ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KUŞBURNU NEKTARINDAKİ KAROTENOİDLERİN DEPOLAMA STABİLİTESİ

Neşe DURU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2008

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUŞBURNU NEKTARINDAKİ KAROTENOİDLERİN DEPOLAMA STABİLİTESİ

Neşe DURU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Feryal KARADENİZ

Bu çalışmada, karton kutu ve cam şişe ambalajlarda temin edilen kuşburnu nektarlarının toplam karotenoid madde miktarlarının depolama stabilitesi incelenmiştir. Bunun yanında L-askorbik asit ve toplam fenolik madde miktarları, HMF oluşumu ve antioksidan kapasite belirlenmiştir.

Kuşburnu nektarlarının başlangıç toplam karotenoid madde miktarları karton kutu ve cam şişe ambalajda sırasıyla 8.23 mg/L ve 9.50 mg/L olarak saptanmıştır. Kuşburnu nektarlarının 8 ay boyunca farklı sıcaklıklarda (5°, 25°, 35°, 45 °C) depolanması toplam karotenoid madde miktarında % 0.7-13.4 arasında bir değişime neden olmuştur. Ancak bu değişim istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kuşburnu nektarlarının başlangıç toplam fenolik madde miktarları karton kutuda 1695 mg kateşin /L, cam şişe ambalajda 1967 mg kateşin/L olarak belirlenmiştir. 8 ay depolama süresince toplam fenolik madde miktarındaki en fazla değişim 45 °C'de meydana gelmiştir.

Başlangıç L-askorbik asit miktarları ise karton kutu ve cam şişede sırasıyla 296.8 mg/L, 446.1 mg/L olarak belirlenmiştir. Depolama süresince L-askorbik asit miktarında meydana gelen değişim % 23.4-97.1 arasındadır. Farklı ambalajlardaki kuşburnu nektarlarında L-askorbik asit parçalanma reaksiyonunun birinci dereceden tepkime kinetiğine uyduğu belirlenmiştir. Aktivasyon enerjileri ise karton kutuda 58.6 kj mol^{-1}, cam şişede ise 66.6 kj mol^{-1} olarak saptanmıştır.

Kuşburnu nektarlarında HMF oluşumunun sıfırıncı dereceden tepkime kinetiğine uyduğu belirlenmiştir. HMF oluşumuna ait aktivasyon enerjisi ise karton kutu ve cam şişe ambalajlarda sırasıyla 47 kj mol^{-1} ve 61 kj mol^{-1} olarak saptanmıştır.

Kuşburnu nektarlarının başlangıç antioksidan kapasiteleri karton kutu ve cam şişede sırasıyla 660 µmol Troloks/100 mL, 845 µmol Troloks/100 mL'dir. 8 ay depolama süresince antioksidan aktivite düzeyinde değişim cam şişede istatistik açıdan önemliyken karton kutuda önemli bulunmamıştır ($p<0.05$).

Karton kutu ve cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarlarının antioksidan aktivitesine toplam karotenoid madde, toplam fenolik madde, L-askorbik asit miktarları ile HMF oluşumunun etkisi de incelenmiştir ancak bu parametrelerle antioksidan aktivite arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır.

Kasım 2008, 71 sayfa

Anahtar Kelimeler : Kuşburnu nektarı, toplam karotenoid madde, L-askorbik asit, HMF, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, kinetik, depolama

ABSTRACT

Master Thesis

STABILITY OF CAROTENOID IN ROSEHIP NECTAR DURING STORAGE

Neşe DURU

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

Supervisor: Prof. Dr. Feryal KARADENİZ

In this research, stability of carotenoid in rosehip nectar in cardboard package and glass bottle were determined during eight month storage. Moreover, the content of total phenolic and L-ascorbic acid, HMF accumulation, antioxidant activity were also determined.

Total carotenoid content in rosehip nectar in cardboard package and glass bottle at the beginning of storage was determined as 8.23 mg/L, 9.50 mg/L, respectively. Eight month storage of rosehip nectars in different temperatures (5°, 25°, 35°, 45 °C) caused the changes range between 0.7-13.4 % on total carotenoid content. The changes in total carotenoids in rosehip nectars during storage were not statistically significant ($p>0.05$)

Total phenolic content in rosehip nectars in cardboard package and glass bottle at the beginning of storage was determined as 1695 mg catechin/L and 1967 mg catechin/L, respectively. The highest changes of total phenolic content was resulted in 45 °C.

L-ascorbic acid content in rosehip nectar in cardboard package and glass bottle at the beginning of storage was determined as 296.8 mg/L, 446.1 mg/L, respectively. The changes in L-ascorbic acid during storage ranged between 23.4-97.1 %. The loss of L-ascorbic acid in rosehip nectars followed first-order kinetic model and activation energies of rosehip nectar in cardboard package and glass bottle were determined as 58.6 kj mol^{-1}, 66.6 kj mol^{-1}, respectively.

HMF accumulation in rosehip nectars followed zero-order kinetic model. The highest content of HMF were determined at 45 °C. The activation energies of HMF accumulation in rosehip nectars in cardboard package and glass bottle were determined as 47 kj mol^{-1} and 61 kj mol^{-1}, respectively.

Antioxidant capacity in rosehip nectar in cardboard package and glass bottle at beginning of storage was determined as 660 µmol Trolox/100 mL and 845 µmol Trolox/100 mL, respectively. It also determined that there was no statistically significant changes of antioxidant activty in rosehip nectar in glass bottle during storage but there was statistically significant changes of antioxidant activity in rosehip nectar in cardboard package during storage ($p<0.05$).

The effect of total carotenoid, total phenolic, L-ascorbic acid content and HMF accumulation on antioxidant activity in rosehip nectars in cardboard package and glass bottle were also evaluated. No correlation was found between these parameters and antioxidant activity.

November 2008, 71 pages

Key Words : Rosehip nectar, total carotenoid, L-ascorbic acid, HMF, total phenolic, antioxidant activity, kinetic, storage

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren sevgili danışmanım sayın Prof. Dr. Feryal Karadeniz'e (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), yine bu süre içinde bana destek veren Yrd. Doç. Dr. Hande Selen ERGE'ye, analizlerimde yardımcı olan sevgili arkadaşım N. Başak ÖZHAN'a, sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımcı olan Dr. Özgür KOŞKAN'a, yardımlarında dolayı laborant Önder YALÇIN'a, kuşburnu nektarlarının teminini sağlayan Gümüşsu A.Ş. (Gümüşhane)'ye ve benden öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Ayrıca Yüksek lisansım sırasında burs vererek maddi destek sağlayan TÜBİTAK BİDEB'e teşekkür ederim.

Neşe DURU
Ankara, Kasım 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..... i
ABSTRACT……. ii
TEŞEKKÜR…… iii
SİMGELER DİZİNİ…….. vi
ŞEKİLLER DİZİNİ…… vii
ÇİZELGELER DİZİNİ…….. viii
1. GİRİŞ……..... 1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ÖZETLERİ…….. 3
2.1 Karotenoidler ve Karotenoidlerin Yapısı……... 3
2.2 Gıdalarda Yaygın Olarak Bulunan Karotenoidler…… 6
2.2.1 β-karoten…… 6
2.2.2 Likopen……..……..... 7
2.2.3 Lutein ve Zeaksantin……..... 9
2.3 Karotenoidlerin Stabilitesi……..……..... 10
2.4 Karotenoidlerin Sağlık Üzerine Etkileri…… 12
2.5 Karotenoidlerin Absorbsiyonu ve Biyoyararlılığı……..…….. 14
2.6 Kuşburnundaki Diğer Biyoaktif Bileşikler…… 16
2.7 Kuşburnu Nektarının Depolanması Süresince Oluşan Kimyasal Esmerleşme Reaksiyonları…….. 18
3. MATERYAL ve YÖNTEM…….. 22
3.1 Materyal……..... 22
3.2 Yöntem……..... 22
3.2.1 Suda çözünür kuru madde…… 22
3.2.2 pH...……..... 22
3.2.3 Renk ölçümü……..... 22
3.2.4 Karotenoid madde tayini…….. 23
3.2.4.1 Karotenoid madde ekstraksiyonu……..... 23
3.2.4.2 Standart karotenoid madde çözeltisinin hazırlanması…… 23
3.2.6 Toplam fenolik madde tayini…… 24
3.2.7 L-askorbik asit tayini……..... 25
3.2.8 Antioksidan madde tayini……..... 26
3.2.9 Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini…… 27
3.2.10 Tepkime kinetiğinin hesaplanması……. 28
3.2.11 Aktivasyon enerjisinin hesaplanması……. 29
3.2.12 Q_{10} ve $t_{1/2}$ değerlerinin hesaplanması……. 29
3.2.13 İstatistiksel analiz……. 30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA……. 31
4.1 Kuşburnu Nektarının Depolanması Boyunca Bazı Genel Özelliklerindeki Değişim…….. 31
4.2 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarındaki Karotenoid Madde Miktarı Üzerine Etkisi……... 34
4.3 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Kuşburnu Nektarında Hidroksimetil furfural Oluşum Kinetiği……... 36
4.4 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Kuşburnu Nektarında Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi…… 41

4.5 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Kuşburnu Nektarında L-askorbik Asit Parçalanma Kinetiği…….. 43
4.6 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi...…….. 48
4.7 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarında Renk Değişimi Üzerine Etkisi…… 50
5. SONUÇ……..... 52
KAYNAKLAR……..... 55
EKLER……. 63
EK 1 Farklı ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının bileşenlerinin depolama süresince değişim grafikleri..... 64
EK 2 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarının HMF oluşumu ve L-askorbik asit parçalanmasına ilişkin Arrhenius grafikleri……..…….. 67
EK 3 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarının CIE-L*a* b* C ve h renk değerleri ……..... 69
ÖZGEÇMİŞ……..... 71

SİMGELER DİZİNİ

$ABTS^{*+}$	ABTS radikali katyonu
BHT	Bütilhidroksi toluen
CVD	Kalp-damar hastalıkları
DNA	Deoksiribonükleik asit
E_a	Aktivasyon enerjisi
HMF	Hidroksimetilfurfural
HPLC	Yüksek performans sıvı kromatografisi
k	Hız sabiti
k_0	Frekans faktörü
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
MFA	Metafosforik asit
ORAC	Oksijen radikali absorbsiyon kapasitesi
Q_{10}	Sıcaklığın 10 °C artmasıyla reaksiyon hızının ne kadar artığını gösteren simge
R	Gaz sabiti
$t_{1/2}$	Yarılanma süresi
TEAC	Troloks eğdeğeri antioksidan kapasite
VCE	C vitamini eşdeğeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1	β-karotenin yapısı…….	6
Şekil 2.2	Likopenin yapısı……..…….	7
Şekil 3.1	β-karoten standart kurvesi……...…….	24
Şekil 3.2	Kateşin standart kurvesi……..….	25
Şekil 3.3	L- askorbik asit standart kurvesi……..	26
Şekil 3.4	$ABTS^{*+}$ radikalinin Troloks standardına ait % inhibisyon kurvesi….	27
Şekil 3.5	HMF standart kurvesi……..	28
Şekil 4.1	Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumu…….....	38
Şekil 4.2	Cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumu……..	39
Şekil 4.3	Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarının depolama süresince L-askorbik asit degradasyonu……..	46
Şekil 4.4	Cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarının depolama süresince L-askorbik asit degradasyonu……..	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Kuşburnu meyvesinin karotenoid madde dağılımı……	6
Çizelge 2.2	Likopenin fiziksel özellikleri……	8
Çizelge 4.1	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarındaki değişimi…….	32
Çizelge 4.2	Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarındaki değişimi……	32
Çizelge 4.3	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince pH değişimi……...	33
Çizelge 4.4	Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince pH değişimi……..	33
Çizelge 4.5	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında toplam karotenoid madde değişimi…….....	35
Çizelge 4.6	Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında toplam karotenoid madde değişimi……...	35
Çizelge 4.7	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince HMF oluşumu……...	37
Çizelge 4.8	Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince HMF oluşumu……...	37
Çizelge 4.9	Kuşburnu nektarında depolama süresince gözlenen HMF oluşumuna ait denklemler……...	39
Çizelge 4.10	Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonuna ait Q_{10} değerleri…….....	40
Çizelge 4.11	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince toplam fenolik madde değişimi….....	42
Çizelge 4.12	Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince fenolik madde değişimi…….	42
Çizelge 4.13	Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince L-askorbik asit değişimi……	44

Çizelge 4.14 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince L-askorbik asit değişimi…… 44

Çizelge 4.15 Kuşburnu nektarında depolama süresince gözlenen L-askorbik asit degradasyonuna ait denklemler……... 47

Çizelge 4.16 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıkta depolanan kuşburnu nektarında L-askorbik asit degradasyonuna ait Q_{10} ve $t_{1/2}$ değerleri…… 48

Çizelge 4.17 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince antioksidan aktivite değişimi…… 49

Çizelge 4.18 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince antioksidan aktivite değişimi…… 49

1. GİRİŞ

Doğada geniş bir dağılım gösteren ve ilk olarak 1831'de Wackenroder tarafından havuçlardan izole edilen karotenoidler; sarı, kırmızı ve turuncu bitki pigmentlerinin ana kaynağı olarak meyve ve sebzelerde bulunmaktadır (Hui 1992). Karotenoidler kırmızı, sarı ve turuncu meyve sebzelerin yanı sıra tüm yeşil yapraklı sebzelerde de bulunmakta, ancak klorofil nedeniyle fark edilememektedir.

Sağlık açısından birçok önemli fonksiyonu bulunan karotenoidlerin başlıca fonksiyonu A vitamininin ön maddesi olmasıdır (Gregory 1996, von Elbe and Schwartz 1996). Biyolojik oksidan olarak da karotenoidler son zamanlarda birçok çalışmanın ilgi odağı olmuştur (Khachik *et al*. 1992, Böhm *et al.* 2002, Kalt 2005). Karotenoidlerce zengin meyve ve sebze tüketiminin bazı kanser türlerinin, kalp-damar hastalıklarının (CVD), katarakt ve yaşa bağlı makular bozuklukları gibi birçok göz hastalıklarının görülme sıklığını azalttığı ve bağışıklık sistemini güçlendirdiği bildirilmektedir (Kalt *et al.* 1999, Sulaeman *et al*. 2001).

Son yıllarda likopen kaynağı olarak dikkat çeken kuşburnu (Böhm *et al.* 2003), Rosaceae familyasının Rosadieae alt familyası kapsamına giren çok yıllık bir bitkidir. Yüksekliği 1-3 m arasında değişen dikenli bir çalı olup sert çevre koşullarına karşı dayanıklılık göstermektedir. Meyve oluşmadan önce güzel kokulu pembe ve beyaz çiçekler meydana gelmektedir. Bu çiçeklerin eksenlerinin etlenmesiyle meyve oluşum süreci başlamaktadır. Çoğunlukla kızılcığa benzeyen meyvesinin içi tüylü olup çok sayıda sert çekirdek içermektedir. Her türlü çevre koşulunda yetişebildiği için vadilerde, yol kenarlarında, bahçe çitlerinde ve mezarlıklarda görülebilmektedir (Yamankaradeniz 1983a).

Kuşburnu, aslında Anadolu'da çok bilinen ve tüketilen bir meyve olup Türkiye'de özellikle Karadeniz bölgesinin Tokat ve Gümüşhane çevresinde yetişmektedir.

Kuşburnu, beslenme fizyolojisi ve gıda teknolojisi açısından günümüzde önemli bir meyvedir. Rusya, Polonya, Almanya, İsviçre, Finlandiya gibi birçok Avrupa ülkesinde

gıda ve ilaç sanayinde değerli bir hammadde olarak kullanılmaktadır (Yamankaradeniz 1983b). Bu ülkelerde kuşburnu; başlıca meyve jölesi, bebek gıdası, meyve suyu, marmelat ve poşet çaya işlenmektedir. Ayrıca pasta ve şekerleme sanayinde katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde ticari olarak değerlendirilmesi oldukça yenidir. Türkiye gıda sanayinde kuşburnu meyvesinden pulp, nektar ve marmelat üretimi yapılmakla birlikte kuşburnu çayı ve son zamanlarda kuşburnu içeceği ve nektarı da üretilmektedir.

Bu çalışmanın başlıca amacı; son yıllarda kullanımı artmakta olan kuşburnu meyvesinden elde edilen nektarların farklı sıcaklıklarda depolanmasının karotenoid madde, L- askorbik asit, fenolik madde ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisinin incelenmesidir. Ayrıca, depolama süresince oluşması kaçınılmaz olan HMF miktarı saptanacak ve antioksidan aktivite üzerine etkisi olup olmadığı da araştırılacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Karotenoidler ve Karotenoidlerin Yapıları

Bitkiler, bazı bakteri, alg ve funguslar tarafından sentezlenen, meyve ve sebzelere sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri veren karotenoidler; geniş dağılımları, yapısal farklılıkları, çok çeşitli etki ve fonksiyonlarıyla doğada bulunan en önemli pigment gruplarından birini oluşturmaktadır (Oliver and Palou 2000). Hayvanlar, karotenoid sentezleyemedikleri için diyet aracılığıyla aldıkları karotenoidleri modifiye ederek dokularında depolamaktadır (Rodriguez-Amaya 2001). Doğal kaynaklardan tanımlanmış olan yaklaşık 600 karotenoid bulunduğu aktarılmaktadır (Olson 1994). Tetraterpen sınıfına ait olan (Tapiero *et al.* 2004) karotenoidler kırmızı, sarı ve turuncu renkli meyve ve sebzelerin yanısıra tüm yeşil yapraklı sebzelerde de bulunmaktadır. Ancak, yeşil yapraklı sebzelerde bulunan karotenoidlerin rengi klorofil tarafından maskelenmiş durumdadır (von Elbe and Schwartz 1996). Sadece sonbaharda yeşil pigmentlerin degredasyonundan sonra ortaya çıkabilmektedirler (Stahl and Sies 1996).

Karotenoidler; sadece karbon ve hidrojen atomlarından oluşan hidrokarbon karotenoidler ve yapılarında en az bir oksijen atomu içeren oksokarotenoidler (ksantofiller) olarak iki sınıfa ayılmaktadırlar (Hui 1992, Astorg 1997, Tapiero *et al.* 2004). "Karotenler" olarak da adlandırılan apolar özellikteki hidrokarbon karotenoidlerin başlıcaları α-karoten, β-karoten ve likopendir. Ksantofiller ise daha polar özellikte olup yapısında metoksi, hidroksi, keto, karboksi ve epoksi formunda oksijen içerirler ve başlıcaları β-kriptoksantin, zeaksantin ve luteindir. Karotenoidler ayrıca zincir uçlarında halka grubu içerip içermemesine göre de siklik (halkalı) ve asiklik (halkasız) karotenoidler olarak gruplandırılmaktadır. Likopen, fitoen, fitofluen ve ζ-karoten asiklik, α-karoten, β-karoten ve δ-karoten ve γ-karoten siklik yapıdaki karotenoidlerdir. Karotenoidlerin tümü; likopenin asiklik $C_{40}H_{56}$ yapısından türemiştir. Poliizoprenoid yapı ve konjuge çit bağlar karotenoidlerin karakteristik özelliklerini belirlemektedirler (Shi *et al.* 2002).

600 çeşit karotenoid arasında yaklaşık 50 tanesinin A vitamini ön maddesi olduğu bilinmektedir (Koca 2006). Bu özellik karotenoidlerin en önemli fizyolojik fonksiyonlarından birisidir. En yüksek provitamin A aktivitesine sahip olan β-karoten, gıdalarda en yaygın bulunan karotenoidler arasında yer almaktadır. Karotenoidlerin provitamin A aktivitesi gösterebilmesi için yapısında en az bir β-iyonon halkası ve buna bağlı bir polien zincirinin bulunması gerekmektedir. β-karoten yapısında 2 β-iyonon halkası içermektedir. Bu durum β-karotenin yüksek provitamin A aktivitesini açıklamaktadır. Diğer karotenoidlerden α-karoten ve kriptoksantin yapısında yalnızca bir β-iyonon halkası içermekte ve β-karotenin yaklaşık yarısı kadar provitamin A aktivitesi göstermektedir. Kuşburnu meyvesinde yüksek miktarlarda bulunan likopen; β-iyonon halkası taşımadığından provitamin A aktivitesi bulunmamaktadır. Ancak β-karoten (72.1 mg/kg) içeren (Razungles *et al.* 1989) kuşburnunun A vitamini aktivitesi bulunmaktadır.

Yüksek bitkilerde, kloroplastlarda bulunan karotenoidlerin fotosentezde rol oynadığı; bitkiyi ışıktan koruduğu bilinmektedir. Karotenoidler, klorofil içeren tüm bitki dokularında ışık enerjisini depolayan ikincil bitki pigmentleridir. Bunun yanında, bazı karotenoidlerin kök ve yapraklarda bulunduğu ve büyüme düzenleyici bir bileşik olan absisik asidin ön maddesi olduğu belirtilmektedir (von Elbe and Schwartz 1996, Astorg 1997).

İnsan diyetinde 40 kadar karotenoidin düzenli olarak yer aldığı ve bunlardan 20 tanesinin insan kanı ve dokularında tanımlandığı bildirilmektedir (Tapiero *et al.* 2004, Rao and Rao 2007). İnsan vücudu ve diyetindeki karotenoidlerin yaklaşık % 90'ı β-karoten, α-karoten, likopen, lutein ve kriptoksantinden oluştuğu bildirilmektedir (Rao and Rao 2007).

Karotenoidler lipofilik bileşikler olduğundan yağda ve kloroform, benzen, petrol eter, karbon disülfit gibi organik çözücülerde çözünmekte, alkolde çözünmemektedir. Isıya karşı stabil olmakla birlikte yüksek sıcaklıklarda izomerizasyona uğramaktadırlar (Anonymous 1951). İzomerizasyon derecesi uygulanan ısıl işlemin süresi ve şiddeti ile doğrudan ilişkilidir. Çoğu karotenoid, doğal olarak all-*trans* formda bulunmakla

birlikte; ısı, ışık, organik çözücü ve asit etkisi ile *cis*- konfigürasyona dönüşmektedir. Karotenoidlerin çift bağ sisteminde meydana gelen izomerizasyonlar ile biyolojik ve fiziksel açıdan farklılıklar gösteren çok sayıda konfigürasyonu bulunabilmektedir. Örneğin, β-karotenin 272 adet *cis*- izomeri saptanmıştır (von Elbe and Schwartz 1996).

Karotenoidler içerdikleri çok sayıda konjuge çift bağ nedeniyle kolaylıkla okside olmaktadır. Kristal haldeki saf karotenoidler, çok az miktarda oksijen varlığında bile depolandığı zaman hızlı bir şekilde parçalanmaktadır. Doku içerisinde ise proteinler ve diğer bazı moleküller tarafından oksidasyondan korunan pigmentler, serbest radikallerin etkisiyle oksidatif zarara uğrayabilmektedir. Karotenoidlerin oksidasyonuyla birçok kompleks degradasyon ürünleri oluşmaktadır. Oksidasyon sırasında öncelikle epoksitler ve karbonil bileşikleri, daha ileri aşamada ise epoksi- β-iyonon içeren mono ve dioksijene bileşikler oluşmaktadır. Otooksidasyon karotenoid pigmentlerinin renginde ağarmaya neden olmaktadır. Sülfit ve metal iyonları varlığında oksidatif parçalanma hızlanmaktadır. Enzimatik aktivite, özellikle de lipoksigenaz aktivitesi karotenoidlerin oksidatif degradasyonunu hızlandırmaktadır. Lipoksigenaz, doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu katalizleyerek peroksitleri oluşturmakta, bunlar da dönüşümlü olarak karotenoidlerle reaksiyona girmektedir (von Elbe and Schwartz 1996).

Kuşburnu meyvesinin başlıca karotenoidlerinden olan likopen, ışığı absorbe ederek bitkileri fotooksidatif zarardan koruyan, halka yapısı içermeyen düz zincir yapıda bir hidrokarbon bileşiğidir. Ancak likopen; en çok konjuge çift bağ içeren karotenoidler arasında olmasından dolayı oksidatif parçalanmaya oldukça duyarlıdır (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Polien zincirindeki uzun kromofor yapının likopenin kırmızı renginden ve güçlü antioksidan aktivitesinden sorumlu olduğu belirtilmektedir. Likopenin gıdalarda genel olarak all-*trans* formunda bulunduğu bununla birlikte likopenin çift bağlarından dolayı izomerizasyona uğradığı ve *cis* izomerlerin meydana geldiği bildirilmektedir. Karotenoidler arasında serbest radikal ve aktif oksijen molekülleriyle reaksiyona girme ve bu moleküllerin zararlı etkilerini önlemede en etkili olanı likopendir. Bu etkinin yüksek oranda konjuge çift bağ içermesinden kaynaklandığı aktarılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003).

Kuşburnunun iyi bir karotenoid kaynağı olduğu bilinmektedir. Nitekim, Razungles *et al.* (1989) kuşburnundaki toplam karotenoid miktarının 224 mg/kg olduğunu ve büyük çoğunluğunun likopen, β-karoten ve β-kriptoksantinden oluştuğunu bildirmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Kuşburnu meyvesinin karotenoid madde dağılımı*

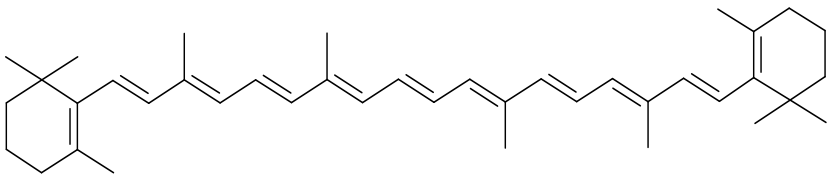
Karotenoid madde	Miktar (mg/kg)
Likopen	111.2
β-karoten	72.1
ζ-karoten	5.6
β-kriptoksantin	17.5
Lutein	9.2
5,6-Epoksilutein	2.6
trans-Violaksantin	2.5
cis-Violaksantin	1.8
Neoksantin	1.5
Toplam karotenoid	224.0

***** Razungles *et al.* 1989

2.2 Gıdalarda Yaygın Olarak Bulunan Karotenoidler

2.2.1 β-karoten

İki adet β-iyonon halkası içerdiği için provitamin aktivitesi en yüksek karotenoid olan β-karoten, gıdalarda en yaygın olarak bulunan karotenoidler arasında yer almaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 β-karotenin yapısı

Ticari olarak ilk kez 1954 yılında üretilen karotenoid β-karotendir. Daha sonra diğer karotenoidler gıda ve yem endüstrisinde kullanılmak üzere üretilmişlerdir (Astorg 1997).

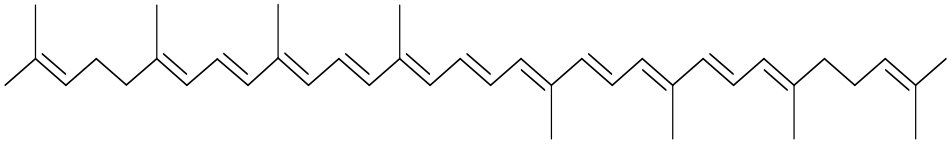
β-karoten, vücutta kan ve dokularda bulunan temel karotenoidler arasında yer almaktadır. β-karotenin en fazla böbrek üstü bezinde bulunduğu ve bunu sırasıyla testis, karaciğer, yumurtalık, meme, böbrek, pankreas, akciğer, deri ve kolonun takip ettiği aktarılmaktadır (Stahl and Sies 1996).

β-karotenin başlıca kaynağı havuçtur ve havuçta bulunan toplam karotenoid madde miktarının % 44-79'unu oluşturmaktadır. Havuç dışında β-karoten içeren başlıca gıdalar, mango, kayısı, maydonoz, tatlı patates, hindiba, kırmızı biber, ıspanak ve maruldur (Erge 2007).

2.2.2 Likopen

Likopen yüksek oranda doymamış bir hidro karbondur ve 11 adedi konjuge olan 13 adet C-C çift bağı içeren lineer bir yapısı vardır (Tapiero *et al.* 2004, Rao and Rao 2007) (Şekil 2.2). İçerdiği 11 adet konjuge çift bağ nedeniyle 2^{11} adet geometrik konfigürasyonu bulunmaktadır (Shao and Hathcock 2006).

Likopen, yağlarda ve organik solventlerde çözünmektedir (Çizelge 2.2). Sulu sistemlerde kristal halde çökme eğilimi gösteren likopenin bu özelliğinin biyoyararlılığının azalmasına neden olduğu düşünülmektedir (Shi *et al*. 2002).



Şekil 2.2 Likopenin yapısı

Çizelge 2.2 Likopenin fiziksel özellikleri (Shi *et al*. 2002)

Molekül Formülü	$C_{40}H_{56}$	
Molekül Ağırlığı	536.85 Da	
Erime Noktası	172–175 °C	
Çözünürlük	<u>Çözünebilir</u> Yağ Kloroform Hekzan Aseton Benzen Petroleter Karbondisülfid	<u>Çözünmez</u> Su Etanol Metanol
Stabilite	Işık, O_2, yüksek sıcaklık, asit ve metal iyonlarına duyarlı	

Likopen, bitki dokularında ışık hassasiyetine karşı hücreyi korumakta ve fotosentez sırasında ışığı absorbe eden pigment olarak görev yapmaktadır (Hadley *et al*. 2002).

Likopen, doğal olarak likopen all-*trans* izomer olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte ışık, ısı ve kimyasal reaksiyonlarla mono ve poli izomerizasyona maruz kalabilir. Ayrıca, saf likopenin diğer karotenoidlere kıyasla oksidatif ve ısıl degredasyona daha duyarlı olduğu ve yaklaşık 2 kat daha hızlı parçalandığı bildirilmektedir (Takeoka *et al.* 2001).

Diyet kaynaklarından likopenin absorbsiyonu; likopen içeren gıda matriksinin parçalanması, pişirme sıcaklığı ve lipitlerin ayrıca diğer karotenoidler gibi lipitte çözünebilen bileşiklerin bulunması gibi birkaç faktörden etkilenmektedir. Absorbe edilen likopen dolaşım sistemiyle bütün vücuda dağıtılmaktadır. Likopen 2-3 günlük yarılanma süresiyle insan plazmasında en fazla bulunan karotenoiddir (Tapiero *et al.* 2004, Rao and Rao 2007). Bitkilerde likopenin en göze çarpan geometrik izomeri all-*trans* olmasına karşın insan plazmasında toplam likopenin % 50'si cis izomeri olarak bulunmaktadır (Rao and Rao 2007).

Likopen, her ne kadar provitamin A aktivitesi göstermese de, β-karotenin iki katı düzeyinde tekli oksijen yakalama özelliği vardır. Doğal ve güçlü bir antioksidan olması ve kanserden koruduğuna ilişkin her geçen gün artan klinik deliller, likopenin diyetteki önemini daha da artırmaktadır (Shi and Le Maguer 2000).

Likopenin *cis* formunun, gıdalarda bulunan all-*trans* formundan *in vivo* ve *in vitro* da daha çok biyoyararlılık gösterdiği belirtilmiştir. Çünkü *cis* izomerler safra asitlerinde daha iyi çözünmekte ve şilomikronlar tarafından öncelikli olarak taşınmaktadır (Lin and Chen 2005). Ayrıca, likopen içeren gıdanın yağ bakımından zengin olması ve gıdanın ısıl işleme maruz bırakılması, likopenin absorbsiyonunun ve dolayısıyla da biyoyararlılığının artmasına neden olmaktadır (Bramley 2000, Burdurlu ve Karadeniz 2003). Bir başka deyişle likopen, gıdaların ısıl işlem görmesiyle doğal *trans* formundan vücutta daha kolay absorbe olabilen *cis* forma dönüşmekte ve biyoyararlılığı artmaktadır. Ayrıca, Stahl and Sies (1992) ısıl işlem görmüş domates sularındaki likopenin ısıl işlem görmemiş domates sularındaki likopenden daha yüksek biyoyararlılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Likopenin başlıca kaynağı domates ve ürünleridir. Karpuz, pembe guava, papaya, pembe greypfrut, havuç ve balkabağı ise likopenin diğer kaynakları arasında yer almaktadır (Erge 2007).

2.2.3 Lutein ve Zeaksantin

Lutein ve stereoizomeri zeaksantin, ksantofil grubunun üyeleridir. Lutein, serumda en yaygın bulunan karotenoidlerden birisi olup lens ve sarı bölge gibi oküler dokuda yoğun olarak yer almaktadır (Landrum and Bone 2001, Garcia-Casal 2006). Lutein ve zeaksantin, retinada makular pigment olarak belirtilen sarı pigment oluşumundan sorumludurlar. Sarı pigmentler gözü ışıktan korumada etkin rol oynamakta ve retinal zararlanmayı engelleyebilmektedir (Kopsell and Kopsell 2006). Kıvırcık, maydonoz, ıspanak, marul, brokoli, tatlı mısır, fasulye, yeşil biber, hindiba, kivi, avokado, erik, ravent, yaban mersini, ahududu, böğürtlen, siyah frenk üzümü; lutein ve zeaksantinin

kaynakları arasında sayılmaktadır. Dikkat çeken diğer iyi bir kaynakda yumurta sarısıdır (Krinsky and Johnson 2005).

2.3 Karotenoidlerin stabilitesi

Karotenoidlerin; meyve ve sebzelerin ambalajlanması, taşınması ve normal koşullarda depolanması sırasında kısmen stabil olduğu aktarılmaktadır. Dondurma işleminin karotenoid içeriğinde çok az bir değişime neden olduğu; haşlama işleminin ise, karotenoid miktarını önemli oranda etkilediği aktarılmaktadır. Haşlanan ürünlerde karotenoid içeriğinin tazelerine kıyasla arttığı ve haşlama sırasında uygulanan ılımlı ısıtma ile karotenoid ekstraksiyonunun taze ürün ekstraksiyonuna kıyasla daha fazla gerçekleştiği aktarılmaktadır (von Elbe and Schwartz 1996).

Proses ve depolama koşulları gıdalardaki karotenoidlerde oksidasyon reaksiyonlarına ve izomerizasyonlara neden olabilmektedir (Chandler and Schwartz 1987, Rodriguez-Amaya 2001). Oksidasyon; oksijen, metal iyonları, enzimler, doymamış yağlar, prooksidan madde, ışık, karotenoidin tipi ve fiziksel durumu, uygulanan işlemin şiddeti, ambalaj materyali ve depolama koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak gerçekleşmektedir (Rodriguez-Amaya 2001).

Karotenoidler; konserve üretiminde maruz kaldıkları ısıya karşı genellikle stabildirler fakat oksidasyon nedeniyle kurutmada hızla kayba uğramaktadırlar (Hui 1992). Meyve ve sebzelerde kurutma ve boyut küçültme yüzey alanını artırmaktadır. Eğer ürün oksijenden ve ışıktan korunmuyorsa bu durum karotenoid pigmentlerinin düşük stabilitesiyle sonuçlanmaktadır (Hui 1992). Nitekim; Shi and Le Maguer (2000), kurutulmuş ve toz domateslerin düşük likopen stabilitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Karotenoidlerin ısıl işleme karşı stabil olduğu bilinmektedir. Ancak, son yıllarda sterilizasyonun *cis/trans* izomerizasyonunu teşvik ettiği belirtilmektedir. İzomerizasyon, ısıl işlemde uygulanan sıcaklık ve sürenin optimize edilmesi ile minimize edilebilmektedir. Ekstrüzyon pişirme ve yüksek sıcaklıkta yağda ısıtmanın

karotenoidlerin parçalanmasına neden olduğu; yüksek sıcaklıkta uçucu özellikte parçalanma bileşiklerinin meydana geldiği aktarılmaktadır (von Elbe and Schwartz 1996). Karotenoidlerin, düşük sıcaklıktaki depolama koşullarında da izomerizasyona uğradığı ve parçalandığı bilinmektedir. Örneğin; karanlıkta ve ışıkta 4 °C, 25 °C ve 35°C'de 12 hafta depolanan domates sularında ışığın, all-*trans* luteinin izomerizasyonunu ve degradasyonunu artırdığı belirtilmektedir. Benzer sonuçların likopen ve β-karoten için de geçerli olduğu saptanmıştır (Lin and Chen 2005).

Karotenoidlerin en stabil formları all-*trans* form olmasına rağmen, *cis* geometrik izomeri özellikle H^+ varlığında ısı etkisiyle meydana gelmektedirler. Yani pişirme işlemleri all-*trans*-β-karotenden cis izomerinin oluşumuna neden olmaktadır (Hui 1992).

Cis izomeri farklı fizikokimyasal özelliklere sahiptir. Genel olarak *cis* izomer yağda ve hidrokarbon solventte diğer all-*trans* izomerlere göre daha çözünebilirdir. Kıvrımlı yapıları nedeniyle siklizasyona daha az eğilimlidirler. Ayrıca daha az renk yoğunluğuna sahiptirler. UV bölgede gösterdiği farklı maksimum absorbsiyon, izomerler arasındaki farklılıkları görmek için yararlı olmaktadır (Shi *et al*. 2002).

Dondurulmuş gıdalar ve sterilize edilmiş gıdalar, normal depolama sıcaklıklarında raf ömrü boyunca mükemmel likopen stabilitesi gösterirler (Shi and Le Maguer 2000). Domatese farklı kurutma tekniklerinin uygulandığı bir araştırmada, domatesteki *trans* likopenin azaldığı, *cis* likopenin ise arttığı belirtilmektedir. Sıcak hava ile kurutulan domateslerin toplam likopen içeriğinde meydana gelen azalmanın oksidasyondan ve izomerizasyondan kaynaklandığı bildirilmektedir. Buna karşılık, ozmotik çözeltiden geçirilen domateslerin kurutulması sonucunda oksidasyonun engellendiği aktarılmaktadır. Bu durum, ozmotik çözeltideki şekerin domates yüzeyi ile oksijenin temasını kesmesi şeklinde açıklanmaktadır (Shi *et al.* 1999). Yapılan bir çalışmada *trans*-likopen ve β-karotenin – 80 °C'de donmuş sıvı serum içinde 3 yıla kadar depolamaya stabil olduğu belirlenmiştir (Tapiero *et al.* 2004).

Khachik *et al*. (1992); brokoli, yeşil fasulye, ıspanak gibi yeşil sebzelerde ve domateste karotenoid miktarı üzerine farklı pişirme yöntemlerinin (mikrodalga, kaynatma, buharlama, kısık ateşte pişirme) etkisini belirlemişlerdir. Araştırıcılar, ısıl işleme karşı epoksi karotenoidlerin daha hassas, lutein ve hidrokarbon karotenoidlerin (neurosporen, α- ve β-karoten, likopen, ζ-karoten, fitofluen, fitoen) daha dayanıklı olduğunu bildirmektedirler. Nitekim, yeşil fasulyede 1 saatlik bir kaynatma işlemi sonucunda lutein, α- ve β-karoten hiç değişmeden kalırken neoksantin ve violaksantin gibi epoksi karotenoidlerin tamamen tahrip olduğu aktarılmaktadır (Khachik *et al*. 1991).

2.4 Karotenoidlerin Sağlık Üzerine Etkileri

Karotenoidlerin en önemli fonksiyonu, A vitamininin önmaddesi olmalarıdır. Provitamin A karotenoidleri; sağlıklı epitel hücre farklılaşmasını sağlamakta, üreme ve görme fonksiyonlarını düzenlemektedir (Kopsell and Kopsell 2006). Ancak, son yıllarda bitkilerde bulunan karotenoidlere ilgi sadece provitamin A aktivitelerinden değil, oksijen radikallerini yakalayarak organizmada oksidatif stresi azaltmalarından yani antioksidan etkilerinden de kaynaklanmaktadır (Rao and Honglei 2002).

Karotenoidler, diyetteki esas A vitamini kaynağıdır ve provitamin A veya retinol eksikliğinin beslenmeye bağlı körlüğe neden olduğu bildirilmektedir. Nitekim, Güneydoğu Asya ülkelerinde yapılan bir çalışmada beş yüz bin çocuğun A vitamini eksikliği nedeniyle kör olabileceği tahmin edilmektedir (Hui 1992).

β-karoten, α-karoten ve β-kriptoksantin ve 50'den fazla karotenoid, memelilerde A vitamininin bir formu olan retinole çevrilebilmektedir (Astorg 1997, Krinsky and Johnson 2005). Retinolden kolayca oluşturulabilen retinal, hücrelerde büyük ölçüde A vitaminin aktif ve hücresel formu olan retinoik aside okside olmaktadır (Astorg 1997).

Karotenoidlerin yararlı etkilerinin A vitamini kaynağı olmaları dışında özellikle antioksidan etkilerinden de kaynaklandığı düşünülmektedir (Krinsky and Johnson 2005). Karotenoidlerin antioksidan aktivitesi tekli oksijen ve peroksit radikali yakalama özellikleriyle ilişkilidir ve farklı karotenoidlerin bu özellikleri konjuge çift bağlarının

sayısına bağlıdır (Shi *et al*. 2002). Yüksek derecede hidrofobik oldukları için karotenoidlerin radikal oksijen türleri ile etkileşimlerinin hücre membranı ve lipoprotein komponentleri gibi lipofilik ortamda meydana gelmesi beklenmektedir (Tapiero *et al*. 2004). Oksidanlar; vücutta normal metabolizma sürecinde zararlanmaya neden olmakta, kimyasal ajanlara karşı savunma sırasında oluşmakta ve DNA'yı, proteinleri ve hücre dokularını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu oksidatif yıkım; yaşlanma, CVD, bağışıklık sisteminde azalma ve kataraktın temel nedeni olarak değerlendirilmektedir (Kopsell and Kopsell 2006).

Meyve ve sebzelerin CVD, kanser ve diğer kronik hastalıkları önlemesinde karotenoidlerin sorumlu olduğu düşünülmektedir (Kopsell and Kopsell 2006, Kim *et al.* 2007, Rao and Rao 2007). Yani meyve ve sebzelerdeki likopenin LDL'yi (low density lipoprotein-düşük yoğunluklu lipoprotein) oksidasyondan koruduğu için arterosiklorozis ve koroner kalp hastalıklarının gelişimini azalttığı aktarılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Ayrıca karotenoidce zengin meyve ve sebzelerin tüketiminin artması LDL oksidasyon direncini artırmaktadır ve karotenoidlerin yüksek plazma konsantrasyonu düşük DNA zararlanması ve yüksek onarım aktivitesi ile ilişkilendirilmektedir (Southon 2000). Nitekim; Rao and Rao (2007), epidemiyolojik çalışmalarının sonucunda karotenoidlerin diyetle yüksek miktarda alınması ve doku konsantrasyonuyla kronik hastalıkların riskinin düşük olması arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

β-karoten ve likopen, tekli oksijen moleküllerinin ve peroksit radikallerinin rol oynadığı fotooksidatif prosese karşı koruyucu etkiye sahiptir ve diğer antioksidanlarla sinerjetik etki göstermektedir. Ayrıca prostat, akciğer (Greenwald *et al.* 2001, Tapiero *et al*. 2004), kolon ve göğüs kanserlerinin (Tapiero *et al*. 2004) önlenmesinde önemli diyet bileşenleri olduğu ve kandaki likopen seviyesi ile bu kanserlerin riskinin azalması arasında korelasyon bulunduğu aktarılmaktadır. Likopenin mide kanserine (Greenwald *et al.* 2001) ve mide mukozasının zararlanmasına karşı koruduğu yani antiülser özellik gösterdiği ve hormonal dengeyi sağladığı aktarılmaktadır (Burdurlu ve Karadeniz 2003). Greenwald *et al.* (2001); α-karoten, lutein, likopen ve β-kriptoksantinin sırayıyla % 25, 19, 20 ve 18 oranlarıyla akciğer kanserini azalttıklarını saptamışlardır.

Meyve ve sebze tüketimiyle mesane kanseri riski arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada da; lutein, α-karoten, likopen, zeaksantin ve kriptoksantinin mesane kanseri üzerine güçlü koruyucu etkisi olduğu görülmüştür (Hung *et al.* 2006). Astorg (1997)'da kantaksantin, astaksantin ve zeaksantin gibi ksantofillerin antioksidan etkisinin β-karotenden daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Diğer bir çalışmada ise β-karotenin cilt kanseri ve diğer kanser tümörlerinin gelişimini yavaşlattığı veya önlediği belirlenmiştir (Hui 1992).

Domates, mısır ve havuç gibi gıdaların karotenoidlerinin sağlık üzerine etkilerinin bu gıdaların zeytin, kanola veya tekli doymamış yağlarla pişirildiğinde arttığı görülmektedir (Sass-Kiss *et al*. 2005). Ayrıca Tapiero *et al.* (2004), farklı yağlarla domates ürünlerinin tüketimi üzerine yaptığı bir araştırmada domates ürünlerinin zeytin yağı ile tüketiminin plazmadaki antioksidan aktiviteyi arttırdığını ancak bu etkiyi ayçiçek yağının göstermediğini saptamışlardır.

Karotenoidlerin bağışıklık sistemini kuvvetlendirdiği ve gözdeki dokuları koruduğu da belirtilmektedir (Kopsell and Kopsell 2006). Göz sağlığındaki rolü dolayısıyla lutein ve zeaksantin tüketiminin ve serumdaki miktarının yaşa bağlı makular dejenarasyonu içine alan oküler hastalık riski (Mares-Perlman *et al*. 2001) ve katarakt (Brown *et al*. 1999) ile ters ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkinin, göze gelen zarar verici mavi ışığın karotenoidler tarafından absorbe edilmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Krinsky and Johnson 2005).

Karotenoid alımı ile kalp damarı tıkanıklığı, kemik kalsifikasyonu ve sinirsel rahatsızlıklar gibi bazı hastalıkların riskinin azaltılması arasında da kuvvetli bir ilişkinin olduğu aktarılmaktadır (Barba *et al.* 2006).

2.5 Karotenoidlerin Absorbsiyonu ve Biyoyararlılığı

Karotenoidler birçok gıdada hücre içi makromoleküllere sıkı sıkıya bağlı bulunmaktadır. Bu yüzden gıda matriksinden ayrılana kadar absorbsiyonu sınırlanabilmektedir (Hadley *et al*. 2002).

Karotenoidlerin absorbsiyonuna birkaç faktör etki etmektedir. Gıdanın mekanik olarak parçalanmasına ve karotenoidlerin serbest kalmasına neden olan gıdaların işlenmesi ve pişirilmesi karotenoidlerin absorbsiyonunu artırmaktadır. Karotenoidler gastrointestinal mukozal hücrelerde absorbe edilmektedir. Karotenoidler, diyet yağları ve safra asitleri tarafından oluşturulan misellerle birleştikten sonra pasif difüzyonla kolesterole ve trigliseridin lipoliz ürünlerine benzer şekilde bağırsaklarda absorbe edilmektedirler (Parker 1996). Bu misellerle birleşmiş karotenoidler, şilomikronlarla birleşirler ve lenfatik sistemde serbest bırakılırlar. Sonra damarlarda lipoproteinlerle birleşip kan dolaşımına bırakılırlar. β-karoten ve diğer provitamin A aktivitesi olan karotenoidler kısmen A vitaminine çevrilmeden önce öncelikle ince bağırsaktan retinil esterlerine dönüştürülürler (Krinsky and Jonhson 2005). Karotenoidler farklı dokularda farklı şekillerde absorbe edilmektedirler. Karotenoidlerin depolandığı birincil yer adipoz (yağ) dokudur (Hadley *et al*. 2002, Rao and Rao 2007).

Karotenoidlerin yapısal özellikleri, diyet yağı miktarı, yağ asitleri biçimi, lifler ve diğer gıda bileşenleri gibi faktörler misellerdeki karotenoid miktarını ve bir sonraki mukosal transferi etkileyebilmektedir (Hadley *et al*. 2002).

Örneğin şilomikronlardaki likopenin, sonradan damarlarda ve diğer dokularda biriktirilmesinin, lipoproteinlerle tekrar birleşmesinin ve döngüye geri döndürülmesinin nasıl olduğu hakkında yeterli bilgi olmadığı bildirilmektedir. Ayrıca memelilerdeki likopen metabolizması ve degradasyonu hakkında da fazla bilgi olmadığı, insan dokusu ve plazmasında birkaç likopen metabolitin tanımlandığı ve bu metabolitlerden birinin 5,6-dihydroxy-5,6-dihydro-likopen olduğu bildirilmektedir (Hadley *et al*. 2002).

Karotenoidlerin vücutta transferlerinin lipoproteinler aracılığıyla ve pasif difüzyonla absorbe edilmelerinin ve damarlarda ve yağ dokuda depolanmalarının yanı sıra lutein ve zeaksantin gibi karotenoidlerin makula gibi çok özel yerlerde depolandıkları ve buralarda koruyucu etki gösterdikleri aktarılmıştır (García-Casal 2006).

Gıdaların işlenmesi sırasında bağlı karotenoidler serbest kalmakta ve bu da karotenoidlerin biyoyararlılığını artırmaktadır (García-Casal 2006). Pişirme veya ısıl

işlem gibi gıda proseslerinin, hücre duvarlarını parçalayarak likopen ile doku arasındaki bağlayıcı kuvvetleri zayıflatarak likopeni daha kolay erişilebilir yaptığı ve ayrıca *cis* izomerizasyonunu da artırdığı ileri sürülmektedir (Omoni and Aluko 2005). Ayrıca ısıl işlem sonucu oluşan *cis* izomerlerin biyoyararlılığınında all-*trans* likopenden daha yüksek olduğu aktarılmaktadır (Shi and Le Maguer 2000, Qui *et al.* 2006). *In vitro*'da likopenin *cis* izomerinin *trans* izomerine kıyasla absorbsiyonunun tercih edilmesi *cis* izomerin safra asidi misellerinde daha fazla çözünebilir olması ve şilomikronlara daha çabuk dahil olabilmesi şeklinde yorumlanmaktadır (Omoni and Aluko 2005).

2.6 Kuşburnundaki Diğer Biyoaktif Bileşikler

Kuşburnu meyvesi, C ve E vitaminleri, karotenoidler, flavonoid glikozit ve proantosiyanidin gibi fenolik maddeler içermesi nedeniyle güçlü bir antioksidan kaynağıdır (Salminen *et al.* 2005). Gıda ve ilaç sanayinde kullanılma nedeni de bu zengin içeriğinden kaynaklanmaktadır.

C vitamini, beslenme açısından önemli bir bileşen olmasının yanı sıra, doğal antioksidan olması nedeniyle birçok gıdada katkı olarak da kullanılmaktadır. Böylece beslenme değeri gibi gıdaların kalitesini ve ayrıca teknolojik özelliklerini de artırmaktadır (Solomon *et al.* 1995, Larisch *et al.* 1998).

C vitamini denince, L- askobik asit ve dehidro L-askorbik asit akla gelmektedir. Çünkü sadece askorbik asidin bu iki formunun biyolojik aktivitesi mevcuttur. L- askorbik asit, okside olarak dehidro L-askorbik aside dönüşmektedir. Ancak bu reaksiyon geri dönüşümlüdür. Dehidro L-askorbik asit, L- askorbik asidin % 80'i kadar C vitamini aktivitesi göstermektedir.

C vitamininin, elektron vererek birçok bileşik ve enzimi oksidasyona karşı koruduğu ve mükemmel bir antioksidan olduğu aktarılmaktadır (Willcox *et al*. 2003). Suda çözünür bir vitamin olan C vitamini, plazmanın sulu fazındaki peroksit radikallerini tutarak biyolojik membranları ve düşük yoğunluklu lipoproteinleri (LDL) peroksidatif zarardan koruyabilmektedir. Ayrıca, oksijenin metabolik ürünlerinden oluşan toksik serbest

radikallerin tahrip edilmesinde ve kanserojenik nitrozo bileşiklerin oluşmasını önlemede rol oynamaktadır. Buna ilaveten kanserin başlamasına ve/veya teşvik edilmesine neden olan oksidatif zararı engellemektedir. Nitekim, C vitamini ile yemek borusu ve rahim kanserleri arasında koruyucu bir ilişki olduğu aktarılmaktadır (Karadeniz 2000).

Kuşburnu meyvesinde C vitamini içeriğine ilişkin farklı bulgular görülmekte birlikte diğer birçok meyve ve sebzeden daha yüksek konsantrasyonda C vitamini içerdiği bilinmektedir. Nitekim, 100 g kuşburnu meyvesindeki C vitamini miktarı Artık ve Ekşi (1988) tarafından 1010 mg olarak saptanırken, Demir and Özcan (2001) tarafından 2712 mg olarak saptanmıştır. Bu miktarın portakal (40-55 mg/100 g), mandarin (40-50 mg/100 g) gibi C vitamini açısından zengin olduğu bilinen meyvelere kıyasla yaklaşık 25-50 kat daha fazla olduğu görülmektedir.

Kuşburnu, üzüm ve şaraplarda olduğu gibi yüksek miktarda fenolik maddeye sahip olması nedeniyle farmakolojik olarak da dikkat çekmektedir (Razungles *et al.* 1989).

Fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın olarak bulunan sekonder metabolitlerin geniş bir grubudur. Flavonoidler C_6-C_3-C_6 difenilpropan yapısındadır. Bu grup, yapılarına göre sınıflandırılırlar ve taşıdıkları hidroksil grubunun sayısı ve yerine göre de alt sınıflara ayrılmaktadırlar (Karadeniz ve Ekşi 2002). Fenolik maddelerden en yaygın ve çeşitli olanı flavonoidlerdir.

Fenolik bileşiklerin; serbest radikalleri yok edici, antikanserojenik, bağışıklık sistemini düzenleyici, tümör oluşumuna neden olan enzimleri inhibe edici birçok biyokimyasal ve farmakolojik özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir (Zhishen *et al.* 1999, Bermúdez-Soto and Thomas-Barberan 2004*)*. Fenolik bileşiklerin, yapılarındaki hidroksil gruplarından elektron veya hidrojen vererek serbest radikallere etki ettiği ve antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir. Başta flavonoidler olmak üzere pekçok polifenolün hidroksil ve peroksit radikallerini yakalamada çok etkili olduğu bilinmektedir. Polifenoller, metal çelatlarının ve aktif oksijen radikallerinin oluştuğu reaksiyonları inhibe etmektedir. Fenolik bileşiklere olan ilgi, antioksidan, antimutajen olmalarının yanında kanser ve CVD gibi bazı hastalıkları önlemedeki rollerinden de

kaynaklanmaktadır. Epidemiyolojik çalışmalar, fenolik antioksidanların tüketimindeki artış ile CVD ve çeşitli kanser tiplerinin oluşum riskindeki azalma arasında korelasyon olduğunu göstermektedir (Hertog *et al.* 1993, Kris-Etherton *et al.* 2002).

Karakaya and El (1999), kuşburnu ve bazı gıdalardaki kuersetin, luteolin, apigenin ve kaemferol miktarları üzerine yaptıkları çalışmada kuşburnunda sadece kuersetin (16.7 μg/L) bulunduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir araştırmada ise kuşburnu ekstraktında kateşin ve kuersetinin bulunduğu bildirilmektedir (Hvattum 2002).

2.7 Kuşburnu Nektarının Depolanması Süresince Oluşan Kimyasal Esmerleşme Reaksiyonları

Kimyasal esmerleşme reaksiyonları, gıdaların depolanması sırasında gelişen ve ürün kalitesini olumsuz yönde etkileyen reaksiyonlardır.

Rengin esmerleşmesi özellikle kurutulmuş meyve ve sebze ile meyve sularında olumsuz değişimlere neden olmaktadır (Hodge 1953, Labuza and Schmidl 1986). Maillard reaksiyonu daha çok ısıl işleme tabi tutulan ve depolanan ürünlerde oluşmakta ve reaksiyon sonucunda arzu edilmeyen acı bir tat ve koku oluşumu yanında (Stamp and Labuza 1983) besin değerinde kayıplar da (Gazzani *et al.* 1987, O'brien 1996) gözlenmektedir.

Gıdalarda görülen başlıca enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, askorbik asit degradasyonu, karamelizasyon ve Maillard reaksiyonudur. Bunlardan en önemlisi ise Maillard reaksiyonudur. Adını glikoz ve lisin çözeltisinin birlikte ısıtılması sonucu çözelti renginin esmerleştiğini ilk kez belirleyen Fransız bilim adamı Maillard'dan alan bu reaksiyon, başta meyve suları olmak üzere pek çok gıdada rengin esmerleşmesine neden olan kompleks bir seri reaksiyondan oluşmaktadır (Eskin 1990).

Maillard reaksiyonu oluşumunda rol alan başlıca maddeler indirgen şekerler ve proteinlerdeki α-amino nitrojenidir (O'brien 1996). Şekerlerin indirgen özellikte olması yani serbest aldehit yada keton grupları içermesi nitrojenle kolayca tepkimeye girmesini sağlamaktadır.

Maillard reaksiyonunun hızı ortam sıcaklığı, asitliği, su aktivitesi ile ortamda bulunan indirgen şekerler ve aminoasit içeriği ile metal iyonlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Eskin 1990).

Maillard reaksiyonunda genel olarak yüksek pH değerlerinin reaksiyon hızını artırdığı bildirilmektedir (Petriella *et al.* 1985, Baxter 1995). Nitekim, pH değeri 10 olan bir ortamda Maillard reaksiyonunun maksimum düzeyde gerçekleştiği aktarılmaktadır (Ashoor and Zent 1984).

Maillard reaksiyonunun, sıcaklık artışına bağlı olarak da hızlandığı bildirilmekte (Stamp and Labuza 1983, Baxter 1995) ve her 10°C'lik artışının Maillard reaksiyon hızını 4 misli artırdığı aktarılmaktadır (Eskin 1990). Esmerleşme üzerine sıcaklık kadar depolama süresinin de etkili olduğu ve depolama süresi arttıkça Maillard reaksiyonundan kaynaklanan esmerleşmenin de arttığı belirlenmiştir (Toribio and Lozano 1984).

Maillard reaksiyonuna etki eden faktörlerden bir diğeri de ortamın su aktivitesi değeridir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalar genel olarak düşük ve yüksek a_w değerlerindeki ortamlarda Maillard reaksiyon hızının yavaşladığını ortaya koymuştur. Düşük su aktivitesindeki gıdalarda viskozitenin artması Maillard reaksiyonu oluşumunu inhibe etmektedir. Buna karşılık yüksek su aktivitesi değerlerindeki gıdalarda substrat derişimi azalmakta ve reaksiyon hızı düşmektedir (Toribio *et al.* 1984).

Maillard reaksiyonunda şekerlerin reaksiyona katılma öncelikleri birbirinden farklıdır ve aldozlar ketozlara kıyasla daha kolay tepkimeye girmektedir (Namiki 1988). Ayrıca indirgen özelliğinin fazla olması nedeniyle pentozlar heksozlara kıyasla daha öncelikli olarak reaksiyona katılırlar (Eskin 1990). Heksozlar arasında da reaksiyona katılma öncelikleri sırasında farklılıklar söz konusu olmakla birlikte bu farklılıklar ortamın pH değerine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin pH değeri 6 olduğunda glukozun fruktozdan daha aktif olduğu; 6'dan düşük pH değerlerinde ise fruktozun glukoza kıyasla daha aktif duruma geçtiği bildirilmektedir (Buera *et al.* 1987). Buna karşılık

glukozun fruktoza oranla daha fazla aktif olduğu birçok araştırmacı tarafından savunulmaktadır (Canellas *et al.* 1993, Baxter 1995). İndirgen disakkaritlerin reaksiyona katılma sırası ise monosakkaritlerden sonra gelmektedir.

Aminoasitlerden bazik olanların (lisin, β-alanin), asidik olanlara (glutamik asit) kıyasla daha kolay tepkimeye girdiği bildirilmektedir (Namiki 1988). Ayrıca aminoasitler esmerleşmeye etkileri yönünden üç gruba ayrılmaktadır. Birinci grupta esmerleşme üzerine yüksek düzeyde etki eden lisin, glisin, triptofan ve tirozin; ikinci grupta orta düzeyde etkili olan prolin, lösin, izolösin, alanin, hidroksiprolin, fenilalanin, metiyonin, valin aminoasitleriyle L-glutamin ve L-asparajin amidleri ve üçüncü grupta da esmerleşmeyi minimum düzeyde etkileyen histidin, treonin, aspartik asit, glutamik asit ile sistein yer almaktadır (Ashoor and Zent 1984).

Maillard reaksiyonuna metal iyonlarının etkisi ise ovalbumin-glukoz sisteminde meydana gelen esmerleşmede incelenmiş ve Na^{+2}, Fe^{+2} ve Fe^{+3} iyonlarının reaksiyonu hızlandırdığı görülmüştür (Eskin 1990).

Maillard reaksiyonuna bağlı olarak HMF (5-hidroksimetil-2-furaldehit) ve furfural bileşikleri de meydana gelmektedir. Bu durum, aminoasitlerle reaksiyona giren şekerlerin Amadori dönüşümünden sonra enolizasyona uğraması ile açıklanmaktadır (Yaylayan 1990). HMF, Maillard reaksiyonunun yanı sıra asit ortamda şekerlerin parçalanma yoluyla da oluşmaktadır (Resnik and Chirife 1979). Malik, oksalik, tartarik ve süksinik asit gibi organik asitlerin şekerlerin parçalanmasını katalize ettiklerinden dolayı HMF oluşumuna neden olduğu bildirilmektedir (Shinohara *et al.* 1986). HMF, gerek meyve sularının proses aşamasında maruz kaldığı ısıl işlem koşulları hakkında bilgi vermesi, gerekse polimerize olarak esmer renkli pigmentlerin oluşumuna da neden olması açısından önem taşımaktadır (Lee and Nagy 1988a). Sıcaklık ve süre (Lee and Nagy 1988b) ile asitliğin (Nakama *et al.* 1993) artırılması HMF miktarında artışa neden olmaktadır.

Maillard reaksiyonu, kurutulmuş ürünlerde olduğu gibi (Roos and Himberg 1994) bazı gıdalarda istenmeyen koku ve tat oluşumu (Stamp and Labuza 1983) ile besin değeri kaybına (O'brien 1996) neden olmaktadır. Ayrıca Maillard reaksiyonu sonucu oluşan

furan bileşiklerinin mutajen etki gösterdiği ileri sürülmektedir (Nakama *et al.* 1993). Nitekim bakteri DNA'sı üzerine olumsuz yönde etki eden bu bileşiklerden etki düzeyi en fazla olanın HMF olduğu aktarılmaktadır (Shinohara *et al.* 1986).

Maillard reaksiyonu sonucunda antioksidan (Lingnert and Waller 1983) ve antimikrobiyal (Einarsson 1987) nitelikte bileşiklerin oluştuğu çalışmalara sıklıkla raslanmaktadır. Yapılan bir çalışmada triptofan ve glikoz/fruktoz arasındaki reaksiyon sonucu oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin lipit oksidasyonuna etkisi ile aktif oksijen yakalama etkisi incelenmiş ve bu ürünlerin antioksidan etkiyi artırdığı belirlenmiştir (Richardson 2001). Ayrıca birçok model sistemde yapılan araştırmalarda Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidatif etkilerinin olduğu ortaya konulmuş, ısıtılmış histidin ve glikoz ile yapılan denemede, $ORAC_{PE}$ yöntemiyle, peroksit radikallerini yakaladığı belirlenmiştir (Yılmaz and Toledo 2005).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, Gümüşsu A. Ş. (Gümüşhane)'den karton kutu (200 mL) ve cam şişe (250 mL) ambalajlarda temin edilen kuşburnu nektarları kullanılmıştır. Nektarlar laboratuvara ulaştıktan sonra 4 farklı sıcaklıkta (5°, 25°, 35°, 45 °C) 8 ay depolanmış ve 1 ay aralıklarla alınan örneklerde aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir. Deneme 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.2 Yöntem

3.2.1 Suda çözünür kuru madde

Kuşburnu nektarlarında suda çözünür kuru madde miktarı Abbe refraktometresi (NOW, Nippon Optical Work Co., Ltd., Tokyo) ile 20 °C sıcaklıkta belirlenmiş ve sonuçlar briks derecesi (Bx°) olarak ifade edilmiştir.

3.2.2 pH

Örnekler sıvı fazda ve homojen olduğundan hiçbir ön işlem yapılmamıştır. Bu amaçla 50 mL örnek doğrudan alınmış ve pH değeri pH metre (Consort P407, Schott Gerate, Belgium) ile belirlenmiştir.

3.2.3 Renk ölçümü

Depolama sırasında farklı sıcaklıklardaki kuşburnu nektarlarının renk değişimini belirlemek amacıyla Minolta CR-300 (Osaka, Japan) reflektans kolorimetresi kullanılmıştır. Kolorimetre cihazı her kullanım öncesi beyaz seramik plakaya karşı (L = 97,26, a = +0,13, b = +1,71) standardize edilmiştir. Işık kaynağı olarak C ışık kaynağı kullanılmıştır. CIE-L*a*b*renk sistemine göre; L (aydınlatma değeri), +a (kırmızı), +b (sarı), C (kroma-renk yoğunluğu) ve h (hue-renk tonu) değerleri saptanmıştır.

3.2.4 Karotenoid madde tayini

3.2.4.1 Karotenoid madde ekstraksiyonu

Kuşburnu nektarlarında karotenoid madde ekstraksiyonu Ferruzzi *et al.* (1998) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla 10 g kuşburnu nektarı örneği, üzerine 1 g $CaCO_3$ ve 25 mL metanol ilave edilerek 1 dk homojenizatörle (ultra turraks) homojenize edilmiştir. Ardından % 0.01 bütilhidroksitoluen (BHT) içeren aseton: hekzan (1:1 v:v) karışımından 25 mL ilave edilerek 1 dk daha homojenize edilmiş ve Whatman No:1 filtre kağıdı ile Buchner hunisinden vakum pompası yardımıyla süzülmüştür. Filtre kağıdı üzerinde kalan tortu tekrar 25 mL aseton:hekzan karışımı ilave edilerek 1 dk daha homojenizerden geçirilmiştir. Her ekstraksiyon aşamasında elde edilen filtratlar ayırma hunisinde birleştirilmiştir. Hekzan fazının ayrımını hızlandırmak için 10 mL damıtık su ilave edilmiştir. Alttaki faz uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen hekzan fazı 25 mL'lik balon jojelere alınıp çizgisine kadar saf hekzanla tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan ekstraktların absorbansı spektrofotometrede (Unicam UV-VIS (UV-2)) 503 nm dalga boyunda hekzana karşı okunmuştur.

3.2.4.2 Standart karotenoid madde çözeltisinin hazırlanması

β-karoten standardı Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. β-karoten, kloroformda çözündürülüp hekzanla 10 mL'ye tamamlanmıştır. 0.5 mL alınıp azot gazı altında kurutulduktan sonra absorbans değeri 0.3-0.7 arasında olana kadar hekzanla seyreltilmiştir. Stok β-karoten çözeltisinin konsantrasyonu 450 nm'de dalga boyunda β-karotenin absorbsiyon katsayısı ($A_{1cm}^{\%\ 1}$) kullanılarak aşağıda verilen eşitliğe göre belirlenmiştir (Scott 2005).

$$\frac{A \times V \times C^{\%\ 1}}{A_{1cm}^{\%\ 1}}$$

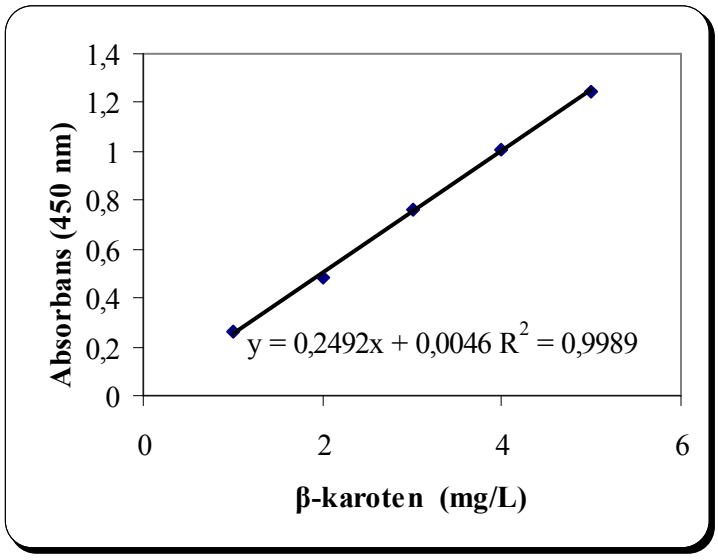
A : Stok çözeltinin absorbansı

V : Seyreltme faktörü

$C^{\%\ 1}$: % 1'lik çözeltinin konsantrasyonu (10 mg/L)

$A_{1cm}^{\%\ 1}$: % 1'lik çözeltinin maksimum dalga boyundaki absorbansı (2592)

Konsantrasyonu saptanan stok çözeltiden belli konsantrasyonlarda alınıp azot gazı altında kurutulduktan sonra hekzanla seyreltilerek 1-5 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan ara stok çözeltileriyle β-karoten standart kurvesi çizilmiştir (Şekil 3.1). Standartların hazırlanmasında kullanılan tüm solventler % 0.1 BHT içermektedir.



Şekil 3.1 β-karoten standart kurvesi

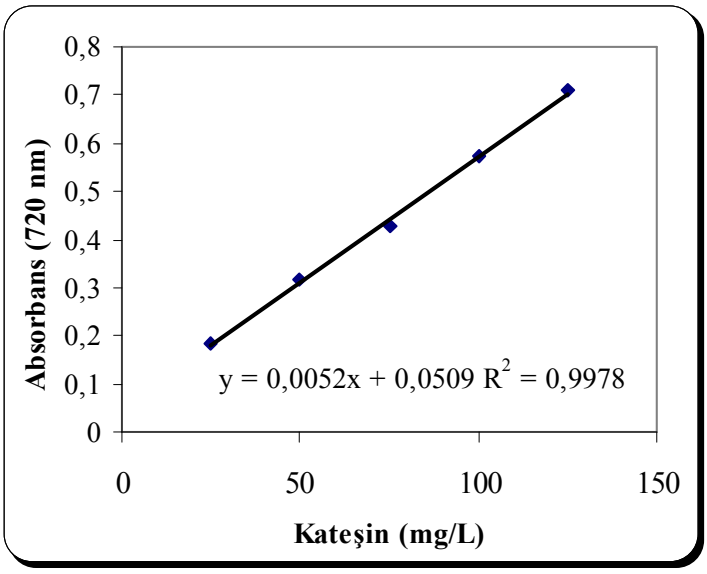
3.2.6 Toplam fenolik madde tayini

Kuşburnu nektarında toplam fenolik madde ekstraksiyonu Shahidi *et al.* (2001) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla kuşburnu nektarından erlene 1g örnek alınmıştır. Üzerine 10 mL % 70'lik metanol ilave edilip çalkalayıcıda 20 dk karışmaya bırakılmıştır. Bundan sonra santrifüj tüpüne alınan örnek 4000 rpm'de 15 dk sanrifüj edilmiştir. Santrifüjden alınan örneklerin üst fazı toplanarak döner buharlaştırıcı balonlarına alınmış ve 45 °C'de tamamen kuruyana kadar evapore edilmiştir. Bu şekilde kuruyan örnekler saf metanolle yıkanarak 25 mL'lik balonlara alınmış ve ölçü çizgisine kadar saf metanolle tamamlanmıştır. Ekstraktlar kaba filtre kağıdından süzülüp elde edilen filtratlar analiz için kullanılmıştır.

Analiz için 0.5 mL filtrat üzerine 7 mL damıtık su ile 0.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilip karıştırıcıda homojen hale gelene kadar karıştırılıp 3 dk beklenmiştir. Bu süre sonunda 2 mL % 20'lik $NaCO_3$ eklenip yine karıştırıcıda karıştırılmış ve 25 °C su

banyosunda reaksiyonun gerçekleşmesi için 1 saat bekletilmiştir. Reaksiyon tamamlandığında spektrofotometrede (Unicam UV-VIS (UV-2)) 720 nm dalga boyunda absorbansı belirlenmiştir.

Toplam fenolik madde sonuçları kateşin üzerinden hesaplanmış ve bu amaçla 25-125 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan standart çözeltilerden kateşin standart kurvesi çizilmiştir (Şekil 3.2).



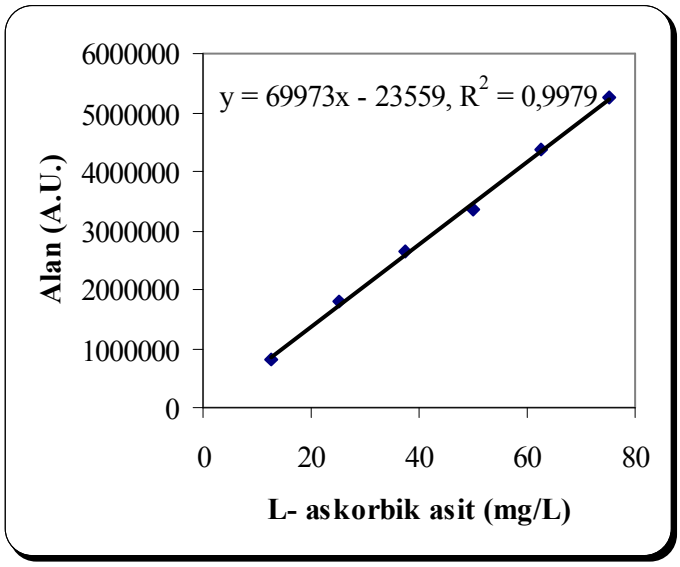
Şekil 3.2 Kateşin standart kurvesi

3.2.7 L-askorbik asit tayini

L-askorbik asit ekstraksiyonu için 5 g örnek alınıp üzerine % 2'lik metafosforikasit (MFA) ilave edilmiş ve 15 dk çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Buradan alınan örnekler kaba filtre kağıdından süzülmüş ve 25 mL'lik ölçü balonlarında ölçü çizgisine kadar % 2'lik MFA ile tamamlanıp kahve rengi şişelere alınmıştır. Ekstraktlar analiz edilinceye kadar -26 °C'de muhafaza edilmiştir. L-askorbik asit ekstraktları 0.45 µm'lik membran filtreden süzüldükten sonra HPLC'ye enjekte edilmiştir (Abushita *et al*. 1997). Analizde kullanılan HPLC, Waters 510 pompa (Millipore Co., Milford, ABD), Waters 486 UV-VIS dedektör (Millipore Co., Milford, USA) ve Millenium 2010 chromatography software (Millipore Co., Milford, USA) kısımlarından oluşmaktadır. Örneklerdeki L-

askorbik asit miktarı, isokratik sistemde 245 nm dalga boyunda Zorbax ODS kolon (5 µm, 250 x 4.6 mm i.d.) ile belirlenmiştir. Mobil faz olarak 1mL/dak akış hızındaki 0.05 M potasyumdihidrojenfosfat (KH_2PO_4) çözeltisi kullanılmıştır (Sanchez-Mata *et al.* 2000).

12.5-75 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan standart çözeltilerden elde edilen standart L-askorbik asit kurvesine göre (Şekil 3.3) sonuçlar hesaplanmıştır.

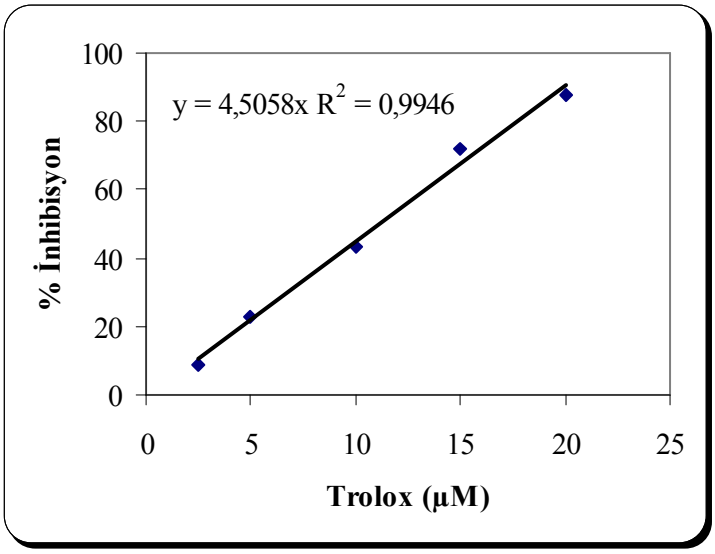


Şekil 3.3 L- askorbik asit standart kurvesi

3.2.8 Antioksidan madde tayini

Kuşburnu nektarında antioksidan madde ekstraksiyonu Dewanto *et al.* (2002)'e göre yapılmıştır. Buna göre, 12.5 g nektar örneği 25 mL % 80'lik aseton kullanılarak 15 dk çalkalayıcıda karıştırılıp kaba filtreden süzülmüştür. Daha sonra filtre üzerinde kalan filtre keki alınıp üzerine 25 mL % 80'lik aseton ilave edilip 15 dk daha çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Tekrar kaba filtreden süzülmüş ve toplanan filtratlar içerisindeki asetonun, % 90'ı uzaklaşıncaya kadar döner buharlaştırıcıda 45 °C sıcaklıkta buharlaştırılmıştır. Balondan % 80'lik aseton ile yıkanarak 10 mL'ye tamamlanan ekstraktlar kahverengi şişelere alınıp -26 °C'de depolanmıştır.

Kuşburnu nektarlarında antioksidan aktivite Re *et al.* (1999) tarafından önerilen Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) yöntemine göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Bu yöntemin esası; 2,2'-azinobis(3-etilbenzothiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) ile potasyum persülfatın ($K_2S_2O_8$) oksidasyon reaksiyonu sonucu oluşturulan ABTS radikali katyonunun ($ABTS^{*+}$), ortama ilave edilen antioksidan maddelerle inhibisyonuna dayanmaktadır. 734 nm dalga boyunda 6 dk boyunca mavi/yeşil renge sahip olan radikalin indirgenerek renksizleşmesi ile belirlenen antioksidan aktivite, absorbanstaki inhibisyon yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Farklı konsantrasyonlardaki standart Troloks (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethychroman-2-carboxylic acid) çözeltilerinden hazırlanan inhibisyon kurvesi Şekil 3.4'de gösterilmektedir.



Şekil 3.4 $ABTS^{*+}$ radikalinin Troloks standardına ait % inhibisyon kurvesi

3.2.9 Hidroksimetilfurfural (HMF) tayini

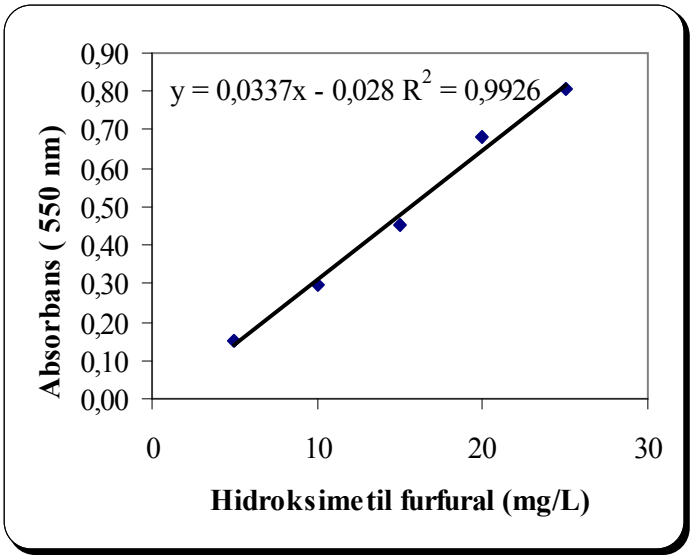
Yöntem, HMF'nin barbitürik asit ve p-toluidin ile kırmızı renkli bileşikler oluşturması esasına dayanmaktadır. Zayıf alkali ortamda gerçekleşen bu analizde oluşan kırmızı rengin koyuluğu, HMF miktarına bağlıdır (Anonymous 1984).

HMF analizinde; kuşburnu nektarlarından 10 mL örnek beherlere alınmış, sodyumbikarbonat ($NaHCO_3$) ilave edilerek pH'sı alkali hale getirilmiştir. Örnekler 100

mL'lik balonlara alınmış ölçü çizgisine kadar damıtık suyla tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler kaba filtre kağıdından süzülmüş ve elde edilen filtrat analiz için kullanılmıştır.

İki ayrı tüpe 2 şer mL filtrat, 5 er mL p-toluidin ve tüplerin birincisine 1 mL saf su diğerine de 1 mL barbitürik asit ilave edilir. Şahit olan birinci tüp ile örneği temsil eden ikinci tüpün absorbansları 550 nm'de okunduktan sonra aradaki fark HMF miktarlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

5-25 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan HMF çözeltilerinden elde edilen standart HMF kurvesi Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5 HMF standart kurvesi

3.2.10 Tepkime kinetiğinin hesaplanması

Farklı ambalajlarda ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarında zamana karşı HMF oluşumu ve L-askorbik asit analizlerinde belirlenen değerlerin; grafiğe işlenmesiyle oluşan grafikten elde edilen doğruların determinasyon katsayısılarına (R^2) bakıldığında HMF oluşumunu sıfırıncı dereceden, C vitamini degredasyonunun ise birinci dereceden tepkine kinetiğine göre geliştiği belirlenmiştir.

3.2.11 Aktivasyon enerjisinin hesaplanması

Reaksiyonun sıcaklık derecesinden etkilenmesi, Arrhenius eşitliği kullanılarak hesaplanan aktivasyon enerjisinden (E_a) belirlenmiştir (Labuza and Riboh 1982).

$$k = k_0 \, . \, e^{-Ea/RT}$$

k : Hız sabiti

k_0 : Frekans faktörü

E_a : Aktivasyon enerjisi (J mol^{-1})

R : Gaz sabiti (8.314 j mol^{-1} K^{-1})

T : Sıcaklık (K)

Bu amaçla; incelenen reaksiyona ilişkin k değerlerinin doğal logaritmaları (ln k) aritmetik ıskalalı bir grafiğin Y eksenine ve bu değerlere karşılık gelen sıcaklık (°K) değerlerinin resiprokali (1/T), aynı grafiğin X eksenine işlenerek linear bir kurve elde edilmiştir. Bu kurveye regresyon analizi uygulanmış ve elde edilen denkleme ait eğim ile gaz sabiti çarpılarak aktivasyon enerjisi hesaplanmıştır.

3.2.12 Q_{10} ve $t_{½}$ değerlerinin hesaplanması

Bir reaksiyonun sıcaklık derecesine bağımlılık düzeyini belirlemek için kullanılan diğer bir ifade de Q_{10} değeri, aşağıda verilen eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Labuza and Schmidl 1985).

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

T_1-T_2 : Reaksiyonun gerçekleştiği sıcaklıklar (°K)

k_1 : T_1 sıcaklığında gerçekleşen reaksiyona ait hız sabiti

k_2 : T_2 sıcaklığında gerçekleşen reaksiyona ait hız sabiti

Yarılanma süresi ($t_{½}$) de aşağıdaki denklemden yararlanılarak belirlenmiştir.

$$t_{½} = \frac{\ln 2}{k}$$

$t_{½}$: Yarılanma süresi

k : Hız sabiti

3.2.13 İstatistiksel analiz

Tüm analizler 2 tekerrürlü olarak yapılmış ve sonuçlar aritmetik ortalama şeklinde verilmiştir. Denemede grup ortalamaları arasındaki farkların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Farklı ambalajlardaki kuşburnu nektarında belirlenen genel özellikler (pH, °Bx), toplam karotenoid madde, L-askorbik asit, HMF oluşumu, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve renk parametreleri (L*, a*, b*, C, h) faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Kuşburnu Nektarının Depolanması Boyunca Bazı Genel Özelliklerindeki Değişim

Karton kutu ve cam şişedeki kuşburnu nektarlarının 8 ay boyunca 5°, 25°, 35° ve 45 °C de depolanması süresince briks (°Bx) değerleri belirlenmiş ve sırasıyla Çizelge 4.1, 4.2' de verilmiştir.

Karton kutudaki örneklerde depolama başlangıcında 15.7 olan briks değeri depolama sonunda her dört sıcaklıkta da 15.3'e düşmektedir. Cam şişede ise 16.2 olan başlangıç değeri depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 16.1, 16.2, 16.1 ve 16.2 olarak belirlenmiştir ve istatistiksel açıdan önemli bir değişim göstermemiştir ($p>0.05$).

Karton kutu ve cam şişedeki kuşburnu nektarlarının 8 ay boyunca 5°, 25°, 35° ve 45 °C de depolanması süresince belirlenen pH değerleri ise sırasıyla Çizelge 4.3 ve 4.4'de verilmiştir.

Karton kutudaki kuşburnu nektarlarının pH değerleri depolama başlangıcında 3.64 olup, 8 ay sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 3.54, 3.53, 3.53, 3.52 olarak belirlenmiştir ve değişim istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Cam şişedeki kuşburnu nektarlarının pH değerleri ise depolama başlangıcında 3.50 iken depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 3.70, 3.69, 3.68 ve 3.65 olarak saptanmıştır. Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarlarında pH değişimi istatistiksel açıdan bütün sıcaklıklarda önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.1 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarındaki değişim

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	15.7±0.525	BC*	15.7±0.525	BC	15.7±0.525	BC	15.7±0.525	BC
1	16.0±0.0	A	16.5±0.0	A	16.5±0.05	A	16.5±0.0	A
2	15.4±0.1	D	15.3±0.1	D	15.3±0.15	D	15.4±0.05	D
3	15.6±0.1	CD	15.5±0.0	CD	15.5±0.0	CD	15.6±0.05	CD
4	15.5±0.0	D	15.5±0.0	D	15.5±0.0	D	15.2±0.05	D
5	15.7±0.05	AB	15.9±0.05	AB	16.0±0.0	AB	16.0±0.05	AB
6	14.9±0.1	E	14.8±0.2	E	14.3±0.2	E	14.3±0.1	E
7	16.2±0.15	A	16.1±0.1	A	16.0±0.1	A	16.1±0.05	A
8	15.3±0.0	D	15.3±0.0	D	15.3±0.0	D	15.3±0.0	D

* : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.2 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince suda çözünür kuru madde (°Bx) miktarındaki değişim

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	16.2±0.05 a*	AB**	16.2±0.05 a	BC	16.2±0.05 a	BC	16.2±0.5 a	B
1	16.0±0.05 b	A	16.7±0.0 a	AB	17.0±0.5 a	A	17.1±0.3 a	A
2	16.2±0.2 a	AB	16.3±0.25 a	BC	16.1±0.1 a	C	16.3±0.0 a	B
3	16.5±0.05 a	A	16.8±0.25 a	A	16.4±0.1 a	BC	16.6±0.05 b	C
4	16.6±0.05 a	A	16.4±0.1 a	ABC	16.6±0.2 a	AB	16.6±0.05 a	B
5	16.5±0.05 a	A	16.2±0.0 a	C	16.4±0.15 a	BC	16.5±0.0 a	B
6	15.4±0.15 ab	C	15.4±0.0 ab	F	15.7±0.05 a	D	15.1±0.0 b	D
7	16.2±0.05 a	AB	16.4±0.2 a	ABC	16.3±0.1 a	BC	16.4±0.15 a	B
8	16.1±0.1 a	AB	16.2±0.1 a	C	16.1±0.1 a	C	16.2±0.15 a	B

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.3 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince pH değişimi

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	3.64±0.0	a* A**	3.64±0.0	a A	3.64±0.0	a A	3.64±0.0	a A
1	3.48±0.075	a B	3.47±0.11	a B	3.49±0.075	a B	3.30±0.03	b C
2	3.34±0.005	a C	3.32±0.015	a C	3.34±0.0	a C	3.35±0.005	a C
3	3.25±0.005	a CD	3.24±0.0	a CD	3.22±0.005	a DE	3.20±0.005	a DE
4	3.16±0.005	a D	3.16±0.005	a D	3.14±0.005	a E	3.08±0.0	a F
5	3.17±0.025	a D	3.19±0.0	a D	3.14±0.0	a E	3.15±0.005	a EF
6	3.06±0.045	b E	3.06±0.005	b E	3.25±0.0	a CD	3.26±0.005	a CD
7	3.53±0.005	a B	3.53±0.005	a B	3.51±0.0	a B	3.53±0.025	a B
8	3.54±0.005	a B	3.53±0.0	a B	3.53±0.005	a B	3.52±0.015	a B

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince pH değişimi

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	3.50±0.0	B*	3.50±0.0	B	3.50±0.0	B	3.50±0.0	B
1	3.28±0.1	E	3.27±0.105	E	3.25±0.085	E	3.17±0.005	E
2	3.47±0.03	C	3.35±0.155	C	3.32±0.13	C	3.43±0.015	C
3	3.40±0.005	C	3.40±0.0	C	3.40±0.0	C	3.30±0.0	C
4	3.20±0.005	DE	3.30±0.0	DE	3.29±0.015	DE	3.30±0.05	DE
5	3.32±0.005	DE	3.260.01	DE	3.32±0.025	DE	3.33±0.015	DE
6	3.41±0.01	CD	3.30±0.06	CD	3.33±0.005	CD	3.26±0.005	CD
7	3.68±0.005	A	3.68±0.005	A	3.68±0.005	A	3.65±0.0	A
8	3.70±0.005	A	3.69±0.005	A	3.68±0.005	A	3.65±0.0	A

* : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

4.2 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarındaki Karotenoid Madde Miktarı Üzerine Etkisi

Karton kutu ve cam şişe ambalajlarda ve 4 farklı sıcaklıkta depolanan kuşburnu nektarındaki karotenoidlerin stabilitesi incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

Farklı ambalajlarda depolanan kuşburnu nektarlarının başlangıç toplam karotenoid madde miktarlarına bakıldığında cam şişedeki örneklerin karton kutudaki örneklere kıyasla daha fazla karotenoid madde içerdiği belirlenmiştir. Cam şişenin başlangıç toplam karotenoid madde miktarı 9.50 mg/L iken karton kutuda 8.23 mg/L'dir. Karton kutu ve cam şişe ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının toplam karotenoid madde miktarı için yapılan varyans analizi sonucunda süre ile sıcaklık değişkenlerinin etkileşimi istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Toplam karotenoid madde miktarının sıcaklığa göre de önemli bir değişim göstermediği saptanmıştır ($p>0.05$). Karton kutu ambalajdaki örneklerin toplam karotenoid madde içeriğinin depolama süresi boyunca değişkenlik gösterdiği; cam şişedeki örneklerde ise depolamanın toplam karotenoid madde miktarlarındaki değişimde etkili olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Bu nedenle cam şişeye ait toplam karotenoid madde miktarına ilişkin tabloda istatistiksel harflendirme yapılamamıştır. Karton kutudaki kuşburnu nektarlarının 5°, 25°, 35°, 45 °C de 8 ay depolanması sonunda toplam karotenoid madde miktarında gözlenen % 0.7, % 1.8, % 5.8 ve % 0.8'lik kaybın istatistik açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Cam şişede ise toplam karotenoid madde miktarında kayıp 5°, 25°, 35°, 45 °C'lerde sırayla % 13.4, % 12.6, % 13.1 ve % 10.4 olarak belirlenmekle birlikte, bu değişimlerin istatistik açıdan önemli olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Cam şişedeki degradasyonun karton kutuya göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun cam şişenin film kaplı olmasına karşın karton kutuya kıyasla ışık geçirgenliğinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, ambalaj materyali, ışık, oksijen ve depolama koşulları gibi faktörlerin karotenoidlerin oksidasyonu üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Rodrigez-Amaya 2001).

Çizelge 4.5 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında toplam karotenoid madde değişimi (mg/L)*

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	8.23±0.215	CD**	8.23±0.215	CD	8.23±0.215	CD	8.23±0.215	CD
1	9.61±0.675	AB	8.09±0.15	AB	8.47±0.035	AB	9.29±0.25	AB
2	7.72±0.34	A	9.29±0.715	A	9.74±0.155	A	10.19±0.375	A
3	7.49±0.5	E	7.10±0.38	E	7.42±0.02	E	7.61±0.03	E
4	8.26±0.08	CD	7.94±0.015	BCD	8.73±0.35	CD	8.61±0.28	BCD
5	8.81±0.41	ABC	8.25±0.4	ABC	8.90±0.13	ABC	8.95±0.435	ABC
6	7.72±0.465	D	8.08±0.09	D	7.89±0.205	D	8.42±0.765	D
7	7.98±0.855	D	8.23±0.405	D	8.20±0.145	D	7.82±0.045	D
8	8.17±0.28	D	8.08±0.205	D	7.75±0.185	D	8.16±0.14	D
% Değişim	-0.7		-1.8		-5.8		-0.8	

* : Toplam karotenoid madde β-karoten cinsinden verilmiştir.

**: Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.6 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında toplam karotenoid madde değişimi (mg/L)*

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)			
	5	25	35	45
0	9.50±0.295	9.50±0.295	9.50±0.295	9.50±0.295
1	9.33±0.045	9.47±0.29	9.39±0.045	10.13±0.05
2	9.06±0.02	9.47±0.305	9.39±0.22	10.13±0.285
3	8.80±1.2	9.10±0.79	9.06±2.89	10.10±1.95
4	8.44±0.84	8.55±0.235	9.65±0.39	9.22±0.35
5	8.36±0.285	8.44±0.62	8.82±0.38	9.49±0.41
6	8.32±0.115	8.84±0.5	9.23±0.52	9.69±0.54
7	8.71±0.16	8.90±0.03	9.02±0.195	9.47±0.345
8	8.23±0.035	8.30±0.15	8.26±0.08	8.51±0.005
% Değişim	-13.4	-12.6	-13.1	-10.4

*: Toplam karotenoid madde β-karoten cinsinden verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen toplam karotenoid madde bulgularının Hodisan *et al.* (1997)'nin bulguları ile (78.5 µg/g) uyumlu olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Razungles *et al.* (1989) (224 mg/kg) ve Böhm *et al.* (2003)'e (129-229.3 mg/kg) göre çok düşük miktarlardadır. Bunun kuşburnu varyetesi, çeşidi, yetişme koşulları ve proses koşullarındaki farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim; üretici firma ile yapılan görüşmede kuşburnu nektarı prosesinde kurutulmuş meyvenin kullanıldığı bildirilmiştir. Kurutma prosesinde karotenoidlerin oksidasyona duyarlı olduğu birçok çalışmada belirtilmektedir. Nitekim; Arya *et al.* (1979), güneşte kurutulan havuçlarda hızlı bir β-karoten kaybı olduğunu aktarmaktadır. Park (1987) ise dondurma, çözündürme, pişirme ve kurutma işlemlerinin karotenoid madde miktarını önemli düzeyde azalttığını saptamıştır.

Farklı sıcaklıklarda depolamanın toplam karotenoid madde üzerine önemli bir etkisinin olmadığı karton kutu ve cam şişe ambalajlardaki kuşburnu nektarlarında sırasıyla EK 1 (Şekil 1 ve 2)'de görülmektedir.

4.3 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Kuşburnu Nektarında Hidroksimetilfurfural Oluşum Kinetiği

Karton kutu ve cam şişedeki kuşburnu nektarlarının 5°, 25°, 35° ve 45 °C sıcaklıklarda depolanması süresince kimyasal esmerleşme kriterlerinden olan HMF oluşumu da incelenmiş ve elde edilen bulgular sırasıyla Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Kutu ve şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında HMF oluşumu için yapılan varyans analiz sonucunda depolama süresi ve sıcaklık etkenlerinin etkileşimi istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre cam şişe ve karton kutudaki kuşburnu nektarlarında 8 ay sonunda sırasıyla 45 °C'de % 267.40 ve % 272.65 artış saptanmıştır. HMF konsantrasyonundaki artış miktarları 5 °, 25 °, 35 °C'ler de sırasıyla karton kutuda % 15.79, % 76.84, % 182.12; cam şişede ise % 7.88, % 60.66, % 62.93 olarak bulunmuştur. Bu artış miktarlarının karton kutuda 25°, 35°, 45 °C'lerde; cam şişe ambalajda 35 ° ve 45 °C'lerde istatistik açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.7 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince HMF oluşumu (mg/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	28.19±1.78 a*	A**	28.19±1.78 a	C	28.19±1.78 a	D	28.19±1.78 a	F
1	34.42±1.93 b	A	29.38±0.295 b	C	31.16±5.20 ab	CD	45.40±3.71 a	E
2	23.44±0.89 b	A	25.37±0.15 b	C	38.28±7.12 a	D	45.40±2.67 a	E
3	28.34±2.23 c	A	33.53±5.94 c	C	40.66±2.97 b	CD	63.50±2.97 a	D
4	30.12±0.445 b	A	34.87±4.6 b	C	39.17±2.38 b	D	64.40±2.37 a	D
5	36.21±6.83 c	A	36.50±2.38 c	BC	52.23±1.48 b	BC	77.89±5.49 a	C
6	29.08±5.34 c	A	37.39±2.52 c	C	53.71±4.75 b	B	87.39±6.08 a	BC
7	25.37±8.75 d	A	48.08±4.16 c	AB	68.55±3.86 b	A	96.15±0.595 a	AB
8	32.64±3.56 d	A	49.85±2.97 c	A	79.53±8.31 b	A	105.05±4.75 a	A
% Değişim	+15.79		+76.84		+182.12		+272.65	

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

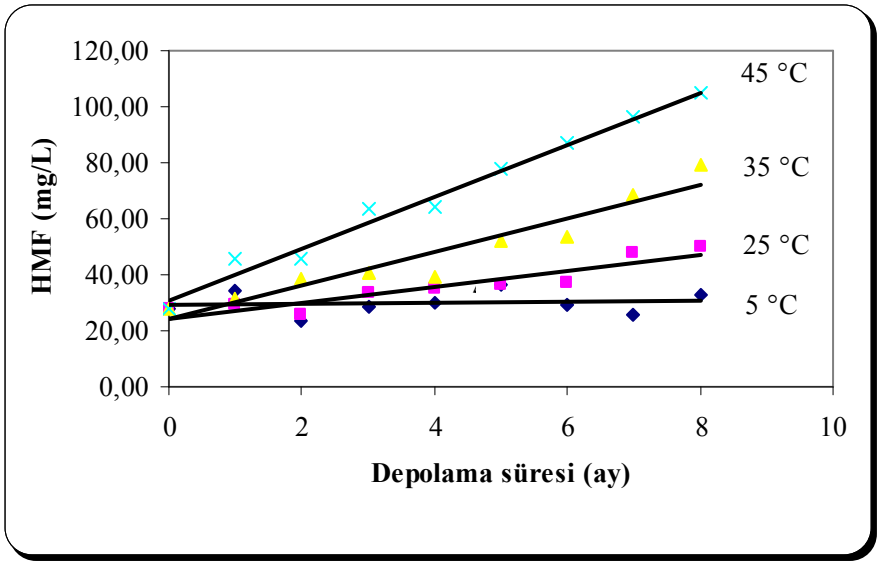
Çizelge 4.8 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince HMF oluşumu (mg/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	26.41±0.89 a*	A**	26.41±0.89 a	A	26.41±0.89 a	BC	26.41±0.89 a	D
1	18.99±2.37 a	A	21.07±1.48 a	A	25.97±2.53 a	BC	27.00±2.67 a	D
2	19.29±356 a	A	21.50±2.96 a	A	24.50±1.48 a	BC	29.23±2.52 a	D
3	20.77±0.0 b	A	21.96±0.89 b	A	23.15±0.0 b	C	54.90±11.6 a	C
4	21.22±6.97 b	A	28.19±5.04 b	A	25.52±0.595 b	BC	49.85±3.86 a	C
5	25.82±3.86 b	A	29.97±11.0 b	A	35.01±6.52 b	ABC	57.12±1.04 a	C
6	22.26±0.0 c	A	29.08±1.48 bc	A	38.28±2.08 b	AB	83.68±0.3 a	B
7	20.47±0.89 c	A	30.56±1.78 bc	A	39.47±1.19 b	AB	79.53±2.38 a	B
8	28.49±3.86 b	A	42.43±10.4 b	A	43.03±2.38 b	A	97.03±0.89 a	A
% Değişim	+7.88		+60.66		+62.93		+267.4	

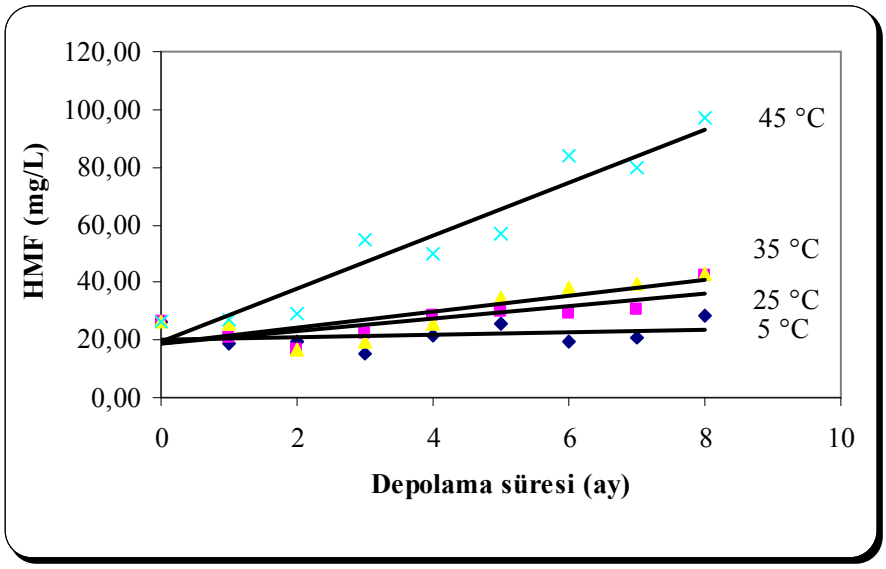
* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarlarında HMF oluşumunda depolama süresi dikkate alınırsa 25 °C'de 6. ve 7. aydan, 35 °C'de 5. ve 6. aydan ve 45 °C'de ise 1. ve 2. aydan itibaren istatistik açıdan önemli bir değişim belirlenmiştir ($p<0.05$). Cam şişe ambalajlı nektarda ise HMF oluşumunda 35 °C'de 7. ve 8. aydan ve 45 °C'de 3. ve 4. aydan itibaren önemli bir değişimin meydana geldiği görülmektedir ($p<0.05$).

Karton kutu ve cam şişede 5º, 25º, 35º ve 45 ºC sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolanan kuşburnu nektarlarında oluşan HMF konsantrasyonuna ilişkin değerler depolama süresine karşı grafiğe aktarılmıştır. Ancak 5 °C'de depolanan örneklerde HMF oluşum düzeyinde önemli bir değişim saptanmadığından, kinetik hesaplamalarda değerlendirmeye alınmamıştır. Aritmetik ve logaritmik skalalı grafiklerin determinasyon katsayıları (R^2) karşılaştırılmış ve kuşburnu nektarlarındaki enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun sıfırıncı dereceden kinetiğe göre geliştiği belirlenmiştir (Şekil 4.1, 4.2).



Şekil 4.1 Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumu



Şekil 4.2 Cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumu

Kimyasal esmerleşme reaksiyonlarının sıfırıncı dereceden tepkime kinetiğine göre geliştiği diğer birçok çalışmada da bildirilmektedir. Nitekim; Burdurlu (2001) elma suyu konsantresinde enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonunun sıfırıncı dereceden tepkime kinetiğine göre geliştiğini saptamıştır. Diğer taraftan bu reaksiyonun birinci dereceden (Robertson and Samaniego 1986, Ibarz *et al.* 1999, Tosi *et al.* 2002) ve ikinci dereceden (Shallenberger and Mattick 1983) kinetik modellere uyduğuna ilişkin verilere de rastlanmaktadır. Kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşum kinetiğine ait parametrelerin hesaplanmasında kullanılan denklemler Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9 Kuşburnu nektarında depolama süresince HMF oluşumuna ait denklemler

Ambalaj	Sıcaklık (C°)	Sıfırıncı dereceden reaksiyona ait denklem	Determinasyon katsayısı (R^2)
Karton kutu	5	y = 0.1633x + 28.938	0.0118
	25	y = 2.8291x + 21.760	0.8500
	35	y = 5.9987x + 17.946	0.9115
	45	y = 9.3004x + 21.648	0.9834
Cam şişe	5	y = 0.3954x + 21.052	0.1005
	25	y = 1.9289x + 20.192	0.6394
	35	y = 2.4998x + 20.864	0.7015
	45	y = 9.1863x + 10.151	0.9246

Karton kutu ve cam şişedeki kuşburnu nektarlarında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonuna ait aktivasyon enerjisi (E_a) değerleri de hesaplanmış ve Arrhenius grafikleri sırasıyla EK 2 (Şekil 1 ve 2)'de verilmiştir. Buna göre 8 ay süreyle farklı sıcaklık ve ambalajlarda depolanan kuşburnu nektarlarında hesaplanan E_a, karton kutu için 47 kj mol^{-1}, cam şişe için ise 61 kj mol^{-1} olarak bulunmuştur. Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında aktivasyon enerjisi üzerine farklı bulgular mevcuttur. Bozkurt *et al* (1999), pekmezde 49.7-103 kj mol^{-1}; Burdurlu (2001), elma suyunda 65°, 70° ve 75° Bx için sırasıyla 21.3, 21.4 ve 21 kcal mol^{-1}; Burdurlu *et al.* (2006), portakal, limon, greyfurt ve mandalina için sırasıyla 80.02, 43.41, 53.52 ve 74.76 kcal mol^{-1} ve Koca *et al.* (2007) ise haşlanmış kuru havuçlarda 25.3 kcal mol^{-1}, haşlanmamış kuru havuçlarda ise 25.9 kcal mol^{-1} olarak saptamışlardır. Ayrıca elma suyu model çözeltisinde HMF oluşumuna dair aktivasyon enerjisinin 28-39.6 kcal mol^{-1} olduğu (Resnik and Chirife 1979) armut püresinde ise 27.5 kcal mol^{-1} olduğu (Tosi *et al*. 2002) bildirilmektedir.

Kuşburnu nektarında HMF oluşumuna ait Q_{10} değerleri ise Çizelge 4.10'da verilmektedir. Bu değerler; 25°-35°C, 35°-45°C, 25°-45°C'ler için sırasıyla karton kutuda 2.12, 1.55, 1.88 ve cam şişede 1.30, 3.67 ve 2.18 olarak bulunmuştur . Elde edilen verilere göre reaksiyon hızında en fazla artış cam şişe ambalajda sıcaklığın 35°C'den 45 °C'ye artmasıyla meydana gelmektedir.

Kuşburnu nektarında depolama sırasında HMF oluşumunun başlıca Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca askorbik asit degradasyonunun ve asidik ortamda oluşması dolayısıyla şeker degradasyonunun da (Lee and Nagy 1988a, Ibarz *et al*. 1999) HMF oluşumuna etkili olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 4.10 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonuna ait Q_{10} değerleri

Parametre	Sıcaklık	Karton kutu	Cam şişe
HMF	25-35	2.12	1.30
	35-45	1.55	3.67
	25-45	1.81	2.18

4.4 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarında Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi

Kuşburnu nektarındaki fenolik maddelerin depolama boyunca karton kutu ve cam şişedeki değişimleri sırasıyla Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

Karton kutu ve cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarının toplam fenolik madde miktarları için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi ve sıcaklık değişkenlerinin etkileşimi istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarındaki toplam fenolik madde miktarlarının başlangıç değerleri karton kutuda 1695 mg kateşin/L, cam şişede 1967 mg kateşin/L düzeyinde bulunmuştur. Karton kutudaki kuşburnu nektarlarının 5°, 25°, 35°, 45 °C sıcaklıklarda 8 ay depolama sonunda toplam fenolik madde miktarlarında sırasıyla % 7.49, % 23.66, % 29.20, % 40.41; cam şişedeki örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinde ise % 1.72, % 5.39, % 12.60, % 36.92 kayıp saptanmıştır. Bu değişimlerin karton kutu ambalajda 25°, 35° ve 45°C'lerde, cam şişe ambalajda ise 5°, 35° ve 45 °C'lerde istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Kuşburnunda toplam fenolik madde içeriğine ilişkin farklı araştırmalar bulunmaktadır. Su *et al.* (2007), kuşburnunun % 50 aseton ve % 80 metanol ekstraklarının toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 5.09±0.14 mg GAE/g ve 2.59±0.14 mg GAE/g olarak saptamışlardır. Su *et al.* (2007)'ün bulguları ile bu çalışmada saptanan kuşburnu nektarlarının başlangıç toplam fenolik madde içerikleri benzerlik göstermektedir. Yoo *et al.* (2008) ise kuşburnunun toplam fenolik madde içeriğini 815.5±1.0 mg GAE/100g olarak belirlemişlerdir. Ancak bu çalışmayla uyumlu olmayan sonuçlar da bulunmaktadır. Kuşburnunun toplam fenolik madde miktarını; Gao *et al*. (2000) ortalama 76.26 mg GAE/g, Ercişli (2007) ise kuru ağırlıkta 73-96 mg GAE/g olduğunu saptamışlardır. Bu yüksek konsantrasyonların aksine Karakaya and El (1999), kuşburnu infüzyonunda fenolik madde dağılımına ilişkin yaptıkları çalışmada 16.7 µg/L düzeyinde kuersetin bulunduğu, ancak luteolin, apigenin ve kamferol bulunmadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.11 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince toplam fenolik madde değişimi (mg kateşin/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)											
	5			25			35			45		
0	1695±36.1	a*	A**	1695±36.1	a	A	1695±36.1	a	A	1695±36.1	a	A
1	1376±67.3	a	C	1388±7.2	a	BC	1462±28.9	a	B	1397±60.1	a	BC
2	1337±106	a	C	1433±33.7	a	BC	1409±24	a	B	1275±48.1	a	CDE
3	1570±16.8	b	AB	1491±15.1	a	A	1373±12	c	BC	1327±12.1	bc	B
4	1662±12.1	a	A	1491±48.1	b	B	1373±2.4	b	BC	1327±24	b	BCD
5	1563±24	a	AB	1375±20	bc	BC	1486±101	ab	B	1275±19.3	c	CDE
6	1431±50.5	a	BC	1416±45.6	a	BC	1217±57.7	b	C	1123±16.8	b	EF
7	1460±45.7	a	BC	1277±2.4	b	C	1222±4.8	b	C	1184±16.3	b	DE
8	1568±72.1	a	AB	1294±48	b	C	1200±505	b	C	1010±43.3	c	F
% Değişim	-7.49			-23.66			-29.20			-40.41		

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.12 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince fenolik madde değişimi (mg kateşin/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)											
	5			25			35			45		
0	1967±9.6	a*	BC**	1967±9.6	a	BC	1967±9.6	a	AB	1967±9.6	a	A
1	1861±144	b	E	1904±127	a	BC	1743±89	a	C	1789±0.0	a	B
2	1933±144	a	CD	1972±52.8	ab	BC	1871±33.7	a	BC	1753±60.1	a	BC
3	2118±36.1	a	AB	2097±96.2	ab	AB	1936±16.8	b	AB	1977±86.5	a	A
4	2205±7.2	a	A	2219±2.4	a	A	2087±38.4	b	A	1611±52.8	a	CD
5	1919±62.5	b	CD	2121±101	a	AB	1837±0.0	b	BC	1633±21.6	a	BCD
6	2020±38.4	a	BC	1861±0.0	ab	CD	1741±9.6	b	C	1549±76.9	a	D
7	1765±62.5	a	BC	1775±106	a	D	1708±9.6	b	C	1359±12	a	E
8	1933±36	a	DE	1861±14.4	ab	CD	1719±16.9	b	C	1246±38.5	a	E
% Değişim	-1.72			-5.39			-12.60			-36.92		

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Spanos *et al.* (1990); elma suyunun konsantrasyonu aşamasında fenolik madde değişimin az olduğunu, konsantrenin 25 °C'de 9 ay depolanmasında sinnamik degradasyonunun % 36, kuersetin ve florotinglikozit degradasyonunun % 60 ve prosiyanidin kaybının ise % 100 olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Karadeniz (1994) ise elma suyu konsantresinin oda sıcaklığında 3 ay depolanmasıda fenolik madde çeşidine göre kayıpların olduğunu ve % 1.7-45.9 arasında değiştiğinin, kaybın depolamanın 10. ayında ise % 5.9-61 düzeyinde olduğunu belirlemiştir. Karton kutu ve cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarlarının depolama süresince toplam fenolik madde miktarlarındaki değişim grafikleri EK 1 (Şekil 3 ve 4)'de görülmektedir.

4.5 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Kuşburnu Nektarlarında L-Askorbik Asit Parçalanma Kinetiği

Karton kutu ve cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarındaki L-askorbik asidin depolama boyunca değişimi sırasıyla Çizelge 4.13 ve 4.14'de verilmiştir. Karton kutu ve cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında L-askorbik asit miktarları için yapılan varyans analiz sonucunda depolama süresi ve sıcaklık parametrelerinin etkileşimi istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kutu ve cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında L-askorbik asit miktarı depolama başlangıcında karton kutuda 296.8 mg/L; cam şişede 446.1 mg/L olarak belirlenmiştir. L-askorbik asidin depolama boyunca 5°, 25°, 35°, 45 °C'de sırasıyla karton kutuda % 23.4, % 69.4, % 90.9 ve % 98.7 ve cam şişede ise % 36.5, % 56.3, % 80.9 ve % 97.1'lik kayba uğradığı görülmektedir. Bu değişimlerin karton kutu ve cam şişe ambalajda bütün sıcaklıklar için istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarlarında L-askorbik asit parçalanma reaksiyonunda depolama süresi dikkate alındığında 25 °C'de 1. ve 2. aydan, 35 ° ve 45 °C'de ise 0. ve 1. aydan itibaren istatistik açıdan önemli değişim belirlenmiştir ($p<0.05$). Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarındaki L-askorbik asit parçalanma reaksiyonunda ise depolama süresi dikkate alındığında karton kutuda olduğu gibi 25 °C'de 1. ve 2. aydan, 5° ve 45 °C'de ise 0. ve 1. aydan itibaren önemli değişim meydana geldiği görülmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.13 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince L-askorbik asit değişimi (mg/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)			
	5	25	35	45
0	296.8±15.0 a* A**	296.8±15.0 a A	296.8±15.0 a A	296.8±15.0 a A
1	294.0±0.0 a A	292.8±9.75 a A	231.1±7.25 b B	184.7±28.4 c B
2	289.0±6.06 a A	216.3±8.71 b B	204.4±13.0 b B	119.9±5.32 c BC
3	254.5±28.5 a AB	204.3±25.8 b B	154.5±3.18 c C	118.6±1.46 c BC
4	229.7±31.8 a B	174.3±13.1 b BC	128.1±8.57 c C	79.9±18.3 d CD
5	291.3±3.08 a A	176.4±24.1 b BC	118.4±20.7 c CD	41.9±8.56 d DE
6	257.9±32.4 a AB	204.4±.095 b B	82.4±14.5 c DE	22.4±0.24 d E
7	274.8±5.62 a AB	146.7±23.8 b C	66.2±1.69 c EF	8.0±0.175 d E
8	227.7±6.07 a B	90.9±3.45 b D	27.2±4.03 c F	3.8±0.345 c E
% Değişim	-23.4	-69.4	-90.9	-98.7

* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.14 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince L-askorbik asit değişimi (mg/L)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)			
	5	25	35	45
0	446.1±14.9 a* A**	446.1±14.9 a A	446.1±14.9 a A	446.1±14.9 a A
1	422.9±104 a AB	413.1±0.005 a A	363.7±9.33 ab B	322.5±5.24 b B
2	369.5±15.8 a BC	291.9±9.78 b B	220.4±5.79 c C	127.3±23.8 c C
3	343.9±1.54 a CD	296.8±5.88 ab B	249.5±6.38 b C	186.0±12.4 c CD
4	332.1±23.4 a CD	278.2±1.29 b B	220.7±11.1 b C	127.8±23.2 c DE
5	374.9±5.22 a BC	278.5±5.29 b B	222.9±7.90 b C	95.1±0.065 c EF
6	393.4±4.93 a ABC	309.2±16.7 b B	190.5±8.53 c CD	50.4±2.73 d FG
7	335.6±1.12 a CD	262.3±15.1 b B	132.6±8.45 c DE	25.8±0.025 d G
8	282.8±4.60 a D	195.2±4.84 b C	84.8±7.14 c E	13.2±0.59 d G
% Değişim	-36.5	-56.3	-80.9	-97.1

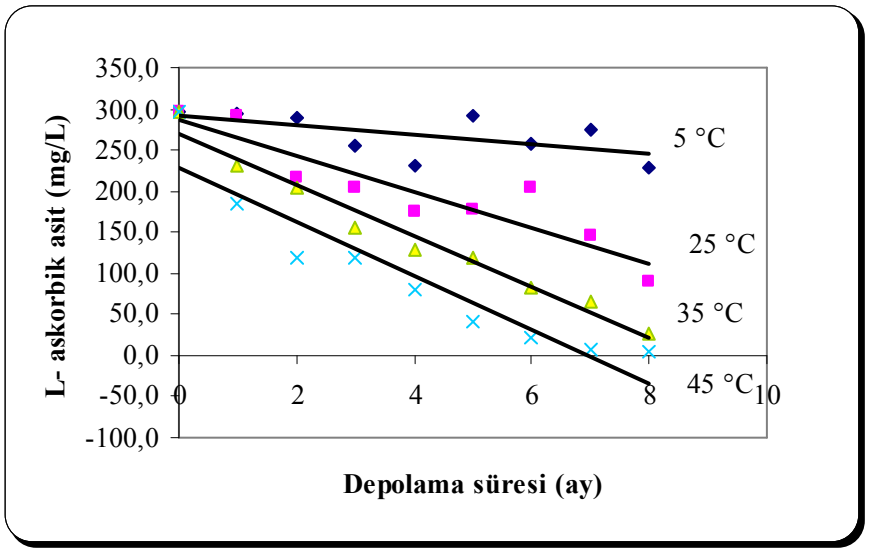
* : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).
** : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Kuşburnu meyvesinde L-askorbik asit miktarının 1010 mg/100g (Artık ve Ekşi 1988) olduğu bildirilmektedir. Keleş ve Kökosmanlı (1996) ise kuşburnu meyvesinin olgunluk düzeyine, varyeteye ve farklı bölgelerden elde edilmesine göre C vitamininin farklılık gösterdiğini ve 71.79 mg/100g – 850 mg/100g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kuşburnu çaylarından elde edilen infüzyonların 200 mL'sinde 2.89±0.37– 15.02±1.03 mg arasında L-askorbik asit olduğu aktarılmıştır (Acar ve Demir 1996). Kuşburnu pulpu, marmeladı ve nektarında askorbik asit miktarlarının ise sırasıyla 350, 165 mg/100g ve 110 mg/100mL olduğu aktarılmaktadır (Yamankaradeniz 1983b).

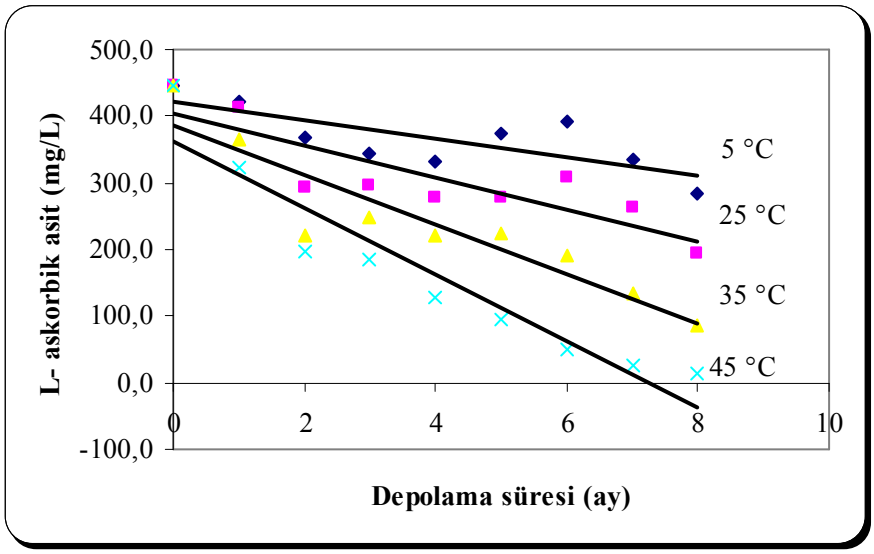
Proses sırasında L-askorbik asit miktarlarında önemli düzeyde değişkenlik görüldüğü birçok çalışmada bildirilmektedir. Kuşburnu çayı üretiminde L-askorbik asidin farklı varyetelere göre proses sırasında % 70.03- 79.94 düzeyinde kayba uğradığı saptanmıştır (Keleş ve Kökosmanlı 1996). Karhan *et al.* (2004); kuşburnu meyvesindeki L-askorbik asidin 150-170 mg/100g olduğunu bundan elde edilen pürede ise 21-22 mg/100g düzeyine indiğini dolayısıyla % 86.5 düzeyinde bir kayıp olduğunu saptamışlardır.

Farklı ambalajlarda 5º, 25º, 35º ve 45 ºC sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolanan kuşburnu nektarlarında saptanan L-askorbik asit miktarları depolama süresine karşı grafiğe aktarılmıştır. Ancak 5 °C'de depolanan örneklerde L-askorbik asit degradasyonuna ilişkin determinasyon katsayısı çok düşük olduğundan kinetik hesaplamalarda değerlendirmeye alınmamıştır. Aritmetik ve logaritmik skalalı grafiklerin determinasyon katsayıları (R^2) karşılaştırılmış ve kuşburnu nektarındaki L-askorbik asit parçalanma reaksiyonunun birinci dereceden tepkime kinetiğe göre geliştiği belirlenmiştir (Şekil 4.3, 4.4).

L-askorbik asit degradasyonunun birinci dereceden tepkime kinetiğine göre geliştiği birçok çalışmada da (Huelin 1953, Johnson and Toledo 1975, Lathrop and Leung 1980, Johnson *et al.* 1995, Lee and Coates, 1999) bildirilmiştir. Ancak sıfırıncı dereceden (Laing *et al.* 1978) yada ikinci dereceden (Robertson and Samaniego 1986) tepkime kinetiğine göre parçalandığına ilişkin veriler de bulunmaktadır.



Şekil 4.3 Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarının depolama süresince L-askorbik asit degradasyonu



Şekil 4.4 Cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarının depolama süresince L-askorbik asit degradasyonu

Kuşburnu nektarlarında depolama süresince L-askorbik asit degradasyon kinetiğine ait parametrelerin hesaplanmasında kullanılan denklemler Çizelge 4.15'de verilmektedir.

Çizelge 4.15 Kuşburnu nektarında depolama süresince gözlenen L-askorbik asit degradasyonuna ait denklemler

Ambalaj	Sıcaklık (C°)	Birinci dereceden reaksiyona ait denklem	Determinasyon katsayısı (R^2)
Karton kutu	5	y = -0.0098x + 2.4758	0.3533
	25	y = -0.0512x + 2.5344	0.8025
	35	y = -0.1114x + 2.6335	0.9185
	45	y = -0.2263x + 2.8256	0.9413
Cam şişe	5	y = -0.016x + 2.642	0.5789
	25	y = -0.0334x + 2.644	0.7472
	35	y = -0.0729x + 2.6949	0.8682
	45	y = -0.1815x + 2.9119	0.9582

Kuşburnu nektarlarında ayrıca L-askorbik asit degradasyonuna ait aktivasyon enerjisi (E_a) değerleri de hesaplanmış ve Arrhenius grafikleri EK 2 (Şekil 3 ve 4)'de gösterilmiştir. Buna göre 8 ay süreyle depolanan kuşburnu nektarlarındaki L-askorbik asit degradasyonuna ilişkin E_a, karton kutu için 58.6 kj mol^{-1}, cam şişe için ise 66.6 kj mol^{-1} olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Karhan *et al.* (2004)'un kuşburnu pulpunda belirlediği askorbik asit degradasyon kinetiğine ait E_a (47.5 kj mol^{-1}) ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Burdurlu *et al.* (2006), yaptıkları çalışmada L-askorbik asit degradasyonun birinci dereceden reaksiyon kinetiğine uyduğunu; portakal, limon, greyfurt ve mandalinaya ait E_a'ların sırasıyla 25.10, 12.77, 18.37 ve 18.94 kcal $mol^{-}1$ olduğunu saptamışlardır. Manso *et al.* (2001), aerobik koşullarda portakal sularında askorbik asit parçalanma kinetiğinin birinci dereceden tepkime kinetiğine uyduğunu ve aktivasyon enerjisinin ise 38.6 kj mol^{-1} olduğunu saptamışlardır. Portakal suyu serumunda aktivasyon enerjisi Johnson *et al.* (1995) tarafından 30 kcal mol^{-1} olarak bildirilmiştir; Laing *et al.* (1978)'de orta nemli model bir sistemde L-askorbik asidin parçalanmasına ilişkin aktivasyon enerjisini 14-17 kcal mol^{-1} olarak saptamışlardır.

Kuşburnu nektarlarında L-askorbik asit parçalanmasına ait Q_{10} ve $t_{1/2}$ değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. 25°-35°C, 35°-45°C, 25°-45°C'ler için Q_{10} değerleri sırasıyla karton kutuda 2.18, 2.03, 2.10 ve cam şişede 2.18, 2.49 ve 2.33 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre hem karton kutu hem de cam şişe için 10 °C'lik sıcaklık artışının tepkimeyi yaklaşık 2 kat artırdığını göstermektedir. Kuşburnu nektarlarındaki L-askorbik asidin parçalanmasına ilişkin yarılanma ömrü ise 25°, 35° ve 45 °C'lerde

sırasıyla cam şişe için 9.01 ay, 4.13 ay, 1.66 ay; karton kutu için 5.88 ay, 2.70 ay ve 1.33 ay olarak saptanmıştır. Burdurlu *et al.* (2006) turunçgil sularında 28°, 37° ve 45°C'ler de L-askorbik asidin $t_{1/2}$ değerleri için yaklaşık aynı sonuçlar elde etmişlerdir (2.72-24.75 hafta).

Çizelge 4.16 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıkta depolanan kuşburnu nektarında L-askorbik asit degradasyonuna ait Q_{10} ve $t_{1/2}$ değerleri

Parametre	Sıcaklık (°C)	Karton kutu	Cam şişe
Q_{10}	25-35	2.18	2.18
	35-45	2.03	2.49
	25-45	2.10	2.33
$t_{1/2}$ (ay)	25	5.88	9.01
	35	2.70	4.13
	45	1.33	1.66

4.6 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarında Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Kuşburnu nektarların 8 ay süreyle 5°, 25°, 35° ve 45 °C'lerde depolanması sırasında TEAC yöntemine göre belirlenen antioksidan aktivite değerleri karton kutu ve cam şişede sırasıyla Çizelge 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.

Karton kutu ve cam şişe ambalajlardaki kuşburnu nektarlarında antioksidan aktivite değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda depolama süresi ile sıcaklık değişkenlerinin etkileşimi istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Cam şişe ve karton kutu ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının depolanma öncesi antioksidan aktivite düzeyleri sırasıyla 845 µmol Troloks/100 mL ve 660 µmol Troloks/100 mL olarak saptanmıştır. 5°, 25°, 35° ve 45 °C'lerde cam şişede 8 ay depolama sonunda kuşburnu nektarlarının antioksidan aktivite değerlerinde sırasıyla % 10.7, % 11.2, % 16.6, % 27.8'lik kayıp gözlenmiştir. Bu değerler karton kutudaki örneklerde ise sırasıyla % 3.8, % 6.1, % 11.4 ve % 27.3 olarak belirlenmiştir. Bu değişimlerin, sıcaklık değişimlerine bağlı olmaksızın karton kutu ambalajda önemli olmadığı ancak cam şişede önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.17 Farklı sıcaklıklarda depolanan karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince antioksidan aktivite değişimi (µmol Troloks/100 mL)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	660±60	ABC*	660±60	ABC	660±60	ABC	660±60	ABC
1	625±75	BC	690±20	BC	690±10	BC	610±30	BC
2	600±60	AB	660±110	AB	810±20	AB	810±20	AB
3	695±45	A	700±20	A	740±10	A	825±15	A
4	655±15	BC	650±40	BC	675±5	BC	640±20	BC
5	745±135	AB	725±15	AB	670±20	AB	670±50	AB
6	645±85	C	585±25	C	575±55	C	555±5	C
7	650±50	AB	735±45	AB	690±10	AB	720±20	AB
8	635±15	C	620±130	C	585±25	C	480±30	C
% Değişim	-3.8		-6.1		-11.4		-27.3	

* : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.18 Farklı sıcaklıklarda depolanan cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında depolama süresince antioksidan aktivite değişimi (µmol Troloks/100 mL)

Depolama (ay)	Sıcaklık (°C)							
	5		25		35		45	
0	845±5	A*	845±5	A	845±5	A	845±5	A
1	855±55	AB	715±125	AB	820±100	AB	715±105	AB
2	920±10	A	780±20	A	800±30	A	855±35	A
3	815±15	AB	715±175	AB	825±85	AB	860±70	AB
4	925±15	A	920±10	A	700±90	A	720±20	A
5	935±5	A	920±20	A	850±50	A	745±125	A
6	735±85	AB	880±0.0	AB	770±110	AB	690±25	AB
7	710±80	AB	755±15	AB	805±5	AB	825±25	AB
8	755±5	B	750±30	B	705±15	C	610±10	C
% Değişim	-10.7		-11.2		-16.6		-27.8	

* : Aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

Kuşburnunun antioksidan aktivite düzeyinin belirlenmesine ilişkin değişik çalışmalar bulunmaktadır. Kuşburnu antioksidan aktivite düzeyini, Gao *et al*. (2000) 457.2-626.2 µmol TEAC/g kuru madde; Yoo *et al.* (2008) 900.2±0.9 mg VCE/100g düzeyinde belirlemişlerdir. Su *et al*. (2007) ise kuşburnunun % 50 aseton ve % 80 metanol ekstraktlarının antioksidan aktivite düzeylerini sırasıyla 379±2.81 ve 190±4.81 µmol TEAC/g olarak saptamışlardır. Yapılan çalışmaların hiçbiri bu çalışmadaki kuşburnu nektarlarının başlangıç antioksidan aktivite düzeyleriyle uyum göstermemektedir. Karton kutu ve cam şişe ambalajlaı kuşburnu nektarlarının depolama süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişim garfikleri EK 1 (Şekil 5 ve 6)'de görülmektedir.

Kuşburnunda başlıca antioksaidan bileşiklerin karotenoidler, C vitamini ve fenolik bileşikler olduğu ayrıca HMF'ninde antioksidan etkisinin olduğu bildirildiğinden (Lingnert and Waller 1983) bu kriterler ile antioksidan aktivite ile arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Ancak TEAC yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite ile toplam karotenoid, L-askorbik asit, toplam fenolik madde miktarları ve HMF olşumu arasında bir ilişki saptanamamıştır ($p<0.05$). Nitekim; Erge (2007), domateste toplam fenolik madde, karotenoid bileşikler ile antioksidan aktivite korelasyon olmadığını saptanmıştır. Bununla birlikte L-askorbik asit ile antioksidan aktivite arasında da önemli bir ilişki belirlemiştir. Koca (2006) ise havuç çeşitlerinin toplam karotenoid madde miktarları ile antioksidan aktiviteleri arasındaki ilişkinin çeşitlere göre değiştiğini saptamıştır.

4.7 Farklı Ambalajlarda ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Kuşburnu Nektarında Renk Değişimi Üzerine Etkisi

Farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarında depolama süresince renk değişimi karton kutu ve cam şişede sırasıyla EK 3 (Çizelge 1 ve 2)'de görülmektedir.

Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarlarının reflektans kolorimetresi ile ölçülen L*, a*, b*, C ve h değerleri incelendiğinde; başlangıç değeri 23.2 olan L* parametresi depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 23.91, 23.43, 23.13 ve 22.39 olarak saptanmıştır.

a* parametresi depolama başlangıcında 2.75 iken depolama süresi sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 3.22, 3.29, 3.11 ve 2.81 olarak belirlenmiş ve bu değişimler bütün sıcaklıklarda istatistik açıdan önemli görülmüştür. b* parametresinde ise başlangıç değeri 4.39 iken depolama süresi sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 5.32, 4.62, 3.72 ve 2.63 olarak saptanmıştır ve sadece 45 °C'de önemli değişim olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

C parametresinin depolama süresi başlangıcında değeri 5.16; sonunda ise 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 7.40, 5.67, 4.85 ve 3.85'dir. Sadece 5° ve 45 °C'lerdeki değişimlerin önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$). h parametresi ise başlangıçta 58.0 iken 8 ay depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 59.2, 57.9, 56.9 ve 55.3 olarak saptanmıştır ve bu değişimler 25°, 35° ve 45 °C'deki önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarlarının reflektans kolorimetresi ile ölçülen L*, a*, b*, C ve h değerleri incelendiğinde, başlangıç değeri 25.06 olan L* parametresi; depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 24.92, 24.55, 23.94 ve 22.85 olarak saptanmıştır ve bu değişimler bütün sıcaklıklarda önemli görülmüştür ($p<0.05$).

a* parametresi ise depolama başlangıcında 3.12 iken depolama süresi sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 3.52, 3.43, 3.42 ve 3.45 olarak belirlenmiş ve depolama süresi boyunca değişimin önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). b* parametresinde başlangıç değeri 5.91 iken depolama süresi sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 6.51, 6.10, 6.54 ve 4.24 olarak belirlenmiş ve bu değişimlerin sadece 5° ve 45 °C'de önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

C parametresi depolama süresi başlangıcında 6.58; sonunda ise 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 7.40, 6.99, 6.51 ve 5.47 olarak saptanmıştır ve 5° ve 45 °C'lerdeki bu değişimlerin önemli olduğu görülmektedir ($p<0.05$). h parametresi ise başlangıçta 62.3 iken 8 ay depolama sonunda 5°, 25°, 35° ve 45 °C'de sırasıyla 61.7, 60.7, 58.3 ve 50.9 olarak belirlenmiştir ve bu değişimlerden 35° ve 45 °C'deki değişim önemli görülmektedir ($p<0.05$).

5. SONUÇ

1. Farklı ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının başlangıç briks değerleri karton kutu ambalajda 15.7 ve cam şişe ambalajda ise 16.2 olarak saptanmıştır. °Bx değerleri karton kutudaki örneklerde tüm sıcaklıklarda 15.3, cam şişedeki örneklerde ise 5°, 25°, 35°, 45 °C'lerde sırasıyla 16.1, 16.2, 16.1 ve 16.2 olarak belirlenmiştir.

   Karton kutu ve cam şişedeki kuşburnu nektarlarının başlangıç pH değerleri sırasıyla 3.64 ve 3.50 olarak belirlenmiştir. Depolama süresince karton kutudaki kuşburnu nektarlarının pH değerleri 5°, 25°, 35° ve 45°C'de sırasıyla 3.54, 3.53, 3.53, 3.52 olarak; cam şişedeki örneklerde ise sırasıyla 3.70, 3.69, 3.68 ve 3.65 olarak belirlenmiştir. Bu değişimlerin her iki ambalaj çeşidinde de istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

2. Farklı sıcaklıklarda ve farklı ambalajlarda depolanan kuşburnu nektarlarının depolama başlangıcında toplam karotenoid madde miktarları karton kutu ambalajda 8.23 mg/L, cam şişe ambalajda ise 9.50 mg/L olarak saptanmıştır. Depolama süresi boyunca karton kutuda 5°, 25°, 35°, 45 °C'lerde sırasıyla % 0.7, % 1.8, % 5.8, % 0.8 ve cam şişede yine sırayla % 13.4, % 12.6, % 13.1 ve % 10.4'lük bir azalış görülmüştür. Ancak bu değişimlerin istatistik açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

3. Farklı sıcaklıklarda ve farklı ambalajlarda depolanan kuşburnu nektarlarının depolama süresi başlangıcında HMF miktarları karton kutu ambalajda 28.19 mg/L, cam şişe ambalajda ise 26.141 mg/L olarak saptanmıştır. HMF konsantrasyonundaki artış 5°, 25°, 35 °C'ler de sırasıyla karton kutuda % 15.79, % 76.88, % 182.12; cam şişede ise % 7.88, % 60.66, % 62.99 olarak bulunmuştur. Bu artış miktarlarının karton kutuda 25°, 35°, 45 °C' lerde; cam şişe ambalajda ise 35° ve 45 °C'lerde istatistik açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca kuşburnu nektarlarındaki HMF oluşumunun sıfırıncı dereceden kinetiğe göre geliştiği belirlenmiştir. Hesaplanan

E_a değerleri, karton kutu için 47 kj mol^{-1}, cam şişe için ise 61 kj mol^{-1} olarak bulunmuştur. Kuşburnu nektarında HMF oluşumuna ait Q_{10} değerleri ise 25°-35°C, 35°-45°C, 25°-45°C' ler için sırasıyla karton kutuda 2.12, 1.55, 1.88 ve cam şişede 1.30, 3.67 ve 2.18 olarak saptanmıştır.

4. Farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarındaki toplam fenolik madde miktarlarının başlangıç değerleri karton kutuda 1695 mg kateşin/L, cam şişede 1967 mg kateşin/L düzeyinde bulunmuştur. Karton kutudaki kuşburnu nektarlarının 5°, 25°, 35°, 45 °C sıcaklıklarda 8 ay depolama sonunda toplam fenolik madde miktarlarında sırasıyla % 7.49, % 23.66, % 29.20, % 40.41; cam şişedeki örneklerin toplam fenolik içeriklerinde ise % 1.72, % 5.39, % 12.60, % 36.92 kayıp saptanmıştır. Bu değişimlerin karton kutu ambalajda 25°, 35° ve 45°C'lerde, cam şişe ambalajda ise 35° ve 45°C' lerde istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

5. Kutu ve cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarında L-askorbik asit miktarı depolama başlangıcında karton kutuda 296.8 mg/L; cam şişede 446.1 mg/L olarak belirlenmiştir. L-askorbik asidin depolama boyunca 5°, 25°, 35°, 45 °C'de sırasıyla karton kutuda % 23.4, % 69.4, % 90.9 ve % 98.7 ve cam şişede ise % 36.5, % 56.3, % 80.9 ve % 97.1'lik kayba uğradığı görülmektedir. Bu değişimlerin karton kutu ve cam şişe ambalajda bütün sıcaklıklar için istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca kuşburnu nektarlarındaki L-askorbik asit parçalanma reaksiyonunun birinci dereceden kinetiğe göre geliştiği belirlenmiştir. Hesaplanan E_a değerleri, karton kutu için 58.6 kj mol^{-1}, cam şişe için ise 66.6 kj mol^{-1}'dür. 25°-35°C, 35°-45°C, 25°-45°C'ler için Q_{10} değerleri sırasıyla karton kutuda 2.18, 2.03, 2.10 ve cam şişede 2.18, 2.49 ve 2.33 olarak bulunmuştur. Kuşburnu nektarlarında $t_{1/2}$ değerleri ise 25°, 35°ve 45 °C'lerde sırasıyla cam şişe için 9.01 ay, 4.13 ay, 1.66 ay; karton kutu için 5.88 ay, 2.70 ay ve 1.33 ay olarak saptanmıştır.

6. Cam şişe ve karton kutu ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının depolanma öncesi antioksidan aktivite düzeyleri sırasıyla 845 µmol Troloks/100 mL ve 660 µmol Troloks/100 mL olarak saptanmıştır. 5°, 25°, 35° ve 45 °C'lerde cam şişede 8 ay depolama sonunda kuşburnu nektarlarının antioksidan aktivite değerlerinde sırasıyla % 10.7, % 11.2, % 16.6, % 27.8'lik kayıp gözlenmiştir. Bu değerler karton kutudaki örneklerde ise sırasıyla % 3.8, % 6.1, % 11.4 ve % 27.3 olarak belirlenmiştir. Bu değişimlerin, sıcaklık değişimlerine bağlı olmaksızın karton kutu ambalajda önemli olmadığı ancak cam şişede önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

7. Karton kutu ve cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarlarının antioksidan aktivite düzeyine toplam karotenoid madde, toplam fenolik madde, L-askorbik asit miktarları ve HMF oluşumunun etkisi incelenmiştir ancak bu parametrelerle antioksidan aktivite arasında korelasyon saptanmamıştır.

KAYNAKLAR

Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Dadood, H.G. and Biacs, P.A. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. Food Chem., 60, 207-212.

Acar, J. ve Demir, N. 1996. Kuşburnu ürünlerinin bazı mineral madde ve Cvitamini içeriklerinin saptanması. Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Gümüşhane, 5-6 Eylül, s. 239-244.

Anonymous. 1951. Methods of vitamin assay. The Association of vitamin chemists Inc. Interscience publishers, 301 p., New York.

Anonymous. 1984. International federation of fruit juice producer methods. Analysen-Analyses. Zug, Switzerland, 1962-1974, 12,1-2.

Artık, N. ve Ekşi, A. 1988. Bazı yabani meyvelerin (kuşburnu, yemişen, alıç, yaban mersini, kızamık) kimyasal bileşimi üzerine araştırma. Gıda Sanayi. 9, 33-34.

Arya, S.S., Natesan, V., Parihar, D.B. and Vijarayaghavan, P.K. 1979. Stability of carotenoids in dehidrat carrots. Journal pf Food Technology, 14, 579-586.

Ashoor, S. H. and Zent, J. B. 1984. Maillard browning of common aminoacids and sugars. J. of Food Sci., 49, 1206-1207.

Astorg, P. 1997. Foodcarotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trend in Food Science & Thecnology. 8, 406-413.

Barba, A.I.O., Hurtado, M.C., Mata, M.C.S., Ruiz, V.F. and de Tejada, M.L.P. 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β-carotene in vegetables. Food Chem., 95, 328-336.

Baxter, J. H. 1995. Free amino acid stability in reducing sugar systems. J. of Food Sci., 60 (2), 405-408.

Bermudez-Soto, M.J. and Tomas-Barberan, F.A. 2004. Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. Food Res. Technol., 219, 133-141.

Bozkurt, H., Göğüş, F. and Eren, S. 1999. Nonenzimatik browning reaction in boiled grape juice and its models during storage. Food Chemistry, 64, 89-93.

Böhm, V. , Putpitasarı-Nienaber, N. L. , Ferruzzi, M. G. and Schwartz, S. J. 2002. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of alfa-karoten, beta-karoten, lycopene and zeaxanthin. J. Agric. Food Chem. 50, 221-226.

Böhm, V., Fröhlich, K. and Bitsch, R. 2003. Rosehip- a "new" source of lycopene?. Moleculer Aspect of Medicine. 24, 385-389

Bramley, P.M. 2000. Is lycopene benefical to human health?. Phytocemistry. 54, 233-236.

Brown, L., Rimm, E.B., Seddon, J.M., Giovannucci, E.L., Chasan-Taber, L., Spiegelman, D., Willett, W.C. and Hankinson, S.E. 1999. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. Am. J. Clin. Nutr., 70, 517-524.

Buera, M. D., Chirife, J., Resnik, S. L. and Graciela, W. 1987. Nonenzymatic browning in liquid model systems of high water activity: Kinetics of color changes due to Maillard's reaction between different single sugars and glycine and comparison with caramelization browning. J. of Food Sci., 52(4), 1063-1067.

Burdurlu, H.S 2001. Elma suyu konsantresinin depolanması sırasında oluşan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyon kinetiği. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 44 s., Ankara.

Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. 2003. Likopen ve sağlık. Standart. 500, 21-26.

Burdurlu, H.S., Koca, N. and Karadeniz, F. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of Food Engineering. 74, 211-216.

Canellas, J., Rossello, C., Simal, S., Soler, L. and Muset, A. 1993. Storage conditions affect quality of raisins. J. of Food Sci., 58(4), 805-809.

Chandler, L.A. and Schwartz, S.J. 1987. HPLC separation of *cis-trans* carotene isomers in fresh and processed fruits and vegetables. J. Food Sci., 52, 669-672.

Demir, F. and Özcan, M. 2001. Chemical and technological properties of rosa (Rosa *canina* L.) fruits grown wild in Turkey. Journal of Food Engineering. 47, 333-336.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. and Liu, R.H. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J. Agric. Food Chem., 50, 3010-3014.

Einarson, H. 1987a. The effect of pH and temperature on the antibacterial effect of Maillard reaction products. Lebensm-Wiss. U.- Technol., 20, 56-58.

Einarson, H. 1987b. The effect of time, temperature, pHand reactans on the formation of antibacterial compouds in the Maillard reaction. Lebensm-Wiss. U.- Technol., 20, 51-55.

Ercişli, S. 2007. Chemical composition of fruit in some rose (Rosa spp.) species. Food Chemistry, 104, 1379-1384.

Erge, H.S. 2007. Domateste (*Lycopersicum esculentum*) karotenoid madde dağılımı ve antioksidan aktivite. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 91s., Ankara.

Eskin, N.A.M. 1990. Biochemistry of food processing: Browning reactions in foods. In ' Biochemistry of Foods ', second edition, Academic Press, p. 240-295, London.

Ferruzzi, M.G., Sander, L.C., Rock, C.L. and Schwartz, S.J. 1998. Carotenoid determination in biological microsamples using liquid chromatography with a coulometric electrochemical array detector. Anal. Biochem., 256, 74-81.

Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V. and Uggla, M. 2000. Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol axtracts in different test systems. J. of the Science of Food and Agriculture, 80, 2021-2027.

García-Casal, M. N. 2006. Carotenoids increase iron absorption from ceral-based food in the human. Nutrition Research. 26, 340-344.

Gazzani, G., Vagnarelli, P., Cuzzoni, M. T. and Mazza, P. G. 1987. Mutagenic activity of the Maillard reaction products of ribose with different aminoacids. J. of Food Sci., 52(3), 757-760.

Greenwald, P. Clifford, C. K. and Miller, J. A. 2001. Diet and cancer prevention. Europe Journal of Cancer. 37, 948-965.

Gregory , J.F. 1996. Vitamins. In "Food Chemistry", O.R. Fennema (Ed). Chapter 8. pp: 531–616. University of Wisconson- Madison. Marcel Dekker Inc., New York.

Hadley, C. W., Miller, E. C., Schawartz, S. and Clinton, S.K. 2002. Tomatoes, lycopene and prostate cancer: progress and promise. Experimental Biology and Medicine. 227, 869-880.

Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H. and Van de Putte, B. 1993. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices. J. Agric. Food Chem., 41: 1242-1246.

Hodge, J. E. 1953. Dehydrated foods: Chemistry of browning reactions in model system. J. Agric. Food Chem., 1, 928-943.

Hodisan, T., Socaiu, C., Ropan, I. and Neamtu, G. 1997. Carotenoid composition of Rosa *canina* fruits determined by thin-layer chromatography and high-performance liquid chromatography. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 16, 521-528.

Huelin, F. E. 1953. Studies on the anaerobic decomposition of ascorbic acid. Food Research, 18, 633–639.

Hui, Y. H. 1992. Carotenoids. In Encyclopedia of Food Science and Technology Volume 1, Y. H. Hui, M. Bickford, J. Mclver, R. A. Compise, G. Spellissy, L. J. Humphreys, C. A. Treacy, J. T. Steen, M. Kemedy and C. Carmony (ed), pp 293-301, John Wiley &Sons, INC, Newyork.

Hung, R. J., Zhang, Z., Rao, J. Y., Pantuck, A., Reuter, V. E., Heber, D. and Lu, Q. 2006. Protective effects of plasma carotenoids on the risk of bladder cancer. The Journal of Urology. 176, 1192-1197.

Hvattum, E. 2002. Determination of phenolic compounds in rose hip (Rosa *canina*) using liquid chromatography coupled to electrospray ionisation tandem mass spectrometry and diyode-array detection. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 16, 655-662.

Ibarz, A., Paga´n, J., and Garza, S. 1999. Kinetic models for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures. Journal of Food Engineering, 39, 415–422.

Johnson, R. L. and Toledo, R. T. 1975. A research note: Storage stability of 55_ Brix orange juice concentrate aseptically packaged in plastic and glass containers. Journal of Food Science, 40, 433–434.

Johnson, J. R., Braddock, R. J. and Chen, C. S. 1995. Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: Experimental rate constants. Journal of Food Science, 60(3), 502–505.

Kalt, W. , Forney, C. F. , Martin, A. and Prior, R. L. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. J. Agric. Food Chem. 47(11), 4638-4644.

Kalt, W. 2005. Effects of production and processing factors on major fruit and vegetable antioxidants. Journal of Food Science. 70, R11-R19.

Karadeniz, F. 1994. Elma suyunda fenolik madde dağılımı ve konsantreya işleme sırasındaki değişimi. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 80 s., Ankara.

Karadeniz, F. 2000. Turunçgil meyveleri ve meyve sularında kanser önleyici fitokimyasallar. Gıda 12, 85-89.

Karadeniz, F. ve Ekşi, A. 2002. Gıdalardaki başlıca fenolik bileşikler. Dünya Gıda. Ocak, 80-85.

Karakaya, S. and El, S.N. 1999. Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol content of some foods. Food Chemistry. 66, 289-292.

Karhan, M., Aksu, M., Tetik, N. and Turhan, I. 2004. Kinetic modeling of anaerobic thermal degredation of ascorbic asid in rose hip (Rose canina L.) pulp. J. of Food Quality, 27, 311-319.

Keleş, F. ve Kökosmanlı, M. 1996. Kuşburnu ve kuşburnu çayında C vitamini. Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Gümüşhane, 5-6 Eylül, 245-252.

Khachik, F., Beecher, G. R. and Goli, M. B. 1991. Separation, identification and qualification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid cromatography. Pure and Applied Chemistry, 63, 71-80.

Khachik, F., Goli, M. B., Beecher, G. R., Holden, J., Lusby, W. R., Tenorio, M. D. and Barrera, M. R. 1992. Effect of food preperation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several gren vegetables. J. Agricultural Food Chemistry. 40, 390-398.

Kim, Y., Giraud, D. W. and Driskell, J. A. 2007. Tocopherol and carotenoid content of selected Korean fruits and vegetables. Journal of Food Composption and Analysis. 20, 458-465.

Koca, N. 2006. Havuçlarda (Daucus *carota* L.) karotenoidler ve antioksidan aktivite. Doktora tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, 81 s., Ankara.

Koca, N., Burdurlu, H.S. and Karadeniz, F. 2007. Kinetics of colour changes in dehydrated carrots. Journal of Food Engineering. 78, 449-455.

Kopsell, D.A. and Kopsell, D.E. 2006. Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. Trends Plant Sci., 11, 499-507.

Krinsky, N. I. and Johnsan, E. J. 2005. Carotenoid action and their relation to healty and diseae. Moleculer Aspects of Medicine. 26, 459-516.

Kris-Etherton, P., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E. and Etherton, T.D. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. The American Journal of Medicine, 9B (113): 71S-88S.

Labuza, T. P. and Riboh, D. 1982. Theory and application of Arrhenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. Food Technol., 66-74.

Labuza, T.P. and Schmidl, M.K. 1985. Accelerated shelf-life testing of foods. Food Technol. 39(9), 57-62,64.

Labuza, T. P. and Schmidl, M. K. 1986. Advances in the control of browning reactions in foods. In ' Role of Chemistry in the Quality of Processed Food.', O. R. Fennema, W. H. Chang and C. Y. Lee (Ed.), Food and Nutrition Press, 65 p., Westport, Conn.

Laing, B. M., Schlueter, D. L. and Labuza, T. P. 1978. Degradation kinetics of ascorbic acid at high temperature and water activity. Journal of Food Science, 43(5), 1440–1443.

Landrum, J.T. and Bone, R.A. 2001. Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. Arch. Biochem. Biophys, 385, 28-40.

Larisch, B., Groß, U. and Pischetsrieder, M. 1998. On the reaction of L-ascorbic acid with propylamine under various conditions: quantification of the main products by HPLC/DAD. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung A, 206, 333–337.

Lathrop, P. J. and Leung, H. K. 1980. Rates of ascorbic acid degradation during thermal processing of canned peas. Journal of Food Science, 45, 152–153.

Lee, H.S. and Nagy, S. 1988a. Relationship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. Food Technol., 91-97.

Lee, H.S. and Nagy, S. 1988b. Quality changes and nonenzymatic browning intermediates in grapefruit juice during storage. Journal of Food Science, 53(1), 168–171.

Lee, H.S. and Coates, G. A. 1999. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: A storage study. Food Chemistry, 65, 165–168.

Lin, C.H. and Chen, B.H. 2005. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. Food Chemistry. 90, 837-846.

Lingnert, H. and Waller, G.R. 1983. Antioxidants formed from histidine and glucose by the Maillard reaction. J. Agric. Food Chem., 31, 27-30.

Manso, M. C., Oliveira F.A.R., Oliveira, J.C. and Frias, J.M. 2001. Modeling ascorbik acid thermal degretaion and browning in orange juice under aerobic condition. International Journal of Food Science and Technology, 36, 303-312.

Mares-Perlman, J.A., Fisher, A.I., Klein, R., Palta, M., Block, G. Millen, A.E. and Wright, J.D. 2001. Lutein and zeaxanthin in the diet and serum and their relation to age-related maculopathy in the third national health and nutrition examination survey. Am. J. Epidemiol., 153, 424-432.

Nakama, A., Kim, E., Shinohara, K. and Omura, H. 1993. Formation of furfural derivatives in amino-carbonyl reaction. Biosci. Biotech. Biochem, 57(10), 1757-1759.

Namiki, M. 1988. Chemistry of Maillard reactions: Recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. In 'Advances in Food Research', C. O. Chichester, B.S. Schweigert (Ed.), Academic Press, vol.32, p. 116-184, London.

O'brien, J. 1996. Stability of trehalose, sucrose and glucose to nonenzymatic browning in model systems. J. of Food Sci., 61(4), 679-682.

Oliver, J. and Palou, A. 2000. Chromatographic determination of carotenoids in foods. Journal of Chromatography A, 881, 543-555.

Olson, J.A. 1994. Absorption, transport and metabolizm of carotenoids in human. Pure and Applied Chemistry, 66, 1011-1016.

Omoni, A.O. and Aluko, R.E. 2005. The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene a review. Trends Food Sci. Technol., 16, 344-350.

Park, Y.W. 1987. Effect of freezing, thawing, drying and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. Journal of Food Science, 52, 1022-1025.

Parker, R. S. 1996. Absorbtion, metabolism and trasport of carotenoids. FASEB Journal. 10, 542-551.

Petriella, C., Resnik, S. L., Lozano, R. D. and Chirife, J. 1985. Kinetics of deteriorative reactions in model food systems of high water activity: Color changes due to nonenzymatic browning. J. of Food Sci., 50, 622-626.

Qiu, W., Jiang, H., Wang, H. and Gao, Y. 2006. Effect of high hydrostatic pressure on lycopene stability. Food Chemistry. 97, 516-523.

Rao, A.V. and Honglei, S. 2002. Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. Nutr. Res., 22, 1125-1131.

Rao, A. V. and Rao, L. G. 2007. Carotenoids ana human health. Pharmological Research. 55, 207-216.

Razungles, A., Oszmianski, J. and Sapis, J. 1989. Determination of carotenoids in fruits of Rosa *sp.* (Rosa *canina* and Rosa *rugosa*) and of chokeberry (Aronia *melanocarpa*). Journal of Food Science. 54, 774-775.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol. Med., 26, 1231-1237.

Resnik, S. and Chirife, J. 1979. Effect of moisture content and temperature on some aspects of nonenzymatic browning in dehydrated apple., J. of Food Sci., 44(2), 601-605.

Richardson, P. 2001. Thermal Technologies in food processing. Woodhead publishing, 294, England.

Robertson, G. L. and Samaniego, C. M. L. 1986. Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning of lemon juice during storage. Journal of Food Science, 51(1), 184–187.

Rodriguez-Amaya, D.B. 2001. A guide to carotenoid analysis in foods, http://www.ilsi.org/publications. Erişim tarihi: 28.02.2005.

Roos, Y. H. and Himberg, M. J. 1994. Nonenzymatic browning behaviour, as related to glass transition, of a food model at chilling temperatures. J. Agric. Food Chem., 42(4), 893-898.

Salminen, J.P., Karonen, M., Lempa, K., Liimatainen, J., Sinkkonen, J., Lukkarinen, M. and Pihlaja, K. 2005. Characterisation of proanthocyanidin aglycones and glycosides from rose hips by high-performance liquid chromatography-mass spectrometry, and their rapid quantification together with vitamin C. Journal of Chromatography A. 1077, 170-180.

Sanchez-Mata, M.C., Camara-Hurtado, M., Diez-Marques, C. and Torija-Isasa, M.E. 2000. Comparison of high-performance liquid chromatography and spectrofluorimetry for vitamin C analysis of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Eur. Food Res. Technol., 210, 220-225.

Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P, Kerek, M. M. and Toth-Markus, M. 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruit and vegetables. Food Research International. 38, 1023-1029.

Scott, K. J. 2005. Detection and measurement of carotenoids bu UV/VIS spectrophotometry. In Hand of Food Analytical Chemistry Volume 2, R.E. Wrolstad, T. E. Acree, E. A. Decker, M. H. Penner, D. S. Reid, S. J. Schwartz, C. F. Shoemaker, D. M. Smith and D. Sporn (ed), pp 81-90, John Wiley & Sons, INC, Habeken, New Jersey.

Shahidi, F., Chavan, U.D., Naczk, M. and Amarowicz, 2001. Nutrient distribution and phenolic antioxidants in air-classified fractions of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). J. Agric. Food Chem., 49, 926-93,3.

Shallenberger, R. S. and Mattick, L. R. 1983. Relative stability of glucose and fructose at different acid pH. Food Chemistry, 12, 159–165.

Shao, A. and Hathcock, J.N. 2006. Risk assessment for the carotenoids lutein and lycopene. Regul. Toxicol. Pharm., 45, 289-298.

Shi, J., Le Maguer, M.L., Kakuda, Y., Liptay, A. and Niekamp, F. 1999. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. Food Res. Int., 32, 15-21.

Shi, J. and Le Maguer, M. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical nad physical properties affected by food processing. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 40, 1-42.

Shi, J., Le Maguer, M. and Bryan, M. 2002. Lycopene from tomatoes. In Functional Foods: Biochemical and Processing Aspect, Volume 2. J. Shi, G. Mazza and M. Le Maguer (ed.). CRC Pres, pp 135-167, Newyork.

Shinohara, K., Kım, E. H. and Omura, H. 1986. Furans as the mutagens formed by amino-carbonyl reactions. In ‘ Amino-carbonyl reactions in food and biological systems’, M. Fujimaki, M. Namiki, H. Kato (Ed.), Elseviler, p.353 361, Amsterdam.

Solomon, O., Svanberg, U. and Sahlstro¨m, A. 1995. Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8 _C. Food Chemistry, 53, 363–368.

Southon, S. 2000. Increased fruit and vegetable consumption within the EU: potential health benefits. Food Research International. 33,211-217.

Spanos, G. A., Wrolstad, R. E. and Heatherbell, D. A. 1990. Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice. Journal of Agricultural Food Chemistry. 38, 1572-1579.

Stahl, W. and Sies, H. 1992. Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in human. Journal of Nutrition, 122, 2161-2166.

Stahl, W. and Sies, H. 1996. Perspective in biochemistry and biophysics. Archive of Biochemistry and Bıophysics. 336, 1-9.

Stamp, J. A. and Labuza, T. P. 1983. Kinetics of the Maillard reaction between aspartame and glucose in solution at high temperatures. J. of Food Sci. 48, 543-547.

Su, L., Yin, J.J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J. and L.L. 2007. Total phenolic contents, chelating capacities and radical-scavencing properties of black peppercorn, nugmet, rosehip, cinnamon and oregano leaf. Food Chemistry, 100, 990-997.

Sulaeman, A. , Keeler, L. , Gıraud, D. W. , Taylor, S. L. , Wehling, R. L. and Driskell, J. A. 2001.Carotenoid content and physicochemical and sensory characteristics of carrot chips deep fried in different oils at several temperatures. Food Chem. Toxicol. 66(9),1257-1264.

Takeoka, G. R., Dao, L., Flessa, S., Gillespie, D. M., Jewell, W. T., Huebner, B., Bertow, D. and Ebeler, S. E. 2001. Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. Journal of Agricultural Food Chemistry, 49, 3713-3717.

Tapiero, H., Town, D. M. and Tew, K. D. 2004. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. Biomedicine & Pharmocotherapy. 58, 100-110.

Toribio, J. L. and Lozano, J. E. 1984. Nonenzymatic browning in apple juice concentrate during storage. J. of Food Sci., 49, 889-892.

Toribio, J. L., Nunes, R. V. and Lozano, J. E. 1984. Influence of water activity on the nonenzymatic browning of apple juice concentrate during storage. J. of Food Sci., 49, 1630-1631.

Tosi, E., Ciappini, M., Re´, E. and Lucero, H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethlfurfural content. Food Chemistry, 77, 71–74.

von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J. 1996. Colorants. In “Food Chemistry”, O.R. Fennema (Ed). Chapter 10. pp: 651–722. University of Wisconson- Madison. Marcel Dekker Inc., New York.

Willcox, J.K., Catignani, G.L. and Lazarus, S. 2003.Tomatoes and cardiovascular health. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 43, 1-18.

Yamankaradeniz, R. 1983a. Farklı olum aşamalarındaki kuşburnunun (Rosa *sp.*) fiziksel ve kimyasal nitelikleri. Gıda. Temmuz-Ağustos, 151-156.

Yamankaradeniz, R. 1983b. Kuşburnu değerlendirme olanakları. Gıda. Temmuz-Ağustos, 79-84.

Yaylayan, V. 1990. In search of alternative mechanisms for the Maillard reaction. Trends in Food Science and Technology, 20-22.

Yılmaz, Y. and Toledo, R. 2005. Antioxidan activity of water soluble Maillard reaction protuct. Food Chemistry, 93, 273-278.

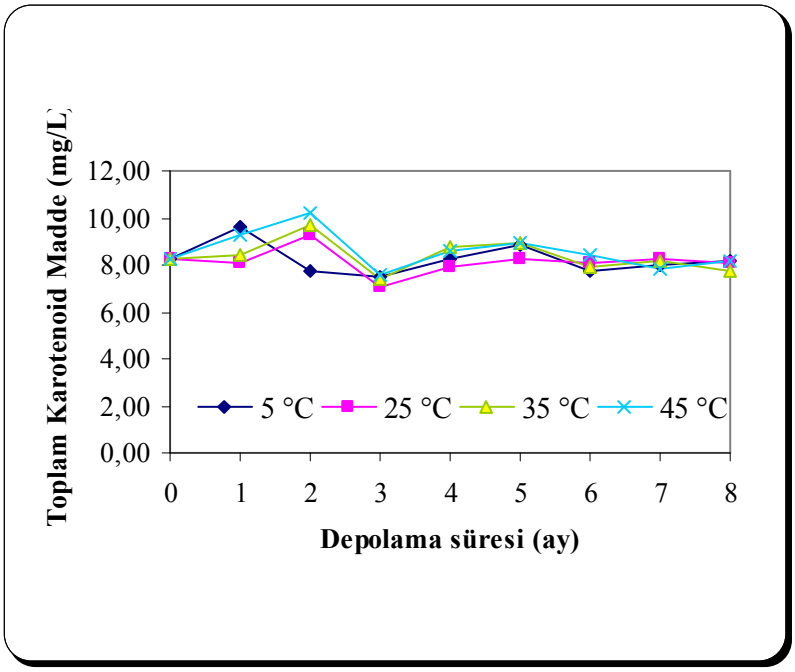
Yoo, K.M., Lee, C.H., Lee, H., Moon, B. and Lee, C.Y. 2008. Relative antioxidant and cytoprotctive of common herbs. Food Chemistry, 106, 926-936.

Zhishen, J.T., Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem., 64, 555-559.

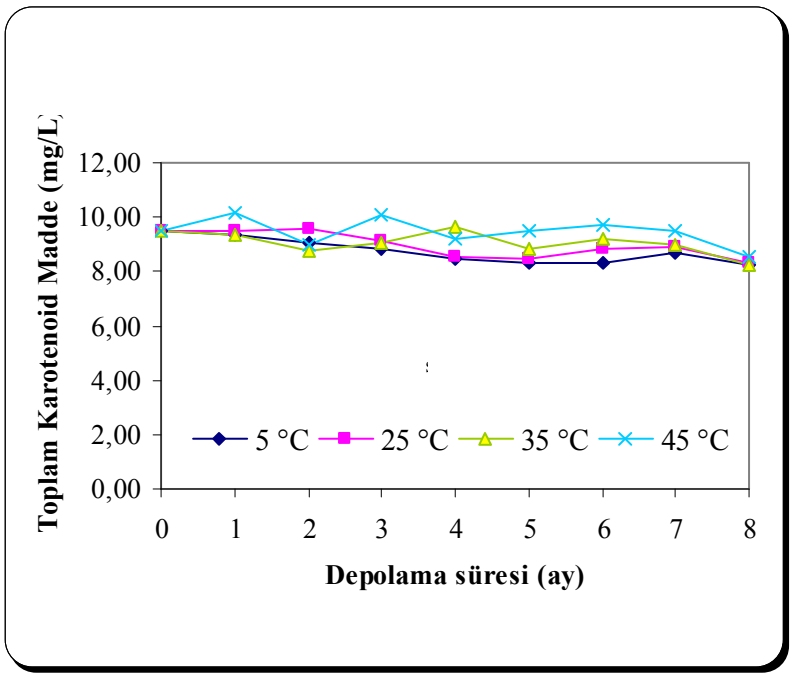
EKLER

EK 1 Farklı ambalajlardaki kuşburnu nektarlarının bileşenlerinin depolama süresince değişim grafikleri..... 64
EK 2 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarının hmf oluşumu ve L-askorbik asit parçalanmasına ilişkin arrhenius grafikleri ……..…..…..…... 67
EK 3 Farklı ambalaj ve farklı sıcaklıklarda depolanan kuşburnu nektarlarının CIE-L*a* b* C ve h renk değerleri ……. 69

EK 1 FARKLI AMBALAJLARDAKİ KUŞBURNU NEKTARLARININ BİLEŞENLERİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE DEĞİŞİM GRAFİKLERİ

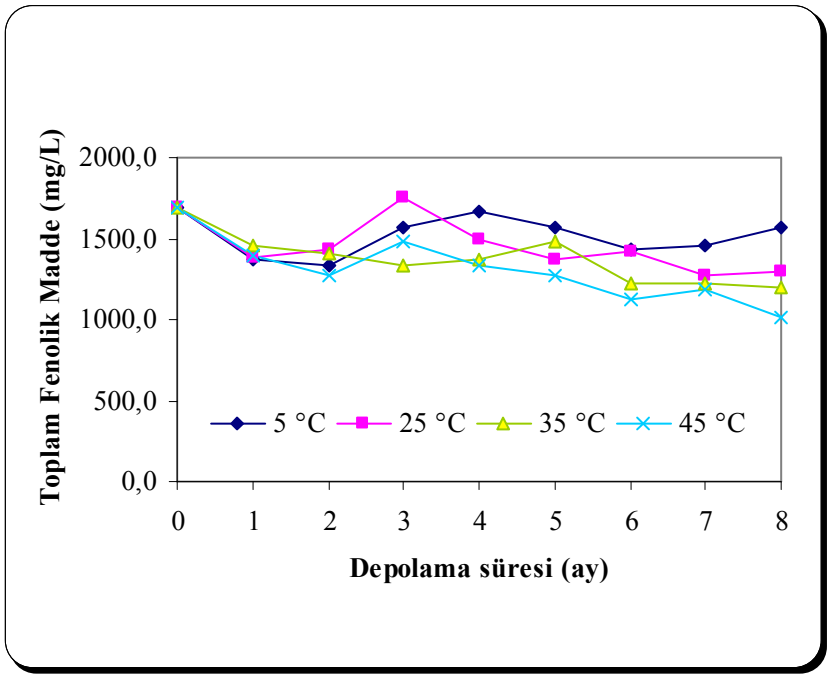


Şekil 1. Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince toplam karotenoid madde miktarındaki değişim

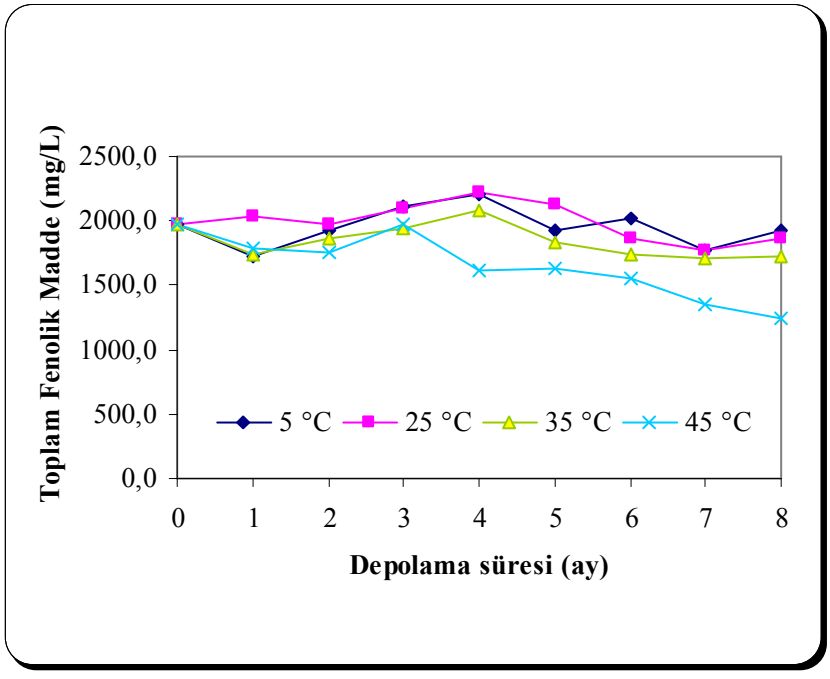


Şekil 2. Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince toplam karotenoid madde miktarındaki değişim

EK 1 FARKLI AMBALAJLARDAKİ KUŞBURNU NEKTARLARININ BİLEŞENLERİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE DEĞİŞİM GRAFİKLERİ (devam)

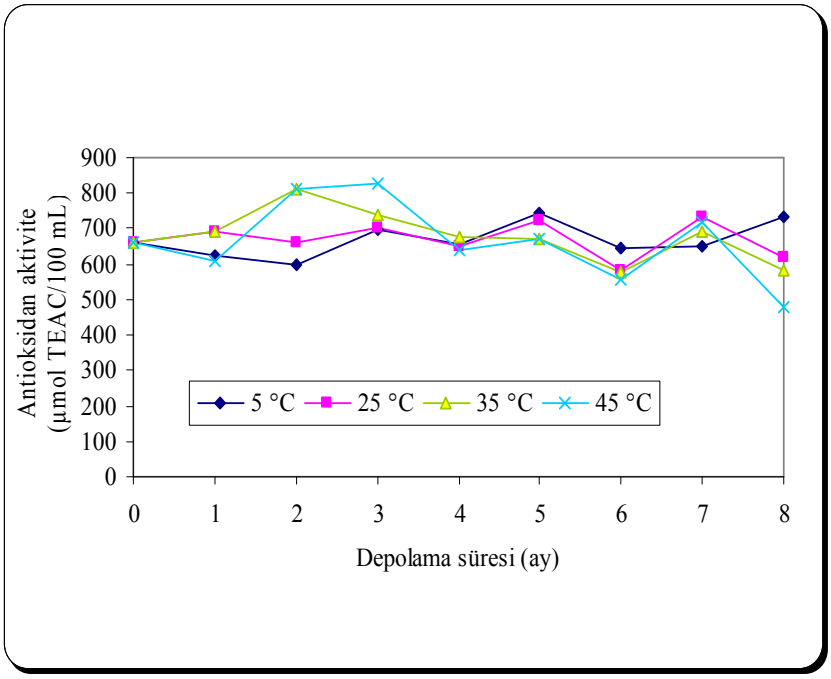


Şekil 3. Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişim

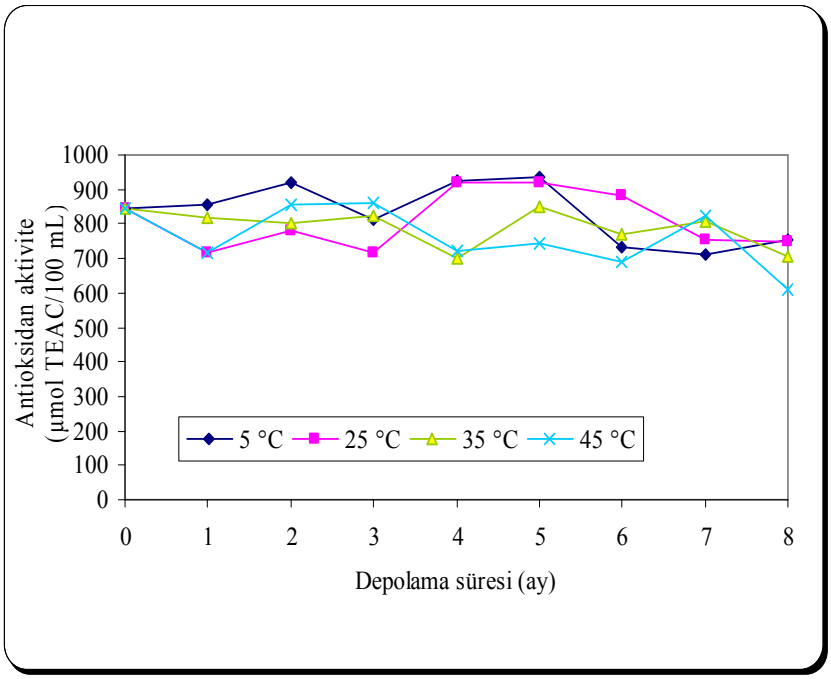


Şekil 4. Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişim

EK 1 FARKLI AMBALAJLARDAKİ KUŞBURNU NEKTARLARININ BİLEŞENLERİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE DEĞİŞİM GRAFİKLERİ (devam)

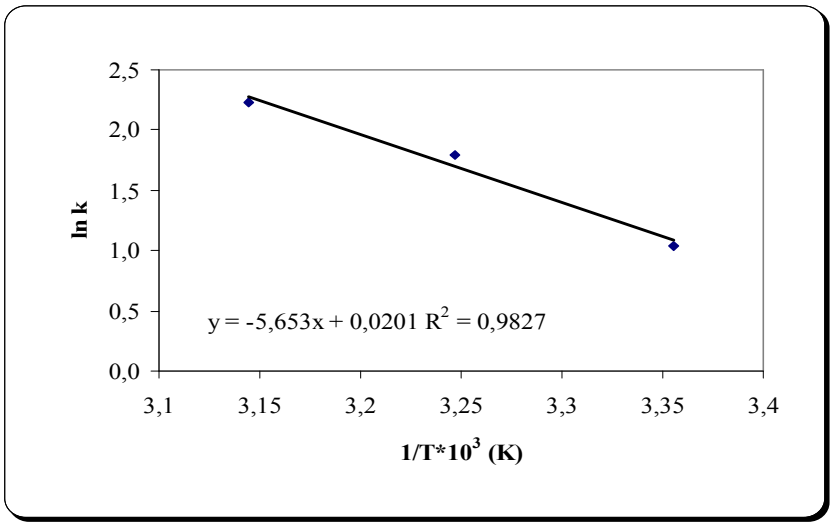


Şekil 5. Karton kutu ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişim

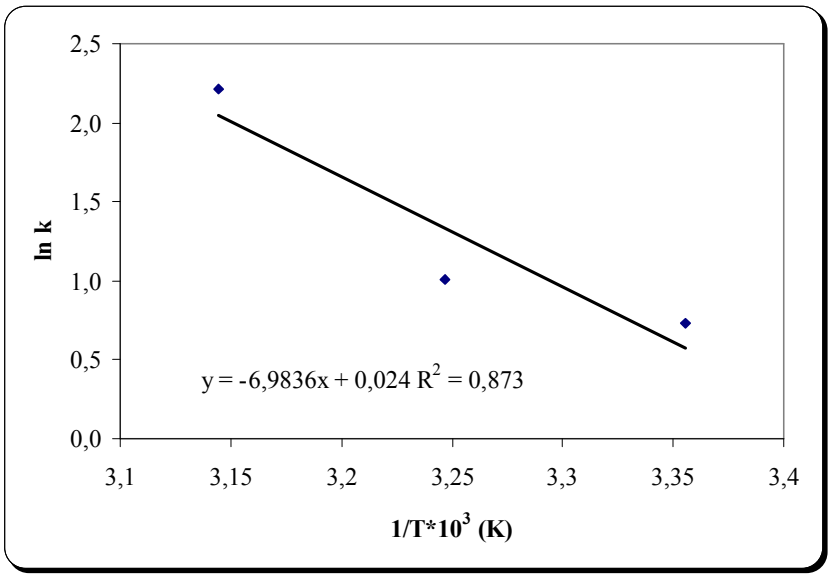


Şekil 6. Cam şişe ambalajlı kuşburnu nektarının depolama süresince antioksidan aktivite düzeyindeki değişim

EK 2 FARKLI AMBALAJ VE FARKLI SICAKLIKLARDA DEPOLANAN KUŞBURNU NEKTARLARININ HMF OLUŞUMU VE L-ASKORBİK ASİT PARÇALANMASINA İLİŞKİN ARRHENIUS GRAFİKLERİ

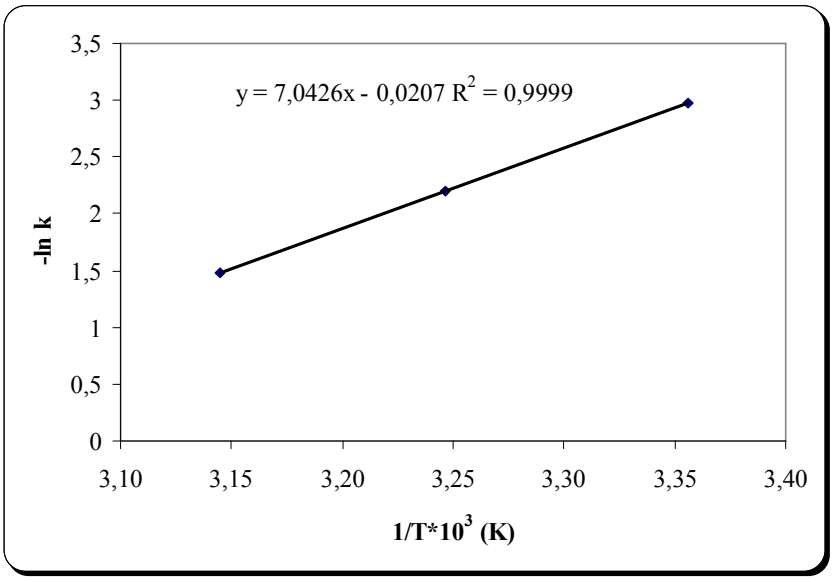


Şekil 1. Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumuna ait Arrhenius grafiği

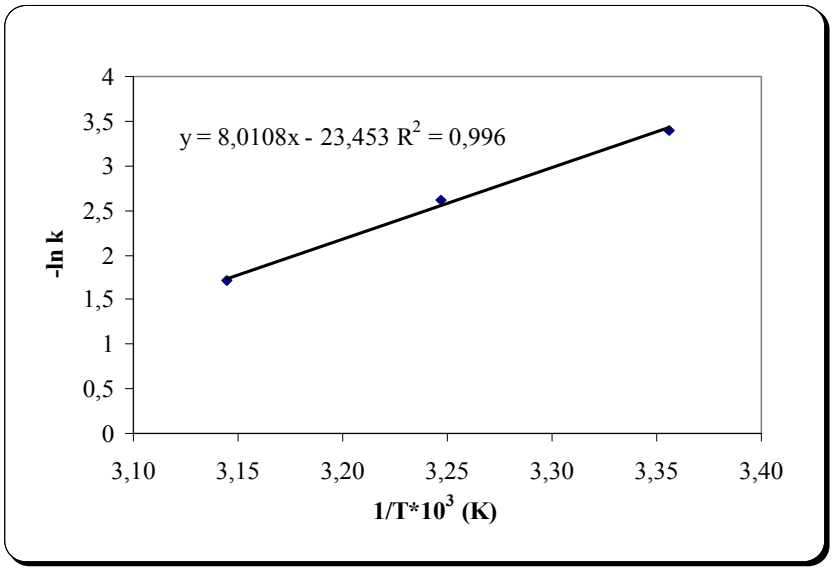


Şekil 2. Cam şişe ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince HMF oluşumuna ait Arrhenius grafiği

EK 2 FARKLI AMBALAJ VE FARKLI SICAKLIKLARDA DEPOLANAN KUŞBURNU NEKTARLARININ HMF OLUŞUMU VE L-ASKORBİK ASİT PARÇALANMASINA İLİŞKİN ARRHENIUS GRAFİKLERİ (devam)



Şekil 3. Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince L-askorbik asit parçalanmasına ait Arrhenius grafiği



Şekil 4. Karton kutu ambalajdaki kuşburnu nektarlarında depolama süresince L-askorbik asit parçalanmasına ait Arrhenius grafiği

EK 3 FARKLI AMBALAJ VE FARKLI SICAKLIKLARDA DEPOLANAN KUŞBURNU NEKTARLARININ CIE-L*a* b* C ve h RENK DEĞERLERİ

Çizelge 1 Karton kutu ambalajda depolanan kuşburnu nektarının CIE-L*a* b* C ve h renk değerleri

CIE Renk değerleri	Sıcaklık (C°)	Depolama süresi (ay)																	
		0		1		2		3		4		5		6		7		8	
L*	5	23.2 c♦	A♦♦	23.36 c	A	23.58 b	A	23.80 a	A	23.76 bc	A	23.94 bc	A	23.80 bc	A	24.02 a	A	23.91 c	A
	25	23.2 c	A	23.18 c	A	23.90 b	A	24.34 a	A	23.72 bc	A	23.71 bc	A	23.84 bc	A	24.52 a	A	23.43 c	A
	35	23.2 c	A	23.28 c	A	23.68 b	A	23.79 a	A	23.67 bc	A	23.39 bc	A	23.36 bc	A	24.26 a	A	23.13 c	A
	45	23.2 c	B	23.11 c	B	23.87 b	B	24.31 a	B	23.04 bc	B	22.88 bc	B	22.88 bc	B	23.65 a	B	22.39 c	B
a*	5	2.75 b		2.58 b		2.85 a		2.70 b		3.04 a		3.16 a		3.03 a		3.03 b		3.22 a	
	25	2.75 b		2.66 b		3.30 a		2.73 b		3.24 a		3.04 a		3.28 a		2.69 b		3.29 a	
	35	2.75 b		2.69 b		3.24 a		2.80 b		3.36 a		3.13 a		3.04 a		2.85 b		3.11 a	
	45	2.75 b		2.91 b		3.30 a		2.90 b		3.07 a		2.98 a		3.08 a		2.51 b		2.81 a	
b*	5	4.39 ab	A	4.09 b	A	4.83 ab	A	4.54 ab	A	5.09 a	A	5.36 a	A	5.05 a	A	4.89 ab	A	5.32 a	A
	25	4.39 abc	A	4.29 bc	A	5.34 a	A	4.37 bc	A	5.00 ab	A	5.17 ab	A	5.03 ab	A	4.03 c	B	4.62 abc	A
	35	4.39 ab	A	4.27 ab	A	5.04 a	A	4.50 ab	A	5.15 a	A	4.81 a	AB	4.54 ab	AB	3.70 b	B	3.72 b	B
	45	4.39 a	A	4.30 a	A	4.88 a	A	4.14 a	A	4.38 a	A	4.25 a	B	4.05 a	B	2.63 b	C	2.63 b	C
C	5	5.16 bc	A	4.88 c	A	5.56 bc	A	5.28 bc	A	5.93 bc	A	6.21 b	A	5.89 bc	A	5.75 bc	A	7.40 a	A
	25	5.16 ab	A	5.05 b	A	6.26 a	A	5.14 ab	A	5.90 ab	A	5.99 ab	A	5.94 ab	A	4.84 b	A	5.67 ab	B
	35	5.16 abc	A	5.04 abc	A	5.99 ab	A	5.28 abc	A	6.14 a	A	5.73 abc	A	5.46 abc	A	4.67 c	A	4.85 bc	BC
	45	5.16 a	A	5.19 a	A	5.90 a	A	5.01 a	A	5.38 a	A	5.19 a	A	5.09 a	A	3.10 b	B	3.85 b	C
h	5	58.0 a	A	59.1 a	A	59.3 a	A	59.2 a	A	59.5 a	A	59.1 a	A	58.2 a	A	58.8 a	A	59.2 a	A
	25	58.0 ab	A	58.9 a	A	58.1 ab	A	57.9 ab	A	59.5 ab	AB	57.7 a	A	56.3 ab	AB	54.6 bc	A	57.9 c	B
	35	58.0 a	A	57.9 a	A	58.4 a	AB	56.9 a	A	57.0 a	BC	56.2 a	B	52.4 a	B	50.2 b	B	56.9 c	C
	45	58.0 a	A	55.8 b	B	55.7 b	B	55.3 b	B	55.0 b	C	52.8 b	B	46.3 c	C	42.9 d	C	55.3 e	D

♦ : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

♦♦ : Herbir parametrenin aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerleri arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).

EK 3 FARKLI AMBALAJ VE FARKLI SICAKLIKLARDA DEPOLANAN KUŞBURNU NEKTARLARININ CIE-L*a* b* C ve h RENK DEĞERLERİ (devam)

Çizelge 2 Cam şişe ambalajda depolanan kuşburnu nektarının CIE-L*a* b* C ve h renk değerleri

CIE Renk değerleri	Sıcaklık (C°)	Depolama süresi (ay)																	
		0		1		2		3		4		5		6		7		8	
L*	5	25.06 a♦	A♦♦	24.23 c	A	25.19 ab	A	25.06 a	A	25.06 b	A	25.06 b	A	25.20 b	A	25.14 b	A	24.92 c	A
	25	25.06 a	A	24.64 c	A	25.33 ab	A	24.81 a	A	24.81 b	A	24.02 b	A	25.04 b	A	25.09 b	A	24.55 c	A
	35	25.06 a	B	24.69 c	B	25.19 ab	B	24.65 a	B	24.65 b	B	24.99 b	B	24.68 b	B	24.60 b	B	23.94 c	B
	45	25.06 a	C	23.67 c	C	24.98 ab	C	24.15 a	C	24.15 b	C	24.00 b	C	23.94 b	C	24.17 b	C	22.85 c	C
a*	5	3.12 b		2.64 b		3.59 a		3.29 a		3.56 a		3.54 a		3.35 a		3.45 a		3.52 a	
	25	3.12 b		3.11 b		3.38 a		3.34 a		3.54 a		3.62 a		3.60 a		3.54 a		3.43 a	
	35	3.12 b		3.29 b		3.46 a		3.57 a		3.64 a		3.53 a		3.70 a		3.56 a		3.42 a	
	45	3.12 b		2.85 b		3.70 a		3.84 a		3.65 a		3.71 a		3.65 a		3.35 a		3.45 a	
b*	5	5.91 b	A	5.32 c	B	6.70 a	A	6.46 a	A	4.83 a	A	6.88 a	A	6.56 a	A	6.70 a	A	6.51 a	A
	25	5.91 c	A	6.05 bc	A	6.55 ab	A	6.49 ab	A	6.66 a	A	6.74 a	AB	6.67 a	A	6.57 ab	A	6.10 bc	A
	35	5.91 bc	A	6.19 ab	A	6.35 ab	A	6.55 a	A	6.38 ab	A	6.38 ab	B	6.32 ab	A	6.21 ab	A	6.54 c	B
	45	5.91 bc	A	4.86 d	B	6.32 ab	A	6.41 a	A	6.41 c	B	5.73 c	C	5.45 c	B	4.43 de	B	4.24 e	C
C	5	6.58 bc	A	5.94 c	B	7.60 a	A	7.24 ab	A	7.69 a	A	7.74 a	A	7.36 a	AB	7.53 a	A	7.40 a	A
	25	6.58 b	A	6.80 ab	A	7.37 a	A	7.30 ab	A	7.54 a	AB	7.56 a	A	7.56 a	A	7.46 a	A	6.99 ab	AB
	35	6.58 b	A	6.99 ab	A	7.23 ab	A	7.46 a	A	7.34 ab	AB	7.32 ab	AB	7.32 ab	AB	7.15 ab	A	6.51 b	B
	45	6.58 b	A	5.63 c	B	7.32 ab	A	7.47 a	A	6.87 ab	B	6.58 ab	B	6.58 b	B	4.57 d	B	5.47 c	C
H	5	62.3 a	A	63.7 a	A	61.9 a	A	63.1 a	A	62.5 a	A	62.9 a	A	63.0 a	A	62.8 a	A	61.7 a	A
	25	62.3 a	A	63.0 a	A	62.8 a	A	62.8 a	A	62.1 a	AB	62.1 a	A	61.7 a	AB	61.8 a	AB	60.7 a	A
	35	62.3 a	A	62.1 a	A	61.4 ab	AB	61.5 ab	A	60.3 abc	B	61.1 ab	A	59.7 bc	B	60.2 abc	B	58.3 c	B
	45	62.3 a	A	59.7 b	B	59.7 b	B	59.1 bc	B	58.0 bc	C	57.2 cd	B	55.8 d	C	50.5 e	C	50.9 e	C

♦ : Aynı satırda farklı küçük harfleri alan değerler arasındaki fark aylara göre önemlidir ($p<0.05$).

♦♦ : Herbir parametrenin aynı sütunda farklı büyük harfleri alan değerleri arasındaki fark sıcaklıklara göre önemlidir ($p<0.05$).

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Neşe Duru
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi: 04.04.1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Ümraniye Lisesi (2001)
Lisans : Ankara Üniversitesi
Gıda Mühendisliği Bölümü (2005)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2005- Kasım 2008)