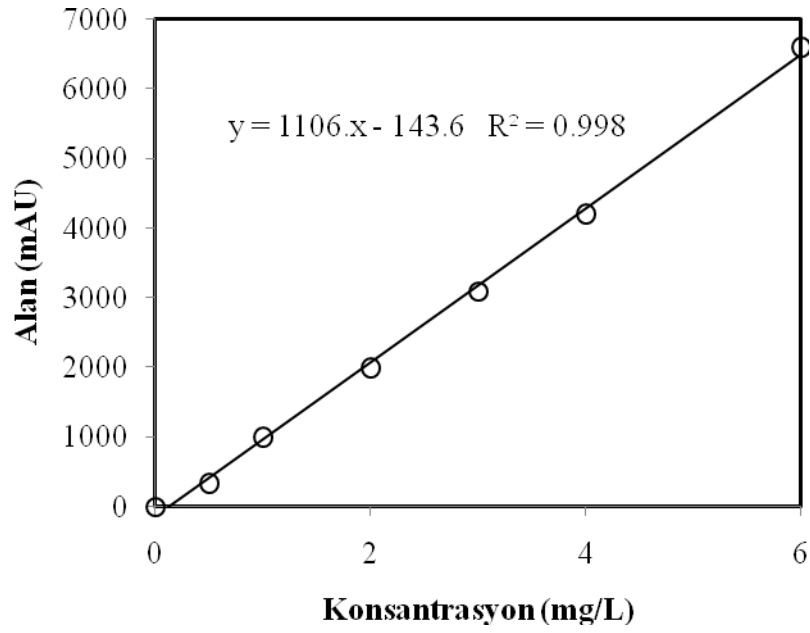
- Kolon: Ters faz C_{30} kolonu (250 x 4.6, 5 μm) (Phenomenex Inc.)
- Koruyucu kolon: C_{30} koruyucu kolon (10 x 4.6 mm, 5 μm) (Phenomenex Inc.)
- Akış hızı: 1.0 mL dak.⁻¹

- Elüsyon süresi: 30 dak.
- Enjeksiyon hacmi: 100 µL
- Dalga boyu: 450 nm
- Hareketli faz (mobile phase): Metanol:tersiyerbütülmeter (65:35, v/v, %0.1 BHT içeren) karışımı. Tersiyerbütülmeterin uçucu olması nedeniyle bir müddet sonra 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 ve PDA dedektörü yardımıyla elde edilen UV spektrumlarının karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Örnekteki β -karoten miktarı ise, β -karoten standardı ile oluşturulan standart eğriden (Şekil 3.4) hesaplanmıştır. Kuru kayısındaki β -karoten miktarı ise, örneğin seyreltme faktörü dikkate alınarak kuru madde bazında hesaplanmıştır.

3.2.3.4.1 β -karoten için geri kazanım (recovery) analizi

Bu amaçla, “**3.2.3.4 β -karoten miktarının belirlenmesi**” bölümünde belirtilen yöntemle hazırlanan homojenizattan 5 g (± 0.001 g) örnek doğrudan ekstraksiyonun yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne alınmış ve üzerine “9, 18 ve 36 mg β -karoten/100 g kuru madde” içerecek düzeyde standarttan ilave edilip, iyice karıştırılmıştır. Daha sonra, yine aynı bölümde belirtilen yöntemlerle ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri yapılmış ve elde edilen ekstraktlar 0.22 µm gözenek çapındaki teflon filtrelerden (Sartorius AG) filtre edildikten sonra HPLC’ye enjekte edilmiştir. Elde edilen kromatogramlarda oluşan pik alanları integre edilerek “**3.2.3.2 Sorbik asit tayini**” bölümünde belirtildiği şekilde hesaplama yapılmıştır.



Şekil 3.4 β -karoten standart eğrisi

3.2.3.5 Hidroksimetil furfural (HMF) miktarının belirlenmesi

Gün kurusu kayısılarda HMF miktarının belirlenmesinde, 3 aşamadan (ekstraksiyon, tanımlama ve hesaplama) oluşan HPLC yöntemi kullanılmıştır.

Ekstraksiyon: Bu amaçla, Zappala (2005) vd. tarafından ortaya konulan yöntem temel alınmış, ancak örnek hazırlama aşamasında tarafımızdan bazı değişiklikler yapılmıştır. 4 mm çapında delikleri bulunan ayna kullanılan kıyma makinesinden çekilip, bir kez de elle yoğrularak homojenize edilmiş örnek kitlesinden 5 g (± 0.001 g) alınarak, 10 mL damıtık su içinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 gece süreyle rehidrasyona bırakılmıştır. Bu karışım daha sonra, yüksek devirli bir homojenizatörde (Heidolph SilentCrusher M) 13 500 rpm'de 3 dak. süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenizattan, yaklaşık 5 g (± 0.001 g) örnek doğrudan ekstraksiyon işleminin yapılacağı polikarbonattan yapılmış santrifüj tüpüne tartılmıştır. Tartılan örnek üzerine 15 mL damıtık su ilave edilmiş ve elde edilen süspansiyon 9390 x g'de 10 dak. süreyle santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak süpernatant fazı doğrudan, 25 mL'lik ölçü balonuna alınıp, hacme tamamlanmıştır. Balondaki çözeltinin bir bölümü 0.45 μm gözenek çaplı PVDF filtreden (Sartorius AG)

filtre edilerek HPLC'in oto-örnekleme ünitesinde kullanılan amber renkli 2 mL'lik cam şişelere (vial) alınmış ve bekletilmeden HPLC'ye enjekte edilmiştir.

Tanımlama: Gün kurusu kayıslarda HMF'nin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında kullanılan HPLC cihazının (Agilent 1200 Series) özellikleri, "Sorbik asit miktarının belirlenmesi" bölümünde belirtilmiştir.

Kromatografi koşulları

- Kolon: Ters faz C₁₈ kolon (250 x 4.6 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- Koruyucu kolon: C₁₈ koruyucu kolonu (4 x 3 mm, 5 µm) (Phenomenex Inc.)
- Akış hızı: 0.7 mL dak⁻¹
- Elüsyon süresi: 30 dak.
- Enjeksiyon hacmi: 50 µL
- Dalga boyu: 285 nm
- Hareketli faz (mobile phase): Metanol:su (10:90, v/v) karışımı. Su, %1 asetik asit içerecek şekilde hazırlanmıştır. İzokratik akış söz konusudur.
- Kolon sıcaklığı: 25°C

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

3.2.4 Mikrobiyolojik analizler

Örnek hazırlama: Analizde kullanılan örnek miktarının toplam kitleyi iyi temsil etmesi için ambalaj içinden tesadüfi olarak 25 adet (200–250 g) kuru kayısı seçilerek, aseptik koşullarda steril makas yardımıyla küçük parçalara ayrılmış ve daha sonra bu kitleden tartılan 30 g örnek, daha önceden sterilize edilmiş 500 mL'lik vida kapaklı bir erlenmayere tartılmıştır. Bu çalışmada, gün kurusu kayısların mikrobiyel yüklerinin düşük olması nedeniyle, örnek miktarı tarafımızdan insiyatif kullanılarak arttırılmıştır.

Daha sonra örnek 90 mL %0.1'lik peptonlu su içerisinde çalkalanarak homojenize edilmiştir. Peptonlu su (90 mL), örneği kademeli olarak rehidre etmek ve mikroorganizmaları ozmotik şoktan korumak amacıyla, örneğe 2 aşamalı olarak ilave edilmiştir. Öncelikle tartılan örneğin üzerini ıslatacak kadar (10 mL) peptonlu su ilave edilip, 15 dak. ortam sıcaklığında (20°C) bekletilmiştir (Mackey 2000). Daha sonra kalan peptonlu su örneğe ilave edilmiş ve örneği içeren erlenmayer 1.5 dak. süresince kollu çalkalayıcıda (Griffin & George Ltd., İngiltere) (1000 titreşim/dak.) çalkalanmıştır. Hazırlanan bu homojenat, aşağıda belirtilen mikrobiyel sayımlar için kullanılmıştır. Mikrobiyolojik sayımlar için “Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods” da verilen yöntemler, esas alınmıştır (Anonymous 2002).

3.2.4.1 Toplam aerob mezofil ve psikrofil bakteri sayımı

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

3.2.4.2 Maya-küf sayımı

Maya-küf sayımı için uygun seyreltilerden Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve petri kutuları 28°C'de 5–7 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu çalışmada, gün kurusu kayısıların maya-küf sayısının düşük olması nedeniyle, ekim miktarı (0.25 mL) tarafımızdan insiyatif kullanılarak artırılmıştır.

3.2.4.3 Toplam *Enterobacteriaceae* bakteri sayımı

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

3.2.4.4 Laktik asit bakterilerinin sayımı

Uygun seyreltilerden ”De Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS)” besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 30°C’de 3–5 gün süreyle inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılarak, örnekteki laktik asit bakterilerinin sayısı belirlenmiştir. Ayrıca; bu besiyerine maya ve küf gelişimini önlemek için membran filtrasyon yöntemi ile steril edilmiş ”cycloheximide” ilave edilmiştir. İlave edilecek cycloheximide miktarı, yapılan ön denemelerle 100 µg/mL besiyeri olarak belirlenmiştir.

3.2.5 Kinetik parametrelerin hesaplanması

Depolama boyunca; sorbik asit ve nem kaybı ile esmer renk oluşumunun kinetiği incelenmiştir. Nem kaybı ve esmer renk oluşumunun sıfıncı derece; sorbik asit kaybı ve reflektans renk değerlerindeki azalışın birinci derece kinetik modele uygun olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, sıfıncı ve birinci derece kinetik modelleri tanımlayan 3.10 ve 3.11 No’lu eşitlikler kullanılmıştır.

$$-\frac{dC}{Dt} = k_o \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad +\frac{dC}{dt} = k_o \text{ (oluşum)} \quad (3.10)$$

$$-\frac{dC}{dt} = k_1 C \text{ (kayıp)} \quad \text{veya;} \quad +\frac{dC}{dt} = k_1 C \text{ (oluşum)} \quad (3.11)$$

Burada:

C_0 : 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.

3.2.5.1 Reaksiyon hız sabitinin (k) hesaplanması

Nem kaybı ve esmer renk oluşumuna ilişkin orijinal deney verileri herhangi bir transformasyon işlemi yapılmadan doğrudan aritmetik bir grafik kağıdının aritmetik ölçekli “y” eksenine, süreler ise aritmetik ölçekli “x” eksenine işlenerek doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Sorbik asit kaybı ve reflektans renk değerlerindeki azalmaya ilişkin orijinal deney verileri ise, herhangi bir transformasyon işlemi yapılmadan doğrudan 10 tabanına göre düzenlenmiş yarı logaritmik bir grafik kağıdının logaritmik ölçekli “y” eksenine, süreler ise aritmetik ölçekli “x” eksenine işlenerek doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Elde edilen bu eğrilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak eğrileri tanımlayan eşitlikler hesaplanmış ve elde edilen eşitliklerin eğim değerleri kullanılarak aşağıda verilen 3.12 ve 3.13 No'lu eşitlikler yardımıyla reaksiyon hız sabitleri (k) hesaplanmıştır:

$$k_1 = \text{eğim (Sıfırıncı derece için)} \quad (3.12)$$

$$k_1 = \text{eğim (2.303) (Birinci derece için)} \quad (3.13)$$

3.2.5.2 Yarılanma süresinin ($t_{1/2}$) hesaplanması

Yarılanma süresi, incelenen kalite kriterinin %50'sini kaybetmesi için gerekli süre olup birinci derece kinetik modele uyan reaksiyonlar için 3.14 No'lu eşitliğe göre hesaplanmıştır:

$$t_{1/2} = \ln (0.5)/k \quad (3.14)$$

3.2.5.3 Q_{10} değerinin hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklığa bağımlılık düzeyini gösteren bir boyut olan Q_{10} değerinin hesaplanmasında ise, 3.15 No'lu eşitlik kullanılmıştır:

$$Q_{10} = (k_2/k_1)^{10/(T_2 - T_1)} \quad (3.15)$$

Burada:

k_1 : T_1 derecedeki hız sabiti,

k_2 : T_2 derecedeki hız sabiti.

3.2.6 İstatistik değerlendirme

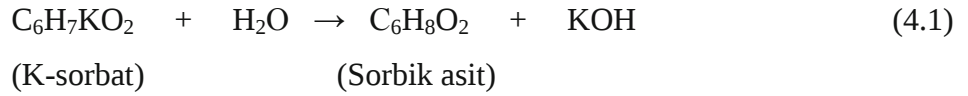
Farklı düzeylerde nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanmasının çeşitli kalite kriterleri (sorbik asit, esmerleşme, titrasyon asitliği, pH, nem ve mikrobiyolojik sayımlar) üzerine etkisi ile ilgili veriler, faktöriyel düzende varyans analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak gruplar arası farklılıklar kontrol edilmiştir. Bu çalışmada sorbik asit konsantrasyonunun 0, 500 ve 1000 mg/kg olmak üzere 3 seviyesi, nem düzeyinin %25 ve 30 olmak üzere 2 seviyesi, sıcaklık faktörünün 4°, 10°, 20° ve 30°C olmak üzere 4 seviyesi, süre faktörünün ise 6 seviyesi bulunmaktadır. Alt gruplardaki replikasyon sayısı kimyasal ve fiziksel analizlerde en az 2; mikrobiyolojik

sayımlarda 3'tür. İstatistik testler için "Minitab for Windows (ver. 12, 1998)" ve "MSTAT (ver. 3.00, 1985)" paket programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Titrasyon Yöntemiyle Gün Kuru Kayıların Sorbik Asit Miktarının ve K-Sorbat Daldırma Parametrelerinin Belirlenmesi

Gıdaların sorbik asit içeriği; kromatografik, spektrofotometrik ve elektroforetik yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu yöntemler içerisinde, HPLC ve spektrofotometrik yöntemler, en yaygın kullanılan yöntemlerdir. Ancak; bu yöntemler, en başta nitelikli personel, yeterli zaman ve yüksek maliyet (özellikle de HPLC yöntemi) gerektirmektedir. Bu nedenle, kuru kayıların sorbik asit içeriklerinin yasal limitlere uygunluğu kuru kayısı üreticileri tarafından kontrol edilememektedir. Sorbik asit içeriğinin basit ve ekonomik bir yöntemle belirlenmesi, özellikle kuru kayısı üretimi yapan işletmeler gibi küçük ölçekteki gıda üreticileri için büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, kuru kayıların sorbik asit içeriğinin basit ve maliyeti düşük olan titrasyon yöntemiyle belirlenme olasılığı üzerine çalışılmıştır. Bu amaçla, K-sorbatın suda çözünmesiyle oluşan KOH'ten yararlanılmıştır (4.1 No'lu eşitlik). Oluşan sorbik asidin zayıf bir organik asit olması, KOH'in ise, kuvvetli bir baz olması nedeniyle, oluşan KOH bir asitle titre edilmiş ve "harcanan asit miktarı" ile HPLC yöntemiyle saptanan "sorbik asit miktarı" arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişkiyi gösteren denklemler yardımıyla, sadece titrasyon işleminde "harcanan asit miktarı" belirlenerek, ürünlerdeki "sorbik asit" miktarı belirlenmeye çalışılmıştır.



Bu amaçla, öncelikle 200 g gün kuru kayısı (%16.1 nem), 200 g %2'lik K-sorbat çözeltisine daldırılmıştır. Daldırma sonrasında, daldırma çözeltisi pH değerinin 8.1'in altında olduğu ve asitle titre edilemediği görülmüştür. Daldırma çözeltisinin pH değerini, 8.1'in üzerine çıkarmak için "K-sorbat çözeltisi:gün kuru kayısı" oranı artırılmış ve uygun oran (5:1) bulunmuştur. Hedeflenen nem (%25 ve 30) ve sorbik asit (500 ve 1000 mg/kg) içeriğine ulaşmak için birçok ön deneme yapılmış ve bu denemeler sonucunda gün kuru kayısılar (200 g), %4'lük 20°C K-sorbat çözeltisine (1

kg) 4, 8, 16, 30, 60 ve 90 dak. süreyle daldırılmıştır. Santrifüj sistemi ile, kayısı yüzeyindeki çözelti uzaklaştırılmış ve bu çözelti de daldırma sonrası kalan çözeltiye ilave edilmiştir. Daha sonra çözeltinin miktarı tartılarak örneğin absorbe ettiği sorbik asit miktarı bulunmaya çalışılmıştır. Ancak; santrifüj sistemi ile yürütülen bu çalışma sonunda belirlenen “harcanan asit miktarı” ile üründeki “sorbik asit miktarı” arasında doğrusal bir ilişki belirlenememiştir. Daldırma sonucu elde edilen veriler çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, artan daldırma süresi ile gün kurusu kayısıların sorbik asit ve nem içeriğinin arttığı görülmüştür. Alpözen (2006) tarafından orta nemli domateslerde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuş ve artan daldırma süresi ile orta nemli domateslerin sorbik asit ve nem içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, kuru domatesler 50°C’deki %0.2’lik K-sorbat çözeltisine 3, 5, 7 ve 9 dak. süreyle daldırılmış ve daldırma sonrasında örneklerin sorbik asit içeriğinin 647–879 mg/kg arasında, nem içeriğinin ise, %23.5–43.0 arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca; bazı kurutulmuş meyve ve sebzelerin rehidrasyon kinetiğinin araştırıldığı çalışmada da, artan süreyle nem miktarının arttığı bildirilmiştir (Krokida ve Marinos-Kouris 2002).

Çizelge 4.1 %4’lük K-sorbat çözeltisine farklı sürelerde daldırmanın nem ve sorbik asit içeriğine etkisi

Daldırma süresi (dak.)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.001 N HCl miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
4	9.14	37.72	692	17.86
8	9.14	37.14	741	18.59
16	9.05	36.72	890	19.46
30	9.27	37.66	1060	21.20
60	9.24	36.44	1532	23.87
90	9.31	37.25	1780	25.25

Çalışmamızda 90 dak. daldırma ile %25.25 neme ulaşılmış ve %30 neme ulaşmak için daha fazla süreyle daldırmanın gerekli olduğu saptanmıştır. Ancak; artan daldırma süresi ile gün kurusu kayısıdaki suda çözünür bileşenlerin daldırma çözeltisine geçişi artmıştır. Tomy Atkins çeşidi kurutulmuş mango dilimlerinin farklı sıcaklıklarda (25°,

40° ve 60°C) farklı sürelerde nemlendirildiği çalışmada da, 40–60 dak. arasında kuru madde kayıp hızının büyük ölçüde arttığı, 60. dak.'dan sonra ise, bu kayıp hızının önemli ölçüde azaldığı ortaya koyulmuştur (Maldonado vd. 2010). 60 dak. nemlendirme sonrasında, 40° ve 60°C'de yaklaşık 0.3 g/g, 25°C'de ise yaklaşık 0.2 g/g kuru madde kaybı meydana geldiği bildirilmiştir.

Uzun süre daldırma sonrası suda çözünür madde kaybının olması ve istenilen neme (%30) ulaşamaması nedeniyle, kuru kayısı paketleme firmaları tarafından tercih edilen kademeli olarak nemlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, duşlu bir yıkama sisteminde basınçlı su püskürtülerek nemlendirme ön denemeleri yapılmıştır. Her bir nemlendirme ile %3–3.5'luk nem artışı meydana geldiği görülmüş ve nemlendirme işleminin 2 kez tekrarlanmasıyla %22.42 neme ulaşılmıştır. Nemlendirilen gün kurusu kayısılar, 20°C farklı konsantrasyonlarda (%3 ve 4) K-sorbat çözeltisine farklı sürelerde (3, 6, 9 ve 12 dak.) daldırılmıştır (Çizelge 4.2). Kayısı yüzeyindeki fazla çözelti metal elek yardımıyla uzaklaştırılmıştır.

Çizelge 4.2 Farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine kısa sürelerde daldırmanın nem ve sorbik asit içeriğine etkisi

Çözelti konsantrasyonu (%)	Daldırma süresi (dak.)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.001 N HCl miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
3	3	8.93	22.07	999	26.61
	6	8.93	23.35	1196	27.14
	9	9.04	24.83	1223	27.61
	12	8.93	21.93	1233	27.82
4	3	9.00	31.93	1489	26.62
	6	9.05	33.29	1558	27.02
	9	9.02	33.04	1522	27.22
	12	9.03	32.22	1650	27.80

Çizelge 4.2 incelendiğinde, aynı konsantrasyonda kısa süreli aralıklarla daldırmanın titrasyonda harcanan 0.001 N HCl miktarına etkili olmadığı görülmektedir. Ayrıca; kısa süreli daldırmada harcanan 0.001 N HCl miktarına K-sorbat çözeltisi konsantrasyonunun etkili olduğu ve suda çözünür madde kaybının en az olması için daldırma süresinin minimum olması gerektiği saptanmıştır. Ayrıca, gün kurusu kayısıya sorbik asit geçişi üzerine en önemli faktörün, çözelti konsantrasyonu olduğu ve çözelti konsantrasyonundaki artış ile, gün kurusu kayısıya sorbik asit geçişinin arttığı ortaya koyulmuştur. Bu amaçla, gün kurusu kayısılar farklı konsantrasyonlarda 20°C'deki K-sorbat çözeltisine (%1, 2, 3 ve 4) 1.5 ve 3 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonucu elde edilen veriler çizelge 4.3'te verilmiştir. İşletmeler için ekstra bir maliyeti önlemek için, çözelti sıcaklığı olarak oda sıcaklığı olan 20°C'de seçilmiştir.

Çizelge 4.3 %25 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 ve 3 dak. süreyle daldırmanın, nem, titrasyonda harcanan HCl hacmi ve sorbik asit içeriği üzerine etkisi

Daldırma süresi (dak.)	Çözelti konsantrasyonu (%)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.001 N HCl miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
1.5	1	8.30	1.77	367	26.27
	2	8.87	13.81	597	26.06
	3	8.93	23.35	924	25.94
	4	9.03	34.59	1134	25.85
3	1	8.88	8.56	349	26.32
	2	9.05	18.27	634	26.20
	3	8.93	22.07	1021	26.61
	4	9.00	31.93	1489	26.63

Daldırma sonrasında, yüzeyde kalan K-sorbat çözeltisi miktarının gün kurusu kayısıya geçen sorbik asit üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, daldırmalar suda çözünür madde kaybını önlemek için en kısa sürede (1.5 dak.) gerçekleştirilmiş ve titrasyonda harcanan 0.001 N HCl ile sorbik asit içeriği arasında çok güçlü bir

korelasyon bulunmuştur ($r=0.9989$). Ayrıca; K-sorbat çözeltisinin konsantrasyonu ile titrasyonda harcanan asit hacmi ve sorbik asit içeriği arasında ve çözelti pH değerleri ile sorbik asit içeriği arasında da güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Bu korelasyonlara ait eşitlikler ve korelasyon katsayıları, çizelge 4.4’te verilmiştir.

%16.1 nem içeren gün kuru kayısılar 2 kez kademeli olarak nemlendirildikten sonra, 500 ve 1000 mg/kg sorbik asit içeren örnekler elde etmek için bu eşitlikler kullanılmıştır. Bu amaçla; 500 mg/kg için, 15 kg kayısı %1.6’lık 75 L K-sorbat çözeltisine; 1000 mg/kg için ise, 15 kg kayısı %3.3’lük 75 L K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonrasında, %1.6’lık çözeltiye daldırılan örneklerin %27.8 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içerdiği; %3.3’lük çözeltiye daldırılan örneklerin ise, %27.1 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içerdiği bulunmuştur. Nemlendirme aşamasının kontrol edilememesi nedeniyle, örneklerin nemi %27–28’e ulaşmıştır.

Çizelge 4.4 %25 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ile elde edilen korelasyonlar

Korelasyon	Eşitlik	Korelasyon katsayısı (r)
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu - titrasyonda harcanan HCl hacmi	$y = 10.80 x - 8.62$	0.999
Titrasyonda harcanan HCl hacmi - sorbik asit içeriği	$y = 24.24 x + 309.8$	0.992
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu - sorbik asit içeriği	$y = 282.6 x + 39.13$	0.996
Çözelti pH değerleri - sorbik asit içeriği	$y = 903.8 x - 7182$	0.871

%30 nem içerecek örnek kitlesini elde etmek için ise, %16.1 neme sahip örnekler 3 kez kademeli olarak nemlendirilmiştir. Daha sonra, %25.23 nem içeren bu örnekler, farklı konsantrasyonlarda 20°C’deki K-sorbat çözeltisine (%1, 2, 3, 4 ve 5) 1.5 ve 3 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonucu elde edilen veriler çizelge 4.5’te verilmiştir. 1.5 dak. daldırma sonunda, titrasyonda harcanan 0.001 N HCl ile sorbik asit içeriği arasında çok güçlü korelasyon bulunmuştur ($r=0.9955$). Ayrıca; K-sorbat çözeltisinin

konsantrasyonu ile harcanan titrasyon hacmi ve sorbik asit içeriği arasında ve çözelti pH değerleri ile sorbik asit içeriği arasında da güçlü korelasyonlar bulunmuştur. Bulunan korelasyonlar, çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.5 %30 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 ve 3 dak. daldırmanın, nem, titrasyonda harcanan HCl hacmi ve sorbik asit içeriği üzerine etkisi

Daldırma süresi (dak.)	Çözelti konsantrasyonu (%)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.001 N HCl miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
1.5	1	8.70	5.12	369	28.73
	2	8.93	14.95	688	28.93
	3	8.97	23.89	996	28.82
	4	9.02	36.15	1348	28.90
3	1	8.81	6.28	482	29.04
	2	8.89	14.23	707	29.12
	3	8.97	23.95	1127	29.32
	4	8.96	32.34	1350	28.89

Çizelge 4.6 %30 nem içerecek gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ile elde edilen korelasyonlar

Korelasyon	Eşitlik	Korelasyon katsayısı (r)
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu-titrasyonda harcanan HCl hacmi	$y = 10.20 x - 5.48$	0.997
Titrasyonda harcanan HCl hacmi-sorbik asit içeriği	$y = 31.69 x + 215.5$	0.999
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu-sorbik asit içeriği	$y = 332.1 x + 15.91$	0.999
Çözelti pH değerleri - sorbik asit içeriği	$y = 2681 x - 23028$	0.906

Çalışmamızda nemin etkisini görebilmek ve örneklerin %30 nem üzerinde nemlenmesini sağlamak için, %16.1 nem içeren gün kuru kayısılar 4 kez kademeli

olarak nemlendirildikten sonra, 500 ve 1000 mg/kg sorbik asit içeren örnekler elde etmek için bu eşitlikler kullanılmıştır. Bu amaçla; 500 mg/kg için, 15 kg kayısı %1.4'lük 75 L K-sorbat çözeltisine; 1000 mg/kg için ise, 15 kg kayısı %2.8'lik 75 L K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonrasında, %1.4'lük çözeltiye daldırılan örneklerin %34.39 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içerdiği; %2.8'lik çözeltiye daldırılan örneklerin ise, %34.06 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içerdiği saptanmıştır.

Yukarıda bahsedilen denemelerde yüksek miktarda su ve K-sorbat kullanılması nedeniyle; “K-sorbat çözeltisi: gün kurusu kayısı (5:1)” oranının işletmelere ekstra maliyet getireceği düşünülmüştür. Bu nedenle, minimum “K-sorbat çözeltisi:gün kurusu kayısı” oranını belirlemek için, kısmen nemlendirilmiş gün kurusu kayısılar (200 g) farklı miktarlarda (200, 300, 400, 500 ve 600 g) 20°C %2'lik K-sorbat çözeltilerine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonrası, daldırma çözeltisi pH değerleri 8.1'in altında kalmıştır. Bu pH değerlerinin, gün kurusu kayısındaki organik asitlerin çözeltiye geçmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Daldırma sonrası çözeltiler (25 mL), 0.005 N NaOH ile titre edilmiş ve “K-sorbat çözeltisi:gün kurusu kayısı” oranı ile titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH miktarı (mL) arasında negatif korelasyon bulunmuştur ($y = -1.788x + 5.312$, $r = -0.955$). Farklı oranlarda K-sorbat çözeltisine daldırılan gün kurusu kayıslara ait veriler çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 “K-sorbat çözeltisi:gün kurusu kayısı” oranının sorbik asit içeriği ve titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH hacmi üzerine etkisi

Çözelti : kayısı Oranı	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.005 N NaOH miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
1:1	7.16	3.53	623 D	33.31
1.5:1	7.20	3.10	739 A	33.82
2:1	7.57	1.15	692 BC	33.59
2.5:1	7.72	0.64	649 CD	33.63
3:1	7.90	0.29	711 AB	33.52

* Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.7 incelendiğinde, “K-sorbat çözeltisi:gün kurusu kayısı” oranının artması ile, titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH miktarının azaldığı görülmektedir. Elde edilen bu verilere varyans analizi uygulandığında, çalışmamızda kullanılan ve farklı oranlarda K-sorbat çözeltisine daldırılan gün kurusu kayısıların sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu nedenle, elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve hangi örneklerin sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7). Gerek kayısıda homojenliği sağlamanın zor olması ve bu nedenle sorbik asit içeriklerindeki bu farklılıkların göz ardı edilebilmesi, gerekse kayısı paketleme firmalarının minimum maliyetle çalışmak istemeleri nedeniyle, (1:1) “çözelti:kuru kayısı” oranı tercih edilerek kısmen nemlendirilmiş gün kurusu kayısılar (200 g) farklı konsantrasyonlardaki (%1, 2, 3, 4 ve 5) 200 g K-sorbat çözeltilerine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonucu elde edilen veriler, çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırmanın nem, titrasyonda harcanan NaOH miktarı ve sorbik asit içeriğine etkisi

Çözelti konsantrasyonu (%)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.005 N NaOH miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
1	6.79	6.06	447 E	33.57
2	7.07	5.30	729 D	33.78
3	7.25	4.88	1064 C	33.66
4	7.37	4.64	1445 B	33.59
5	7.52	3.56	1704 A	33.36

* Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.8 incelendiğinde, çözelti konsantrasyonunun artması ile, titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH miktarının azaldığı, sorbik asit içeriğinin ise, arttığı görülmektedir. Elde edilen bu verilere varyans analizi uygulandığında ise; çalışmamızda kullanılan farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine daldırılan gün kurusu kayısıların sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu nedenle, elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve hangi

örneklerin sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

1.5 dak. daldırma sonunda, titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH ile sorbik asit içeriği arasında güçlü korelasyon bulunmuştur ($r = -0.9612$). Ayrıca; K-sorbat çözeltisinin konsantrasyonu ile titrasyonda harcanan alkali hacmi ve sorbik asit içeriği arasında ve çözelti pH değerleri ile sorbik asit içeriği arasında da korelasyonlar bulunmuştur. Bulunan korelasyonlar, çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Gün kurusu kayısıların farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ve sorbik asit içeriğinin NaOH ile titre edilerek belirlenmesi ile elde edilen korelasyonlar

Korelasyon	Eşitlik	Korelasyon katsayısı (r)
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu-titrasyonda harcanan NaOH hacmi	$y = -0.566 x - 6.586$	-0.975
Titrasyonda harcanan NaOH hacmi-sorbik asit içeriği	$y = -535.6 x + 3696$	-0.961
K-sorbat çözeltisi konsantrasyonu-sorbik asit içeriği	$y = 322.7 x + 109.6$	0.998
Çözelti pH değerleri - sorbik asit içeriği	$y = 1774 x - 11697$	0.978

Kuru ürünlerde nem ve sorbik asit geçişinde daldırma çözeltisi konsantrasyonu ve daldırma süresinin yanı sıra sıcaklık da önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, daldırma çözeltisi sıcaklığının etkisini belirlemek için, kısmen nemlendirilmiş (%30.54) gün kurusu kayısılar (200 g) farklı sıcaklıklarda (4°, 20°, 30° ve 78°C) 200 g %2’lik K-sorbat çözeltilerine 1.5 dak. süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonrasında, çözelti sıcaklığının pH’ya etkisini önlemek amacıyla, çözeltiler 20°C’ye getirildikten sonra titre edilmiş ve daldırma çözeltisi sıcaklığı ile titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH miktarı (mL) arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($y = 0.068 x + 3.830$, $r = 0.962$). Farklı sıcaklıklarda K-sorbat çözeltisine daldırılan gün kurusu kayısılarına ait veriler çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Farklı K-sorbat çözeltisi sıcaklıklarının sorbik asit içeriği ve titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH hacmi üzerine etkisi

K-sorbat çözeltisi sıcaklığı (°C)	Daldırma sonrası pH	Harcanan 0.005 N NaOH miktarı (mL)	Sorbik asit konsantrasyonu (mg/kg)	Nem (%)
4	7.07	4.81	728 C	34.07
20	7.07	4.84	787 C	34.39
30	7.02	5.24	863 B	34.76
78	6.80	9.49	1449 A	36.20

* Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.10 incelendiğinde, çözelti sıcaklığının artması ile, titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH miktarının ve sorbik asit içeriğinin arttığı görülmektedir. Elde edilen bu verilere varyans analizi uygulandığında ise; çalışmamızda kullanılan farklı konsantrasyonlarda K-sorbat çözeltisine daldırılan gün kurusu kayısıların sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) bulunmuştur. Bu nedenle, elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve hangi örneklerin sorbik asit içerikleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Farklı sıcaklıklarda K-sorbat çözeltisine daldırma sonunda, titrasyonda harcanan 0.005 N NaOH ile sorbik asit içeriği arasında güçlü korelasyon bulunmuştur ($r = 0.9980$). Ayrıca; farklı K-sorbat çözeltisi sıcaklıklarının ile titrasyonda harcanan alkali hacmi ve sorbik asit içeriği arasında ve çözelti pH değerleri ile sorbik asit içeriği arasında da korelasyonlar bulunmuştur. Bulunan korelasyonlar, çizelge 4.11’de verilmiştir.

Alpözen (2006) tarafından orta nemli domateslerde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuş ve artan daldırma çözeltisi sıcaklığı ile orta nemli domateslerin sorbik asit ve nem içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, kuru domatesler %0.2’lik K-sorbat çözeltisine, farklı sıcaklıklarda (50°, 60°, 70° ve 80°C) 5 dak. süreyle daldırılmış ve daldırma sonrasında örneklerin sorbik asit içeriğinin 70°C’ye kadar 637 mg/kg’dan 942 mg/kg’a arttığı; 80°C’de ise, bu artışın sınırlı olduğu ve örneklerin

sorbik asit içeriğinin 774 mg/kg'a düştüğü saptanmıştır. Nem içeriğinin ise, artan sıcaklıkla %31.99–44.15 arasında değiştiği saptanmıştır. Tomy Atkins çeşidi kurutulmuş mango dilimlerinin farklı sıcaklıklarda (25°, 40° ve 60°C) farklı sürelerde nemlendirildiği çalışmada ise, nem difüzyonunun 25°C'den 40°C'ye arttığı, 40°C'den 60°C'ye değişim olmadığı ortaya konulmuştur (Maldonado 2010).

Çizelge 4.11 Gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda K-sorbat çözeltisine 1.5 dak. daldırılması ve sorbik asit içeriğinin NaOH ile titre edilerek belirlenmesi ile elde edilen korelasyonlar

Korelasyon	Eşitlik	Korelasyon katsayısı (r)
K-sorbat çözeltisi sıcaklığı-titrasyonda harcanan NaOH hacmi	$y = 0.068x + 3.830$	0.962
Titrasyonda harcanan NaOH hacmi-sorbik asit içeriği	$y = 151.2x + 64.42$	0.998
K-sorbat çözeltisi sıcaklığı-sorbik asit içeriği	$y = 10.27x + 617.4$	0.983
Çözelti pH değerleri - sorbik asit içeriği	$y = -2574x + 18954$	-0.996

Daldırma denemeleri sonucunda, “HPLC’de belirlenen sorbik asit miktarı” ile titrasyonda “harcanan HCl ya da NaOH miktarı” arasında korelasyon belirlenerek; sadece titrasyon analizi yardımıyla üründeki sorbik asit miktarının kolaylıkla belirlenebileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca; kayısıdaki suda çözünebilir yararlı bileşikleri kaybetmemek için, daldırma işleminin minimum sürede (1.5 dak.) gerçekleştirilmesi gerektiği; kayısıya geçen sorbik asit miktarını etkileyen en önemli faktörlerin ise, daldırılan K-sorbat çözeltisinin konsantrasyonu ve daldırma sonrası yüzeyde kalan çözelti miktarı olduğu ortaya konulmuştur.

4.2 Nem Düzeyindeki Azalma

Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların; depolama başlangıcındaki nem değerleri belirlenmiş ve çizelge 4.12 ve 4.13’te verilmiştir. %27

nem içeren gün kurusu kayısı örneklerinin başlangıçtaki nem miktarları için yapılan varyans analizi ile (EK 1, Çizelge 1); çalışmamızda kullanılan gün kurusu kayısıların nem miktarları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur. Bu nedenle, elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve hangi örneklerin nem miktarları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12). Diğer yandan; %34 neme sahip gün kurusu kayısı örneklerinin başlangıçtaki nem miktarları için yapılan varyans analizi sonucunda ise (EK 1, Çizelge 2); çalışmamızda kullanılan gün kurusu kayısıların nem miktarları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.13). Örneklerin nem içerikleri, %27.06–27.76 ile %34.06–34.39 arasında değişmekte olup; bu değerler %37'nin altında olduğu için, nem miktarı bakımından tüm örnekler “TS 485 Kuru Kayısı Standardı”na uygundur.

Çizelge 4.12 Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren %27 neme sahip gün kurusu kayısıların depolama başlangıcındaki nem miktarları (%)

Sorbik asit (mg/kg)	Nem* (%)
0	27.17 $\pm$ 0.04 B
530	27.76 $\pm$ 0.11 A
982	27.06 $\pm$ 0.17 B

*Nem miktarları, ortalama $\pm$ standart hata olarak verilmiştir.

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

Çizelge 4.13 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama başlangıcındaki nem miktarları (%)

Sorbik asit (mg/kg)	Nem* (%)
0	34.28 $\pm$ 0.11
488	34.39 $\pm$ 0.07
1087	34.06 $\pm$ 0.59

*Nem miktarları, ortalama $\pm$ standart hata olarak verilmiştir.

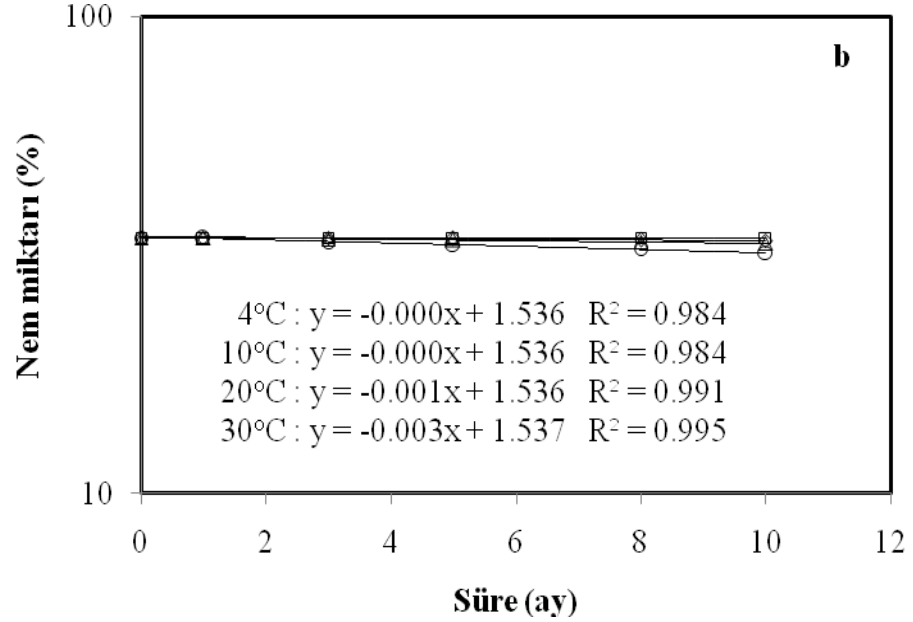
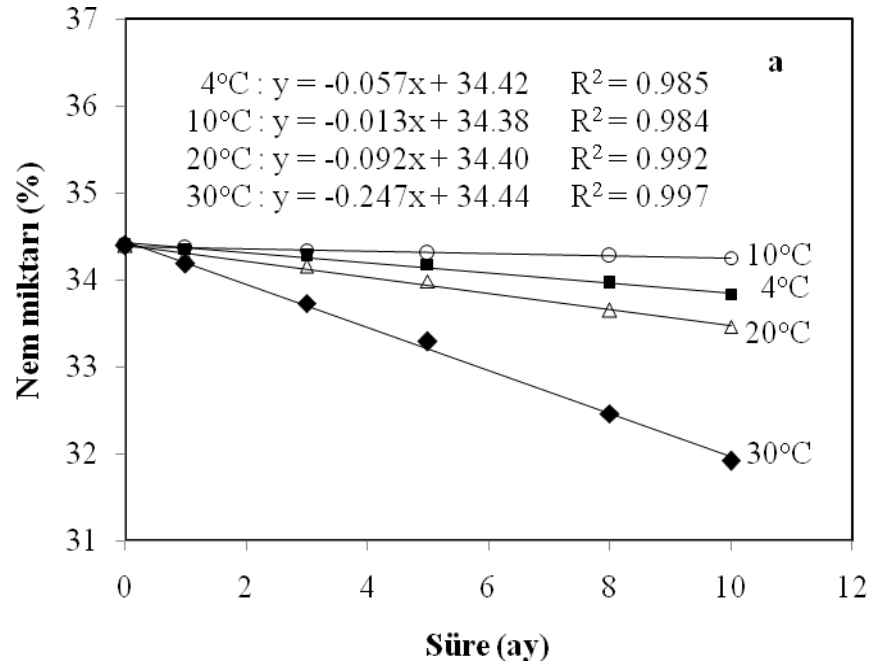
Aynı sütündeki ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0.05$).

Çalışmamızda; farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların 4°, 10°, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince, nem

miktarındaki değişim de incelenmiştir. Gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarına ilişkin orijinal deney verileri, doğrudan hem aritmetik bir grafik kağıdının “y” eksenine hem de 10 tabanına göre düzenlenmiş yarı-logaritmik bir grafik kağıdının logaritmik ölçekli “y” eksenine; süreler ise, doğrudan aritmetik ölçekli “x” eksenine işlenerek her iki grafik kağıdında da doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Verilere regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen R^2 değerleri incelendiğinde, depolama süresince gün kurusu kayılardan nem kaybının hem sıfırinci hem de birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bununla birlikte; determinasyon katsayılarının (R^2) hemen hemen aynı olması nedeniyle, kinetik verilerin hesaplanmasında sıfırinci derece kinetik model esas alınmıştır. 488 mg/kg sorbik asit ve %34 nem içeren gün kurusu kayısıların belirtilen bu 4 sıcaklıkta depolanması süresince nem düzeyindeki değişimi gösteren örnek grafik şekil 4.1’de verilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların, 20° ve 30°C sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince, nem miktarındaki değişime ait eşitlik ve R^2 değerleri ise, çizelge 4.14’te verilmiştir. Farklı sıcaklıklarda verilen eğim değerleri incelendiğinde, depolama sıcaklık (20° ve 30°C) ve süresinin artışına bağlı olarak, nem kaybının da arttığı görülmektedir. Ancak, gün kurusu kayısıların nem ve gaz geçirgenliği olmayan ambalaj materyali kullanarak depolanması nedeniyle, nem kaybı düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Örneğin; 488 mg/kg düzeyinde sorbik asit ve %34 nem içeren, 4°, 10°, 20° ve 30°C’de 10 ay süresince depolanan gün kurusu kayısıların nem düzeylerinde ise; sırasıyla, %1.63, %0.41, %2.70 ve %7.18’lik (EK 3) azalış saptanmıştır. Özellikle 30°C’de gerçekleşen bu azalışın, ambalaj içindeki su buharının yoğunlaşarak ambalaj çeperinde tutunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gün kurusu kayısıların nem miktarı üzerine depolama sıcaklığının (5°, 15° ve 25°C) etkisinin araştırıldığı çalışmada da (Elmacı vd. 2008); polietilen ambalajlarda 48 hafta depolanan örneklerin nem miktarının; 15 °C’de %6.57 ve 25°C’de %45.71 düzeyinde azaldığı; 5°C’de ise, %1.96 düzeyinde arttığı belirtilmiştir.



Şekil 4.1 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem düzeylerindeki azalmalar

a. Aritmetik, **b.** Yarı-logaritmik

Çizelge 4.14 Farklı konsantrasyonda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince nem miktarındaki azalmayı gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Sorbik asit miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
20	27	0	$y = -0.111x + 27.15$	0.987
		530	$y = -0.109x + 27.71$	0.981
		982	$y = -0.125x + 27.06$	0.990
	34	0	—	—
		488	$y = -0.092x + 34.40$	0.992
		1087	$y = -0.093x + 34.06$	0.981
30	27	0	$y = -0.191x + 27.19$	0.997
		530	$y = -0.221x + 27.72$	0.998
		982	$y = -0.239x + 27.04$	0.998
	34	0	—	—
		488	$y = -0.247x + 34.44$	0.997
		1000	$y = -0.252x + 33.97$	0.994

Sağırılı (2006) ve Türkyılmaz (2011) tarafından kükürtlü kuru kayısıların nem miktarı üzerine depolama sıcaklığının (5°, 20° ve 30°C) etkisinin araştırıldığı 2 farklı çalışmada ise; 20° ve 30°C’de depolama işleminin örneklerin nem miktarında azalmaya neden olduğu ortaya konulmuştur. Sağırılı (2006) tarafından yapılan çalışmada, nem geçirgenliği düşük olan poliamid/polietilen ambalajlarda 8 ay muhafaza edilen orta nemli kayısıların nem miktarının; 5°C’de %2.2, 20°C’de %8.7 ve 30°C’de %22.7 düzeyinde azaldığı belirtilmiştir. Türkyılmaz (2011) tarafından yapılan çalışmada ise, yığın halde 351 gün boyunca depolanan 2899 mg/kg düzeyinde SO₂ içeren kükürtlü kuru kayısıların nem miktarının; 20°C’de %43.4 ve 30°C’de %72.8 düzeyinde azaldığı; 5°C’de ise %23.2 düzeyinde arttığı ortaya koyulmuştur. Ancak; bu çalışmada kullanılan gün kurusu kayısılar bu 3 çalışmanın aksine, gaz ve nem geçirgenliği çok düşük bir

ambalaj materyalinde depolanmış ve bu nedenle de nem miktarında çok düşük düzeyde azalış meydana gelmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, tüketiciler tarafından talep edilen, yumuşak ve çiğnemesi kolay tekstüre sahip gün kurusu kayısıların depolama boyunca nem miktarının korunması için, nem geçirgenliği çok düşük ambalaj materyalinde depolanması gerektiği ortaya konulmuştur.

4.3 Su Aktivitesi (a_w) Düzeyindeki Değişim

Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların, depolama başlangıcındaki su aktivitesi değerleri çizelge 4.15'te verilmiştir. Gün kurusu kayısı örneklerinin başlangıçtaki a_w değerleri için yapılan varyans analizi ile (EK 1; Çizelge 3 ve 4); çalışmamızda kullanılan farklı konsantrasyonda sorbik asit ve aynı neme sahip gün kurusu kayısıların, a_w değerleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama başlangıcındaki su aktivitesi değerleri*

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Su aktivitesi
27	0	0.7437 ± 0.0135
	530	0.7408 ± 0.0005
	982	0.7379 ± 0.0034
34	0	0.8113 ± 0.0008
	488	0.8129 ± 0.0017
	1087	0.8108 ± 0.0025

*Su aktivitesi değerleri, ortalama $\pm$ standart hata olarak verilmiştir.

Çalışmamızda, farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) depolanan gün kurusu kayısıların a_w içeriğindeki değişimler de incelenmiştir (EK 4 ve 5). Depolama sonunda;

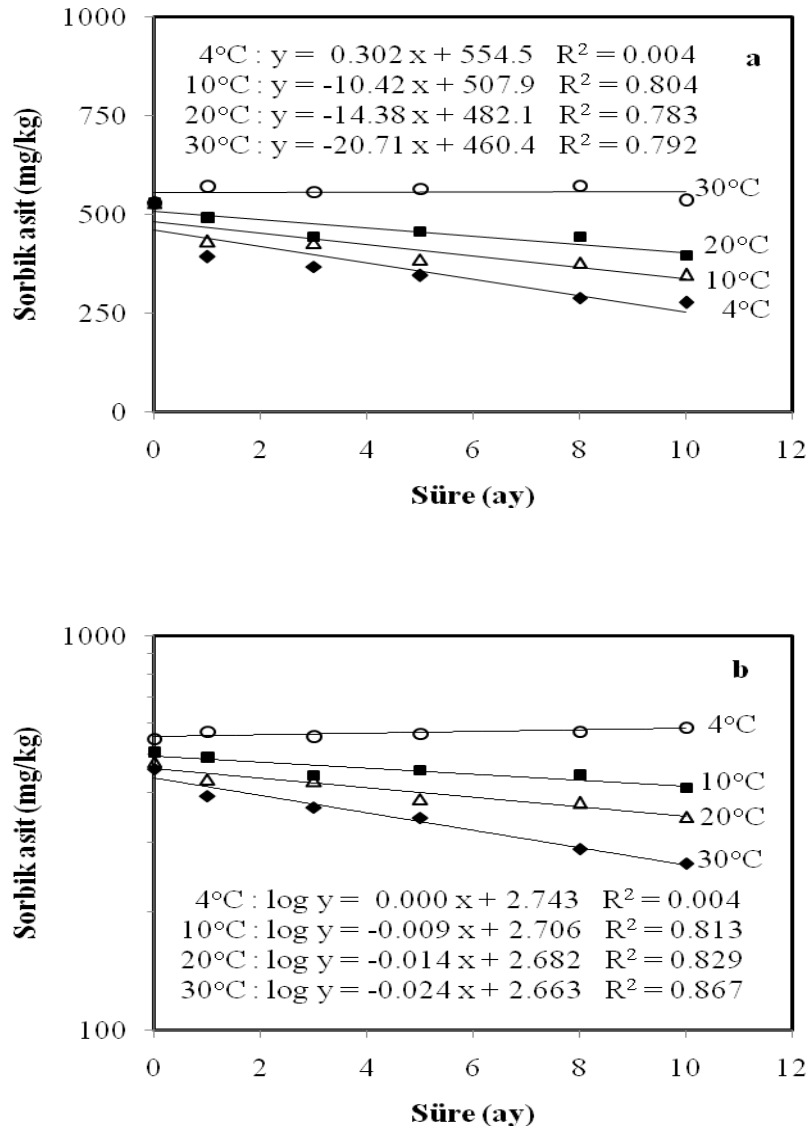
nem ve gaz geçirgenliği olmayan ambalajda muhafaza edilen, farklı konsantrasyonda sorbik asit ve aynı neme sahip gün kurusu kayısıların, a_w değerleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır.

Gün kurusu kayısıların su aktivitesi değerleri üzerine depolama sıcaklığının (5° , 15° ve 25°C) etkisinin araştırıldığı çalışmada (Elmacı vd. 2008); polietilen ambalajlarda modifiye ve normal atmosferde 48 hafta süresince depolanan örneklerin su aktivitesi değerlerinde; 25°C 'de modifiye atmosferde %3.23 düzeyinde azalma görülmüştür. Normal atmosfer ambalajlarda ise, %8.06 azalma bulunmuştur. Sağırılı (2006) tarafından yapılan bir çalışmada ise; 5° , 20° ve 30°C 'de 8 ay depolanan orta nemli kükürtlü kuru kayısıların a_w değerlerinde 5°C 'de 0.82'den 0.78'e (%4.88 azalış); 20°C 'de 0.76'ya (%7.32 azalış) ve 30°C 'de 0.70'e (%14.63 azalış) düştüğü belirtilmiştir. Çalışmamızda ise, örneklerin nem ve gaz geçirgenliği olmayan ambalajlarda muhafaza edilmesi nedeniyle, farklı konsantrasyonda sorbik asit ve aynı neme sahip gün kurusu kayısıların a_w değerlerinin, beklendiği gibi, depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak değişmediği görülmüştür.

4.4 Gün Kurusu Kayısıların Sorbik Asit İçeriğindeki Değişim

Farklı konsantrasyonda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların; farklı sıcaklıklarda (4° , 10° , 20° ve 30°C) depolanması süresince sorbik asit içeriğindeki değişimler incelenmiştir (EK 6 ve 7). Her bir depolama sıcaklığı için sorbik asit kaybına ilişkin değerler “y” eksenine, süreler ise, “x” eksenine yerleştirilmiş ve yarı-logaritmik ölçekte doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Bu durum, depolama süresince gün kurusu kayılardan sorbik asit kaybının birinci derece kinetik model ile tanımlanabileceğini göstermektedir. Örnek olarak, %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısı örneklerinde, depolama süresince sorbik asit içeriğindeki azalmaya ilişkin grafik şekil 4.2'de verilmiştir. Ayrıca; farklı konsantrasyonda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısı örneklerinin; 20° ve 30°C sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince, sorbik asit kaybına ait eşitlik ve R^2 değerleri ise, çizelge 4.16'da verilmiştir. Gün kurusu kayılardaki sorbik asit miktarı; şekil 4.3'te verilen kromatogramdan hesaplanmıştır.

Çalışmamızdakine benzer şekilde, et ürünlerinde artan su aktivitesi ile sorbik asit parçalanmasının ve etilen diamin tetra asetik asidin (EDTA) sorbik asit parçalanmasına etkisinin incelendiği çalışmada da (Campos vd. 1996), sorbik asit kaybının birinci derece kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği belirtilmiştir.

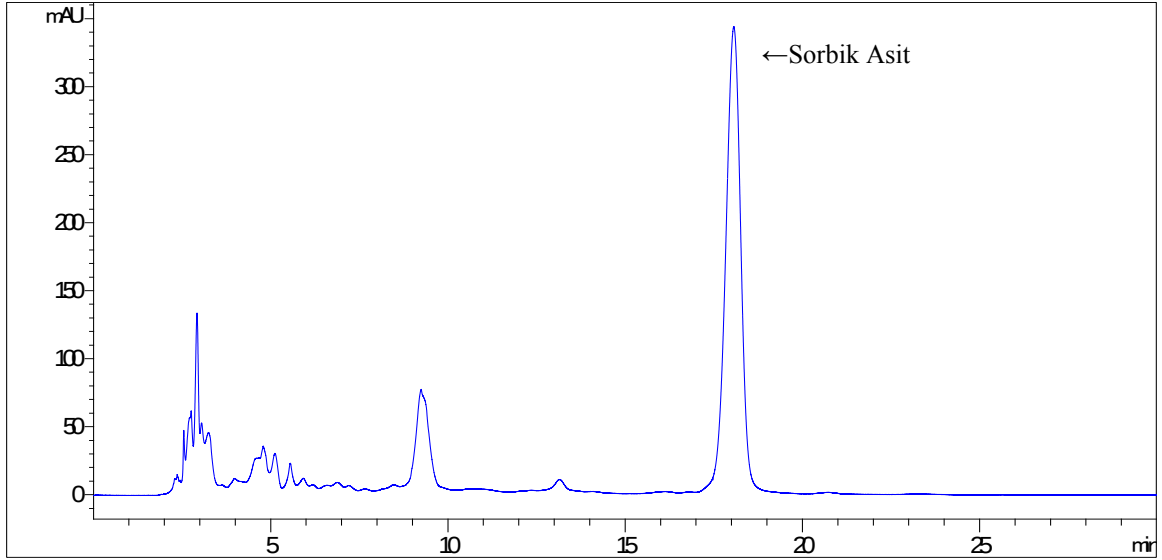


Şekil 4.2 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince sorbik asit düzeylerindeki değişimler

a. Aritmetik, **b.** Yarı-logaritmik

Şekil 4.2 incelendiğinde, farklı sıcaklıklarda depolanan gün kurusu kayısı örneklerinin sorbik asit miktarındaki en önemli azalışın 30°C’de (%47.7 azalış) olduğu ve bunu 20°C’nin (%34.3 azalış) takip ettiği görülmektedir. Diğer yandan; 10°C’de depolanan

örneklerde %25.5 azalış görülürken, 4°C’de depolanan örneklerde değişim görülmemiştir. Elde edilen bu veriler, depolama sıcaklığı arttıkça gün kurusu kayısılarından sorbik asit kaybının arttığını ve başlangıçtaki sorbik asit miktarını korumak için örneklerin 4° ve 10°C’de depolanmasının gerekli olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların sorbik asit bileşenini gösteren HPLC kromatogramı

Çalışmamızdakine benzer şekilde, Bolin vd. (1984) tarafından kuru eriklerde yapılan çalışmada da, kuru erikler %1.8 K-sorbat çözeltisine daldırılmış ve %30 nem içeren bu örnekler 1 L’lik ağzı tam kapanabilen cam kaplar içerisinde 1°, 21° ve 32°C’de 30 ay süreyle depolanmıştır. 11 ay depolama sonunda, kuru eriklerin sorbik asit miktarında meydana gelen en yüksek azalışın 32°C’de (%54.1) gerçekleştiği, bunu 21°C’nin (%35.1) izlediği, 1°C’de ise değişim olmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da, kuru eriklerden sorbik asit kaybının depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak değiştiği ve artan depolama sıcaklığı ile sorbik asit kaybının arttığı ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.16 Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince sorbik asit miktarlarındaki azalmayı gösteren eşitlikler

Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Sorbik asit miktarı (mg/kg)	Eşitlik	R ²
20	27	530	$\log y = -0.014 x + 2.682$	0.829
		982	$\log y = -0.017 x + 2.963$	0.916
	34	488	$\log y = -0.013 x + 2.649$	0.816
		1087	$\log y = -0.017 x + 2.987$	0.799
30	27	530	$\log y = -0.024 x + 2.663$	0.867
		982	$\log y = -0.023 x + 2.966$	0.969
	34	488	$\log y = -0.014 x + 2.673$	0.880
		1087	$\log y = -0.024 x + 2.979$	0.886

Çalışmamızda; 4°, 10°, 20° ve 30°C’de depolanan farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların; sorbik asit miktarları için yapılan varyans analiz sonuçları da (EK 8; çizelge 1–16), depolama süresinin özellikle 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanan örneklerin sorbik asit miktarı üzerine önemli etkisinin olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulandığında da (EK 6 ve 7); 30°C’de depolanan tüm gün kurusu kayısı örneklerinin, 20°C’de ise %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren örnekler hariç, tüm gün kurusu kayısı örneklerinin depolama süresine bağlı olarak, sorbik asit miktarları arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). 4° ve 10°C’de depolanan örneklerde ise, 4°C’de %27 nem ve 530 ile 982 mg/kg sorbik asit içeren, 10°C’de %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren örnekler hariç ($p > 0.05$), depolama süresine bağlı olarak tüm örneklerin sorbik asit miktarları arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).

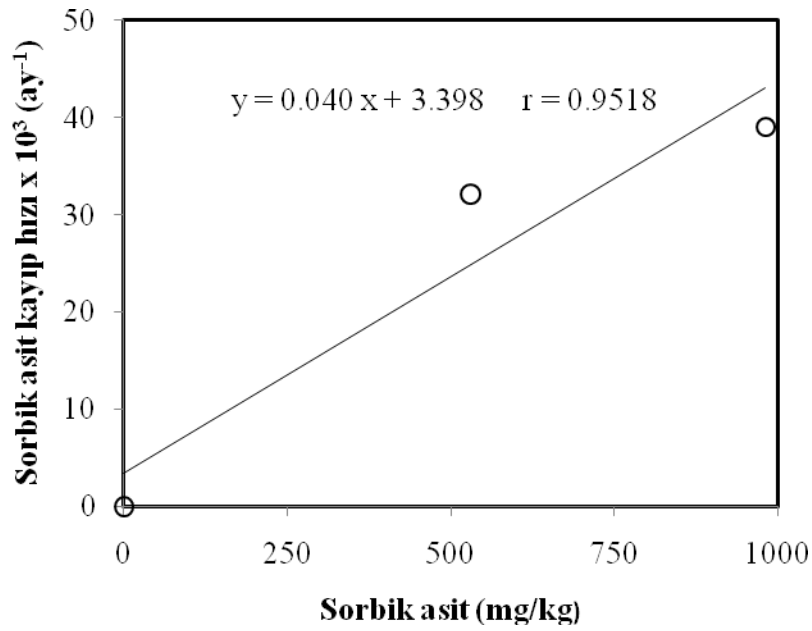
Depolama sıcaklıklarının sorbik asit kaybı üzerine etkisini ise, birinci dereceden hız sabitlerinin ve bu sabitlerden hesaplanan yarılanma sürelerinin ($t_{1/2}$) kıyaslanması açıkça ortaya koymaktadır. Örneğin; %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların sorbik asit içeriği 30°C’de 12.5 ay sonunda yarıya düşerken, 20°C’de bu süre 21.5 aydır. Ayrıca depolama süresince meydana gelen sorbik asit kaybının sıcaklığa bağlılığının saptanması amacıyla Q_{10} değerleri de hesaplanmış ve elde edilen kinetik parametreler çizelge 4.17’de verilmiştir. Örneğin; %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısılarıdaki sorbik asit kaybı, depolama sıcaklığının 20°C’den 30°C’ye artırılmasıyla 1.08 kat artmaktadır.

Çizelge 4.17 Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısılarından sorbik asit kaybına ilişkin kinetik veriler

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık (°C)	k (1/ay)	$t_{1/2}$ (ay)	Q_{10} 20–30°C
27	530	20	–0.0322	21.5	1.72
		30	–0.0553	12.5	
	982	20	–0.0391	17.7	1.35
		30	–0.0530	13.1	
34	488	20	–0.0299	23.2	1.08
		30	–0.0322	21.5	
	1087	20	–0.0391	17.7	1.42
		30	–0.0553	12.5	

Bilindiği gibi, birinci derece reaksiyonların hızları reaktanın konsantrasyonuna bağlı olarak gerçekleşmektedir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, depolama süresince farklı düzeylerde nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısılarından “sorbik asit kayıp hızı” ile başlangıçta örneklerin içerdikleri “sorbik asit konsantrasyonu” arasında [%27 nem için 20°C’de ($r=0.9518$), 30°C’de ($r= 0.9370$); %34 nem için ise, 20°C’de ($r= 0.8700$), 30°C’de ($r= 0.9879$)] çok güçlü korelasyonlar olduğu görülmektedir. Örnek olarak, %27

nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren ve 20°C’de depolanan gün kurusu kayısı örneklerinde, “sorbik asit kayıp hızı” ile başlangıçta örneklerin içerdikleri “sorbik asit konsantrasyonu” arasındaki ilişkiyi gösteren grafik şekil 4.4’te verilmiştir. Elde edilen veriler, depolama süresince gün kurusu kayısılarından “sorbik asit kayıp hızı” üzerine başlangıç konsantrasyonunun yanısıra depolama sıcaklığı ve süresinin de etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.4 % 27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren ve 20°C’de depolanan gün kurusu kayısı örneklerinde, “sorbik asit kayıp hızı” ile başlangıçta örneklerin içerdikleri “sorbik asit konsantrasyonu” arasındaki ilişki

Sorbik asit ve tuzları saf ve seyreltilmiş halde, gerek ışığa ve sıcaklığa karşı duyarlı olması, gerekse içerdği çift bağlar ile oksidasyona uğrayabilmesi nedeniyle parçalanabilmektedir. Sorbik asit parçalanma ürünleri; asetaldehit, malonaldehit, akrolein, β-karboksiakrolein, krotonaldehit (β-metil akrolein), 2-asetil- 5-metilfuran ve 4-hidroksi-3-pentenoik asit β-lakton olup, bu ürünlerin %80’ini asetaldehit ve β-karboksiakrolein oluşturmaktadır. En fazla parçalanma ise, çift bağların oksidasyonu ile gerçekleşmektedir (Arya 1980, Arya ve Thakur 1988). Bu nedenle, sorbik asit parçalanmasını minimum düzeye indirmek için, depolama sırasında gün kurusu kayısıların ışık geçirmeyen bir ambalajda depolanması, ambalaj içeriğinin mümkün

olduğunca oksijenden arındırılması ve düşük sıcaklıklarda (4° ve 10°C) depolanması gerekmektedir.

Yeniden düzenlenen Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği (2011)'nde kuru meyvelerde 1000 mg/kg düzeyine kadar sorbik asit ve tuzlarının kullanımına izin verilmektedir. Çalışmamızda, %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren ve 4°C'de depolanan gün kurusu kayısılar ve %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren başlangıç örnekleri hariç, tüm örnekler Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne uygun olup; satışa sunulmaya hazırdır.

4.4.1 Geri kazanım testi

Geri kazanım testinde elde edilen veriler, çizelge 4.18'de verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, gün kurusu kayısılarda ekstraksiyon işleminden önce örneğe ilave edilen miktara göre; sorbik asit için %85.6–88 arasında geri kazanım değeri elde edildiği görülmektedir. Bu geri kazanım değerleri, sorbik asidin analiz sürecindeki kaybının kabul edilebilir düzeylerde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.18 Gün kurusu kayısılarda sorbik asidin geri kazanımı

Örnek miktarı (g)	İlave edilen sorbik asit miktarı (mg)	Hesaplanan sorbik asit miktarı (mg)	Geri kazanım (%)	Geri kazanım ortalaması* (%)
2.5004	500	442	88.4	87.95 ± 0.64
2.5021	500	438	87.6	
2.5006	1000	839	83.9	85.57 ± 2.75
2.5007	1000	872	87.2	
2.5008	2000	1706	85.3	87.71 ± 3.89
2.5018	2000	1802	90.1	

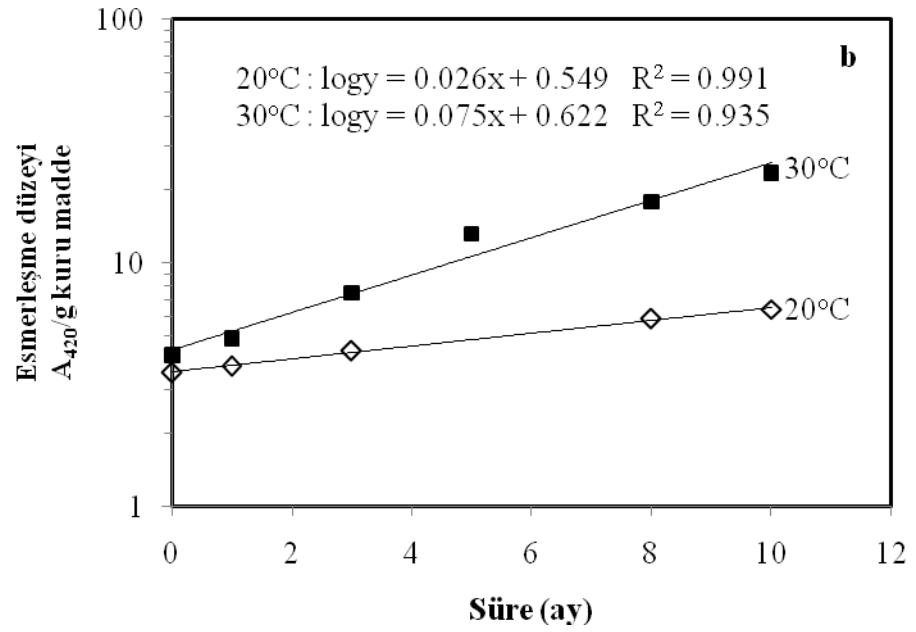
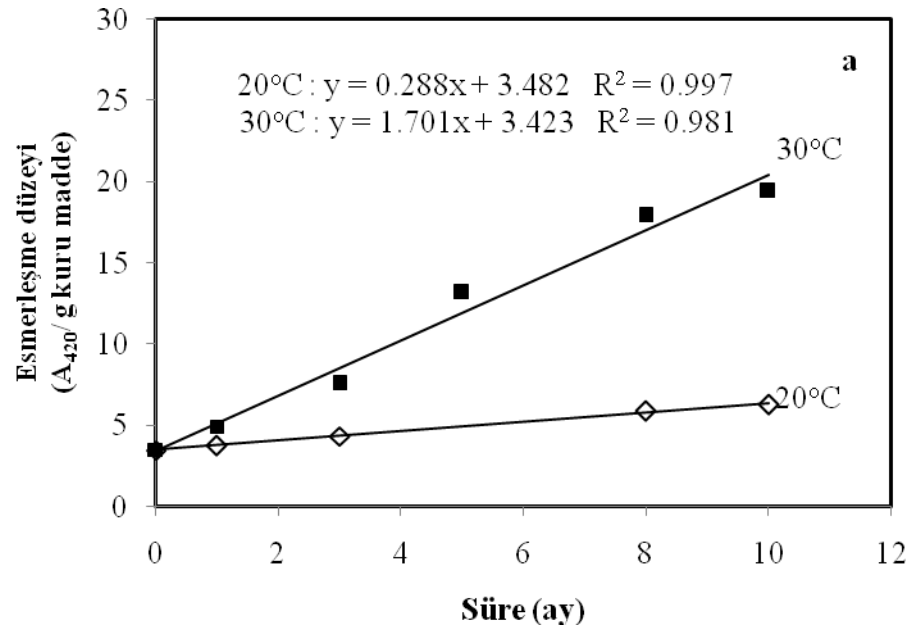
* Geri kazanım değerleri, aritmetik ortalama ± varyasyon katsayısı olarak verilmiştir.

4.5 Esmerleşme Düzeyindeki Değişmeler

Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların, farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki değişimler incelenmiştir (EK 9 ve 10). Örnek olarak, %27 nem ve 530 mg/kg ile %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısılarında; farklı sıcaklıklarda depolama süresince esmerleşme düzeyindeki değişimi gösteren grafikler şekil 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Çalışmamızda, depolama süresince, diğer gün kurusu kayısı örneklerinin esmerleşme düzeyindeki değişimi gösteren grafikler de çizilmiş ve elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen regresyon denklemleri ve determinasyon katsayı (R^2) değerleri çizelge 4.19'da verilmiştir.

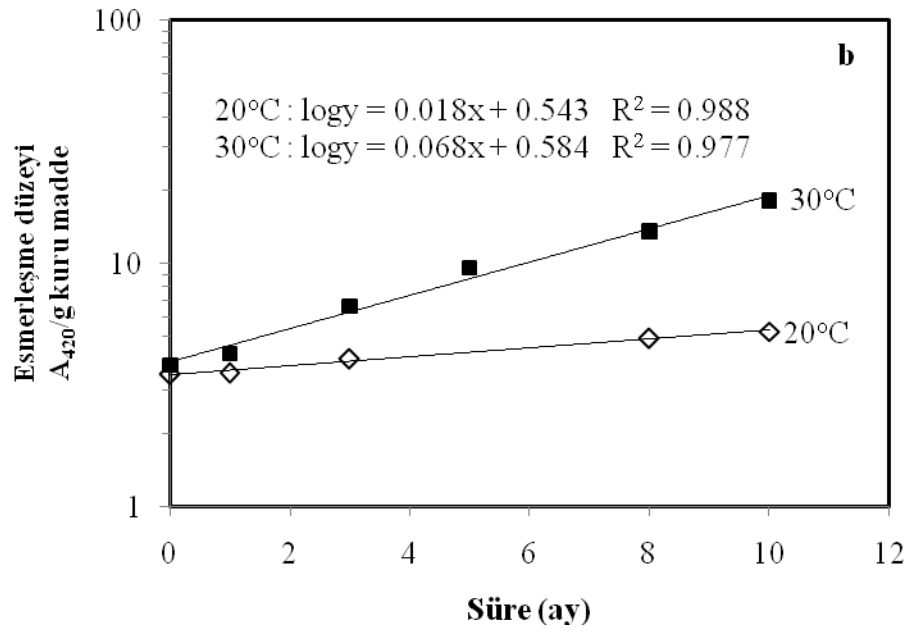
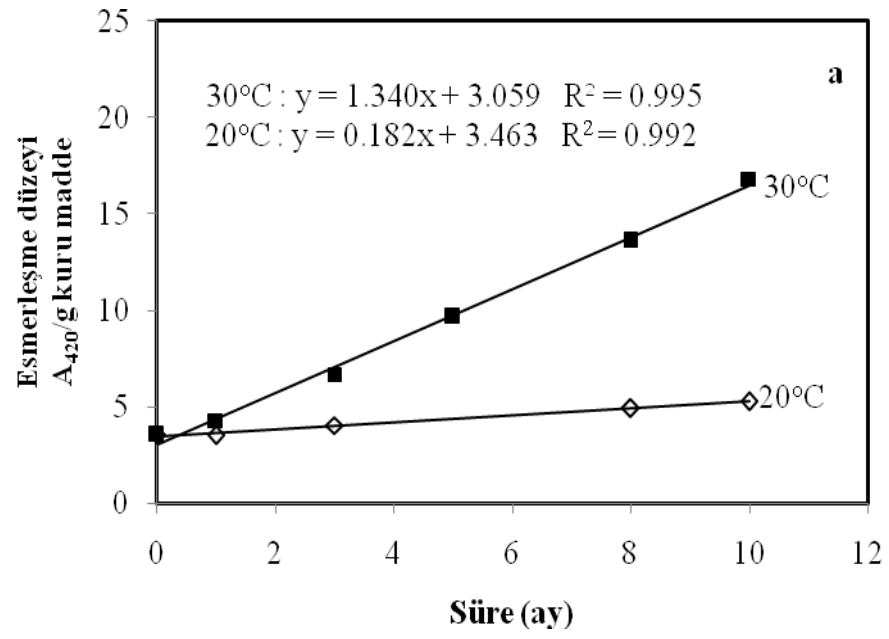
Çizelge 4.19 Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20° ve 30°C sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme düzeylerindeki değişimi gösteren eşitlikler

Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Sorbik asit (mg/kg)	Eşitlik	R^2
27	20	0	$y = 0.349x + 3.425$	0.960
		530	$y = 0.288x + 3.482$	0.997
		982	$y = 0.336x + 3.397$	0.987
	30	0	$y = 1.772x + 3.357$	0.980
		530	$y = 1.701x + 3.423$	0.981
		982	$y = 1.760x + 3.132$	0.998
34	20	488	$y = 0.182x + 3.463$	0.992
		1087	$y = 0.179x + 3.561$	0.963
	30	488	$y = 1.340x + 3.059$	0.995
		1087	$y = 1.287x + 3.120$	0.992



Şekil 4.5 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kuruşu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler

a. Aritmetik, **b.** Yarı-logaritmik



Şekil 4.6 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması süresince esmerleşme değerindeki değişimler

a. Aritmetik, **b.** Yarı-logaritmik

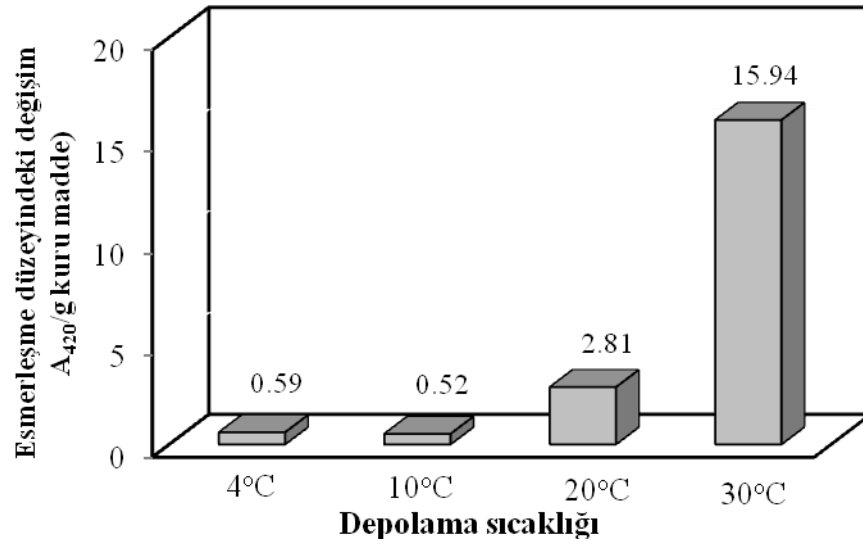
Şekil 4.5 ve 4.6’da verilen linear ve yarı-logaritmik grafikler incelendiğinde, gün kurusu kayısılarda depolama süresince esmer renk oluşumunun hem sıfırıncı hem birinci derece kinetik modele uyduğu anlaşılmaktadır. Ancak, 20° ve 30°C’de depolanan %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların esmer renk oluşumunu gösteren R^2 değerleri karşılaştırıldığında, aritmetik grafikte (0.986–0.999) yarı-logaritmik grafiğe (0.963–0.997) göre daha düz bir hat elde edildiği görülmüştür. Bu nedenle, bu sıcaklıklarda esmer renk oluşumunun sıfırıncı derece reaksiyon kinetiğine daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızdakine benzer olarak, 1000 mg/kg K-sorbat içeren muz pürelerinin 15°, 25° ve 35°C’de 60 günlük depolanması sonunda, esmerleşme indeksinde (BI) meydana gelen artışın sıfırıncı derece kinetik modele uyduğu görülmüştür (Castañón vd. 1998). 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 sıfırıncı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Lee vd. 1979). Ayrıca, ananas püresinde yapılan çalışmada da (Chutintrasri ve Noomhorm 2007), ısıtma işlem sonucu meydana gelen esmer renk oluşumunun sıfırıncı dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

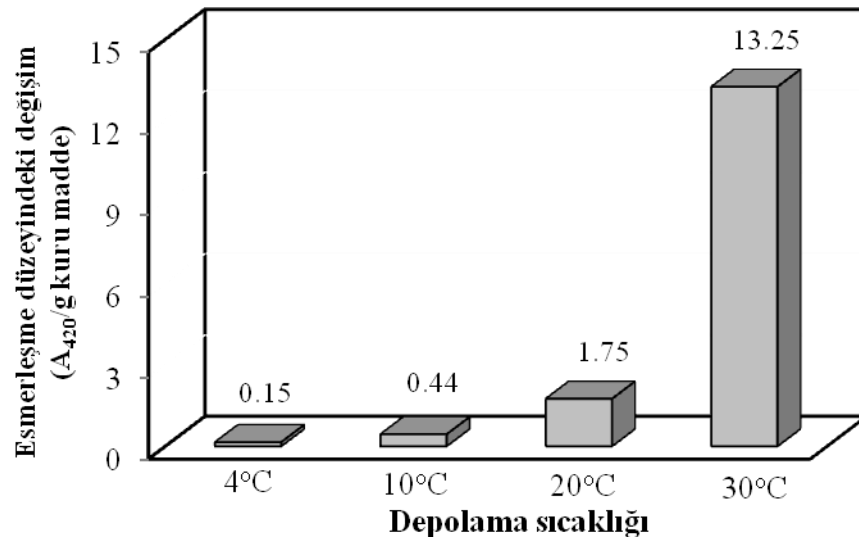
Literatürde, esmerleşme reaksiyonlarının birinci dereceden kinetik modellerle gerçekleştiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Orta nemli kükürtlü kayısıların (Sağırılı vd. 2008) ve kükürtlü kuru kayısıların (Türkyılmaz vd. 2013) esmer renk oluşumu üzerine depolama sıcaklığının (5°, 20° ve 30°C) etkisinin araştırıldığı 2 farklı çalışmada da, esmer renkli pigment oluşumunun birinci dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği ortaya konulmuştur.

Çalışmamızda, gün kurusu kayısılar 4° ve 10°C’de depolandığında neredeyse başlangıçtaki esmerleşme düzeyini tamamen korurken; 20°C’de sınırlı düzeyde, 30°C’de depolandığında ise, önemli düzeyde esmerleşme meydana gelmektedir ($p < 0.05$). Örnek olarak, %27 nem ve 530 mg/kg ile %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit

içeren gün kurusu kayısıların 4°, 10°, 20° ve 30°C 'de 10 ay depolanması sonunda esmerleşme düzeyinde meydana gelen artış şekil 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.7 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış



Şekil 4.8 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması süresince esmerleşme düzeyindeki artış

Şekil 4.7 ve 4.8’de görüldüğü gibi, 4° ve 10°C’de 10 ay depolama sonunda dahi esmerleşme düzeyinde önemli bir değişim saptanmamışken, özellikle 30°C’de esmerleşme düzeyinde %27 nemde 5.6 kat, %34 nemde ise 4.7 kat artış meydana gelmiştir. Bunun nedeni, %34 nem içeren örneklerle ($a_w = 0.80-0.81$) kıyaslandığında %27 nem içeren örneklerin a_w değerlerinin ($a_w = 0.73-0.75$), enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının maksimum gerçekleştiği $a_w = 0.60-0.70$ (orta nem) düzeyine daha yakın olmasından kaynaklanmaktadır.

Kükürtlü kayıslarda esmerleşme düzeyinin 440 nm’deki absorbans değerinin 0.3’ü geçmesi halinde; kuru kayısların depolama süresini tamamladığı ve bu kayısların renklerinin artık kabul edilemez sınırlara ulaştığı ortaya koyulmuştur (Nury vd. 1960, Davis vd. 1973’ten alınmıştır). Ancak; literatürde gün kurusu kayısı için buna benzer bir veri bulunmamaktadır.

Çalışmamızdakine benzer şekilde, 0.57–0.62 arasında su aktivitesine sahip gün kurusu kayısların 5°, 15° ve 25°C’de 48 hafta depolanması süresince, depolama sıcaklığı ve süresi arttıkça esmerleşme düzeyinin arttığı saptanmıştır (Elmacı vd. 2008). Sağır vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada da, 0.70–0.81 arasında su aktivitesine sahip orta nemli kükürtlü kuru kayıslar, 5°, 20° ve 30°C’de 8 ay depolanmıştır. Depolama süresince, 5°ve 20°C’de depolanan örneklerde, esmerleşme düzeyinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu (440 nm’de<0.3), 30°C’de ise depolama süresinin artmasıyla esmerleşme düzeyinin kabul edilebilir sınırları aştığı (440 nm’de>0.3) ortaya konulmuştur.

Çalışmamızda; 4°, 10°, 20° ve 30°C’de depolanan farklı düzeyde nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların; esmerleşme değerleri için yapılan varyans analizi sonuçları da incelenmiştir. 4° ve 10°C’de depolama süresinin esmerleşme üzerine etkisinin çok düşük düzeyde olduğu, ancak; 20° ve 30°C’de depolama süresinin esmerleşme üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olduğu ortaya konulmuştur ($p<0.05$). Elde edilen verilere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulandığında da (EK 9 ve 10); 20° ve 30°C’de depolanan gün kurusu kayısı örneklerinin depolama süresine

bağlı olarak, esmerleşme değerleri arasındaki farkların istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Bu nedenle, esmerleşmeyi önlemek ve ürünün cezbedici rengini korumak amacıyla kuru kayısıların 4° ve 10°C 'de depolanması önerilmektedir. 20°C 'de 10 ay depolanması sonunda da, ürünün esmerleşme düzeyinde önemli değişim görülmemiştir. Ancak; 30°C 'de depolama sonunda, üründe gözle algılanılabilir düzeyde esmerleşme olmaktadır. Bilindiği gibi, tüketici tercihinde ürünün rengi en önemli kalite kriterlerinden biridir. Bu nedenle, 30°C 'de depolama önerilmemektedir.

Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda depolanması sonucunda; 4° ve 10°C 'de depolanmış örneklerin esmerleşme değerleri, 10 ay sonunda dahi önemli düzeyde değişmediği için, esmerleşme reaksiyonlarına ilişkin reaksiyon hız sabitleri (k) ve Q_{10} değerleri sadece 20° ve 30°C için hesaplanmış ve çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20° ve 30°C sıcaklıklarda 10 ay depolanmaları süresince oluşan esmerleşme düzeylerine ilişkin veriler

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	k (1/ay)	Q_{10} 20°–30°C
27	0	20	0.349	5.08
		30	1.772	
	500	20	0.288	5.91
		30	1.701	
	1000	20	0.336	5.08
		30	1.706	
34	500	20	0.182	7.36
		30	1.340	
	1000	20	0.179	7.19
		30	1.287	

Çizelge 4.20 incelendiğinde, gün kurusu kayısılardaki esmerleşme reaksiyonlarına ait Q_{10} değerlerinin 5.08–7.36 arasında değiştiği görülmektedir. Benzer şekilde; 22 farklı

amino asidin glukoz varlığındaki model sistemde; farklı su aktivitesi değerlerinde (0.60–0.85), 5°–45°C depolama sıcaklıklarında esmerleşme hızlarının incelendiği çalışmada da; esmerleşme reaksiyonlarına ait Q_{10} değerlerinin su aktivitesi değerlerine bağlı olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği ve 2–6 arasında değiştiği saptanmıştır (Tsai vd. 1991). Ayrıca; artan sıcaklık ile esmerleşme reaksiyonunun hızlandığı, artan su aktivitesi ile ise, azaldığı görülmektedir. Nitekim, armut suyu konsantrelerinin ($a_w = 0.67–0.90$) 50°–80°C'de ısıtılması sonucunda, sıcaklık yükseldikçe esmerleşme reaksiyonunun hızlandığı, buna karşın su aktivitesinin yükselmesiyle reaksiyon hızının azaldığı bulunmuştur (Beveridge vd. 1984). Diğer taraftan, Singh vd. (1983) tarafından orta nemli elmalarda ($a_w = 0.62–0.89$) depolama üzerine yapılan çalışmada ise, esmer renk oluşumuna ilişkin sıfırıncı derece hız sabitlerinin artan sıcaklık ve su aktivitesi ile arttığı saptanmıştır.

Sorbik asit ve tuzları, pH, a_w , diğer katkı maddelerinin varlığı, işleme ve depolama koşullarına bağlı olarak sulu ortamda okside olmaktadır (Campos ve Gerschenson 1996). Oksidasyon sonucunda karbonil bileşikler, bunlar içerisinde ise, özellikle asetaldehit ve β -karboksiakrolein miktarı artmaktadır. Bu bileşikler, hızlıca polimerize olarak esmer renkli bileşiklere dönüşebilmektedir (Arya ve Thakur 1988). Ancak; çalışmamızda, 10 ay depolama sonunda sorbik asit parçalanması ve esmerleşme düzeyi arasında sistematik bir ilişki bulunamamıştır ($p > 0.05$). Arya (1980) tarafından yapılan çalışmada da, sulu çözeltilerde sorbik asit stabilitesi araştırılmış ve esmer renkli bileşikler ile sorbik asit parçalanma ürünleri arasında korelasyon bulunamamıştır.

4.6 Reflektans Renk Değerlerindeki Değişim

Esmerleşme düzeyi kimyasal analizlerle belirlenebildiği gibi, fiziksel olarak materyalin reflektans renk değerlerinin ölçülmesi ile de belirlenebilmektedir. Farklı düzeylerde nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların; farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması süresince yüzey renklerinde oluşan değişimler, reflektans spektrofotometresi kullanılarak; CIE L^* , a^* , b^* , C^* (kroma) ve h° (hue) değerlerinin ölçülmesi ile izlenmiştir. Bu süre sonundaki reflektans renk değerlerindeki değişime

ilişkin veriler EK 11 ve 12’de gösterilmiştir. Ayrıca, çalışmamızda temel renk değerleri olan L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak, renk değişimini gösteren ΔE değerleri ve esmerleşme düzeyini gösteren esmerleşme indeksi (BI) değerlerinin değişimi de incelenmiştir.

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^* değeri, 0 ile 60 arasında değişmekte ve pozitif a^* değerleri kırmızı, negatif a^* değerleri ise yeşil rengi göstermektedir. CIE b^* değeri de, 0 ile 60 arasında değişmekte ve pozitif b^* değerleri sarı, negatif b^* değerleri ise, mavi rengi göstermektedir. CIE C^* değeri 0 ile 60 arasında değişmekte ve renk düzleminin merkezinde 0 (mat) ve merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlar artmaktadır. h° değeri 0° - 360° arasında değişmekte; 0° ve 360° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak değerlendirilmektedir.

Farklı düzeylerde nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların; depolama başlangıcında ölçülen reflektans renk değerleri çizelge 4.21’de verilmiştir. Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg düzeyinde sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda reflektans renk değerlerindeki değişimi ise, çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde; 20°C ve özellikle 30°C ’de depolanan gün kurusu kayısı örneklerinin renk değerlerinin önemli ölçüde değiştiği görülmektedir. L^* değeri, 20°C ’de 3.7, 30°C ’de ise 7.4 birim azalmıştır. a^* ve b^* değerleri ise sırasıyla, 20°C ’de 2.4 ve 5.1, 30°C ’de ise 7.0 ve 11.0 birim azalmıştır. C^* değerlerinde de 20°C ’de 5.6, 30°C ’de ise 13 birim azalma tespit edilmiş olup, h° değerlerinde ise, 30°C (7.8 birim artış) hariç önemli bir değişim saptanmamıştır. 4° ve 10°C ’de depolanan gün kurusu kayısıların renklerinde ise, önemli bir değişiklik belirlenmemiştir. 30°C ’de depolama sonunda tüm renk değerleri önemli düzeyde azalmış ve çıplak gözle bile rengin kabul edilemez bir nitelik kazandığı görülmüştür.

Çizelge 4.21 Farklı düzeylerde sorbik asit içeren gün kurusu kayısı örneklerinin depolama başlangıcında ölçülen reflektans renk değerleri

Depolama sıcaklığı (°C)	Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	L*	a*	b*	C*	h°
4	27	0	29.69	7.78	13.46	15.58	59.63
		530	29.67	7.96	12.76	15.06	57.87
		982	29.20	7.36	12.42	14.46	59.15
	34	0	31.90	9.61	15.63	18.38	58.17
		488	31.99	9.86	15.95	18.78	58.16
		1087	31.01	8.89	14.81	17.30	58.76
	27	0	29.13	7.79	12.65	14.89	58.14
		530	29.50	7.41	12.33	14.42	58.72
		982	29.72	7.58	13.28	15.32	60.21
10	34	0	31.75	9.42	15.31	18.00	58.15
		488	31.63	9.18	15.18	17.77	58.54
		1087	31.38	9.17	15.06	17.65	58.49
	27	0	29.69	7.32	12.57	14.57	59.49
		530	29.13	7.76	12.21	14.50	57.42
		982	29.77	7.66	12.62	14.80	58.46
	34	0	31.04	9.03	14.76	17.34	58.30
		488	31.65	9.08	15.55	18.04	59.48
		1087	30.88	8.86	14.65	17.15	58.64
20	27	0	29.62	7.66	12.54	14.71	58.37
		530	28.87	7.12	11.99	13.96	59.19
		982	29.96	7.48	12.89	14.94	59.37
	34	0	31.46	9.13	14.65	17.29	57.98
		488	31.61	9.04	14.96	17.50	58.76
		1087	32.10	9.82	15.67	18.51	57.85
	27	0	29.62	7.66	12.54	14.71	58.37
		530	28.87	7.12	11.99	13.96	59.19
		982	29.96	7.48	12.89	14.94	59.37
30	34	0	31.46	9.13	14.65	17.29	57.98
		488	31.61	9.04	14.96	17.50	58.76
		1087	32.10	9.82	15.67	18.51	57.85
	27	0	29.62	7.66	12.54	14.71	58.37
		530	28.87	7.12	11.99	13.96	59.19
		982	29.96	7.48	12.89	14.94	59.37
	34	0	31.46	9.13	14.65	17.29	57.98
		488	31.61	9.04	14.96	17.50	58.76
		1087	32.10	9.82	15.67	18.51	57.85

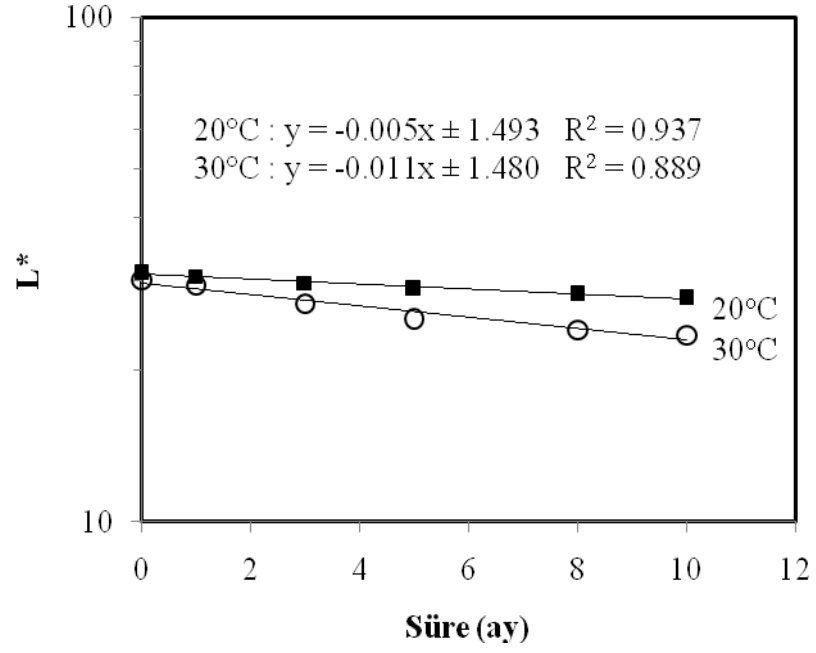
Sağırılı vd. (2008) tarafından nem geçirgenliği düşük olan poliamit/polietilen ambalajlarda 8 ay muhafaza edilen orta nemli kayısıların (%36.6 nem) reflektans renk değerleri üzerine depolama sıcaklığının (5°, 20° ve 30°C) etkisinin araştırıldığı çalışmada ise; L* değerinin, 20°C’de 10, 30°C’de ise 36 birim azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, a* ve b* değerlerinin sırasıyla, 20°C’de 2 ve 13, 30°C’de ise 14 ve 32 birim azaldığı saptanmıştır. C* değerlerinde de benzer azalışlar saptanmış, buna karşın

h° değerlerinde 30°C dışında önemli bir değişim saptanmamıştır. 5°C’de depolanan orta nemli kuru kayısıların renklerinde ise, önemli bir değişiklik bildirilmemiştir.

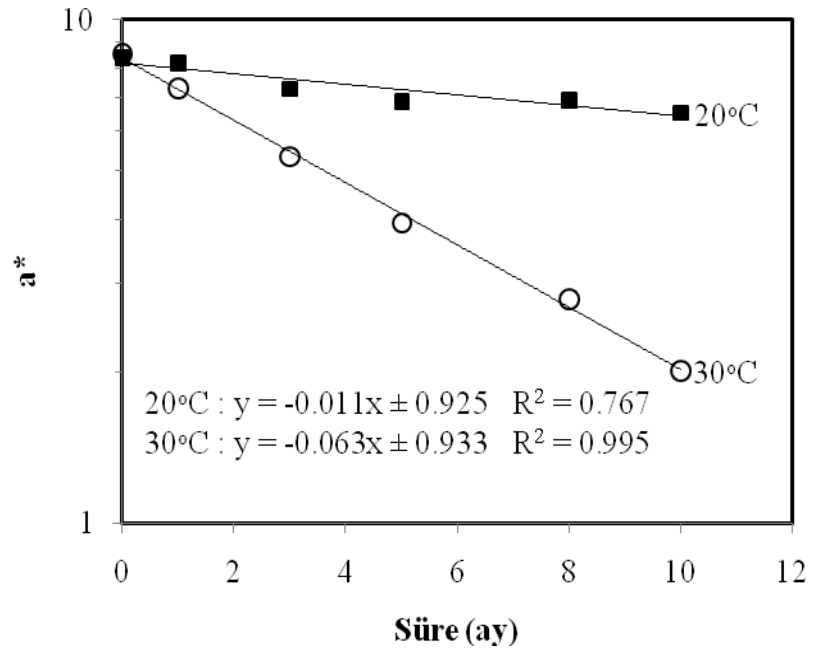
Çizelge 4.22 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda reflektans renk değerlerindeki değişim

Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE	BI
4	0	31.99	9.86	15.95	18.58	58.16	–	89.63
	10	29.42	7.36	12.76	14.75	59.94	4.80	74.05
10	0	31.63	9.18	15.18	17.77	58.54	–	84.96
	10	29.95	7.61	12.22	14.42	57.72	3.75	70.07
20	0	31.65	9.08	15.55	18.04	59.48	-	86.77
	10	27.99	6.72	10.45	12.45	56.96	6.71	63.55
30	0	31.61	9.04	14.96	17.50	58.76	–	83.46
	10	24.18	2.02	4.01	4.50	63.07	15.00	23.91

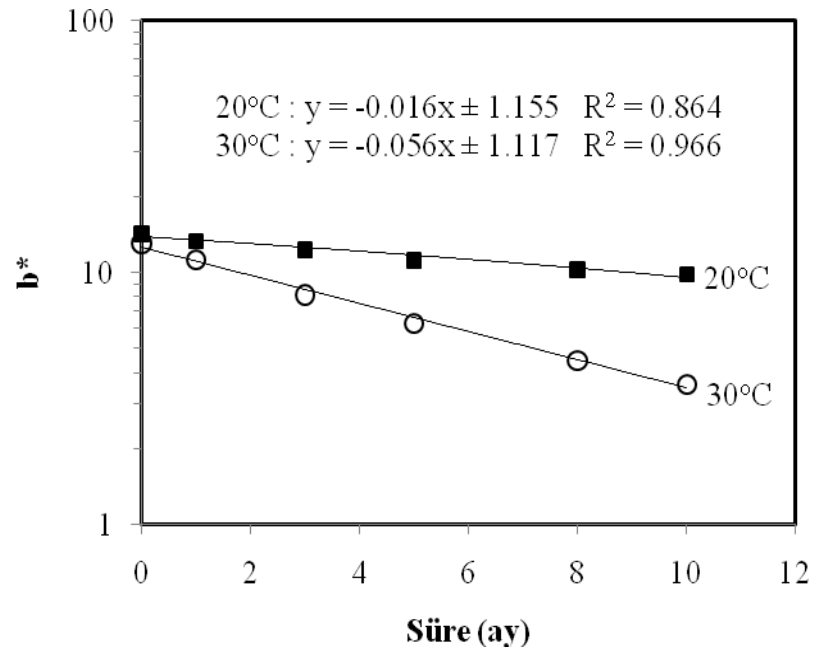
Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların, farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması süresince reflektans renk değerlerindeki değişimler incelenmiştir (EK 11 ve 12). Her bir depolama sıcaklığı için L*, a*, b* ve C* reflektans renk değerlerinin değişimine ilişkin değerler “y” eksenine, süreler ise, “x” eksenine yerleştirilmiş ve yarı-logaritmik ölçekte doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Bu durum, depolama süresince gün kurusu kayısılarında reflektans renk değerleri değişiminin birinci derece kinetik model ile tanımlanabileceğini göstermektedir. Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısılarında; farklı sıcaklıklarda depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişimi gösteren grafikler şekil 4.9–4.12’de verilmiştir. 4° ve 10°C’de depolanan gün kurusu kayısıların reflektans renk değerlerinde, önemli bir değişiklik belirlenmemesi nedeniyle grafikte verilmemiştir.



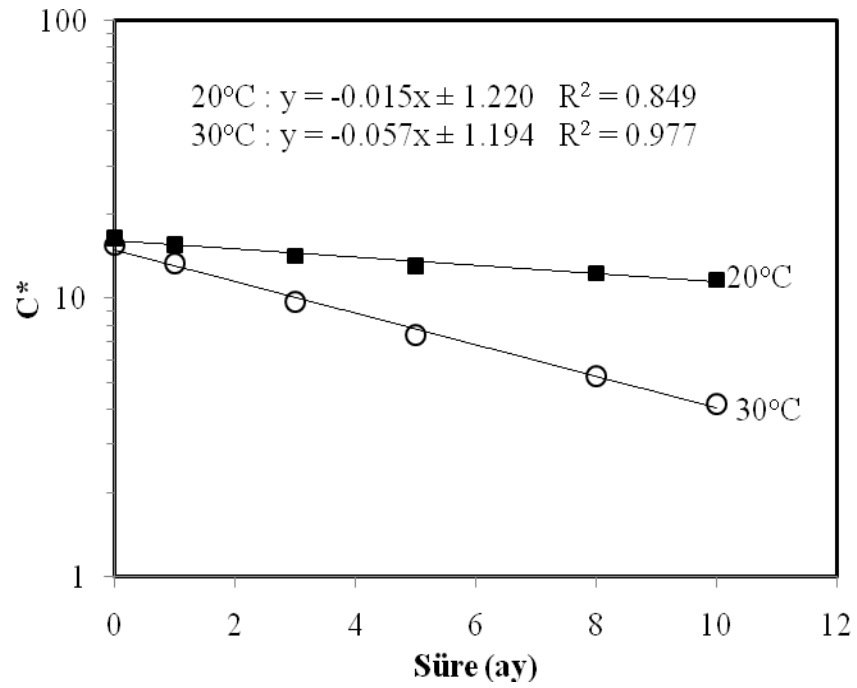
Şekil 4.9 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince L* değerindeki değişimler



Şekil 4.10 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince a* değerindeki değişimler



Şekil 4.11 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince b* değerindeki değişimler



Şekil 4.12 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması süresince C* değerindeki değişimler

Şekil 4.9–4.12 incelendiğinde, L^* , a^* , b^* ve C^* reflektans renk değerlerinin depolama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Artan depolama süresi ve sıcaklığı ile reflektans renk değerlerinde azalış meydana gelmektedir. Çalışmamızda, depolama süresince, diğer gün kurusu kayısı örneklerinin reflektans renk değerlerindeki değişimi gösteren grafikler de çizilmiş, elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Duble konsantre salça üretiminde, 70°C–100°C'lerde uygulanan ısı işlem sırasında renkte meydana gelen değişimler incelenmiş ve tüm renk parametrelerindeki değişimin (L^* , a^* , b^* , a^*/b^* ve h°) birinci dereceden kinetik modele uyduğu saptanmıştır (Barreiro vd. 1997). Sıcaklık ve süreye bağlı olarak L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma gözlenirken; h° değerinde artış gözlenmiştir. Ayrıca, ananas püresinde (Chutintrasri ve Noomhorm 2007) yapılan çalışmada da, ısı işlem sonucu meydana gelen L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişimin birinci dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

Literatürde, L^* , a^* ve b^* değerlerindeki değişimin sıfırıncı dereceden kinetik modelle gerçekleştiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Orta nemli kükürtlü kayısıların L^* , a^* ve b^* değerleri üzerine depolama sıcaklığının (5°, 20° ve 30°C) etkisinin araştırıldığı çalışmada da (Sağırlı vd. 2008), L^* , a^* ve b^* değerlerindeki azalışın birinci dereceden kinetik modele uygun olarak gerçekleştiği ortaya konulmuştur.

Reflektans spektrofotometresi ile kurutulmuş ürünlerin yüzey renkleri ölçülürken, materyalin nem içeriği mutlaka belirtilmelidir. Kurutulmuş kayısılar üzerine yapılan 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. Benzer olarak, çalışmamızda da %34 nemli örneklerin L^* , a^* , b^* , C^* reflektans renk değerleri daha

yüksek bulunmuştur. Diğer yandan, depolama sonunda %34 nemdeki örneklerin L*, a*, b*, C* reflektans renk değerlerindeki değişimin (30°C’de; 8.4, 7.0, 11.0, 13.0 birim) %27 nemdeki örneklerden (30°C’de; 5.8, 5.3, 7.5, 9.1 birim) daha fazla olduğu görülmüştür. Araştırmamızda, reflektans renk değerleri arasındaki farkın, kayısların gözle algılanan rengi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla kayıslar fotoğraflanmıştır. Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda renklerindeki değişimi gösteren fotoğraf şekil 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4.13 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda renklerindeki değişim

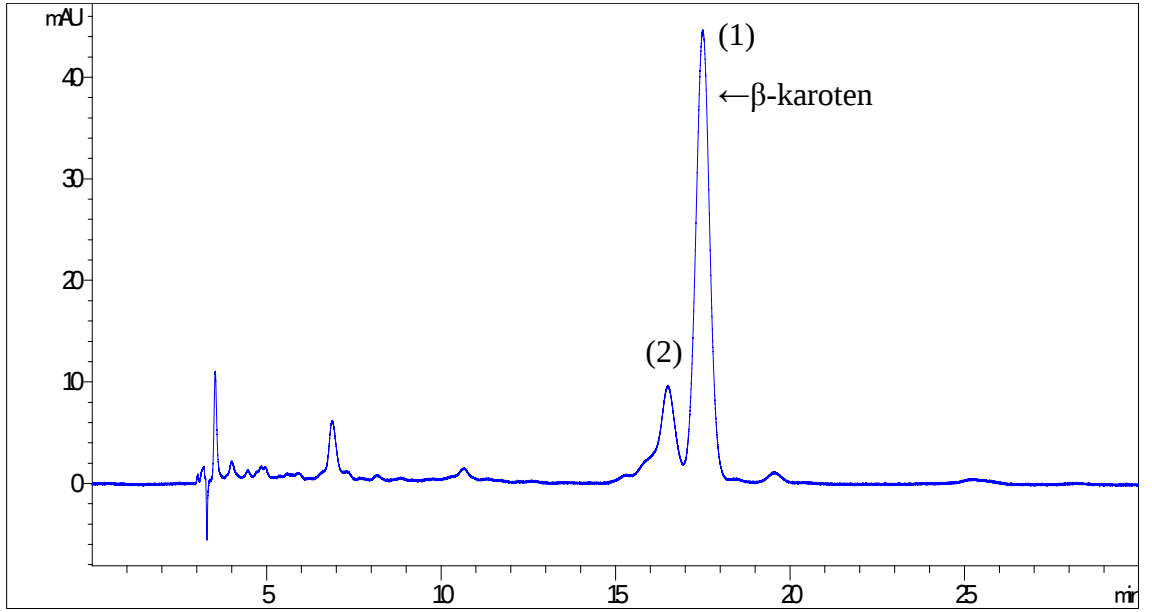
Esmerleşme düzeyi, kimyasal analizlerle ortaya konulabildiği gibi, materyalin reflektans renk değerlerinin ölçülmesi ile de belli ölçüde belirlenebilmektedir. Bu amaçla, özellikle L* değerinin birçok üründe esmerleşme indeksi olarak kullanıldığı görülmektedir (Aguilera vd. 1987, Lee ve Nagy 1988). Diğer yandan; L*, a* ve b* değerleri kullanılarak hesaplanan BI (Browning indeksi) değeri de esmerleşme indeksi olarak kullanılabilir (Castañón vd. 1999, Chutintrasri ve Noomhorm 2007). Bu nedenle, çalışmamızda BI değerleri de hesaplanmış ve “BI değerleri-esmerleşme düzeyi arasındaki (A_{420}/g kuru madde)” ilişkiyi göstermek amacıyla depolama boyunca elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmıştır. Bilindiği üzere; korelasyon katsayısının 0–0.49 aralığında olması durumunda iki değişken arasındaki ilişkinin “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

değerlendirilmektedir. Regresyon analizi sonucunda, 20°C ve 30°C’de depolanan örneklerde BI değerleri-esmerleşme düzeyi arasında (A_{420}/g kuru madde) kuvvetli logaritmik ilişkinin olduğu bulunmuştur. Örneğin, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10 ay depolanması sonunda BI değerleri-esmerleşme düzeyi arasındaki regresyon eşitlikleri ve korelasyon katsayıları şu şekilde bulunmuştur: 30°C’de “ $\log y = -0.763 x + 2.325$, $r = -0.9955$ ”, 20°C’de ise “ $\log y = -0.179 \log x + 1.965$, $r = -0.9005$.” Esmerleşme düzeyi ile sorbik asit içeriği arasında sistematik bir ilişki belirlenememesinden dolayı, reflektans spektrofotometresi kullanılarak belirlenen CIE L^* , a^* , b^* , C^* (kroma) ve h° (hue) değerleri ile gün kurusu kayısı örneklerinin içerdiği sorbik asit miktarı arasında da sistematik bir ilişki belirlenememiştir.

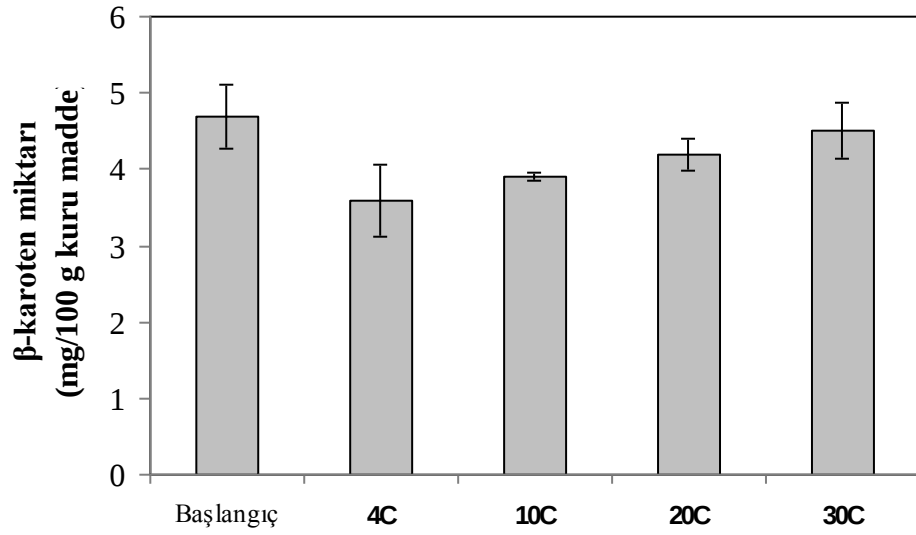
4.7 β - karoten Miktarındaki Değişim

Farklı düzeylerde nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların; farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması süresince β -karoten miktarında meydana gelen değişimler EK 13’te verilmiştir. Gün kurusu kayısılarda karotenoid bileşiklerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan HPLC analizi sonucunda elde edilen örnek bir kromatogram %27 nem ve 530 mg/kg düzeyinde sorbik asit içeren gün kurusu kayısılar için, şekil 4.13’te verilmiştir. Gün kurusu kayısısındaki karotenoidlerin HPLC analizi sonucunda elde edilen kromatogramlarında 2 pik belirlenmiş ve bu piklerden sadece β -karoten tanımlanmıştır (Şekil 4.14). Diğer pik ise, elimizde ticari olarak üretilmiş standardın olmaması nedeniyle tanımlanamamıştır. Şekil 4.14’te verilen kromatogram incelendiğinde, elde edilen 2 karotenoid piki içinde, kuru kayısısındaki başat karotenoidin β -karoten olduğu görülmektedir. Hem diğer karotenoidlerin tanımlanamaması hem de kuru kayısısındaki başat karotenoidin β -karoten olması nedeniyle çalışmamızda β -karoten dikkate alınarak gerekli açıklamalar yapılmıştır.

EK 13’teki veriler incelendiğinde, gün kurusu kayısıların depolama başlangıcında β -karoten içeriğinin 4.1–6.7 mg/100 g kuru madde arasında; 10 ay depolama sonunda ise, 1.9–4.0 mg/100 g kuru madde arasında değiştiği görülmektedir. Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısı örneklerinde, 10 ay depolama sonunda β -karoten miktarındaki değişim şekil 4.15’te verilmiştir.



Şekil 4.14 %27 nem ve 530 mg/kg düzeyinde sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların karotenoid kompozisyonunu gösteren HPLC kromatogramı



Şekil 4.15 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların farklı sıcaklıklarda 10 ay depolanması sonunda β -karoten miktarındaki değişim

Karotenoidler, yüksek miktarda çift bağ içermesi nedeniyle kolaylıkla oksidasyona uğrayabilmektedirler. Bu reaksiyon, ışık ve ısı varlığında hızlanmaktadır. Diğer yandan,

karotenoidler, yüksek sıcaklıklarda antosiyanin gibi diğer pigmentlere göre daha stabil bileşikler olup, ortamda ışık ve oksijen bulunmaması halinde gıdaların pişirilmeleri ve haşlanmaları sırasında dahi bozulmamaktadır. Çalışmamızda da; gün kurusu kayısısındaki β -karoten içeriği üzerine depolama sıcaklığının etkili olmadığı, ancak; gün kurusu kayısıların β -karoten içeriğinin, SO_2 gibi β -karoteni koruyan bir koruyucu içermemesi nedeniyle, düşük miktarda olduğu saptanmıştır. β -karoten miktarının düşük olmasının, β -karotenin büyük ölçüde kurutma sırasında oksidasyona uğrayarak parçalanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Malatya ilimizde yetiştirilen kayısı çeşitleri (Hacıhaliloğlu, Hasanbey, Soğancı, Kabaaşı, Çataloğlu, Çöloğlu, Hacıkız, Tokaloğlu ve Alyanak) arasında en fazla β -karotenin Alyanak çeşidinde (487 mg/kg), en azının ise, Çöloğlu çeşidinde (57 mg/kg) olduğu saptanmıştır (Akın vd. 2008). En fazla kurutulan Hacıhaliloğlu çeşidinin kuru madde bazında, 89 mg/kg; Kabaaşı çeşidinin ise, 262 mg/kg düzeyinde β -karoten içerdiği bulunmuştur. Karabulut vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada da, kükürtlenmemiş kayısıların 34 mg/kg β -karoten içerdiği bulunmuştur. Bu çalışmalara benzer olarak çalışmamızda da, gün kurusu kayısı örneklerinin kuru madde bazında, 41-67 mg/kg arasında β -karoten içerdiği bulunmuştur. Ayrıca; laboratuvarımızda yapılan çalışmalarda, kükürtlenip kurutulmuş Hacıhaliloğlu kayısıların β -karoten içeriğinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Sağırlı vd. 2008, Türkyılmaz vd. 2013). Sağırlı vd. (2008) tarafından, kuru ağırlık bazında β -karoten içeriği 180 mg/kg bulunurken; Türkyılmaz vd. (2013) tarafından, 266–362 mg/kg olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, SO_2 'nin antioksidan özelliğiyle β -karotenin parçalanmasını önlemesinden kaynaklanmaktadır. Literatürde bunu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Eheart ve Sholes 1945, Bolin ve Stafford 1974). Ancak; bu çalışmaların aksine, Hacıhaliloğlu çeşidi kükürtlü kuru kayıslarda kuru ağırlık bazında β -karoten içeriği 39 mg/kg olarak bulunurken, kükürtlenmemiş kayıslarda ise 34 mg/kg olarak bulunmuştur (Karabulut vd. 2007).

4.7.1 Geri kazanım testi

Geri kazanım testinde elde edilen değerler, çizelge 4.23'te verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde, kuru kayıslarda ekstraksiyon işleminden önce örneğe ilave edilen miktara göre; β -karoten için %90–96 arasında geri kazanım değeri elde edildiği görülmektedir. Bu geri kazanım değerleri, β -karotenin analiz sürecindeki kaybının kabul edilebilir düzeylerde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.23 Kuru kayıslarda β -karotenin geri kazanımı

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

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

4.8 HMF Miktarı

Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcı ve farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması sonunda HMF içerikleri belirlenmiştir. Ancak analiz sonucunda, hiçbir örnekte HMF belirlenememiştir. Türkyılmaz (2011) tarafından yapılan çalışmada da, 5°, 10°, 20° ve 30°C'de 351 gün boyunca depolanan kükürtlü kuru kayısların HMF içermediği bildirilmiştir. Coşkun (2010) tarafından yapılan çalışmada ise, 5° ve 20°C'de depolanan Hacihaliloğlu ve Kabaası çeşidi kuru kayıslarda, 12 aylık depolama süresi sonunda dahi HMF belirlenememişken; sadece 30°C'de aynı süre depolama sonucunda geleneksel yöntemle ve tüpte sıvılaştırılmış SO₂ gazı ile kükürtlenen örneklerde çok düşük miktarda (1.2–8.1 mg/kg) HMF belirlenmiştir. Aynı çalışmada, depolama

süresince en fazla esmerleşme değerlerine sahip olan ve renkleri en fazla değişen $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ çözeltisine daldırılarak kükürtlünen kayıslarda bile, her iki çeşitte de HMF belirlenememiştir.

Bilindiği gibi, HMF karbonhidratların ısıl degradasyonu ve Maillard reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Ancak; depolama boyunca gün kurusu kayıslarda karbonhidratların degradasyonunu sağlayacak kadar ısıl işlemin uygulanmaması, gün kurusu kayıslarda HMF oluşumunun Maillard reaksiyonu ile meydana gelebileceğini göstermektedir. Maillard reaksiyon hızı üzerine, sıcaklık-süre kombinasyonu, pH, su aktivitesi, substrat konsantrasyonu (indirgen şekerler ve proteinler) gibi faktörler etkili olmaktadır. Sıcaklık yükseldikçe Maillard reaksiyonu hızlanmakta ve esmerleşme artmaktadır. Diğer yandan; $a_w = 0.6-0.8$ (orta nem düzeyi) ve $\text{pH} = 7.0-10.0$ değerleri arasında Maillard reaksiyonu hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Cemeroğlu vd. 2009). Çalışmamızda depolama süresince gün kurusu kayısların pH değerleri 4.94–5.67 arasında değişmektedir. Bu pH değerleri 6.0'nın altında olup; Maillard reaksiyonu oluşumunu sınırlandırmaktadır. Gün kurusu kayısların su aktivitesi değerleri depolama süresince korunmakta olup; 0.72–0.81 arasında değişmektedir. Her ne kadar su aktivitesi değerleri Maillard reaksiyonu için uygun olsa da, diğer koşulların uygun olmaması nedeniyle HMF oluşumunun düşük düzeyde gerçekleştiği düşünülmektedir. Ayrıca; HMF oluşumunun saptanamamasının başlıca nedeninin, HMF'nin esmerleşme reaksiyonları sonucunda oluşan bir ara ürün olması ve depolama süresince sıcaklığa bağlı olarak daha ileri aşamalarındaki ürünlere dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hidalgo ve Pompei (2000) tarafından yapılan çalışmada da; %28.1 kuru madde içeren domates salçaları 25°C 'de 98 gün depolanmış ve depolama sonunda HMF miktarının 609 ppm'den 17 ppm'e düştüğü bildirilmiştir. Ayrıca; aynı depolama süresi sonunda enzimatik olmayan esmerleşme sonunda oluşan diğer bir ürün olan furosin miktarının "458 mg/100 g protein"den "550 mg/100 protein"e arttığı bildirilmiştir.

Çin ağacı meyvelerinin 0.5–0.6 a_w değerine kadar kurutulup 25°C 'de 5 ay boyunca depolanması sonunda HMF miktarındaki değişimin incelendiği çalışmada, 3 mg/kg HMF içeren kurutulmuş Çin ağacı meyvelerinin depolama sonunda HMF içeriğinin 8

mg/kg'a arttığı saptanmıştır (Mahayothee vd. 2009). Çağlarırnak (2006) tarafından yapılan çalışmada, kuru üzümün 5.5 mg/kg, kuru eriklerin 33.57 mg/kg HMF içerdiği bildirilmiştir. Murkovic ve Pichler (2006) tarafından yapılan çalışmada ise, bu çalışmanın aksine eriklerin 2200 mg/kg HMF içerdiği ortaya konulmuştur. Bu durum, HMF oluşumu üzerine çeşidin etkisini ortaya koymaktadır.

Gün kurusu kayısıların depolanma süresince meydana gelen esmerleşme düzeyindeki artışın, 4 farklı enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Genel olarak, depolama süresince kuru kayılarda meydana gelen esmerleşmenin temel nedeninin, şekerle aminoasitler arasında meydana gelen Maillard reaksiyonu sonucunda oluşan esmer renkli bileşiklerden kaynaklandığı kabul edilmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda; kayılarda meydana gelen esmerleşmenin, (1) sadece Maillard reaksiyonundan kaynaklanmadığı; bunun yanı sıra (2) şekerlerin organik asitlerle (Livingston 1953), (3) asitlerin azotlu maddelerle ve (4) asitlerin asitlerle olan reaksiyonlarının da etkili olduğu ortaya konulmuştur (Haas ve Stadtman 1949). Çalışmamızda da hiçbir örnekte HMF tespit edilememesi, esmerleşmenin başka nedenlerinin de olduğunu göstermektedir.

4.9 pH ve Titrasyon Asitliğindeki Değişimler

Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların; depolama başlangıcındaki, pH ve titrasyon asitliği değerleri çizelge 4.24'te verilmiştir. Titrasyon asitliği değerleri, “kuru ağırlık” üzerinden hesaplanmış ve susuz sitrik asit cinsinden “g/100 g kuru ağırlık” olarak ifade edilmiştir.

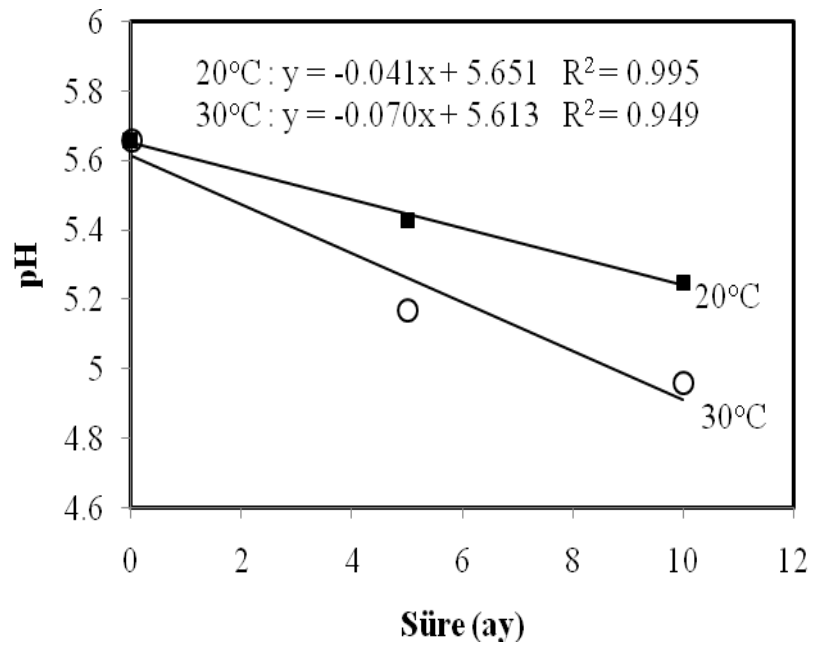
Çizelge 4.24 incelendiğinde, farklı konsantrasyonlardaki sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların başlangıç pH ve titrasyon asitliği değerlerinin değişmediği görülmektedir ($p>0.05$). Bunun nedeninin, sorbik asidin zayıf bir organik asit olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.24 Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısların depolama başlangıcındaki pH ve titrasyon asitliği değerleri

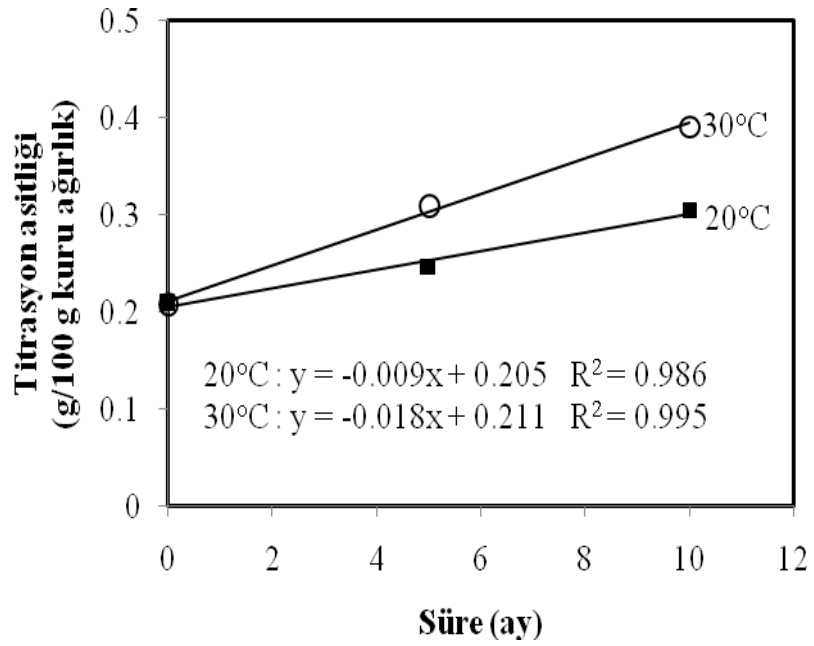
Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	pH	Titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık)
27	0	5.57	0.2331
	530	5.54	0.2168
	982	5.57	0.2332
34	0	5.67	0.2070
	488	5.66	0.2085
	1087	5.63	0.2217

Aynı ve farklı nemde, aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p>0.05$).

Çalışmamızda, farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısların, farklı sıcaklıklarda (4°, 10°, 20° ve 30°C) 10 ay depolanması sonunda pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler de incelenmiştir ($p<0.05$, EK 14–15). pH ve titrasyon asitliği değişimine ilişkin değerler “y” eksenine, süreler ise, “x” eksenine yerleştirilmiş ve 20° ve 30°C’de depolama süresince hem linear hem de yarı-logaritmik ölçekte doğrusal bir eğri elde edilmiştir. Bu durum, depolama süresince gün kurusu kayıslarda pH ve titrasyon asitliğindeki değişiminin hem sıfıncı hem birinci derece kinetik model ile tanımlanabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte; R^2 değerlerinin hemen hemen aynı olması nedeniyle, kinetik verilerin hesaplanmasında sıfıncı derece kinetik model esas alınmıştır. Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayıslarda, farklı sıcaklıklarda depolama süresince pH ve titrasyon asitliğindeki değişimi gösteren grafikler şekil 4.16 ve 4.17’de verilmiştir. Çalışmamızda, depolama süresince, diğer gün kurusu kayısı örneklerinin esmerleşme düzeyindeki değişimi gösteren grafikler de çizilmiş, elde edilen verilere regresyon analizi uygulanmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. 4° ve 10°C’de sınırlı düzeyde değişim olduğu için bu sıcaklıklarda regresyon analizi uygulanmamıştır.



Şekil 4.16 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında pH değerlerindeki değişimler



Şekil 4.17 %34 nem 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolanması sırasında titrasyon asitliği değerlerindeki değişimler

Şekil 4.16 ve 4.17 incelendiğinde, farklı sıcaklıklarda depolanan gün kurusu kayısı örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki en önemli değişimin 30°C’de (sırasıyla; %12.4 azalış, %87.6 artış) olduğu ve bunu 20°C’nin (sırasıyla; %7.2 azalış, %46.2 artış) takip ettiği görülmektedir. Diğer yandan; 4° ve 10°C’de depolanan örneklerde ise sınırlı düzeyde değişim meydana gelmiştir. Apaydın (2007) tarafından yapılan çalışmada da, gün kurusu kayısılar %0.1 sorbat içeren zein filmi ile kaplanmış ve selofan ambalajda 20°C’de 10 ay depolama sonunda pH değerinde %5.3 azalış, titrasyon asitliğinde ise, %30 artış olduğu bildirilmiştir.

Titrasyon asitliğinde depolama süresince meydana gelen artışın; özellikle, pektinin hidrolizi ile oluşan galaktronik asidin titrasyon asitliğini artırıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Levi vd. (1988) tarafından; şeftalilerdeki pektin miktarı üzerine kükürtleme, kurutma ve depolamanın etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada; şeftalilerdeki pektin miktarının “509 mg/100 g meyve”den, kükürtleme işleminden hemen sonra “430 mg/100 g meyve”ye, kükürtlenip kurutulduktan sonra “381 mg/100 g meyve”ye ve 15°C’de 1 yıl depolama sonunda ise; “358 mg/100 g meyve”ye düştüğü belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, depolama boyunca; pektinlerin parçalandığını göstermektedir.

Sağırılı vd. (2008) ve Türkyılmaz vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalarda, kükürtlü kuru kayısıların titrasyon asitliğinin, depolama sıcaklığına bağlı olarak değiştiği, ancak; bu artışın çalışmamızın aksine daha düşük düzeyde gerçekleştiği bildirilmiştir. Sağırılı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, 8 ay depolama süresi sonunda titrasyon asitliği değerlerinin 1.900 g/100 g kuru ağırlıktan; 5°C’de 2.140’a, 20°C’de 2.260’a ve 30°C’de 2.370’e yükseldiği gözlenmiştir. Türkyılmaz vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise, 2899 mg/kg SO₂ içeren kuru kayısıların titrasyon asitliğinin 2.2414 g/100 g kuru ağırlıktan; 10°C’de 2.2854 g/100 g kuru ağırlık’a, 20°C’de 2.3229’a ve 30°C’de 2.4108’e yükseldiği; 5°C’de (2.2404 g/100 g kuru ağırlık) ise, titrasyon asitliği değerlerinde önemli bir değişim olmadığı ortaya konulmuştur.

Gün kurusu kayısıların titrasyon asitliği üzerine depolama sıcaklığının (5°, 15° ve 25°C) etkisinin araştırıldığı çalışmada (Elmacı vd. 2008); depolama başlangıcında %0.31 sitrik

asit içerdiği, depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinin ise, %0.31–1.20 arasında değiştiği ortaya koyulmuştur. Aynı çalışmada, titrasyon asitliği değerlerinin depolama başlangıcından 6. aya kadar öncelikle arttığı, 6 aydan sonra ise, azaldığı bildirilmiştir. Bu artışın, yüksek nemde mikrobiyel gelişimin artmasından, azalışın ise, oluşan asitlerin ilerleyen sürelerde parçalanmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ayrıca, titrasyon asitliği üzerine depolama sıcaklığının önemli etkisinin olmadığı saptanmıştır.

4.9 Mikrobiyel Değişim

Gün kurusu kayısıların kalitesini belirleyen diğer bir faktör, ürünün mikrobiyel stabilitesidir. Mikrobiyolojik yolla gıdaların bozulmasında en önemli faktör, su aktivitesi (a_w) olup; $a_w = 0.60$ 'ın altında tüm mikroorganizmaların faaliyetlerinin sona erdiği kabul edilmektedir. Gıdalarda bozulma yapan mikroorganizmaların faaliyet gösterdikleri su aktivitesi alt sınırının; bakteriler için 0.90, mayalar için 0.85 ve küfler için 0.70–0.75 arasında olduğu kabul edilmektedir (Cemeroğlu ve Özkan 2009). Gün kurusu kayısıların su aktivitesi düzeyleri, örneklerin nem geçirgenliği düşük ambalaj materyalinde depolanması nedeniyle, depolama sıcaklık ve süresine bağlı olarak çok sınırlı düzeyde değişmiştir ($p > 0.05$). Çalışmamızda depolama süresince, %27 nem içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin, 0.73–0.75 arasında; %34 nem içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin ise, 0.80–0.81 arasında değiştiği saptanmıştır. Gün kurusu kayısılarda depolama süresince mikrobiyel stabilitenin belirlenmesi amacıyla, TAMB ve TAPB sayımları, maya-küf, *Enterobacteriaceae* ve laktik asit (LA) bakterileri sayımları yapılmıştır.

Bu çalışmada; gün kurusu kayısılar, böcek zararlarını engellemek amacıyla fumigasyon işlemine tabi tutulmuştur. Fumigasyonun mikrobiyel yüke etkisini belirlemek amacıyla, fumigasyon öncesi ve sonrasında TAMB ve TAPB sayımları ve maya-küf sayımları gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler çizelge 4.25'te verilmiştir. Fumigasyon işleminden sonra yapılan, nemlendirme ve daldırma işlemlerinin etkisini göstermek amacıyla, 0 mg/kg sorbik asit içeren ve %27 ve 34 nem içeren gün kurusu kayısıların başlangıç mikrobiyel yükleri de çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25 Depolama öncesinde gün kurusu kayısıların mikrobiyel yükleri (KOB/g)

	TAMB	TAPB	M-K
Fumigasyon öncesi	$8.2 \times 10^2 \pm 2.6 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2 \pm 1.3 \times 10^2$	$10 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$
Fumigasyon sonrası	$9.6 \times 10^2 \pm 1.9 \times 10^2$	$3.3 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2 \pm 1.9 \times 10^2$
%27 nem başlangıç (kontrol)	$81 \times 10^2 \pm 15 \times 10^2$	$4.2 \times 10^2 \pm 1.0 \times 10^2$	$0.5 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
%34 nem başlangıç (kontrol)	$9.9 \times 10^2 \pm 1.3 \times 10^2$	$5.5 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$	$11 \times 10^2 \pm 2.3 \times 10^2$

TAMB: Toplam Mezofil Aerob Bakteri, **TAPB:** Toplam Aerob Psikrofil Bakteri, **M-K:** Maya Küf

Çizelge 4.25 incelendiğinde, fumigasyonun TAMB ve TAPB sayısına etkili olmazken, maya-küf sayısında 0.6 log KOB/g azalış meydana geldiği görülmektedir. Nemlendirme ve daldırma sonrasında, %27 nem içeren örneklerde maya-küf sayısında fumigasyon sonrası maya-küf sayısına göre 0.7 log KOB/g bir azalış; %34 nem içeren örneklerde ise, 0.7 log KOB/g artış görülmüştür. Maya-küf sayısı için, %34 nem içeren örneklerde görülen bu artışın nemlendirme ve daldırma sonrasında örneklerin denge nemine gelmesi için 20°C’de 2 hafta süreyle bekletilmesi sırasında, gerek $a_w = 0.81$ değerinin gerekse depolama sıcaklığının maya-küf gelişimi için çok uygun olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sağırılı vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, orta nemli kayısı elde etmek için kayısların ayıklanıp yıkanması ve rehidrasyon işlemlerinin uygulanmasından önce kayıslardaki başlangıç mikrobiyel yükün düşük seviyelerde olduğu, bu işlemler sonrasında ise, kayıslardaki toplam TAMB ve TAPB sayılarını yaklaşık 2.5 kat arttığı bildirilmiştir. Diğer taraftan, kayısların kükürt içermesi nedeniyle maya-küf sayısı sayım limitlerinin altında ($<0.4 \times 10^1$ KOB/g) bulunmuştur.

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların 4°, 10°, 20° ve 30°C’de 10 ay depolama süresince mikrobiyel yükündeki değişim de incelenmiştir (EK 16-19). Örnek olarak, %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişim ise, çizelge 4.26’da verilmiştir.

Gün kurusu kayısıların, depolama başlangıcında TAMB sayısının 9.0×10^2 – 8.1×10^3 , TAPB sayısının 9.5×10^1 – 7.1×10^2 KOB/g arasında değiştiği saptanmıştır. Maya-küf sayısının ise, %27 nem içeren örneklerde 1.4×10^1 – 4.8×10^1 , %34 nem içeren örneklerde 2.4×10^2 – 1.1×10^3 KOB/g arasında değiştiği saptanmıştır. Yapılan sayımlarda %27 nem içeren örneklerde toplam maya küf sayısı içerisinde oransal olarak maya nadir olarak görülürken; %34 nem içeren örneklerde ise, maya sayısının, toplam maya-küf sayısının %86–100’ünü oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca; tüm gün kurusu kayısı örneklerinde, toplam *Enterobacteriaceae* ve LAB sayılarının ise, sayım limitinin altında olduğu ($<4.0 \times 10^0$ KOB/g) saptanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi’nin (TGK) Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği’nde (2011); kurutulmuş meyvelerde, sadece toplam maya-küf için mikrobiyolojik kriterler belirlenmiştir. Toplam maya-küf için belirlenen limit 1.0×10^4 KOB/g’dır. Bu durumda, çalışmamız kapsamındaki bütün gün kurusu kayısı örnekleri bu kriterler bakımından, TGK Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği’ne (2011) uygundur.

%27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 1 ay depolama sonunda TAMB sayısında 4° ve 10°C’de 0.22–0.94 log KOB/g, 20° ve 30°C’de 0.41–1.53 log KOB/g azalma belirlenmiştir. 1. aydan sonra ise, önemli değişim görülmemiştir. Örneğin, %27 nem ve 0 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10 ay depolama sonunda TAMB sayısında 4°, 10°, 20° ve 30°C’de sırasıyla; 1.46, 1.35, 1.48 ve 1.46 log KOB/g azalma olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler, farklı depolama sıcaklıklarındaki TAMB sayısındaki değişimin hemen hemen aynı olduğunu ve depolama sıcaklığının TAMB sayısına etki etmediğini göstermiştir. Apaydın (2007) ise, çalışmamızın aksine, hiçbir koruyucu içermeyen gün kurusu kayısıların 10 ay depolama sonunda TAMB sayısında 4° ve 20°C’de sırasıyla; 1.25 ve 1.33 log KOB/g artış olduğunu ve çalışmamıza benzer olarak depolama sıcaklığının TAMB sayısı üzerine etkili olmadığını bildirmiştir. Bu çalışmada selofan ambalaj materyali kullanılması, ürünlerin 20°C’de 10 ay depolama sonunda nem miktarının %26 düzeyinde azalmasına neden olmuştur. Çalışmamızda, TAPB sayısında da TAMB sayısına benzer sonuçlar elde edilmiştir. TAPB sayısında 1. ayda azalma olmuş ve

sonraki sürelerde değişim görülmemiştir. TAPB sayısındaki azalışın, 10 ay depolama sonunda, 0.80–1.73 log KOB/g arasında değişim görülmüştür.

Bilindiği gibi, sorbik asit ve tuzları, özellikle maya ve küflere karşı etkili olup, bakterilere karşı etkileri ise, sınırlıdır. Çalışmamızda, %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların başlangıç maya-küf sayısının 1.4×10^1 – 4.8×10^1 arasında değiştiği, depolama boyunca sorbik asit içermeyen örnekler de dahil olmak üzere maya-küf sayısının değişmediği ve 8. aydan itibaren maya-küf sayısının ise, teşhis limitlerinin altında ($<1.6 \times 10^1$ KOB/g) olduğu saptanmıştır.

Bir gıdada mikrobiyel gelişim ve faaliyetin olması; o gıdanın pH, su aktivitesi ve içerdiği antimikrobiyel maddeler gibi faktörlerin mikroorganizma için uygun koşulları sağlamasına bağlıdır. pH açısından incelendiğinde, gün kurusu kayısıların (pH 4.9–5.7) maya-küf gelişimi (min. pH 1.5–3.5) uygun olduğu düşünülebilir. a_w açısından ele alındığında, gün kurusu kayısıların depolama boyunca $a_w = 0.73$ – 0.75 arasında değiştiği ve bu nedenle hem bakteri hem de maya-küf gelişimine uygun olduğu düşünülebilir. Ancak; çalışmamızda bu koşulları sağlayan, sorbik asit içermeyen, %27 nem içeren gün kurusu kayısı örneklerinde, tüm sıcaklıklarda 10 ay depolama boyunca maya-küf gelişimi çok düşük düzeyde olup, artış göstermemiştir. Laboratuvarımızda yapılan diğer bir çalışmada ise, hiçbir koruyucu içermeyen, 2.3×10^2 KOB/g düzeyinde maya-küf içeren %27 nem içeren gün kurusu kayısılar 20°C’de depolanmış ve 4. ayda küf gelişimi olmuş ve depolamaya son verilmiştir. Bunun nedeninin, farklı bir gün kurusu kayısı kitlesi kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu nedenle, mikrobiyel yükü düşük gün kurusu kayısıları hiçbir koruyucu kullanmadan depolamak mümkündür. Gerek kurutulacak kayısının yetiştirme koşullarında, gerekse kurutma ve nemlendirme sırasında hijyen koşullarına dikkat edilerek, mikrobiyel yükü düşük gün kurusu kayısılar elde etmek mümkündür.

Çizelge 4.26 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
TAMB	0	$9.0 \times 10^2 \pm 0.7 \times 10^2$	$9.0 \times 10^2 \pm 0.7 \times 10^2$	$9.0 \times 10^2 \pm 0.7 \times 10^2$	$9.0 \times 10^2 \pm 0.7 \times 10^2$
	1	$4.2 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$7.0 \times 10^2 \pm 3.7 \times 10^2$	$5.2 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2 \pm 0.02 \times 10^2$
	3	$3.3 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2 \pm 0.5 \times 10^2$	$3.5 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$5.0 \times 10^2 \pm 4.6 \times 10^2$
	5	$4.1 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2 \pm 1.0 \times 10^2$	$4.2 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$
	8	$3.8 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$3.8 \times 10^2 \pm 0.04 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2 \pm 1.2 \times 10^2$	$1.4 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
	10	$2.4 \times 10^2 \pm 0.5 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$
TAPB	0	$19 \times 10^1 \pm 9.7 \times 10^1$	$19 \times 10^1 \pm 9.7 \times 10^1$	$19 \times 10^1 \pm 9.7 \times 10^1$	$19 \times 10^1 \pm 9.7 \times 10^1$
	1	$8.9 \times 10^1 \pm 1.5 \times 10^1$	$2.3 \times 10^1 \pm 1.6 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$1.1 \times 10^1 \pm 0.1 \times 10^1$
	3	$1.9 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$0.7 \times 10^1 \pm 0.8 \times 10^1$	$10 \times 10^1 \pm 1.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$
	5	$2.1 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$4.9 \times 10^1 \pm 1.7 \times 10^1$	$7.5 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$1.7 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$
	8	$8.7 \times 10^1 \pm 2.4 \times 10^1$	$6.0 \times 10^1 \pm 1.5 \times 10^1$	$2.9 \times 10^1 \pm 0.1 \times 10^1$	$0.9 \times 10^1 \pm 0.3 \times 10^1$
	10	$2.7 \times 10^1 \pm 0.3 \times 10^1$	$3.0 \times 10^1 \pm 1.2 \times 10^1$	$2.1 \times 10^1 \pm 0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

TAMB : Toplam aerobik mezofilik bakteri, **TAPB** : Toplam aerobik psikrofil bakteri

Çizelge 4.26 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g) (devam)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
M-K	0	$6.30 \times 10^2 \pm 2.5 \times 10^1$	$6.30 \times 10^2 \pm 2.5 \times 10^1$	$6.30 \times 10^2 \pm 2.5 \times 10^1$	$6.30 \times 10^2 \pm 2.5 \times 10^1$
	1	$4.70 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^1$	$1.90 \times 10^2 \pm 3.7 \times 10^1$	$0.20 \times 10^2 \pm 0.0 \times 10^1$	$<0.16 \times 10^2$
	3	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$
	5	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$
	8	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$
	10	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$	$<0.16 \times 10^2$
ENT	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
LAB	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

M-K : Toplam maya ve küf, **ENT** : Toplam *Enterobacteriaceae*, **LAB** : Laktik asit bakteriler

%34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren 10 ay depolanan gün kurusu kayısıların TAMB sayısında ise, 0.31–1.03 log KOB/g azalma belirlenmiş olup, bu azalmanın başlangıca göre sınırlı düzeyde olduğu görülmektedir. Depolama boyunca TAPB sayısında da, sınırlı değişimler meydana gelmiştir. Diğer yandan, sorbik asit içermeyen %34 nem içeren, 4° ve 10°C’de depolanan gün kurusu kayısıların 1–3 ay arasında, 20° ve 30°C’de ise, 0–1 ay arasında küf gelişimi meydana gelerek elden çıktığı görülmüştür. 488 ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren örneklerde de, maya-küf sayısının 3. aydan itibaren teşhis limitlerinin altında ($<1.6 \times 10^1$ KOB/g) olduğu görülmüştür. Bu nedenle, nemi çok fazla artırılan bir ürünü koruyucu kullanmadan depolamanın mümkün olmadığı görülmektedir. Ayrıca; farklı sorbik asit konsantrasyonlarının aynı etkiyi gösterdiği bu yüzden minimum düzeyde koruyucu ile istenmeyen maya-küf gelişiminin (500 mg/kg sorbik asitle engellenebileceği de) ortaya konulmuştur.

Yapılan bir depolama çalışmasında, su aktivite düzeyleri 0.63–0.92 olan orta nemli elmalara *Eurotium amstelodami* ve *Saccharomyces rouxii* cinsi iki farklı maya inoküle edilmiş ve 15°, 25°, 35° ve 45°C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolanmıştır (Singh vd. 1983). *E. amstelodami* inoküle edilen ve $a_w = 0.65$ değerinin altında olan örneklerde hiç bir depolama sıcaklığında maya gelişimi gözlenmemiştir. Buna karşın, 15°C’de $a_w = 0.911$ olan örneklerde 40. günden itibaren az da olsa mikrobiyel gelişimin olduğu; 25°, 35° ve 45°C’lerde ise, 0.88 ve üzerindeki su aktivitesi değerlerinde 3. günden itibaren mikrobiyel gelişimin olduğu saptanmıştır. *S. rouxii* inoküle edilen örneklerde ise, incelenen 3 farklı a_w değerinde de 45°C’de 5. gün sonunda mikroorganizma sayısında 4–5 log KOB/g azalma olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, yüksek depolama sıcaklıklarının mayaların gelişimini engellediği sonucuna varılmıştır.

Apaydın (2007) tarafından yapılan çalışmada, çalışmamıza benzer olarak %0.1 K-sorbat içeren zein filmi ile kaplanmış, %29 nem içeren 5° ve 20°C’de depolanan gün kurusu kayısıların en fazla 2.5×10^1 maya-küf içerdiği bulunmuştur. Witthuhn vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada ise, kuru erikler %4.8 K-sorbat çözeltisine daldırılmış ve %35 neme sahip örnekler elde edilmiştir. Diğer yandan, %35 nemli ve sorbik asit

içermeyen örnekler hazırlanmış ve 6 ay depolama süresince mikrobiyel değişim incelenmiştir. Bu çalışmada, 6 ay depolama sonunda sorbik asit içermeyen kuru eriklerin TAMB sayısında 0.74 log KOB/g sınırlı düzeyde artış olduğu; sorbik asit içeren örneklerde ise, değişim olmadığı ortaya konulmuştur. Diğer yandan, sorbik asit içermeyen kuru eriklerin maya-küf sayısında 2.83 log KOB/g azalma olduğu, sorbik asit içeren örneklerde ise, maya-küf sayısının sayım limitlerinin altında olduğu ortaya koyulmuştur. Sorbik asit içermeyen örneklerdeki bu azalışın, nem geçirgenliği olan ambalajda depolanması nedeniyle, 6 ay sonunda a_w değerinin azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmalar, depolama boyunca tüketici tarafından talep edilen nemli ve yumuşak tekstüre sahip kayısıların, nemini korumak amacıyla, nem geçirgenliği olmayan bir ambalajda depolanmasının önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Ancak, literatürde bu tür ambalajda depolanan kuru meyvelerle ilgili bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamız sonucunda, gün kurusu kayısıların mikrobiyel kalitesi ile ilgili önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Gerek kurutulacak kayısının yetiştirme koşullarını, gerekse kurutma ve nemlendirme sırasında hijyen koşullarını kontrol edilerek mikrobiyel yükü düşük gün kurusu kayısılar elde edilebilmekte ve hiçbir koruyucu içermeyen ve %27 neme sahip bu gün kurusu kayısılar 10 ay boyunca 30°C’de bile depolanabilmektedir. Diğer taraftan, nemi daha fazla artırılan (%34) bir üründe ise, koruyucu kullanılmadığında maya-küf gelişimi meydana gelerek ürün elden çıkmaktadır. Bu mikrobiyel gelişimi sorbik asit kullanarak engellemek mümkün olup; çalışmamızda, farklı sorbik asit konsantrasyonlarının (500 ve 1000 mg/kg) aynı etkiyi gösterdiği, bu yüzden minimum düzeyde sorbik asit (500 mg/kg) ile istenmeyen maya-küf gelişiminin engellenebileceği ortaya konulmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen başlıca sonuçlar, aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- 1) Daldırma denemeleri sonucunda, HPLC’de belirlenen “sorbik asit miktarı” ile titrasyonda “harcanan HCl ya da NaOH miktarı” arasında güçlü korelasyonlar belirlenmiştir. Bu durum, HPLC ve spektrofotometrik analizlere gerek kalmaksızın, daldırma çözeltisinde sadece titrasyon işlemi yaparak, ürünün absorbe ettiği sorbik asit miktarının belirlenebileceğini göstermektedir. Düşük maliyetli ve kısa sürede sonuç veren bu yöntemin, küçük işletmelerde, sorbik asit bakımından yasal limitlere (1000 mg/kg) uygun kuru ve orta nemli kayısı üretilmesine olanak sağlayacaktır.
- 2) Kayısı tarafından absorbe edilen sorbik asit miktarını etkileyen en önemli faktörler, daldırılan K-sorbat çözeltisinin konsantrasyonu ve özellikle de daldırma sonrası yüzeyde kalan çözelti miktarıdır.
- 3) Tüketiciler tarafından talep edilen, yumuşak bir tekstüre ve albenisi yüksek renge sahip gün kurusu kayısıların depolama boyunca nem miktarlarını ve renklerini koruyabilmek amacıyla, ürünün düşük sıcaklıklarda (tercihen 4°–10°C) ve nem geçirgenliği düşük ambalaj materyalinde depolanması önerilmektedir.
- 4) 20°C ($r = -0.9005$) ve 30°C’de ($r = -0.9955$) depolanan örneklerde reflektans renk değerleri kullanılarak hesaplanan “BI değerleri” ile spektrofotometrik olarak belirlenen “esmerleşme düzeyi” arasında (A_{420}/g kuru madde) kuvvetli logaritmik ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu durum, nem miktarı depolama boyunca sabit kalan gün kurusu kayısılarda meydana gelen esmerleşme düzeyindeki değişimin belirlenmesinde; sadece reflektans renk değerlerinin belirlenmesinin yeterli olduğunu göstermektedir.

- 5) Farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren örneklerin hiçbirinde gerek depolama başlangıcında gerekse 10 ay depolanması sonunda HMF belirlenmemiştir. Bu nedenle gün kurusu kayısılardaki esmerleşmenin takibi için, HMF yerine furosin gibi diğer esmerleşme ürünleri araştırılmalıdır. Bunun dışında; gün kuru kayılarda meydana gelen esmerleşmenin temel nedeninin belirlenmesinde; depolama başlangıcında ve depolama süresince kuru kayıların; polifenolik madde, organik asit, şeker ve protein dağılım ve miktarındaki değişimini ortaya koymanın yol gösterici olacağı düşünülmektedir.
- 6) Depolama boyunca, tüm gün kurusu kayısı örneklerinde, toplam *Enterobacteriaceae* ve laktik asit bakterilerinin sayılarının, teşhis limitlerinin altında olduğu (0.4×10^1 KOB/g) saptanmıştır.
- 7) %27 nem içeren örneklerde maya nadir olarak görülürken; %34 nem içeren örneklerde ise, maya sayısının, maya-küf sayısının %86–100’ünü oluşturduğu görülmüştür.
- 8) Başlangıç mikrobiyel yükü düşük olan ($1.4\text{--}4.8 \times 10^1$ KOB/g maya-küf) ve %27 nem içeren gün kurusu kayıslar, depolama (4°, 10°, 20° ve 30°C’de 10 ay) boyunca hiçbir koruyucu olmaksızın bozulmadan saklanabilmektedir. Bu nedenle, bu ürünlerde sorbik asit kullanımına ihtiyaç duyulmamaktadır.
- 9) %34 nem içeren gün kurusu kayılarda, sorbik asit içermeyen örnekler kısa sürede (4° ve 10°C’de depolananlar 1–3 ay arasında, 20° ve 30°C’de depolananlar ise, 0–1 ay arasında) mikrobiyel olarak bozulmuştur. Bu nedenle, %34 nem içeren gün kurusu kayılarda mikrobiyel stabiliteyi sağlamak için mutlaka sorbik asit kullanılmalı ve bu durum etikette bildirilmelidir.
- 10) %34 nem içeren gün kurusu kayılarda, 10 ay boyunca depolama sonunda 488 mg/kg sorbik asit içeren örneklerde dahi maya-küf gelişimi görülmemiştir. Bu

nedenle, 500 mg/kg sorbik asit kullanımı gün kurusu kayısıların 10 ay boyunca mikrobiyel olarak bozulmaması için yeterlidir.

KAYNAKLAR

- Abdelhaq, E.H. and Labuza, T.P. 1987. Air drying characteristics of apricots. Journal of Food Science, 52, 342-345.
- Aguilera, J.M., Oppermann, K. and Sanchez, F. 1987. Kinetics of browning of sultana grapes. Journal of Food Science, 52, 990-993.
- Akgül, A. and Kıvanç, M. 1989. Sensitivity of four foodborne moulds to essential oils from turkish spices, herbs and citrus peel. Journal of the Science of Food and Agriculture, 47, 129-132.
- 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.
- Alpözen, E. 2006. Orta nemli domatesteste potasyum sorbat kullanımı üzerine bir çalışma. Yüksek lisans tezi (basılmamış), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 129, İzmir.
- Anonim. 2008. TS 485. Kuru kayısı standardı, Türk Standartları Enstitüsü, 13, Ankara.
- Anonim 2010. Türkiye İstatistik Yıllığı 2009, Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara.
- Anonim. 2011a. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği, <http://www.gkgm.gov.tr>. Erişim Tarihi: 04.11.2013.
- Anonim. 2011b. Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Katkı Maddeleri Yönetmeliği, <http://www.gkgm.gov.tr>. Erişim Tarihi: 24.10.2013.
- Anonim. 2012. Kuru kayısı. T.C. Ekonomi Bakanlığı. Web sitesi: http://www.ibp.gov.tr/pg/sektorpdf/tarim/kuru_kayisi.pdf. Erişim tarihi: 24.10.2013.
- Anonymous. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Anonymous. 2002. Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods. Downes, F.P. and Ito, K. (eds), 4th ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Anonymous. 2011. Web sitesi: <http://www.fao.org>. Erişim tarihi: 24.10.2013.
- Apaydın, E. 2007. Antimikrobiyal ve antioksidan madde içeren zein filmi uygulamalarının orta nemli gıdaların kalitesine etkileri. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 219, İzmir.

- Arya, S.S. 1980. Stability of sorbic acid in aqueous solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28(6), 1246–1249.
- Arya, S.S. and Thakur, B.R. 1988. Degradation products of sorbic acid in aqueous solutions. *Food Chemistry*, 29(1), 41–49.
- Asma, B.M., Gültek, A., Kan, T. ve Birhanlı, O. 2005. Kayısıda Kükürt Sorunu. *Özgayret Ofset*, 108, Malatya.
- Asma, B.M. 2011. Her Yönüyle Kayısı. *Uyum Ajans*, 366, Ankara.
- Baloch, A.K., Buckle, K.A. and Edwards, R.A. 1973. Measurement of non-enzymic browning of dehydrated carrot. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24, 389–398.
- Barreiro, J.A., Milano, M. and Sandoval, A.J. 1997. Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, 33, 359–373.
- Bauerfeind, J.C. 1981. Carotenoids as Colorants and Vitamines A Precursors, Technical and Nutritional Applications. Academic Press Inc., New York, U.S.A..
- Bell, T.A., Etchells, J.L. and Borg, A.F. 1959. Influence of sorbic acid on the growth of certain species of bacteria, yeasts and filamentous fungi. *Journal of Bacteriology*, 77, 573–580.
- Ben-Amotz, A. and Fishier, R. 1998. Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chemistry*, 62, 515–520.
- Beveridge, T. and Harrison, J.E. 1984. Nonenzymatic browning in pear juice concentrate at elevated temperatures. *Journal of Food Science*, 49, 1335–1336.
- 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, 1034–1036.
- Bolin, H.R., Stafford, A.E. and Flath, R.E. 1984. Increased specificity in sorbic acid determination in stored dried prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32, 683–685.
- Bullerman, L.B. 1981. Public health significance of molds and mycotoxins in fermented dairy products. *Journal of Dairy Science*, 64, 2439–2452.
- Campos, C.A. and Gerschenson, L.N. 1996. Effect of certain additives on sorbate stability. *Food Research International*, 29, 147–154.

- Casas, E., Valderrama, M.J. and Peinado, J.M. 1999. Sorbate detoxification by spoilage yeasts isolated from marzipan products. *Food Technology and Biotechnology*, 37(2), 87–91.
- Castañón, X., Argaiz, A. and López–Malo, A. 1999. Effect of storage temperature on the microbial and color stability of banana purée with addition of vanillin or potassium sorbate. *Food Science and Technology International*, 5, 51–58.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M. 2009. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Cemeroğlu, B. (ed), Başkent Klişe Matbaacılık, 1–217, Ankara.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. 2009. Kurutma teknolojisi, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Cemeroğlu, B. (ed), Başkent Klişe Matbaacılık, 479–620, Ankara.
- Cemeroğlu, B. 2010. Gıda analizlerinde genel yöntemler, Gıda Analizleri. Cemeroğlu, B. (ed), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, 1–85, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Chutintrasri, B. and Noomhorm, A. 2007. Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing. *Food Science and Technology*, 40, 300–306.
- Coşkun, A. 2010. Farklı kükürtleme yöntemlerinin ve depolama sıcaklıklarının kuru kayısıların fiziksel ve kimyasal niteliklerine etkisi. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 119, Ankara.
- Çağlaırmak, N. 2006. Ochratoxin A, hydroxymethylfurfural and vitamin C levels of sun-dried grapes and sultanas. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30(5), 549–562.
- Davis, E.G., McBean, D.McG., Rooney, M.L. and Gipps, P.G. 1973. Mechanisms of sulphur dioxide loss from dried fruits in flexible films. *Journal of Food Technology*, 8, 391–405.
- Davidson, P. M., Juneja, V. K. and Branen, J. K. (2002). Antimicrobial Agents, In: Food Additives. Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S. ve Thorngate III, J. H. (eds), Marcel Dekker Inc., 596–659, New York, NY.
- Dinçoğlu, A.H. 2005. Sorbik asit ve tuzlarının süt ve süt ürünlerinde kullanımı. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 1, 77–83.
- Dragovic-Uzelac, B., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D. and Boras, M. 2007. The content of polyphenols and carotenoids in the three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102, 966–975.

- Eheart, M.S. and Sholes, M.L. 1945. Effects of method of sulfuring, dehydration, and temperature of storage on ascorbic acid and carotene content of dehydrated peaches. *Food Research*, 10, 342–350.
- Eklund, T. 1983. The antimicrobial effect of dissociated and undissociated sorbic acid at different pH levels. *Journal of Applied Bacteriology*, 54, 383–389.
- El Halouat, A., Gourama H., Uyttendaele M. and Debevere J.M. 1998. Effects of modified atmosphere packaging and preservatives on the shelf-life of high moisture prunes and raisins. *International Journal of Food Microbiology*, 41, 177–184.
- Elliot, P.H., Tomlins, R.I. and Gray, R.J.H. 1985. Control of microbial spoilage on fresh poultry using a combination potassium sorbate/carbon dioxide packaging system. *Journal of Food Science*, 50, 1360–1363.
- Elmacı, Y., Altuğ, T. and Pazır, F. 2008. Quality changes in unsulfured sun dried apricots during storage. *International Journal of Food Properties*, 11, 146–157.
- Giannakopoulos, A. and Guilbert, S. 1986a. Determination of sorbic acid diffusivity in model food gels. *Journal of Food Technology*, 21, 339–353.
- Giannakopoulos, A. and Guilbert, S. 1986b. Sorbic acid diffusivity in relation to the composition of high and intermediate moisture model gels and foods. *Journal of Food Technology*, 21, 477–485.
- Guynot, M.E., Romos, A.J., Sanchis, V. and Marin, S. 2005. Study of benzoate, propionate and sorbate salts as mould spoilage inhibitors on intermediate moisture bakery products of low pH (4.5–5.5). *International Journal of Food Microbiology*, 101, 161–168.
- 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.
- Hidalgo, A. and Pompei, C. 2000. Hydroxymethylfurfural and furosine reaction kinetics in tomato products. *Journal of Food Science*, 48, 78–82.
- Isaac, A., Livingstone C., Wain, A.J., Compton, R.G. and Davis J. 2006. Electroanalytical methods for the determination of sulfite in food and beverages. *Analytical Chemistry*, 25, 589–598.
- Karabulut, İ., Topçu, A., Duran, A., Turan, S. and Öztürk, B. 2007. Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricots (*Prunus armenica* L.). *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 40, 753–758.

- Kıvanç, M. 1989. Gıda koruyucusu olarak sorbik asit ve tuzları I: Genel özellikleri. *Gıda*, 14, 315–320.
- Krokida, M. K. and Marinos-Kouris, D. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. *Journal of Food Engineering*, 57, 1-7.
- Kurz, C., Carle, R. and Schieber, A. 2008. HPLC-DAD-MSⁿ characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, 110, 522-530.
- Lee, C.M., Lee, T.C. and Chichester, C.H. 1979. Kinetics of the production of biologically active Maillard browned products in apricot and glucose-L-tryptophan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 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.
- Levi, A., Ben-Shalom, N. Plat, D. and Reid, D.S. 1988. Effect of blanching and drying on pectin constitutens and related characteristics of dehydrated peaches. *Journal of Food Science*, 53, 1187–1190.
- Liewen, M.B. and Marth, E.H. 1985. Growth and inhibition of microorganisms in the presence of sorbic acid: A review. *Journal of Food Protection*, 48, 364–375.
- Livingston, G.E. 1953. Malic acid-fructose reaction. *Journal of American Chemical Society*, 75, 1342.
- Löker, G.B., Açıktur, F., Amoutzopoulos, B., Alaşalvar, C., Bahar, M.G. ve Özay, G. 2008a. Fonksiyonel gıda olarak taze ve gün kurusu kayısının bazı fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi–klinik uygulama, Kayısı’nın İnsan Sağlığına Etkileri Konusunda Yapılmış Bilimsel Araştırmalar. Otlu A., Öztürk F. ve Asma B.M. (eds), Evin Ofset, 9–47, Malatya.
- Löker, G.B., Açıktur, F., Amoutzopoulos, B., Erdoğan, Ş., Işık, T. ve Tekel, M. 2008b. Kayısının sağlık ve beslenme açısından değerlendirilmesi–klinik uygulama, Kayısı’nın İnsan Sağlığına Etkileri Konusunda Yapılmış Bilimsel Araştırmalar. Otlu A., Öztürk F. ve Asma B.M.(eds), Evin Ofset, 49–65, Malatya.
- Lück, E. 1990. Food applications of sorbic acid and its salts. *Food Additives and Contaminants*, 7, 711-715.
- Mackey B.M. 2000. Injured bacteria. In *The Microbiological Safety and Quality of Food*. B.M. Lund, A.C (Tony) Baird Parker, G.W. Gould (eds), 3rd ed., Aspen Publisher Inc, 315-341, Maryland.

- Mahmutoğlu, T., Saygı, Y.B., Borçaklı, M. and Özay, G. 1996. Effects of pretreatment–drying method combinations on the drying rates, quality and storage stability of apricots. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie*, 29, 418–424.
- Mahayothee, B., Udomkun, P., Nagle, M., Haewsungcharoen, M., Janjai, S. and Mueller, J. 2009. Effects of pretreatments on colour alterations of litchi during drying and storage. *European Food Research and Technology*, 29, 329–337.
- Maldonado, S., Arnau, E. and Bertuzzi, M.A. 2010. Effect of temperature and pretreatment on water diffusion during rehydration of dehydrated mangoes. *Journal of Food Engineering*, 96, 333–341.
- 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, 284–296.
- Mikami E., Goto T., Ohno T., Matsumoto H. and Nishida M. 2002. Simultaneous analysis of dehydroacetic acid, benzoic acid, sorbic acid and salicylic acid in cosmetic products by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 28(2), 261–267.
- Miller, N.J. and Rice-Evans, C.A. 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chemistry*, 60, 331–337.
- Morad, M.M., Branen, A.L. and Brekke, C.J. 1982. Antimicrobial activity of butylated hydroxyanisole and potassium sorbate against natural microflora in raw turkey meat and *Salmonella Typhimurium* in cooked turkey meat. *Journal of Food Protection*, 45, 1038–1040.
- Murkovic, M. and Pichler, N. 2006. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in coffee, dried fruits and urine. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(9), 842–846.
- Omojowo, F.S., Idris, G.L. and Ihuahi, J.A. 2009. Comparative assessment of potassium sorbate and sodium metabisulphite on the safety and shelf life of smoked catfish. *Nature and Science*, 7(10), 10–17.
- Özdemir, M. and Floros, J.D. 2003. Film composition effects on diffusion of potassium sorbate through whey protein films. *Journal of Food Science*, 68(2), 511–516.
- Özdemir, C. and Demirci, M. 2006. Selected microbiological properties of cashew cheese samples preserved with potassium sorbate. *International Journal of Food Properties*, 9, 515–521.
- Özkan, M. ve Cemeroğlu, B. 1996. Gıdalarda sülfite uygulamaları. *Gıda Teknolojisi*, 1, 46–52.

- Özkan, M. ve Cemeroğlu, B. 1997. Karotenoidler: Özellikleri ve gıdalarda uygulamaları. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2, 34–44.
- Özkan, M. 2001. Kuru kayısılardan kükürt dioksitin uzaklaştırılma yöntemleri üzerinde araştırma. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 113, Ankara.
- 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.
- Razavi–Rohani, S.M. and Griffiths, M.W. 1999. Antifungal effects of sorbic acid and propionic acid at different pH and NaCl conditions. *Journal of Food Safety*, 19, 109–120.
- 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, The Netherlands.
- 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, 1460-1461.
- Sağırlı, F. 2006. Orta nemli kayısıların depolanma stabilitesi. Yüksek lisans tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 80, Ankara.
- Sağırlı, F., Tağı, Ş., Özkan, M. 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.
- Saldamlı, İ. 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyentler. Önder Matbaası, 197, Ankara.
- 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.

- Simpson, C.A. and Sofos, J.N. 2009. Antimicrobial ingredients, In: Ingredients in Meat Products. Tarté, R. (ed), Springer, 301–377, New York, NY.
- 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.
- Sofos, J.N. and Busta, F.F. 1983. Sorbates, In Antimicrobials in Food. Branen, A.L. ve Davidson, P.M. (eds), Marcel Dekker Inc., 141–175, New York, NY.
- Sofos, J.N. and Busta, F.F. (1993). Sorbic acid and sorbates, , In Antimicrobials in Food. Davidson, P.M. ve Branen, A. L. (eds), Marcel Dekker Inc., 49–94, New York, NY.
- Treybal, R.E. 1980. Mass Transfer Operations. Mc Graw-Hill, 767, Tokyo.
- 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.
- Türkyılmaz, M. 2011. Düşük düzeylerde kükürtlenmiş kuru kayısıların değişik sıcaklıklarda depolanması süresince fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerindeki değişimler. Doktora tezi (basılmamış), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 146, Ankara.
- Türkyılmaz, M., Tağı, Ş. and Özkan, M. 2013. Changes in chemical and microbial qualities of dried apricots containing sulphur dioxide at different levels during storage. Food and Bioprocess Technology, 6, 1526–1538.
- Üçüncü, M. 1980. Peynircilikte sorbik asit ve sorbatların kullanım olanakları. Gıda, 5(4), 79–87.
- Witthuhn, R.C., Engelbrecht, S., Joubert, E. and Britz, T.J. 2005. Microbial content of commercial South Africa high-moisture dried fruits. Journal of Applied Microbiology, 98, 722–726.
- Yapar, A. ve Yetim, H. 2000. Potasyum sorbat uygulaması ve farklı depolama sürelerinde taze hamsilerin (*Engraulis encrasicolus*) bazı kalite özelliklerinde meydana gelen değişimler. Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu, 883–893, Erzurum.
- Yemenicioğlu, A. ve Özkan, M. 2009. Meyve ve sebzelerle bunlardan elde edilen ürünlerin dayandırılma yöntemleri, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Cemeroglu, B. (ed), Başkent Kışa Matbaacılık, 237–315, Ankara.
- Yemiş, O., Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2010. Gıda analizlerinde HPLC yöntemleri. Gıda Analizleri. Cemeroglu, B. (ed.), Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Bizim Büro Basımevi, 257–350, Ankara.

- York, G.H. and Vaughn, R.H. 1964. Mechanism in the inhibition of microorganisms by sorbic acid. *Journal of Bacteriology*, 88, 411–417.
- Zappala, M., Fallico, B., Arena, E. and Verzera, A. 2005. Methods for the determination of HMF in honey: A comparison. *Food Control*, 16, 273-27.

EKLER

- EK 1** Depolama başlangıcında gün kurusu kayısıların kimyasal özellikleri üzerine farklı konsantrasyondaki nem ve sorbik asit içeriğinin etkisine ilişkin varyans analiz çizelgeleri
- EK 2** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim
- EK 3** %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim
- EK 4** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki değişim
- EK 5** %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki değişim
- EK 6** Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeyindeki değişime ilişkin varyans analizi çizelgeleri
- EK 7** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeylerindeki değişim
- EK 8** Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeyindeki değişime ilişkin varyans analizi çizelgeleri
- EK 9** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki (A_{420}/g kuru madde) değişim
- EK 10** %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki (A_{420}/g kuru madde) değişim
- EK 11** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit ve nem içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişim
- EK 12** %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişim
- EK 13** Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince β -karoten ($mg/100$ g kuru madde) miktarındaki değişim

- EK 14** %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık) değerlerindeki değişim
- EK 15** %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık) değerlerindeki değişim
- EK 16** %27 nem ve 0 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 17** %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 18** %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)
- EK 19** %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

EK 1 Depolama başlangıcında gün kurusu kayısıların kimyasal özellikleri üzerine farklı konsantrasyondaki nem ve sorbik asit içeriğinin etkisine ilişkin varyans analiz çizelgeleri

Çizelge 1 %27 nem içeren gün kurusu kayısıların nem miktarlarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.5649	0.2824	19.62	0.019*
Hata	3	0.0432	0.0144		
Toplam	5	0.6081			

*(p<0.05)

Çizelge 2 %34 nem içeren gün kurusu kayısıların nem miktarlarına ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.112	0.056	0.46	0.668*
Hata	3	0.364	0.121		
Toplam	5	0.476			

*(p>0.05)

Çizelge 3 %27 nem içeren gün kurusu kayısıların a_w değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.0000144	0.0000072	0.70	0.561*
Hata	3	0.0000307	0.0000102		
Toplam	5	0.0000452			

*(p>0.05)

Çizelge 4 %34 nem içeren gün kurusu kayısıların a_w değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.0000049	0.0000024	0.74	0.549*
Hata	3	0.0000100	0.0000033		
Toplam	5	0.0000149			

*(p>0.05)

Çizelge 5 %27 nem içeren gün kurusu kayısıların pH değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.0012	0.000600	0.90	0.494*
Hata	3	0.0020	0.000667		
Toplam	5	0.0032			

*(p>0.05)

Çizelge 6 %34 nem içeren gün kurusu kayısıların pH değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.001433	0.000717	0.96	0.477*
Hata	3	0.002250	0.000750		
Toplam	5	0.003683			

*(p>0.05)

Çizelge 7 %27 nem içeren gün kurusu kayısıların titrasyon asitliği değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.0003553	0.0001777	3.98	0.143*
Hata	3	0.0001338	0.0000446		
Toplam	5	0.0004892			

*(p>0.05)

Çizelge 8 %34 nem içeren gün kurusu kayısıların titrasyon asitliği değerlerine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Sorbik asit	2	0.0002606	0.0001303	1.62	0.334*
Hata	3	0.0002419	0.0000806		
Toplam	5	0.0005026			

*(p>0.05)

EK 2 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
0	0	27.17	27.17	27.17	27.17
	1	27.16	27.17	27.07	26.99
	3	27.10	27.17	26.76	26.63
	5	26.99	27.15	26.59	26.31
	8	26.63	27.13	26.20	25.63
	10	26.55	27.12	26.10	25.26
530	0	27.76	27.76	27.76	27.76
	1	27.74	27.75	27.64	27.47
	3	27.67	27.74	27.30	27.05
	5	27.58	27.72	27.12	26.65
	8	27.32	27.70	26.80	25.93
	10	27.25	27.67	26.69	25.53
982	0	27.06	27.06	27.06	27.06
	1	27.05	27.04	26.95	26.79
	3	26.88	27.03	26.69	26.31
	5	26.78	27.01	26.44	25.91
	8	26.43	26.99	25.97	25.08
	10	26.37	26.96	25.87	24.67

EK 3 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince nem düzeylerindeki değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
0	0	34.29	34.29	34.29	34.29
	1	34.25	34.26	—	—
	3	—	—	—	—
	10	—	—	—	—
488	0	34.39	34.39	34.39	34.39
	1	34.36	34.34	34.27	34.18
	3	34.28	34.31	34.15	33.73
	5	34.18	34.28	33.99	33.29
	8	33.96	34.28	33.65	32.46
	10	33.83	34.25	33.46	31.92
1087	0	34.06	34.06	34.06	34.06
	1	34.04	34.04	33.93	33.73
	3	33.94	34.02	33.81	33.12
	5	33.78	33.96	33.60	32.62
	8	33.58	33.93	33.39	31.99
	10	33.48	33.91	33.06	31.48

EK 4 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki* değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
0	0	0.7408 ± 0.0008	0.7408 ± 0.0008	0.7408 ± 0.0008	0.7408 ± 0.0008
	1	0.7395 ± 0.0001	0.7330 ± 0.0050	0.7362 ± 0.0012	0.7401 ± 0.0049
	3	0.7387 ± 0.0006	0.7349 ± 0.0037	0.7334 ± 0.0012	0.7304 ± 0.0061
	5	0.7404 ± 0.0013	0.7396 ± 0.0006	0.7361 ± 0.0021	0.7306 ± 0.0050
	8	0.7391 ± 0.0007	0.7400 ± 0.0018	0.7375 ± 0.0026	0.7298 ± 0.0045
	10	0.7376 ± 0.0025	0.7388 ± 0.0002	0.7324 ± 0.0050	0.7306 ± 0.0006
530	0	0.7439 ± 0.0049	0.7439 ± 0.0049	0.7439 ± 0.0049	0.7439 ± 0.0049 B
	1	0.7508 ± 0.0011	0.7400 ± 0.0049	0.7420 ± 0.0018	0.7358 ± 0.0039 A
	3	0.7457 ± 0.0021	0.7435 ± 0.0019	0.7409 ± 0.0006	0.7340 ± 0.0021 A
	5	0.7503 ± 0.0021	0.7456 ± 0.0022	0.7361 ± 0.0028	0.7350 ± 0.0025 A
	8	0.7524 ± 0.0000	0.7398 ± 0.0043	0.7357 ± 0.0072	0.7276 ± 0.0037 A
	10	0.7515 ± 0.0008	0.7441 ± 0.0023	0.7387 ± 0.0008	0.7295 ± 0.0018 A

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

** Aynı konsantrasyonda sorbik asit içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir (p>0.05).

EK 4 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki* değişim (devam)

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
982	0	0.7379 ± 0.0034	0.7379 ± 0.0034	0.7379 ± 0.0034	0.7379 ± 0.0034
	1	0.7449 ± 0.0076	0.7379 ± 0.0195	0.7349 ± 0.0003	0.7373 ± 0.0004
	3	0.7589 ± 0.0030	0.7511 ± 0.0058	0.7319 ± 0.0133	0.7287 ± 0.0018
	5	0.7545 ± 0.0079	0.7292 ± 0.0124	0.7340 ± 0.0008	0.7225 ± 0.0096
	8	0.7435 ± 0.0154	0.7428 ± 0.0024	0.7292 ± 0.0015	0.7255 ± 0.0015
	10	0.7506 ± 0.0010	0.7405 ± 0.0042	0.7339 ± 0.0001	0.7269 ± 0.0032

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

** Aynı konsantrasyonda sorbik asit içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir (p>0.05).

EK 5 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki* değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
0	0	0.8113 ± 0.0008	0.8113 ± 0.0008	0.8113 ± 0.0008	0.8113 ± 0.0008
	1	0.8126 ± 0.0091	0.8181 ± 0.0065	—	—
	3	—	—	—	—
	10	—	—	—	—
488	0	0.8129 ± 0.0017	0.8129 ± 0.0017	0.8129 ± 0.0017	0.8129 ± 0.0017
	1	0.8043 ± 0.0034	0.8114 ± 0.0024	0.8136 ± 0.0036	0.8120 ± 0.0010
	3	0.8067 ± 0.0003	0.8066 ± 0.0030	0.8085 ± 0.0005	0.8048 ± 0.0005
	5	0.8098 ± 0.0013	0.8121 ± 0.0027	0.8130 ± 0.0053	0.8084 ± 0.0139
	8	0.8128 ± 0.0008	0.8115 ± 0.0015	0.8062 ± 0.0013	0.8002 ± 0.0060
	10	0.8033 ± 0.0084	0.8107 ± 0.0008	0.8057 ± 0.0019	0.7995 ± 0.0018

EK 5 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince su aktivitesi değerlerindeki* değişim (devam)

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
1087	0	0.8108 ± 0.0025	0.8108 ± 0.0025	0.8108 ± 0.0025	0.8108 ± 0.0025
	1	0.8093 ± 0.0035	0.8106 ± 0.0034	0.8065 ± 0.0033	0.8086 ± 0.0006
	3	0.8144 ± 0.0012	0.8086 ± 0.0007	0.8113 ± 0.0055	0.8044 ± 0.0001
	5	0.8117 ± 0.0002	0.8088 ± 0.0004	0.8112 ± 0.0078	0.8019 ± 0.0034
	8	0.8110 ± 0.0028	0.8107 ± 0.0022	0.8099 ± 0.0037	0.8040 ± 0.0044
	10	0.8079 ± 0.0017	0.8096 ± 0.0002	0.8042 ± 0.0010	0.8023 ± 0.0010

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

** Aynı konsantrasyonda sorbik asit içeren örneklerin su aktivitesi değerlerinin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir (p>0.05)

EK 6 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeylerindeki* değişim

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
27	530	0	530 ± 17.9 Aa	530 ± 17.9 Aa	530 ± 17.9 Aa	530 ± 17.9 Aa
		1	572 ± 8.31 Aa	493 ± 51.4 ABb	433 ± 5.63 Bbc	393 ± 7.02 Bc
		3	557 ± 0.74 Ac	444 ± 15.3 BCb	429 ± 1.41 Bb	364 ± 6.05 Ba
		5	565 ± 1.32 Aa	457 ± 0.78 BCb	386 ± 9.66 Cc	346 ± 43.0 Bc
		8	573 ± 87.5 Aa	445 ± 10.6 BCb	378 ± 5.62 Cbc	289 ± 6.09 Cc
		10	538 ± 3.56 Aa	397 ± 8.07 Cb	348 ± 19.4 Dc	277 ± 5.64 Cd
	982	0	982 ± 109 Aa	982 ± 109 Aa	982 ± 109 Aa	982 ± 109 Aa
		1	1195 ± 57.5 Aa	877 ± 26.7 Ab	855 ± 2.01 Ab	840 ± 3.29 Bb
		3	1492 ± 100 Aa	1030 ± 51.9 Ab	809 ± 207 Ab	775 ± 23.8 BCb
		5	1086 ± 16.4 Aa	904 ± 8.35 Ab	701 ± 2.58 Ac	683 ± 11.4 CDc
		8	1102 ± 466 Aa	875 ± 36.7 Aa	665 ± 55.8 Aa	613 ± 7.49 DEa
		10	1185 ± 31.2 Aa	822 ± 108 Ab	635 ± 2.66 Ac	542 ± 55.3 Ec

*Sorbik asit değerleri, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

** Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

*** Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

EK 7 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeylerindeki* değişim

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
34	488	0	488 ± 4.94 Aa	488 ± 4.94 Aa	488 ± 4.94 Aa	488 ± 4.94 Aa
		1	444 ± 15.6 Bab	428 ± 1.54 Bbc	406 ± 3.53 Bc	470 ± 14.6 Aa
		3	436 ± 0.21 BCa	423 ± 37.1 Ba	402 ± 3.48 Ba	402 ± 19.1 Ba
		5	429 ± 9.00 BCa	421 ± 19.6 Ba	364 ± 21.8 Ca	388 ± 16.0 BCa
		8	416 ± 5.17 Ca	401 ± 5.90 Ba	359 ± 1.92 Cb	345 ± 20.1 Db
		10	424 ± 6.54 BCa	391 ± 1.28 Bb	335 ± 7.90 Dd	358 ± 5.59 CDc
	1087	0	1087 ± 26.0 Aa	1087 ± 26.0 Aa	1087 ± 26.0 Aa	1087 ± 26.0 Aa
		1	913 ± 40.3 Ba	844 ± 1.68 Bb	839 ± 8.61 Bb	831 ± 6.52 Bb
		3	878 ± 4.16 BCa	838 ± 23.9 Ba	852 ± 32.5 Ba	743 ± 7.34 Cb
		5	856 ± 20.8 BCa	818 ± 35.7 Bab	768 ± 57.1 Cbc	700 ± 6.65 Cc
		8	847 ± 1.05 BCa	804 ± 3.10 Bab	754 ± 13.8 Cb	629 ± 42.1 Dc
		10	816 ± 48.1 Ca	831 ± 25.9 Ba	647 ± 31.3 Db	547 ± 3.28 Ec

*Sorbik asit değerleri, ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

** Aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

*** Aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

EK 8 Farklı konsantrasyonda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince sorbik asit düzeyindeki değişime ilişkin varyans analizi çizelgeleri

Çizelge 1 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 4°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	3 210	642	0.48	0.783*
Hata	6	8 076	1 346		
Toplam	11	11 286			

*(p>0.05)

Çizelge 2 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	19 646	3 929	6.90	0.018*
Hata	6	3 417	569		
Toplam	11	23 062			

*(p<0.05)

Çizelge 3 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	41 048	8 210	56.72	0.000*
Hata	6	869	145		
Toplam	11	41 917			

*(p<0.05)

Çizelge 4 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 30°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	83 969	16 794	43.29	0.000*
Hata	6	2 328	388		
Toplam	11	86 297			

*(p<0.05)

Çizelge 5 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 4°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	221 056	44 211	1.13	0.434*
Hata	6	234 334	39 056		
Toplam	11	455 390			

*(p>0.05)

Çizelge 6 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	59 111	11 822	2.50	0.148*
Hata	6	28 397	4 733		
Toplam	11	87 508			

*(p>0.05)

Çizelge 7 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	175 556	35 111	3.63	0.074*
Hata	6	58 075	9 679		
Toplam	11	233 631			

*(p>0.05)

Çizelge 8 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 30°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	257 675	51 535	19.53	0.001*
Hata	6	15 834	2 639		
Toplam	11	273 508			

*(p<0.05)

Çizelge 9 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 4°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	6 697.4	1 339.5	19.53	0.001*
Hata	6	411.5	68.6		
Toplam	11	7 108.9			

*(p<0.05)

Çizelge 10 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	11 638	2 328	7.60	0.014*
Hata	6	1 838	306		
Toplam	11	13 476			

*(p<0.05)

Çizelge 11 %34 nem ve 488 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	29 573.7	5 914.7	59.64	0.000*
Hata	6	595.0	99.2		
Toplam	11	30 168.7			

*(p<0.05)

Çizelge 12 %34 nem ve 500 ppm sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 30°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	34 319	6 864	32.29	0.000*
Hata	6	1 276	213		
Toplam	11	35 595			

*(p<0.05)

Çizelge 13 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 4°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	94 853	18 971	22.66	0.001*
Hata	6	5 024	837		
Toplam	11	99 877			

*(p<0.05)

Çizelge 14 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 10°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	114 818	22 964	43.36	0.000*
Hata	6	3 171	528		
Toplam	11	117 988			

*(p<0.05)

Çizelge 15 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 20°C’de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	219 894	43 979	65.15	0.000*
Hata	6	4 051	675		
Toplam	11	223 945			

*(p<0.05)

Çizelge 16 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların 30°C de 10 ay depolanması süresince sorbik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Depolama süresi	5	356 009	71 202	115.04	0.000*
Hata	6	3 714	619		
Toplam	11	359 722			

*(p<0.05)

EK 9 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki* (A₄₂₀/g kuru madde) değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (gün)	4°C	10°C	20°C	30°C
0	0	3.8110 ± 0.2884 Aa**	3.8110 ± 0.2884 Aa	3.8110 ± 0.2884 Ca	3.8110 ± 0.2884 Da
	1	—	—	3.7020 ± 0.1456 Cb	4.9001 ± 0.1795 Da
	3	—	—	4.0396 ± 0.0729 Cb	7.9995 ± 0.4331 Ca
	5	3.9025 ± 0.0003 Ab	4.1705 ± 0.0816 Ab	—	12.6694 ± 1.0793 Ba
	8	—	—	6.1457 ± 0.0713 Bb	19.4106 ± 0.4991 Aa
	10	4.2845 ± 0.2896 Ac	4.1162 ± 0.1530 Ac	7.1177 ± 0.0176 Ab	20.8689 ± 1.1351 Aa
530	0	3.4772 ± 0.0003 Ba	3.4772 ± 0.0003 Ba	3.4772 ± 0.0003 Ea	3.4772 ± 0.0003 Da
	1	—	—	3.7548 ± 0.0337 Db	4.9104 ± 0.0015 CDa
	3	—	—	4.3479 ± 0.2186 Cb	7.5801 ± 0.9790 Ca
	5	3.6218 ± 0.1452 Bb	3.8403 ± 0.1446 Ab	—	13.1891 ± 1.2972 Ba
	8	—	—	5.8901 ± 0.0719 Bb	17.9153 ± 0.8671 Aa
	10	4.0683 ± 0.0718 Ab	3.9943 ± 0.0646 Ab	6.2904 ± 0.0704 Ab	19.4166 ± 2.1448 Aa

* Esmerleşme değerleri, aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

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

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

EK 9 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki* (A_{420}/g kuru madde) değişim (devam)

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (gün)	4°C	10°C	20°C	30°C
982	0	3.4960 ± 0.1460 Aa**	3.4960 ± 0.1460 Ba	3.4960 ± 0.1460 Ea	3.4960 ± 0.1460 Fa
	1	—	—	3.6932 ± 0.4309 Da	4.9434 ± 0.3224 Ea
	3	—	—	4.2517 ± 0.5044 Cb	7.8852 ± 0.1437 Da
	5	3.6359 ± 0.2170 Ab	3.9059 ± 0.0010 Ab	—	11.8135 ± 0.6450 Ca
	8	—	—	6.3306 ± 0.2195 Bb	17.5637 ± 0.0690 Ba
	10	3.6646 ± 0.1460 Ac	3.8498 ± 0.0750 Ac	6.6275 ± 0.0733 Ab	20.8138 ± 0.0110 Aa

* Esmerleşme değerleri, aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

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

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

EK 10 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince esmerleşme düzeyindeki* (A_{420} /g kuru madde) değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (gün)	4°C	10°C	20°C	30°C
488	0	3.5431 ± 0.0068 Aa**	3.5431 ± 0.0068 Aa	3.5431 ± 0.0068 Ca	3.5431 ± 0.0068 Ea
	1	—	—	3.5349 ± 0.1602 Ca	4.2749 ± 0.2461 Ea
	3	—	—	4.0407 ± 0.0818 Ba	6.6749 ± 0.3220 Db
	5	3.6428 ± 0.1615 Ab	3.7063 ± 0.0795 Ab	—	9.6626 ± 0.3205 Ca
	8	—	—	4.9164 ± 0.0792 Aa	13.5942 ± 0.0925 Bb
	10	3.9690 ± 0.1624 Ab	3.9873 ± 0.1627 Ab	5.2950 ± 0.3257 Ab	16.7953 ± 0.8542 Aa
1087	0	3.6938 ± 0.0803 Aa	3.6938 ± 0.0803 Ba	3.6938 ± 0.0803 Ca	3.6938 ± 0.0803 Ea
	1	—	—	3.5726 ± 0.0794 Cb	4.1298 ± 0.0803 Ea
	3	—	—	4.0755 ± 0.0007 Bb	6.3898 ± 0.3161 Da
	5	3.6769 ± 0.0808 Ab	3.6328 ± 0.0002 Bb	—	9.5710 ± 0.3109 Ca
	8	—	—	5.1753 ± 0.0027 Bb	13.8335 ± 0.5390 Ba
	10	3.9443 ± 0.1608 Ac	3.9104 ± 0.0804 Ac	5.2347 ± 0.0454 Ab	15.8576 ± 0.4625 Aa

* Esmerleşme değerleri, aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

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

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

EK 11 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE	BI
0	4	0	29.69 ± 1.81	7.78 ± 0.73	13.46 ± 2.31	15.58 ± 2.25	59.63 ± 3.33	–	78.25
		10	28.42 ± 1.45	6.38 ± 1.00	9.83 ± 2.28	11.75 ± 2.35	56.59 ± 3.97	4.09	58.23
	10	0	29.13 ± 1.61	7.79 ± 0.97	12.65 ± 2.00	14.89 ± 1.99	58.14 ± 3.86	–	75.38
		10	28.52 ± 1.43	6.54 ± 0.92	10.02 ± 1.95	12.00 ± 1.96	56.49 ± 4.32	2.98	59.40
	20	0	29.69 ± 1.66	7.32 ± 0.98	12.57 ± 2.25	14.57 ± 2.29	59.49 ± 3.46	–	72.06
		10	26.93 ± 1.18	4.57 ± 1.01	7.43 ± 1.84	8.73 ± 2.05	58.16 ± 3.15	6.45	44.23
	30	0	29.62 ± 1.48	7.66 ± 1.11	12.54 ± 2.13	14.71 ± 2.26	58.37 ± 3.19	–	72.92
		10	23.09 ± 0.99	1.97 ± 0.61	4.98 ± 1.34	5.37 ± 1.39	68.17 ± 5.02	11.50	30.14
	4	0	29.67 ± 2.03	7.96 ± 1.56	12.76 ± 2.61	15.06 ± 2.95	57.87 ± 2.95	–	74.73
		10	28.46 ± 1.49	6.12 ± 1.37	9.07 ± 2.58	10.97 ± 2.83	55.50 ± 3.97	4.30	53.54
530	10	0	29.50 ± 1.81	7.41 ± 1.41	12.33 ± 2.60	14.42 ± 2.76	58.72 ± 4.27	–	71.50
		10	28.42 ± 1.48	5.78 ± 0.97	9.29 ± 2.23	10.98 ± 2.28	57.59 ± 4.41	3.61	53.89
	20	0	29.13 ± 1.45	7.76 ± 1.10	12.21 ± 1.78	14.50 ± 1.87	57.42 ± 3.65	–	72.78
		10	26.82 ± 1.50	5.07 ± 1.34	7.99 ± 2.50	9.50 ± 2.71	57.05 ± 5.27	5.51	48.69

*Reflektans renk değerleri; aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

EK 11 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki* değişim (devam)

Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE	BI
530	30	0	28.87 ± 1.56	7.12 ± 1.11	11.99 ± 1.89	13.96 ± 2.05	59.19 ± 3.21	–	70.73
		10	23.05 ± 1.11	1.84 ± 0.64	4.47 ± 0.99	4.85 ± 1.12	67.88 ± 4.28	10.88	27.03
982	4	0	29.20 ± 2.08	7.36 ± 0.96	12.42 ± 1.94	14.46 ± 1.98	59.15 ± 3.51	–	72.78
		10	27.98 ± 0.89	6.19 ± 0.96	9.30 ± 1.68	11.19 ± 1.80	56.14 ± 3.80	3.55	55.99
	10	0	29.72 ± 1.76	7.58 ± 1.12	13.28 ± 1.74	15.32 ± 1.82	60.21 ± 3.71	–	76.63
		10	28.77 ± 1.60	6.64 ± 1.04	10.32 ± 2.14	12.30 ± 2.23	56.88 ± 3.97	3.25	60.63
	20	0	29.77 ± 1.51	7.66 ± 1.13	12.62 ± 2.21	14.80 ± 2.28	58.46 ± 4.12	–	72.92
		10	26.67 ± 1.01	4.50 ± 0.85	7.22 ± 1.53	8.53 ± 1.64	57.82 ± 4.27	6.97	43.55
	30	0	29.96 ± 1.83	7.48 ± 1.05	12.89 ± 2.65	14.94 ± 2.65	59.37 ± 4.20	–	73.43
		10	23.72 ± 1.37	2.03 ± 0.60	5.04 ± 1.65	5.44 ± 1.73	67.67 ± 3.53	11.41	29.75

*Reflektans renk değerleri; aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

EK 12 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki* değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE	BI
488	4	0	31.99 ± 1.70	9.86 ± 1.16	15.95 ± 2.18	18.58 ± 2.31	58.16 ± 2.76	–	89.63
		10	29.42 ± 1.41	7.36 ± 0.82	12.76 ± 1.46	14.75 ± 1.50	59.94 ± 2.82	4.80	74.05
	10	0	31.63 ± 1.34	9.18 ± 1.19	15.18 ± 2.65	17.77 ± 2.75	58.54 ± 3.23	–	84.96
		10	29.95 ± 1.12	7.61 ± 0.88	12.22 ± 2.22	14.42 ± 2.25	57.72 ± 3.32	3.75	70.07
	20	0	31.65 ± 2.07	9.08 ± 1.59	15.55 ± 3.03	18.04 ± 3.23	59.48 ± 3.69	–	86.77
		10	27.99 ± 1.82	6.72 ± 1.04	10.45 ± 2.15	12.45 ± 2.29	56.96 ± 3.26	6.71	63.55
	30	0	31.61 ± 1.05	9.04 ± 1.19	14.96 ± 2.02	17.50 ± 2.18	58.76 ± 2.87	–	83.46
		10	24.18 ± 0.82	2.02 ± 0.62	4.01 ± 1.23	4.50 ± 1.35	63.07 ± 3.27	15.00	23.91
	4	0	31.01 ± 1.62	8.89 ± 1.06	14.81 ± 2.45	17.30 ± 2.47	58.76 ± 3.32	–	84.28
		10	29.91 ± 1.30	7.66 ± 0.83	12.18 ± 2.04	14.40 ± 2.09	57.59 ± 2.78	3.10	70.09
1087	10	0	31.38 ± 1.49	9.17 ± 1.34	15.06 ± 2.59	17.65 ± 2.77	58.49 ± 3.08	–	85.10
		10	30.30 ± 1.31	7.24 ± 0.62	12.29 ± 2.11	14.29 ± 2.02	59.09 ± 3.63	3.54	68.59

*Reflektans renk değerleri; aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

EK 12 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince reflektans renk değerlerindeki* değişim (devam)

Sorbik asit (mg/kg)	Sıcaklık (°C)	Süre (ay)	L*	a*	b*	C*	h°	ΔE	BI
1087	20	0	30.88 ± 1.59	8.86 ± 1.05	14.65 ± 2.07	17.15 ± 2.06	58.64 ± 3.54	–	83.74
		10	27.07 ± 1.80	6.29 ± 0.80	10.02 ± 1.89	11.85 ± 1.91	57.54 ± 3.66	6.52	62.50
	30	0	32.10 ± 1.41	9.82 ± 1.47	15.67 ± 2.26	18.51 ± 2.57	57.85 ± 2.56	–	87.56
		10	23.12 ± 1.00	2.27 ± 0.69	4.10 ± 1.19	4.71 ± 1.30	60.75 ± 5.61	16.5	26.35

*Reflektans renk değerleri; aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

EK 13 Farklı konsantrasyonlarda nem ve sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince β -karoten (mg/100g kuru madde) miktarındaki* değişim

Nem (%)	Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
27	0	0	6.1 $\pm$ 0.35 Aay	6.1 $\pm$ 0.35 Aa	6.1 $\pm$ 0.35 Aa	6.1 $\pm$ 0.35 Aa
		10	4.0 $\pm$ 0.13 Ba	3.2 $\pm$ 0.17 Ba	3.8 $\pm$ 0.01 Ba	7.6 $\pm$ 0.71 Ab
	530	0	4.7 $\pm$ 0.41 Aaz	4.7 $\pm$ 0.41 Aa	4.7 $\pm$ 0.41 Aa	4.7 $\pm$ 0.41 Aa
		10	3.6 $\pm$ 0.09 Aa	3.9 $\pm$ 0.56 Aa	4.2 $\pm$ 0.10 Aa	4.5 $\pm$ 0.32 Aa
	982	0	6.7 $\pm$ 0.23 Aay	6.7 $\pm$ 0.23 Aa	6.7 $\pm$ 0.23 Aa	6.7 $\pm$ 0.23 Aa
		10	3.9 $\pm$ 0.13 Bbc	3.7 $\pm$ 0.03 Bc	4.3 $\pm$ 0.01 Ba	4.1 $\pm$ 0.12 Bab
34	0	0	6.2 $\pm$ 0.13 Aay	6.2 $\pm$ 0.13 Aa	6.2 $\pm$ 0.13 Aa	6.2 $\pm$ 0.13 Aa
		10	—	—	—	—
	488	0	4.1 $\pm$ 0.42 Aaz	4.1 $\pm$ 0.42 Aa	4.1 $\pm$ 0.42 Aa	4.1 $\pm$ 0.42 Aa
		10	1.9 $\pm$ 0.47 Ba	1.5 $\pm$ 0.06 Ba	1.5 $\pm$ 0.21 Ba	4.6 $\pm$ 0.37Ab
	1087	0	4.5 $\pm$ 0.04 Aaz	4.5 $\pm$ 0.04 Aa	4.5 $\pm$ 0.04 Aa	4.5 $\pm$ 0.04 Aa
		10	1.9 $\pm$ 0.23 Ba	1.6 $\pm$ 0.19 Ba	1.7 $\pm$ 0.07 Ba	4.0 $\pm$ 0.35 Ab

* β -karoten miktarları; aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir.

** A–B : Aynı neme sahip, aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

***a–b : Aynı neme sahip, aynı satırdaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

****y–z : Aynı neme sahip, farklı harfler 0. gündeki β -karoten miktarları arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

EK 14 %27 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık) değerlerindeki değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C		10°C		20°C		30°C	
		pH	TA	pH	TA	pH	TA	pH	TA
0	0	5.57 Aa	0.2331 Ba	5.57 Aa	0.2331 Aa	5.57 Aa	0.2331Ba	5.57 Aa	0.2331 Aa
	5	5.51 Bab	0.2182 Aa	5.56 Aa	0.2257 Ab	5.48 Bb	0.2377 Bb	5.24 Bc	0.2889 Bb
	10	5.44 Ca	0.2170 Ac	5.46 Aa	0.2244 Ac	5.36 Ca	0.2721 Ab	5.02 Cb	0.3108 Ba
530	0	5.54 Aa	0.2168 Aa	5.54 Aa	0.2168 Aa	5.54 Aa	0.2168 Ba	5.54 Aa	0.2168 Ba
	5	5.48 Aa	0.2112 Ac	5.54 Aa	0.2260 Abc	5.44 Aa	0.2542 Ab	5.17 Bb	0.2999 Aa
	10	5.50 Aa	0.2207 Ab	5.47 Aa	0.2383 Ab	5.31 Bb	0.2653 Ab	4.94 Cc	0.3525 Aa
982	0	5.57 Aa	0.2332 Aa	5.57 Aa	0.2332 Aa	5.57 Aa	0.2332 Ba	5.57 Aa	0.2332 Ca
	5	5.48 Ab	0.2185 Ac	5.55 Aa	0.2210 Ac	5.42 Bb	0.2414 Bb	5.20 Bc	0.2755 Ba
	10	5.52 Aa	0.2181 Ac	5.48 Aa	0.2252 Ac	5.31 Cb	0.2684 Ab	4.94 Cc	0.3486 Aa

*A–C : Aynı sorbik asit konsantrasyonunda, aynı sütundaki değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

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

EK 15 %34 nem ve farklı konsantrasyonlarda sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince pH ve titrasyon asitliği (g/100 g kuru ağırlık) değerlerindeki değişim

Sorbik asit (mg/kg)	Süre (ay)	4°C		10°C		20°C		30°C	
		pH	TA	pH	TA	pH	TA	pH	TA
488	0	5.66 Aa	0.2085 Aa	5.66 Aa	0.2085 Ba	5.66 Aa	0.2085 Aa	5.66 Aa	0.2085 Aa
	5	5.54 Ba	0.2437 Aa	5.58 Ba	0.2472 Aa	5.43 Ba	0.2470 Ba	5.17 Ba	0.3101 Ba
	10	5.49 Ba	0.2445 Aa	5.48 Ca	0.2621 Aa	5.25 Cab	0.3048 Ca	4.96 Cb	0.3912 Ca
1087	0	5.63 Aa	0.2217 Aa	5.63 Aa	0.2217 Aa	5.63 Aa	0.2217 Aa	5.63 Aa	0.2217 Aa
	5	5.57 Ba	0.2264 Aa	5.53 Ba	0.2316 Aa	5.43 Ba	0.2592 Ba	5.20 Ba	0.3120 Bb
	10	5.47 Ca	0.2486 Aa	5.45 Ca	0.2539 Aa	5.27 Ca	0.3067 Ca	4.95 Ca	0.4005 Ca

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

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

EK 16 %27 nem ve 0 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
TAMB	0	$81 \times 10^2 \pm 15 \times 10^2$	$81 \times 10^2 \pm 15 \times 10^2$	$81 \times 10^2 \pm 15 \times 10^2$	$81 \times 10^2 \pm 15 \times 10^2$
	1	$17 \times 10^2 \pm 2.1 \times 10^2$	$18 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$5.5 \times 10^2 \pm 2.8 \times 10^2$
	3	$10 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$8.4 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2 \pm 0.6 \times 10^2$	$4.6 \times 10^2 \pm 0.02 \times 10^2$
	5	$5.3 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$3.6 \times 10^2 \pm 0.9 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$3.2 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$
	8	$4.0 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$3.8 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2 \pm 0.6 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
	10	$2.8 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$3.6 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2 \pm 0.07 \times 10^2$
TAPB	0	$42 \times 10^1 \pm 10 \times 10^1$	$42 \times 10^1 \pm 10 \times 10^1$	$42 \times 10^1 \pm 10 \times 10^1$	$42 \times 10^1 \pm 10 \times 10^1$
	1	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$0.8 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$	$5.6 \times 10^1 \pm 2.8 \times 10^1$
	3	$4.2 \times 10^1 \pm 1.2 \times 10^1$	$2.3 \times 10^1 \pm 2.2 \times 10^1$	$2.5 \times 10^1 \pm 2.4 \times 10^1$	$1.7 \times 10^1 \pm 0.3 \times 10^1$
	5	$5.4 \times 10^1 \pm 3.5 \times 10^1$	$5.5 \times 10^1 \pm 1.8 \times 10^1$	$1.0 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$3.1 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$
	8	$20 \times 10^1 \pm 2.9 \times 10^1$	$8.9 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$	$19 \times 10^1 \pm 6.9 \times 10^1$	$7.6 \times 10^1 \pm 3.8 \times 10^1$
	10	$2.7 \times 10^1 \pm 0.1 \times 10^1$	$4.7 \times 10^1 \pm 1.4 \times 10^1$	$4.1 \times 10^1 \pm 1.4 \times 10^1$	$1.7 \times 10^1 \pm 1.7 \times 10^1$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 16 %27 nem ve 0 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g) (devam)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
M-K	0	$4.8 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$4.8 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$4.8 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$4.8 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$
	1	$6.2 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$5.4 \times 10^1 \pm 3.1 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	3	$13 \times 10^1 \pm 2.8 \times 10^1$	$5.8 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	5	$<1.6 \times 10^1$	$2.2 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$	$3.4 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	8	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	10	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
ENT	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
LAB	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 17 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
TAMB	0	$2.9 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$
	1	$8.0 \times 10^2 \pm 7.0 \times 10^2$	$3.3 \times 10^2 \pm 0.5 \times 10^2$	$6.0 \times 10^2 \pm 3.6 \times 10^2$	$4.8 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
	3	$6.5 \times 10^2 \pm 4.5 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2 \pm 0.6 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$
	5	$5.0 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$3.6 \times 10^2 \pm 1.0 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$
	8	$2.8 \times 10^2 \pm 0.9 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.2 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$
	10	$3.2 \times 10^2 \pm 0.0 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2 \pm 1.4 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
TAPB	0	$23 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$23 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$23 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$23 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$
	1	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$2.5 \times 10^1 \pm 1.6 \times 10^1$	$4.4 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$
	3	$5.1 \times 10^1 \pm 3.8 \times 10^1$	$1.1 \times 10^1 \pm 1.4 \times 10^1$	$3.3 \times 10^0 \pm 0.5 \times 10^1$	$15 \times 10^1 \pm 15 \times 10^1$
	5	$3.0 \times 10^1 \pm 0.7 \times 10^1$	$2.1 \times 10^1 \pm 0.1 \times 10^1$	$1.7 \times 10^2 \pm 5.9 \times 10^1$	$1.6 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$
	8	$21 \times 10^1 \pm 11 \times 10^1$	$5.9 \times 10^1 \pm 3.9 \times 10^1$	$1.5 \times 10^2 \pm 1.9 \times 10^1$	$3.5 \times 10^1 \pm 2.2 \times 10^1$
	10	$2.3 \times 10^1 \pm 0.3 \times 10^1$	$5.3 \times 10^1 \pm 1.6 \times 10^1$	$3.9 \times 10^1 \pm 0.6 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 17 %27 nem ve 530 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g) (devam)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
M-K	0	$3.8 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$	$3.8 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$	$3.8 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$	$3.8 \times 10^1 \pm 2.5 \times 10^1$
	1	$2.0 \times 10^1 \pm 5.6 \times 10^0$	$2.8 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	3	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	5	$<1.6 \times 10^1$	$2.8 \times 10^1 \pm 5.6 \times 10^0$	$1.8 \times 10^1 \pm 8.5 \times 10^0$	$2.4 \times 10^1 \pm 1.7 \times 10^1$
	8	$2.6 \times 10^1 \pm 2.0 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	10	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
ENT	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
LAB	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 18 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
TAMB	0	$13 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$13 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$13 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$13 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$
	1	$7.7 \times 10^2 \pm 1.7 \times 10^2$	$6.7 \times 10^2 \pm 0.9 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$5.1 \times 10^2 \pm 1.4 \times 10^2$
	3	$5.1 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$7.2 \times 10^2 \pm 4.5 \times 10^2$	$6.0 \times 10^2 \pm 2.2 \times 10^2$	$4.5 \times 10^2 \pm 2.6 \times 10^2$
	5	$4.5 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$6.5 \times 10^2 \pm 3.4 \times 10^2$	$4.8 \times 10^2 \pm 1.3 \times 10^2$	$3.7 \times 10^2 \pm 0.9 \times 10^2$
	8	$3.9 \times 10^2 \pm 0.03 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2 \pm 1.5 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2 \pm 0.6 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$
	10	$3.7 \times 10^2 \pm 0.8 \times 10^2$	$3.4 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$
TAPB	0	$71 \times 10^1 \pm 15 \times 10^1$	$71 \times 10^1 \pm 15 \times 10^1$	$71 \times 10^1 \pm 15 \times 10^1$	$71 \times 10^1 \pm 15 \times 10^1$
	1	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$6.8 \times 10^1 \pm 4.3 \times 10^1$
	3	$2.3 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$1.2 \times 10^1 \pm 1.7 \times 10^1$	$7.3 \times 10^0 \pm 1.0 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$
	5	$9.4 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$6.5 \times 10^1 \pm 2.4 \times 10^1$	$7.5 \times 10^1 \pm 5.9 \times 10^1$	$2.7 \times 10^1 \pm 2.1 \times 10^1$
	8	$29 \times 10^1 \pm 5.0 \times 10^1$	$5.9 \times 10^1 \pm 3.9 \times 10^1$	$1.3 \times 10^2 \pm 2.4 \times 10^1$	$0.5 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$
	10	$2.0 \times 10^1 \pm 0.8 \times 10^1$	$2.3 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$2.8 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 18 %27 nem ve 982 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g) (devam)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
M-K	0	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	1	$2.8 \times 10^1 \pm 0.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	3	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	5	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$2.2 \times 10^1 \pm 1.4 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	8	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	10	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
ENT	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
LAB	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 19 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
TAMB	0	$10 \times 10^2 \pm 3.2 \times 10^2$	$10 \times 10^2 \pm 3.2 \times 10^2$	$10 \times 10^2 \pm 3.2 \times 10^2$	$10 \times 10^2 \pm 3.2 \times 10^2$
	1	$6.4 \times 10^2 \pm 4.7 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$3.0 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$3.2 \times 10^2 \pm 1.6 \times 10^2$
	3	$2.6 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$2.0 \times 10^2 \pm 0.5 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^1$
	5	$3.5 \times 10^2 \pm 0.9 \times 10^2$	$1.6 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2 \pm 1.1 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2 \pm 0.7 \times 10^1$
	8	$2.3 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2 \pm 0.03 \times 10^2$	$0.6 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^0$
	10	$2.6 \times 10^2 \pm 0.4 \times 10^2$	$1.8 \times 10^2 \pm 0.2 \times 10^2$	$1.7 \times 10^2 \pm 0.04 \times 10^2$	$0.9 \times 10^2 \pm 0.06 \times 10^0$
TAPB	0	$9.5 \times 10^1 \pm 6.9 \times 10^1$	$9.5 \times 10^1 \pm 6.9 \times 10^1$	$9.5 \times 10^1 \pm 6.9 \times 10^1$	$9.5 \times 10^1 \pm 6.9 \times 10^1$
	1	$11 \times 10^1 \pm 1.2 \times 10^1$	$1.0 \times 10^1 \pm 1.0 \times 10^1$	$1.5 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$	$1.1 \times 10^1 \pm 1.3 \times 10^1$
	3	$1.7 \times 10^1 \pm 1.7 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$1.7 \times 10^1 \pm 2.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$
	5	$4.4 \times 10^1 \pm 0.9 \times 10^1$	$2.1 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$	$0.9 \times 10^1 \pm 0.6 \times 10^1$	$0.7 \times 10^1 \pm 0.1 \times 10^1$
	8	$17 \times 10^1 \pm 8.8 \times 10^1$	$5.6 \times 10^1 \pm 1.1 \times 10^1$	$6.7 \times 10^1 \pm 3.2 \times 10^1$	$0.9 \times 10^1 \pm 0.2 \times 10^1$
	10	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$	$<0.4 \times 10^1$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

EK 19 %34 nem ve 1087 mg/kg sorbik asit içeren gün kurusu kayısıların depolama süresince mikrobiyel yüklerindeki değişimler (KOB/g) (devam)

Mikrobiyel sayım	Süre (ay)	4°C	10°C	20°C	30°C
M-K	0	$24 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$24 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$24 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$	$24 \times 10^1 \pm 2.3 \times 10^1$
	1	$14 \times 10^1 \pm 0.6 \times 10^1$	$9.6 \times 10^1 \pm 7.9 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	3	$<1.6 \times 10^1$	$2.4 \times 10^1 \pm 0.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	5	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	8	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
	10	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$	$<1.6 \times 10^1$
ENT	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
LAB	0	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	5	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$
	10	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$	$<4.0 \times 10^0$

* Mikrobiyolojik sayımlar; aritmetik ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sümeyye ALAGÖZ

Doğum Yeri : Konya

Doğum Tarihi : 1988

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lise : Konya İdeal Koleji (2005–2006)

Konya Selçuklu Anadolu Lisesi (2002–2005)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
Bölümü (2006–2011)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği
Ana Bilim Dalı (2011–)

Ulusal Kongre Sunum:

- ✓ **Alagöz, S.**, Türkyılmaz, M. ve Özkan, M. 2012. Gıda Endüstrisinde Sorbik Asit Kullanımı. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Bildiri Özetler Kitabı, 694, Hatay.(**Sümeyye Alagöz** tarafından sunulmuştur.)
- ✓ **Alagöz, S.** ve Özkan, M. 2013. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Gün Kuruşu Kayısların Reflektans Renk Değerlerindeki Değişimler, TGDF (Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu) Gıda Kongresi, 12-14 Kasım, Bildiri Özetler Kitabı, 75, Antalya.(**Sümeyye Alagöz** tarafından sunulmuştur.)