

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MALATYA KAYISILARINDAN VAKUM İNFÜZYON TEKNİĞİ
KULLANILARAK KATMA DEĞERİ ARTIRILMIŞ YENİ ÜRÜN
GELİŞTİRME**

NURULLAH DEMİR

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

MAYIS 2016

Tezin Başlığı : “**Malatya Kayısılarından Vakum İnfüzyon Tekniği Kullanılarak Katma Değeri Artırılmış Yeni Ürün Geliştirme**”

Tezi Hazırlayan : **Nurullah DEMİR**

Sınav Tarihi : 27/05/2016

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN**
Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ
Namık Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU
İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Burhan ATEŞ
İnönü Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Bayram YURT
Bingöl Üniversitesi

Prof. Dr. Alaattin ESEN
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Malatya Kayısılarından Vakum İnfüzyon Tekniği Kullanılarak Katma Değeri Artırılmış Yeni Ürün Geliştirme” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Nurullah DEMİR

ÖZET

Doktora Tezi

MALATYA KAYISILARINDAN VAKUM İNFÜZYON TEKİNİĞİ KULLANILARAK KATMA DEĞERİ ARTIRILMIŞ YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME

Nurullah DEMİR

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

171+xi sayfa
2016

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Alpaslan

Bu çalışma katma değeri artırılmış orta nemli yeni kayısı ürünlerinin geliştirilmesi amacıyla planlanmıştır. Bunun için sitrik asit ve sukroz çözeltileri ile birlikte kuşburnu pulpu, roselle ve ışgın ekstraktları ile hazırlanan bitkisel kaynaklı çözeltilere daldırılan taze Malatya kayısılarına (Hacıhaliloğlu ve Kabaaşı) vakum infüzyon işlemi uygulanmıştır. Daha sonra güneşte kurutulan infüze kayısılar +4 °C’de 4 ay depolanmış ve meydana gelen fizikokimyasal ve mikrobiyal değişimler incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; vakum infüzyon sonrasında katı madde kaybı ve su artışı belirlenmesine karşın şeker çözeltisine daldırılan kayısılarda osmotik dehidrasyon gerçekleşmiştir. Depolamanın başlangıcında sitrik asit, ışgın ve şeker infüzyonu ile renk değerleri korunurken ilerleyen günlerde örneklerin Hunter L^* ve b^* değerleri azalmıştır. Diğer taraftan özellikle Hacıhaliloğlu örneklerinde önemli düzeyde bakteri ve küf gelişimi tespit edilmiştir. Sitrik asit ve şeker infüzyonu uygulanmış örnekler, duyuşal özellikler açısından en çok beğenilen kayısılar olmuştur.

Vakum infüzyon işlemi ile birlikte kayısıların antioksidan aktivitesi artarken, taze örneklerle göre toplam fenolik madde miktarında azalma meydana gelmiştir. Organik asit ve şeker değerlerinde bir miktar kayıp oluşmasına rağmen sitrik asit ve sukroz infüzyonu sonrasında bu maddelerin kayısılarına infüze edildiği tespit edilmiştir. Kabaaşı çeşidinde uygulanan roselle ve ışgın infüzyonu dışındaki diğer örneklerde β -karoten miktarı kontrol örneğinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca kuşburnu ve şeker infüzyonu uygulaması ile rutin ve klorojenik asit miktarlarının diğer uygulamalara göre daha iyi korunduğu görülmüştür. Aldehitler, ketonlar ve terpenler üzerinde vakum infüzyonun olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak, vakum infüzyon işlemi ile kayısıların nütrosötik özellikleri geliştirilmiş ancak depolama sonrasında meydana gelen yapısal değişimlerin önüne geçilememiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Vakum infüzyon, Malatya kayısı, Katma değeri artırılmış ürün, *Rosa canina*, *Hibiscus sabdariffa*, *Rheum ribes*

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DEVELOPMENT OF NEW VALUE-ADDED PRODUCTS FROM MALATYA APRICOTS USING VACUUM INFUSION TECHNIQUE

Nurullah DEMİR

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

171+xi pages
2016

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN

This study was conducted to develop the new value-added and intermediate moisture apricot products. For this aim vacuum infusion process was treated for Malatya apricots (cv. Hacıhaliloğlu and cv. Kabaası) that immersed in citric acid or sucrose solutions and also other solutions prepared by some plants including rose hip pulp, roselle and rhubarb extracts. Thereafter, infused apricots were subjected to sun drying treatment and stored at +4°C for 4 months. Physicochemical and microbial quality changes of these apricots were investigated during storage.

According to the results, solid loss and water gain were observed in all infused samples by vacuum infusion, while osmotic dehydration occurred in the apricots after immersing in sucrose solution. Surface color of fruits was protected by infusion of citric acid, rhubarb extract and sucrose solutions. However, Hunter L^* and b^* values reduced during storage. On the other hand, the counts for bacteria and mold were higher in the Hacıhaliloğlu cultivar than Kabaası. The most appreciated apricots with regard to sensorial properties were obtained by citric acid and sucrose infusion.

Antioxidant activities of these samples were improved by the infusion process. However, all apricots contained lower total phenol contents compared with fresh apricots. Organic acid and sugar composition of samples changed slightly. Nevertheless, citric acid and sucrose infusion provided the penetration of those compounds. Higher levels of β -carotene retained in infused apricot than control samples with exception of roselle and rhubarb infusion for cv. Kabaası. Likewise, rose hip and sugar infusion ensured the retention of rutin and chlorogenic acid of apricots. Vacuum infusion did not negatively change the volatile compounds of samples. The levels of aldehydes, ketones and terpenes of apricots were increased by vacuum infusion.

In conclusion, the vacuum infusion provided a beneficial effect on nutraceutical quality; however, some structural changes during storage could not be prevented by vacuum infusion.

KEY WORDS: Vacuum infusion, Malatya apricots, Value-added product, *Rosa canina*, *Hibiscus sabdariffa*, *Rheum ribes*

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında bilgi ve önerileri ile yol gösterici olan ve her zaman yardımına başvurduğum danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet ALPASLAN'a;

Tez İzleme Komitesinde bulunarak bana destek olan Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU ve Sayın Prof. Dr. Burhan ATEŞ'e;

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen başta Arş. Gör. Okan LEVENT olmak üzere İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerine;

Ayrıca, tez çalışmamı 114O814 No'lu projeye destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na;

ve sevgili aileme...

teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1. Meyvelerde Bulunan Biyoaktif Bileşenler	6
2.1.1. Karotenoidler.....	7
2.1.2. Fenolik bileşenler ve biyolojik aktiviteleri	8
2.2. Meyvelerin Biyoaktif Bileşenlerle Zenginleştirilmesi	10
2.3. Malatya Kayısının Üretimi, İşlenmesi ve Muhafazası	13
2.4. Vakum İnfüzyon Uygulaması	15
2.5. Vakum İnfüzyon Yöntemiyle Fonksiyonel Gıda Üretimi.....	17
2.6. Vakum İnfüzyon Tekniğiyle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	28
3.1. Materyal	28
3.1.1. Vakum infüzyon çözeltileri.....	28
3.1.2. Vakum infüzyon işlemi	29
3.1.3. Vakum infüze kayısının kurutulması	29
3.1.3. Orta nemli kayısının paketlenmesi ve depolanması.....	30
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Nem ve su aktivitesi tayini	30
3.2.2. Kayıların toplam porozitesinin belirlenmesi	31
3.2.3. Vakum infüzyon parametresi olan ağırlık değişiminin belirlenmesi	32
3.2.4. Vakum infüzyon sonrası su ve katı madde miktarı değişimi	32
3.2.5. pH ve titrasyon asitliği	33
3.2.6. Yüzey renginin belirlenmesi	33
3.2.7. Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi.....	33
3.2.8. Tekstür analizi	34

3.2.9.	Duyusal analiz	34
3.2.10.	Mikrobiyolojik analizler.....	35
3.2.11.	Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	36
3.2.12.	Antioksidan aktivite belirlenmesi.....	36
3.2.13.	Organik asit, şeker ve şeker alkol analizi	37
3.2.14.	β -karoten analizi	38
3.2.15.	Fenolik bileşenlerin belirlenmesi	39
3.2.16.	Uçucu bileşenlerin belirlenmesi	40
3.2.17.	İstatistiksel analizler	41
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	42
4.1.	Kayıp Örneklerinin Bazı Karakteristik Özellikleri.....	42
4.2.	Vakum İnfüzyon Etkinliği ve Madde Miktarındaki Değişimlere Etkisi .	43
4.3.	Depolama Boyunca Meydana Gelen Değişimler	46
4.3.1.	Nem ve su aktivitesindeki değişimler	46
4.3.2.	pH ve titrasyon asitliğindeki değişimler.....	50
4.3.3.	Yüzey renginde meydana gelen değişimler	55
4.3.4.	Esmerleşme düzeyi sonuçları	62
4.3.5.	Tekstürel analiz sonuçları.....	65
4.3.6.	Duyusal analiz sonuçları	71
4.3.7.	Mikrobiyolojik analiz sonuçları	76
4.4.	Vakum İnfüzyonun Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi	79
4.5.	Vakum İnfüzyonun Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi	83
4.6.	Vakum İnfüzyonun Organik Asitler Üzerine Etkisi.....	86
4.7.	Vakum İnfüzyonun Şekerler Üzerine Etkisi	91
4.8.	Vakum İnfüzyonun β -Karoten Üzerine Etkisi	95
4.9.	Vakum İnfüzyonun Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi	98
4.10.	Vakum İnfüzyonun Uçucu Bileşenler Üzerine Etkisi	109
4.10.1.	Aldehitler.....	110
4.10.2.	Ketonlar	123
4.10.3.	Esterler	125
4.10.4.	Furan bileşikleri.....	128
4.10.5.	Alkoller.....	129
4.10.6.	Terpen ve terpineoller	132
4.10.7.	Norizoprenoidler	135

4.10.8.	Uçucu asitler.....	136
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	142
6.	KAYNAKLAR.....	147
	EKLER.....	163
	ÖZGEÇMİŞ.....	170



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Ülkelere göre 2013 yılı kayısı üretimi.....	3
Şekil 2.1.	Gıdalarda bulunan bazı fitokimyasalların sınıflandırılması	6
Şekil 2.2.	β -karotenin genel yapısı	7
Şekil 2.3.	Fenolik bileşenlerin sınıflandırılması	8
Şekil 2.4.	Bazı flavonoid gruplarının kimyasal yapıları	9
Şekil 2.5.	Işgın (<i>Rheum ribes</i> L.) kökleri.....	11
Şekil 2.6.	Roselle (<i>Hibiscus sabdariffa</i>) bitkisi	11
Şekil 2.7.	Kuşburnu (<i>Rosa canina</i>) meyvesi	12
Şekil 2.8.	Vakum infüzyon işleminin şematik gösterimi.....	15
Şekil 2.9.	Vakum infüzyon işlemi ile meyve dokusunda meydana gelen yapısal değişimler	16
Şekil 3.1.	Çalışma boyunca yapılan işlemlerin akış şeması	30
Şekil 4.1.	Vakum infüzyon sonrası % ağırlık değişimi	44
Şekil 4.2.	Vakum infüzyon sonrasında kayısların su ve katı madde değişimi grafiği	46
Şekil 4.3.	Depolama boyunca meydana gelen nem değişimleri	48
Şekil 4.4.	Depolama boyunca meydana gelen su aktivitesi değişimleri.....	50
Şekil 4.5.	Kayısların depolama boyunca oluşan pH değişimleri.....	53
Şekil 4.6.	Kayısların depolama boyunca oluşan titrasyon asitliği değişimleri..	54
Şekil 4.7.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların depolama boyunca oluşan renk değişimleri	58
Şekil 4.8.	Kabaaşı çeşidi kayısların depolama boyunca oluşan renk değişimleri .	61
Şekil 4.9.	Kayısların depolama boyunca ölçülen esmerleşme düzeyleri.....	63
Şekil 4.10.	Hacıhaliloğlu kayıslarında depolama boyunca oluşan tekstürel değişimler	67
Şekil 4.11.	Kabaaşı kayıslarında depolama boyunca oluşan tekstürel değişimler ..	69
Şekil 4.12.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların duysal değerlendirmeleri	73
Şekil 4.13.	Kabaaşı çeşidi kayısların duysal değerlendirmeleri	75
Şekil 4.14.	Vakum infüze kayısların toplam fenolik madde miktarı değişimleri	82
Şekil 4.15.	Vakum infüze kayısların antioksidan kapasitesi değişimleri	83

Şekil 4.16.	Vakum infüze kayısıların organik asit miktarındaki değişimler	89
Şekil 4.17.	Vakum infüze kayısıların şeker miktarındaki değişimler.....	94
Şekil 4.18.	Vakum infüze kayısıların β -karoten miktarındaki değişimler.....	97
Şekil 4.19.	Vakum infüze kayısıların fenolik bileşenlerindeki değişimler.....	101



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Kayısıda bulunan besin öğeleri ve enerji değeri.....	1
Çizelge 3.1.	İnfüzyon çözeltilerine ait °Briks değerleri	29
Çizelge 3.2.	Duyusal analiz puanlama kriterleri.....	35
Çizelge 4.1.	Taze kayısların bazı karakteristik özellikleri.....	42
Çizelge 4.2.	Vakum infüzyon ve normal daldırma uygulanan kayısların ağırlık değişimleri	43
Çizelge 4.3.	Vakum infüzyon sonrasında kayısların su ve katı madde miktarı değişimleri	45
Çizelge 4.4.	Kayısların depolama süresince belirlenen nem değerleri.....	47
Çizelge 4.5.	Kayısların depolama süresince belirlenen su aktivitesi değerleri	49
Çizelge 4.6.	Su aktivitesi ve nem değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	49
Çizelge 4.7.	Vakum infüze kayısların pH değerleri	51
Çizelge 4.8.	Vakum infüze kayısların titrasyon asitliği değerleri	52
Çizelge 4.9.	pH ve titrasyon asitliği değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	54
Çizelge 4.10.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların renk ölçümleri.....	56
Çizelge 4.11.	Kabaaşı çeşidi kayısların renk ölçümleri.....	59
Çizelge 4.12.	Vakum infüze kayısların esmerleşme düzeyi	62
Çizelge 4.13.	Yüzey rengi ve esmerleşme düzeyi değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	65
Çizelge 4.14.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların tekstürel analiz sonuçları	66
Çizelge 4.15.	Kabaaşı çeşidi kayısların tekstürel analiz sonuçları	68
Çizelge 4.16.	Tekstürel değerlendirmenin istatistiksel analiz sonuçları.....	70
Çizelge 4.17.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların duysal analiz sonuçları	72
Çizelge 4.18.	Kabaaşı çeşidi kayısların duysal analiz sonuçları	74
Çizelge 4.19.	Duyusal değerlendirmenin istatistiksel analiz sonuçları	76
Çizelge 4.20.	Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların mikrobiyal analiz sonuçları	77
Çizelge 4.21.	Kabaaşı çeşidi kayısların mikrobiyal analiz sonuçları	78
Çizelge 4.22.	Vakum infüze kayısların TFM ve ABTS ⁺⁺ sonuçları	81
Çizelge 4.23.	İnfüzyon çözeltilerinin TFM ve ABTS ⁺⁺ değerleri.....	82
Çizelge 4.24.	TFM ve ABTS ⁺⁺ değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	86
Çizelge 4.25.	Vakum infüze kayısların organik asit değerleri	87
Çizelge 4.26.	Vakum infüzyon çözeltilerinin organik asit ve şeker içerikleri.....	90

Çizelge 4.27. Organik asit değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	91
Çizelge 4.28. Vakum infüze kayısıların şeker değerleri.....	92
Çizelge 4.29. Şeker değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	95
Çizelge 4.30. Vakum infüze kayısıların β -karoten içeriği.....	96
Çizelge 4.31. β -karoten değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları	98
Çizelge 4.32. Hacıhaliloğlu ve Kabaası kayısı çeşitlerinde belirlenen fenolik bileşenler.....	100
Çizelge 4.33. İnfüzyon çözeltilerine ait fenolik bileşenler	104
Çizelge 4.34. Fenolik bileşenlerin istatistiksel analiz sonuçları	109
Çizelge 4.35. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların uçucu bileşenleri.....	111
Çizelge 4.36. Kabaası çeşidi vakum infüze kayısıların uçucu bileşenleri.....	116
Çizelge 4.37. İnfüzyon çözeltilerinde kullanılan bitki ekstraktlarına ait uçucu bileşenler.....	120
Çizelge 4.38. Vakum infüze kayısıların uçucu bileşenleri istatistiksel analiz sonuçları	139

SİMGELER VE KISALTMALAR

λ	Dalga Boyu
ρ	Yoğunluk
ε	Porozite
Z	Cis
E	Trans
a_w	Su Aktivitesi
BHT	Bütillendirilmiş Hidroksitoluen
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
HH-C	Hacıhaliloğlu Kontrol
HH-SA	Hacıhaliloğlu Sitrik Asit
HH-KB	Hacıhaliloğlu Kuşburnu
HH-R	Hacıhaliloğlu Roselle
HH-I	Hacıhaliloğlu Işgın
HH-Ş	Hacıhaliloğlu Şeker
IU	Uluslararası Birim
KA-C	Kabaaşı Kontrol
KA-SA	Kabaaşı Sitrik Asit
KA-KB	Kabaaşı Kuşburnu
KA-R	Kabaaşı Roselle
KA-I	Kabaaşı Işgın
KA-Ş	Kabaaşı Şeker
PFO	Polifenol Oksidaz
RDI	Tavsiye Edilen Günlük Tüketim Miktarı
RI	Alıkonma İndeksi
TFM	Toplam Fenolik Madde
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
VI	Vakum İnfüzyon

1. GİRİŞ

Nütrasötikler, insan vücudunu hastalıklardan koruyucu veya tedavi edici özelliklerdeki sindirilebilir doğal bileşenler olup fizyolojik performansı geliştiren biyoaktif bileşikler olarak tanımlanmaktadır (Xie ve Zhao, 2003). Diyet lifi, vitaminler ve polifenoller gibi nütrasötik bileşenlerce zengin olan meyveler oldukça az miktarda yağ ve tuz içermektedir. Meyveler antimitojen ve antiinflamatuar özelliklerine sahip olup bağışıklık sistemini güçlendirmesi açısından insan sağlığı için oldukça önemli bitkisel gıda kaynaklarıdır (Usenik vd., 2008; Serradilla vd., 2011).

Asit-şeker dengesinin yanında güçlü aroması nedeniyle tüketiciler tarafından tercih edilen kayısı, içerdiği fitokimyasallar sayesinde nütrasötik özellikleri açısından oldukça zengin bir meyvedir (Schmitzer vd., 2010).

Kayısı, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsi içerisinde yer alan sert çekirdekli bir meyvedir. Karotenoidler, polifenoller ve vitaminler gibi birçok biyoaktif bileşene sahip olan kayısı meyveleri aynı zamanda diyet lif, şeker, organik asit ve mineral bakımından da oldukça zengindir. Özellikle potasyum miktarının yüksek ve sodyum miktarının düşük olması nedeniyle beslenme açısından önemli bir yere sahiptir (Asma ve Birhanlı, 2004; Dragovic-Uzelac vd., 2007; Cabaroğlu vd., 2009; Campbell ve Padilla-Zakour, 2013b; Campbell vd., 2013c). Kayısının besin öğeleri ve enerji değeri Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Kayısıda bulunan besin öğeleri ve enerji değeri (USDA, 2015)

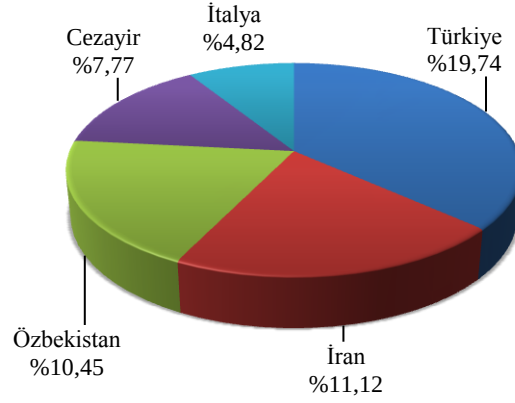
Besin öğeleri (100g’da)	
Su	86.35 g
Enerji	201 kJ (48 kcal)
Karbonhidratlar	11 g
Şekerler	9.24 g
Diyet Lif	2 g
Yağ	0.4 g
Protein	1.4 g
Toplam yağ	0.39 g
Kül	0.75 g
Mineraller (Ca, Fe, Mg, P)	46.39 mg
Potasyum	259 mg
Vitamin A eşdeğeri	1926 IU
β -karoten	1.09 mg
Vitamin C	10 mg

Kayısılarda bulunan başlıca karotenoidler α -karoten, β -karoten, γ -karoten, lutein, zeaksantin, violaksantin ve β -kriptoksantin olup bunların %60'tan fazlasını β -karoten oluşturmaktadır. Fenolik bileşenlerce zengin olan kayısıda fenolik asitler olarak klorojenik, neoklorojenik, kafeik, *p*-kumarik, ferulik, gallik asit ve esterleri bulunmaktadır. Kateşin, epikateşin ve epigallokateşin gibi flavanollerini içeren kayısılarda kuersetin ve kampferolün glukozit ve rutinozit formları da tespit edilen fenolikler arasında yer almaktadır (Ruiz vd., 2005; Dragovic-Uzelac vd., 2007; Erdoğan ve Erdemoğlu, 2011; Igual vd. 2012; Campbell ve Padilla-Zakour, 2013b; Campbell vd., 2013c).

Meyveler oldukça çabuk bozulabilen ve dikkatli bir hasat işlemi gerektiren gıda ürünleridir. Hasat sonrasında meydana gelen fiziksel yaralanma, fizyolojik bozulma, su kaybı ve mikrobiyal bozulmalar nedeniyle meyvelerin tazelikleri oldukça kısa sürmektedir. Meyvelerdeki kalite kayıpları genellikle olgunlaşmanın ileri aşamalarında görülen membran bütünlüğünün bozulması ile başlamaktadır (Paliyath vd., 2008). Klimakterik bir meyve olan kayısının taze olarak tüketilme süresi oldukça sınırlıdır. Tüketicilere ulaşma süresi göz önüne alınarak kayısılar daha erken hasat edilmekte olup bu durum sonucunda meyveler istenilen olgunluğa erişememektedir. Bu sorunun önüne geçebilmek için kayısıların katma değerinin artırılarak raf ömrünün uzatılması sayesinde yıl boyu tüketilebileceği bildirilmiştir (Igual vd., 2012; Campbell, 2013a). Kayısılar ayrıca meyve suyu, püre, reçel ve konserve gibi ürünlere işlenebilmektedir (Schmitzer vd., 2010). Ancak işleme sırasında proses tipi ve koşullarına bağlı olarak kayısıların biyoaktif bileşenleri etkilenmekte ve kayısıların besin değeri düşmektedir (Rickman vd., 2007).

Kayısıların muhafaza edilebilmesi için kullanılan yöntemlerden birisi de kurutmadır. Kurutma işlemi meyve ve sebzeler için en eski ve avantajlı koruma yöntemlerinden birisidir. Kurutmanın esas amacı meyve ve sebzelerin nem miktarı ve su aktivitesinin düşürülerek mikrobiyal ve enzimatik bozulmanın önlenmesidir. Güneşte kurutma ekonomik bir yöntem olup günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak açık havada yapılan bu işlem nedeniyle meyveler tozlanarak kirlenmekte ve mikroorganizmalar ve böcekler gibi çevresel kontaminasyona maruz kalmaktadır (Ihns vd., 2011). Bununla birlikte kurutulan kayısıların büyük çoğunluğu bu yöntemle elde edilmektedir (Asma ve Birhanlı, 2004).

Kayısı üretimi dünyanın 5 kıtasında yapılmakta olup başta Türkiye olmak üzere İran, Özbekistan, Cezayir ve İtalya en fazla kayısı üretimi yapan ülkelerdir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Ülkelere göre 2013 yılı kayısı üretimi (FAO, 2016)

Bilindiği üzere Türkiye, birçok yaş ve kurutulmuş meyvelerin üretimini yaparak ihracatını gerçekleştirmektedir. Türkiye 2013 yılında 811 609 ton yaş kayısı üretimi gerçekleştirerek dünyada ilk sırada yer almıştır. Ayrıca 161 893 ton kuru kayısı üretimi ile dünyadaki kuru kayısı miktarının %77'sini Türkiye karşılamıştır (FAO, 2016). Türkiye'de üretilen kayısıların %55'i Malatya ilinde yetişmektedir. Malatya'da 40 bin aile geçimini kayısı yetiştiriciliği ile sağlamaktadır. İldeki yaklaşık 7 milyon kayısı ağacından yıllık 300-800 bin ton arasında yaş kayısı elde edilmektedir (Asma ve Birhanlı, 2004; Anonim, 2015).

Malatya, kayısı üretimi için elverişli bir toprak yapısı ve iklime sahiptir. Malatya kayısılarını diğerlerinden ayıran en önemli özelliği ise renk ve aromasının yanında yüksek şeker oranı ve kuru madde içeriği olarak bilinmektedir (Asma, 2000; Akin vd., 2008). Yaklaşık %90'ı kurutularak ihraç edilen Malatya kayısıları, ülkedeki kuru kayısı ihracatının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. 2013 yılı ihracat verilerine göre Türkiye'den 117 861 ton kuru kayısı ihraç edilmiş ve 315 milyon dolar gelir elde edilmiştir. Başta Amerika, Rusya ve Almanya olmak üzere yaklaşık 100 ülkeye kuru kayısı ihracatı gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2015).

Ülke ekonomisinde büyük öneme sahip olan Malatya kayısı, büyük çoğunlukla kükürtlü ve gün kurusu olarak adlandırılan geleneksel yöntemlerle kurutularak satışa sunulmaktadır. Malatya kayısılarının altın sarısı rengini korumak

ve mikrobiyal bozulmayı önlemek amacı ile yapılan kükürtleme işlemi, kayısının kendine özgü tat ve aromasını olumsuz yönde etkilemektedir. Kükürtlü bileşenlerin özellikle astım hastalarında görülen olumsuz etkileri, kükürtleme işleminin temel sorununu oluşturmaktadır. Ticari açıdan önemli sıkıntılardan biri ise aşırı kükürtleme nedeniyle ihracatta yaşanan problemlerdir. Malatya kayısının kurutulmasında kükürtlemenin yanında farklı muhafaza tekniklerini içeren bazı çalışmalar yapılmış olsa da uygulamadaki kolaylığı, ekonomik olması ve raf ömrünün uzun olması nedeniyle kükürtlemenin yerini alamamaktadır (Özkan vd., 2003; Asma ve Birhanlı, 2004).

Son zamanlarda, besleyici değeri düşük gıdaların doğal bileşenlerce zenginleştirilerek katma değerlerinin artırılması önem arz etmektedir. Bunun yanında meyve ve sebzelere minimum işlem uygulanarak kısa olan raf ömürlerinin uzatılması da güncelliğini korumaktadır. Bu amaca yönelik birçok yöntem önerilmekte ve bir kısmı da endüstriyel olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden birisi de vakum infüzyon (Vİ) tekniğidir.

Vİ tekniği, gıdaların dokularında bulunan boşluklara bazı bileşenlerin emdirilmesi amacı ile geliştirilen bir teknolojidir. Bu yöntemde meyve ve sebzelerin dokularında bulunan hava boşluklarının vakum ile alındıktan sonra emdirilmek istenen çözeltinin gözeneklere doldurulması sağlanmaktadır. Böylece infüzyon sıvısında bulunan antioksidan, esmerleşmeyi önleyici ve sertlik sağlayıcı maddelerin meyvelere nüfuz etmesi sağlanabilmektedir. Vİ prosesinin bir diğer amacı da meyvelerin besin değerinin zenginleştirilmesinin yanında katma değeri arttırılmış ürün elde etmektir (Fito, 1994; Fito vd., 2001).

Yapılan çalışmalarda Vİ işleminin meyvelerin yapısı, dayanma süresi, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Jacob ve Paliyath, 2012; Diamante vd., 2013). Oldukça çabuk bozulan kayısların orta nemli olarak sunulması tüketici için farklı bir seçenektir. Bu çalışma ile Vİ tekniği kullanılarak Malatya kayısına farklı çözeltilerin emdirilmesi ve fonksiyonelliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu sayede geleneksel kükürtlü kayılara alternatif olabilecek yeni ürünler geliştirilmiştir. Bu çalışmada Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşidi kayıslar belirli konsantrasyonlarda sitrik asit, kuşburnu, roselle, ılgın ve şeker ile hazırlanan çözeltilerine daldırılarak Vİ uygulanan Malatya kayısıları güneşte kurutularak orta nemli hale getirilmiş ve

vakum infüze kayısıların bazı nütresötik özelliklerinin yanında depolama boyunca meydana gelen fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değışimleri incelenmiştir.

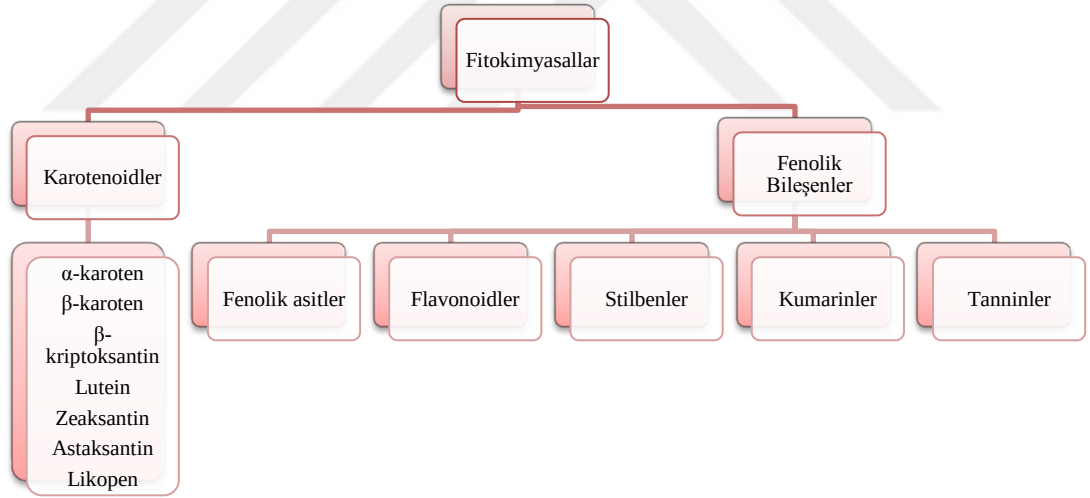


2. KAYNAK ÖZETLERİ

Karotenoidler, fenolikler, organik asitler ve şekerler meyvelerin besin değeri ve kalitesi açısından oldukça önemli bileşenlerdir. Proses sırasında meyvelerin besinsel bileşenlerinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır (Alzamora vd., 2005; Akin vd., 2008).

2.1. Meyvelerde Bulunan Biyoaktif Bileşenler

Gıdalarda doğal olarak bulunan ve besin zincirinde yer alarak sağlık açısından faydalı etkileri olan maddelere biyoaktif bileşenler denilmektedir (Kris-Etherton vd., 2002). Vitaminler gibi esansiyel bileşenler biyoaktif olarak tanımlanabileceği gibi besin ögesi olarak değerlendirilmeyen fitokimyasal bileşenler de bu sınıfa dahil edilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Gıdalarda bulunan bazı fitokimyasalların sınıflandırılması

Metabolizma içerisinde aktif olan biyoaktif bileşenler esasen doğal antioksidan olma özellikleri ile bilinmektedirler. Bu bileşenler sayesinde oksijenin hidrojen peroksit ve tekli oksijen içeren reaktif formlarının yanında hidroksil ve peroksit radikalleri gibi reaktif oksijen türevleri de (ROT) giderilebilmektedir (Rice-Evans vd., 1995; Harborne ve Williams, 2000). Bu nedenle biyoaktif bileşenleri

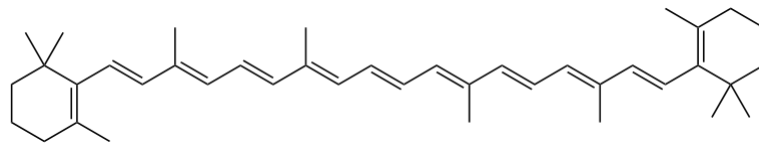
genellikle karotenoidler, polifenoller ve C vitamini gibi doğal antioksidanlar temsil etmektedir.

2.1.1. Karotenoidler

Bitkilerde ve bazı mikroorganizmalarda doğal renk pigmenti olarak bulunan karotenoidler sarıdan kırmızıya kadar değişen renklerden sorumlu bileşenlerdir. Karotenoidler metil grupları içeren hidrokarbon zinciri ve konjuge bağlardan oluşmaktadır. Karotenoidler birbirine kuyruk kısmından bağlı iki adet jeranil-jeranil moleküllerinden oluşan poliizoprenoid bileşenlerdir. Bütün karotenoidler C₄₀ yapısında olup oksijen içeren ve içermeyen formları bulunmaktadır. Bunlardan hidrokarbon yapısında olanlara “karoten”, oksikarotenoidler yapısında olanlara da “ksantofil” adı verilmektedir. Doğada 600 çeşitten fazla karotenoid tespit edilmiştir. Bunların çoğu doğal antioksidan olmakla birlikte yaklaşık 50 tanesi provitamin A özellik göstermektedir (Oliver ve Palou, 2000).

Meyve ve sebzelerde bulunan en önemli karotenoidler ise β -karoten, α -karoten, likopen, lutein ve β -kriptoksantindir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar karotenoidlerce zengin diyetlerin birçok kronik hastalığı önlediğini göstermektedir. Bu konudaki araştırmalar ise özellikle β -karoten üzerinde yoğunlaşmıştır (Eroglu ve Harrison, 2013).

Her iki ucunda beta halkası içeren β -karoten, meyve ve sebzelere turuncu-kırmızı rengi veren karotenoid bileşiğidir (Şekil 2.2). β -karotenin antioksidan etkisi metabolizmada A vitaminine dönüşmesi veya radikal oluşumu önlemesi sayesinde gerçekleşmektedir. β -karoten içeren meyvelerin tüketilmesi ile birlikte kanser, ateroskleroz, katarakt ve yaşlanmaya bağlı maküler dejenerasyonun yanında bir çok eklem hastalığının önleildiği bildirilmektedir (Edge vd., 1997). Bunun yanında β -karotenin sigara kullanan kişilerde akciğer kanserine yakalanma riskini azalttığı tespit edilmiştir. (Virtamo vd., 2014).



Şekil 2.2. β -karotenin genel yapısı

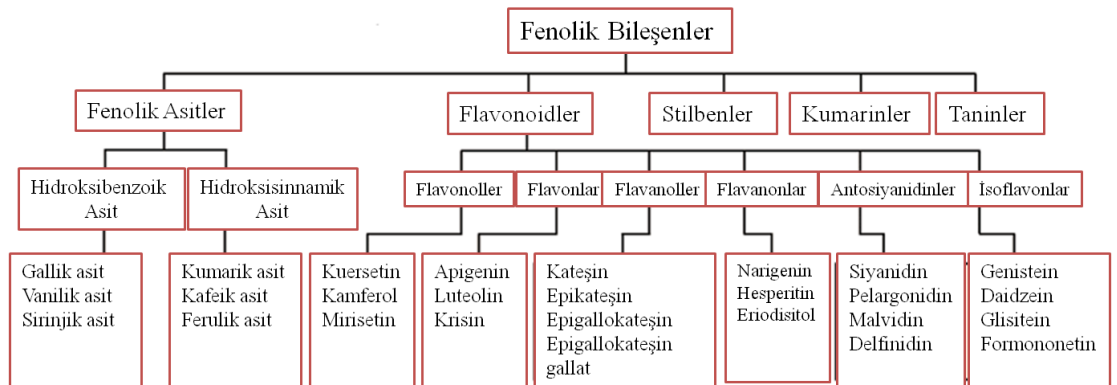
Yağda çözünen bir bileşen olan β -karotenin yağlı besinlerle tüketilmesi halinde vücuttaki emilimi artmaktadır. Kırmızıbiber, havuç, mor lahana, balkabağı ve kayısı β -karotene zengin gıdalardan olup bu besinlerin günlük diyetle birlikte alınması tavsiye edilmektedir (Paiva ve Russell, 1999).

Alman Beslenme Kurumu, β -karotenin günlük tavsiye edilen tüketim miktarını 2 mg olarak açıklarken Amerika Ulusal Kanseri Enstitüsü ise 5–6 mg olarak belirtmiştir. Buna göre 250 g taze veya 30 g kuru kayısı tüketimi ile β -karoten için tavsiye edilen günlük tüketim (RDI) değeri karşılanmaktadır (De Rigal vd., 2000).

2.1.2. Fenolik bileşenler ve biyolojik aktiviteleri

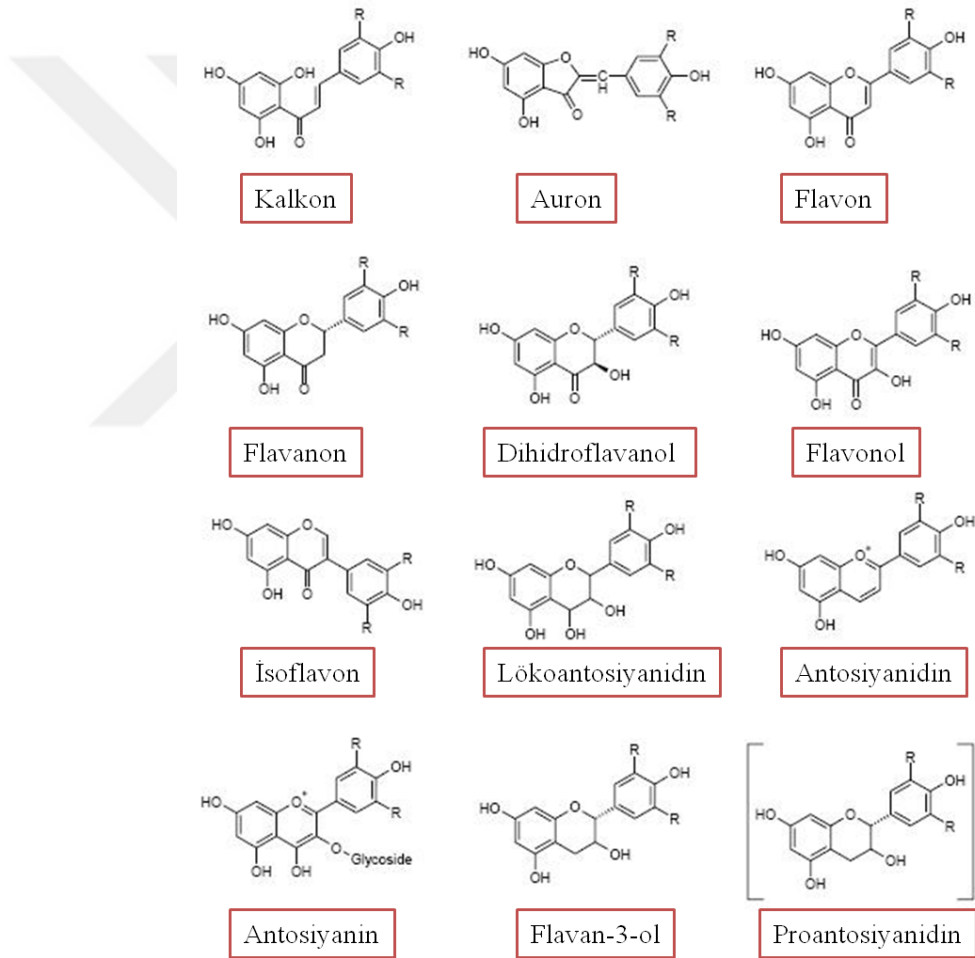
Fenolik bileşenler fenilpropanoid metabolizması yoluyla sentezlenen, tekli veya birden fazla hidroksil grubu içeren sekonder bileşiklerdir. Polifenoller, fenil alanin liyaz enzimi aracılığıyla fenil alaninin önce *trans*-sinnamik aside daha sonra *p*-kumarik aside dönüştürülmesi ile oluşmaktadır (Harborne ve Mabry, 1975). Fenolik bileşikler esas olarak fenolik asitler, flavonoidler, stilbenler, kumarinler olarak 5 gruba ayrılmaktadır (Şekil 2.3).

Fenolik bileşenler bitkisel gıdalarda biyoaktif fitokimyasalları temsil etmektedir. Çok değişik yapılarla bulunarak gıdaların organoleptik özelliklerini belirleyen polifenoller özellikle meyve ve sebzelerdeki buruk tat oluşumu ve renk değişiminde önemli rol almaktadır.



Şekil 2.3. Fenolik bileşenlerin sınıflandırılması

Hidroksibenzoik asitler meyve ve sebzelerde genellikle serbest formda ve az miktarlarda bulunurlar. Hidroksisinnamik asitler ve bunların esterleri (klorojenik asit, neoklorojenik asit, kaftarik asit) ise yüksek düzeyde antioksidan etki göstermektedir. Flavonoidler doğada en yaygın bulunan polifenollerdir (Şekil 2.4). Flavonoidler hücre içerisinde *p*-kumaril Koenzim A'nın öncü olduğu bir dizi reaksiyon sonucu oluşmaktadır. Doğada 8 binden fazla flavonoid tespit edilmiştir. Flavonoidler şekerlerle birleşerek glikozidik yapı oluşturabildikleri gibi aglikon formda da bulunabilmektedir (Harborne ve Mabry, 1975). Fenolik bileşenler meyve ve sebzelerin nütresötik özelliklerine katkı sağlamaktadır (Rózek vd., 2010).



Şekil 2.4. Bazı flavonoid gruplarının kimyasal yapıları

Fenolik bileşenler güçlü bir metal şelatlayıcı ve antioksidan olmaları nedeniyle sağlık açısından oldukça faydalı maddelerdir. Polifenoller serbest radikallerin süpürülmesi, lipit oksidasyonunun inhibisyonu, süperoksit dismutaz, glutatyon redüktaz ve katalaz gibi enzimlerin aktivasyonu gibi antioksidatif

özelliklere sahiptir. Bununla birlikte antikanserojen, antiinflamatuvar, ve antimikrobiyal etki gösteren polifenoller birçok kronik hastalığa karşı da etkili olduğu bildirilmiştir (Tapas vd., 2008).

Fenolik bileşenler meyve dokularında düzensiz formda bulunmaktadır. Birçok meyvenin kabuk kısmında yüksek miktarlarda bulunan polifenoller bazılarında ise perikarp tabakasında yoğunlaşmaktadır (Robards vd., 1999).

2.2. Meyvelerin Biyoaktif Bileşenlerle Zenginleştirilmesi

Meyvelere uygulanan kurutma, haşlama, dondurma gibi işlemlerin besin değerini azalttığı bilinmektedir. Bu nedenle meyvelerin biyoaktif bileşenleri içeren besinlerle zenginleştirilmesi gıda endüstrisi için oldukça önemli görülmektedir.

Bitkisel kaynaklı besinler lipidler, fitokimyasallar, farmasötikler, lezzet artırıcılar ve pigmentler gibi bileşenleri içermesi nedeniyle gıda, ilaç ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkilerin antioksidan, antimikrobiyal ve nütresötik özelliklerinden faydalanmak üzere bitki ekstraktları, bitki çayları ve bunlardan hazırlanan fonksiyonel gıdalar üretilmektedir. Sağlık açısından yararlı etkileri bulunan ılgın, roselle ve kuşburnu meyvesi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Dillard ve German, 2000; Wang ve Weller, 2006; Krishnaiah vd., 2011).

İlgın (*Rheum ribes* L.) *Polygonaceae* familyasına ait bir bitki olup tıbbi amaçlı kullanımının yanında kök ve yaprakları taze olarak tüketilmektedir (Şekil 2.5). Lübnan, İran ve özellikle Doğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak bulunan ılgın Türkiye’de yetişen tek *Rheum* türüdür. Ilgın kökleri içerdiği antrasen türevleri (antrokinon vb.) nedeniyle diyabet, hipertansiyon, obezite, ülser ve ishal gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu bitkinin laksatif etkisi olmakla birlikte bazı deri hastalıklarında kullanıldığı bilinmektedir (Krishnaiah vd., 2011). Ilgın köklerinin kaynatılmasıyla elde edilen ekstraktların diyabetik farelerde kan şekerini düşürücü etki göstermekle birlikte sağlıklı hayvanlarda hipoglisemik etki oluşturmadığı bildirilmiştir. Bunun yanında ılgının antimikrobiyal ve antiviral etkisinin yanında yüksek antioksidan etkisi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Türkiye’de yetişen ılgın köklerinin DPPH, CUPRAC ve β -karoten beyazlatma yöntemi ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Ilgın ekstraktı ile BHT

ve α -tokoferol cinsinden %82.0-93.1 arasında radikal inhibisyonu sağlandığı tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2007).



Şekil 2.5. Işgın (*Rheum ribes* L.) kökleri

Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) çiçekleri salkım şeklinde, taç yaprakları ise kırmızı renkli olan bir çalı bitkisidir (Şekil 2.6). Kerkede veya bamya çiçeği olarak da bilinen roselle parlak kırmızı rengi ve kendine özgü aroması sayesinde genellikle bitki çayı olarak tüketilmektedir. Ayrıca içerdđđ biyoaktif bileşenler sayesinde kullanıldığı gıdaların katma değerini artırdđđ bilinmektedir. Yüksek antosiyanin içeriğinden dolayı roselle yaprakları iyi bir renklendirici olmakla birlikte güçlü bir antioksidan içeriğine sahiptir. Roselle fenolik bileşenler, triterpen türevleri ve fitosteroidler açısından zengin olup yüksek tansiyon ve kalp-damar hastalıkları için faydalı etkileri olduğu bildirilmiştir. Gıda endüstrisinde ise genellikle jöle, reçel ve içecek yapımında kullanılmaktadır (Tsaia vd., 2002; Maganha vd., 2010; Şen, 2011).



Şekil 2.6. Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) bitkisi

Kuşburnu meyvesi (*Rosa* L.) *Rosaceae* familyasına ait çok yıllık bir bitkidir (Şekil 2.7). Meyveleri kızılıcık gibi kırmızı renkli olup çekirdek ve etrafı tüylerden oluşmaktadır. Fenolik bileşenler ve C vitamini bakımından oldukça zengin olan

kuşburnu doğal antioksidan olarak bilinmektedir. Dolayısıyla hastalıklara karşı direnç sağlamak amacıyla oldukça sık tüketilen kuşburnu nezle, üst solunum yolları enfeksiyonu, inflamatuvar hastalıklar ve kronik hastalıkların yanında cilt bakımı ve ülser tedavisinde de kullanılmaktadır. Taze olarak ta tüketilebilen kuşburnu meyvesi reçel, marmelat, jöle ve çay olarak üretilmektedir (Guimaraes vd., 2010).



Şekil 2.7. Kuşburnu (*Rosa canina*) meyvesi

Meyve ve sebzelerin işlenmesinde yaşanan en önemli sorunlardan biri enzimatik esmerleşmedir. Bu sorun sitrik ve askorbik asit gibi esmerleşme önleyici ajanlarla giderilebilmektedir. Sudaki çözeltileri zayıf asit olan sitrik asit ve tuzları turuncgillerde bulunan doğal koruyucu maddeler olup gıdalara ve içeceklere asidik veya ekşi tat vermesi için eklenmektedir. Sitrik asit gıda endüstrisinde asitlik düzenleyici veya lezzet artırıcı olarak kullanılırken antioksidanlarla birlikte kullanıldığında sinerjetik etki göstermektedir. Sitrik asit gıdalarda acılaşmaya neden olan prooksidan maddelerle şelat oluşturması sayesinde oksidasyona neden olan enzimleri inaktif ederek esmerleşmeyi engellemektedir (Altuğ, 2009). Sitrik asit çözeltisine daldırılan elmalarda meydana gelen esmerleşmenin önemli oranda azaldığı bildirilmiştir (Chiabrando ve Giacalone, 2012).

Meyvelerin raf ömrünün artırılması ve nütresötik özelliklerin geliştirilmesi amacıyla biyoaktif bileşenlerce zengin birçok bitkisel besin kaynağı kullanılabilmektedir (Fito vd., 2001; Jacob ve Paliyath, 2012). Bununla birlikte bitki ekstraktlarının meyvelerin organoleptik özelliklerini iyileştirdiği bilinmektedir (Ferrando vd., 2011; Ahmad-Qasem vd., 2015). Örneğin ışıgın suyunun elmalarda esmerleşme önleyici olarak kullanıldığında olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Son vd., 2000).

Benzer şekilde katma değerlerini artırmak amacıyla kayısı ve  eftalilere ı gın suyu içerisinde ha lama uygulanmış ve bu sayede meyvelerde bulunan karotenoidlerin kontrol örneğine göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Campbell, 2013a).

2.3. Malatya Kayısının  retimi,  şlenmesi ve Muhafazası

Malatya'da çoğunlukla Hacihaliloğlu, Kabaası, Hasanbey, Soğancı,  ataloğlu,   loğlu,  ekerpare ve Zerdali  e itleri yetiştirilmektedir. Bunlardan Hacihaliloğlu ve Kabaası oldukça lezzetli ve kurutmaya uygun olması nedeniyle diğerlerine göre daha fazla üretilen kayısı  e itleridir (Asma ve Birhanlı, 2004).

Malatya'daki toplam kayısı üretiminin yaklaşık %90'ı Hacihaliloğlu  e ididir. Meyve  ekli oval, sarı renkli ve orta (25-35 g) iriliktir. Olgunluk döneminde meyvenin pH değeri 4.5-4.8, titrasyon asitliği %0.2-0.4 (sitrik asit) olup suda çözünen madde miktarı 24-28  Brikse,  eker oranı ise 49.8 g/100g k.m. miktarına ulaşmaktadır (Asma ve Birhanlı, 2004; Durmaz vd., 2010). Olgunlaşma süreci Temmuz ayının ortalarında tamamlanmaktadır.

Kabaası ise Malatya'daki toplam ağaç sayısının %17'sini oluşturarak ikinci sırada yer almaktadır. Meyveler diğer çeşitlere göre daha iri (30-40 g) ve oval yapılı olup kabuk rengi sarıdır. Kabaası 24-26  Briks, 3.8-4.6 pH, %0.3-0.45 titrasyon asitliği ve 49.9 g/100g k.m.  eker oranı değerlerine sahiptir (Asma ve Birhanlı, 2004; Durmaz vd., 2010).

Taze olarak ta tüketilen Malatya kayısılarının büyük bir kısmı kurutularak  şlenmektedir (Asma ve Birhanlı, 2004; Anonim, 2015). Kayıların kurutulmasında yaşanılan en önemli problem ise renk değişimidir. Kurutma sırasında enzimatik esmerleşme ile birlikte Maillard reaksiyonları da gerçekleşmektedir. Enzimatik esmerle mede, polifenol oksidaz (PFO), katekol oksidaz ve lakkaz enzimleri polifenolleri önce o-kinonlara daha sonra ise esmer renkli polimerler olan melanoidinlere dönüştürmektedir. Maillard reaksiyonlarında ise indirgen şekerlerin anomerik karbonil grubu ve amino asitlerin nükleofilik amin grubu rol almaktadır. Bu reaksiyonlar sonucunda kayısının kendine özgü altın sarısı rengi kaybolarak esmerleşme meydana gelmektedir (Corzo-Martinez vd., 2012).

Kayısıların geleneksel yöntemlerle kurutulması kükürtsüz veya kükürtleyerek güneşte kurutma olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Kurutma sırasında ve depolama boyunca enzimatik esmerleşme ve mikrobiyal bozulmaların önlenmesi için kayısılar kükürtlenerak muhafaza edilmektedir. Bu işlem “ıslım odası” olarak adlandırılan kapalı ortamda elementel kükürdün yakılması ile gerçekleşmektedir. Daha sonra çekirdekleri çıkarılan kayısılar %15-20 nem oranına düşünceye kadar güneşte kurutulmaktadır. Ancak bu yöntemle absorplanan kükürt miktarı kontrol edilememekte ve birçok ülke için 2000 ppm olan yasal limit aşılmaktadır (Türkyılmaz vd., 2013; Coşkun vd., 2013).

Diğer bir yöntem ise kayısıların hiçbir işlem görmeden geleneksel olarak güneşte kurutulmasıdır. Bu kayısılar “gün kurusu” olarak isimlendirilir. Ancak, gün kurusu kayısılar mikrobiyal bozulmaya karşı kükürtlü kayısıya göre daha duyarlıdır. Dolayısıyla bu ürünlerin depolanması ve pazarlanmasında bazı sıkıntılar yaşanmaktadır (Asma vd., 2005; Karabulut vd., 2007).

Orta nemli meyveler %20’nin üzerinde nem içeriğine sahip ürünlerdir. Bu meyveler kurutmanın erken sonlandırılması veya kurutulmuş meyvelerin rehidrasyonu ile elde edilmektedir. Son zamanlarda orta nemli kayıslara olan ilgi artmaktadır. Nem içeriği %30-40 arasında olacak şekilde üretilen orta nemli kayısılar, yumuşak bir tekstüre sahip olmaları nedeniyle doğrudan tüketim açısından daha çok tercih edilmektedir (Sağırlı vd., 2008).

Son zamanlarda kimyasal koruyucu içermeyen ve minimal işlem gören gıdalara olan talep artış göstermektedir. Nütrasötik özelliklerinden dolayı meyve tüketiminin artması göz önüne alındığında katma değeri artırılmış yeni ürünlerin geliştirilmesi gerektiği dikkati çekmektedir. Meyvelerin nütrasötik doğal bileşenlerce zenginleştirilmesi amacı ile zeytin yaprağı gibi çeşitli bitki ekstraktları veya meyve pulplarından faydalanılmaktadır (Ahmad-Qasem vd., 2015). Ancak meyvelerin kısa zamanda bozulması nedeniyle yeni ürün geliştirme çalışmalarında birçok zorlukla karşı karşıya kalınmaktadır (Threlfall vd., 2007). Benzer şekilde Malatya kayısılarının raf ömrünü artıracak farklı stratejiler denenmiş ancak, kükürtlemeye alternatif olacak bir yöntem henüz geliştirilememiştir.

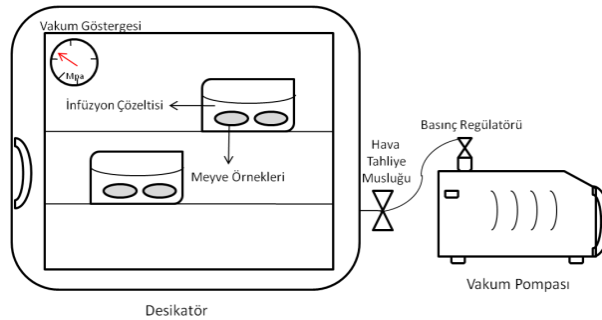
2.4. Vakum İnfüzyon Uygulaması

İnfüzyon uygulaması, katı ve sıvı fazların etkileşimleri ile gıda bileşenlerinin değiştirilmesini esas alan bir yöntemdir. İnfüzyon çözeltisi ile meyve dokusu arasındaki madde transferi osmotik basınç farklılığından kaynaklanmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu çözeltilerle yapılan infüzyon sonrasında su ile birlikte organik asitler, indirgen şekerler, mineraller, aroma bileşenleri ve renk pigmentleri meyveden ayrılıp infüzyon çözeltisine geçebilmektedir (Khin vd., 2005; Misran, 2013). İnfüzyon etkinliğini meyvelerde bulunan hücreler arası boşluklar belirlemektedir. Ayrıca infüze edilmek istenen biyoaktif bileşenlerin infüzyon kinetiği, gıda bileşenleriyle interaksyonu, hücresel ve mekaniksel özellikleri de infüzyon prosesini etkileyen önemli faktörlerdir (Bellary ve Rastogi, 2014).

İnfüzyon çözeltisinde kullanılan maddelerin seçimi çözünürlük, maliyet ve meyvenin organoleptik özelliklerine etkisi gibi birkaç faktöre bağlıdır. Ayrıca kullanılan çözeltilerin ve ürünün duyu özelliklerini olumsuz yönde etkilememesinin yanında toksik madde içermemesi de oldukça önemlidir. İnfüzyon uygulanan meyvelerin nütrosötik bileşenlerce zenginleştirilmesi sayesinde besleyici ve sağlıklı yeni ürünler geliştirilebilmektedir (Zhao ve Xie, 2004; Jacob ve Paliyath, 2012).

İnfüzyon prosesi geleneksel olarak atmosfer basıncında yapılmaktadır. Fakat bu durumda kütle transferi yavaş gerçekleştiğinden işlemi hızlandırmak amacıyla farklı yöntemler önerilmiştir. Bu nedenle araştırmalar alternatif bir yöntem olan vakum infüzyon (impregnasyon) üzerine odaklanmıştır.

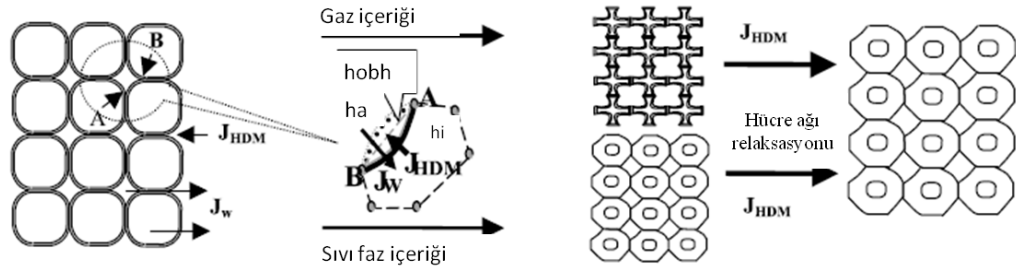
Vİ, çözelti içerisine daldırılan gıdaların bulunduğu kapalı bir sistemde vakum oluşturulmasının ardından atmosfer koşullarına dönülmesi işlemidir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Vakum infüzyon işleminin şematik gösterimi

Vİ prosesinin temel prensibi hidrodinamik mekanizma ile açıklanmaktadır. Buna göre hücreler arası boşluklarda bulunan gazlar veya sıvılar, vakumun etkisiyle emilerek uzaklaşmaktadır. Daha sonra sıvı basıncının iç basınca eşit olduğu anda infüzyon çözeltisi kapiler kuvvetlerle porlara doğru hareket etmektedir. Atmosfer basıncına döndüğünde ise gevşeme (relaksasyon) oluşmakta ve porlarda artık infüzyon çözeltisi yer almaktadır (Şekil 2.9). Bu uygulamayla sıvı içerisinde çözünmüş haldeki aktif bileşenler meyve içerisine infüze edilebilmektedir (Fito, 1994; Fito vd., 1996).

Vİ sürecinde gıdalardaki boşluklara emdirilen çözeltinin miktarı vakum basıncı, uygulama süresi ve gıdaların etkin porozitesine bağlıdır. Elma ve mantar gibi gıdaların porozitesi yüksek iken, çilek, kivi ve şeftali gibi meyveler ise daha düşük poroziteye sahiptir. Etkin porozite arttıkça infüzyon etkinliği artmaktadır (Salvatori vd., 1998).



A ve B: Hücre bağlanma noktaları; J_{HDM} : İnfüzyon çözeltisinin hidrodinamik akışı; J_w : Su akışı
 h_i : Hücre içi; h_a : Hücreler arası; h_{obh} : Hücre içi oluşan boşluk hacmi

Şekil 2.9. Vakum infüzyon işlemi ile meyve dokusunda meydana gelen yapısal değişimler (Fito vd., 2001)

Vİ ile osmotik dehidrasyon uygulandığında basıncın düşürülmesi ile birlikte su kaybı da artmaktadır. Ancak katı madde kazanımı bitki dokusunun mikro düzeydeki yapısal karakterine bağlı olduğundan vakum ve atmosfer basıncı arasında bazı farklar görülmektedir (Shi ve Fito, 1993; Salvatori vd., 1998). Örneğin şeker çözeltisi ile yapılan infüzyon daldırma çözeltisinin meyveye daha fazla nüfuz edilmesini sağlayarak son verimi artıran ve meyvelerin muhafazasında geniş bir kullanım alanına sahip olan osmotik bir uygulamadır (Fujimaru vd., 2012).

Vİ uygulaması ile fonksiyonel çözeltilerin gıdalara hızlı ve kontrollü bir şekilde emdirilmesi sağlanmaktadır. Bu uygulama minimal işlenmiş meyveler ve orta

nemli gıdaların üretiminin yanında meyvelerin dondurulması işleminde de kullanılmaktadır (Salvatori vd., 1998; Mujica-Paz vd., 2003a).

2.5. Vakum İnfüzyon Yöntemiyle Fonksiyonel Gıda Üretimi

Fonksiyonel gıdalar, besinsel değerinin yanında sağlık açısından faydalı bileşenleri içeren besin maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Fizyolojik olarak aktif bileşenlerce zenginleştirilmiş gıdaların sağlıklı yaşama ve hastalıkların önlenmesi açısından birçok faydası bulunmaktadır. Fonksiyonel gıda üretmek amacıyla farklı teknikler kullanılmakta olup yapısal bozulmaların önlenmesi için Vİ prosesinin uygun bir yöntem olduğu bildirilmektedir (Gras vd., 2003).

Vİ uygulaması ile meyve dokularındaki madde transferinin yanında hücrelerin deformasyonu ve yıkımı gibi yapısal değişiklikler oluşmaktadır. Bu nedenle yalnızca ürünün görünüş ve tekstürünü etkileyen optik ve mekaniksel özellikler değişmekle kalmayıp bazı kimyasal maddelerin (etanol, asetaldehit vb.) oluşmasına neden olabilmektedir. Bütün bunlar ürün kalitesini önemli derecede etkilemektedir. Bu gibi olumlulukların yaşanmaması için Vİ işleminin kontrollü bir şekilde yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Chiralt ve Talens, 2005).

Vİ prosesi genellikle gıdaların besleyici, duyuusal ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmesinin yanında bazı bileşenlerce zenginleştirme veya katma değerini artırma amacı ile bir ön işlem olarak kullanılabilir. Bu yöntem ile üretilen orta nemli meyveler; tatlılar, yoğurtlar, dondurmalar ve unlu mamüller gibi gıda ürünlerinde kullanılabilir. Ayrıca raf ömrü uzatılmış kaliteli gıdalar elde edebilmek için vakum infüze meyvelere dondurma, dondurarak kurutma, vakum altında kurutma veya sıcak hava akımında kurutma gibi bir proses uygulanabilmektedir. Gıda endüstrisinde Vİ prosesi ile ürünlerin renk, lezzet ve tekstürel kalitesi geliştirilerek kimyasal ön işlemler elemine edilebilmektedir. Ayrıca paketleme ve dağıtımda maliyetin düşürülmesi ve depolama boyunca ürün stabilitesinin artırılması gibi birçok avantajı bulunmaktadır (Fito vd., 2001).

Vİ genellikle düşük sıcaklıkta yapılması sayesinde bitki dokusunda oluşabilecek ısıl işlem zararları minimize edilmekte ve böylece meyvelerin rengi, doğal lezzeti ve besin öğeleri korunabilmektedir. Vİ çözeltisi olarak şeker çözeltisi kullanıldığında taze meyvede bulunan uçucu bileşenler muhafaza edilebilmektedir.

Ayrıca bu yöntem ile meyvedeki gözeneklerden oksijenin uzaklaşması sayesinde enzimatik ve oksidatif esmerleşmeye bağlı renk bozulmaları da önlenabilmektedir (Chinprahast vd., 2013).

Olgunluk düzeyi meyvelerin hem vakuma karşı dayanıklılığı hem de infüzyon çözeltisinin meyve dokusu üzerine etkisi açısından oldukça önemlidir. Tekstürel özellikleri açısından yeterli sertlikte olmayan meyveler çözelti içerisinde yumuşamakta ve meyve bütünlüğünü kaybetmektedir. Buna karşın tam olgunlaşmayan meyvelerin düşük şeker içeriğine sahip olması nedeniyle ürün lezzetini iyileştirmek amacıyla bazı ön işlemlerin yapılması gerekmektedir (Sriwimon ve Boonsupthip, 2011; Misran, 2013).

Meyveler sağlığa yararlı birçok bileşene sahip olmasına rağmen biyoaktif maddeleri tümüyle içermemektedir. Vİ yöntemiyle gıdalara doğal antioksidanlar (Bellary ve Rastogi, 2014), aroma zenginleştiriciler (Comandini vd., 2010), prebiyotik ve probiyotikler (Betoret vd., 2003), vitaminler, mineraller (Alzamora vd., 2005), diyet lifi, balık yağı, bitki steroller, doğal renklendiriciler gibi bileşenler infüze edilerek fonksiyonel ürünler geliştirilmektedir (Banjongsinsiri vd., 2004; Zhao ve Xie, 2004). Ayrıca kitosan bazlı yenilebilir kaplama çözeltileri gibi materyallerin infüzyonu ile kaplama kalınlığı ve dağılımı gibi özelliklerin geliştirildiği bilinmektedir (Yurttas vd., 2014).

Vİ tekniğinin başlangıcı 20 yıl öncesine dayanmasına rağmen sürekli gelişen bir teknoloji olarak değerlendirilebilir. Vİ farklı iç ve dış değişkenlerden etkilenen oldukça kompleks bir uygulamadır. İlk uygulamalar daha çok sıcaklık ve infüzyon çözeltisinin viskozitesi gibi operatif koşulları kapsamaktayken, daha sonraki araştırmalar gıdaların gözenek genişliği, şekli, dokuların mekaniksel (viskoelastik) özelliklerinin yanında kapiler boşluklarda gerçekleşen madde değişimleri gibi mikroskobik ve mezoskopik özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Chafer vd., 2003; Anino vd., 2006; Igual vd., 2008).

Vİ tekniği endüstriyel uygulamalarda oldukça etkili sonuçlar göstermiştir. Vİ, ürünlerin daldırma çözeltisi ile etkileşim alanını artırarak osmotik dehidrasyon, asidifikasyon, balık ve et salamurası gibi katı-sıvı kütle transferini sağlayan önemli bir yöntemdir. Mühendislik uygulamaları açısından bakıldığında birkaç dakika içerisinde tamamlanmasından dolayı oldukça hızlı bir uygulama olan Vİ prosesinin düşük enerji maliyeti, oda sıcaklığında yapılabilmesi ve infüzyon çözeltisinin tekrar kullanılabilmesi gibi bazı avantajları bulunmaktadır. Yine de endüstriyel ölçekli Vİ

uygulamaları oldukça sınırlıdır. Bu problem proses aşamalarına dayanıklı meyve ve sebzelerin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda, besleyici ve fonksiyonel gıdalar ile beslenmenin sağlığa yararlı etkileri birçok araştırmacı ve üreticiyi bu alana yönlendirmektedir. Diğer taraftan Vİ uygulamasının bilimsel çalışmaları halen yeterli düzeyde değildir (Chiralt vd., 1999; Barat vd., 2001; Chiralt vd., 2001; Atares vd., 2008; Derossi vd., 2012).

2.6. Vakum İnfüzyon Tekniğiyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Vİ yöntemi ile osmotik dehidrasyon başta olmak üzere birçok çalışma yapılmıştır. Ancak literatürde kayısılarla ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Örneğin kayıslarda yapılan bir çalışmada meyveler küp (10 mm) şeklinde kesildikten sonra %65'lik (w:v) sukroz, maltoz ve sorbitol çözeltileri içerisinde 15 dakika Vİ uygulanmıştır. Aynı çözeltilere atmosferik basınçta 45 dk ve 120 dk daldırılan örnekler hava akımında kurutma ve dondurma işlemi uygulanarak 8 ay boyunca depolanmıştır. Bulunan sonuçlara göre kullanılan şeker çeşitleri madde transferinde etkili olmazken maltozun kayıslardaki askorbik asit miktarı ve yüzey renginin daha iyi muhafaza ettiği vurgulanmıştır (Forni vd., 1997).

Tapia vd. (1999) tarafından farklı konsantrasyonlarda (%2.5, %5.0, %7.5) sitrik asit ilave edilerek hazırlanmış şeker çözeltisi (60 °Briks) içerisine daldırılan papaya meyvesine 60 mbar basınçta Vİ uygulanmıştır. İnfüzyon süresinin uzatılmasıyla su kaybı ve katı madde kazanımının yükseldiği belirtilen çalışmada sitrik asit infüzyonuna bağlı olarak pH değerlerinde azalma tespit edilmiştir.

Fito vd. (2001) tarafından yapılan araştırma, bazı yeni fonksiyonel gıdaların elde edilmesi için Vİ kullanılan ilk çalışma olarak bilinmektedir. Araştırmacılar denemeleri boyunca kalsiyum ve demir tuzlarının sudaki çözünürlüğünden faydalanarak birçok sebzeye Vİ uygulamış ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Gras vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada patlıcan, istiridye mantarı ve havuç örneklerine günlük kalsiyum tüketiminin artırılması ve meyvelere sertlik kazandırılması amacıyla 50 mbar basınçta 10 dk Vİ uygulanarak kalsiyum takviyesi yapılmıştır. Bunun için izotonik sukroz ve kalsiyum laktat çözeltileri hazırlanan çalışmada infüzyon sonrası tekstürel özellikleri incelenmiş ve örneklerin dokularındaki kalsiyum dağılımı X-ray mikroanaliz yöntemiyle tespit edilmiştir.

Patlıcan ve havuç örneklerinin gerilme ve deformasyon gibi mekaniksel davranışları kalsiyumdan etkilenirken mantar örneklerinde bu değişim önemsiz görölmüştür. Ayrıca patlıcan ve mantarların parankima hücrelerinde belirlenen kalsiyum havuta ise yalnızca ksilem hücrelerinde tespit edilmiştir.

Talens vd. (2003), 45 °Briks ve 65 °Briks şeker çözeltileri ile Vİ uyguladıkları kivileri dondurarak -18 °C’de 1 ay muhafaza etmiştir. Vİ ile birlikte depolamanın uçucu bileşen miktarını azaltarak aroma profilinde değişikliğe neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca osmotik dehidrasyonun esterlerin yapısını değiştirterek aldehit ve alkol miktarını azalttığı vurgulanmıştır.

Vİ kullanılarak kalsiyum ile zenginleştirilmiş sebzeler (Gras vd., 2003) ve probiyotik bakteriler ile infüze edilen meyvelerin (Betoret vd., 2003) süt ürünlerine alternatif olması bu alandaki ilgi çeken çalışmalardır.

Xie ve Zhao (2003) tarafından yapılan çalışmada elma dilimlerini RDI değerine uygun miktarlarda kalsiyum ve çinko içeren yüksek fruktozlu mısır şurubu çözeltilisine daldırılarak Vİ uygulanmıştır. 3 haftalık depolama sonrasında fruktoz şurubu ve çinko laktat uygulanan örneklerin rengi muhafaza edilirken kalsiyum infüze edilen örneklerin daha sert tekstüre sahip olduğu belirtilmiştir. Yine aynı araştırmacılar tarafından dondurulmuş çileklerin besin değerini artırmak amacıyla bir önceki çalışmada kullandıkları çözeltilere ek olarak yüksek metoksilli pektin çözeltisi ile Vİ uygulanmıştır. Kullanılan şekerlerin kriyoprotektan etki göstermesi ile dondurulmuş çileklerin renk ve tekstürel özelliklerinin kontrol örneğine göre daha iyi olduğu vurgulanan çalışmada kalsiyum ve çinko emiliminin artmasıyla birlikte don zararlarının önlendiği bildirilmiştir (Xie ve Zhao, 2004).

Banjongsinsiri vd. (2004) pektin metil esteraz enzimi ile hazırlanan kalsiyum klorür çözeltilerine daldırılan patlıcanlara Vİ ve normal daldırma uygulamıştır. İşlem sonrasında +4 °C ve -34 °C’de 7 gün depolanan örneklerin tekstürel farklılıkları incelenen çalışmada sertlik kaybının engellenemediğini bildirilmiştir. Diğer taraftan +4 °C’de depolanan patlıcan dilimlerinin tekstürel özelliklerinde olumlu gelişmeler kaydedilmiştir.

Amerika’da üretilen 13 çeşit balla hazırlanan çözeltilere daldırılan dilimlenmiş elmalar Vİ uygulandıktan sonra 14 gün boyunca depolanmıştır. Bu süre içerisinde infüzyon işleminin enzimatik esmerleşme üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre özellikle koyu renkli balların fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivitelerinin elmalar için daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Vakum

infüzyonun normal daldırmaya göre daha etkili olduğu belirtilen çalışmada balların bu yöntem sayesinde doğal bir enzimatik esmerleşme önleyici olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır (Jeon ve Zhao, 2005).

Yine Zhao vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada E vitamini, kalsiyum kazeinat ve çinko laktat ile zenginleştirilmiş hidroksipropil metil selüloz ve yüksek fruktozlu mısır şurubu çözeltileri içerisine daldırılan elmalara Vİ uygulanmıştır. Fruktoz çözeltisinin doğal elma rengine yakın bir koruma sağladığı belirtilen çalışmada vitamin ve mineral maddelerin Vİ işlemi ile önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir.

Benzer bir çalışmada kalsiyum laktat ve kalsiyum glukonatın glukozla hazırlanan izotonik çözeltileri ile elmalara Vİ gerçekleştirilmiştir. 30 mmHg basınçta 10 dk infüze edilen elmalar farklı sürelerde atmosferik ortamda bekletilmiştir. En yüksek kalsiyum infüzyonu atmosfer basıncında 22 saat bekleyen elmalarda görülürken kalsiyum miktarına bağlı olarak deformasyon ve kopma kuvvetinde önemli düzeyde farklılıklar gözlemlenmiştir (Anino vd., 2006).

α -Tokoferolün 3 farklı esteri ile E vitamini içeriği artırılmak istenen armut dilimleri %20'lik bal çözeltisine daldırılarak Vİ uygulanmıştır. 2 °C'de 2 hafta depolanan örnekler besinsel, fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Uygulama ve depolama sonrası α -tokoferol türleri arasında önemli bir fark görülmezken, bütün çözeltilerin armutlardaki E vitamini miktarını 80 ile 100 kat arasında artırdığı belirlenmiştir. Tüketicinin beğenisini kazanan Vİ örnekleri kontrol örneğine göre daha yüksek parlaklık değerleri ile birlikte düşük esmerleşme indeksine sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca toplam aerobik mezofil bakteri sayısının Vİ ile tolere edilebilir seviyede olup depolama boyunca değişmediği belirtilmiştir. Araştırmacılar E vitamini ile zenginleştirilmiş bal çözeltisi infüzyonunun armutlarda kaliteyi iyileştirici bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır (Lin vd., 2006).

Blanda vd. (2008a) tarafından yapılan çalışmada dekstroz, sukroz, askorbik asit, kalsiyum ve sodyum klorür ile hazırlanan çözeltilere daldırılan Stark Delicious ve Granny Smith elmalara Vİ uygulanmıştır. İşlem sonrasında dondurulan elmaların fenolik bileşenleri, antioksidan aktiviteleri ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Vİ sonrası elmalarda bulunan fenolik bileşenlerin önemli oranda korunduğu bildirilmiş olup askorbik asit sayesinde daha yüksek ABTS^{•+} değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Elmaların tekstürel özellikleri açısından çeşitler arasında farklılıklar olduğu bildirilmiştir.

Benzer bir çalışma daha yapan araştırmacılar (Blanda vd., 2008c) Vİ sonrasında dondurulan şeftali dilimlerinin tüketici beğenisinin değerlendirilmesinin yanında örneklerin fenolik bileşenleri ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan fruktoz, kalsiyum klorür ve askorbik asitten oluşan infüzyon çözeltisine daldırılan örnekler 30 mbar basınçta 15 dk bekletilmiştir. Vİ etkisinin açıkça görüldüğü denemelerde askorbik asidin dokuya penetrasyonu sayesinde ABTS^{•+} radikalini süpürme gücünün arttığı ve fenolik madde miktarının normal daldırma ve kontrol örneğinden yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kontrol örneğinin duyusal özellikleri beğenilmezken normal daldırma ve Vİ arasında aroma kaybı dışındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

Igual vd. (2008) tarafından hurmalara hipertonic şeker çözeltisi içerisinde Vİ uygulanmış ve bir haftalık depolamanın ardından yoğunluk, porozite gibi bazı fiziksel özelliklerin yanında örneklerin tekstürel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Meyve dokusuna infüze olan şekerin buruk tadı gidermesine karşın esmerleşmeyi engelleyemediği görülmüştür. Ayrıca vakum etkisi ile hücre yapısı zarar gören hurmaların tekstürel özelliklerinde yumuşama olduğu belirlenmiştir. Diğer bir Vİ çalışmasında şeker konsantrasyonu yükseltildikçe (40-60 °Briks) elma ve kavunların katı madde miktarı artarken mangolarda ise azalma görüldüğü bildirilmiştir. Bu durumun meyvelerdeki porozite farklılığından kaynaklandığı vurgulanmıştır (Mujica-Paz vd., 2003b).

Yeşil elma aroması ile zenginleştirilmek istenen elma dilimleri için izotonik çözeltiler hazırlanarak farklı sürelerde Vİ ve ultrases uygulanmıştır. Yapılan uçucu bileşen analizi sonucu en yüksek aroma kazanımı 5 dk Vİ ardından ultrases uygulaması ile sağlanmıştır. Vakum işlemi sonrası alkoller ve esterlerin elmalara infüzyonu arasında polariteden kaynaklanan bazı farklılıklar görülmüştür (Comandini vd., 2010). Başka bir çalışmada ise prebiyotik lif, lesitin ve vitaminler gibi bileşenlerin vişne, mango ve likapa meyvelerine infüzyonu ile meyvelerin nütresötik özelliklerinin yanında kalite özelliklerinin de geliştiği bildirilmiştir (Tortoe, 2010).

Joshi vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada kızartılmamış elma çerezi üretimi için E vitamini, kalsiyum klorür, tuz ve peynir altı suyu tozu içeren üzüm suyu ile çözeltisine daldırılan elma dilimlerine Vİ uygulandıktan sonra vakumlu fırında kurutulmuştur. Duyusal değerlendirme açısından normal daldırma ve kontrol örneklerine göre daha yüksek sonuçlara sahip olan vakum infüze ürünlerin renk

değerleri arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Araştırmacılar (Joshi vd., 2011) başka bir çalışmada elma dilimlerini akçaağaç şurubuna daldırarak Vİ uygulamışlardır. Vakum infüze elma çerezlerinin besin kalitesi, antioksidan aktivitesi, tekstürel ve duyuşal özellikleri kızartılmış elma ve patatesler ile karşılaştırılmıştır. Vakum infüze elmaların görünüş değerleri ve antioksidan kapasitesi (FRAP) diğerlerine göre daha yüksek bulunurken toplam fenolik madde miktarları birbirine benzer sonuçlar almıştır. Diğer taraftan vakum infüze elmaların duyuşal ve tekstürel özellikleri ticari ürünlerden daha düşük bulunmuştur.

Perez-Cabrera vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada sitrat, askorbat, 4-heksilresorsinol ve kalsiyum laktat çözeltilerine daldırılan armutlara ile Vİ uygulanarak enzimatik esmerleşmenin önlenmesi amaçlanmıştır. +4 °C’de 20 gün depolanan örneklerde askorbat ve kalsiyum laktat çözeltileri ile muamele edilen örneklerde renk ve uçucu bileşenlerin diğerlerine göre daha iyi korunduğu bildirilmiştir. Ayrıca askorbat ve sitrat çözeltilerinin mikrobiyal gelişmeyi yavaşlattığı görülmüştür.

Hironaka vd. (2011) tarafından iki farklı patates çeşidine %10’luk askorbik asit çözeltisi ile 60 dk 9.33 kPa Vİ uygulanmış ve 3 saat beklemeye bırakılmıştır. Vİ süresi uzadıkça askorbik asit miktarında 10 kat (1500 g/kg) artış görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada elma dilimleri önce bir esmerleşme inhibitörüne (Natureseal® AS1) daha sonra Meksika ve Arjantin balları ile hazırlanan (%50) çözeltilere daldırılarak Vİ uygulanmıştır. Proses sonrası örneklerin renk, titrasyon asitliği, esmerleşme indeksi, TFM miktarı ve antioksidan (DPPH*, FRAP) aktivitesinin yanında tekstürel ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Duyuşal açıdan beğenilmeyen elmaların diğer özelliklerinin Vİ prosesi sayesinde geliştirildiği vurgulanmıştır (Röble vd., 2011).

Sriwimon ve Boonsupthip (2011) tarafından kısmi olgunlaştırılmış mangoların dondurulması sırasında renk, tekstürel ve duyuşal özellikleri açısından meyve kalitesinin geliştirilmesi amacıyla farklı oranlarda mango suyu ve şeker karışımı içeren çözeltiler kullanılarak Vİ gerçekleştirilmiştir. Normal daldırma ile sağlanan madde infüzyonuna göre vakum uygulamasının daha iyi sonuçlar gösterdiği belirtilen çalışmada meyvelerin katı madde içeriği, tekstürel ve duyuşal özellikleri iyileştirilirken *L** değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Bu çalışmayla birlikte meyvelerin olgunlaştırma prosesi öncesi Vİ prosesinin faydalı olacağı vurgulanmıştır. Bir başka çalışmada çileklerin dondurularak muhafazasında tekstürel

özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kriyoprotektan maddeler infüze edilmiş ve meyvelerin dondurulmasıyla oluşabilecek yapısal bozuklukların önüne geçilmiştir (Velickova vd., 2013).

Schulze vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada 13 ayrı elma çeşidini flavonoidlerce zenginleştirmek amacıyla elma kabuklarında bulunan kuersetin glukozitleri kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltilere daldırılan elmalara farklı konsantrasyon ve basınçlarda Vİ uygulanmıştır. Vİ işleminin elmaların fenolik bileşenlerce zenginleştirilmesi için uygun bir yöntem olduğu belirtilen çalışmada vakum basıncı, elma çeşidi ve çözelti derişiminin polifenol değerlerini önemli düzeyde etkilediği vurgulanmıştır.

Jacob ve Paliyath (2012) yaptıkları bir çalışmada kiraz, mango ve likapa meyvelerine Vİ uygulamışlardır. Bunun için kısa zincirli fruktooligasakkarit yapısındaki doğal bir prebiyotik lif olarak bilinen NutraFlora® ile birlikte sukroz ve lesitin içeren hipertonic bir infüzyon çözeltisi hazırlanmıştır. Vakum infüze meyveler daha sonra 45 °C'deki etüvde 6-7 saat bekletilerek kurutulmuştur. Meyve kalitesinin artırılması amaçlanan çalışmada kiraz ve likapada meydana gelen antosiyanin kaybına rağmen vakum infüze meyvelerin görünüş ve tekstürel özelliklerinin muhafaza edildiği bildirilmiştir.

Özellikle NutraFlora® infüze edilmiş meyvelerdeki katı madde miktarı artmış olup bu yöntem sayesinde kirazların dokusal yapısının taze meyveye benzediği vurgulanmıştır. Kontrol örneklerine göre kirazlarda bulunan TFM miktarında düşüş belirlenirken mango ve likapada ise daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Ayrıca proses sonrasında DPPH* süpürme aktivitesinin etkilenmediği vurgulanmıştır.

Chinprahast vd. (2013) tarafından Hindistan'da yetiştirilen kuş üzümüne Vİ sonrasında haşlama uygulanarak ürünlerin fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Farklı haşlama sıcaklık ve sürelerinde yapılan çalışmada 90 °C'de 60 sn yapılan haşlama ile peroksidaz aktivitesinin durdurularak meyve renginin muhafaza edildiği bildirilmiştir. Daha sonra sukroz ve bal karışımı ile hazırlanan çözeltilere daldırılan örneklere farklı basınçlarda (6.8, 13.5 ve 20.3 kPa) ikinci bir vakum infüzyon uygulanmıştır. Taze meyvelerle karşılaştırıldığında 13.5 kPa basınçta 50 °Briks çözeltiye 10 dk süreyle daldırılan üzümlerin toplam kuru madde, nem ve karbonhidrat içeriği açısından iyileştirildiği bildirilmiştir. Ayrıca askorbik asit kaybı yaşanmasına rağmen vakum infüze

üzümlerin iyi bir C vitamini kaynağı olduğu ve yüksek antioksidan aktivite gösterdiği vurgulanmıştır.

Diamente vd. (2013) tarafından elmalara siyah kuş üzümü suyu infüze edilerek örneklerde meydana gelen bazı değişimler incelenmiştir. Şeker ve üzüm suyu ile farklı konsantrasyonlarda hazırlanan infüzyon çözeltilerine daldırılan elmalara Vİ uygulanmıştır. Infüzyon çözeltisinin derişimi ve vakumun artırılmasıyla askorbik asit miktarı ve antioksidan kapasitenin yükseldiği tespit edilmiştir. Siyah kuş üzümünün içerdiği yüksek miktardaki C vitamini fenolik bileşenler ve sayesinde yeni bir ürün geliştirilebileceği vurgulanmıştır.

Zeytinlerin acılıklarını giderme amacıyla %1.5 ve %3 oranında NaOH ve tuz çözeltileri kullanılarak Vİ uygulanmıştır. Fizikokimyasal ve duysal özellikleri değerlendirilen zeytinlerin yağ miktarı ve TFM değerlerinde kayıplar görülmüştür. Vİ sonrasında DPPH^{*} radikalini süpürme aktivitesinin kontrol örneğine göre %60 oranında düşük çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca atmosferik basınçta normal daldırma yapılan zeytinlerin duysal özelliklerinin Vİ işlemine göre daha iyi olduğu bildirilmiştir. Bütün bu sonuçlara rağmen Vİ prosesinin acılık giderme işlemini 6 saat gibi kısa sürede gerçekleştirmesi nedeniyle oldukça uygun bir yöntem olduğu vurgulanmıştır (Tamer vd., 2013).

Kanada'da yetiştirilen iki farklı çilek çeşidine Vİ prosesi uygulanmıştır. Bunun için sukroz, lesitin ve NutraFlora[®] kullanılarak farklı formülasyonlarda hazırlananan çözeltilere daldırılan çilekler 35-40 mmHg basınçta bir gece bekletilmiştir. Daha sonra çözelti içerisine kalsiyum klorür ilave edilerek 5 saat atmosfer basıncında bekletilen çilekler süzöldükten sonra tekrar infüzyon çözeltileri içinde 1 gece vakumsuz ortamda bekletilmiştir. Vakum infüze çilekler 50 °C'de 24 saat etüvde kurutulduktan sonra 60 gün depolanarak fizikokimyasal ve mikrobiyal değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre TFM miktarı Vİ işleminden çok fazla etkilenmemiştir. Ancak infüzyon boyunca polifenoller %12-24 oranında infüzyon çözeltisine geçmiştir. Bu durumun çileklerin kesilmesiyle oluşan doku bozulmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Etüvde kurutma sonrası fenolik bileşenlerde %70'e yakın azalma görülmüştür. Vİ ile çileklerde bulunan bis-hekzahidroksidifenol-glukoz, kuersetin-3-glukunorit ve ellajik asit deoksiheksosid değerleri açısından diğer fenollere göre daha iyi koruma sağlanmıştır. Depolama boyunca kurutulan vakum infüze çileklerde bakteri ve maya gelişimi belirlenmesine karşın küf varlığı tespit edilememiştir (Misran, 2013).

Yapılan diğ er bir çalışmada kurkumin tozu (5 g/L) içeren hipotonik bir çözeltiye daldırılan muz dilimlerine önce 30 dk vakum altında, daha sonra 5 saat boyunca atmosferik basınçta infüzyon uygulanmıştır. Infüzyon süresi ile birlikte meyvelerdeki kurkuminoid miktarının arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda, muz örnekleri içerisine su difüzyonu gerçekleşirken hücre içerisinden çözeltiye de katı madde geçişi olmuştur. Suda   z nen kurkuminoitlerin osmotik basıncı önemli düzeyde etkilememesi nedeniyle bu bileşenlerin örneklerle nüfuz edebildiği bildirilmiştir (Bellary ve Rastogi, 2014).

Yurttas vd. (2014) kültür mantarında esmerleşmeyi önlemek amacıyla kalsiyum laktat, askorbik asit, sitrik asit ve kitosandan oluşan çözeltiler hazırlamıştır. Farklı vakum basıncı, bekleme ve dinlendirme süreleri ile yapılan V  işleminin ardından +4  C'de 15 gün boyunca mantarlarda oluşan değişimler incelenmiştir. Fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyal değerlendirme sonunda en iyi infüzyonun askorbik asit:kalsiyum laktat (2:1)   zeltisi ile sağlandığı bildirilmiştir. Daha sonra ışınlama uygulanan mantarlar V  ile karşılaştırılmıştır. Depolama sonunda kontrol  rneği yapısal bozulmalar gösterirken V  ile birlikte ışınlama uygulamasının renk ve duyuusal özellikler açısından en iyi sonucu verdiği vurgulanmıştır. Ayrıca ışınlamanın antimikrobiyal etkisi ile bozulma etmeni mikroorganizmaların inhibisyonu sağlanmıştır.

Yapılan diğ er bir çalışmada elma kabuğu ekstraktı içeren elma suyu içerisinde V  gerçekleştirilen elma dilimlerine daha sonra vakumlu mikrodalga fırında kurutma, dondurarak kurutma ve hava akımı ile kurutma uygulanmıştır. 20  C ve 40  C'de 12 ay boyunca depolanan örneklerin raf ömrü, renk değerleri, esmerleşme potansiyeli ve kuersetin türevleri arasındaki değişimler incelenmiştir. En fazla flavonoid kaybı aşırı oksidasyona maruz kalması nedeniyle hava akımı ile kurutulan örneklerde görülürken en yüksek değerler vakum mikrodalga ile yapılan kurutma sonrasında belirlenmiştir. Ayrıca V  ile flavonoidlerin parankima hücrelerine penetrasyonun artırıldığı vurgulanmıştır (Schulze vd., 2014).

Ahmad-Qasem vd. (2015) tarafından şeker içeriği azaltılmış yeni elma ürünleri için zeytin yaprağı ekstraktı (10g/150 mL su) kullanılarak V  işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için elmalara önce dondurarak kurutma ve hava akımı ile kurutma uygulanmıştır. Farklı V  ve ultrases kombinasyonları uygulanarak rehidre edilen elmalara daha sonra ikinci bir kurutma uygulanmıştır. Zeytin yaprağına özgü fenolik bileşenlerin LC/MS-MS ile belirlendiği çalışmada infüzyon s resindeki artışa

bağlı olarak elmaların polifenol miktarı ve antioksidan aktivitesinin de yükseldiği bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Malatya ilinde en fazla üretilen Hacıhaliloğlu ve Kabaaşı kayısı çeşitleri kullanılmıştır. Malatya ili Hekimhan ilçesinden temin edilen kayısılar 2014 yılı Temmuz ayında toplanmıştır. Kayısların ticari olgunluk tespiti için renk ve duyu kalite özelliklerinin yanı sıra suda çözünabilir kuru madde miktarları (20-25 °Briks) esas alınmıştır. Hasat edilen kayısılar İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü araştırma laboratuvarına getirilerek Vİ uygulamasından önce +4 °C’de 24 saat bekletilmiştir.

3.1.1. Vakum infüzyon çözeltileri

Vİ uygulamasında sitrik asit, kuşburnu pulpu, roselle ekstraktı, ılgın ekstraktı ve %1 soya lesitini içeren şeker çözeltisi olmak üzere 5 farklı infüzyon ortamı hazırlanmıştır.

Sitrik asit çözeltisi için 1:10 (w:v) oranında sitrik asit (Smart Kimya, İzmir) ve su karışımı hazırlanmıştır. Piyasadan temin edilen pastörize kuşburnu pulpu (Büyükbayraktar Gıda San. Ltd. Şti., Gümüşhane) 1:5 (w:v) oranında su ile karıştırılarak kuşburnu çözeltisi hazırlanmıştır. Roselle ekstraktı için yerel bir marketten alınan kurutulmuş roselle bitkisi kullanılmıştır. Bu amaçla ağırlıkça 1:5 (w:v) oranında suyun içerisine bırakılan roselle bitkisi oda sıcaklığında (25 °C) 5 saat boyunca bekletilerek ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir.

İlgın suyu için önce bir bıçakla doğranan ılgın sapları 1:5 (w:v) oranında su ile karıştırıldıktan sonra Waring blender (Waring, Shelton, A.B.D.) ile parçalanmıştır. Püre haline getirilen ılgın süzgeçten geçirilerek infüzyon çözeltisi hazırlanmıştır. Sukroz çözeltisi için yerel bir marketten temin edilen toz şeker ve %1 (w:v) oranında granüler soya lesitini kullanılmıştır.

Hazırlanan çözeltilerin 20 °C’deki °Briks değerleri dijital refraktometre (model PTR-2A, Index, İngiltere) ile belirlenmiş ve bulunan değerler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İnfüzyon çözeltilerine ait °Briks değerleri

İnfüzyon çözeltisi	°Briks
Sitrik asit	8.00
Kuşburnu	4.00
Roselle	0.70
Işgın	3.50
Şeker (%1 lesitin ilaveli)	50.00

Hazırlanan çözeltilerin renk stabilitesini korumak ve mikrobiyal gelişimi engellemek amacıyla kısa sürede Vİ işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Vakum infüzyon işlemi

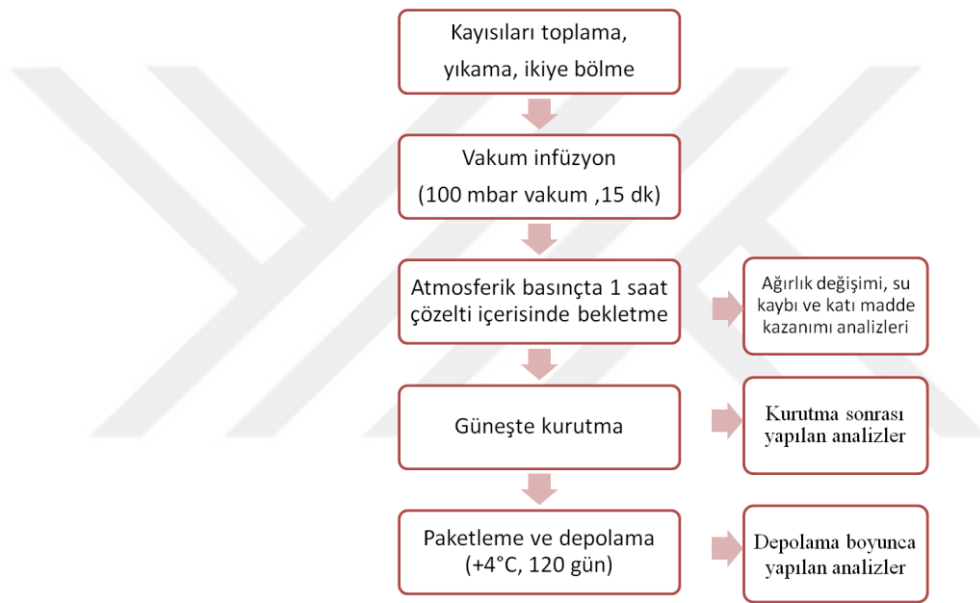
Her bir uygulama için 5 kg kayısı hazırlanmıştır. Kayıslar yıkandıktan sonra bıçakla ortadan ikiye bölünerek çekirdekleri çıkarılmıştır. Beherler içerisine yerleştirilen kayısların üzerine yaklaşık ağırlıkça 1:2 (meyve:çözelti) oranında çözelti eklendikten sonra vakum desikatöre (model VDC 31, Jeitech, Seul, Kore) yerleştirilmiştir. Vİ işlemi için Jacob ve Paliyath (2012) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Vakum pompası çalıştırıldıktan sonra desikatörün 100 mbar basınca düşmesi beklenmiştir. Daha sonra 15 dk vakum uygulanan örnekler vakum kaldırıldıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat boyunca çözelti içerisinde bekletilmiştir. Süre sonunda süzülen kayıslar kurutma kağıdı ile kurulanmıştır. Vİ işlemi 2 tekerrür olacak şekilde tekrarlanmıştır.

3.1.3. Vakum infüze kayısların kurutulması

Vİ işlemi sonrasında kayıslar vakit kaybedilmeden temiz bir bölgede güneşte kurumaya bırakılmıştır. Kurutma süresi Vİ kayıslar arasında farklılık göstermiştir. Bu yüzden kayıslar yaklaşık %30 nem oranına düştüğünde orta nemli kayısı formunu alarak kurutma sonlandırılmıştır. Hiçbir işlem uygulanmayan kayıslar ise gün kurusu şeklinde kontrol örneği olarak kurutulmuştur.

3.1.3. Orta nemli kayısıların paketlenmesi ve depolanması

Kayısılar buzdolabında 1 gün bekletilerek denge nemine ulaştıktan sonra kodlanarak paketlenmiştir. Paket materyali olarak 0.95 litre hacimli kilitlenebilir polietilen şeffaf poşetler (su buharı geçirgenliği $2.5 \text{ g m}^{-2}\text{d}^{-1}$, O_2 geçirgenliği $4.0 \text{ dm}^3\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}\text{bar}^{-1}$, CO_2 geçirgenliği $16.0 \text{ dm}^3\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}\text{bar}^{-1}$) kullanılmıştır. Kayısılar %51 bağıl nem ve $+4^\circ\text{C}$ 'deki buzdolabında 120 gün boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca bu analizler her 30 günde bir defa yapılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan işlemler akış şeması halinde Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma boyunca yapılan işlemlerin akış şeması

Kurutma sonrasındaki ilk gün fizikokimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Kurutma sonrası yapılan analizler için -26 °C'deki derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Nem ve su aktivitesi tayini

Nem tayini için 100 g kayısı parçalayıcıdan (Braun, Hessen, Almanya) geçirildikten sonra alüminyum kapların içerisine 3 g tartılmış ve $103\pm 2^\circ\text{C}$ 'deki etüvde (MMM Ecocell 111, Münih, Almanya) bekletilerek sabit tartıma gelinceye

kadar kurutulmuştur (Randelovic vd., 2012). Kayısı örneklerinin su aktivitesini belirlemek için dijital su aktivitesi cihazı (Novasina Labtouch, Lachen, İsviçre) kullanılmıştır. Her örnek için ölçümler 3 defa tekrarlamıştır.

3.2.2. Kayıların toplam porozitesinin belirlenmesi

Toplam poroziteyi belirlemek amacıyla Salvatori vd. (1998) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bunun için hubbard piknometresi kullanılarak görünen yoğunluk ($\rho_{\text{görünen}}$) ve gerçek yoğunluk ($\rho_{\text{gerçek}}$) hesaplanmıştır. Kayıların çekirdekleri çıkarıldıktan sonra piknometreye yerleştirilmiş ve izotonik şeker çözeltisi ile doldurulmuştur. Yoğunluk hesaplamaları için (1) numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$\rho = \frac{B - A}{(D - A) \times (C - B)} \times G \quad (1)$$

A: Piknometre darası

B: Örnek ağırlığı

C: Örnek ve çözeltinin toplam ağırlığı

D: Çözelti ağırlığı

G: İzotonik çözeltinin özgül ağırlığı

$\rho_{\text{gerçek}}$ değerini belirlemek için kayılar parçalandıktan sonra 260 mbar vakumda 2 saat bekletilerek deaerasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Piknometre içerisine yerleştirilen kayısı püresine izotonik çözelti eklenerek ağırlık değişimleri kaydedilmiştir (Paes vd., 2006).

Kayıların toplam porozitesini belirlemek için (2) numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$\varepsilon = \frac{\rho_{\text{gerçek}} - \rho_{\text{görünen}}}{\rho_{\text{gerçek}}} \quad (2)$$

3.2.3. Vakum infüzyon parametresi olan ağırlık değişiminin belirlenmesi

Vİ etkinliğinin belirlenmesi için Guillemin vd. (2008) tarafından önerilen (3) numaralı eşitlik kullanılarak % ağırlık değişimi belirlenmiştir.

$$\text{Ağırlık Değişimi (\%)} = \frac{M_i - M_0}{M_0} \times 100 \quad (3)$$

M_i : Vakum infüzyon sonrası ağırlık

M_0 : Meyvenin ilk ağırlığı

Bununla birlikte vakumun ağırlık değişimi üzerine etkisini karşılaştırabilmek için kayıslara aynı çözeltiler içerisinde atmosferik basınçta normal daldırma uygulanmıştır.

3.2.4. Vakum infüzyon sonrası su ve katı madde miktarı değişimi

İnfüzyon çözeltilerinin farklı °Briks değerlerine sahip olması Vİ sonrası kayıslarda su kaybı/kazanımı ve katı madde kaybı/kazanımına yol açmaktadır (Jacob ve Paliyath, 2012). Bu değerlerin hesaplanması için (4) ve (5) numaralı eşitlikler kullanılmıştır.

$$\text{Su Kaybı (\%)} = \frac{(M_0 - m_0) - (M - m)}{M_0} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Katı Madde Kazanımı (\%)} = \frac{(m - m_0)}{M_0} \times 100 \quad (5)$$

M_0 : İnfüzyon öncesi meyvenin ilk ağırlığı (g)

M : İnfüzyon sonrası meyve ağırlığı (g)

m_0 : Taze meyvenin kuru madde miktarı (g)

m : Vakum infüze meyvenin kuru madde miktarı (g)

3.2.5. pH ve titrasyon asitliği

pH ve titrasyon asitliğini belirlemek için 5 g parçalanmış kayısı örneği alınarak üzerine 50 mL saf su ilave edilmiştir. pH metre probu (Mettler-Toledo S220 SevenCompact®, Greifensee, İsviçre) behere daldırılarak pH değeri kaydedilmiştir. Daha sonra pH 8.1 oluncaya kadar ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile titrasyonu gerçekleştirilmiştir. Analizler 3 defa tekrarlanmış olup sonuçlar g sitrik asit/100g olarak hesaplanmıştır (Serradilla vd., 2011).

3.2.6. Yüzey renginin belirlenmesi

Kayıslardaki renk değışimini gözlemlemek için renk cihazı (Konica Minolta CR-5, Tokyo, Japonya) kullanılarak Hunter L^* , a^* , b^* , C^* , h° değeri ölçülmüştür. Ayrıca (6) numaralı eşitlik yardımıyla toplam renk değışimi (ΔE) değeri belirlenmiştir. Cihazın aydınlatma tipi D65, gözlem açısı (observer angle) 10° olarak ayarlanmıştır. Ölçümler için 3 mm çapında örnek okuma aparatı kullanılmış ve analizler her bir örnek için 10 defa tekrarlanmıştır.

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (6)$$

3.2.7. Esmerleşme düzeyinin belirlenmesi

Vİ kayıslarda depolama boyunca oluşan esmerleşme miktarları spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Coşkun vd., 2013). Esmer renkli pigmentlerin (melanoidinler) ekstraksiyonu parçalanan örnekten 2.5 g alınarak üzerine hacimce %2'lik (v:v) asetik asit (Sigma-Aldrich, A.B.D.) çözeltisinden 25 mL ilave edildikten sonra 25 000 rpm'de 2 dk boyunca homojenize (Heidolph SilentCrusher M, Schwabach, Almanya) edilmiştir. Daha sonra örnekler 6000 rpm'de 10 dk santrifüj (MSE Mistral 1000, Londra, İngiltere) edilmiştir.

Üst faz alındıktan sonra ekstraksiyon işlemi tekrarlanmış ve balon jojede 50 mL'ye tamamlanmıştır. β -karoten girişimini önlemek için balon içersine 5 mL

%10'luk (w:v) kurşun asetat çözeltisi (Sigma-Aldrich, A.B.D.) eklenmiş ve kuvvetli bir şekilde karıştırılmıştır. Tüplere alınan karışım tekrar santrifüj edilmiştir. Üst fazdan 2.5 mL alındıktan sonra üzerine eşit miktarda etanol (Merck, Almanya) ilave edilmiş ve son olarak karıştırılan (Heidolph Reaxtop, Schwabach, Almanya) örnekler tekrar santrifüj edilmiştir. En son oluşan üst faz alınarak çift ışın yollu spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japonya) 1:1 oranındaki etanol:asetik asit (%2) çözeltisine karşı absorbans ölçümleri alınmıştır. Hesaplama için 420 nm'de ölçüm yapılan örnekler bulanıklık değerlerini belirlemek için 600 nm'de tekrar ölçülmüş ve absorbans farkları alınmıştır. Sonuçlar seyreltme faktörü ile çarpılarak A_{420}/g cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.8. Tekstür analizi

Orta nemli kayıların tekstürel özellikleri 50 N yükleme hücreğine sahip tekstür analiz (Lloyds LF-plus, West Sussex, İngiltere) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Analiz için cihazın test hızı 600 mm/dk, uyarıcı kuvvet 0.05 N ve örnek içerisine giriş derinliği 1.5 mm olarak ayarlanmıştır (Rahman ve Al-Farsi, 2005). Bunun için iğne başlık (needle prob) kullanılarak sertlik (hardness), çiğnenebilirlik (chewiness), yapışma kuvveti (adhesive force) ve katılık (stiffness) değerleri belirlenmiştir.

3.2.9. Duyusal analiz

Vakum infüze kayıların duyu analizi 25-40 yaşları arasındaki 4 erkek ve 4 bayandan oluşan 8 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Puanlama 1-10 arasında yapılmış olup değerlendirme için Elmacı vd. (2008) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Panelistler duyu analiz eğitimi almış kişilerden seçilmiştir. Kayısı ve diğer meyvelerin duyu analizi konusunda tecrübeli olan panelistler VI kayıların değerlendirilmesi konusunda bilgilendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Duyusal analiz puanlama kriterleri

Puan	Görünüş	Tekstür	Tat-Koku
9-10 (Çok iyi)	Parlak renk, düzgün yüzey, homojen renk dağılımı	Yumuşak, çiğnenebilir, özlü	Çok lezzetli, asit-şeker dengesi
7-8 (İyi)	Daha az parlak renk, düzgün yüzey, hafif kurumuşluk hissi	Hafif yumuşak veya sert, hafif sakızimsı, özlü	Bilinen kayısı tadı, asit-şeker dengesi
5-6 (Orta)	Hafif donuk renk, hafif kuru yüzey	Orta derece yumuşak veya sert, sakızimsı, hafif özlü	Hafif azalmış kayısı lezzeti, hafif azalmış şekerlilik, hafif yabancı madde kokusu
3-4 (Kötü)	Donuk renk, kuru yüzey, kötü renk dağılımı	Yumuşak veya sert, hafif katı, çok kuru	Azalmış kayısı lezzeti, azalmış şekerlilik, yabancı madde kokusu
1-2 (Çok kötü)	Kabul edilemez koyu renk, çok kuru yüzey	Çok yumuşak veya çok sert, katı, çok kuru	Tatsız veya yabancı tat, aşırı yabancı madde kokusu

3.2.10. Mikrobiyolojik analizler

Depolama boyunca oluşan mikrobiyal değişimleri incelemek için toplam bakteri, toplam maya-küf ve osmofilik maya sayımı yapılmıştır. Toplam bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), maya ve küf sayımı için oksitetrasiklin içeren Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılmıştır.

Osmofilik maya sayımı %20'lik (w:v) sukroz içeren Malt Extract Agar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bunun için erlen içerisinde 200 g sukroz, 30 g malt ekstrakt, 5 g pepton ve 15 g agar 1 L suda içerisinde çözümü ve sterilize (121 °C, 15 dk) edilmiştir. Daha sonra yaklaşık 50 °C'ye soğutulan erlen içerisine %0.25 oranında oksitetrasiklin eklenerek karıştırılmıştır (Anonim, 2005a). Besiyerleri için polistiren tek kullanımlık petri kapları kullanılmıştır.

Dilüsyon hazırlığı için %0.8'lik peptonlu (Merck, Almanya) su hazırlanarak sterilize (121 °C, 15 dk) edilmiştir. Toplam bakteri ve maya-küf sayımı için 10 g örnek üzerine 90 ml bırakılarak sirkülör cihazında (Seward Stomacher® 400, Londra, İngiltere) 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Bunzen bekin yanında örnekten 1 mL alınmış 9 mL peptonlu su içeren dilüsyon tüpüne konularak karıştırılmıştır. Örnek miktarı 10^{-5} kat seyreltilmiş şekilde 5 farklı dilüsyon hazırlanmıştır. Daha sonra tüplerden 250 µL alınarak 2 paralel olacak şekilde yayma plaka yöntemiyle besiyerlerine ekilmiştir.

Osmofilik maya için örnek hazırlamada Maximum Recovery Diluent (MRD) hazırlanmıştır. Bunun için 1.0 g pepton ve 8.5 g sodyum klorür 1 L suda çözüldükten sonra sterilize (121 °C, 15 dk) edilmiştir. Daha sonra MRD çözeltisi kullanılarak toplam bakteri sayımında uygulanan işlemler tekrarlanmıştır.

Mikrobiyal ekimler her bir dilüsyon için 2 defa tekrarlanmıştır. Ekim yapılan petriler toplam bakteri için 37 °C'de 48 saat, toplam maya-küf ve osmofilik maya için 30 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrası oluşan koloniler koloni sayıcı ile belirlenerek sonuçlar log kob/g olarak hesaplanmıştır.

3.2.11. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Vakum infüze kayısıların toplam fenolik madde (TFM) miktarı Folin yöntemi ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Ekstraksiyon için 100 g kayısı, parçalayıcıdan geçirildikten sonra 2 g örnek üzerine 10 mL %0.1 HCl içeren metanol (Merck, Almanya) ilave edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar aynı zamanda antioksidan analizleri için de kullanılmıştır.

Deney tüpü içerisine 40 µL örnek, 3.16 mL distile su ve 200 µL Folin-Ciocalteu's (Sigma-Aldrich, A.B.D.) ayırıcı ilave edilerek 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Karanlık ortamda 5 dk bekletilen örnekler 600 µL %2 Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek 120 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler 765 nm dalga boyunda kör çözeltisine karşı okunmuştur (Singleton vd., 1999). Kalibrasyon eğrisi için 5 farklı konsantrasyonda (50-500 mg/L, $r^2=0.999$) gallik asit (Sigma-Aldrich, Almanya) çözeltileri hazırlanmıştır. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g k.m. olarak hesaplanmıştır.

3.2.12. Antioksidan aktivite belirlenmesi

Vakum infüze kayısıların antioksidan aktiviteleri ABTS^{•+} yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan aktiviteleri radikal süpürme gücüne göre absorbansta meydana gelen azalma miktarı esas alınarak hesaplanmıştır.

ABTS^{•+} analizi için 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisi kullanılarak 7 mM 3-azino-bis etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit (Sigma- Aldrich, A.B.D.) çözeltisi hazırlanmıştır. Karanlık ortamda 16 saat bekletilen çözelti 734 nm'de 0.70±0.02

absorbans değerine kadar etanol ile seyreltilmiştir. Daha sonra TFM için hazırlanan ekstraktan 100 µL alınarak üzerine 2.4 mL ABTS⁺⁺ reaktifi eklenmiş ve 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Karanlıkta 10 dk bekletilen örnekler aynı dalga boyunda etanole karşı llmştir (Xu vd., 2010).

Örneklerin antioksidan aktiviteleri 5 farklı konsantrasyonda (5-100 mg/L) Trolox[®] (Sigma-Aldrich, A.B.D.) zelteleri ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi ($r^2=0.999$) kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçları mg Trolox eşdeğeri (TE)/g k.m. zerinden hesaplanan ABTS⁺⁺ analizi 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.13. Organik asit, şeker ve şeker alkol analizi

Vakum infüze kayısılarda organik asit, şeker ve şeker alkol miktarları HPLC yöntemi ile belirlenmiştir. HPLC cihazı Shimadzu marka (model LC-20 AD Prominence, Kyoto, Japonya) olup pompa, degazer nitesi, otomatik örnekleyici, kolon fırını ile dedektörlerden oluşmaktadır. Organik asit analizi için fotodiyot dizisi (PDA, model SPD-M20A) detektör, şeker analizi içinse refraktif indeks (model RID-10A) dedektörü kullanılmıştır.

Organik asit analizi için Sturm vd. (2003) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstraksiyon için parçalanan 200 g kayısıdan 5 g alınarak üzerine 20 mL distile su eklenmiştir. 25 000 rpm hızında 3 dk homojenize (Heidolph SilentCrusher M, Schwabach, Almanya) edilen örnekler daha sonra 6000 rpm'de 10 dk santrifüj (MSE Mistral 1000, Londra, İngiltere) edilmiştir. st faz bir balon jojeye alınarak ekstraksiyon işlemi tekrarlanmış ve son olarak 50 mL'ye tamamlanmıştır. İşlem sonunda 0.45 µm çapında naylon filtreden (Lubitech, Songjiang, Çin) geçirilen rnekler HPLC viallerine konulmuştur. rnek hazırlama işlemi iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Organik asitler Rezex ROA H⁺ (Phenomenex, 300×7.8 mm, Torrance, A.B.D.) organik asit kolonu kullanılarak belirlenmiştir. Mobil faz için MilliQ su (Millipore, Molshei, Fransa) kullanılarak 0.005 N H₂SO₄ zeltisi hazırlanmıştır. Analiz için kolon sıcaklığı 50 °C, akış hızı 0.5 mL/dk (izokratik) ve analiz süresi 30 dk olarak belirlenmiştir. Askorbik asit 243 nm'de belirlenirken, diğer organik asitler 210 nm'de tespit edilmiştir. Organik asitlerin kalibrasyon grafikleri sitrik asit, L-askorbik asit (Sigma-Aldrich, A.B.D.), malik asit ve kinik asit (Applichem,

Almanya) standartları (5-100 mg/100g) kullanılarak hazırlanmıştır. Sonuçlar mg/g k.m. olarak hesaplanmıştır.

Şekerler ve şeker alkollerin analizi için Rezex RCM Ca⁺² (Phenomenex 300×7.8 mm, Torrance, A.B.D.) monosakkarit kolonu kullanılmıştır. Yürütücü faz olarak Milli-Q su kullanılmış ve 0.6 mL/dk hızında izokratik akış sağlanmıştır. Kolon sıcaklığı 80 °C ve analiz süresi 35 dk olarak ayarlanmıştır. Örneklerdeki şeker ve şeker alkol bileşenlerini belirlemek için D(+)-sukroz, D(-)-fruktoz, ksiloz (Carl Roth, Almanya), D(+)-glukoz (Applichem, Almanya), şeker alkol kiti ve sorbitol (Sigma, A.B.D.) standartları kullanılmıştır. Sonuçlar g/100g k.m. olarak hesaplanmıştır.

3.2.14. β-karoten analizi

β-karoten miktarının belirlenmesi için Sağırılı vd. (2008) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. β-karotenin ekstraksiyonu için 2:1:1 (v:v:v) oranında hegzan:aseton:etanol (Sigma-Aldrich, A.B.D.) çözeltisi hazırlanmıştır. Oksidasyonu engellemek için çözeltiye %0.1 (w:v) oranında BHT (Sigma-Fluka, A.B.D.) eklenmiştir. Karotenoidlerin zarar görmemesi için parçalama ve ekstraksiyon işlemi karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir. Parçalanan kayısılardan 10 g alınarak üzerine 20 mL çözgen ilave edildikten sonra 15 000 rpm'de 2 dk boyunca buz bataryası üzerinde homojenize edilmiştir. Soğutmalı santrifüj (Hettich Universal 320r, Kirchleingern, Almanya) ile 6000 rpm'de 10 dk santrifüj edilen tüplerden üst faz alınarak çöken kısım üzerine 5 mL hegzan eklenmiş ve 1 dk boyunca karıştırılmıştır. Örnekler renksiz hale gelinceye kadar ekstraksiyon işlemi tekrarlanmıştır. Balon jojede 50 mL'ye tamamlanan ekstrakttan vial içerisine 1 mL alınarak azot gazı altında kurutulmuştur. Vial içerisinde kalan kısım 0.1 g/L (w:v) BHT içeren 1 mL tetrahidrofuran:metanol (1:9) karışımı ile çözülmüştür. Enjeksiyon öncesinde 0.45 µm çapında PTFE filtreden filtreden (Lubitech, Songjiang, Çin) geçirilen örnekler enjeksiyon ünitesine yerleştirilmiştir. Bütün örnekler için ekstraksiyon iki defa tekrarlanmıştır.

β-karoten analizi C18 kolonda (Macherey-Nagel Nucleosil, 250×4.6 mm, 5µm, Düren Almanya) gerçekleştirilmiş olup yürütücü faz için metanol (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Cihazın akış hızı 1.0 mL/dk (izokratik), kolon sıcaklığı 32

°C ve analiz süresi 30 dk olarak ayarlanmıştır. Hesaplama için analitik saflıktaki 5 farklı konsantrasyondaki (0.1-10 µg/g) β-karoten standardı (Sigma-Aldrich, A.B.D.) kullanılarak sonuçlar µg/g k.m. olarak verilmiştir. Analiz için cihaza 20 µL örnek enjekte edilmiş olup 450 nm’de dedeksiyon gerçekleştirilmiştir.

3.2.15. Fenolik bileşenlerin belirlenmesi

Fenolik bileşiklerin analizi için Gonzalez-Gomez vd. (2010) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Parçalanmış kayısı örneklerinden 2 g alınarak üzerine 10 mL %0.2 HCl içeren metanol eklenmiştir. Homojenize edilen örnekler ağızları kapalı olarak -26 °C’deki dondurucuda 24 saat bekletildikten sonra 0.45 µm PTFE membran filtreden (Lubitech, Songjiang, Çin) geçirilmiştir. İki tekrarlı hazırlanan örnekler zaman kaybetmeden analiz edilmiştir.

Fenolik bileşenlerin ayrımı için C18 kolon (Phenomenex ODS3, 250×4.6 mm, 5µm, A.B.D.) kullanılmıştır. Analiz boyunca akış hızı 0.8 mL/dk ve kolon sıcaklığı 30 °C olarak ayarlanmıştır. Yürütücü faz için su:asetonitril:formik asit karışımını içeren A (87:3:10) ve B solventi (40:50:10) olmak üzere 2 ayrı çözelti hazırlanmıştır.

Akış gradiyenti olarak %3 B solventi ile başlanılmış 15. dk’ya geldiğinde %10’a çıkarılmıştır. Daha sonra B solventi sırasıyla; 25. dk’da %20, 35. dk’da %30, 40. dk’da %50 ve 43. dk’da %60 olacak şekilde ayarlanmış ve kolondan 10 dk süreyle bu şekilde devam etmiştir. Akış 53. dk’dan 60. dk’ya kadar başlangıç şartlarına getirilecek şekilde ayarlanmış ve 5 dk bu koşullarda devam edilip analiz sonlandırılmıştır. Dedeksiyon işlemi 280 nm, 320 nm ve 360 nm dalga boylarında gerçekleştirilmiştir. Fenolik maddelerin miktarlarını belirlemek için dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bunun için gallik asit, katekol, neoklorojenik asit, kateşin, klorojenik asit, kaffeik asit prosiyanidin-B2, epigallokateşin gallat, epikateşin, *p*-kumarik asit, kuersetin-3-O-rutinozit (rutin), kampferol-3-O-glukozit (Sigma-Aldrich, A.B.D) standart maddeleri kullanılarak kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. Kayısılardaki fenolik bileşen miktarları mg/100g k.m. olarak hesaplanmıştır.

3.2.16. Uçucu bileşenlerin belirlenmesi

Kayıslardan katı faz mikroekstraksiyon (SPME) tekniği elde edilen uçucu bileşenler GC-MS (Shimadzu GC-2010; QP-2010 sistem; Shimadzu, Kyoto, Japonya) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Bunun için kayıslar parçalandıktan sonra 15 mL'lik SPME vialleri içerisine 3 g örnek tartılmıştır. Ekstraksiyon öncesinde viallere 10 µL iç standart (2-metil-3-heptanon ve 2-metil-pentanoik asit, 50 ppm) çözeltisi eklenmiştir. Örnekler ısıtıcı üzerinde vialin iç sıcaklığı 40 °C olacak şekilde 30 dk boyunca bekletilmiştir.

Uçucu bileşenlerin adsorpsiyonu için 2 cm boyunda DVB/CAR/PDMS (Divinilbenzen/ Karboksen/ Polidimetilsiloksan) fiber (50/30 µm kaplama kalınlığı; Supelco, Bellefonte, A.B.D.) kullanılmıştır. Fiber vialle yerleştirildikten sonra içerisinde 30 dk tutulmuş ve süre sonunda GC-MS enjeksiyon portuna manuel enjeksiyon yapılmıştır.

Uçucu bileşenlerin ayırımında DB-WAX kapiler kolon (60 m, 0.25 mm, 0.4 µm; J&W Scientific, Folsom, A.B.D.) kullanılmıştır. Cihazın enjeksiyon sıcaklığı 250 °C, MS iyon kaynağı sıcaklığı 200 °C ve MS dedektörde tarama aralığı saniyede 33–650 kütle/yük (m/z) olarak ayarlanmıştır. Yürütücü faz olarak 1 mL/dk hızında Helyum gazı kullanılmıştır. Seperasyon için önce 40 °C'de 2 dk ile başlayan sıcaklık programı 5 °C/dk artışla birlikte 240 °C'ye yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 6 dk bekletililerek analiz sonlandırılmıştır. Toplam analiz süresi 48 dk olarak ayarlanmıştır.

Piklerin tanımlanmasında MS kütüphanesinde bulunan Wiley 7 ve NIST 147 programları kullanılmıştır. Tanımlanan piklerin alıkonma indeksleri (RI) C₁₀-C₂₆ n-alkan serisi (Dr. Ehrenstorfer GmbH, Almanya) ile belirlenerek literatür verileriyle karşılaştırılmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarları (7) numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır (Kelly vd., 1999).

$$C_I = \frac{A_I}{A_{ST}} \times C_{ST} \times RF \times HF \quad (7)$$

C_I: Bileşiğin konsantrasyonu

A_I: Bileşiğin pik alanı

A_{ST}: İç standartın pik alanı

C_{ST}: İç standartın konsantrasyonu

RF: Cevap faktörü

HF: Hesaplama faktörü

3.2.17. İstatistiksel analizler

Analiz sonuçlarının istatistiksel değeriendirilmesi için SPSS 16.0 (SPSS Inc. A.B.D.) yazılım programı kullanılmıştır. Uygulama sonrasında örnekler arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi (one way-ANOVA) ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Ayrıca vakum infüze kayısılar üzerinde çeşit ve uygulama ile birlikte depolamanın etkisini inceleyebilmek amacıyla “General Linear Model” analizi yapılmıştır. Sonuçlar $P<0.05$ önem düzeyinde değeriendirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kayısı Örneklerinin Bazı Karakteristik Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan kayısılar aşırı olgun olmamakla birlikte yüzey rengi, asitlik ve suda çözünen kuru madde miktarı açısından sofralık ürün kalitesinde seçilmiştir. Her iki kayısı çeşidine ait bazı kalite kriterleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Taze kayısıların bazı karakteristik özellikleri

	Hacıhaliloğlu	Kabaası
Nem (%)	76.76±1.22	72.41±0.03
a_w	0.950±0.001	0.946±0.001
Suda çözünen kuru madde miktarı (°Briks)	21.00±0.34	24.73±0.40
pH	5.11±0.01	4.52±0.01
Titrasyon asitliği (g/100g)	0.26±0.01	0.49±0.04
Olgunluk indeksi (°Briks/asitlik)	82.10±3.90	49.60±4.50
L^*	66.83±5.50	62.49±6.12
a^*	5.12±2.85	11.28±6.13
b^*	43.76±2.46	39.67±4.86
C^*	43.42±3.31	41.44±1.66
h°	83.63±6.19	73.74±10.90
$\rho_{\text{görünen}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	1.090±0.016	1.073±0.005
$\rho_{\text{gerçek}} \text{ (g/cm}^3\text{)}$	1.134±0.046	1.116±0.000
Porozite ($\mathcal{E}$, %)	3.93±1.44	3.87±0.45

Ortalamalar; $\pm$ standart sapmalar

Taze kayısılarda nem, a_w , suda çözünen kuru madde miktarı, titrasyon asitliği ve renk (Hunter L^* , a^* , b^* , C^* ve h°) değerleri olgunluk düzeyini belirleyen önemli kriterlerdir. Bu tezde kullanılan kayısıların karakteristik özellikleri daha önce yapılan çalışmalarla genel olarak uyumlu bulunmuştur (Akbulut, 2001; Asma vd., 2005; Karabulut vd., 2007; Akin vd., 2008; Müftüoğlu, 2010; Durmaz vd., 2010; Türkyılmaz, 2011).

Hubbard piknometresi ile ölçülen yoğunluk değerleri sonrası HH çeşidinin porozitesi 3.93, KA çeşidi ise 3.87 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1). Salvatori (1997) yaptığı çalışmada Bulida kayısılarında $\mathcal{E}$ değerini 2.2 olarak bulurken Fito vd. (1996) Canino kayısılarında etkin porozite değerlerini vakum süresine bağlı olarak 5.2 ile 6.4 arasında belirlemiştir. Diğer taraftan kayısıların porozitesi daha önce yapılan bir çalışmadaki elmalara (%21.6-25.4) göre oldukça düşük bulunurken, kivi (%2.3), şeftali (%2.6) ve çileklere (%6.3) ait değerlere daha yakın bulunmuştur

(Salvatori vd., 1998). Porozite değerleri infüzyon sırasındaki madde transferini etkilemektedir. Meyvelerdeki hücreler arası gözeneklere dolan infüzyon çözeltisi miktarının gerçek yoğunluk ve porozite değerlerine bağlı olduğu bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında elma ve mantarlar gibi yüksek poroziteye sahip olmayan kayısların infüzyon etkinliği de düşük seviyelerde kalmaktadır (Fito vd., 1996; Salvatori vd., 1998).

4.2. Vakum İnfüzyon Etkinliği ve Madde Miktarındaki Değişimlere Etkisi

Vİ prosesi boyunca konsantrasyona bağlı olarak infüzyon çözeltilerinden meyveye karşılıklı iki ayrı madde transferi gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki, çözelti içerisinde bulunan maddelerin meyve içerisine infüzyonu iken diğeri ise meyvede bulunan bazı katı bileşenlerin çözelti içerisine geçmesidir (Ahmad-Qasem vd., 2015).

Vİ uygulanan örneklerin % ağırlık değişimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Uygulanan vakumun infüzyon üzerine etkisini karşılaştırmak amacıyla aynı şartlarda normal daldırma gerçekleştirilmiştir. Şeker çözeltisi dışındaki diğer çözeltilerin hipotonik olması nedeniyle kayıslarda ağırlık artışı görülmüştür. HH çeşidi kayıslarda en düşük değişim sitrik asit (%5.96) uygulamasında görülürken en fazla artış ışgın (%8.72) vakum infüzyonunda görülmüştür. KA çeşidinde ise en düşük değer (%5.75) kuşburnu çözeltisinde belirlenmiştir.

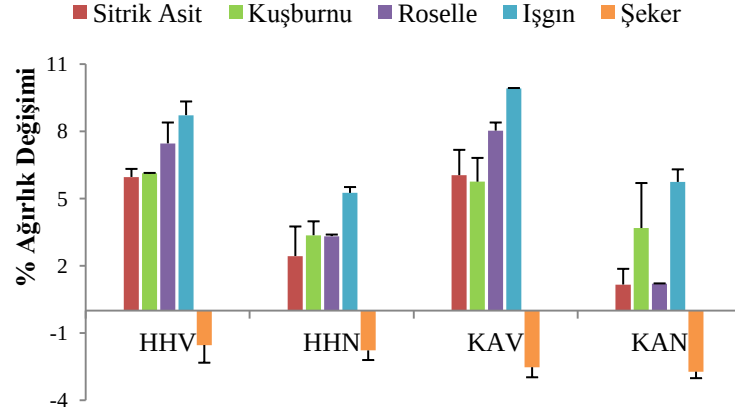
Çizelge 4.2. Vakum infüzyon ve normal daldırma uygulanan kayısların ağırlık değişimleri (%)

	İnfüzyon Çözeltisi				
	Sitrik Asit	Kuşburnu	Roselle	Işgın	Şeker
Hacıhaliloğlu					
Vakum İnfüzyon	5.96±0.36 ^b	6.13±0.01 ^a	7.46±0.93 ^c	8.72±0.61 ^b	-1.54±0.79 ^a
Normal Daldırma	2.43±1.32 ^a	3.36±0.62 ^a	3.32±0.07 ^b	5.25±0.26 ^a	-1.78±0.43 ^a
Kabaası					
Vakum İnfüzyon	6.04±1.13 ^b	5.75±1.06 ^a	8.03±0.36 ^c	9.92±0.01 ^b	-2.53±0.45 ^a
Normal Daldırma	1.16±0.70 ^a	3.68±2.01 ^a	1.20±0.01 ^a	5.74±0.56 ^a	-2.73±0.29 ^a

Ortalamalar; ± standart sapmalar. Aynı sütunda farklı harflerle (a-c) gösterilen değerler arasındaki farklılıklar $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Vİ işlemi normal daldırmayla karşılaştırıldığında şeker infüzyonu dışındaki bütün uygulamalarda yaklaşık iki kat artış sağlandığı görülmüştür (Şekil 4.1).

Vakumla birlikte porlardaki hava genişerek uzaklaşmasından sonra oluşan boşluklara infüzyon çözeltisi dolmaktadır. (Shi ve Fito, 1993; Fito vd., 1996; Salvatori vd., 1998).



Şekil 4.1. Vakum infüzyon sonrası % ağırlık değişimi, V: vakum infüzyon; N: normal daldırma

Hipertonik şeker çözeltisine daldırılan kayısılar osmotik dehidrasyona uğramış ve su kaybetmiştir. KAN şeker örneğindeki ağırlık kaybı HHN şeker uygulamasına göre daha fazla olurken (%2.53-2.73) her iki çeşitte de vakumun etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Vİ çalışmalarında hipertonik şeker çözeltilerinin içerisinde bulunan meyvelerdeki hücre geçirgenliğinin vakumla birlikte arttığı belirlenmiştir. Guillemine vd. (2008), tarafından yapılan Vİ uygulamasında ise çözelti konsantrasyonu ve viskozitesi artırıldıkça elmalardaki ağırlık değişiminin azaldığı bildirilmiştir. Diğer taraftan şekerle birlikte bazı bileşenlerinde meyve dokusuna geçtiği bildirilmiştir (Shi ve Fito, 1993; Tapia vd., 1999; Atares vd., 2008; Moreno vd., 2012). Ancak bu çalışmada şeker çözeltisine daldırılan örneklerdeki ağırlık değişimi üzerine vakumun etkisi önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

İnfüzyon çözeltisi ile meyveler arasındaki etkileşim yalnızca hücreler arasındaki boşluklarla sınırlı kalmayıp hücre içini de etkileyebilmektedir. Örneğin hipotonik infüzyon çözeltisi kullanılarak osmotik basınç farkı nedeniyle istenilen bileşenlerin daha yoğun olan sitoplazmaya penetrasyonu sağlanabilmektedir. Hücre içerisine geçen madde miktarı Vİ etkinliği artırmaktadır. Diğer taraftan hücrelerin

şışmesi ve parenkima hücrelerindeki turgor basıncının yükselmesi sonucu hücre parçalanması gibi olumsuz sonuçları önlemek için hipotonik Vİ işleminin kontrol altında yapılması gerektiği bildirilmiştir (Schulze vd., 2012).

Vİ uygulaması sonrasında kayıslarda oluşan katı madde ve su miktarındaki değişimler Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Şeker infüzyonu ile kayısların katı madde miktarında artış görülürken diğer uygulamalarda ise azalma belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Vakum infüzyon sonrasında kayısların su ve katı madde miktarı değişimleri (%)

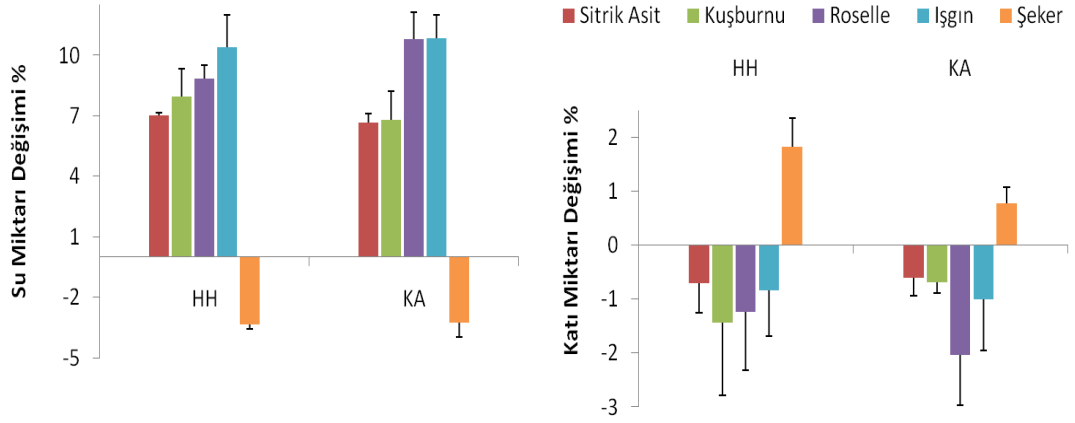
Uygulama	Hacıhaliloğlu		Uygulama	Kabaası	
	Su Miktarı	Katı Miktarı		Su Miktarı	Katı Miktarı
HH-SA	7.03±0.14 ^b	-0.70±0.55 ^a	KA-SA	6.67±0.42 ^b	-0.60±0.33 ^{ab}
HH-KB	7.97±1.34 ^{bc}	-1.44±1.34 ^a	KA-KB	6.80±1.40 ^b	-0.68±0.20 ^{ab}
HH-R	8.84±0.66 ^{bc}	-1.23±1.09 ^a	KA-R	10.78±1.35 ^c	-2.04±0.92 ^a
HH-I	10.40±1.59 ^c	-0.84±0.85 ^a	KA-I	10.86±1.12 ^c	-1.01±0.95 ^a
HH-Ş	-3.34±0.22 ^a	1.82±0.54 ^b	KA-Ş	-3.24±0.74 ^a	0.77±0.31 ^b

Ortalamalar; ± standart sapmalar. Aynı sütunda farklı harflerle (a-c) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

HH çeşidi için en fazla su kazanımı HH-I örneğinde görülürken HH-SA dışındaki diğer uygulamalarla arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). KA-R ve KA-I örnekleri ise diğer örneklere göre daha fazla su kazanmıştır. Düşük °Briks değerlerine sahip olması nedeniyle roselle ve ılgın çözeltileri ile yapılan infüzyon sonrasında su kazanımının arttırdığı düşünülmektedir (Çizelge 3.1). Katı madde kaybı açısından şeker infüzyonu dışındaki örnekler arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Vİ sonrasında HH ve KA çeşidindeki katı madde miktarı değişimlerinde bazı farklılıklar oluşmuştur (Şekil 4.2). Örneğin kuşburnu infüzyonunda HH çeşidinin madde kaybı daha fazlayken HH-R örneği KA-R'den daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni ise çeşitler arasında meyve dokusundaki farklılıkların madde transferini etkilediği düşünülmektedir.

Forni vd. (1997) tarafından küp şeklinde kesilen kayıslara uygulanan Vİ sonrasında örneklerdeki su kaybının %22.1, şeker kazanımının ise yaklaşık %3.0 oranında gerçekleştiği bildirilmiştir. Madde transferini etkileyen kabuk soyma ve boyut küçültme yapılması nedeniyle Forni vd. (1997) tarafından bulunan sonuçlar bu çalışmadaki sonuçlardan daha yüksek değerler aldığı düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Vakum infüzyon sonrasında kayısıların su ve katı madde değişimi grafiği

Bundan sonraki bölümlerde ise Vİ işleminde meydana gelen madde transferlerinin kayısıların özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

4.3. Depolama Boyunca Meydana Gelen Değişimler

Vİ kayısıların 120 günlük depolama süresinde nem, su aktivitesi, pH, titrasyon asitliği, yüzey rengi, esmerleşme düzeyi, tekstürel ve duyu özellikleri ile mikrobiyal analizlerinin sonuçları değerlendirilmiştir.

4.3.1. Nem ve su aktivitesindeki değişimler

Orta nemli kayısı olarak üretilen Vİ örneklerinin depolama süresindeki nem değişimleri Çizelge 4.4'te verilmiştir. Nem içeriği ve su aktivitesi (a_w) değerleri meyvelerin tekstürel özelliklerinin yanında mikrobiyal gelişme durumunu belirleyen faktörler olarak bilinmektedir. Yumuşak bir yapıya sahip olduğu için daha çok tercih edilmesine rağmen orta nemli meyvelerin bozulma riski daha yüksektir (Xie ve Zhao, 2003; Sağır vd., 2008).

Vİ kayısıların görünüş açısından kendi aralarında karşılaştırılarak kurutulması nedeniyle başlangıç nem değerleri arasında farklılıklar oluşmuştur. Misran (2013), çileklerin konvensiyonel kurutulması sırasında Vİ prosesine göre herhangi bir işlem görmeyen kontrol örneğinde daha fazla nem kaybı olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise bunun aksine olarak şeker infüze kayısıların istenilen organoleptik

özelliklere sahip olabilmesi için kurutma süresi uzatılmış ve daha düşük neme sahip olmuştur.

Çizelge 4.4. Kayısların depolama süresince belirlenen nem değerleri (%)

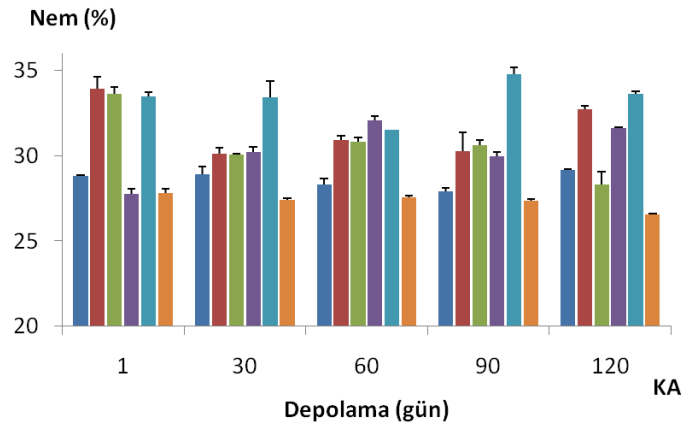
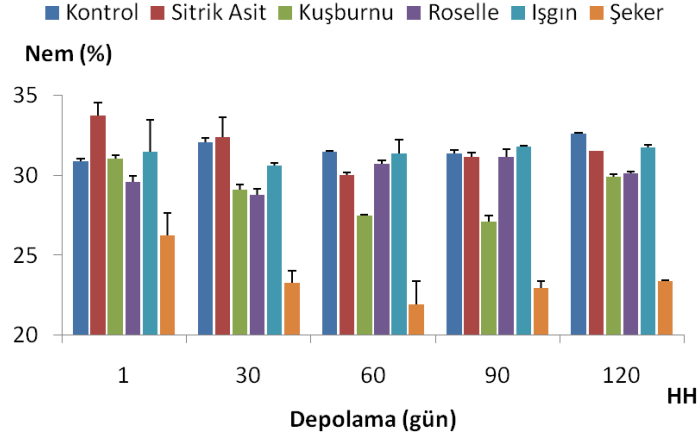
Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
HH-C	30.90±0.14 ^{b,A}	32.08±0.25 ^{d,C}	31.47±0.04 ^{d,B}	31.39±0.18 ^{c,B}	32.60±0.03 ^{f,D}
HH-SA	33.73±0.81 ^{c,C}	32.37±1.28 ^{d,B}	30.02±0.17 ^{c,A}	31.14±0.29 ^{c,AB}	31.52±0.01 ^{d,B}
HH-KB	31.03±0.22 ^{b,D}	29.12±0.31 ^{b,B}	27.46±0.09 ^{b,A}	27.09±0.41 ^{b,A}	29.92±0.15 ^{b,C}
HH-R	29.57±0.38 ^{b,B}	28.77±0.37 ^{b,A}	30.73±0.19 ^{cd,C}	31.14±0.47 ^{c,C}	30.13±0.09 ^{c,B}
HH-I	31.45±2.01 ^{b,A}	30.60±0.17 ^{c,A}	31.38±0.85 ^{d,A}	31.78±0.09 ^{c,A}	31.76±0.12 ^{e,A}
HH-Ş	26.24±1.37 ^{a,B}	23.25±0.77 ^{a,A}	21.90±1.47 ^{a,A}	22.96±0.42 ^{a,A}	23.36±0.05 ^{a,A}

Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
KA-C	28.83±0.03 ^{b,B}	28.89±0.46 ^{b,B}	28.28±0.36 ^{b,A}	28.28±0.22 ^{a,A}	29.14±0.08 ^{c,B}
KA-SA	33.93±0.70 ^{c,C}	30.09±0.36 ^{c,A}	30.91±0.25 ^{c,A}	30.91±1.10 ^{b,A}	32.70±0.20 ^{e,B}
KA-KB	33.64±0.39 ^{c,D}	30.04±0.07 ^{c,B}	30.83±0.21 ^{c,C}	30.83±0.27 ^{b,BC}	28.30±0.76 ^{b,A}
KA-R	27.77±0.28 ^{a,A}	30.21±0.30 ^{c,B}	32.04±0.29 ^{e,C}	29.95±0.26 ^{b,B}	31.59±0.09 ^{d,C}
KA-I	33.47±0.26 ^{c,B}	33.40±0.94 ^{d,B}	31.50±0.03 ^{d,A}	31.50±0.41 ^{c,C}	33.62±0.14 ^{f,B}
KA-Ş	27.81±0.27 ^{a,C}	27.39±0.14 ^{a,B}	27.57±0.08 ^{a,BC}	27.57±0.10 ^{a,B}	26.53±0.08 ^{a,A}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-f) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

HH çeşidinde en yüksek değer %33.73 ile HH-SA örneğinde görülürken en düşük değer %21.90 ile HH-Ş (60. gün) örneğinde tespit edilmiştir. Sitrik asit, kuşburnu ve şeker infüzyonu uygulanan HH ve KA çeşitleri depolama boyunca bir miktar nem kaybederken kontrol, roselle ve ılgın örneklerinde anlamlı bir değişim görülmemiştir (Şekil 4.3).

Su aktivitesi gıdalarda bulunan serbest suyun buhar basıncının saf suyun buhar basıncına oranı olup mikrobiyal gelişme için önemli bir faktördür. Ayrıca, enzimatik aktivite gibi biyokimyasal reaksiyonlar için gerekli su miktarının bir ölçüsü olan su aktivitesinin depolama boyunca kontrol edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Türkyılmaz, 2011).



Şekil 4.3. Depolama boyunca meydana gelen nem değişimleri

Bakteriler 0.90 a_w ve üzerinde faaliyet gösterirken küfler en düşük 0.80 a_w ve osmofilik mayalar ise 0.61 a_w değerlerinde gelişebilmektedirler (Acar ve Gökmen, 2005). Kayısların depolama boyunca ölçülen a_w değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Genellikle 0.72-0.78 a_w arasında değişen kayısların hepsi mikrobiyal gelişme için kritik sınır olan 0.60 değerinin üzerinde değerler alırken KA-I örneği depolamanın 1., 3. ve 4. ayları sonunda 0.80'in üzerinde bulunmuştur. Depolama boyunca nem ve su aktivitesinde görülen farklılıkların (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4) depolamanın etkisi yerine örneklerin homojen bir kuruma göstermemiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.5. Kayısların depolama süresince belirlenen su aktivitesi değerleri

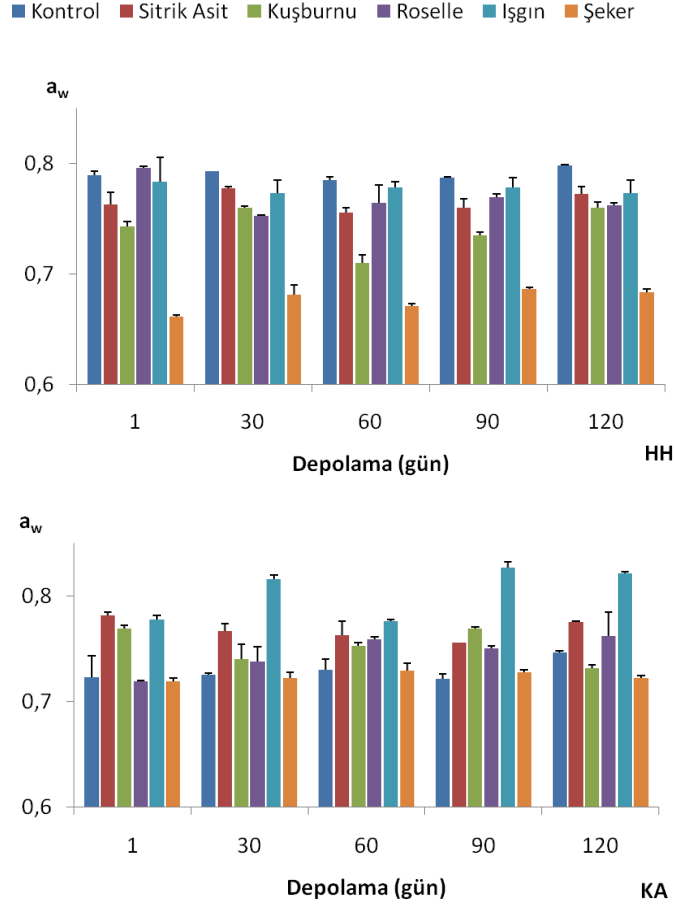
Depolama süresi (gün)					
Uygulama	1	30	60	90	120
HH-C	0.789±0.003 ^{d,AB}	0.793±0.000 ^{d,B}	0.785±0.002 ^{e,A}	0.787±0.001 ^{f,A}	0.797±0.001 ^{d,C}
HH-SA	0.763±0.011 ^{c,ABC}	0.776±0.001 ^{c,C}	0.754±0.004 ^{c,A}	0.759±0.007 ^{c,AB}	0.772±0.007 ^{c,BC}
HH-KB	0.743±0.004 ^{b,B}	0.760±0.001 ^{b,C}	0.709±0.006 ^{b,A}	0.735±0.002 ^{b,B}	0.759±0.004 ^{b,C}
HH-R	0.796±0.001 ^{d,C}	0.752±0.001 ^{b,A}	0.763±0.016 ^{cd,AB}	0.769±0.002 ^{d,B}	0.761±0.001 ^{bc,AB}
HH-I	0.782±0.021 ^{d,A}	0.772±0.012 ^{c,A}	0.777±0.005 ^{de,A}	0.778±0.008 ^{e,A}	0.772±0.012 ^{c,A}
HH-Ş	0.661±0.002 ^{a,A}	0.681±0.008 ^{a,C}	0.671±0.001 ^{a,B}	0.686±0.002 ^{a,C}	0.682±0.003 ^{a,C}
Depolama süresi (gün)					
Uygulama	1	30	60	90	120
KA-C	0.723±0.020 ^{a,A}	0.725±0.002 ^{ab,A}	0.730±0.009 ^{a,AB}	0.721±0.004 ^{a,A}	0.746±0.001 ^{bc,B}
KA-SA	0.781±0.003 ^{b,C}	0.766±0.007 ^{c,AB}	0.762±0.013 ^{b,AB}	0.755±0.000 ^{c,A}	0.775±0.000 ^{d,BC}
KA-KB	0.769±0.002 ^{b,C}	0.740±0.014 ^{b,AB}	0.752±0.003 ^{b,B}	0.769±0.001 ^{d,C}	0.731±0.003 ^{ab,A}
KA-R	0.719±0.001 ^{a,A}	0.738±0.013 ^{ab,AB}	0.758±0.002 ^{b,BC}	0.750±0.002 ^{c,BC}	0.761±0.022 ^{cd,C}
KA-I	0.777±0.004 ^{b,A}	0.816±0.003 ^{d,B}	0.776±0.001 ^{c,A}	0.826±0.005 ^{e,C}	0.821±0.001 ^{e,BC}
KA-Ş	0.718±0.003 ^{a,A}	0.729±0.005 ^{a,AB}	0.729±0.006 ^{a,B}	0.727±0.002 ^{b,B}	0.722±0.002 ^{a,AB}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-f) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-C) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

İstatistiksel analizler incelendiğinde a_w değerleri üzerinde çeşidin etkisi önemli görülmezken ($P>0.05$) diğer bütün varyasyon kaynaklarının nem ve su aktivitesi değişimleri üzerindeki etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Su aktivitesi ve nem değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	aw		Nem	
	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	0.32	0.572	85.13	0.000
Depolama (D)	10.42	0.000	27.56	0.000
Uygulama (U)	457.34	0.000	592.09	0.000
Ç×D	6.89	0.000	4.68	0.001
D×U	6.46	0.000	21.57	0.000
Ç×U	189.96	0.000	138.86	0.000
Ç×D×U	14.36	0.000	12.39	0.000



Şekil 4.4. Depolama boyunca meydana gelen su aktivitesi değişimleri

Sağırlı vd. (2008) orta nemli kayısıların 1 yıl boyunca depolanması sonrasında düşük nem geçirgenliği özelliği ile bilinen poliamid/polietilen ambalajlarda muhafaza edilmesine rağmen 5 °C’de %2.3, 20 °C’de %8.8 ve 30 °C’de %22.8 oranında nem kaybı yaşandığını bildirmiştir. Bu çalışmada ise büyük oranda nem kayıpları görülmemiş olup polietilen paketlerin nem değerleri üzerinde etkisi önemli bulunmamıştır.

4.3.2. pH ve titrasyon asitliğindeki değişimler

Sitrik asit ve malik asit gibi bazı doğal organik bileşenler meyvelerin kendine özgü ekşi tadından sorumlu olup asitliği düzenleyerek mikrobiyal bozulmalara karşı koruyucu özellik göstermektedirler. İşlenmiş meyvelerin depolanması sırasında esmerleşme gibi bir çok biyokimyasal reaksiyonda etkin rol alan pH ve titrasyon

asitliğindeki değişimler oldukça önemlidir (Igual vd., 2012; Campbell vd., 2013c). Vakum infüze kayısının pH ve titrasyon asitliği sonuçları sırasıyla Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Vakum infüze kayısının pH değerleri

Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
HH-C	5.34±0.01 ^{e,D}	5.21±0.01 ^{c,B}	5.24±0.01 ^{c,C}	5.14±0.02 ^{c,A}	5.13±0.01 ^{c,A}
HH-SA	3.82±0.07 ^{a,A}	3.77±0.04 ^{a,A}	3.84±0.01 ^{a,A}	3.83±0.01 ^{a,A}	3.75±0.04 ^{a,A}
HH-KB	5.24±0.02 ^{d,C}	5.21±0.02 ^{c,B}	5.30±0.01 ^{c,D}	5.15±0.01 ^{c,A}	5.17±0.02 ^{c,A}
HH-R	5.03±0.03 ^{b,A}	5.01±0.00 ^{b,A}	4.97±0.18 ^{b,A}	5.05±0.05 ^{b,A}	5.02±0.05 ^{b,A}
HH-I	5.16±0.03 ^{c,AB}	5.19±0.01 ^{c,B}	5.18±0.01 ^{c,B}	5.21±0.02 ^{d,B}	5.11±0.07 ^{c,A}
HH-Ş	5.16±0.01 ^{c,A}	5.34±0.01 ^{d,C}	5.24±0.01 ^{c,B}	5.22±0.02 ^{d,B}	5.20±0.06 ^{c,AB}
Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
KA-C	4.83±0.12 ^{b,B}	4.89±0.04 ^{bc,B}	4.87±0.02 ^{c,B}	4.78±0.05 ^{b,AB}	4.70±0.01 ^{b,A}
KA-SA	3.62±0.04 ^{a,A}	3.72±0.13 ^{a,A}	3.69±0.01 ^{a,A}	3.70±0.00 ^{a,A}	3.64±0.01 ^{a,A}
KA-KB	4.87±0.03 ^{b,A}	4.97±0.03 ^{cd,C}	4.93±0.01 ^{d,B}	4.99±0.00 ^{cd,C}	4.87±0.02 ^{d,A}
KA-R	5.04±0.01 ^{c,C}	4.81±0.02 ^{b,B}	4.76±0.01 ^{b,A}	4.77±0.00 ^{b,A}	4.76±0.01 ^{c,A}
KA-I	5.23±0.02 ^{d,C}	4.98±0.02 ^{cd,B}	4.88±0.03 ^{c,A}	4.97±0.02 ^{c,B}	4.88±0.01 ^{d,A}
KA-Ş	4.89±0.01 ^{b,A}	5.06±0.02 ^{d,C}	4.99±0.00 ^{e,B}	5.03±0.04 ^{d,BC}	5.00±0.02 ^{e,B}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen değerler birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklıdır. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Sitrik asit infüzyonu sonrasında pH, HH-SA örneğinde 3.82 ve KA-SA örneğinde 3.62 değerine düşmüş ve sitrik asidin etkisi açık bir şekilde tespit edilmiştir. Vakum infüze HH örneklerinin pH değerleri HH-C örneğine göre azalma göstermiştir. Diğer taraftan Vİ uygulaması ile birlikte KA örneklerine ait pH değerlerinde bir miktar artış görülmüştür.

HH örnekleri titrasyon asitliği değerleri açısından karşılaştırıldığında HH-SA örneği dışındaki diğer uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). KA örneklerinde bir miktar azalma gerçekleşmesine rağmen KA-C örneğine göre yalnızca KA-I örneğindeki düşüş istatistiksel olarak önemli görülmüştür.

Çizelge 4.8. Vakum infüze kayısıların titrasyon asitliği değerleri (g sitrik asit/100g)

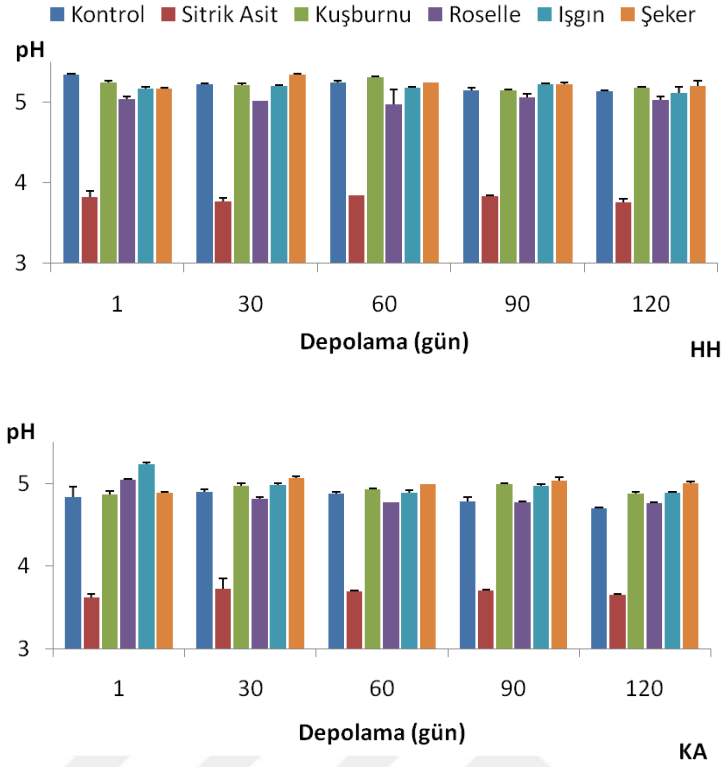
Depolama süresi (gün)					
Uygulama	1	30	60	90	120
HH-C	0.60±0.03 ^{a,A}	0.62±0.05 ^{a,A}	0.64±0.04 ^{a,A}	0.69±0.09 ^{a,A}	0.71±0.05 ^{ab,A}
HH-SA	3.66±0.28 ^{b,A}	3.36±0.35 ^{b,A}	3.30±0.42 ^{b,A}	3.73±0.42 ^{b,A}	3.69±0.14 ^{c,A}
HH-KB	0.62±0.07 ^{a,A}	0.68±0.05 ^{a,A}	0.65±0.01 ^{a,A}	0.68±0.05 ^{a,A}	0.68±0.03 ^{a,A}
HH-R	0.64±0.04 ^{a,A}	0.83±0.08 ^{a,B}	0.82±0.03 ^{a,B}	0.81±0.01 ^{a,B}	0.81±0.10 ^{ab,B}
HH-I	0.83±0.09 ^{a,BC}	0.71±0.03 ^{a,AB}	0.68±0.06 ^{a,A}	0.76±0.02 ^{a,ABC}	0.89±0.12 ^{b,C}
HH-Ş	0.66±0.00 ^{a,AB}	0.61±0.03 ^{a,A}	0.70±0.07 ^{a,AB}	0.79±0.06 ^{a,B}	0.79±0.13 ^{ab,B}
Depolama süresi (gün)					
Uygulama	1	30	60	90	120
KA-C	1.09±0.03 ^{b,B}	0.98±0.03 ^{b,AB}	0.88±0.04 ^{a,A}	1.18±0.18 ^{b,B}	1.01±0.14 ^{a,AB}
KA-SA	3.24±0.37 ^{c,A}	3.10±1.00 ^{d,A}	3.13±0.35 ^{c,A}	3.37±0.22 ^{c,A}	3.58±0.05 ^{c,A}
KA-KB	0.82±0.01 ^{ab,A}	1.07±0.00 ^{c,B}	1.10±0.00 ^{ab,B}	1.02±0.09 ^{ab,B}	1.04±0.10 ^{a,B}
KA-R	0.87±0.00 ^{ab,A}	1.00±0.02 ^{bc,B}	1.30±0.05 ^{b,D}	1.17±0.04 ^{b,C}	1.32±0.09 ^{b,D}
KA-I	0.60±0.00 ^{a,A}	0.81±0.03 ^{a,B}	0.95±0.02 ^{a,C}	0.92±0.02 ^{a,C}	1.07±0.02 ^{a,D}
KA-Ş	0.85±0.12 ^{ab,A}	0.83±0.03 ^{a,A}	0.86±0.03 ^{a,A}	0.93±0.02 ^{a,AB}	0.98±0.01 ^{a,B}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklıdır. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

HH ve KA örnekleri uygulamalar açısından kıyaslandığında sitrik asit çözeltisi her iki çeşitte benzer etkide bulunmuştur (Şekil 4.5).

Meyvelerde bulunan çözünebilir asitlerin infüzyon çözeltisine geçmesi nedeniyle titrasyon asitliğinde azalma meydana gelmektedir (Xie ve Zhao, 2003). Diğer taraftan hücre duvarında bulunan pektinin hidrolizi sonucu oluşan galakturonik asidin titrasyon asitliğini artırıcı etkisi olduğu bilinmektedir (Cemeroğlu ve Özkan, 2009).

Daha önceki bir çalışmada (Forni vd., 1997) şeker çözeltileri (%65) ile yapılan Vİ uygulaması sonrasında kayısılardaki titrasyon asitliği %0.20-0.24 arasında bulunmuş olup kayıslara uygulanan kesme işlemi nedeniyle bu çalışmadaki değerlerden daha düşük bulunduğu düşünülmektedir.

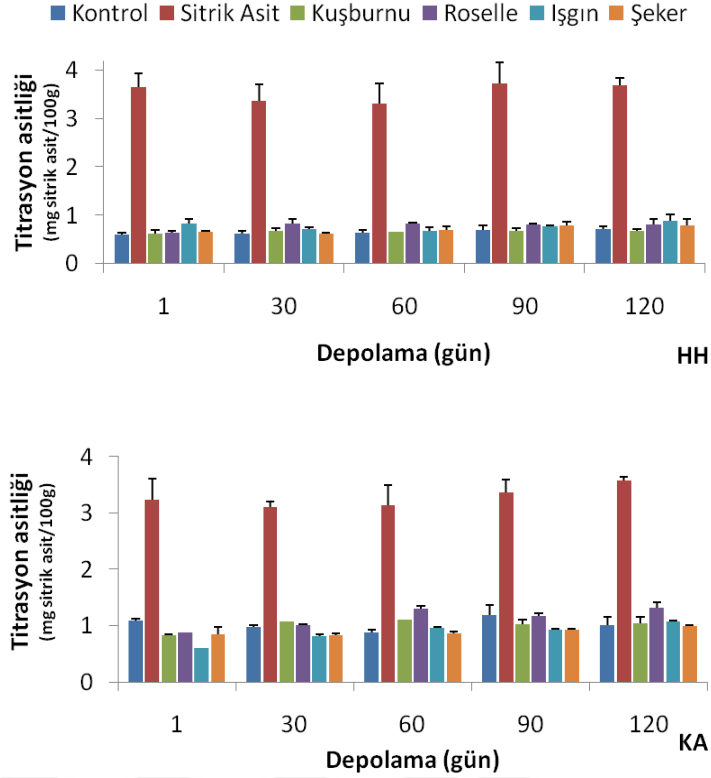


Şekil 4.5. Kayısların depolama boyunca oluşan pH değişimleri

Depolama boyunca HH-C ve HH-KB örneklerinin pH değerlerinde bir miktar azalma görülürken HH-Ş örneğinde artış belirlenmiştir. KA-KB örneğinde ise ilk 3 ayda pH artışı görülürken KA-R örneklerindeki düşüş önemli bulunmuştur ($P<0.05$). HH-C örneğinin titrasyon asitliği değerlerinde depolama boyunca artış görülmesine rağmen oluşan farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Buna karşın HH-R (0.64 g/100g) örneği 30. günde (0.83 g/100g) artış göstererek diğer aylardaki değerlere benzer bir sonuç göstermiştir (Şekil 4.6).

İstatistiksel analiz sonucunda pH ve titrasyon asitliği üzerinde $\text{Ç} \times \text{D}$ ve $\text{Ç} \times \text{D} \times \text{U}$ dışındaki tüm varyasyon kaynaklarının etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Sağırlı vd. (2008) yüksek nemli kükürtlü kayıslardaki titrasyon asitliğinin 8 aylık depolama sonunda 1.13 g/100g'den 1.49 g/100g'a yükseldiğini belirtirken Türkyılmaz vd. (2013) farklı miktarlarda kükürtlenen kayısların +5 °C'de yaklaşık 1 yıl depolanması sonrasında meydana gelen değişimin önemli olarak değerlendirilmediği bildirmiştir.



Şekil 4.6. Kayısların depolama boyunca oluşan titrasyon asitliği değişimleri

Bu çalışmada ise sitrik asit uygulamasının asitlik değerlerini keskin bir şekilde değiştirmesi nedeniyle diğer uygulamalarda meydana gelen farklılıklar daha düşük seviyelerde kalmıştır.

Çizelge 4.9. pH ve titrasyon asitliği değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	pH		Titrasyon asitliği	
	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	1431.00	0.000	77.95	0.000
Depolama (D)	21.62	0.000	11.31	0.000
Uygulama (U)	4868.00	0.000	1742	0.000
Ç×D	3.69	0.007	2.13	0.081
D×U	10.25	0.000	2.52	0.001
Ç×U	39.32	0.000	23.84	0.000
Ç×D×U	8.21	0.000	1.13	0.322

Diğer taraftan yoğunluğu yüksek olan çözeltilerden oluşturulan dilüsyonların pH değerleri birbirinden farklı olup çözünen maddelerin kimyasal yapısına bağlı olarak değişmektedir. Oluşturulan bu dilüsyon ise çözünen maddelerin kimyasal ortamının değişmesi nedeniyle pH ve titrasyon asitliği sonuçlarında yanılmalara

neden olmaktadır (Bell ve Labuza, 1994). Kuru kayısılarda pH ölçümü yapabilmek için parçalandıktan sonra su ilave edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden farklı şekerlerle osmotik dehidrasyon uygulanmış kayısılardaki pH değerlerinde farklılıklar görüldüğü bildirilmiştir (Forni vd., 1997). Benzer şekilde bu çalışmadaki sonuçların da bu durumdan etkilendiği düşünülmektedir.

4.3.3. Yüzey renginde meydana gelen değişimler

Tüketici tercihini doğrudan etkileyen yüzey rengi değerleri orta nemli kayısılar için önemli bir kalite göstergesidir (Sağırlı vd., 2008; Türkyılmaz vd., 2013). Kayıslarda bulunan PFO aktivitesi veya Maillard reaksiyonları sonucunda esmerleşme meydana gelmektedir. Kayıslardaki enzimatik esmerleşme, katekol oksidaz ve lakkaz enzimlerinin substrat olarak kateşin ve klorojenik asit gibi fenolik bileşenleri kullanması sonucunda oluşmaktadır. Bu enzimler meyve dokusuna sıkıca bağlı olup ancak 80 °C’de 10 dakika ısıtılarak inaktive edilebilmektedir. Özellikle sukroz gibi bileşenlerle meyve dokusundaki çözünabilir katı madde miktarının artırılması sayesinde meyvelerdeki PFO aktivitesinin hızlı bir şekilde düşürülebileceği bildirilmiştir (Forni vd., 1997).

İnfüzyon çözeltilerinin kayısıların renk değişimleri ve esmerleşme üzerine etkileri belirlenmiştir. L^* değeri renk parlaklığının bir ölçüsü olup sıfırdan 100 değerine doğru beyazlık artmaktadır. Çizelge 4.10 incelendiğinde HH çeşidi 1. gün HH-I (52.88) ve HH-Ş (51.67) L^* değerlerinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

$+a^*$ değerinin artışı kırmızı rengin bir göstergesi olup HH-SA örneği en düşük değeri alırken HH-R, HH-I ve HH-Ş örnekleri dışındaki diğer örnekler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır.

Roselle ekstraktına daldırılan örneklerin a^* değerleri beklenenden daha düşük çıkmıştır. VI sonrasında kırmızı renge dönüşen kayısıların kurutma sırasında karardığı görülmüştür. Bunun nedeni ise roselleden kayıslara geçen renk pigmentlerinin oksidasyonu veya bazı monomerik antosiyaninlerin polimerizasyonu olarak açıklanmaktadır (Tsai vd., 2002).

Çizelge 4.10. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların renk ölçümleri

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
L*	HH-C	34.30±6.53 ^{a,B}	32.37±1.66 ^{b,AB}	29.00±6.22 ^{b,AB}	27.77±3.20 ^{b,AB}	24.19±2.72 ^{bc,A}
	HH-SA	35.24±2.36 ^{a,B}	30.90±3.57 ^{ab,AB}	28.64±2.88 ^{b,A}	27.39±1.21 ^{b,A}	27.22±1.96 ^{c,A}
	HH-KB	34.26±2.57 ^{a,B}	28.29±1.55 ^{ab,A}	26.97±1.66 ^{ab,A}	25.32±1.30 ^{ab,A}	23.42±3.53 ^{bc,A}
	HH-R	32.80±8.30 ^{a,B}	25.69±3.96 ^{a,A}	23.02±2.41 ^{a,A}	22.64±2.47 ^{a,A}	24.64±2.45 ^{a,A}
	HH-I	52.88±6.48 ^{b,D}	31.77±5.06 ^{b,C}	29.20±2.37 ^{b,BC}	25.03±2.81 ^{ab,AB}	28.50±1.14 ^{ab,A}
	HH-Ş	51.67±4.62 ^{b,D}	33.34±3.16 ^{b,C}	30.80±1.07 ^{b,BC}	28.14±1.72 ^{b,AB}	23.51±2.13 ^{bc,A}
a*	HH-C	9.92±1.52 ^{ab,B}	8.82±1.70 ^{b,B}	6.68±1.53 ^{ab,A}	6.24±0.24 ^{ab,A}	5.63±1.48 ^{bc,A}
	HH-SA	7.89±0.87 ^{a,C}	6.45±0.32 ^{a,B}	5.66±0.19 ^{a,B}	4.80±0.44 ^{a,A}	4.58±0.65 ^{ab,A}
	HH-KB	11.17±2.11 ^{ab,C}	9.91±1.32 ^{b,BC}	7.96±1.81 ^{bc,AB}	7.39±1.26 ^{bc,A}	6.56±0.88 ^{c,A}
	HH-R	12.29±2.30 ^{b,B}	5.67±0.50 ^{a,A}	5.57±0.74 ^{a,A}	4.82±0.53 ^{a,A}	3.97±0.64 ^{a,A}
	HH-I	12.43±1.65 ^{b,D}	6.89±0.85 ^{a,C}	6.11±0.50 ^{a,BC}	5.14±0.25 ^{a,AB}	4.03±1.07 ^{a,A}
	HH-Ş	13.78±2.50 ^{c,C}	10.40±0.71 ^{b,B}	9.01±0.98 ^{c,AB}	8.31±1.77 ^{c,AB}	6.77±1.03 ^{c,A}
b*	HH-C	19.87±2.58 ^{a,C}	14.88±2.24 ^{a,B}	12.48±4.18 ^{ab,AB}	9.55±1.12 ^{ab,A}	9.29±1.81 ^{abc,A}
	HH-SA	18.71±3.24 ^{a,C}	13.28±1.62 ^{a,B}	12.60±1.21 ^{ab,AB}	11.75±0.89 ^{bc,AB}	10.19±1.27 ^{bc,A}
	HH-KB	21.26±2.75 ^{a,C}	14.87±1.75 ^{a,B}	13.25±1.29 ^{ab,B}	9.09±1.39 ^{a,A}	7.94±1.36 ^{ab,A}
	HH-R	20.74±4.24 ^{a,C}	11.95±2.12 ^{a,B}	9.72±2.26 ^{a,AB}	7.30±0.87 ^{a,A}	6.98±1.07 ^{a,A}
	HH-I	35.06±3.99 ^{b,C}	14.39±3.63 ^{a,B}	10.59±2.45 ^{a,AB}	8.18±2.10 ^{a,A}	7.94±2.28 ^{ab,A}
	HH-Ş	35.94±2.04 ^{b,D}	20.09±2.62 ^{b,C}	15.65±3.20 ^{b,B}	12.39±2.81 ^{c,AB}	10.59±0.99 ^{c,A}
C*	HH-C	27.19±5.10 ^{b,C}	17.35±3.46 ^{a,B}	15.29±3.94 ^{ab,AB}	11.24±0.84 ^{a,A}	10.77±1.91 ^{ab,A}
	HH-SA	20.32±3.29 ^{a,C}	17.55±2.90 ^{a,BC}	14.50±0.26 ^{ab,AB}	13.59±1.86 ^{a,A}	12.24±1.52 ^{b,A}
	HH-KB	24.33±2.85 ^{ab,C}	16.63±3.36 ^{a,B}	14.06±2.91 ^{ab,AB}	13.35±2.24 ^{a,AB}	10.69±2.51 ^{ab,A}
	HH-R	23.40±5.39 ^{ab,B}	13.29±1.92 ^{a,A}	11.46±1.80 ^{a,A}	10.67±1.62 ^{a,A}	9.02±1.53 ^{a,A}
	HH-I	38.80±2.71 ^{c,C}	17.33±1.92 ^{a,B}	12.06±2.00 ^{a,A}	10.51±1.44 ^{a,A}	10.29±0.47 ^{ab,A}
	HH-Ş	35.49±2.23 ^{c,D}	22.64±2.53 ^{b,C}	17.18±3.40 ^{b,B}	13.72±4.13 ^{a,AB}	10.05±1.82 ^{ab,A}
h°	HH-C	70.14±4.11 ^{a,B}	61.93±0.72 ^{ab,A}	61.17±5.00 ^{ab,A}	58.57±3.46 ^{a,A}	56.38±2.44 ^{a,A}
	HH-SA	66.94±1.89 ^{a,A}	65.58±4.33 ^{bc,A}	65.46±1.21 ^{b,A}	65.01±4.05 ^{b,A}	62.83±4.48 ^{b,A}
	HH-KB	67.54±4.13 ^{a,C}	59.21±1.09 ^{a,B}	56.00±3.95 ^{a,AB}	55.31±2.21 ^{a,AB}	54.34±1.20 ^{a,A}
	HH-R	66.34±4.92 ^{a,B}	60.01±2.6 ^{a,AB}	59.63±5.37 ^{ab,A}	58.48±4.34 ^{a,A}	56.57±3.11 ^{a,A}
	HH-I	77.58±4.51 ^{b,C}	67.50±2.72 ^{c,B}	62.94±5.90 ^{ab,AB}	60.45±6.58 ^{ab,AB}	58.83±3.85 ^{ab,A}
	HH-Ş	76.56±4.75 ^{b,C}	62.45±2.43 ^{ab,B}	59.51±3.99 ^{ab,AB}	56.90±0.60 ^{a,A}	54.56±3.93 ^{a,A}
ΔE	HH-C	40.74±6.42 ^{b,A}	45.17±1.72 ^{ab,AB}	49.38±4.74 ^{a,BC}	51.98±2.13 ^{abc,C}	61.27±1.78 ^{a,D}
	HH-SA	40.48±3.03 ^{b,A}	47.15±3.56 ^{b,B}	49.32±2.32 ^{a,B}	50.80±0.94 ^{ab,B}	64.98±1.23 ^{b,C}
	HH-KB	40.09±3.66 ^{b,A}	48.44±1.36 ^{bc,B}	50.32±1.05 ^{a,B}	54.15±0.82 ^{bcd,C}	61.21±2.28 ^{a,D}
	HH-R	41.87±8.56 ^{b,A}	52.10±2.70 ^{c,B}	55.55±0.88 ^{b,BC}	57.31±1.72 ^{d,BC}	60.55±2.66 ^{a,C}
	HH-I	18.71±5.05 ^{a,A}	45.95±4.05 ^{ab,B}	50.18±3.11 ^{a,BC}	54.89±3.47 ^{cd,C}	62.44±0.93 ^{ab,D}
	HH-Ş	19.50±3.57 ^{a,A}	41.36±3.98 ^{a,B}	45.90±2.53 ^{a,BC}	49.94±2.94 ^{a,C}	61.98±1.94 ^{a,D}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler, uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler, her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Patates yumrularında Vİ etkinliğini belirlemek için kırmızı mürekkep kullanılmış ve boyanın parenkima hücrelerinden 2 cm boyunca dokuya nüfuz ettiği görülmüştür (Hironaka vd., 2011). Bu çalışmada ise kayısıların sıkı bir dokuya ve düşük poroziteye sahip olması nedeniyle roselle ekstraktının sadece yüzeye yakın bölgeleri etkilediği görülmüştür.

Sarı rengin bir göstergesi olan $+b^*$ değerleri kayısılar için önemli bir parametredir. İlk gün b^* değerleri incelendiğinde HH-I ve HH-Ş örnekleri diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca her iki uygulama da taze kayıslara en yakın değerleri göstermiştir.

C^* değeri rengin doygunluğu ve yoğunlunu (0=mat, 60=parlak) gösterirken hue açısı (h°) ise renk tonlarının açılarını ifade etmekte olup 0° 'den 90° 'ye doğru kırmızılık azalarak sarılık artmaktadır. HH-I ve HH-Ş örneklerinin C^* ve h° değerleri diğer örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur. HH çeşidi vakum infüze kayısıların C^* değerleri 20.32 (HH-SA) ile 38.80 (HH-I) arasında, h° değerleri ise 66.34 (HH-R) ile 77.58 (HH-I) aralığında değişmektedir.

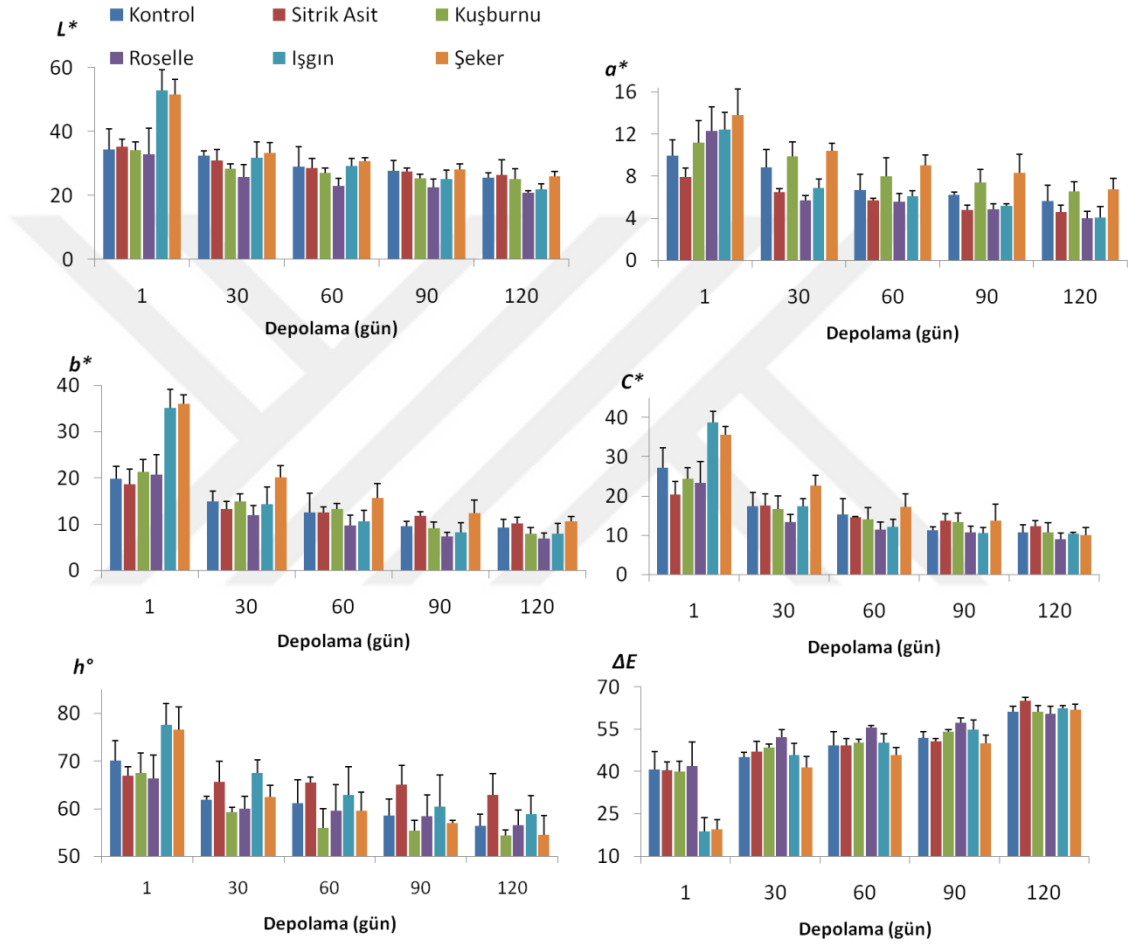
ΔE değerleri toplam renk değişimini belirtmektedir. İlk gün ölçümlerine göre HH-I örneği en düşük ΔE değerine sahip olup, bunu HH-Ş örneği takip etmiştir.

HH-R örneği (41.87) dışındaki diğer uygulamalar ise kontrol örneğiyle benzer sonuçlar göstermiştir ($P>0.05$). Yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlardaki ışgın çözeltileri ile muamele edilen elmaların %1'lik askorbik asit çözeltilisine daldırılanlara göre daha az esmerleştiği görülmüştür. Ayrıca %20 ve üzerindeki konsantrasyonlardaki ışgın sularının 2 saatlik bekleme süresince esmerleşmeyi tamamen önlediği bildirilmiştir (Son vd., 2000). Bu çalışmadaki ışgın infüzyonu ile kayısılardaki renk değişimleri azaltılmış olmasına rağmen depolama sırasında örneklerin esmerleştiği görülmüştür.

Şekerlerin koruyucu özellikleri sayesinde sukroz çözeltisi ile uygulanan Vİ işleminin meyvelerdeki renk pigmentlerini koruduğu bildirilmiştir (Torreggiani, 1993). HH çeşidinde şeker infüzyonunun renk üzerinde diğer uygulamalara göre daha olumlu sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. Buna rağmen HH-Ş örneğinin ilk gün değerleri taze kayıslara göre daha düşük çıkmıştır.

Forni vd. (1997) ise %1'lik askorbik asit ilavesi ile vakum infüze kayısılardaki renk değerlerinin daha iyi korunduğunu bildirmiştir. Ayrıca infüzyon çözeltilisinde kullanılan maltozun sukroza göre daha etkili olduğu vurgulanmıştır.

HH-I ve HH-Ş örnekleri başlangıçta yüksek değerler alırken 3. aydan sonra örneklerin birbirine yaklaştığı görülmüştür (Şekil 4.7). Depolama boyunca HH çeşidinin ΔE değerleri artmıştır. Başlangıçta oldukça düşük olan HH-I ve HH-Ş örneklerine ait ΔE değerleri depolama sonunda 60 değerinin üzerinde bulunmuştur. Bununla birlikte HH-SA örneklerinin h° açısı değerleri depolamanın 2., 3. ve 4. aylarında diğer örneklerden yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.7. Hacihaliloğlu çeşidi kayısıların depolama boyunca oluşan renk değişimleri

KA çeşidi kayısıların renk değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. İlk gün L^* değerlerine bakıldığında HH çeşidinin aksine uygulamaların hepsi kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek L^* değeri KA-I örneğinde görülmüş olup bunu KA-KB ve KA-Ş örnekleri takip etmiştir. Tüm Vİ uygulamaları kontrol örneğine göre yüksek a^* değerine sahipken kendi aralarında istatistiksel bir fark görülmemiştir.

Çizelge 4.11. Kabaaşı çeşidi kayısıların renk ölçümleri

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
L*	KA-C	31.01±4.29 ^{a,C}	28.57±1.63 ^{ab,BC}	27.35±1.80 ^{ab,BC}	26.88±1.48 ^{abc,AB}	24.19±2.72 ^{a,A}
	KA-SA	40.58±2.18 ^{b,B}	31.04±2.47 ^{ab,A}	30.45±2.81 ^{b,A}	28.81±2.31 ^{bc,A}	27.22±1.96 ^{ab,A}
	KA-KB	48.89±4.40 ^{c,C}	36.18±3.58 ^{c,B}	28.11±0.90 ^{ab,A}	24.93±1.85 ^{a,A}	23.42±3.53 ^{a,A}
	KA-R	39.64±1.63 ^{b,B}	29.12±6.01 ^{ab,A}	27.16±2.18 ^{ab,A}	27.19±1.42 ^{abc,A}	24.64±2.45 ^{a,A}
	KA-I	54.82±5.13 ^{d,C}	33.68±0.56 ^{bc,B}	30.10±1.33 ^{b,AB}	29.94±3.14 ^{c,AB}	28.50±1.14 ^{b,A}
	KA-Ş	48.46±3.61 ^{c,B}	27.40±1.87 ^{a,A}	26.17±2.75 ^{a,A}	25.83±3.08 ^{ab,A}	23.51±2.13 ^{a,A}
a*	KA-C	7.78±0.52 ^{a,B}	7.08±0.99 ^{a,B}	5.98±0.21 ^{a,B}	5.50±0.83 ^{a,AB}	4.75±0.52 ^{a,A}
	KA-SA	13.20±2.54 ^{b,C}	11.06±0.88 ^{bc,BC}	9.59±1.35 ^{cd,B}	6.64±1.12 ^{ab,A}	5.69±0.30 ^{ab,A}
	KA-KB	13.10±1.91 ^{b,C}	8.96±1.17 ^{ab,B}	7.94±1.34 ^{abc,A}	6.07±1.20 ^{a,A}	5.40±0.83 ^{ab,A}
	KA-R	15.57±1.18 ^{b,C}	10.54±2.31 ^{bc,B}	8.30±0.81 ^{bcd,AB}	7.57±0.82 ^{b,A}	6.70±1.85 ^{bc,A}
	KA-I	15.52±1.94 ^{b,B}	8.52±2.06 ^{ab,A}	7.11±1.87 ^{ab,A}	6.61±0.81 ^{ab,A}	6.11±1.15 ^{ab,A}
	KA-Ş	15.31±1.20 ^{b,C}	11.72±2.13 ^{c,B}	10.36±1.92 ^{d,AB}	8.98±0.57 ^{c,A}	8.14±0.62 ^{c,A}
b*	KA-C	13.70±2.84 ^{a,B}	12.52±1.81 ^{ab,B}	10.94±2.08 ^{a,B}	9.05±0.65 ^{a,AB}	7.64±1.56 ^{a,A}
	KA-SA	24.27±4.64 ^{b,C}	17.29±2.85 ^{b,B}	14.91±1.64 ^{b,AB}	13.04±2.70 ^{b,AB}	11.25±0.96 ^{b,A}
	KA-KB	36.95±4.75 ^{cd,C}	23.16±4.59 ^{c,B}	15.16±3.86 ^{b,A}	11.46±0.42 ^{ab,A}	10.56±1.39 ^{b,A}
	KA-R	31.46±4.21 ^{c,C}	11.80±2.66 ^{a,B}	11.46±1.39 ^{ab,AB}	10.93±0.32 ^{ab,AB}	7.77±1.65 ^{a,A}
	KA-I	31.86±6.16 ^{c,B}	15.39±3.72 ^{ab,A}	13.03±1.98 ^{ab,A}	13.06±2.17 ^{b,A}	11.84±0.94 ^{b,A}
	KA-Ş	39.35±1.21 ^{d,B}	12.84±3.34 ^{ab,A}	11.54±2.11 ^{ab,A}	11.31±2.05 ^{ab,A}	11.15±2.88 ^{b,A}
C*	KA-C	27.95±6.15 ^{a,D}	18.01±2.14 ^{a,C}	14.68±2.10 ^{a,BC}	12.75±2.47 ^{a,AB}	11.85±0.35 ^{a,A}
	KA-SA	27.56±4.47 ^{a,C}	20.44±2.66 ^{a,B}	16.94±1.06 ^{a,AB}	14.12±2.99 ^{a,A}	13.25±1.87 ^{a,A}
	KA-KB	43.87±2.60 ^{cd,C}	23.99±6.36 ^{a,B}	17.15±3.93 ^{a,A}	15.24±2.29 ^{a,A}	11.65±1.31 ^{a,A}
	KA-R	33.61±3.36 ^{b,C}	20.40±6.26 ^{a,B}	17.88±4.78 ^{a,B}	15.97±2.86 ^{a,AB}	10.90±1.91 ^{a,A}
	KA-I	49.17±2.52 ^{d,C}	19.59±4.87 ^{a,B}	15.61±2.26 ^{a,AB}	15.26±2.16 ^{a,AB}	13.73±1.84 ^{a,A}
	KA-Ş	41.91±1.38 ^{c,B}	17.40±3.85 ^{a,A}	16.82±3.57 ^{a,A}	15.35±3.90 ^{a,A}	13.51±2.56 ^{a,A}
h°	KA-C	64.96±4.99 ^{ab,C}	59.18±4.77 ^{bc,BC}	57.61±5.09 ^{bc,AB}	54.37±3.29 ^{b,AB}	52.14±2.08 ^{ab,A}
	KA-SA	72.49±2.83 ^{c,C}	63.01±2.77 ^{cd,B}	61.13±4.41 ^{cd,B}	60.64±1.68 ^{c,B}	54.69±5.42 ^{ab,A}
	KA-KB	62.14±4.13 ^{a,B}	57.12±3.62 ^{b,AB}	53.35±5.42 ^{ab,A}	51.39±2.72 ^{ab,A}	48.64±8.63 ^{a,A}
	KA-R	68.46±6.78 ^{abc,B}	55.70±0.86 ^{b,A}	53.78±1.18 ^{ab,A}	52.49±1.58 ^{ab,A}	49.77±8.28 ^{a,A}
	KA-I	70.22±2.96 ^{bc,B}	65.36±4.64 ^{d,AB}	64.04±0.66 ^{d,A}	62.53±2.77 ^{c,A}	60.61±6.10 ^{b,A}
	KA-Ş	69.69±2.37 ^{bc,B}	49.50±1.12 ^{a,A}	48.27±3.49 ^{a,A}	47.75±6.58 ^{a,A}	46.64±4.87 ^{a,A}
ΔE	KA-C	46.91±4.21 ^{c,A}	49.46±1.21 ^{bc,AB}	51.36±2.13 ^{bc,B}	52.93±1.21 ^{c,B}	61.98±1.80 ^{b,C}
	KA-SA	33.84±4.25 ^{b,A}	44.94±3.29 ^{bc,B}	46.67±2.84 ^{a,B}	48.91±3.37 ^{ab,B}	59.47±1.95 ^{ab,C}
	KA-KB	21.25±4.43 ^{a,A}	37.18±5.38 ^{a,B}	48.32±1.92 ^{ab,C}	52.92±1.67 ^{c,C}	62.63±0.90 ^{b,D}
	KA-R	31.82±2.16 ^{b,A}	49.82±5.88 ^{bc,B}	51.27±2.15 ^{bc,B}	51.53±0.89 ^{abc,B}	58.68±2.07 ^{a,C}
	KA-I	20.40±6.22 ^{a,A}	43.88±2.06 ^{b,B}	47.98±1.01 ^{ab,B}	48.03±3.52 ^{a,B}	58.36±3.14 ^{a,C}
	KA-Ş	21.55±3.26 ^{a,A}	50.61±3.12 ^{c,B}	52.20±2.60 ^{c,B}	52.50±1.75 ^{bc,B}	61.89±1.57 ^{b,C}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Vakum infüze kayısıların b^* değerleri ise KA-C örneğinden yüksek bulunmuştur. KA-Ş örneğinin b^* değeri 39.35 ile ilk sırayı alırken bunu 36.95 ile KA-KB izlemektedir.

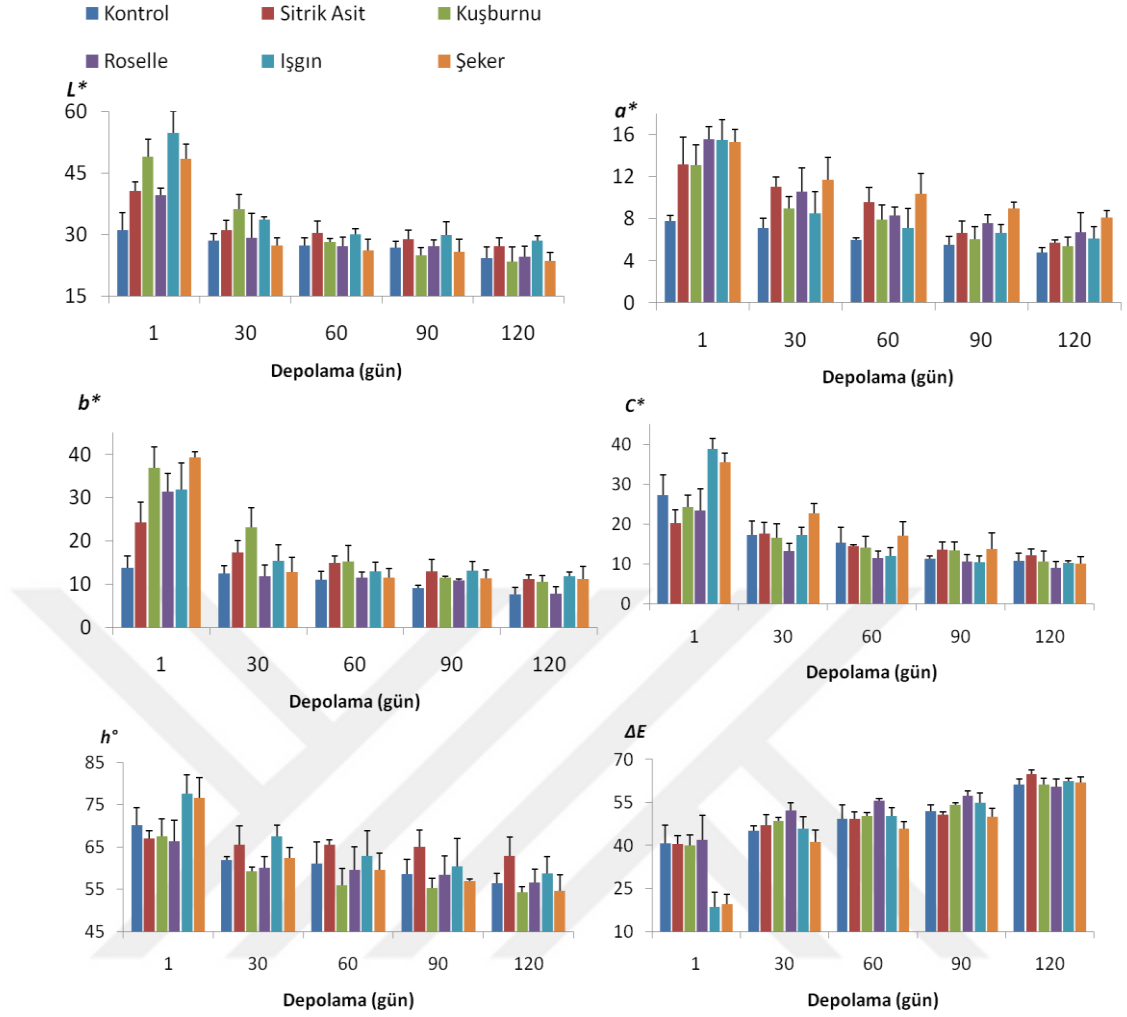
KA-I, KA-KB ve KA-Ş örneklerinde tespit edilen C^* değerleri hem diğer 2 uygulamadan hem de bütün HH örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. KA-KB dışında (62.14) diğer örneklerin h° değerleri 70 değerine yakın bulunmuştur. İlk gün ΔE değerlerine göre KA-C örneği 46.91 ile diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. En az renk değişimi KA-I (20.40) örneğinde görülürken KA-SA (33.84) örneği son sırada yer almaktadır.

Depolama süresince KA örneklerinin HH çeşidi gibi bütün renk değerlerinde azalma görülmüştür. KA-KB ve KA-I örneklerinin L^* değerleri 30. günde diğer örneklerden yüksek çıkmasına rağmen ilerleyen günlerde uygulamalar arasındaki farklar azalmıştır (Şekil 4.8). Birinci ayın sonunda L^* değeri 48.46'dan 27.40'a düşen KA-Ş örneği depolama boyunca diğer uygulamalardan daha yüksek a^* değerleri almıştır.

KA-I ve KA-Ş örneklerindeki b^* değerleri 30. günde büyük oranda değişerek diğer örneklerle aralarındaki farklar oldukça azalmıştır. KA-SA ve KA-KB örneklerinin b^* değerleri diğerlerine göre daha yüksek bulunurken KA-R örneği depolama boyunca vakum infüze kayısılar arasındaki en düşük değerlere sahip olmuştur.

C^* değerlerindeki azalmanın meyvelerdeki karotenoid oksidasyonu ve yüzey dehidrasyonu sonrasında oluşan renk açılmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Vargas vd., 2009). Bu açıdan bakıldığında β -karoten gibi renk pigmentlerinin degradasyonu nedeniyle kayılarda C^* değerlerinin azaldığı düşünülmektedir. Depolama boyunca KA çeşidindeki bütün uygulamaların C^* değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

KA-I örneği diğer örneklerden daha yüksek h° değerlerine sahip olmakla birlikte depolama boyunca 60'ın üzerinde bulunmuştur.



Şekil 4.8. Kabaaşçı çeşidi kayısıların depolama boyunca oluşan renk değişimleri

İlk gün sonuçları incelendiğinde ışgın ve şeker infüzyonunun kayısılardaki renk değerlerini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Kuşburnu infüzyonu ise KA çeşidinde daha iyi sonuçlar gösterirken roselle ekstraktının renk değerleri üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir. Diğer taraftan depolama sırasında bütün örneklerin ilk gün değerlerini koruyamayarak esmerleştiği görülmüştür.

Kayıslardaki nem miktarının renk değerlerini etkilediği bilinmektedir (Özkan vd., 2003). Kükürtlü kuru kayısıların rehidrasyonu sonrasında yapılan renk ölçümlerinde a^* değeri dışındaki bütün renk değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak depolama sıcaklığına bağlı olarak örneklerde renk kayıpları olduğu bildirilmiştir (Türkyılmaz vd., 2013). Bu çalışmada ise şeker infüze edilen kayısıların nem oranı

diğer örneklerle göre daha düşük olmasına rağmen, yüzey rengi açısından daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

4.3.4. Esmerleşme düzeyi sonuçları

Kurutma sırasında bitki dokularında bulunan katı madde konsantrasyonunun artışı ile birlikte enzimatik esmerleşme aktivitesinin azaldığı bilinmektedir. Daha sonra indirgen şekerler ve amino asitlerin kondensasyonu ile klorofiller meyvelerdeki koyu renkten sorumlu olan feofitinlere dönüşmektedir (Forni vd., 1997).

Kayısılarda spektrofotometrik olarak ölçülen esmerleşme düzeyi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

HH çeşidi için ilk gün değerlendirildiğinde en düşük değeri sitrik asit (0.63) uygulaması alırken en yüksek esmerleşme düzeyi HH-R (1.81) örneğinde görülmüştür. Kontrol örneği ise HH-KB, HH-I ve HH-Ş örnekleri ile istatistiksel olarak benzer sonuçlar almıştır ($P>0.05$).

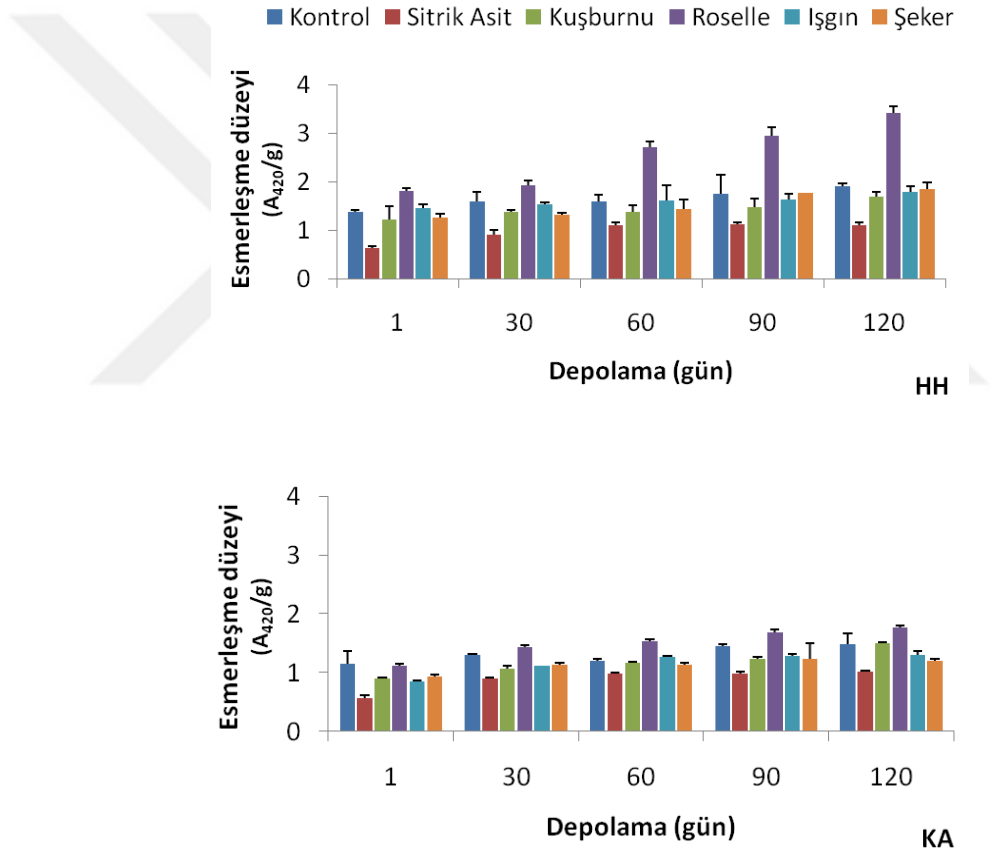
Çizelge 4.12. Vakum infüze kayısıların esmerleşme düzeyi (A_{420}/g)

Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
HH-C	1.37±0.04 ^{bc,A}	1.59±0.19 ^{c,AB}	1.59±0.12 ^{b,AB}	1.75±0.39 ^{b,B}	1.90±0.07 ^{c,B}
HH-SA	0.63±0.04 ^{a,A}	0.91±0.10 ^{a,B}	1.09±0.08 ^{a,C}	1.11±0.04 ^{a,C}	1.10±0.05 ^{a,C}
HH-KB	1.22±0.28 ^{b,A}	1.37±0.04 ^{b,A}	1.37±0.13 ^{b,A}	1.48±0.16 ^{b,AB}	1.69±0.10 ^{b,B}
HH-R	1.81±0.05 ^{d,A}	1.93±0.08 ^{d,A}	2.70±0.12 ^{c,B}	2.95±0.16 ^{c,C}	3.42±0.14 ^{d,D}
HH-I	1.46±0.07 ^{b,A}	1.53±0.04 ^{c,AB}	1.61±0.31 ^{b,AB}	1.63±0.11 ^{b,AB}	1.78±0.12 ^{bc,B}
HH-Ş	1.26±0.07 ^{b,A}	1.31±0.04 ^{b,AB}	1.44±0.19 ^{b,B}	1.76±0.00 ^{b,C}	1.85±0.13 ^{bc,C}
Uygulama	Depolama süresi (gün)				
	1	30	60	90	120
KA-C	1.15±0.21 ^{c,A}	1.30±0.02 ^{d,AB}	1.20±0.03 ^{c,A}	1.45±0.04 ^{c,B}	1.48±0.20 ^{c,B}
KA-SA	0.56±0.06 ^{a,A}	0.90±0.02 ^{a,B}	0.98±0.02 ^{a,C}	0.98±0.04 ^{a,C}	1.02±0.02 ^{a,C}
KA-KB	0.90±0.02 ^{b,A}	1.07±0.05 ^{b,B}	1.17±0.02 ^{bc,C}	1.24±0.03 ^{b,D}	1.50±0.02 ^{c,E}
KA-R	1.12±0.03 ^{c,A}	1.43±0.04 ^{e,B}	1.54±0.02 ^{e,C}	1.68±0.06 ^{d,D}	1.78±0.02 ^{d,E}
KA-I	0.85±0.02 ^{b,A}	1.12±0.00 ^{c,B}	1.27±0.02 ^{d,C}	1.28±0.03 ^{bc,C}	1.30±0.07 ^{b,C}
KA-Ş	0.93±0.04 ^{b,A}	1.13±0.04 ^{c,B}	1.14±0.02 ^{b,B}	1.23±0.27 ^{b,B}	1.21±0.02 ^{b,B}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-E) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Depolama boyunca bütün örneklerin esmerleşme düzeyinde artış görülmüştür (Şekil 4.9). HH-SA örneğinin 60. günden sonraki esmerleşme düzeyleri sabit kalmıştır. Depolama sonunda HH-R örneği 3.42 ile en yüksek değeri alırken diğer uygulamalar HH-C (1.90) örneğinden düşük çıkmıştır.

KA çeşidi ilk gün sonuçları açısından değerlendirildiğinde KA-R dışındaki bütün uygulamaların esmerleşme düzeyi KA-C örneğinden düşük bulunmuştur. KA-SA örneği 0.56 ile en düşük değeri alırken bunu 0.85 ile KA-I örneği takip etmiştir. Depolama boyunca bütün örneklerde artış görülmüş olup depolama sonunda KA-SA örneği 1.02 ile en düşük seviyede kalmıştır.



Şekil 4.9. Kayısıların depolama boyunca ölçülen esmerleşme düzeyleri

Birçok araştırmada antioksidan maddelerin infüzyonu sonrasında meyvelerde meydana gelen esmerleşme düzeyinin belirlenmesi bu yöntemle gerçekleştirilmiştir. Örneğin, sitrik asit ve askorbik asit çözeltilerine daldırıldıktan sonra düşük sıcaklıkta (+4 °C) 5 gün depolanan elmaların renk değerleri ve esmerleşme düzeyleri

incelenmiştir. Sitrik aside daldırılan örneklerdeki esmerleşme düzeyinin 0.25-2.71 arasında değiştiği belirlenen çalışmada sitrik asidin askorbik aside göre daha iyi koruma sağladığı bildirilmiştir (Chiabrando ve Giacalone, 2012). Benzer şekilde sitrik asit infüzyonu uygulanan kayısıların diğer uygulamalara göre daha düşük esmerleşme düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir.

Meyvelerdeki enzimatik esmerleşme en fazla 0.60-0.70 a_w aralığında gerçekleşmektedir. Ayrıca Maillard reaksiyonun pH 4-5 ve 0.50-0.75 a_w değerlerinde maksimum hıza ulaştığı bildirilmiştir (Forni vd., 1997; Cemeroğlu ve Özkan, 2009). Depolama sıcaklığının sabit olmasına rağmen orta nemli kayısıların her iki esmerleşme reaksiyonu için de oldukça uygun koşullara sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle depolama boyunca toplam renk değişiminin yanında esmerleşmenin de arttığı belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada kayısılardaki kabul edilebilir esmerleşme düzeyinin 0.30 A_{420}/g olduğu ve bu değer üzerine çıkılması halinde depolamanın sonlandırılması gerektiği bildirilmiştir (Nury vd., 1960). Bu çalışmada ise örnekler 0.30 A_{420}/g değerinden daha yüksek çıkarken HH-R dışındaki örnekler 2.0 A_{420}/g 'dan düşük bulunmuştur.

Daha önceki yapılan kayısı çalışmalarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin Coşkun vd. (2013) tarafından farklı kükürtleme yöntemleri uygulanan kuru kayısıların 5 °C ve 20 °C'de 1 yıl depolanması sonrasında esmerleşme düzeyinin 0.21-0.37 A_{420}/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Depolama sıcaklığı 30 °C'ye yükseltildiğinde ise esmerleşmenin Hacıhaliloğlu çeşidinde 5.16 A_{420}/g , KA çeşidinde ise 5.47 A_{420}/g değerine kadar yükseldiği bildirilmiştir. Benzer şekilde Türkyılmaz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada düşük kükürt içeriğine sahip kayısıların 20 °C ve 30 °C'de daha hızlı esmerleştiği belirlenmiştir.

Diğer taraftan Alagöz vd. (2015) farklı derişimlerdeki sorbik asit çözeltilerine daldırılan gün kurusu kayısılardaki esmerleşme düzeylerinin 3.16-3.81 A_{420}/g arasında değiştiğini belirlemiştir. Ayrıca sorbik asit uygulaması ile esmerleşme düzeyinin %8-9 oranında azaldığı belirlenmiştir. Sorbik asidin şelatlayıcı özelliği sayesinde PFO enzimidaki prostetik grupta bulunan demirle kompleks oluşturarak enzimatik esmerleşmeyi önleyebileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise bir şelatlayıcı olan sitrik asidin benzer bir etki gösterdiği düşünülmektedir.

Elmaci vd. (2008) tarafından ise normal paketleme ve modifiye atmosferde paketlenen gün kurusu kayısıların 5 °C, 15 °C ve 25 °C derecede 48 hafta depolama

sonrasındaki özellikleri incelenmiştir. Ortamdaki oksijenin enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonları hızlandırması nedeniyle normal paketlenen kayısıların modifiye atmosfere göre 2 kat daha fazla esmerleştiği bildirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında paket materyalinin veya gaz bileşiminin modifiye edilerek esmerleşmenin azaltılabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.13. Yüzey rengi ve esmerleşme düzeyi değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	<i>L*</i>		<i>a*</i>		<i>b*</i>		<i>C*</i>		<i>h°</i>		ΔE		Esmerleşme Düzeyi	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Çeşit	10.28	0.002	52.80	0.000	24.39	0.000	87.57	0.000	58.12	0.000	19.26	0.002	793.81	0.000
Depolama	212.76	0.000	177.39	0.000	367.73	0.000	366.03	0.000	86.49	0.000	555.86	0.000	168.59	0.000
Uygulama	20.73	0.000	31.37	0.000	29.96	0.000	13.15	0.000	28.28	0.000	25.70	0.000	382.34	0.000
Ç×D	2.13	0.079	1.68	0.155	4.34	0.002	11.49	0.000	0.47	0.754	2.68	0.033	10.54	0.000
D×U	9.74	0.000	3.53	0.000	12.97	0.000	9.78	0.000	1.75	0.029	15.06	0.000	10.58	0.000
Ç×U	11.64	0.000	16.08	0.000	15.35	0.000	6.75	0.000	4.77	0.000	17.61	0.000	81.56	0.000
Ç×D×U	1.94	0.012	1.87	0.016	4.33	0.000	2.12	0.005	1.36	0.143	3.99	0.000	5.81	0.000

Çizelge 4.13'te yüzey rengi ve esmerleşme değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir. Çeşit, uygulama ve depolamanın bütün renk değerlerini etkilediği belirlenirken diğer varyasyon kaynaklarında ise bazı farklılıklar görülmüştür.

4.3.5. Tekstürel analiz sonuçları

Tekstürel özellikler meyve ve sebzelerin kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Meyvelerin işleminde yaşanan en büyük problemlerden birisi de meydana gelen tekstürel kayıplardır (Banjongsinsiri vd., 2004). Kurutulan meyvelerin tekstürel özelliklerinin çözeltiler ile farklı interaksiyonlar gösteren hücre matrisi davranışlarına ve doku içerisindeki çözünabilir katı miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Deng ve Zhao, 2008).

Kayısılardaki tekstürel özelliklerin belirlenmesi için sertlik (hardness), çiğnenebilirlik (chewiness), yapışma kuvveti (adhesive force) ve katılık (stiffness) değerleri ölçülmüştür.

HH çeşidinin tekstür değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Buna göre ilk gün sertlik değerleri incelendiğinde HH-Ş örneği 0.81 N değeri ile en yüksek, HH-I örneği ise 0.54 N ile en düşük değere sahip olmuştur. Diğer örnekler arasındaki farklar ise önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.14. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların tekstürel analiz sonuçları

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Sertlik (N)	HH-C	0.73±0.25 ^{ab,A}	0.67±0.18 ^{ab,A}	1.52±0.34 ^{b,B}	1.30±0.20 ^{a,B}	2.04±0.48 ^{b,C}
	HH-SA	0.73±0.13 ^{ab,A}	1.12±0.10 ^{d,A}	1.52±0.11 ^{b,B}	2.00±0.52 ^{b,C}	1.96±0.17 ^{b,C}
	HH-KB	0.62±0.04 ^{ab,A}	0.72±0.15 ^{bc,A}	1.32±0.13 ^{ab,B}	1.12±0.07 ^{a,B}	1.76±0.32 ^{b,C}
	HH-R	0.79±0.24 ^{ab,A}	0.57±0.14 ^{ab,A}	0.95±0.33 ^{a,AB}	1.28±0.25 ^{a,B}	0.89±0.40 ^{a,AB}
	HH-I	0.54±0.11 ^{a,A}	0.43±0.34 ^{a,A}	1.03±0.22 ^{a,B}	1.01±0.17 ^{a,AB}	1.12±0.21 ^{a,C}
	HH-Ş	0.81±0.04 ^{b,A}	0.96±0.06 ^{cd,AB}	1.15±0.20 ^{ab,B}	1.15±0.12 ^{a,B}	1.62±0.22 ^{b,C}
Çiğnenbilirlik (Nmm)	HH-C	1.28±0.18 ^{c,A}	0.84±0.48 ^{b,A}	2.15±0.50 ^{c,B}	2.21±0.13 ^{c,B}	1.98±0.26 ^{a,B}
	HH-SA	0.15±0.19 ^{a,A}	0.59±0.14 ^{ab,A}	1.26±0.54 ^{ab,C}	2.45±0.71 ^{c,E}	1.96±0.10 ^{a,D}
	HH-KB	0.05±0.04 ^{a,A}	0.42±0.20 ^{ab,A}	0.55±0.32 ^{a,A}	0.69±0.39 ^{a,A}	2.36±1.36 ^{a,B}
	HH-R	0.51±0.16 ^{b,A}	0.52±0.28 ^{ab,A}	1.54±0.62 ^{bc,B}	1.53±0.31 ^{b,B}	1.58±1.03 ^{a,B}
	HH-I	0.11±0.10 ^{a,A}	0.28±0.34 ^{a,A}	0.81±0.12 ^{a,B}	0.82±0.22 ^{ab,B}	1.81±0.30 ^{a,C}
	HH-Ş	0.50±0.06 ^{b,A}	0.37±0.12 ^{ab,A}	1.21±0.38 ^{ab,A}	1.48±0.68 ^{b,A}	2.88±1.43 ^{b,B}
Yapışma kuvveti (N)	HH-C	0.26±0.05 ^{c,A}	0.24±0.06 ^{c,A}	0.64±0.23 ^{b,B}	0.77±0.17 ^{c,BC}	0.90±0.14 ^{c,C}
	HH-SA	0.13±0.03 ^{ab,A}	0.23±0.03 ^{c,A}	0.63±0.06 ^{b,B}	0.71±0.18 ^{c,B}	0.63±0.09 ^{b,B}
	HH-KB	0.15±0.04 ^{b,A}	0.12±0.03 ^{a,A}	0.32±0.15 ^{a,B}	0.63±0.12 ^{bc,C}	0.57±0.09 ^{b,C}
	HH-R	0.13±0.03 ^{ab,A}	0.20±0.04 ^{bc,AB}	0.29±0.09 ^{a,BC}	0.32±0.02 ^{a,C}	0.38±0.13 ^{a,C}
	HH-I	0.08±0.01 ^{a,A}	0.12±0.03 ^{a,A}	0.34±0.05 ^{a,B}	0.30±0.10 ^{a,B}	0.38±0.10 ^{a,B}
	HH-Ş	0.26±0.03 ^{c,A}	0.16±0.01 ^{ab,A}	0.42±0.12 ^{a,B}	0.50±0.14 ^{ab,B}	0.67±0.11 ^{b,C}
Katılık (N/mm)	HH-C	0.27±0.11 ^{b,A}	0.18±0.02 ^{a,A}	0.46±0.08 ^{d,B}	0.46±0.05 ^{b,B}	0.49±0.10 ^{d,B}
	HH-SA	0.28±0.06 ^{b,A}	0.26±0.02 ^{b,A}	0.43±0.13 ^{cd,B}	0.47±0.06 ^{b,B}	0.50±0.03 ^{d,B}
	HH-KB	0.38±0.03 ^{c,BC}	0.17±0.04 ^{a,A}	0.34±0.07 ^{bc,B}	0.32±0.01 ^{a,B}	0.44±0.10 ^{cd,C}
	HH-R	0.17±0.01 ^{a,A}	0.22±0.05 ^{ab,ABC}	0.19±0.06 ^{a,AB}	0.27±0.02 ^{a,C}	0.24±0.06 ^{a,BC}
	HH-I	0.20±0.04 ^{ab,A}	0.32±0.06 ^{c,B}	0.27±0.03 ^{ab,AB}	0.33±0.13 ^{a,B}	0.30±0.05 ^{ab,AB}
	HH-Ş	0.26±0.06 ^{ab,A}	0.34±0.01 ^{c,B}	0.31±0.05 ^{b,AB}	0.33±0.01 ^{a,B}	0.35±0.01 ^{b,B}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

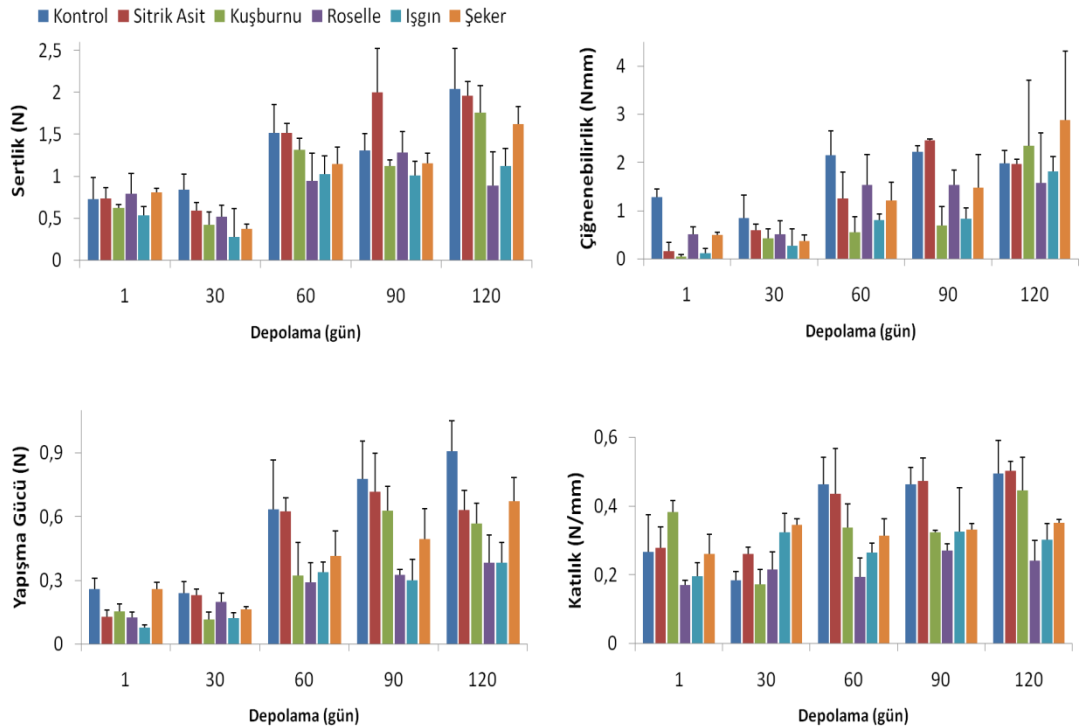
Kuru kayısılardaki sertlik değerlerinin nem içeriği ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Elmaci vd., 2008). HH-Ş ve HH-I örneklerinin nem miktarları ile sertlik değerleri arasında bir ilişki kurulabilirken bütün örnekler açısından anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır ($r = -0.426$)

HH-C örneğinin çiğnenebilirlik değeri 1.28 Nmm bulunurken diğer uygulamaların daha düşük olduğu görülmüştür. Birinci ayın sonunda kontrol örneğindeki üstünlük devam ederken diğer aylarda tüm örneklerde artış olduğu belirlenmiştir.

HH-C ile HH-Ş örneklerinin ilk gün yapışma kuvveti eşit değerlerde (0.26 N) bulunmuştur. Diğer uygulamalar ise bu örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Depolama boyunca yapışma kuvvetinde artış görülürken uygulamalar arasında çok büyük farklılıklar görülmemiştir.

Katılık değerleri açısından en yüksek değeri 0.38 N/mm ile HH-KB örneği, en düşük değeri ise 0.17 N/mm ile HH-R örneği göstermiştir. Tüm HH örneklerinde depolama boyunca artış belirlenmiştir.

Depolamanın 1. ayında HH-C, HH-R ve HH-I örneklerinin sertlik değerlerinde bir miktar azalma olsa da, bu durum önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Bu farklılığın, örneklerin homojen bir dağılım göstermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. HH-SA örneği 30. ve 90. günlerde diğer örneklerden yüksek çıkarken depolamanın sonunda HH-C, HH-KB ve HH-Ş örnekleri ile benzer sonuçlar göstermektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Hacıhaliloğlu kayısılarında depolama boyunca oluşan tekstürel değişimler

KA çeşidinin ilk gün sertlik değerleri incelendiğinde KA-I örneği en yüksek değeri alırken bunu ile KA-KB örneği izlemiştir. En düşük sertlik değeri ise KA-SA örneğinde görülmüştür (Çizelge 4.15). KA çeşidinin sertlik değerlerinde HH çeşidi gibi depolama boyunca artış görülmektedir.

Çizelge 4.15. Kabaaşı çeşidi kayısıların tekstürel analiz sonuçları

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Sertlik (N)	KA-C	0.78±0.07 ^{bc,A}	1.10±0.16 ^{bc,B}	1.66±0.21 ^{b,C}	1.80±0.17 ^{c,CD}	1.96±0.25 ^{b,D}
	KA-SA	0.55±0.08 ^{a,A}	0.60±0.19 ^{a,A}	1.04±0.22 ^{a,B}	1.12±0.17 ^{a,BC}	1.36±0.24 ^{a,C}
	KA-KB	0.96±0.13 ^{cd,A}	1.33±0.14 ^{c,B}	1.31±0.12 ^{a,B}	1.30±0.27 ^{ab,B}	1.43±0.10 ^{a,B}
	KA-R	0.61±0.16 ^{ab,A}	0.98±0.24 ^{b,AB}	1.40±0.55 ^{b,BC}	1.72±0.36 ^{bc,C}	1.57±0.32 ^{a,C}
	KA-I	1.15±0.16 ^{d,AB}	1.03±0.08 ^{b,A}	1.18±0.17 ^{ab,AB}	1.41±0.32 ^{abc,B}	1.30±0.19 ^{a,AB}
	KA-Ş	0.80±0.12 ^{bc,A}	0.87±0.06 ^{b,A}	1.20±0.32 ^{a,B}	1.23±0.14 ^{bc,B}	1.34±0.10 ^{a,B}
Çiğenebilirlik (Nmm)	KA-C	0.51±0.26 ^{b,A}	1.40±0.21 ^{d,B}	1.41±0.82 ^{b,B}	1.49±0.67 ^{a,B}	2.29±0.36 ^{a,C}
	KA-SA	0.13±0.05 ^{a,A}	0.71±0.32 ^{bc,B}	0.91±0.25 ^{ab,B}	1.41±0.35 ^{a,C}	2.74±0.38 ^{a,D}
	KA-KB	0.33±0.10 ^{ab,A}	1.11±0.56 ^{cd,B}	1.33±0.39 ^{ab,BC}	1.97±0.67 ^{a,CD}	2.65±0.59 ^{a,D}
	KA-R	0.35±0.28 ^{ab,A}	0.92±0.34 ^{cd,A}	0.57±0.42 ^{a,A}	1.31±0.37 ^{a,A}	2.43±0.76 ^{a,B}
	KA-I	0.26±0.20 ^{ab,A}	0.15±0.07 ^{a,A}	0.86±0.58 ^{ab,A}	1.82±0.59 ^{a,B}	2.55±0.70 ^{a,B}
	KA-Ş	0.25±0.10 ^{ab,A}	0.39±0.13 ^{ab,A}	1.51±0.37 ^{b,A}	2.34±1.21 ^{a,A}	6.58±2.19 ^{b,B}
Yapışma kuvveti (N)	KA-C	0.14±0.04 ^{bc,A}	0.25±0.06 ^{ab,B}	0.34±0.03 ^{a,C}	0.39±0.05 ^{a,C}	0.46±0.05 ^{ab,D}
	KA-SA	0.11±0.02 ^{b,A}	0.15±0.03 ^{a,A}	0.31±0.07 ^{a,B}	0.38±0.11 ^{a,BC}	0.53±0.18 ^{ab,C}
	KA-KB	0.21±0.04 ^{e,A}	0.33±0.08 ^{c,B}	0.48±0.10 ^{bc,C}	0.53±0.04 ^{b,CD}	0.63±0.07 ^{bc,D}
	KA-R	0.06±0.04 ^{a,A}	0.15±0.10 ^{a,A}	0.36±0.06 ^{ab,B}	0.41±0.14 ^{ab,B}	0.51±0.14 ^{ab,B}
	KA-I	0.20±0.01 ^{de,A}	0.17±0.03 ^{a,A}	0.30±0.03 ^{a,B}	0.33±0.06 ^{a,B}	0.35±0.02 ^{a,B}
	KA-Ş	0.16±0.02 ^{cd,A}	0.26±0.14 ^{ab,A}	0.51±0.17 ^{c,B}	0.71±0.05 ^{c,C}	0.81±0.18 ^{c,C}
Katlılık (N/mm)	KA-C	0.15±0.06 ^{a,A}	0.25±0.01 ^{a,A}	0.46±0.15 ^{b,B}	0.59±0.12 ^{c,BC}	0.72±0.11 ^{b,C}
	KA-SA	0.22±0.04 ^{ab,A}	0.23±0.02 ^{a,A}	0.28±0.06 ^{a,A}	0.32±0.06 ^{a,AB}	0.41±0.11 ^{a,B}
	KA-KB	0.31±0.04 ^{c,A}	0.33±0.04 ^{abc,A}	0.35±0.06 ^{ab,A}	0.40±0.03 ^{ab,A}	0.45±0.19 ^{a,A}
	KA-R	0.18±0.05 ^{ab,A}	0.27±0.05 ^{ab,B}	0.29±0.07 ^{a,BC}	0.35±0.03 ^{ab,CD}	0.42±0.02 ^{a,D}
	KA-I	0.41±0.04 ^{d,A}	0.39±0.04 ^{c,A}	0.41±0.11 ^{ab,A}	0.43±0.08 ^{ab,A}	0.53±0.25 ^{ab,A}
	KA-Ş	0.25±0.07 ^{bc,A}	0.37±0.13 ^{bc,ABC}	0.35±0.07 ^{ab,AB}	0.47±0.09 ^{b,BC}	0.52±0.10 ^{ab,C}

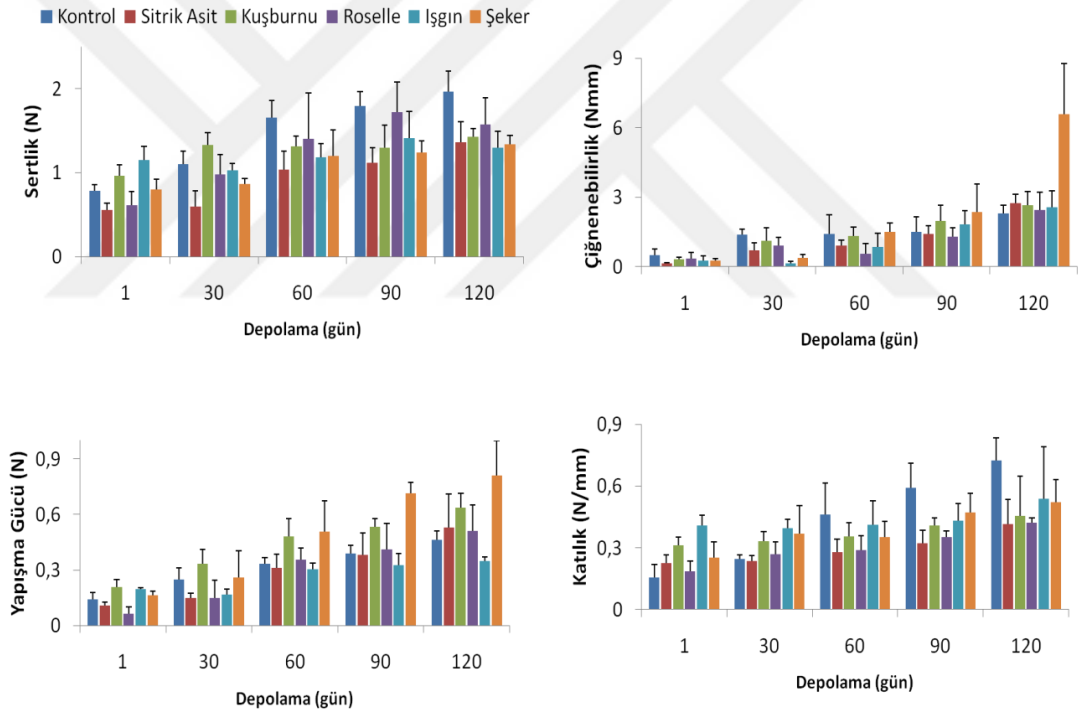
Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Sitrik asit uygulaması ile KA-SA örneği ilk 3 ayda diğer örneklerden daha düşük bulunurken depolama sonunda örnekler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Buna rağmen KA-SA kontrol örneğinden daha yumuşak bir tekstüre sahip olduğu görülmüştür. Röble vd. (2011) tarafından %50'lik bal

çözeltileri ile Vİ uygulanan elma dilimlerindeki sertlik değerleri taze elmalara göre daha düşük bulunmuş olup Vİ işleminin tekstürü etkilediği bildirilmiştir.

İlk gün çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde KA-SA örneği en düşük değeri alırken KA-C örneğinin depolamanın ilk 3 ayında diğer örneklerden yüksek bulunmuştur. Yapışma kuvveti KA-R örneğinde 0.06 N ile en düşük değer olarak bulunmuş olup en yüksek değer 0.21 N ile KA-KB örneğinde görülmüştür.

Depolama süresince KA-Ş örneğindeki çiğnenebilirlik değeri yüzeyin şekerli olması nedeniyle diğer uygulamalardan yüksek değerler aldığı düşünülmektedir. Vİ uygulaması sonrasında en yüksek katılık değerini KA-KB örneği alırken en düşük değeri kontrol örneği almıştır. Bununla birlikte depolamanın 2. ayından sonra KA-C örneği diğer uygulamalardan yüksek bulunmuştur (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Kabaaşı kayısılarında depolama boyunca oluşan tekstürel değişimler

55 °Briks ve 65 °Brikslik şeker çözeltilerinde Vİ uygulanan papaya meyvesinin atmosferik basınçtaki osmotik dehidrasyona göre daha sert ve sıkı bir yapı kazandığı bildirilmiştir (Moreno vd., 2004). Ayrıca şeker çözeltisi ile birlikte kullanılan lesitin stabilizör ajan olmasının yanında meyve hücrelerinde bulunan fosfolipitlerin kaybını minimize ederek meyve dokusunu koruduğu bildirilmiştir

(Jacob ve Paliyath, 2012; Misran, 2013). Bu çalışmada ise şekerler çözeltisi içerisinde bulunan lesitin HH-Ş ve KA-Ş örneklerindeki sertlik ve katılık değerlerini arttırdığı düşünülmektedir.

İnfüzyon çözeltisinin osmotik basıncı meyvelerin tekstürel özelliklerini doğrudan etkilediği bilinmektedir. İzotonik ortamların ise Vİ işleminde meydana gelen fiziksel bozulmaları ve deformasyon reaksiyonlarını azalttığı bildirilmiştir (Zhao ve Xie, 2004). Örneğin Xie ve Zhao (2003) tarafından fruktoz konsantrasyonu %50'den %20'ye düşürülerek yapılan Vİ prosesinin elmalarındaki sertlik kaybını önlediği vurgulanmıştır. Çözelti konsantrasyonu arttıkça hücrelerdeki turgor basıncı düşerek hücre duvarının yıkılması sonucunda sertliğin azaldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ise vakum infüze kayisaların kurutma sırasında sertleştiği düşünülmektedir.

Kurutma uygulanan meyveler için aynı durum söz konusu değildir. 48 hafta depolanan gün kurusu kayisaların ilk 18 haftadaki sertlik değerleri nem kaybına bağlı olarak artarken diğer haftalarda ise muhtemelen hücre duvarındaki pektin kaybından dolayı azaldığı bildirilmiştir (Elmaci vd., 2008). Benzer şekilde vakum infüze kayisaların tekstürel özellikleri depolama boyunca bir miktar artış göstermiştir.

Çizelge 4.16. Tekstürel değerlendirmenin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sertlik		Çiğnenebilirlik		Yapışma Gücü		Katılık	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	8.80	0.003	12.36	0.001	6.47	0.012	26.63	0.000
Depolama (D)	101.73	0.000	119.43	0.000	177.58	0.000	47.70	0.000
Uygulama (U)	10.79	0.000	11.01	0.000	28.63	0.000	13.57	0.000
Ç×D	2.89	0.024	9.65	0.000	2.73	0.031	4.17	0.003
D×U	3.62	0.000	6.10	0.000	2.79	0.000	4.51	0.000
Ç×U	22.10	0.000	6.81	0.000	22.38	0.000	10.33	0.000
Ç×D×U	2.61	0.000	3.34	0.000	3.70	0.000	1.72	0.033

Sitrik asit uygulaması sonrasında KA-SA örneği HH-SA örneğine göre daha yumuşak bir yapı göstermiştir. KA-KB örneğinin sertlik değerleri ise HH-KB örneğinden daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, birbirilerine yakın nem içeriklerine sahip olan örneklerin tekstürel özellikleri açısından da benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte Çizelge 4.16

incelendiğinde bütün varyasyon kaynaklarının tekstürel özellikler üzerine etkisinin önemli olduğu görülmüştür.

4.3.6. Duyusal analiz sonuçları

Yeni ürün geliştirmede oldukça önemli bir kriter olan duyusal değerlendirme, proses sonrasında meyvelerin lezzetinde meydana gelen kayıpları ve depolama stabilitesini gösteren bir parametredir. Depolama boyunca kayıpların görünüş, tekstür, tat-koku ve tüm izlenim sonuçları değerlendirilmiştir. HH çeşidine ait duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. İlk gün görünüş değerleri açısından en iyi puanı HH-Ş örneği alırken bunu HH-SA örneği takip etmiştir. Şeker ve sitrik asit infüzyonunun yüzey rengini iyileştirmesi sayesinde yüksek değerler aldığı düşünülmektedir.

HH-KB, HH-R ve HH-I örnekleri HH-C örneğinden daha düşük sonuçlar almış olmalarına rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Depolama boyunca HH-C, HH-R, HH-I ve HH-Ş örneklerinin görünüş değerlerindeki değişimleri önemli bulunmazken ($P>0.05$) HH-KB örneğinde bir miktar artış görülmüştür. HH-Ş örneğinin depolama sonundaki görünüş puanları 7.88 olarak değerlendirilmiş olup HH-SA örneği (4.88) kabul edilebilir limitin altına düşmüştür. Tekstür değerlerinin ilk gün sonuçları incelendiğinde HH-SA dışındaki bütün örnekler 7.00 puanın üzerindedir. Depolama boyunca değişkenlik gösteren tekstür değerleri depolama sonunda HH-Ş örneği için “iyi” olarak kabul edilirken, HH-SA örneği beğenilmemiştir.

Kayıpların lezzetini belirleyen tat-koku sonuçları incelendiğinde HH-C örneği en yüksek puanı alırken HH-SA örneği “orta” seviyede kalmıştır. HH-Ş uygulaması diğer uygulamalardan daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Depolama boyunca düzenli bir artış veya azalış göstermeyen HH çeşidi kayıpların tat-koku değerleri incelendiğinde HH-R örneğinin 90. günü ve HH-SA örneğinin 120. günü dışındaki diğer örnekler kabul edilebilir limitin üzerinde bulunmuştur.

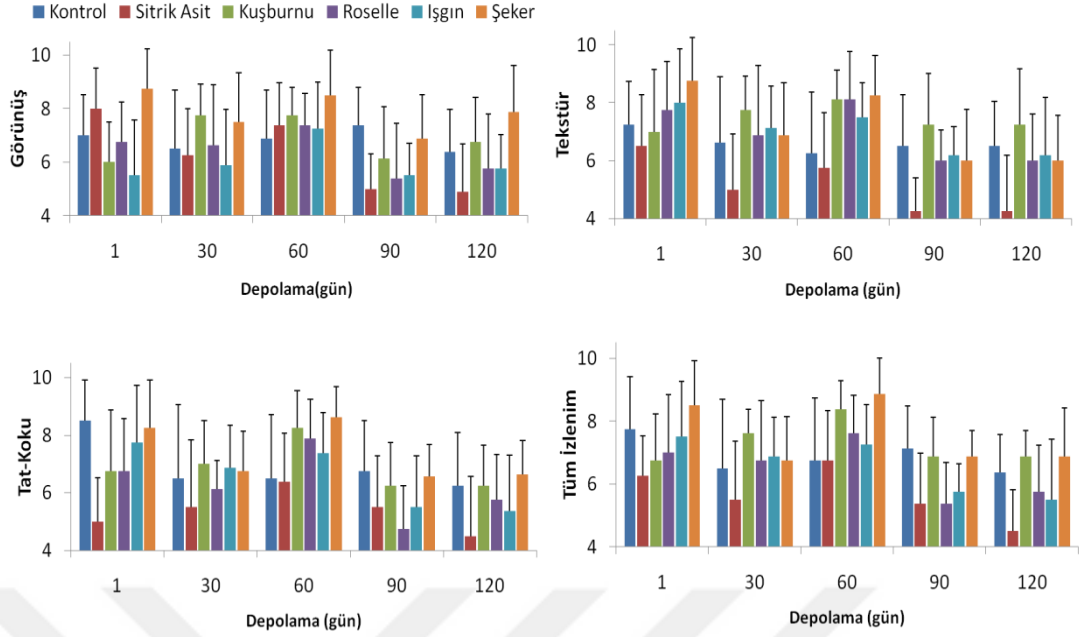
Çizelge 4.17. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların duyusal analiz sonuçları

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Görünüş	HH-C	7.00±1.51 ^{ab,A}	6.50±2.20 ^{a,A}	6.88±1.80 ^{a,A}	7.38±1.40 ^{c,A}	6.38±1.59 ^{ab,A}
	HH-SA	8.00±1.51 ^{bc,C}	6.25±1.75 ^{a,AB}	7.38±1.59 ^{a,BC}	5.00±1.30 ^{a,A}	4.88±1.80 ^{a,A}
	HH-KB	6.00±1.51 ^{a,A}	7.75±1.16 ^{a,B}	7.75±1.03 ^{a,B}	6.12±1.95 ^{abc,AB}	6.75±1.66 ^{ab,AB}
	HH-R	6.75±1.48 ^{ab,A}	6.62±2.26 ^{a,A}	7.38±1.18 ^{a,A}	5.38±2.06 ^{ab,A}	5.75±2.05 ^{a,A}
	HH-I	5.50±2.07 ^{a,A}	5.88±2.10 ^{a,A}	7.25±1.75 ^{a,A}	5.50±1.19 ^{ab,A}	5.75±1.28 ^{a,A}
	HH-Ş	8.75±1.48 ^{c,A}	7.50±1.85 ^{a,A}	8.50±1.69 ^{a,A}	6.88±1.64 ^{bc,A}	7.88±1.72 ^{b,A}
Tekstür	HH-C	7.25±1.48 ^{ab,A}	6.62±2.26 ^{ab,A}	6.25±2.12 ^{ab,A}	6.50±1.77 ^{b,A}	5.88±1.55 ^{b,A}
	HH-SA	6.50±1.77 ^{a,B}	5.00±1.92 ^{a,AB}	5.75±1.90 ^{a,AB}	4.25±1.16 ^{a,A}	4.00±1.92 ^{a,A}
	HH-KB	7.00±2.13 ^{ab,A}	7.75±1.16 ^{b,A}	8.12±0.99 ^{c,A}	7.25±1.75 ^{b,A}	6.62±1.92 ^{b,A}
	HH-R	7.75±1.66 ^{ab,AB}	6.88±2.41 ^{ab,AB}	8.12±1.64 ^{c,B}	6.00±1.06 ^{b,A}	6.50±1.60 ^{b,A}
	HH-I	8.00±1.85 ^{ab,B}	7.12±1.45 ^{b,AB}	7.50±1.19 ^{bc,AB}	6.19±0.99 ^{b,A}	6.50±2.00 ^{b,AB}
	HH-Ş	8.75±1.48 ^{b,C}	6.88±1.80 ^{ab,AB}	8.25±1.38 ^{c,BC}	6.00±1.77 ^{b,A}	7.12±1.55 ^{b,ABC}
Tat-Koku	HH-C	8.50±1.41 ^{b,B}	6.50±2.56 ^{a,AB}	6.50±2.20 ^{a,AB}	6.75±1.75 ^{b,AB}	6.25±1.83 ^{ab,A}
	HH-SA	5.00±1.51 ^{a,A}	5.50±2.33 ^{a,A}	6.38±1.68 ^{a,A}	5.50±1.77 ^{ab,A}	4.50±2.07 ^{a,A}
	HH-KB	6.75±2.12 ^{ab,AB}	7.00±1.51 ^{a,AB}	8.25±1.28 ^{b,B}	6.25±1.48 ^{ab,A}	6.25±1.38 ^{ab,A}
	HH-R	6.75±1.83 ^{ab,BC}	6.12±0.99 ^{a,AB}	7.88±1.35 ^{ab,C}	4.75±1.48 ^{a,A}	5.75±1.58 ^{ab,AB}
	HH-I	7.75±1.98 ^{b,B}	6.88±1.45 ^{a,AB}	7.38±1.40 ^{ab,B}	5.50±1.77 ^{ab,A}	5.38±1.92 ^{ab,A}
	HH-Ş	8.25±1.66 ^{b,B}	6.75±1.38 ^{a,A}	8.62±1.06 ^{b,B}	6.56±1.11 ^{b,A}	6.62±1.18 ^{b,A}
Tüm İzlenim	HH-C	7.75±1.66 ^{ab,A}	6.50±2.20 ^{ab,A}	6.75±1.98 ^{a,A}	7.12±1.35 ^{c,A}	6.38±1.18 ^{b,A}
	HH-SA	6.25±1.28 ^{a,B}	5.50±1.85 ^{a,AB}	6.75±1.58 ^{a,B}	5.38±1.59 ^{a,AB}	4.50±1.30 ^{a,A}
	HH-KB	6.75±1.48 ^{ab,A}	7.62±0.74 ^{b,AB}	8.38±0.91 ^{bc,B}	6.88±1.24 ^{bc,A}	6.88±0.83 ^{b,A}
	HH-R	7.00±1.85 ^{ab,AB}	6.75±1.90 ^{ab,AB}	7.62±1.18 ^{abc,B}	5.38±1.30 ^{a,A}	5.75±1.48 ^{ab,A}
	HH-I	7.50±1.77 ^{ab,C}	6.88±1.24 ^{ab,ABC}	7.25±1.28 ^{ab,BC}	5.75±0.88 ^{ab,AB}	5.50±1.92 ^{ab,A}
	HH-Ş	8.50±1.41 ^{b,B}	6.75±1.38 ^{ab,A}	8.88±1.12 ^{c,B}	6.88±0.83 ^{bc,A}	6.88±1.55 ^{b,A}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-c) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-C) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Tüm izlenim değerleri açısından HH-SA örneği en düşük puanları alırken, HH-R örneğinin 90. gün değerleri dışındaki diğer uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

HH çeşidi için şeker infüzyonu dışındaki diğer Vİ uygulamaları kontrol örneği ile benzer sonuçlar aldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Hacihaliloğlu çeşidi kayısıların duyu değerlendirmeleri

KA çeşidinin 1. gün görünüş değerleri karşılaştırıldığında en yüksek puanı KA-SA örneği alırken KA-R örneği son sırada yer almıştır (Çizelge 4.18).

KA-SA örneği dışındaki diğer örnekler arasında istatistiksel bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Depolama boyunca KA-SA ve KA-Ş örnekleri diğerlerine göre daha yüksek puanlar almasına karşın KA-R örneği kabul edilebilir limitin altında değerler almıştır. Depolama sonunda KA-R ile birlikte KA-I örneği de “kötü” olarak değerlendirilmiştir.

Tekstürel özellikler açısından 1. gün değerleri incelendiğinde en iyi puanı KA-SA örneği alırken KA-R örneği en son sırada yer almıştır. Depolama süresince bütün uygulamaların tekstür sonuçlarında azalma görülmesine rağmen yalnızca KA-C örneğindeki değişimler önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.18. Kabaaşı çeşidi kayısıların duyu analizi sonuçları

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Görünüş	KA-C	4.75±1.03 ^{a,A}	6.38±2.20 ^{bc,B}	5.62±1.40 ^{ab,AB}	4.38±1.18 ^{a,A}	5.62±1.06 ^{ab,AB}
	KA-SA	8.75±1.03 ^{b,B}	7.88±1.12 ^{c,AB}	7.75±1.83 ^{c,AB}	8.62±1.30 ^{c,B}	6.88±2.03 ^{bc,A}
	KA-KB	5.25±2.12 ^{a,A}	5.00±1.06 ^{ab,A}	5.12±1.95 ^{a,A}	5.00±2.26 ^{ab,A}	5.57±0.78 ^{ab,A}
	KA-R	4.00±1.51 ^{a,A}	4.25±1.83 ^{a,A}	4.50±1.30 ^{a,A}	3.38±2.26 ^{a,A}	4.29±2.21 ^{a,A}
	KA-I	5.75±2.49 ^{a,A}	4.00±2.39 ^{ab,A}	5.62±1.50 ^{ab,A}	5.50±1.30 ^{ab,A}	4.12±1.35 ^{a,A}
	KA-Ş	5.25±1.03 ^{a,A}	6.62±1.68 ^{bc,AB}	7.12±1.95 ^{bc,B}	6.38±0.91 ^{b,AB}	7.50±0.92 ^{c,B}
Tekstür	KA-C	7.25±1.48 ^{ab,BC}	5.75±1.66 ^{a,AB}	7.62±0.91 ^{a,C}	4.62±1.59 ^{a,A}	6.62±1.40 ^{a,BC}
	KA-SA	9.00±1.85 ^{b,A}	8.25±1.28 ^{b,A}	7.25±2.60 ^{a,A}	7.00±2.67 ^{b,A}	6.75±1.75 ^{a,A}
	KA-KB	6.75±1.48 ^{a,A}	6.62±1.76 ^{ab,A}	6.88±1.72 ^{a,A}	6.00±1.77 ^{ab,A}	5.86±2.26 ^{a,A}
	KA-R	5.50±2.07 ^{a,A}	4.71±1.60 ^{a,A}	6.62±1.84 ^{a,A}	4.75±1.83 ^{a,A}	5.50±1.51 ^{a,A}
	KA-I	7.00±2.82 ^{ab,A}	6.25±2.37 ^{a,A}	7.62±1.06 ^{a,A}	6.12±2.03 ^{ab,A}	5.88±2.80 ^{a,A}
	KA-Ş	6.25±1.66 ^{a,A}	6.62±1.50 ^{ab,A}	7.25±1.90 ^{a,A}	5.75±1.83 ^{ab,A}	6.88±1.24 ^{a,A}
Tat-Koku	KA-C	7.50±2.07 ^{a,B}	6.38±1.59 ^{ab,AB}	8.00±1.60 ^{b,B}	5.00±1.63 ^{ab,A}	6.71±1.38 ^{a,AB}
	KA-SA	7.75±1.98 ^{a,A}	7.38±2.13 ^{b,A}	7.50±1.41 ^{ab,A}	6.62±2.13 ^{bc,A}	6.12±2.94 ^{a,A}
	KA-KB	7.50±2.07 ^{a,A}	5.88±1.64 ^{ab,A}	6.38±1.84 ^{ab,A}	5.62±1.92 ^{abc,A}	5.88±1.35 ^{a,A}
	KA-R	6.50±2.07 ^{a,A}	4.71±2.28 ^{a,A}	5.88±2.03 ^{a,A}	4.43±1.61 ^{a,A}	5.12±1.24 ^{a,A}
	KA-I	7.50±2.77 ^{a,C}	5.12±2.58 ^{ab,AB}	7.12±1.24 ^{ab,B}	4.75±1.66 ^{ab,A}	4.75±2.12 ^{a,A}
	KA-Ş	6.75±2.12 ^{a,A}	6.38±1.92 ^{ab,A}	6.62±1.84 ^{ab,A}	7.12±1.80 ^{c,A}	6.88±2.03 ^{a,A}
Tüm izlenim	KA-C	5.50±1.41 ^{a,AB}	6.25±1.90 ^{abc,BC}	7.25±0.46 ^{bc,C}	4.62±1.18 ^{a,A}	6.38±1.59 ^{ab,BC}
	KA-SA	8.75±1.03 ^{b,B}	7.62±2.06 ^{c,AB}	8.12±0.64 ^{c,AB}	7.62±1.59 ^{c,AB}	6.38±2.87 ^{ab,A}
	KA-KB	6.50±1.77 ^{a,A}	6.00±1.51 ^{abc,A}	6.25±1.75 ^{ab,A}	5.38±1.50 ^{ab,A}	5.62±1.59 ^{ab,A}
	KA-R	5.50±2.07 ^{a,A}	4.75±2.12 ^{a,A}	5.50±1.19 ^{a,A}	4.00±1.30 ^{a,A}	4.62±1.50 ^{a,A}
	KA-I	7.25±2.60 ^{ab,B}	5.00±2.26 ^{ab,A}	6.75±0.88 ^{b,AB}	5.25±1.28 ^{ab,AB}	4.75±1.98 ^{a,A}
	KA-Ş	6.25±1.98 ^{a,A}	7.00±1.85 ^{bc,A}	7.12±1.35 ^{bc,A}	6.50±1.51 ^{bc,A}	7.00±1.85 ^{b,A}

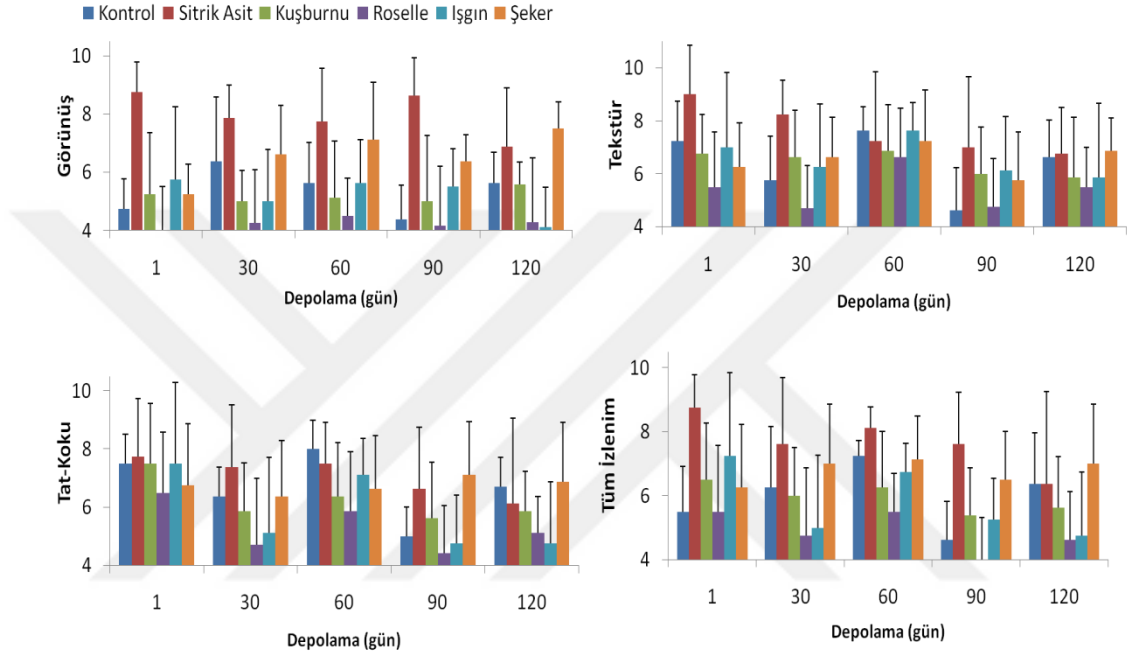
Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-c) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-C) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Tat-koku değerleri açısından KA-R ve KA-Ş örnekleri depolama başlangıcında 6-7 arasında değerler alırken diğer örnekler daha 7 değerinin üstünde değerlendirilmiştir. Depolama boyunca KA-C ve KA-I örneklerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Tüm izlenim değerlerinin 1. gün sonuçlarına göre KA-SA örneği en yüksek puana sahip olup bunu KA-I örneği takip etmiştir. Ancak depolama sonunda her iki örnekte önemli kayıplar meydana gelmiştir. Tüm örnekler içerisinde en çok beğenilen KA-SA örneği ilk 3 ayda diğer örneklerden daha yüksek olmasına rağmen ($P<0.05$) depolamanın sonunda KA-C örneği ile aynı puanı almıştır. KA-Ş örneğinin

ise depolama boyunca tüm izlenim değerleri artmış olsa da bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Bütün örneklerin duysal özellikleri depolama boyunca değişkenlik gösterirken KA-SA ve KA-Ş örneklerinin daha kararlı olduğu görülmüştür (Şekil 4.13). Elmaci vd. (2008), 5 °C’de 48 hafta depolanan gün kurusu kayısıların 30. haftadan sonra kabul edilebilir seviyenin altına düştüğünü bildirmiştir.



Şekil 4.13. Kabaaşı çeşidi kayısıların duysal değerlendirmeleri

Varyasyon kaynaklarının duysal değerlendirmeye etkileri Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Buna göre çeşidin etkisi yalnızca görünüş ve tüm izlenim değerleri üzerinde görülürken Vİ uygulaması ve depolama ise bütün duysal özellikleri etkilemiştir.

Konsantrasyonunun artırılması ile viskozite değerleri yükselen infüzyon çözeltilerinin meyve içerisine nüfuz etmesi oldukça zorlaştığı bildirilmektedir (Guillemine vd., 2008). Örneğin Vİ prosesi ile kuş üzümünün tat ve renk özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanan bir çalışmada, çözeltideki şeker miktarının artırılması yerine bal çözeltilerine daldırılarak duysal özelliklerin daha iyi geliştirildiği bildirilmiştir (Chinprahast vd., 2013). Bu çalışmada ise, kayısılardaki tatlılık derecesinin duysal özellikleri etkilediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.19. Duyusal değerlendirmenin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Görünüş		Tekstür		Tat-Koku		Tüm İzlenim	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	23.77	0.000	0.49	0.481	1.72	0.190	7.08	0.008
Depolama (D)	5.90	0.001	10.80	0.000	13.10	0.000	14.62	0.000
Uygulama (U)	12.40	0.000	2.62	0.024	4.04	0.001	6.76	0.000
Ç×D	2.19	0.088	0.28	0.836	0.67	0.569	0.94	0.418
D×U	0.89	0.571	0.56	0.899	0.67	0.807	0.79	0.689
Ç×U	11.63	0.000	9.88	0.000	4.08	0.001	10.44	0.000
Ç×D×U	1.11	0.341	0.82	0.651	1.01	0.436	0.92	0.538

Perez-Cabrera vd. (2011) tarafından farklı esmerleşme önleyici bileşenler kullanılarak armutlara uygulanan Vİ sonrasında sitrat ve askorbat uygulamalarının izotonik şeker çözeltisine göre daha az yoğunluğa sahip bir lezzet profili oluşturduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde sitrik asit, kuşburnu, roselle ve ılgın çözeltileri ile yapılan Vİ uygulaması sonrasında katı madde kaybına uğrayan kayısılar kısmen daha az şekerli bir tada sahip olmuştur.

4.3.7. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Meyvelerde bulunan nem, pH ve besin içerikleri gibi faktörler mikroorganizma gelişiminde etkili olmaktadır. Ayrıca meyvelerin kesilmesi ile dokularda oluşan deformasyonun yanında kurutma sırasında çevreden kaynaklanan kontaminasyonlar nedeniyle işlenmiş ürünlerde mikrobiyal bozulmalar meydana gelmektedir (Lin vd., 2006). Bununla birlikte kayısı gibi yüksek şekerli meyvelerdeki bozulmaların genellikle osmofilik maya gelişiminden kaynaklandığı bildirilmiştir (Moreno vd., 2012).

HH çeşidi vakum infüze kayısıların depolama boyunca toplam bakteri, toplam maya-küf ve osmofilik maya sayımları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

İlk gün toplam bakteri sonuçlarına göre HH-C, HH-KB, HH-I ve HH-Ş örneklerinde mikrobiyal gelişim belirlenirken, HH-SA dışındaki bütün örneklerde maya-küf varlığı görülmüştür. Ayrıca HH-KB ve HH-R örneklerinde ise yüksek miktarda osmofilik maya gelişimi tespit edilmiştir.

Çizelge 4.20. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların mikrobiyal analiz sonuçları (log kob/g)

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Toplam Bakteri	HH-C	4.24±0.41 ^{b,B}	5.07±0.00 ^{b,C}	4.62±0.05 ^{d,BC}	4.63±0.12 ^{c,BC}	3.57±0.03 ^{b,A}
	HH-SA	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	HH-KB	4.17±0.00 ^{b,C}	t.e.	3.92±0.15 ^{c,BC}	3.18±0.15 ^{b,A}	3.73±0.00 ^{b,B}
	HH-R	t.e.	t.e.	3.36±0.39 ^{b,B}	2.25±0.06 ^{a,A}	2.55±0.67 ^{a,AB}
	HH-I	4.77±0.08 ^{c,C}	t.e.	3.08±0.00 ^{b,B}	3.34±0.15 ^{b,B}	1.84±0.33 ^{a,A}
	HH-Ş	3.50±0.17 ^{a,B}	2.71±0.02 ^{a,A}	2.20±0.00 ^{a,A}	2.20±0.15 ^{a,A}	2.20±0.42 ^{a,A}
Toplam Maya-Küf	HH-C	4.23±0.07 ^{b,A}	4.37±0.05 ^{c,B}	t.e.	t.e.	t.e.
	HH-SA	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	HH-KB	4.08±0.06 ^{b,C}	3.36±0.39 ^{b,AB}	3.71±0.09 ^{c,BC}	3.07±0.05 ^{d,A}	3.81±0.02 ^{c,BC}
	HH-R	3.84±0.33 ^{b,C}	t.e.	t.e.	2.08±0.00 ^{b,A}	2.76±0.00 ^{b,B}
	HH-I	4.81±0.02 ^{c,C}	t.e.	2.99±0.55 ^{b,B}	2.34±0.05 ^{c,A}	t.e.
	HH-Ş	2.75±0.21 ^{a,B}	2.05±0.21 ^{a,A}	2.25±0.07 ^{a,A}	1.90±0.00 ^{a,A}	2.19±0.15 ^{a,A}
Osmofilik Maya	HH-C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	4.65±0.11 ^c
	HH-SA	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	HH-KB	4.09±0.06 ^{a,BC}	2.99±0.55 ^{a,A}	3.61±0.15 ^{b,ABC}	3.47±0.05 ^{b,AB}	4.20±0.06 ^{c,C}
	HH-R	3.84±0.33 ^{a,C}	3.36±0.40 ^{a,BC}	3.19±0.15 ^{a,BC}	2.48±0.04 ^{a,A}	2.87±0.08 ^{b,AB}
	HH-I	t.e.	t.e.	t.e.	2.54±0.14 ^{a,B}	1.90±0.42 ^{a,A}
	HH-Ş	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-C) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. t.e. : tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

Depolama sonunda HH-C, HH-KB, HH-I ve HH-Ş örneklerinin toplam bakteri değerlerindeki azalma önemli bulunmuştur ($P<0.05$). HH-R örneğinin 60. gününde 3.36 log toplam bakteri varlığı belirlenirken 90. ve 120. günlerde bu değer 2.25 log'a düşmüştür. HH-SA örneğinde ise hiçbir mikrobiyal gelişme görülmemiştir. HH-KB ve HH-Ş örneklerinin toplam maya-küf sayımında depolama boyunca bir miktar azalma tespit edilmiştir.

Bakterilerin gelişebilmesi için minimum a_w değerinin 0.90, mayaların 0.85 ve küflerin ise 0.70 olduğu bildirilmiştir (Cemeroğlu ve Özkan, 2009) Vakum infüze kayısıların a_w değerleri ise 0.70-0.80 arasında değişmekte olup toplam bakteri gelişimi için uygun a_w değerlerine sahip olmadığı görülmüştür. HH çeşitlerinde tespit edilen toplam bakteri değerlerinin ise kayısıların kurutulması sırasında meydana gelen kontaminasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir.

HH-KB örneğinin osmofilik maya sayısı depolama süresince azalma göstermiş olmasına rağmen 4. ayın sonunda 1. gün değerinden daha yüksek

bulunmuştur. HH-R örneklerindeki osmofilik maya miktarı azalmış olup HH-I örneğinde yalnızca 90. gün ve 120. günde belirlenmiştir.

KA çeşidine ait sonuçlar Çizelge 4.21’de verilmiş olup buna göre toplam bakteri sayımı yalnızca KA-R örneğinde tespit edilmiştir. Başlangıçta KA-KB örneğinin oldukça yüksek miktarda (5.39 log) bulunan toplam maya-küf miktarı depolama boyunca azalma gösterirken KA-R örneğinde daha az miktarlarda tespit edilmiştir. Osmofilik maya ise sadece KA-KB örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Kabaası çeşidi kayısıların mikrobiyal analiz sonuçları (log kob/g)

	Uygulama	Depolama süresi (gün)				
		1	30	60	90	120
Toplam Bakteri	KA-C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-SA	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-KB	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-R	3.78±0.03 ^{a,B}	t.e.	t.e.	2.78±0.25 ^{a,A}	2.49±0.26 ^{a,A}
	KA-I	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-Ş	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Toplam Maya Küf	KA-C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	2.50±0.03 ^a
	KA-SA	2.94±0.08 ^a	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-KB	5.39±0.19 ^{d,D}	4.30±0.00 ^{b,C}	4.01±0.04 ^{b,B}	3.02±0.02 ^{b,A}	2.79±0.06 ^{b,A}
	KA-R	3.84±0.33 ^{c,C}	3.05±0.21 ^{a,AB}	2.99±0.12 ^{a,AB}	2.67±0.04 ^{a,A}	3.27±0.06 ^{c,B}
	KA-I	3.43±0.05 ^b	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-Ş	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Osmofilik Maya	KA-C	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-SA	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-KB	5.04±0.00 ^{a,D}	4.87±0.06 ^{a,C}	4.79±0.03 ^{a,C}	3.02±0.02 ^{a,A}	3.61±0.12 ^{a,B}
	KA-R	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-I	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
	KA-Ş	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. Aynı satırda farklı harflerle (A-D) gösterilen değerler her bir uygulamanın depolama sonrasında birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir. t.e. : tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

Sağırılı vd. (2008), su ve %1’lik hidrojen peroksitli çözelti ile rehidre ettiği orta nemli kayısıların toplam bakteri değerlerinin 2.03 log kob/g’dan 2.42 log kob/g’a yükseldiğini belirtmiştir. Witthuhn vd. (2005) ise %35.5 nem içeriğine sahip orta nemli kayısılarda depolamanın 1. ayında 2.91 log, 8. ay sonunda ise 3.15 log kob/g miktarında toplam maya-küf belirlemiştir. Bu çalışmada ise HH çeşidi için şeker uygulaması dışındaki diğer örnekler bu değerlerden daha yüksek bulunmuştur.

Güneşte kurutma işlemi mekanik kurutmaya göre oldukça yavaş ve çevresel kontaminasyonlara açık bir uygulama olarak bilinmektedir. Kayıslardaki mikrobiyal gelişimin kurutma sırasında meydana gelen kontaminasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Karabulut vd. (2007) tarafından 70 °C'deki hava akımında kurutulan HH çeşidi kayısların toplam bakteri ve maya-küf değerleri 2 log değerinden daha düşük bulunurken güneşte kurutma sonrasında bu değerlerin sırasıyla 5.14 log kob/g ve 2.11 log kob/g'a yükseldiği tespit edilmiştir.

Vakum infüze kayıslardaki mikrobiyal gelişim üzerine depolamanın etkisi bazı farklılıklar göstermiştir. Benzer bir durum farklı sıcaklıklarda 8 ay depolanan orta nemli kayıslarda da görülmüş olup toplam bakteri ve psikrofilik bakteri sayılarının depolama boyunca düzenli bir artış göstermediği belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumun SO₂ varlığı ve su aktivitesindeki değişimler nedeniyle oluştuğunu bildirmişlerdir (Sağırlı vd., 2008).

Vİ işleminden önce kayısların kesilmesi nedeniyle perikarp tabakası zedelenerek mikrobiyal gelişmeye daha uygun hale geldiği düşünülmektedir. Bununla birlikte hem çekirdek boşluğuna hem de hücreler arası boşluklara dolan infüzyon çözeltilerinin kayıslardan uzaklaştırılması için daha uzun sürelere ihtiyaç duyulmuştur. Bu süre içerisinde mikrobiyal faaliyetin arttığı düşünülmektedir.

Yapılan bir çalışmada vakum infüzyon tekniği ile sitrat tuzu emdirilen armutlarda depolamanın başlangıcında 1.0 log kob/g'ın altında olan toplam bakteri sayısının 20. günün sonuna kadar 2.0 log sınırının altında kalması sağlanmıştır. Ayrıca toplam maya-küf sayısının belirlenebilir limitin altında olduğu vurgulanmıştır (Perez-Cabrera vd, 2011). Benzer şekilde sitrik asit uygulamasının kayıslardaki mikrobiyal stabilite açısından diğer uygulamalardan daha etkili olduğu görülmüştür.

4.4. Vakum İnfüzyonun Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi

Fenolik bileşenler meyvelerin yalnızca rengini ve buruk tadını vermekle kalmayıp aynı zamanda antimikrobiyal ve antioksidan özellik gösteren biyoaktif maddelerdir (Alzamora vd., 2005; Acar ve Gökmen, 2005). Meyveler için bir kalite kriteri olan TFM miktarı, proses aşamasındaki fenolik madde kayıplarının belirlenmesi açısından oldukça önemli bir parametredir. Ayrıca polimerizasyon veya

ekstraksiyon nedeniyle meyvelerde bulunan antioksidan maddelerin azaldığı bilinmektedir (Jacob ve Paliyath, 2012).

Vİ işleminin orta nemli kayısılardaki TFM ve antioksidan kapasitesi (ABTS^{•+}) üzerine etkisi Çizelge 4.22’de gösterilmiştir. Taze örneklerin TFM değerleri 2.34 mg GAE/g ve 2.04 mg GAE/g bulunmuş olup daha önceki çalışmalardan iklim ve olgunluk düzeyinden kaynaklandığı düşünülen hafif düzeyde farklılıklar göstermiştir (Akbulut, 2001; Akin vd., 2008).

Kurutma sonrasında bütün örneklerin TFM miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Bu durum kurutma sırasında gerçekleşen PFO aktivitesi ile açıklanabilir (Arias vd., 2008). Akın (2006) tarafından Hacıhaliloğlu kayısılarında 5.34 mg GAE/g k.m. olan TFM miktarının kükürlenerek kurutma sonrasında 4.80 mg GAE/g k.m. değerine düştüğü bildirilmiştir. Kabaş çeşidinde ise kurutma ile TFM değerinin 5.82’den 4.89 mg GAE/g’a düştüğü belirtilmiştir.

HH çeşidinde vakum infüze kayısıların hepsi HH-C örneğinden yüksek TFM değerleri almasına karşın yalnızca HH-I ve HH-Ş örnekleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. HH-T örneğine en yakın değeri alan HH-Ş örneği, kontrol örneğinden %23.6 oranında daha yüksek bulunmuş olup bunu %14.1 ile HH-I örneği takip etmiştir. HH-C örneğine göre en düşük koruma ise HH-R (%4.0) örneğinde görülmüştür.

KA çeşidinin TFM açısından daha farklı bir profil sergilediği belirlenmiştir. KA-SA dışındaki diğer Vİ uygulamalarına ait TFM değerleri KA-C örneğine göre daha yüksek ($P<0.05$) bulunmuş olmasına rağmen örneklerin kendi aralarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

HH-Ş örneği kadar etkili bulunmayan KA-Ş örneğinin TFM miktarı KA-C örneğinden %7.2 oranında daha yüksek bulunmuştur. Sukroz ve diğer şekerlerin fenolik bileşenlerin azalmasına karşı koruyucu etkisinin olduğu bilinmekteyken bu işlemin nasıl gerçekleştiğine dair detaylı bir tanımlama yapılabilmesi için birçok kimyasal yolu içeren eksiksiz bir araştırma yapılması gerektiği bildirilmiştir (Rózek vd., 2010). Ayrıca şeker içeriğinin TFM üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Giovanelli vd., 2013). Örneğin sukroz (60 °Briks) ve glukoz+fruktoz (48.6 °Briks) çözeltilerine daldırıldıktan sonra hava akımı ile kurutulan likapaların TFM değerlerinde sırasıyla %18.0 ve %9.0 oranında bir kayıp olduğu belirlenmiştir (Giovanelli vd., 2013).

Çizelge 4.22. Vakum infüze kayısıların TFM (mg GAE/g k.m.) ve ABTS⁺⁺ (mg TE/g k.m.) sonuçları

Uygulama	Hacıhaliloğlu		Uygulama	Kabaası	
	TFM	ABTS ⁺⁺		TFM	ABTS ⁺⁺
HH-T	2.34±0.09 ^d	1.81±0.18 ^a	KA-T	2.04±0.07 ^d	1.40±0.03 ^a
HH-C	1.48±0.06 ^a	3.57±0.28 ^b	KA-C	1.38±0.04 ^b	3.77±0.39 ^b
HH-SA	1.60±0.24 ^{ab}	4.22±0.18 ^c	KA-SA	1.27±0.05 ^a	5.89±0.30 ^e
HH-KB	1.58±0.11 ^{ab}	6.09±0.22 ^d	KA-KB	1.55±0.08 ^c	4.82±0.21 ^{cd}
HH-R	1.54±0.08 ^{ab}	4.16±0.12 ^c	KA-R	1.54±0.02 ^c	4.88±0.44 ^{cd}
HH-I	1.69±0.06 ^{bc}	6.21±0.10 ^d	KA-I	1.49±0.01 ^c	4.53±0.15 ^c
HH-Ş	1.83±0.09 ^c	7.17±0.17 ^e	KA-Ş	1.48±0.06 ^c	5.14±0.22 ^d

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden P<0.05 düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Askorbik asit (%1) içeren hipertonic şeker çözeltisi ile yapılan Vİ işleminin ardından dondurarak kurutulan elmalardaki bazı fenolik bileşenlerin hidrolizi veya oksidasyonu sonucu TFM değerlerinde %20-25 oranında azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Blanda vd., 2008a). Benzer şekilde bu çalışmada da şeker infüzyonu sonrasında HH ve KA çeşitleri için sırasıyla %21.8 ve %27.4 oranında TFM kaybı görülmüştür.

Üzüm çekirdeklerinde bulunan fenolik bileşenlerin elma, muz ve patateslere infüzyonu amacıyla osmotik dehidrasyon ve hava akımı ile kurutma uygulanan bir çalışmada elma ve muzların TFM değerleri azalırken antiradikal süpürme aktivitesinin yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca bu uygulama ile konvansiyonel kurutma boyunca fenolik bileşenlerin stabilitesinin artırıldığı bildirilmiştir (Rózek vd., 2010). Benzer şekilde zeytin yaprağı ekstraktı ile yapılan vakum infüzyonun elmalardaki TFM değerlerini arttırdığı bildirmiştir (Ahmad-Qasem vd., 2015).

TFM miktarı açısından Vİ uygulamaları kayısı çeşidine göre farklılık davranışlar göstermiştir. Örneğin sitrik asit uygulaması HH çeşidinde kontrol örneğinden yüksek çıkarken KA çeşidinde daha düşük bulunmuştur. Kuşburnu ve roselle infüzyonu ile her iki çeşitte de çok yakın değerler belirlenirken HH-I örneği KA-I'a göre daha yüksek bulunmuştur.

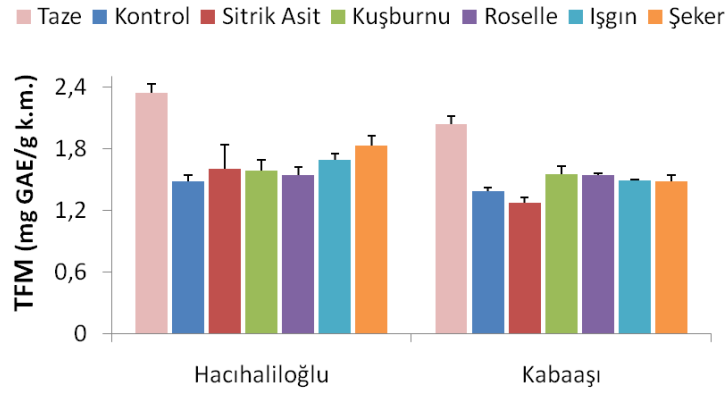
Çizelge 4.23'te infüzyon çözeltilerinin TFM ve ABTS⁺⁺ sonuçları incelendiğinde en yüksek sonucu roselle ekstraktı verirken ılgın çözeltisi her iki analizde de en düşük değerleri almıştır.

Çizelge 4.23. İnfüzyon çözeltilerinin TFM (mg GAE/g k.m.) ve ABTS⁺⁺ (mg TE/g k.m.) değerleri

İnfüzyon Çözeltileri	TFM	ABTS ⁺⁺
Kuşburnu pulpu	0.77±0.04 ^b	1.89±0.21 ^b
Roselle ekstraktı	2.19±0.07 ^c	5.28±0.24 ^c
Işgın suyu	0.25±0.01 ^a	0.72±0.01 ^a
Şeker çözeltisi	0.29±0.01 ^a	0.86±0.06 ^a

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler çözeltilerin birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Bu durumda çözeltilerin TFM ve antioksidan aktivite sonuçları ile vakum infüze kayısılar arasında doğrudan bir ilişki kurulamamıştır. Örneğin şeker çözeltisi roselle çözeltisinden daha düşük değerler almasına rağmen kayısı örneklerinde daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir.



Şekil 4.14. Vakum infüze kayısıların toplam fenolik madde miktarı değişimleri

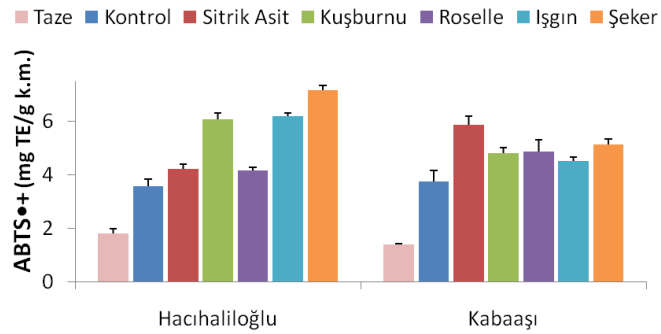
Daha önceki çalışmalarda kuşburnu (Ercisli, 2007), roselle (Wessels vd., 2014) ve ışgının (Öztürk vd., 2007) bu çalışmadaki sonuçlara göre daha yüksek TFM içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte hem HH hem de KA çeşidinde kuşburnu, roselle ve ışgın infüzyonunun TFM üzerinde etkili ($P<0.05$) olduğu görülmüştür (Şekil 4.14).

4.5. Vakum İnfüzyonun Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Antioksidan kapasite testleri genellikle antioksidan maddelerin oksidasyonu sonrasında reaksiyonun bitiş noktasını gösteren renk değişimi ile belirlenmektedir. Antioksidan aktivite ise çözeltideki kromojenik radikallerin giderilmesi ile ölçülmektedir. Trolox® eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) olarak da bilinen ABTS metoduna göre öncelikle potasyum persülfat tarafından oksidasyona uğrayan ABTS bileşeni ABTS^{•+} radikal katyonuna dönüştürülmektedir. Daha sonra H⁺ iyonu veren bir antioksidan madde ile bağlanarak absorbans değerinde azalma meydana gelmektedir. Elektron transferi esaslı olan bu analiz redoks tepkimesi sayesinde gerçekleşmekte olup ortamdaki toplam antioksidan madde konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak değişmektedir (Huang vd., 2005).

Karotenoidler başta olmak üzere fenolik asitler ve flavonoller kayıslarda bulunan major antioksidan bileşenlerdir (Güçlü vd., 2006). Bu nedenle vakum infüze kayıslardaki antioksidan aktivitenin belirlenmesi biyoaktif bileşenler açısından önemli bir göstergedir.

Şekil 4.15 incelendiğinde vakum infüze kayısların ABTS^{•+} değerleri hem taze örneklerden hem de kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Vİ uygulamaları içerisinde en yüksek değeri 7.17 mg TE/g k.m. ile HH-Ş örneği alırken bunu 6.21 mg TE/g ile HH-I örneği takip etmiştir. Bu iki uygulama HH-C örneği ile karşılaştırıldığında yaklaşık 2 kat daha fazla antioksidan aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. HH-KB örneğine göre düşük bulunan HH-SA ve HH-R örnekleri birbirlerine yakın değerler almışlardır.



Şekil 4.15. Vakum infüze kayısların antioksidan kapasitesi değişimleri

KA çeşidinde en yüksek ABTS^{•+} değeri KA-SA örneğinde belirlenmiş olup bu uygulama sayesinde KA-C örneğine göre %56.2 oranında bir artış sağlanmıştır. Diğer taraftan en düşük değeri ise KA-I örneği almıştır. KA-KB ve KA-R örnekleri arasındaki fark önemli bulunmamış olup KA-C örneğinden sırasıyla %27.8 ve %29.4 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Meyvelerin kurutulması sonucunda oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin antioksidan aktiviteyi arttırdığı bildirilmiştir (Nicolini vd., 1999). Örneğin Hacihaliloğlu ve Kabaşlı çeşitleri ile yapılan bir çalışmada Hacihaliloğlu çeşidi taze kayısıların ABTS^{•+} değeri 3.50 µmol TE/g iken gün kurusu kayılarda 16.16 µmol TE/g olarak bulunmuştur. Kabaşlı çeşidi kayılarda ise kurutma ile 3.18 µmol TE/g'dan 12.29 µmol TE/g'a yükselmiştir (Güçlü vd., 2006). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Güçlü vd., (2006) tarafından yapılan çalışma ile uyum sağlamaktadır.

Benzer bir çalışmada dondurulmuş kayısıların DPPH radikalini süpürme gücü %2.4 iken kuru kayılarda bu değer %3.5-%3.8 arasında bulunmuştur (Igual vd., 2012). Rózek vd. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise osmotik dehidrasyona göre hava akımı ile kurutmanın TEAC değerlerini elmalarda %24.0 ve muzlarda %66.6 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

Ayrıca iki farklı kayısı çeşidinin (Pelese ve Cafona) 55 °C ve 75 °C'de kurutulması sonrasında TFM değerleri azalırken Cafona kayısılarındaki antioksidan aktivitesinin (DPPH) yaklaşık 3 kat arttığı bildirilmiştir. Bu durumun kayılardaki redoks potansiyelinin azalması sonucu oluştuğu bildirilmiştir (Madrau vd., 2009).

Kurutma sonrasında gerçekleşen bu artışları açıklamak için 3 farklı reaksiyon ihtimali öne sürülmüştür. Bunlardan ilki; geçici olmalarına rağmen yüksek antioksidan aktiviteli ara ürünlerin oluşmasıyla sonuçlanan fenolik madde oksidasyonudur. Diğeri ise bazı büyük molekül ağırlıklı fenolik bileşenlerin termal degradasyon ile daha aktif antioksidan özellik gösteren küçük moleküllere indirgenmesidir. Son olarak meyvelerde bulunan bağlı fenolik asitler ve flavonoidlerin serbest forma geçmesi sonucu antioksidan aktivitesinin artacağı bildirilmiştir (Maillard ve Berset, 1995). Taze örneklerden yüksek değerler alması nedeniyle bu durum kayılarda açıkça görülürken diğer meyveler için geçerli olmayabilmektedir. Örneğin yüksek antosiyanin içeriğine sahip likapalara uygulanan osmotik dehidrasyon ve hava akımı ile kurutma sonrasında antioksidan aktivitesinin büyük oranda (%44.7) azaldığı bildirilmiştir (Giovanelli vd., 2013).

Çizelge 4.23'te infüzyon çözeltilerinin ABTS⁺⁺ değerleri incelendiğinde en yüksek sonucu roselle ekstraktı gösterirken bunu kuşburnu çözeltisi takip etmiştir. C vitamini ve fenolik bileşenlerce zengin olan kuşburnu meyvesi ile birlikte antosiyanin kaynağı olan roselle bitkisinin oldukça yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir (Tsai vd., 2002; Ercisli, 2007; Maganha vd., 2010). Işgınlarda yapılan bir çalışmada ise farklı ekstraksiyon ve testlerin kullanıldığı deneyler sonucunda %93.1 oranında radikal inhibisyonu sağlayarak BHT ve α -tokoferolden daha güçlü bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Öztürk vd., 2007). İnfüzyon çözeltilerinin kayışılardaki antioksidan aktiviteyi artırdığı düşünülmektedir.

Sitrik asitle birlikte basit veya indirgen şekerlerin gerçek antioksidan maddeler olmamasına rağmen analiz sırasında oksitlenebilir substratlar olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu maddelerin varlığı radikal süpürme işlevi göstererek antioksidan aktivite sonuçlarını etkilediği bildirilmiştir (Apak vd., 2007). Sitrik asit ve şeker infüzyonlarının bu nedenle daha yüksek sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

Önceki çalışmalarda şekerlerle birlikte kullanılan antioksidan maddelerin daha iyi sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin hipertonic şeker çözeltisi ile Vİ uygulanan elmaların ABTS⁺⁺ değerlerinde askorbik asidin (%1) etkisiyle %105-%189 arasında bir artış görüldüğü bildirilmiştir (Blanda vd., 2008b).

Benzer şekilde şeftalilerde %40 fruktoz ve %2 askorbik asit içeren infüzyon çözeltilerine daldırılması ile ABTS⁺⁺ değerlerinin bir miktar azaldığı belirlenirken aynı çözelti ile yapılan Vİ işlemi sonrasında %61.1 oranında artış gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu etkinin vakumla birlikte artan askorbik asit penetrasyonu sayesinde gerçekleştiği bildirilmiştir (Blanda vd., 2008c).

Diğer taraftan şeker infüzyonunun her meyvede aynı etkiyi göstermediği bildirilmiştir. NutraFlora[®] ve sukroz karışımı ile hazırlanan çözeltiler ile yapılan Vİ sonrasında çilek, mango ve likapa meyvelerindeki antioksidan aktivenin değişmediği belirlenmiştir (Jacob ve Paliyath, 2012).

Varyasyon kaynakları incelendiğinde bütün değişkenlerin hem TFM hem de antioksidan aktivite üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.24).

Bitki ekstraktları veya meyvelerin TFM içerikleri ile antioksidan aktiviteleri arasında tam bir korelasyon olmadığı bilinmektedir (Güçlü vd., 2006). Bu çalışmada ise TFM ile ABTS⁺⁺ arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır (HH için $r= 0.05$; KA için $r= 0.19$).

Çizelge 4.24. TFM ve ABTS⁺⁺ değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	TFM		ABTS ⁺⁺	
	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	60.96	0.000	39.50	0.000
Uygulama (U)	66.47	0.000	319.64	0.000
Ç×U	5.19	0.000	63.44	0.000

Buna karşın bütün uygulamaların kontrol örneklerinden yüksek çıkması Vİ prosesinin antioksidan aktivite üzerinde etkisinin olduğunu göstermiştir.

4.6. Vakum İnfüzyonun Organik Asitler Üzerine Etkisi

Organik asitler meyvelerin yalnızca lezzetini etkilemekle kalmayıp aynı zamanda mikrobiyal stabilitesini, besleyiciliğini ve kalitesini artıran bileşenler olarak bilinmektedir. Ayrıca meyvelerin olgunlaşma ve bozulma indekslerini belirleyen organik asit ve şeker miktarları kayıslarda genellikle kalite indikatörü olarak kullanılmaktadır. Özellikle malik ve sitrik asidin, kayıslardaki ekşi tat algısını doğrudan etkilediği bildirilmiştir (Azodanlou vd., 2003; Igual vd., 2012).

Vİ uygulanan kayısı örneklerinde sitrik, malik, kinik, şikimik ve fumarik asitler belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. Buna göre taze örneklerde en yüksek değerler sitrik asitte görülürken bunu kinik asit ve malik asit izlemektedir.

Akin vd. (2008), Malatya kayısılarında malik asidi (Hacıhaliloğlu: 18.14 g/kg k.m.; Kabaası: 12.79 g/kg k.m.) en baskın organik asit olarak belirlerken Durmaz vd. (2010) ise bu durumun kayısların olgunluk düzeyi ile birlikte değiştiğini bildirmiştir. Cabaroğlu vd. (2009) ise her iki çeşitte de sitrik asidin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki sitrik asit ve malik asit miktarları önceki çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.

Kinik asit miktarının bütün örneklerde yüksek bulunması ise dikkat çekmektedir. Durmaz vd. (2010), kinik asidin Hacıhaliloğlu çeşidi kayısların olgunlaşması sırasında 3.58-14.38 g/kg k.m., Kabaası çeşidinin ise 4.42-12.78 g/kg k.m. arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada belirlenen kinik asit miktarları ise benzerlik göstermektedir. Ayrıca kayıslarda major fenolik bileşenlerden olan klorojenik asit ve neoklorojenik asit, kaffeik asidin kinik asit esterleri olduğu

bilinmektedir. Domateslerde yapılan bir çalışmada kinat hidroksisinamil transferaz enziminin klorojenik asidi tersinir olarak ürettiği belirlenmiş olup hidroksisinamil CoA varlığında bu bileşenin kinik aside indirgendiği bildirilmiştir (Rhodes ve Woollorton, 1976).

Çizelge 4.25. Vakum infüze kayısıların organik asit değerleri (g/kg k.m.)

Hacıhaliloğlu						
Uygulama	Sitrik asit	Malik asit	Kinik asit	Şikimik asit	Fumarik asit	Toplam organik asit
HH-T	14.11±1.26 ^a	6.39±0.08 ^c	10.74±0.74 ^{ab}	0.49±0.12 ^c	0.05±0.01 ^a	34.60±0.87 ^a
HH-C	9.43±0.49 ^a	4.84±0.09 ^b	12.47±1.11 ^b	0.29±0.02 ^{ab}	0.23±0.01 ^{cd}	28.18±0.51 ^a
HH-SA	37.34±8.82 ^b	6.23±0.61 ^c	12.99±3.43 ^b	0.40±0.05 ^{bc}	0.11±0.01 ^b	59.00±13.46 ^b
HH-KB	11.20±0.85 ^a	3.95±0.33 ^a	9.52±0.83 ^{ab}	0.26±0.02 ^a	0.27±0.01 ^d	26.55±2.16 ^a
HH-R	10.95±0.42 ^a	3.66±0.20 ^a	9.22±0.83 ^{ab}	0.26±0.07 ^a	0.26±0.03 ^d	25.52±1.42 ^a
HH-I	10.11±0.96 ^a	3.30±0.23 ^a	8.60±0.85 ^a	0.25±0.02 ^a	0.19±0.01 ^c	23.56±2.25 ^a
HH-Ş	9.52±2.04 ^a	3.60±0.13 ^a	10.68±0.61 ^{ab}	0.26±0.06 ^a	0.27±0.01 ^d	25.62±1.37 ^a

Kabaası						
Uygulama	Sitrik asit	Malik asit	Kinik asit	Şikimik asit	Fumarik asit	Toplam organik asit
KA-T	11.99±1.19 ^a	7.14±0.16 ^e	7.92±0.59 ^a	0.28±0.01 ^{bc}	0.03±0.01 ^a	28.85±2.00 ^a
KA-C	10.85±0.24 ^a	6.62±0.35 ^e	8.01±2.24 ^a	0.13±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	26.42±1.73 ^a
KA-SA	32.49±4.15 ^b	6.03±0.83 ^{de}	13.27±3.17 ^b	0.12±0.01 ^a	0.06±0.01 ^a	53.53±8.63 ^b
KA-KB	9.35±3.08 ^a	3.34±0.86 ^{ab}	7.09±1.89 ^a	0.32±0.06 ^c	0.28±0.05 ^d	21.23±6.28 ^a
KA-R	8.22±1.84 ^a	3.94±0.81 ^{bc}	7.34±1.32 ^a	0.23±0.05 ^b	0.19±0.04 ^{bc}	20.92±4.32 ^a
KA-I	8.30±0.64 ^a	4.92±0.22 ^{cd}	7.47±0.30 ^a	0.20±0.01 ^{ab}	0.17±0.01 ^b	21.84±1.26 ^a
KA-Ş	7.72±0.37 ^a	2.40±0.30 ^a	6.32±0.81 ^a	0.21±0.03 ^{ab}	0.26±0.02 ^{cd}	17.59±1.57 ^a

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

HH ve KA çeşitlerinde ilk defa belirlenen şikimik ve fumarik asit diğer asitlere göre oldukça düşük oranlarda bulunmuştur. Hasanbey çeşidinin de içerisinde bulunduğu 13 çeşit kayısıda belirlenen şikimik asit değerleri bu çalışmadaki sonuçlara göre daha düşük bulunmuş olup fumarik asit içerikleri ise yakın değerler almıştır (Schmitzer vd., 2010). Ayrıca olgunlaşma süresinceki değişimleri incelenen Harcot çeşidi kayısıların organik asit değerleri bu çalışmadaki sonuçlara büyük oranda benzerlik göstermektedir (Bae vd., 2014).

Kurutma sonrasında HH-C örneğinde malik asit ve şikimik asit miktarındaki azalmanın yanında fumarik asit miktarındaki artış istatistiksel olarak önemli görülürken ($P<0.05$) diğer bileşenlerdeki değişimler ise önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Taze örneğe göre KA-C örneğinde şikimik asit kaybı dışında herhangi bir

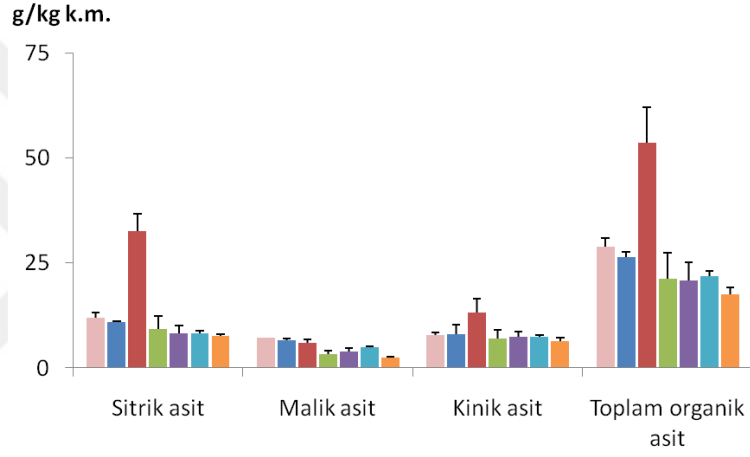
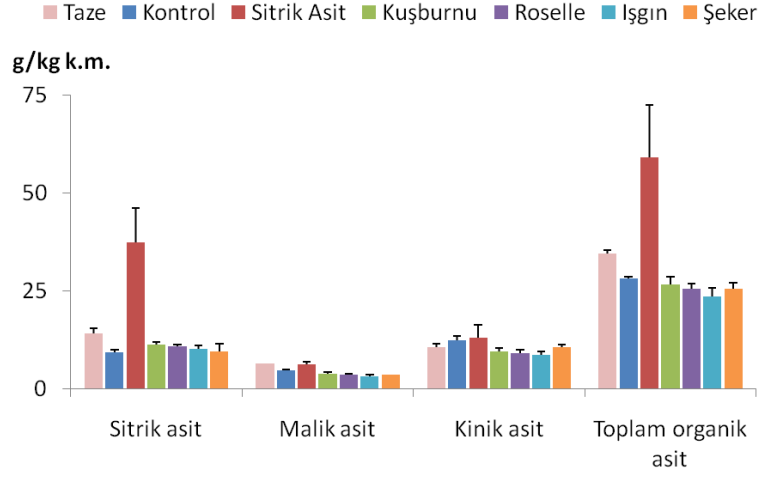
farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). HH-C örneğinin toplam organik asit miktarı %18.5 oranında azalırken KA-C örneğinde bu değer %8.4 olarak belirlenmiştir. Maillard reaksiyonu sırasında organik asitlerin reaktif olarak tüketilmesi nedeniyle ısıtılma işlemi veya kurutma sonrasında organik asit kaybı meydana gelmektedir. Igual vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada sıcak hava akımı ve mikrodalga kurutma uygulanan kayısıların malik asit miktarı azalırken sitrik asit içeriğinin değişmediği bildirilmiştir.

Sitrik asit infüzyonu ile HH-SA ve KA-SA örneklerinde yaklaşık 2.7 kat sitrik asit artışı görülmüştür. Bu sonuçlar Vİ prosesinin kayıslara sitrik asit penetrasyonu sağladığını göstermiştir. Benzer şekilde %1 askorbik asit içeren hipertonic sukroz çözeltisi ile yapılan Vİ sonrası kayıslarda askorbik asit miktarının 2.5 mg/100g'dan 24.0 mg/100g'a çıktığı görülmüştür (Forni vd., 1997). Patateslerde yapılan bir çalışmada ise Vİ yöntemiyle askorbik asit miktarında yaklaşık 10 kat artış sağlanmıştır (Hironaka vd., 2011). Bu çalışmada sitrik asidin yanında askorbik asit infüzyonu da uygulanmış ancak kurutma sonrası üründe meydana gelen olumsuz renk ve tat oluşumu nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. Taze örneklerle göre sitrik asit dışındaki diğer uygulamalarda kayısların sitrik asit miktarı azalsa da bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Şekil 4.16).

HH-KB, HH-R ve HH-I örneklerinde yaklaşık %40 oranında malik asit kaybı görülürken HH-SA örneği taze örneğe oldukça yakın bir değer almıştır. KA çeşidinin malik asit değerleri için de benzer bir durum söz konusudur. KA-SA örneğindeki azalma önemli görülmezken, diğer uygulamalar KA-T örneğinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Kinik asit değerlerinde ise KA-SA dışındaki değişimler önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Şikimik asit açısından ise KA-KB örneğinde bir miktar artış görülürken diğer tüm örneklerde azalma görülmüştür.

Diğer asitlere göre oldukça düşük miktarlarda tespit edilen fumarik asit, infüzyon uygulaması sonrasında bütün örneklerde artış göstermiştir. Organik asit üretebilme yetenekleri ile bilinen küflerin fumarik asit sentezlediği bilinmektedir. Fumarik asit aynı zamanda şekerlerin biyolojik veya kimyasal dönüşümü ile de üretilmektedir (Engel vd., 2008). Vakum infüze kayıslardaki fumarik asit artışının bu iki sebepten kaynaklanabileceği düşünülmektedir. KA-C ve KA-SA dışındaki diğer tüm HH ve KA örneklerinin fumarik asit miktarlarındaki artış önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.16. Vakum infüze kayısların organik asit miktarındaki değişimler

Toplam organik asit miktarları değerlendirildiğinde, sitrik asit infüzyonu sayesinde HH-SA ve KA-SA örneklerinde sırasıyla %70.5 ve %85.5 oranında bir artış görülmüştür. Diğer uygulamalarda ise genel olarak bir düşüş görülse de bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

HH çeşidinde en fazla kayıp 11.04 g/kg ile HH-I örneğinde görülürken KA çeşidinde ise 11.26 g/kg ile KA-Ş örneğinde tespit edilmiştir. Her iki çeşide ait kontrol örnekleri ise taze örneğe en yakın sonuçları göstermiştir. Vİ işlemi ile birlikte sitrik asit infüzyonu dışındaki diğer uygulamalarda azalma görülmüştür. Bu durum kayısı dokusundan infüzyon çözeltisine çözünebilir madde difüzyonu ile açıklanabileceği gibi kurutma sırasında meydana gelen Maillard reaksiyonlarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca toplam organik asit miktarları ile

titrasyon asitliği arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Akin vd., 2008). Bu çalışmada da her iki çeşitte de yüksek bir korelasyon ($r= 0.98$) tespit edilmiştir.

Daha önceki kayısı çalışmaları (Chinnici vd., 2005; Akin vd., 2008) askorbik asit ve süksinik asit belirlenmesine rağmen bu çalışmadaki örneklerde tespit edilememiştir. Kayıslarda biyokaktif madde olarak bilinen askorbik asit miktarını karşılaştırmak için literatürde çok fazla veri bulunmadığı bildirilmiştir (Igual vd., 2012). Bununla birlikte düşük miktarlarda olan askorbik asit düzeyinin kayısların olgunluk derecesine göre değiştiği bildirilmiştir (Munzuroğlu vd., 2003; Karatas ve Kamışlı, 2007). Birçok çalışmada dondurma işlemi ile birlikte askorbik asit degradasyonunun meydana geldiği bilinmektedir. Farklı kurutma prosesleri uygulayan Igual vd. (2012), örneklerin dondurulması veya ekstraksiyonu sırasında meydana gelen oksidasyon nedeniyle dondurulmuş ve kurutulmuş kayıslarda C vitamini veya askorbik asidin tespit edilemediğini bildirmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada ise dondurma veya kurutma sırasında askorbik asidin kayba uğradığı düşünülmektedir.

İnfüzyon çözeltilerinin kayıslara etkisini görebilmek amacıyla organik asit ve şeker içeriği Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Roselle ekstraktının fumarik asit içeriği dışındaki diğer bileşenlerin miktarları taze kayısı örneklerindeki organik asit değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle infüzyon çözeltilerinin organik asit kazanımı adına herhangi bir katkısının bulunmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.26. Vakum infüzyon çözeltilerinin organik asit ve şeker içerikleri (g/kg)

Organik asitler ve şekerler	Vakum infüzyon çözeltileri		
	Kuşburnu pulpu	Roselle ekstraktı	Işgın suyu
Sitrik asit	2.19±0.03	-	2.48±0.21
Malik asit	1.28±0.01	6.09±0.16	3.11±0.06
Şikimik asit	0.12±0.01	0.24±0.04	0.21±0.01
Fumarik asit	-	0.30±0.03	0.02±0.01
Sukroz	1.48±0.46	-	1.64±0.50
Glukoz	3.19±0.87	3.73±0.14	1.19±0.01
Fruktoz	4.01±0.42	3.95±0.03	1.36±0.01

Ortalamalar; ± standart sapmalar

Vİ kayısların organik asit değişimlerine ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Organik asit değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sitrik asit		Malik asit		Kinik asit		Şikimik asit		Fumarik asit		Toplam organik asit	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	2.58	0.130	3.83	0.070	14.98	0.002	36.94	0.000	28.37	0.000	6.28	0.025
Uygulama(U)	43.00	0.000	38.64	0.000	4.91	0.007	6.87	0.001	51.96	0.000	24.87	0.000
Ç×U	0.43	0.844	5.75	0.003	1.07	0.422	6.65	0.002	4.79	0.007	0.21	0.967

Sitrik asit üzerinde yalnızca Vİ uygulamasının önemli olduğu görülürken, kinik asit için çeşit ve uygulamanın, şikimik ve fumarik asit için ise tüm varyasyon kaynaklarının etkili olduğu görülmüştür. Toplam organik asit miktarında çeşit ve uygulamanın etkisi açıkça görülürken bu ikisinin interaksyonu önemli olarak değerlendirilmemiştir.

4.7. Vakum İnfüzyonun Şekerler Üzerine Etkisi

Şekerler meyvelerin satış kalitesine ait niteliklerin değerlendirilmesinde temel parametreler olarak bilinmektedir. Proses aşaması veya depolama boyunca enzimatik olmayan esmerleşme ve karamelizasyon gibi olaylarda rol alan şekerler meyvelerin organoleptik özelliklerini doğrudan etkileyen bileşenlerdir. (Acar ve Gökmen, 2005; Durmaz vd., 2010). Meyvelerde başlıca bulunan şekerler, fruktoz ve glukoz olarak bilinmektedir. Sukroz ise bazı meyvelerde farklı oranlarda bulunabilirken kayısılarda oldukça yüksek miktarda olduğu bilinmektedir. Ayrıca kayısıların iz miktarda galaktoz, maltoz, ksiloz, rafinoz, mannitol gibi şekerleri de içerdiği bildirilmiştir (Katona vd., 1999; Acar ve Gökmen, 2005). Ancak bu çalışmadaki kayısı örneklerinde yalnızca sukroz, glukoz, fruktoz ve sorbitol tespit edilmiştir.

Kayısı örneklerinin şeker içerikleri Çizelge 4.28’de verilmiştir. Taze örneklerde en fazla glukoz bulunurken bunu sukroz ve fruktoz takip etmiştir. Bununla birlikte meyvelerin olgunlaşması ile glukozun aldehit grubu yerine hidroksil grubu bağlanarak oluşan sorbitol, kayısılarda oldukça yüksek miktarlarda bulunmuştur. HH-T örneğinin toplam şeker miktarı 86.66 g/100g bulunurken KA-T örneğinde ise 75.38 g/100g olarak belirlenmiştir. Akin vd. (2008) HH ve KA çeşitlerinin toplam şeker miktarını sırasıyla 82.53 g/100g k.m. ve 89.82 g/100g k.m. olarak belirlemiştir. Durmaz vd. (2010) ise Hacıhaliloğlu çeşidinde en fazla bulunan

şekeri 26.45 g/100g ile glukoz olarak belirlerken bunu sırasıyla 15.32 g/100g ve 8.08 g/100g ile sukroz ve fruktozun takip ettiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.28. Vakum infüze kayısıların şeker değerleri (g/100g k.m.)

Hacıhaliloğlu					
Uygulama	Sukroz	Glukoz	Fruktoz	Sorbitol	Toplam Şeker
HH-T	18.67±0.79 ^a	23.99±0.15 ^a	15.87±0.11 ^c	28.13±4.49 ^a	86.66±3.65 ^{bc}
HH-C	19.44±1.20 ^a	22.89±1.14 ^a	14.60±1.89 ^{bc}	26.05±1.25 ^a	82.99±0.57 ^{ab}
HH-SA	18.63±2.58 ^a	21.99±2.07 ^a	12.18±1.36 ^{ab}	26.50±0.97 ^a	79.30±2.31 ^a
HH-KB	18.26±0.20 ^a	23.20±2.01 ^a	16.06±0.14 ^c	25.35±2.68 ^a	82.88±0.32 ^{ab}
HH-R	17.36±0.00 ^a	23.94±0.55 ^a	13.17±0.27 ^{ab}	27.32±0.70 ^a	81.71±1.53 ^a
HH-I	18.23±1.12 ^a	22.34±0.67 ^a	11.80±0.61 ^{ab}	26.99±0.67 ^a	79.77±0.16 ^a
HH-Ş	28.09±0.11 ^b	21.59±0.03 ^a	12.69±0.79 ^a	26.20±0.14 ^a	88.58±0.73 ^c

Kabaası					
Uygulama	Sukroz	Glukoz	Fruktoz	Sorbitol	Toplam Şeker
KA-T	18.53±0.57 ^a	27.04±1.81 ^{bc}	11.27±0.58 ^a	18.53±0.76 ^b	75.38±2.21 ^{bc}
KA-C	18.73±0.27 ^a	26.24±0.77 ^{abc}	11.10±1.08 ^a	17.05±0.05 ^a	73.14±2.18 ^{ab}
KA-SA	18.98±1.08 ^a	23.71±1.34 ^{ab}	11.81±0.57 ^a	17.45±0.85 ^{ab}	71.97±3.85 ^{ab}
KA-KB	19.09±0.15 ^a	23.86±0.16 ^{ab}	11.78±0.08 ^a	17.50±0.01 ^{ab}	72.24±0.10 ^{ab}
KA-R	18.92±0.22 ^a	23.19±0.26 ^a	10.98±0.29 ^a	16.98±0.86 ^a	70.10±0.07 ^a
KA-I	17.97±0.12 ^a	23.61±0.41 ^{ab}	11.13±0.13 ^a	17.73±0.29 ^{ab}	70.46±0.96 ^{ab}
KA-Ş	22.72±0.92 ^b	27.64±2.82 ^c	11.89±0.44 ^a	17.19±0.24 ^{ab}	79.45±2.10 ^c

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-c) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Kabaası çeşidinde benzer sonuçlar tespit edilen çalışmada sorbitolsüz toplam şeker miktarı her iki çeşit için de yaklaşık 50 g/100g olarak belirlenmiştir. Her iki çalışma bu tezdeki sonuçlara büyük oranda uyum sağlarken, olgunluk düzeyi ve iklimsel şartlardan kaynaklandığı düşünülen farklılıklar görülmüştür. Sorbitol başta olmak üzere bütün şeker miktarlarının oldukça yüksek çıkması ise Malatya kayısına özgü bir durum olup (Akin vd., 2008) diğer kayısı çeşitlerindeki şeker oranlarının daha düşük seviyelerde bulunduğu bildirilmiştir (Forni vd., 1997; Schmitzer vd., 2010). Kayısı örneklerinde sorbitol dışındaki diğer şeker alkoller ise tespit edilememiştir.

Kurutma esnasında glukoz ve fruktoz gibi indirgen şekerlerin Maillard reaksiyonunda kullanıldığı bilinmektedir (Maillard ve Berset, 1995). Ancak her iki çeşidin kontrol örneklerinde glukoz, fruktoz ve sorbitol miktarındaki farklar önemli görülmezken yalnızca toplam şeker miktarlarındaki azalmalar önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

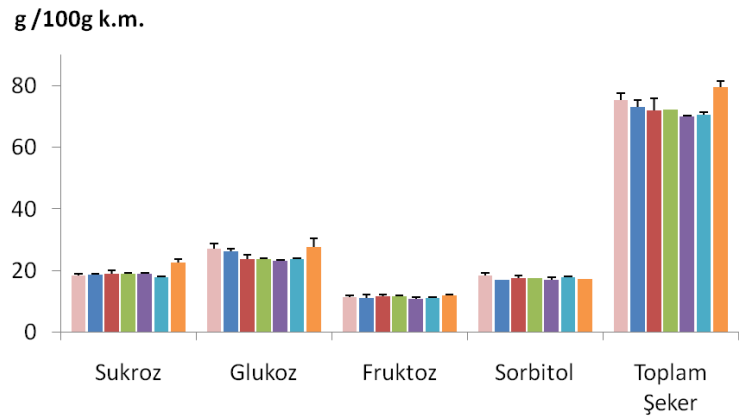
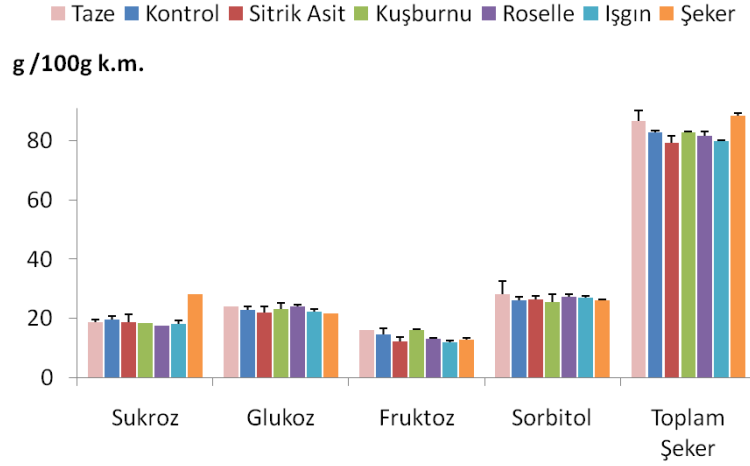
Bununla birlikte KA-C örneği taze örneğe göre (sorbitol hariç) istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Vakum infüze kayısılar incelendiğinde hipotonik çözeltilerle yapılan infüzyon uygulamasının kayısıların toplam şeker miktarlarında azalmaya neden olduğu düşünülmektedir.

Şeker infüzyonu sonrasında doğal olarak kayısıların sukroz değerleri artmıştır. Ancak HH-Ş ve KA-Ş örneklerinde toplam şeker miktarları taze örneklere göre yüksek bulunmasına rağmen bu durum istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($P>0.05$). HH-Ş örneğinde toplamda %1.92'lik bir şeker artışı görülürken KA-Ş örneğinde bu miktar %4.07 olarak bulunmuştur.

Daha önce yapılan bir çalışmada %60'lık sukroz çözeltisi ile Vİ uygulanan kayısıların toplam şeker miktarında %1.75 artış olduğu belirlenmiştir (Forni vd., 1997). Bu çalışmadaki sonuçlar Forni vd. (1997) tarafından bulunan değerlerle uyum göstermektedir. Vİ ile şeker artışı meyvelerde bulunan porların içerisine bu bileşenlerin doğrudan infüzyonu ile meydana gelmektedir. Ancak bu olay hücreler arası osmotik mekanizma ile oluşan su kaybına fazla bir katkı sağlamamaktadır. Hücreler arası boşluklar gaz veya hücre öz suyu ile dolu olduğunda çözelti difüzyonu inhibe edilebilmektedir. Vakum işlemi ise bu durumu ortadan kaldırarak madde transferini artırmaktadır (Fito vd., 2001).

HH-Ş dışındaki diğer örneklerin sukroz miktarındaki değişimler önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Tüm HH örneklerinin glukoz ve sorbitol oranlarında istatistiksel bir fark oluşmazken HH-SA, HH-R, HH-I ve HH-Ş örneklerinin fruktoz miktarında azalma görülmüştür. En yüksek toplam şeker içeriği HH-Ş örneğinde görülmüş olup en fazla şeker kaybı ise HH-SA örneğinde meydana gelmiştir (Şekil 4.17).

KA çeşidinde ise genel olarak glukoz ve sorbitol değerlerinde azalma görülmüştür. En fazla glukoz ve sorbitol kaybı görülen KA-R örneği en düşük toplam şeker miktarına sahip olan uygulama olmuştur. KA-KB örneği HH çeşidinin aksine glukoz miktarında azalmaya neden olurken her iki çeşitte de sorbitol kaybı görülmüştür.



Şekil 4.17. Vakum infüze kayısıların şeker miktarındaki değişimler

Sukroz ve glukoz+fruktoz çözeltileri ile likapalarda yapılan osmotik dehidrasyon sonunda, glukoz ve fruktoz artışının sukroza göre daha fazla olduğu görülmüştür. Monosakkaritlerin daha büyük moleküllere göre meyvelerin kabuk ve diğer hücresel yapılarından daha kolay penetre olması nedeniyle bu farklılığın olduğu bildirilmiştir (Giovanelli vd., 2013). Bu çalışmada ise glukoz ve fruktoz içeriğinde meydana gelen kayıpların bu nedenle gerçekleştiği düşünülmektedir.

Benzer şekilde sukroz ve NutraFlora® ile vişnelerde yapılan Vİ sonrasında glukoz ve fruktoz infüzyonunun sukroza göre 15-20 kat daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Bu durumun asidik pH ve endojen invertaz enzimi ile sukrozun glukoz ve fruktoza hidrolize olabilme ihtimali ile açıklanmaktadır (Jacob ve Paliyath, 2012). Ancak bu çalışmadaki sukroz miktarlarında önemli düzeyde bir azalma görülmemiştir ($P>0.05$).

Bitkisel kaynaklı infüzyon çözeltilerinin şeker içerikleri 1.19-4.01 g/kg arasında değişmekte olup kayısıların şeker içeriğini arttıracak bir derişime sahip olmadıkları görölmüştür (Çizelge 4.26).

Vakum infüze kayısılarda çeşit ve infüzyon uygulamasının şekerler üzerine etkisi incelendiğinde kayısı çeşidinin sukroz dışındaki diğer bileşenlerin değişimi açısından önemli olduğu görölmüştür (Çizelge 4.29). Vİ uygulaması sukroz ve fruktoz üzerinde etkili olurken her iki varyasyon kaynağının da toplam şeker değişiminde önemli olduğu görölmüştür. Ç×U interaksyonu ise yalnızca sukroz ve fruktoz üzerinde etkili bulunmuştur.

Çizelge 4.29. Şeker değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	Sukroz		Glukoz		Fruktoz		Sorbitol		Toplam Şeker	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
Çeşit (Ç)	2.94	0.108	19.30	0.001	61.44	0.000	247.81	0.000	184.14	0.000
Uygulama(U)	32.30	0.000	2.20	0.104	5.08	0.006	0.71	0.647	11.42	0.000
Ç×U	6.13	0.003	2.78	0.054	5.15	0.005	0.22	0.962	0.58	0.739

Meyvelerin şeker içerikleri ile tüketici tercihleri arasında genellikle doğrusal bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Hatta tarımsal üretimde çeşit tercihini belirlemek için kayısıların şeker oranlarına bakılarak seçim yapılması tavsiye edilmiştir (Schmitzer vd., 2010). Bu çalışmada da toplam şeker miktarları ile depolama sonundaki duysal lezzet profili arasında hem HH çeşidinde ($r= 0.927$) hem de KA çeşidinde ($r= 0.788$) oldukça yüksek bir korelasyon bulunmuştur.

4.8. Vakum İnfüzyonun β -Karoten Üzerine Etkisi

Karotenoidler meyvelerde bulunan önemli renk pigmentleri olup kanser ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Kayıslarda ise toplam karotenoidlerin %60'tan fazlasını β -karoten oluştururken, γ -karoten, likopen ve kriptoksantin gibi diğer bileşenler daha düşük miktarlarda bulunmaktadır. Bu yüzden kayısı çalışmaları genellikle bir provitamin A olan β -karoten içeriği üzerinde yoğunlaşmıştır (De Rigal vd., 2000; Sass-Kiss vd., 2005).

HH ve KA çeşitlerine ait β -karoten miktarları ve kayıp oranları Çizelge 4.30'da verilmiştir. HH-T örneğinde 81.70 $\mu\text{g/g}$ β -karoten bulunurken bu değer KA-

T örneğinde 14.29 µg/g olarak tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalardaki Hacihaliloğlu ve Kabaası çeşidine ait β-karoten içerikleri bu tezdeki değerlerle uyumlu bulunmuştur (Karabulut vd., 2007; Akin vd., 2008; Kan vd., 2014).

Kurutma sonrasında HH-C örneğinde %70.47'lik bir kayıp görülürken KA-C örneğinde bu oran %50.66 düzeyindedir. Daha önceki yapılan çalışmalarda kuru kayısların β-karoten içeriğinde %63 ile %87 arasında kayıplar tespit edilmiştir (Akin, 2006; Karabulut vd., 2007; Cabaroğlu vd. 2009). Bu sonuçlar kayısların karakteristik sarı renginden sorumlu bir biyoaktif bileşen olan β-karotenin kurutma prosesi ile birlikte önemli oranda azaldığını göstermektedir ($P<0.05$).

Çizelge 4.30. Vakum infüze kayısların β-karoten içeriği (µg/g k.m.)

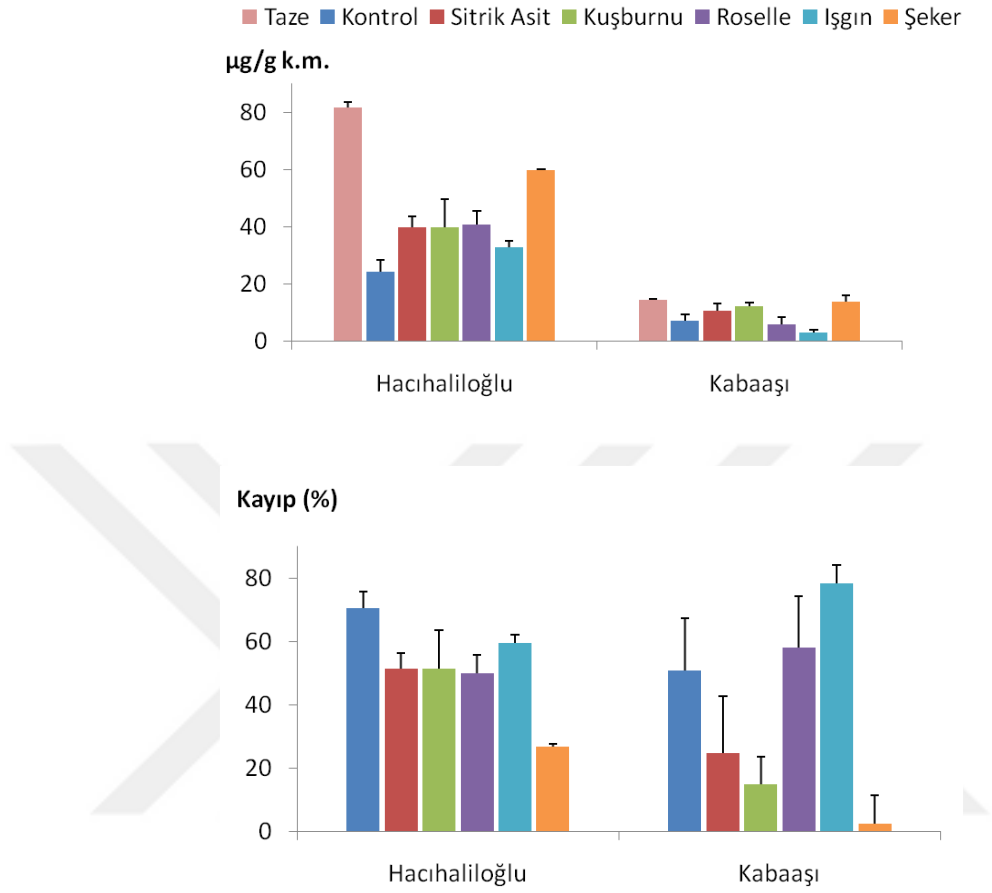
Hacihaliloğlu			Kabaası		
Uygulama	β-karoten	Kayıp (%)	Uygulama	β-karoten	Kayıp (%)
HH-T	81.70±2.06 ^d	-	KA-T	14.29±0.41 ^c	-
HH-C	24.13±4.33 ^a	70.47±3.75 ^c	KA-C	7.05±2.37 ^{ab}	50.66±16.62 ^{bc}
HH-SA	39.67±3.93 ^b	51.44±4.81 ^b	KA-SA	10.74±2.56 ^{bc}	24.80±17.96 ^{ab}
HH-KB	39.75±10.06 ^b	51.34±12.30 ^b	KA-KB	12.16±1.25 ^c	14.87±8.75 ^a
HH-R	40.85±4.60 ^b	50.00±5.62 ^b	KA-R	5.98±2.32 ^a	58.11±16.28 ^c
HH-I	32.96±2.06 ^{ab}	59.66±2.51 ^{bc}	KA-I	3.09±0.81 ^a	78.34±5.69 ^c
HH-Ş	59.74±0.52 ^c	26.88±0.64 ^a	KA-Ş	13.94±2.07 ^c	6.36±9.00 ^a

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Vİ işlemleri sonrası kurutulan bütün örneklerin β-karoten içeriklerinde kayıplar oluşmuştur. HH çeşidi için en büyük kayıp HH-I örneğinde görülürken, HH-Ş örneği taze örneğe en yakın değeri almıştır (Şekil 4.18). HH çeşidindeki uygulamaların hepsi HH-C örneğinden daha yüksek değerler alırken ($P<0.05$) şeker infüzyonu dışındaki örneklerin kendi aralarında oluşan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

KA çeşidinde ise en fazla kayıp KA-I örneğinde görülmüş olup bunu KA-R örneği takip etmiştir. Bu iki uygulamada KA-C örneğinden daha fazla kayıp görülmesine rağmen bu sonuçlar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). KA-Ş örneği ise sadece 0.35 µg/g'lık bir fark ile taze örneğe en yakın bulunan uygulama olmuştur. Şeker infüzyonun bu etkisi meyvelerdeki hücreler arası boşlukların şeker çözeltisi ile dolması sonucunda oksijenin o bölgelere difüze olamamasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Perez-Cabrera vd., 2011).

KA-SA ve KA-KB örneklerinde bir miktar azalma görülse de KA-T örneğinden farklı bulunmamıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.18. Vakum infüze kayısıların β-karoten miktarındaki değişimler

Isıl işlemlere karşı daha dayanıklı olan karotenoidler, içerdiği çift bağlar nedeniyle genellikle oksidasyona maruz kalarak bozulmaktadır. Otokatalitik oksidasyonla meydana gelen serbest radikallerle reaksiyona girerek kimyasal oksidasyona uğrayan karotenoidler diğer bir teoriye göre yağların hidroperoksidasyon tepkimesi sırasında lipoksigenaz aktivitesi sonucu oluşan enzimatik oksidasyon nedeniyle renkleri açılmaktadır (Acar ve Gökmen, 2005). Diğer taraftan meyvelerdeki karotenoidlerin parçalanmasında en fazla katalitik etki gösteren ve β-karoten degradasyonunu doğrudan ilerleten bileşenin peroksidaz enzimi olduğu bildirilmiştir (Chinprahast vd., 2013).

Yapılan çalışmalarda kurutma süresinin uzamasıyla hava akımı ile daha çok temas eden kayısılardaki β-karoten oksidasyonunun arttığı ve büyük oranlarda kayıplar yaşandığı bildirilmiştir (Karabulut vd., 2007; Ihns vd., 2011).

Son alışmalar kayısılardaki karotenoidlerin o-kinonların katıldığı ikincil reaksiyonlardan, yani enzimatik esmerleşmeden etkilendiğini göstermektedir. Bunun yanında trans yapıdaki β-karotenin fenol degradasyonunda potansiyel bir inhibitör olduğu da belirlenmiştir (De Rigal vd., 2000). Ancak bu çalışmadaki esmerleşme düzeyi verileri ile β-karoten içeriğı arasında bir ilişki kurulamamıştır.

Ameny vd. (1997) tarafından patateslerde Hunter L^* , a^* , b^* değerlerinin β-karoten miktarı ile ilişkisi incelenmiş ve b^* değeri ile β-karoten arasında yüksek korelasyon bulunduğu bildirilmiştir. Vİ uygulaması ile HH eşidinde bu iki değer için yüksek korelasyon ($r= 0.769$) bulunurken KA eşidinde daha düşük bir sonuç ($r= 0.503$) bulunmuştur.

Kurutulan meyvelerin besin kayıpları kurutma tekniğine ve şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Kurutma sırasında enzimlerin inaktif olmaması nedeniyle güneşte kurutmanın diğer yöntemlere göre daha fazla β-karoten ve C vitamini kaybına yol açtığı bildirilmiştir (Acar ve Gökmen, 2005). Bu çalışmada oluşan kayıpların kurutma sırasında gerçekleşen oksidasyondan kaynaklandığı düşünölmektedir. Bütün varyasyon kaynaklarının β-karoten miktarındaki değişimi önemli düzeyde etkilediğı belirlenmiştir (izelge 4.31).

Çizelge 4.31. β-karoten değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	β-karoten	
	F	P
eşit ()	667.38	0.000
Uygulama (U)	37.57	0.000
×U	19.70	0.000

İnfüzyon çözeltileri çeşide göre farklı sonuçlar vermiş olup sitrik asit uygulaması şeker infüzyonu kadar etkili olamamıştır. Ayrıca kuşburnu infüzyonunun KA eşidinde daha iyi koruma sağladığı belirlenmiştir.

4.9. Vakum İnfüzyonun Fenolik Bileşenler Üzerine Etkisi

Epidemiyolojik alışmalar flavonoid içeren gıdaların tüketilmesi ile birlikte kardiyovasküler hastalıklara ve kansere yakalanma riskinin azaldığını bildirmektedir.

Bu nedenle meyvelerdeki fenolik bileşenlerin belirlenmesi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır.

Kayısı örneklerinde gallik asit, neoklorojenik asit, klorojenik asit, kaffeik asit ve *p*-kumarik asidin yanında kateşin, epikateşin, prosiyanidin B2 ve rutin olmak üzere toplam 9 adet fenolik bileşen belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.32’de gösterilmiştir.

HH-T örneğinde en fazla rutin belirlenmiş olup bu bileşeni neoklorojenik asit takip etmiştir. KA-T örneğinde ise ilk sırayı klorojenik asit almıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan bazı çalışmalarla uyum gösterirken (Dragovic-Uzelac vd., 2007; Campbell vd., 2013c) Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşidinde belirlenen miktardan yüksek bulunduğu görülmüştür (Erdoğan ve Erdemoğlu, 2011; Kan ve Bostan, 2013).

Fenolik bileşenler genellikle hücre içi vakuollerde çözünmüş olarak yer alırken lignini oluşturan bazı küçük moleküller (flavonoidler ve ferulik asit esterleri) hücre duvarında bulunmaktadır. Meyvelerde çözünebilen, süspanse ve kolloidal formdaki fenoliklerin hücrede bulunma şekli ve hücre duvarı ile oluşturduğu kombinasyonlar bu bileşenlerin ekstraksiyonunu önemli düzeyde etkilemektedir (Robards vd., 1999). Ayrıca asit veya baz hidrolizi glikozidik veya esterifiye formdaki fenolikleri aglikon formuna dönüştürmektedir (Rommel ve Wrolstad, 1993; Robards vd., 1999). Bu nedenle fenolik bileşenleri belirlemek için kullanılan ekstraksiyon teknikleri deney sonuçlarını büyük oranda etkilemektedir (Erdoğan ve Erdemoğlu, 2011). Bu çalışmadaki sonuçların literatür değerlerine göre daha yüksek bulunmasının ekstraksiyon tekniği ve yürütücü faz farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

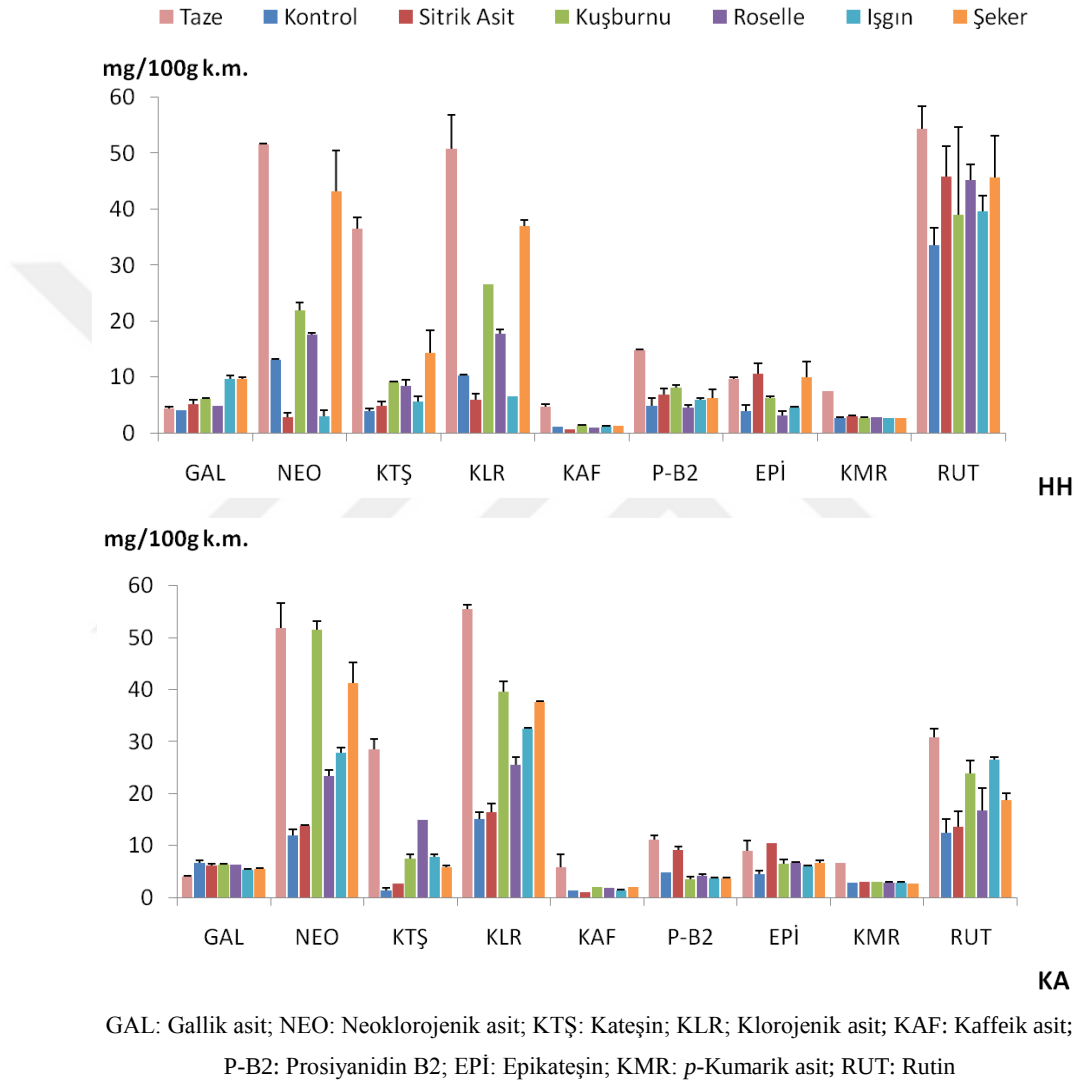
Kurutma ile birlikte kayısıların fenolik madde miktarında genel olarak bir azalma belirlenmiştir (Şekil 4.19). Güneşte kurutma sırasında meydana gelen enzimatik esmerleşme reaksiyonlarında fenolik bileşenlerin substrat olarak kullanıldığı bilinmektedir (Cemeroğlu ve Özkan, 2009). KA-C örneğindeki gallik asit miktarı dışındaki diğer bileşenlerin her iki kontrol örneğinde de azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.32. Hacıhaliloğlu ve Kabaası kayısı çeşitlerinde belirlenen fenolik bileşenler (mg/100g k.m.)

Hacıhaliloğlu									
Uygulamalar	Gallik asit	Neoklorojenik asit	Kateşin	Klorojenik asit	Kaffeik asit	Prosiyanidin-B2	Epikateşin	p-Kumarik asit	Rutin
HH-T	4.38±0.29 ^{ab}	51.55±0.23 ^e	36.54±2.01 ^d	50.81±6.08 ^e	4.78±0.35 ^c	14.73±0.15 ^c	9.71±0.20 ^b	7.56±0.01 ^c	54.30±4.14 ^b
HH-C	4.01±0.15 ^a	13.03±0.25 ^b	3.99±0.40 ^a	10.24±0.24 ^a	1.09±0.01 ^b	4.90±1.37 ^a	3.95±1.05 ^a	2.70±0.13 ^a	33.64±3.11 ^a
HH-SA	5.17±0.73 ^{bc}	2.85±0.79 ^a	4.90±0.73 ^{ab}	6.02±1.02 ^a	0.66±0.08 ^a	6.89±1.07 ^{ab}	10.67±1.79 ^b	2.99±0.15 ^b	45.76±5.46 ^{ab}
HH-KB	6.09±0.16 ^c	21.92±1.34 ^c	9.03±0.22 ^b	26.53±0.03 ^c	1.29±0.11 ^b	8.09±0.49 ^b	6.32±0.20 ^a	2.66±0.15 ^a	38.95±15.72 ^{ab}
HH-R	4.80±0.06 ^{ab}	17.66±0.22 ^{bc}	8.48±0.97 ^{ab}	17.82±0.65 ^b	0.95±0.00 ^{ab}	4.57±0.47 ^a	3.19±0.78 ^a	2.78±0.10 ^{ab}	45.19±2.78 ^{ab}
HH-I	9.74±0.60 ^d	2.97±1.06 ^a	5.66±0.94 ^{ab}	6.53±0.10 ^a	1.18±0.05 ^b	6.01±0.27 ^{ab}	4.59±0.14 ^a	2.76±0.00 ^{ab}	39.58±2.80 ^{ab}
HH-Ş	9.72±0.24 ^d	43.19±7.34 ^d	14.38±4.04 ^c	37.05±1.06 ^d	1.28±0.03 ^b	6.28±1.55 ^{ab}	10.05±2.81 ^b	2.62±0.03 ^a	45.73±7.37 ^{ab}
Kabaası									
Uygulamalar	Gallik asit	Neoklorojenik asit	Kateşin	Klorojenik asit	Kaffeik asit	Prosiyanidin-B2	Epikateşin	p-Kumarik asit	Rutin
KA-T	4.02±0.11 ^a	51.83±4.86 ^d	28.43±1.99 ^d	55.44±0.91 ^e	5.87±2.50 ^b	11.17±0.84 ^d	9.03±2.01 ^b	6.62±0.09 ^c	30.82±1.60 ^d
KA-C	6.63±0.58 ^c	12.03±1.10 ^a	1.31±0.47 ^a	15.04±1.41 ^a	1.34±0.06 ^a	4.83±0.01 ^b	4.52±0.71 ^a	2.79±0.09 ^a	12.43±2.67 ^a
KA-SA	6.16±0.32 ^c	13.79±0.14 ^a	2.60±0.16 ^a	16.46±1.55 ^a	0.97±0.11 ^a	9.06±0.69 ^c	10.40±0.12 ^b	2.98±0.01 ^b	13.60±2.92 ^a
KA-KB	6.27±0.14 ^c	51.55±1.67 ^d	7.46±0.87 ^b	39.63±2.00 ^d	2.03±0.04 ^a	3.55±0.45 ^a	6.55±0.76 ^a	3.01±0.03 ^b	23.91±2.49 ^{bc}
KA-R	6.39±0.00 ^c	23.31±1.29 ^b	14.93±0.06 ^c	25.49±1.57 ^b	1.86±0.07 ^a	4.11±0.32 ^{ab}	6.69±0.20 ^a	2.85±0.08 ^{ab}	16.83±4.24 ^a
KA-I	5.37±0.10 ^b	27.86±0.99 ^b	7.81±0.57 ^b	32.49±0.20 ^c	1.39±0.14 ^a	3.66±0.22 ^a	6.05±0.15 ^a	2.87±0.10 ^{ab}	26.58±0.41 ^{cd}
KA-Ş	5.43±0.22 ^b	41.22±3.94 ^c	5.86±0.36 ^b	37.56±0.13 ^d	1.95±0.11 ^a	3.67±0.10 ^{ab}	6.70±0.42 ^a	2.69±0.07 ^a	18.74±1.26 ^{ab}

Ortalamalar; ± standart sapmalar; Aynı sütunda farklı harflerle (a-e) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

Fenolik asitler günlük diyet içerisinde alınması önerilen en önemli bileşenler olarak bilinmektedir. Özellikle kafeik asit ve klorojenik asit gibi fenolik asit ve esterleri yüksek antioksidan özelliğine sahiptir. Genellikle hidroksile edilmiş sinamik asit türevlerinin benzoik aside göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Yang vd., 2001).



Şekil 4.19. Vakum infüze kayısıların fenolik bileşenlerindeki değişimler

Vakum infüze kayısıların fenolik asit içeriği incelendiğinde gallik asit miktarı dışındaki diğer bileşenlerde azalma görülmüştür. HH çeşidi vakum infüze kayısıların gallik asit değerleri kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. KA çeşidinde ise taze örneğe göre artış görülürken KA-I ve KA-Ş örnekleri KA-C örneğinden daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

Gallik asit, hidrolize edilebilir taninlerin bir parçası olup gallotaninlerin HCl gibi kuvvetli asitlerle hidrolizi sonrasında oluşmaktadır. Bununla birlikte hücresel bileşenlerin bozulması nedeniyle bağlı fenoliklerin salınımı mümkün görülmektedir. Benzer şekilde kayısı örneklerinin ekstraksiyonu sırasında kullanılan HCl nedeniyle gallik asidin bir miktar arttığı düşünülmektedir.

Dondurarak kurutulan çileklerde bağlı formdaki proantosiyantinlerin serbest hale geçmesi nedeniyle taze örneklerle göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (Wojdylo vd., 2009). Ancak kayısılarda sıcak hava akımı ve mikrodalga enerjisi ile kurutma yapılan bir çalışmada, gallik asit ve kaffeik asit değerlerinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Kurutma sırasında hızlı bir şekilde gerçekleşen fenolik bileşen degradasyonunun yüksek sıcaklık ve oksijenden kaynaklandığı bildirilmiştir (Igual vd., 2012).

Bir hidroksisinnamik asit esteri olan neoklorojenik asit, klorojenik asidin izomeri olup 5-O-kaffeoyilkuinik asit olarak da adlandırılmaktadır. Taze kayısı örneklerinde oldukça yüksek miktarda bulunan neoklorojenik asit KA-KB örneği dışında bütün örneklerde önemli miktarda azalmıştır ($P<0.05$). Özellikle HH-SA ve HH-I örneklerinde yaklaşık %94 oranında bir kayıp yaşanırken aynı uygulamaların KA örneklerinde bu oran daha düşük seviyelerde kalmıştır. Farklı sıcaklıklarda kurutulan eriklerde polifenol oksidaz aktivitesinin daha çok meyvelerin mezokarp tabakasında bulunan neoklorojenik asit üzerine etkili olduğu bilinmektedir (Del Caro vd., 2004).

Bununla birlikte Campbell vd. (2013c) tarafından yapılan çalışmada herhangi bir işlem uygulanmayan Hargrand ve Harlayne çeşidi kayısıların depolanmasını sırasında neoklorojenik asit miktarı sırasıyla 12.9 mg/100g ve 10.6 mg/100g olarak belirlenmiş olup 4 haftalık depolama sonunda bu bileşenin %24.5 ve %37.7 oranında azaldığı bildirilmiştir.

Esmerleşmede etkin rol oynayan neoklorojenik asit HH çeşidinde en fazla şeker uygulaması ile korunduğu görülürken, KA-KB örneğinde ise taze örneklerle aynı miktarda (51 mg/100g) olduğu belirlenmiştir. HH çeşidinde yalnızca HH-KB ve HH-Ş örnekleri kontrol örneğine göre istatistiksel olarak daha yüksek çıkarken, KA çeşidinde sitrik asit uygulaması dışındaki diğer uygulamalar KA-C örneğinden daha yüksek bulunmuştur. Her iki çeşitte de kuşburnu ve şeker infüzyonu ile neoklorojenik asidin daha iyi korunduğu görülmüştür.

Kaffeik ve kinik asidin bir esteri olan klorojenik asit, 5-O-kaffeoyilkuinik asit olarak ta bilinmektedir. Kayıslarda major fenolik bileşenlerden biri olan klorojenik asit, prosesle birlikte genel olarak azalma göstermiştir. HH çeşidinde en fazla kayıp %88.1 ile sitrik asit uygulamasında görülürken bunu %87.1 ile HH-I örneği takip etmektedir. Bu iki uygulama HH-C örneğinden daha düşük değerler olsa da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). KA çeşidinde ise en fazla kayıp KA-SA örneğinde görülmesine karşın, bütün uygulamalar KA-C örneğinden yüksek bulunmuştur.

Klorojenik asidin en fazla bulunduğu uygulamalar ise HH-Ş ve KA-KB örnekleridir. Yüksek konsantrasyonlu fruktoz çözeltisi ile Vİ uygulanan bir çalışmada şeftali dilimlerinin neoklorojenik ve klorojenik asit değişimleri dondurma ve normal daldırma uygulamalarına karşı incelenmiştir. Taze örneklerle göre düşüş gösteren bu bileşenler vakum sonrasında diğer iki uygulamaya göre daha yüksek bulunmuştur. Şeftalilerdeki fenolik bileşenlerin askorbik asit infüzyonu ile korunduğu bildirilmiş olup örneklerde görülen kayıpların muhtemelen daldırma çözeltisine geçmesi nedeniyle olduğu belirtilmiştir (Blanda vd., 2008c). Ancak sitrik asit infüzyonun bu bileşenler üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir.

Kateşin doğal bir antioksidan olup kayısların esmerleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Taze örneklerin kateşin miktarı Akbulut (2001) tarafından yapılan çalışmadaki Hacihaliloğlu ve Kabaası kayısları ile karşılaştırıldığında (18.7-7.8 mg/100g k.m.) uyumlu bulunmuştur.

Kurutma sonrasında kayısların kateşin miktarı %50-95 arasında azalmıştır. Bununla birlikte HH-SA dışındaki bütün örnekler kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. Kateşin oksidasyonu iki farklı aşamada gerçekleşir ve pH'ya bağlı olarak değişebilir. PFO enziminin kateşinle kıyaslandığında klorojenik asite karşı daha duyarlı olduğu bilinmektedir. Kurutulmuş armutlarda meydana gelen enzimatik esmerleşmeden bu iki bileşen sorumlu tutulmaktadır (Ferreira vd., 2002). Güneşte kurutma işlemi ile birlikte klorojenik asit ve kateşin miktarındaki kayıplar muhtemelen PFO ile enzimatik degradasyon sonrasında gerçekleşmektedir.

Pelese ve Cafona çeşidi kayıslarda yapılan iki farklı sıcaklıktaki kurutma sonrasında neoklorojenik asit ve klorojenik asit en fazla %26 oranında azalırken kateşin 55 °C'de neredeyse tamamı kayba uğramıştır. Kayıslardaki renk değerlerini karşılaştıran araştırmacılar, kurutma sıcaklığının düşürülmesi ile PFO aktivitesinin

arttığını belirtmişlerdir (Madrau vd., 2009). Diğer bileşenlere göre oldukça hassas olduğu bildirilen kateşin miktarı en fazla HH-Ş ve KA-R örneklerinde korunmuştur.

Çizelge 4.33'te bitki ekstraktları ile hazırlanan infüzyon çözeltilerine ait fenolik bileşen profili verilmiştir. Bu çözeltilerin infüzyonu ile HH-KB ve HH-R çeşidi kayısıların kateşin ve klorojenik asit değerleri HH-SA ve HH-I örneklerinden yüksek bulunsun da KA çeşidi için aynı durum gerçekleşmemiştir.

Çizelge 4.33. İnfüzyon çözeltilerine ait fenolik bileşenler (mg/100g)

Fenolik bileşenler	Kuşburnu pulpu	Roselle ekstraktı	Işgın suyu
Gallik asit	2.01±0.43	0.57±0.01	0.46±0.01
Katekol	2.28±0.17	-	0.13±0.00
Kateşin	1.09±0.08	4.21±0.71	0.37±0.04
Klorojenik asit	-	7.44±0.09	-
Kaffeik asit	-	0.46±0.00	-
Prosiyanidin-B2	-	0.58±0.01	1.30±0.03
Epigallokateşin gallat	0.18±0.11	0.35±0.09	1.66±0.03
Epikateşin	1.75±0.09	0.37±0.00	1.43±0.03
Rutin	1.49±0.12	0.40±0.00	0.28±0.04
Elajik asit	0.43±0.04	-	-
Naringin	0.44±0.21	0.41±0.16	-
Floridzin dihidrat	0.17±0.09	0.30±0.02	-
Protokateşik asit	1.32±0.42	26.33±3.62	-
4-dihidroksibenzoik asit	2.11±0.85	7.32±1.60	-
4-metil katekol	4.47±1.74	-	-
Sirinjik asit	-	0.70±0.00	0.64±0.01
Siyanidin-3-O-rutinozit	-	18.38±0.24	-
Malvidin glukozit	-	0.55±0.02	-
Pelargonidin rutinozit	-	10.98±0.19	-
Peonidin glukozit	-	0.18±0.01	-
Kampferol-3-O-glukozit	-	0.29±0.02	-

Ortalamalar; ± standart sapmalar.

Kayıslarda yaygın olarak tespit edilen kaffeik asit, taze örneklerde diğer bileşenlere göre daha düşük miktarlarda bulunmuştur. Akbulut (2001) Hacıhaliloğlu çeşidinde 2.08 mg/100g k.m., Kabaaşı çeşidinde ise 1.56 mg/100g k.m. kaffeik asit bulurken Kan vd. (2014) aynı çeşit kayıslarda daha düşük değerler (0.6-0.8 mg/100g k.m.) belirlemiştir.

Vakum infüze örneklerde ise kaffeik asidin azaldığı görülmüştür. HH-SA örneği diğer örneklerden daha düşük bulunmasına rağmen, uygulamalar kendi aralarında istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Benzer şekilde Igual vd. (2012)

hava akımı ve mikrodalga ile kurutma sonrasında %50'ye yakın kafeik asit kaybı tespit etmiştir. Dragovic-Uzelac vd. (2005) ise kayısı pulpu üretiminde kafeik asidin prosten oldukça fazla etkilendiğini bildirmiştir.

Prosiyanidin B2, epikateşinin 4 β -8 bağı ile bağlanması sonucu oluşan dimerik bir flavan-3-ol olup, kayılarda sık rastlanan bir B tipi proantosiyanidindir. Kan vd. (2014) tarafından kuru tarım uygulaması ile üretilen Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşidi kayılarda belirlediği prosiyanidin B2 miktarları (1.65-1.95 mg/100g k.m.) bu çalışmadaki taze örneklerle uyum göstermektedir. Kurutma sonrasında bütün kayılarda azalma görülürken HH-R örneği dışındaki diğer HH örnekleri kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. KA-KB ve KA-I örnekleri KA-C örneğinden düşük bulunurken KA-R ve KA-Ş örneklerindeki farklılıklar önemli görülmemiştir ($P>0.05$). Prosiyanidinler eşleşmiş oksidasyon reaksiyonlarına katılarak geri dönüşümsüz olarak azalmaktadırlar (Ferreira vd., 2002). Dolayısıyla bu bileşenin oksidasyona uğrayarak bütün örneklerde azaldığı düşünülmektedir.

Epikateşin, kateşinin *cis* konfigürasyondaki stereoisomeri olup oldukça güçlü bir antioksidan aktivite göstermektedir. Yapılan bir çalışmada Velika rana kayılarında major bileşen olarak (5.21 mg/100g) tespit edilmiştir (Dragovic-Uzelac vd., 2007).

Epikateşin miktarı taze örneklerinde birbirine çok yakın değerler alarak Hacıhaliloğlu (Kan ve Bostan, 2013) ve Kabaası kayılarında daha önce yapılan çalışmalarda (Erdoğan ve Erdemoğlu, 2011) değerlere benzer sonuçlar bulunmuştur. Kurutma sonrasında HH-SA, HH-Ş ve KA-SA örneklerinde taze örneklere göre bir miktar artış görülse de bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Diğer HH örneklerinde ise azalma görülmüştür. HH-C ve HH-R örneklerinin epikateşin değerleri birbirlerine yakın çıkarken HH-KB örneği diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Vakum infüze KA örnekleri ise KA-C örneğine göre yüksek değerler alırken HH-KB örneğinde olduğu gibi herhangi bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$).

Osmotik sukroz çözeltisine daldırılan model bir gıdanın (agar-agar jel ve sukroz karışımı) hava akımında kurutulması ile birlikte eşzamanlı olarak flavan-3-ol dimerleri azalırken hidroksibenzoik asitlerle birlikte kateşin ve epikateşin miktarında artış görülmüştür. Bu mekanizma ise polimerize fenoliklerin termal degradasyonu veya bağlı fenoliklerin serbest hale geçmesi ile açıklanmaktadır (Rózek vd., 2010).

Benzer şekilde sitrik asit ve şeker uygulamaları sonrasında epikateşin miktarındaki kısmi artışın bu nedenle meydana geldiği düşünülmektedir.

p-Kumarik asit lignini oluşturan major bileşenlerden biri olup kayısılarda sık rastlanılan bir hidroksisinnamik asittir. Aynı çeşitlerde yapılan daha önceki çalışmalara göre (Akbulut, 2001; Erdoğan ve Erdemoğlu, 2011; Kan vd., 2014) daha yüksek bulunan HH-T ve KA-T örnekleri, Ananas çeşidi kayısılarla benzer miktarlarda (2.19 mg/100g k.m.) bulunmuştur (Dragovic-Uzelac vd., 2005). Kurutma sonrasında ise tüm örneklerin *p*-kumarik asit miktarı azalmıştır. HH-SA, KA-SA ve KA-KB örnekleri diğer örneklerden yüksek bulunurken diğer örneklerin KA-C ile aralarındaki fark önemli bulunmamıştır.

Rutin kayısılarda en fazla miktarda bulunan fenolik bileşenlerden birisidir. Yapılan *in vitro* ve deney hayvanı çalışmalarında birçok fenolik bileşene göre daha güçlü antioksidan aktivite gösteren rutin aynı zamanda antimikrobiyal özelliğe de sahip olduğu bilinmektedir. Vücutta C vitamini etkinliğinin artmasına yardımcı olan rutin damarları güçlendirerek kanamaları önleyici etkiye sahip bir biyoflavonoiddir (Van der Watt ve Pretorius, 2001). Bu nedenle kayısılardaki rutin miktarının ayrı bir önem kazandığı düşünülmektedir.

Rutin HH-T örneğinde en yüksek değerdeki bileşen olurken KA-T örneğinde 3. sırada yer almaktadır. Aynı kayısı çeşitleri için Kan vd. (2014) tarafından da benzer sonuçlar (39.4-66.4 mg/100g k.m.) belirlenmiştir. VI prosesinin HH kayısılarındaki rutin miktarı üzerinde olumlu etkileri görülmüştür. Kontrol örneğindeki azalma taze örneğe göre anlamlı ($P<0.05$) bulunurken diğer örnekler istatistiksel olarak farklı görülmemiştir. HH-SA, HH-R ve HH-Ş örnekleri ise taze örneğe en yakın değerleri (45 mg/100g) almışlardır.

KA-C ve KA-SA örneklerinde KA-T'deki rutin miktarının %50'sinden fazlası kayba uğrarken KA-KB ve KA-I örneklerinde taze örneğe daha yakın sonuçlar bulunmuştur. KA-R ve KA-Ş örneklerindeki azalma ise önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Flavonoller polifenol oksidaz enzimi için doğrudan bir substrat olmamakla birlikte sıcaklığa karşı dayanıksız bileşiklerdir (Del Caro vd., 2004). Bununla birlikte 3-glikozidik bağların 4'-glikozidik pozisyonuna göre sıcaklığa daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Rohn vd., 2007). Bunu destekler nitelikteki bir çalışmada sıcak hava akımı (75 °C) ile kurutulan kayısılarda bulunan rutin miktarının yaklaşık %90 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Madrau vd., 2009).

Elma kabuğunda bulunan kuersetin glikozitleri ile Vİ uygulanan elma dilimlerine farklı kurutma teknikleri kullanılmış olup sıcak hava ile kurutmayla karşılaştırıldığında dondurarak kurutma ve mikrodalga kurutmanın bu bileşenlerin stabilitesi açısından daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Özellikle kuersetin-3-O-galaktozit miktarında %75'e varan bir koruma sağlandığı tespit edilmiştir (Schulze vd., 2014). Bu çalışmada ise biyoaktif bir bileşen olan rutin açısından önceki çalışmalara göre daha iyi bir koruma sağlandığı düşünülmektedir.

Sitrik asit uygulaması ile kayısılardaki toplam fenolik bileşenlerin HH-SA örneğinde %63.3'ü, KA-SA örneğinde ise %61.3'ü azalmıştır. Sitrik asit uygulamasında oluşan kayıpların, fenolik bileşenlerin meyveden infüzyon çözeltisine geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuşburnu pulpunda bulunan katekol, floridzin dihidrat, protokateşik asit, 4-dihidroksibenzoik asit, 4-metil katekol ve ellajik asit gibi bileşenler kayısı örneklerinde tespit edilememiştir. Orta nemli kayısıların değerlendirildiği bu çalışmada bazı bileşenlerin penetrasyonu sağlanmış olsa dahi kurutma ile oksidasyona uğradığı düşünülmektedir (Tsai vd., 2002). Bununla birlikte HH-KB örneklerindeki kayıp oranı (%48.4) KA-KB örneklerine (%27.5) göre daha yüksek bulunurken her iki uygulama da kontrol örneklerinden yüksek bulunmuştur.

Schulze vd. (2012), elma suyuna eklenen elma kabuğu flavonoidleri ile hazırlanan infüzyon çözeltisinin °Briks değeri hipertonikten hipotoniğe doğru azaldıkça elma dilimlerine infüze edilen flavonoid miktarlarının arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada çözelti 13 °Briksten 0.3 °Brikse düştüğünde özellikle kuersetinin galaktozit ve arabinozit formları yaklaşık 2.5 kat artış gösterirken kuersetinin aglikon formu için aynı durum oluşmamıştır.

Buna karşın roselden meyve dokusuna penetrasyonu öngörülen protokateşik asit ve siyanidin-3-O-rutinozit gibi yüksek konsantrasyona sahip fenolikler ne HH-R ne de KA-R örneklerinde tespit edilebilmiştir. Vİ sonrasında kayısıların çözeltiye temas eden yüzeylerinde açık şekilde görülen kırmızı rengin antosiyaninlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan roselle uygulamasından sonra taze KA örneğinden alınan 2 mm derinliğindeki kabuk, orta ve iç kısımların fenolik profilleri incelenmiş ve roselleye özgü bir bileşene rastlanmamıştır. Önemli biyoaktif bileşenlerden olan antosiyaninler esasen stabil bir yapı göstermemekle beraber kolayca oksidasyona uğrayabilmektedir (Serradilla vd., 2011). Antosiyaninlerin renk stabilitesinin artması için moleküllerin kendiliğinden birleşmesi veya diğer

flavonoidlerle kovalent olmayan bağ kurmasının yanında piranoantosiyenin veya polimerik antosiyenin formunu almaları gerekmektedir (He vd., 2010).

Kayısı örneklerinde roselleye ait antosiyaninlerin (Çizelge 4.32) Vİ sonrasında yalnızca yüzeyde kalarak hızlı bir şekilde oksidasyona uğradığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, roselle ekstraktı ile HH örneklerinin fenolik bileşen toplamında kontrol örneğine göre %45.0 oranında bir koruma sağlanırken bu oran KA-R örneğinde %52.7'ye yükselmiştir. Roselle infüzyonu sonrasında her iki çeşit için de kontrol örneğinden daha iyi bir profil sergilediği söylenebilir.

Işgın suyu infüzyonu ile HH örnekleri için toplamda %66.2 azalma görülürken KA-I örneğinde bu değer %41.2 olarak bulunmuştur. Işgın ekstraktında belirlenen epigallokateşin gallat ve sirinjik asit, kayısı örneklerinde tespit edilememiştir. KA-I örneği ise HH-I örneğine göre major bileşenler olan neoklorojenik asit, klorojenik asit ve rutin bakımından daha iyi koruma sağlamıştır.

Birçok araştırmacı tarafından viskoz çözeltilerin meyve porlarına daha zor nüfuz ettiği bildirilmiştir (Mujica-Paz vd., 2003b; Guillemin vd., 2008). Schulze vd. (2012), viskozitenin infüzyona etkisini incelemek için farklı konsantrasyonlarda pektin çözeltilerini değerlendirmiş ve viskozite artışıyla elmalardaki fenolik madde infüzyonunun azaldığını tespit etmiştir. Ayrıca saf suyun kuersetin türevleri penetrasyonunu elma suyuna göre yaklaşık 2 kat artırdığı bildirilmiştir.

Vİ tekniği ile elma parçacıklarına pektin metil esteraz (PME) enzimi ve klor emdirilen diğer bir çalışmada çözelti viskozitesinin etkisi incelenmiştir. Hem viskoz hem de non-viskoz hipertonic çözeltilerdeki katı bileşenler meyve içerisine homojen bir şekilde infüze olurken viskoz hipotonik çözeltinin penetrasyonu çok daha düşük seviyelerde kalmıştır. Elma küplerinin sadece 2 mm derinliğindeki dış yüzeyinde PME ve klor tespit edilmiştir. (Guillemin vd., 2008). Bu çalışmada ise çözelti viskozitesinin etkisi incelenmemiştir.

Farklı kurutma teknikleri uygulanan elmalarda zeytin yaprağı ekstraktı ile Vİ gerçekleştirilmiş ve fenolik bileşenlerin infüzyonu incelenmiştir. Sıcak hava akımı ile kurutmanın dondurarak kurutmaya göre özellikle oleuropein (6.7-1928.0 mg/100g) açısından daha iyi infüzyon sağladığı bildirilmiştir (Ahmad-Qasem vd., 2015). Buna göre kayıslara fenolik madde infüzyonunu artırmak için Vİ öncesi kısmi kurutma uygulanabileceği düşünülmektedir.

Şeker infüzyonu ile HH-Ş örneğinde fenolik bileşenlerin %72.7'si korunarak bütün örneklerden daha iyi bir sonuç alınmıştır. KA-Ş örneğinde ise bu değer %64.1

olarak belirlenmiş ve fenolik bileşenler açısından KA-KB örneğinden sonraki en iyi uygulama olmuştur. HH-Ş örneği sonrası neoklorojenik asit ve klorojenik asit miktarları diğer örneklerden yüksek bulunurken rutin miktarı HH-SA ve HH-R örnekleri ile yakın değerleri almıştır. Hipertonik özellikteki şeker çözeltisinin hem HH hem de KA çeşidi için iyi sonuçlar vermesi çözelti derişiminden veya şekerlerin koruyucu özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Torreggiani, 1993; Rózek vd., 2010).

Vİ sonrasında fenolik bileşenlerdeki değişime etki eden varyasyon kaynakları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34. Fenolik bileşenlerin istatistiksel analiz sonuçları

Fenolik Bileşenler	Varyasyon Kaynakları					
	Çeşit (Ç)		Uygulama (U)		Ç×U	
	F	P	F	P	F	P
Gallik asit	16.06	0.001	50.36	0.000	65.14	0.000
Neoklorojenik asit	90.33	0.000	150.44	0.000	22.17	0.000
Kateşin	14.93	0.002	200.24	0.000	13.87	0.000
Klorojenik asit	175.09	0.000	247.57	0.000	18.79	0.000
Kaffeik asit	5.38	0.036	20.43	0.000	0.26	0.945
Prosiyanidin-B2	34.48	0.000	69.83	0.000	9.80	0.000
Epikateşin	0.23	0.638	17.84	0.000	3.33	0.030
p-Kumarik asit	1.30	0.272	1302.00	0.000	21.25	0.000
Rutin	122.77	0.000	4.45	0.010	1.64	0.207

Buna göre epikateşin ve p-kumarik asit dışında diğer bileşenler üzerine çeşit ve uygulamanın etkili olduğu görülmüştür. Ç×U interaksiyonunda ise yalnızca kaffeik asit ve rutin miktarındaki değişimler önemli görülmezken diğer bileşenler önemli bulunmuştur.

4.10. Vakum İnfüzyonun Uçucu Bileşenler Üzerine Etkisi

Meyve aroması, uçucu bileşenlerin farklı oranlarda bulunması ile meydana gelmektedir. Ayrıca meyveler arasındaki duysal farklılığı gösteren en belirgin faktör olan aroma bileşenleri, meyve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Meyvelerde bulunan alifatik esterler, alkoller, asitler ve karbonil gruplar gibi uçucu bileşenler genellikle linoleik ve linolenik asidin oksidatif degradasyon türevleri olduğu bilinmektedir (Reineccius, 2006).

Kayısılardaki aroma profilinin tüketici beğenisinde oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır (Azodanlou vd., 2003; Gokbulut ve Karabulut, 2012). Özellikle benzaldehit, linalool ve esterler kayısıların karakteristik aromasını oluşturan uçucu bileşenlerdir (Özel ve Göğüş, 2010).

Vİ işlemi sonrasında aroma profilindeki değişimler sıcaklık, basınç, çözelti/meyve oranı, çözelti türü ve konsantrasyonu gibi değişkenlere bağlıdır (Blanda vd., 2008b). Vİ yöntemi ile meyvelerde bulunan porların çözelti ile dolması sonrasında muhtemelen ya uçucu bileşenlerin infüzyon çözeltisi ile seyreltilmesi ya da aromatik algılamayı azaltması nedeniyle aroma kaybı oluşmaktadır (Igual vd., 2008). Ayrıca meyvelere ısı işlem uygulandığında çoğu kez orijinal uçucu bileşenler azalmaktayken aynı zamanda doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonu ve termal bozulmanın yanında esmerleşme reaksiyonları veya karamelizasyon sonucunda yeni bileşenler oluşmaktadır. Örneğin Maillard reaksiyonu ile düşük algılanma eşiğine sahip olan 3500'den fazla aroma bileşeni tespit edilmiştir. Bu maddeler, kurutulmuş ürünlerin aromasını olumsuz etkilemekteyken, lezzeti zenginleştiren ionon, dekalakton ve butil asetat gibi bazı doğal bileşenlerin oluşması nedeniyle için arzu edilebilmektedir (Kerler ve Winkel, 2002; Reineccius, 2006; Göğüş vd., 2007).

HH çeşidi kayısılarına ait uçucu bileşenler Çizelge 4.35'te, KA çeşidi ise Çizelge 4.36'da verilmiştir. Tüm uygulamalar sonrasında HH çeşidine toplam 71, KA çeşidinde ise 66 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Bu bileşenler; aldehitler, ketonlar, esterler, furan bileşikler, alkoller, terpenler, norizoprenoidler ve asitler olmak üzere 8 grupta toplanmıştır.

4.10.1. Aldehitler

Aldehitler genellikle bitki hücrelerinde amino asitlerin Strecker degradasyonu veya alkol dehidrogenaz enzimi katalizörlüğünde alkollerin dönüşümü ile oluşan bileşiklerdir. Ayrıca hücre membranının zarar görmesi ile açığa çıkan lipitler, aldehit ve alkollerin oluşumunda substrat olarak kullanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonlu aldehitler keskin bir kokuya sahipken düşük miktarlarda bulunduğunda güçlü bir aroma algısı uyandırabilmektedir. Aldehitler, meyve ve çimen kokusunu andıran uçucu fraksiyonların en baskın bileşenleridir. Aldehitler kayısılar için oldukça önemli bileşenlerdir (Roshchina ve Roshchina, 1993; Greger ve Schieberle, 2007).

Çizelge 4.35. Hacıhaliloğlu çeşidi kayısıların uçucu bileşenleri (µg/kg)

	R.I.*	HH-T	HH-C	HH-SA	HH-KB	HH-R	HH-I	HH-Ş
Aldehitler (16)								
Asetaldehit	738	5.31±0.48 ^a	13.33±2.59 ^{bc}	8.64±1.11 ^{ab}	25.06±7.16 ^{bc}	18.02±4.81 ^c	31.36±0.49 ^d	11.60±1.85 ^{abc}
2-Metilbutanal	929	0.94±0.20 ^a	2.96±1.36 ^b	-	1.73±0.74 ^a	1.48±0.12 ^a	1.23±0.12 ^a	3.83±0.74 ^b
3-Metilbutanal	933	1.28±0.11 ^{ab}	6.79±2.96 ^{cd}	-	4.32±1.73 ^{ab}	3.21±0.86 ^{ab}	4.20±1.73 ^{bc}	9.01±1.36 ^d
Pentanal	990	2.82±0.42 ^a	4.69±1.48 ^a	46.54±5.68 ^d	8.15±2.22 ^a	17.65±1.48 ^c	13.46±1.98 ^{bc}	8.64±2.59 ^{ab}
Hekzanal	1070	145.60±12.96 ^c	55.31±12.72 ^a	233.94±9.14 ^d	98.76±12.72 ^{ab}	128.76±9.26 ^c	109.99±19.01 ^c	104.69±10.62 ^{bc}
(E)-2-Pentenal	1123	1.68±0.44 ^a	2.72±2.35 ^a	14.57±5.31 ^b	3.60±2.13 ^a	10.86±7.53 ^{ab}	5.68±2.47 ^{ab}	4.94±0.62 ^a
Heptanal	1180	8.30±0.91 ^a	10.37±5.93 ^a	27.53±3.83 ^b	14.44±1.11 ^a	15.43±4.44 ^a	15.80±2.84 ^a	9.63±0.99 ^a
(E)-2-Hekzenal	1214	222.17±19.88 ^d	32.34±19.38 ^a	20.49±8.27 ^a	92.09±9.26 ^{ab}	111.85±24.20 ^{bc}	144.44±19.63 ^c	64.19±2.35 ^{ab}
Oktanal	1284	8.46±0.43 ^a	10.37±3.21 ^{ab}	23.09±1.60 ^c	16.42±0.37 ^{ab}	11.36±1.60 ^{ab}	18.76±4.32 ^{bc}	10.37±4.32 ^{ab}
(E)-2-Heptenal	1322	3.26±0.55 ^{ab}	1.97±1.11 ^{ab}	-	9.01±1.48 ^b	22.71±4.44 ^d	-	14.07±0.74 ^c
Nonanal	1390	8.18±0.43 ^a	11.73±7.04 ^{ab}	40.62±0.62 ^c	27.41±5.43 ^{abc}	33.21±5.80 ^{abc}	37.04±21.36 ^{bc}	20.62±10.12 ^{abc}
(E,E)-2,4-Hekzadienal	1412	2.52±0.59 ^{ab}	-	14.81±3.33 ^c	2.80±1.67 ^{ab}	5.43±0.62 ^{ab}	9.88±7.90 ^{bc}	3.46±0.49 ^{ab}
(E)-2- Oktanal	1429	3.84±0.89 ^{ab}	2.72±1.73 ^a	31.48±8.02 ^d	12.84±2.59 ^{abc}	17.65±4.32 ^c	16.54±10.00 ^{bc}	10.86±0.12 ^{abc}
(E,E) 2,4-Heptadienal	1463	8.57±1.41 ^a	19.95±17.90 ^{ab}	17.22±8.41 ^{ab}	60.09±3.58 ^{abc}	84.19±18.39 ^{bc}	94.56±63.95 ^c	94.07±3.21 ^c
Dekanal	1492	2.98±0.92 ^{ab}	-	28.15±5.18 ^c	-	7.90±0.49 ^b	8.27±2.35 ^b	-
Benzaldehit	1529	1.28±0.25 ^a	2.10±1.60 ^a	6.17±2.35 ^{ab}	5.06±0.12 ^{ab}	5.93±0.37 ^{ab}	10.49±6.91 ^b	5.06±1.11 ^{ab}
Toplam Aldehit		427.19	177.35	513.25	381.78	495.64	521.7	375.04
Ketonlar (5)								
2-Pentanon	987	4.25±0.69 ^a	10.37±2.72 ^b	-	5.93±0.62 ^a	-	-	-
4-Oktanon	1220	13.20±0.43 ^{ab}	10.25±1.73 ^{ab}	3.95±0.62 ^a	12.22±0.12 ^{ab}	9.51±3.21 ^{ab}	19.13±11.60 ^b	9.51±1.11 ^{ab}
Asetoin	1280	-	69.26±20.49 ^c	-	29.75±3.21 ^{ab}	16.30±10.00 ^{ab}	26.91±1.48 ^b	5.80±1.36 ^{ab}
6-Metil-5-hepten-2-on	1333	9.11±1.22 ^a	7.41±3.21 ^a	10.99±2.96 ^a	22.47±3.95 ^a	11.23±4.81 ^a	14.07±3.58 ^a	10.25±0.12 ^a
γ-Butirolakton	1639	0.79±0.01 ^a	11.85±4.81 ^b	21.60±4.57 ^c	5.31±0.12 ^{ab}	3.09±0.99 ^a	6.67±5.18 ^{ab}	4.32±1.11 ^{ab}
Toplam Keton		27.35	109.14	36.54	75.68	40.13	66.78	29.88
Esterler (13)								
Metil asetat	840	2.33±0.22 ^a	18.39±9.14 ^b	2.96±0.49 ^a	6.42±0.49 ^a	3.58±0.62 ^a	6.30±2.10 ^a	4.81±0.37 ^a
Etil asetat	909	4.39±0.03 ^a	22.34±7.28 ^{bc}	59.63±2.96 ^d	35.06±12.96 ^c	20.37±4.32 ^{bc}	18.89±4.07 ^b	34.07±10.74 ^c
2-Metilpropil 2-metil propanoat	1079	8.72±0.37 ^b	6.67±0.25 ^{ab}	-	5.19±2.63 ^{ab}	5.78±2.22 ^{ab}	10.47±7.16 ^b	5.34±0.41 ^{ab}
Metil 2- metilpentanoat	1086	5.15±0.32 ^{ab}	9.37±5.26 ^b	-	4.82±3.95 ^{ab}	5.15±2.92 ^{ab}	6.52±0.43 ^{ab}	7.83±0.50 ^{ab}
1-Metil etil pentanoat	1124	7.95±0.29 ^{ab}	-	-	5.60±3.32 ^b	-	6.20±1.62 ^{bc}	9.67±0.42 ^c
Butil izobutirat	1138	5.79±0.18 ^{ab}	4.64±0.74 ^{ab}	-	3.71±0.12 ^a	4.20±2.22 ^a	7.41±0.99 ^b	3.83±0.12 ^a

Çizelge 4.35. (devam)

	R.I.*	HH-T	HH-C	HH-SA	HH-KB	HH-R	HH-I	HH-S
2-Metilpropil butanoat	1154	4.30±1.68 ^b	4.52±0.93 ^b	-	2.52±1.51 ^{ab}	10.62±2.22 ^c	-	3.24±0.12 ^b
Butil butanoat	1211	-	2.35±0.62 ^a	-	2.96±0.12 ^a	-	-	-
Etil hekzanoat	1227	-	1.48±0.74 ^a	-	2.59±0.86 ^a	1.60±0.62 ^a	2.59±0.49 ^{ab}	3.46±0.74 ^b
2-Metilpentil pentanoat	1296	65.69±3.36 ^b	57.03±10.25 ^{ab}	14.57±0.49 ^a	93.70±5.43 ^b	71.23±22.84 ^b	71.60±11.48 ^b	74.93±1.73 ^b
1,1-Dimetilpropil hekzanoat	1298	65.56±9.32 ^{ab}	59.50±12.22 ^{ab}	16.79±0.25 ^a	93.70±5.93 ^{ab}	69.50±28.52 ^{ab}	99.62±38.39 ^b	69.75±8.15 ^{ab}
(E)-2-Hekzenil asetat	1326	1.14±0.21	-	-	-	-	-	-
Butil 2-etilhekzanoat	1437	34.53±4.48 ^{ab}	34.44±11.85 ^{ab}	-	77.44±69.90 ^{ab}	90.98±42.59 ^b	-	35.39±4.81 ^{ab}
Toplam Ester		205.55	220.73	93.95	333.71	283.01	229.60	252.32
Furan Bileşikleri (4)								
2-Etil furan	988	-	-	-	-	1.60±0.37	-	-
2,5-Dietil furan	1057	-	-	5.56±2.35	-	-	-	-
2-Pentil furan	1204	-	-	11.36±1.73 ^b	1.98±0.49 ^a	2.72±1.48 ^a	2.47±0.99 ^a	-
3,4-Dimetil-2,5-furandion	1735	-	-	2.84±0.86	-	-	-	-
Toplam Furan Bileşikleri		-	-	19.76	1.98	2.16	2.47	-
Alkoller (12)								
Etanol	959	38.53±5.45 ^a	180.48±26.17 ^{ab}	449.60±38.89 ^{cd}	228.67±112.93 ^b	327.51±61.60 ^{bc}	227.02±47.28 ^b	488.24±72.71 ^d
1-Butanol	1130	-	30.86±4.20 ^a	-	-	-	-	-
1-Pentanol	1219	-	-	10.74±4.07 ^a	-	-	-	-
2-Metil-1-pentanol	1256	4.87±0.29 ^{bc}	4.00±1.03 ^{bc}	-	-	-	2.96±2.96 ^{ab}	6.17±0.99 ^c
2-Propil-1-heptanol	1291	13.18±0.67 ^a	13.58±3.21 ^a	3.70±0.49 ^a	20.74±0.25 ^a	14.07±6.91 ^a	15.68±5.43 ^a	14.44±1.98 ^a
(E)-2-Penten-1-ol	1307	0.94±0.88 ^a	3.21±2.22 ^a	6.17±0.99 ^a	5.06±0.62 ^a	4.07±1.11 ^a	12.22±11.60 ^a	3.33±0.37 ^a
1-Hekzanol	1340	22.51±3.24 ^c	9.14±5.68 ^{ab}	6.54±0.62 ^a	11.36±3.95 ^a	16.79±2.96 ^{bc}	19.26±4.81 ^c	10.12±0.99 ^{ab}
(Z)-3-Hekzen-1-ol	1368	2.21±0.43 ^a	-	-	-	-	1.98±0.62 ^a	-
(E)-2-Hekzen-1-ol	1393	36.42±4.49 ^b	-	-	-	-	19.01±16.42 ^a	-
1-Okten-3-ol	1432	-	-	138.02±22.34	-	-	-	-
2-Etil-1-hekzanol	1477	10.48±3.33 ^{ab}	9.75±6.91 ^{ab}	14.94±7.28 ^{ab}	13.33±5.43 ^{ab}	13.58±6.79 ^{ab}	22.84±9.63 ^b	4.20±2.84 ^a
(E)-2-Okten-1-ol	1601	-	-	11.48±9.14 ^b	1.73±0.37 ^a	4.20±0.25 ^{ab}	1.98±1.11 ^a	3.21±0.12 ^{ab}
Toplam Alkol		124.61	250.97	641.19	280.89	380.22	322.95	529.71
Terpen ve terpineoller (14)								
β-Pinen	1100	1.36±0.03 ^{ab}	0.96±0.37 ^{ab}	-	0.86±0.12 ^{ab}	-	3.11±2.96 ^b	0.92±0.25 ^{ab}
β-Fellandren	1110	2.98±0.00 ^b	4.29±0.12 ^c	-	2.10±1.19 ^b	2.82±0.12 ^b	2.35±0.17 ^b	4.14±0.14 ^c
β-Mirisen	1125	2.67±0.13 ^{bc}	-	4.07±1.85 ^c	2.22±0.49 ^{ab}	-	-	-

Çizelge 4.35. (devam)

	R.I.*	HH-T	HH-C	HH-SA	HH-KB	HH-R	HH-I	HH-S
Limonen	1194	42.94±0.35 ^a	36.91±7.41 ^a	162.21±53.82 ^b	51.23±0.74 ^a	49.75±1.48 ^a	42.96±0.74 ^a	45.68±16.91 ^a
1,8-Sineol	1205	1.50±0.09 ^{ab}	3.21±1.11 ^b	-	1.48±0.25 ^{ab}	-	2.72±2.10 ^b	-
γ-Terpinen	1240	0.75±0.10 ^{ab}	-	-	1.11±0.25 ^b	1.36±0.49 ^b	-	-
p-Simen	1268	2.55±0.35 ^a	2.35±0.62 ^a	-	3.46±0.37 ^a	2.72±1.23 ^a	4.20±0.99 ^a	2.35±0.49 ^a
Teaspiran A	1511	1.62±1.43 ^a	2.22±1.85 ^a	10.49±0.99 ^c	5.80±1.60 ^{ab}	7.41±1.11 ^{bc}	5.56±3.95 ^{ab}	4.32±1.60 ^{ab}
Linalool	1533	8.46±2.51 ^a	23.70±15.18 ^{ab}	249.37±32.84 ^c	74.44±18.64 ^{ab}	46.05±6.54 ^{ab}	44.69±18.76 ^{ab}	62.34±8.52 ^b
Teaspiran B	1548	2.11±0.74 ^a	3.31±2.84 ^{ab}	17.78±3.33 ^d	11.60±3.46 ^{bc}	12.14±2.84 ^{bcd}	13.49±7.53 ^{cd}	8.02±2.96 ^{abc}
β-Siklositral	1629	6.64±2.08 ^{ab}	2.72±1.98 ^a	5.18±1.73 ^{ab}	-	-	13.21±8.76 ^b	-
α-Terpineol	1691	0.83±0.12 ^a	4.69±4.07 ^a	47.40±12.35 ^b	8.76±0.62 ^a	5.93±1.36 ^a	6.17±3.95 ^a	7.04±0.86 ^a
Nerol	1788	-	-	7.65±1.85 ^c	-	-	2.59±1.85 ^b	0.99±0.25 ^a
Jeraniol	1831	-	-	21.36±7.41 ^c	-	-	9.38±5.18 ^b	1.48±0.37 ^{ab}
Toplam terpen ve terpeneoller		74.41	84.44	525.51	163.06	128.16	150.38	137.41
Norizoprenoidler (3)								
Dihidro-β-ionon	1838	6.41±0.95 ^b	2.35±2.35 ^{ab}	-	6.54±0.25 ^b	3.09±0.25 ^{ab}	4.20±2.59 ^{ab}	3.21±0.37 ^{ab}
β-İonon	1942	7.37±1.55 ^b	5.93±5.56 ^{ab}	3.95±1.60 ^{ab}	3.54±2.14 ^{ab}	19.51±0.99 ^c	5.18±3.58 ^{ab}	-
Dihidro-β-ionol	1959	-	8.39±9.01 ^a	-	2.10±0.12 ^a	-	10.12±8.89 ^a	4.07±0.86 ^a
Toplam Norizoprenoid		13.28	16.67	3.95	13.70	22.60	19.50	7.28
Uçucu Asitler (4)								
Asetik asit	1433	-	540.10±177.75 ^{bc}	-	471.60±287.65 ^b	-	818.35±330.25 ^c	100.05±0.17 ^{ab}
Butanoik asit	1611	-	188.90±85.20 ^b	-	-	9.25±1.25 ^a	-	-
2-Metilbutanoik asit	1655	-	28.51±16.67 ^a	-	-	-	22.34±12.48 ^a	-
Hekzanoik asit	1828	41.96±2.27 ^a	62.95±40.75 ^a	53.10±11.10 ^a	42.60±3.10 ^a	25.90±3.70 ^a	58.00±24.05 ^a	28.40±1.85 ^a
Toplam Asit		41.96	791.95	53.10	514.20	35.15	876.45	128.45
TOPLAM		914.35	1651.25	1887.25	1765.00	1387.07	2189.83	1460.09

Ortalamalar; ± standart sapmalar. Aynı satırda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

* Alınım indeksi (Retention Index, RI) C8-C20 alkan serisi ile DB-Wax (60 m, 0.25 mm, 0.4 µm) kolonda oluşturulmuştur.

Vakum infüzyonun aldehitler üzerinde olumlu etkileri görülmüştür. HH çeşidinde toplam 16, KA çeşidinde ise 15 aldehit belirlenmiş olup bunların içinde en fazla hekzenal ve (E)-2-hekzenal bulunmaktadır. Bu bileşenler metabolizmada lipoksigenaz yoluyla oluşmaktadır (Zhang vd., 2007). HH-T örneğinde 145.60 µg/kg hekzenal ve 222.17 µg/kg (E)-2-hekzenal belirlenirken KA-T örneğinde sırasıyla 93.42 µg/kg ve 210.16 µg/kg miktarında bulunmuştur. Diğer aldehitler ise bu bileşenlere kıyasla daha düşük oranlarda belirlenmiştir. Kayıslarda oldukça fazla bulunan bu bileşenler karakteristik taze ot ve çimen kokusunu vermektedirler.

Daha önceki çalışmalarda sıvı ekstraksiyonu ve (Cabaroğlu vd., 2009) ve Tepe Boşluğu-Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği (Gokbulut ve Karabulut, 2012) kullanılarak Hacıhaliloğlu ve Kabaaşı çeşitlerinin aroma bileşenleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmalardaki hekzenal ve (E)-2-hekzenal miktarının mevsimsel faktörlerden veya ekstraksiyon koşullarından kaynaklanan bazı farklılıklarla birlikte bu tezde elde edilen sonuçlara yakın değerler aldığı görülmüştür.

HH-SA örneği en yüksek hekzenal içeriğine sahip olurken aynı zamanda en fazla (E)-2-hekzenal kaybına neden olan uygulama olmuştur. En düşük hekzenal içeriği HH-C ve HH-KB örneklerinde görülürken diğer uygulamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmamıştır. (E)-2-Hekzenal ise en fazla HH-I örneğinde korunmuş olup bunu HH-R örneği takip etmiştir. KA çeşidinde ise her iki bileşen için en fazla kayıp KA-SA örneğinde görülürken KA-KB örneği en yüksek değerleri almıştır.

Bitki ekstraktları ile hazırlanan infüzyon çözeltilerine ait uçucu bileşenler Çizelge 4.37’de verilmiştir. Çözeltilerin hekzenal içerikleri roselleden (31.41 µg/kg) kuşburnu bitkisine (3.22 µg/kg) doğru azalırken (E)-2-hekzenal ise hiçbir çözeltide tespit edilememiştir. Dolayısıyla kontrol örneklerine göre yüksek değerler alan vakum infüze kayısılar ile infüzyon çözeltileri arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Sukroz başta olmak üzere tüm şekerlerin aroma üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle yüksek konsantrasyondaki şeker çözeltisinin (>%40) tuzlama etkisi oluşturarak aroma algısını artırdığı bildirilmiştir (Reineccius, 2006). Şeker infüzyonu sonrasında her iki çeşidin hekzenal miktarı yüksek değerler alırken (E)-2-hekzenal miktarı kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Diğer taraftan kivilerde yapılan bir çalışmada 45 °Briks ve 65 °Briks şeker çözeltisi

ile Vİ uygulaması sonrasında (*E*)-2-hekzenal miktarı azalırken esterlerin arttığı görülmüştür. Osmotik stresin hücresel düzeyde enzim aktivitesini artırarak kivilerin olgunlaşma sırasında meydana gelen aroma üretimine neden olduğu iddia edilmiştir (Talens vd., 2003).

Asetaldehit olgun meyvelerde doğal olarak bulunan bir bileşen olup etanolün metabolik dönüşümü ile meydana gelmektedir. Asetaldehit, Avrupa ve Amerika’da lezzet arttırıcı olarak işlenmiş gıdalara ve içeceklere belli bir (≈ 5 ppm) düzeyde katılmaktadır (Anonim, 2005b). Taze örneklerde birbirine yakın değerler alan asetaldehit, Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından bu çalışmadaki sonuçlarla uyumlu (14.5-21.6 $\mu\text{g/kg}$) miktarlarda bulunmuştur. Kurutma ile birlikte HH-R ve HH-I örneklerinin asetaldehit miktarı HH-C’den yüksek bulunurken HH-SA örneği daha düşük bir sonuç göstermiştir. KA-KB ve KA-I örneklerinin aseldehit miktarları ise diğerler örneklerden daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). İnfüzyon çözeltileri meyve dokusuna oksijen girişini engelleyerek mikroorganizmaların anaerobik solunum yapmasına neden olmaktadır. Farklı konsantrasyonlardaki şeker çözeltileri kullanılarak osmotik dehidrasyon uygulanan çileklerde çözelti derişiminin 25 °Brikse yükseltilmesi ile asetaldehit miktarının yaklaşık 2 kat arttığı belirlenmiştir. Ancak atmosfer basıncındaki normal daldırmanın Vİ işlemine göre daha fazla asetaldehit artışına neden olduğu bildirilmiştir (Castello vd., 2006). Bu çalışmada da benzer bir durum olduğu düşünülmektedir.

2-Metilbutanal çikolata benzeri bir kokuya sahip olup HH-SA dışındaki diğer bileşenlerde düşük miktarlarda bulunmuştur. 3-Metilbutanal ise gıdalarda çok düşük konsantrasyonlarda bulunan ve malt aroması veren bir bileşiktir (Knorr vd., 2015). HH-C ve HH-Ş örneğinde yüksek değer alan bu bileşen HH-SA örneğinde ise tespit edilememiştir. KA-C örneğinde ise diğer örneklere göre oldukça yüksek (61.97 $\mu\text{g/kg}$) miktarda bulunmuştur.

Keskin bir kokuya sahip olan pentanal HH-SA örneğinde diğer örneklere göre daha yüksek bir değer almıştır. Yeşil elma benzeri bir koku ile karakterize edilen (*E*)-2-pentenal ise bütün HH kayısılarda kontrol örneğinden daha yüksek bulunmasına rağmen bu sonuçlar istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($P > 0.05$). KA örneklerindeki pentanal miktarları birbirine yakın bulunmuştur. (*E*)-2-Pentenal ise KA-T ve KA-C örneklerinde tespit edilememiş olup, diğer örneklerde birbirine yakın değerler almıştır.

Çizelge 4.36. Kabaası çeşidi vakum infüze kayısıların uçucu bileşenleri (µg/kg)

	R.I.*	KA-T	KA-C	KA-SA	KA-KB	KA-R	KA-I	KA-Ş
Aldehitler (15)								
Asetaldehit	738	4.68±0.10 ^a	18.64±7.78 ^b	10.86±2.96 ^{ab}	30.86±5.18 ^c	15.31±0.74 ^b	35.92±0.25 ^c	16.17±2.72 ^b
2-Metilbutanal	929	0.30±0.06 ^a	1.38±0.74 ^{ab}	1.31±0.49 ^{ab}	3.41±0.12 ^{bc}	3.80±0.12 ^c	2.90±1.60 ^{bc}	4.14±1.48 ^c
3-Metilbutanal	933	0.62±0.21 ^a	61.97±13.33 ^b	3.43±1.36 ^a	8.70±0.25 ^a	9.50±0.49 ^a	6.93±2.84 ^a	10.37±4.07 ^a
Pentanal	990	1.68±1.01 ^{ab}	2.10±0.86 ^{ab}	6.59±1.11 ^d	4.59±0.99 ^{bcd}	3.27±0.49 ^{abc}	-	5.43±2.84 ^{cd}
Hekzanal	1070	93.42±23.58 ^{bc}	49.63±11.73 ^{ab}	38.89±16.79 ^a	115.67±16.17 ^c	46.66±0.62 ^{ab}	69.75±24.69 ^{abc}	104.69±25.31 ^c
(E)-2-Pentenal	1123	-	-	3.36±0.74 ^b	2.55±0.74 ^b	1.60±0.25 ^{ab}	2.26±1.11 ^b	2.81±1.48 ^b
Heptanal	1180	7.69±5.62 ^a	6.05±2.35 ^a	8.00±2.22 ^a	9.70±2.22 ^a	6.25±0.74 ^a	8.85±0.99 ^a	10.54±5.31 ^a
(E)-2-Hekzenal	1214	210.16±40.62 ^c	52.10±3.58 ^a	22.34±5.18 ^a	126.41±22.96 ^b	37.78±3.33 ^a	72.47±10.99 ^a	58.89±23.33 ^a
Oktanal	1284	9.77±3.38 ^b	7.04±3.09 ^b	-	11.85±4.20 ^{ab}	10.74±2.72 ^{ab}	12.75±0.49 ^{ab}	16.77±0.74 ^b
(E)-2-Heptenal	1322	-	-	12.17±3.58 ^{cd}	7.16±3.21 ^{bc}	3.18±1.11 ^{ab}	-	13.97±4.20 ^d
Nonanal	1390	6.43±2.73 ^a	9.14±5.93 ^{ab}	18.15±14.32 ^{ab}	12.47±4.81 ^{ab}	16.67±2.10 ^{ab}	15.06±2.72 ^{ab}	26.05±6.79 ^b
(E)-2-Oktanal	1429	2.11±1.35 ^a	4.20±1.48 ^{abc}	9.94±2.22 ^{cd}	9.51±4.32 ^{bcd}	3.58±1.11 ^{ab}	7.76±3.58 ^{abc}	14.44±0.12 ^d
(E,E) 2,4-Heptadienal	1463	5.23±1.23 ^a	64.69±5.80 ^b	49.87±8.52 ^{ab}	80.61±18.76 ^{bc}	37.28±26.17 ^{ab}	86.69±35.92 ^{bc}	131.84±38.15 ^c
Dekanal	1492	3.78±2.27	-	-	-	-	-	-
Benzaldehit	1529	0.70±0.29 ^a	3.63±1.36 ^{ab}	3.31±1.85 ^{ab}	3.79±1.11 ^b	3.15±0.86 ^{ab}	3.58±0.86 ^{ab}	5.37±1.11 ^b
Toplam Aldehit		346.57	280.57	188.22	427.28	198.77	324.92	421.48
Ketonlar (5)								
2-Pentanon	987	3.69±0.48 ^a	-	-	3.70±0.25 ^a	-	6.05±1.73 ^b	3.21±0.74 ^a
4-Oktanon	1220	11.87±2.73 ^a	5.85±1.48 ^a	9.26±1.11 ^a	10.00±1.85 ^a	7.65±3.09 ^a	9.26±0.62 ^a	7.65±3.83 ^a
Asetoin	1280	-	13.00±3.21 ^{ab}	18.27±12.72 ^{ab}	10.86±2.84 ^a	24.15±8.76 ^{ab}	50.70±0.49 ^c	37.04±21.85 ^{bc}
6-Metil-5-hepten-2-on	1333	7.33±1.98 ^{bc}	4.44±1.98 ^{ab}	11.97±2.59 ^{cd}	14.63±5.43 ^d	-	9.81±1.11 ^{abc}	11.66±0.37 ^{cd}
γ-Butirolakton	1639	0.78±0.40 ^a	3.48±0.74 ^{ab}	6.88±1.60 ^b	4.34±1.60 ^{ab}	7.08±1.73 ^b	3.93±0.49 ^{ab}	8.89±5.56 ^b
Toplam Keton		23.67	26.77	46.38	43.53	38.88	79.75	68.45
Esterler (13)								
Metil asetat	840	4.09±0.54 ^a	5.43±1.98 ^{abc}	-	4.32±0.25 ^{ab}	7.78±0.01 ^{cd}	10.25±1.48 ^d	7.16±1.60 ^{bc}
Etil Asetat	909	2.64±0.52 ^a	5.13±2.88 ^a	9.22±2.00 ^a	55.87±5.62 ^c	35.33±5.53 ^b	31.13±0.27 ^b	61.23±0.74 ^c
2-Metil propanoat	1079	6.74±2.30 ^b	2.84±1.60 ^a	3.70±0.86 ^{ab}	6.23±1.85 ^{ab}	4.20±1.23 ^{ab}	5.26±0.68 ^{ab}	5.68±0.53 ^{ab}
Metil 2-metilpentanoat	1086	2.54±1.01 ^{ab}	3.23±0.95 ^{abc}	-	6.49±1.13 ^c	3.17±1.18 ^{abc}	5.93±2.10 ^c	4.28±1.81 ^{bc}
1-Metil etil pentanoat	1124	6.39±1.63 ^a	4.48±3.33 ^a	8.15±6.05 ^a	9.75±1.36 ^a	6.42±1.98 ^a	4.69±0.25 ^a	8.76±5.80 ^a
Butil izobutirat	1138	5.32±1.34 ^c	2.10±1.36 ^{ab}	3.09±0.99 ^{bc}	4.32±1.36 ^{bc}	3.33±0.99 ^{bc}	-	3.64±0.49 ^{bc}
2-metilpropil butanoat	1154	4.80±2.40 ^b	1.52±1.48 ^{ab}	-	3.21±0.25 ^{ab}	2.84±0.62 ^{ab}	4.20±1.85 ^b	2.92±0.86 ^{ab}

Çizelge 4.36. (devam)

	R.I.*	KA-T	KA-C	KA-SA	KA-KB	KA-R	KA-I	KA-Ş
Butil butanoat	1211	-	-	2.47±0.49	-	1.48±1.48	1.85±0.12	-
Etil hekzanoat	1227	-	-	-	2.10±0.99 ^a	-	0.67±0.02 ^a	2.64±2.72 ^a
2-Metilpentil pentanoat	1296	70.79±6.43 ^a	68.21±32.84 ^a	83.71±8.39 ^a	86.29±24.69 ^a	62.39±19.26 ^a	76.54±3.83 ^a	94.19±4.81 ^a
1,1-Dimetilpropil hekzanoat	1298	75.64±8.58 ^a	69.13±20.99 ^a	83.33±1.85 ^a	87.40±26.91 ^a	60.09±22.71 ^a	75.00±2.84 ^a	88.73±2.59 ^a
(E)-2-Hekzenil asetat	1326	5.08±1.57	-	-	-	-	-	-
Butil 2-etilhekzanoat	1437	36.03±4.14 ^{ab}	69.75±30.74 ^b	-	63.18±27.65 ^{ab}	44.30±11.85 ^{ab}	66.17±5.43 ^b	87.81±50.86 ^b
Toplam Ester		220.06	231.82	193.70	329.16	231.33	281.69	367.08
Furan Bileşikleri (1)								
2-Pentil furan	1204	-	-	-	1.48±1.11	-	0.73±0.03	-
Toplam Furan Bileşikleri		-	-	-	1.48	-	0.73	-
Alkoller (11)								
Etanol	959	7.76±1.88 ^a	2.81±0.86 ^a	256.33±43.33 ^{ab}	544.17±7.28 ^{bc}	461.09±25.92 ^b	266.41±31.36 ^{ab}	869.46±375.66 ^c
1-Butanol	1130	-	-	-	-	4.94±5.56 ^a	10.25±1.23 ^b	-
1-Pentanol	1219	-	-	-	9.63±3.33 ^a	-	6.91±3.83 ^a	-
2-Metil-1-pentanol	1256	-	4.15±2.84 ^{ab}	5.80±0.74 ^b	7.12±2.35 ^b	5.21±2.22 ^b	-	7.16±0.62 ^b
2-Propil-1-heptanol	1291	14.96±4.36 ^a	12.02±5.93 ^a	15.43±3.95 ^a	17.61±6.54 ^a	12.43±5.43 ^a	14.64±1.85 ^a	18.45±0.49 ^a
(E)-2-Penten-1-ol	1307	-	-	-	1.36±1.11 ^a	-	2.92±0.25 ^{ab}	4.69±3.09 ^b
1-Hekzanol	1340	68.42±13.67 ^b	4.14±2.10 ^a	4.69±0.86 ^a	8.20±2.35 ^a	7.04±2.35 ^a	13.95±2.10 ^a	6.05±0.74 ^a
(Z)-3-Hekzen-1-ol	1368	15.55±2.97 ^b	-	-	-	-	2.38±0.49 ^a	-
(E)-2-Hekzen-1-ol	1393	133.62±20.36 ^b	-	-	4.54±0.74 ^a	-	5.01±0.86 ^a	-
2-Etil-1-hekzanol	1477	4.78±2.56 ^a	10.12±8.15 ^a	16.42±11.97 ^a	8.76±1.60 ^a	14.32±0.74 ^a	12.91±0.99 ^a	13.11±3.83 ^a
(E)-2-Okten-1-ol	1601	-	-	8.02±0.86 ^a	-	-	-	5.88±3.46 ^a
Toplam Alkol		245.09	33.33	306.64	601.39	505.04	335.54	924.90
Terpen ve terpineoller (14)								
β-Pinen	1100	1.04±0.03 ^{ab}	-	0.92±0.45 ^{ab}	1.10±0.30 ^b	0.99±0.49 ^{ab}	1.23±0.03 ^b	0.99±0.86 ^{ab}
β-Fellandren	1110	2.17±0.39 ^a	1.93±1.48 ^a	2.90±1.71 ^a	3.77±0.07 ^a	3.26±1.31 ^a	1.95±0.12 ^a	2.88±2.22 ^a
β-Mirisen	1125	-	-	-	1.67±1.67 ^a	1.12±0.74 ^a	-	1.36±0.49 ^a
Limonen	1194	39.38±0.64 ^{ab}	23.00±0.86 ^a	47.58±8.02 ^{ab}	55.31±20.00 ^b	46.42±0.86 ^{ab}	41.93±5.18 ^{ab}	60.16±22.96 ^b
1,8-Sineol	1205	1.11±0.60 ^a	-	-	0.92±0.49 ^a	1.29±1.11 ^a	1.10±0.01 ^a	-
γ-Terpinen	1240	1.06±0.22 ^a	-	1.60±0.25 ^a	1.08±0.49 ^a	1.14±0.62 ^a	1.18±0.25 ^a	-
ρ-Simen	1268	4.08±1.61 ^b	0.66±0.12 ^a	-	3.38±1.36 ^b	2.14±1.48 ^{ab}	3.29±1.11 ^a	-

Çizelge 4.36. (devam)

	R.I.*	KA-T	KA-C	KA-SA	KA-KB	KA-R	KA-I	KA-Ş
Teaspiran A	1511	-	-	5.83±0.49 ^c	1.94±1.48 ^b	1.48±0.74 ^{ab}	-	2.33±0.49 ^b
Linalool	1533	4.51±2.33 ^a	28.60±16.91 ^a	153.32±25.43 ^c	51.60±18.89 ^{ab}	50.00±8.15 ^{ab}	33.00±15.43 ^a	96.73±42.34 ^b
Teaspiran B	1548	-	-	10.57±0.86 ^c	1.98±1.48 ^{ab}	1.64±0.74 ^{ab}	-	4.32±2.22 ^b
β-Siklositral	1629	-	1.64±0.25 ^a	12.15±0.86 ^b	2.22±1.11 ^a	2.31±0.74 ^a	-	-
α-Terpineol	1691	0.41±0.03 ^a	3.03±2.72 ^a	29.32±11.36 ^b	4.16±1.85 ^a	6.93±1.11 ^a	-	12.52±8.15 ^a
Nerol	1788	-	-	3.54±1.85 ^b	-	-	1.68±0.86 ^{ab}	1.30±1.11 ^a
Jeraniol	1831	-	-	8.06±2.59 ^a	-	-	9.44±3.58 ^a	-
Toplam terpen ve terpineoller		53.76	58.89	275.90	129.13	118.57	94.92	182.59
Norizoprenoidler (3)								
Dihidro-β-ionon	1838	-	-	1.85±0.49 ^a	-	-	4.46±2.35 ^b	-
β-İonon	1942	4.33±0.50 ^a	8.57±6.54 ^a	57.90±24.81 ^b	3.98±1.48 ^a	11.21±2.84 ^a	22.10±15.55 ^a	16.39±12.84 ^a
Dihidro-β-ionol	1959	-	8.56±6.54 ^a	-	1.93±0.62 ^a	4.94±1.85 ^a	7.28±3.33 ^a	9.70±7.28 ^a
Toplam Norizoprenoid		4.33	17.04	59.75	5.93	16.19	33.82	26.17
Uçucu Asitler (4)								
Asetik asit	1433	-	-	-	-	274.79±144.64 ^a	530.85±64.20 ^b	504.30±161.70 ^b
Butanoik asit	1611	-	9.04±4.30 ^a	23.27±4.30 ^b	-	16.85±1.25 ^b	24.50±5.55 ^b	-
2-Metilbutanoik asit	1655	-	-	-	-	21.81±6.76	-	-
Hekzanoik asit	1828	23.97±10.95	-	-	-	-	-	-
Toplam Asit		23.97	9.04	23.27		313.45	555.55	504.30
TOPLAM		917.45	657.46	1093.86	1537.90	1422.23	1706.92	2494.97

Ortalamalar; ± standart sapmalar. Aynı satırda farklı harflerle (a-d) gösterilen değerler uygulamaların birbirinden $P<0.05$ düzeyinde farklı olduğunu göstermektedir.

* Alıkonma indeksi (Retention Index, RI) C8-C20 alkan serisi ile DB-Wax (60 m, 0.25 mm, 0.4 µm) kolonda oluşturulmuştur.

Güçlü meyve kokusuna sahip olan heptanal sadece HH-SA örneğinde yüksek miktarda bulunurken, her iki çeşitte de örnekler arasındaki farklılık önemli oluşmamıştır ($P>0.05$). (E)-2-Heptenal ise yoğun yeşil bitki kokusuna sahip bir bileşen olup en fazla HH-R örneğinde belirlenirken, HH-SA ve HH-I örneğinde tespit edilememiştir. KA-T, KA-C ve KA-I örneklerinde belirlenemeyen (E)-2-heptenal, en fazla KA-Ş örneğinde bulunmuştur.

KA-SA örneği dışındaki tüm örneklerde tespit edilen oktanal, birbirine yakın değerler (8.46-23.09 µg/kg) almıştır. Turunçgil benzeri koku veren nonanal ise Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından belirlenen sonuçlarla (8.0 µg/kg) uyumlu olarak bütün kayısı örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer aldehytlere göre daha fazla miktarda bulunan nonanal en düşük HH-C, en yüksek ise HH-SA örneğinde belirlenmiştir.

KA örneklerinde ise HH çeşidine göre daha düşük olan nonanal miktarı tüm vakum infüze kayısılarda kontrol örneğinden yüksek bulunsada istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P>0.05$). Cabaroğlu vd. (2009) tarafından taze örneklerde nonanal belirlenemezken gün kurusu kayısılarda bu çalışmadaki değerlere benzer sonuçlar (33.4-30.5 µg/kg) elde etmiştir.

Sorbaldehit olarak bilinen (E,E)-2,4-hekzadienal, HH-T örneğinde 2.52 µg/kg miktarında bulunurken, KA örneklerinde ise belirlenememiştir. Bu bileşik Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından Hacıhaliloğlu ve Kabaşı çeşitlerinde sırasıyla 16.2 µg/kg ve 23.0 µg/kg olarak belirlenmiştir. HH-SA örneğinde diğer örneklerle göre yüksek bulunan (E,E)-2,4-hekzadienal HH-C örneğinde kayba uğramıştır. En yüksek (E)-2-oktenal miktarı HH-SA örneğinde belirlenmiş olup bunu HH-KB örneği takip etmiştir. KA çeşidinde ise yalnızca KA-Ş örneği kontrol örneğinden daha yüksek bulunurken, diğer örnekler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($P>0.05$).

İnfüzyon çözeltileri içerisinde yalnızca roselle ekstraktında tespit edilen (E,E)-2,4-heptadienalın taze örneklerdeki miktarları daha önceki bir çalışma (Gokbulut ve Karabulut, 2012) ile uyumlu bulunmuştur. Bununla birlikte vakum infüze kayısıların (E,E)-2,4-heptadienal içeriği kontrol örneğinden yaklaşık 5 kat daha yüksek bulunmuştur. KA-Ş örneği, bu bileşenin en yüksek bulunduğu örnek olup diğer örneklerin KA-C ile arasındaki farklar önemli görülmemiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.37. İnfüzyon çözeltisinde kullanılan bitki ekstraktlarına ait uçucu bileşenler (µg/kg)

	R.I.	Kuşburnu	Roselle	Işgın		R.I.	Kuşburnu	Roselle	Işgın
Aldehitler					Alkoller				
Asetaldehit	738	-	-	1.22±0.63	Etanol	959	-	-	10.38±0.40
2-Metilbutanal	929	1.96±0.24	0.74±0.22	0.78±0.73	Tridekanol	111	14.14±4.52	-	-
3-Metilbutanal	933	2.00±0.16	0.82±0.38	1.26±0.54	1-Dodekanol	1131	-	16.86±2.16	-
Pentanal	990	-	3.72±1.59	3.26±1.53	(Z)-3-Hexen-1-ol	1275	-	-	23.80±2.59
Hekzanal	1070	3.22±0.07	31.41±4.14	14.48±3.05	1-Hekzanol	1340	2.02±0.51	3.18±0.39	14.56±3.14
Oktanal	1284	-	-	3.02±1.85	1-Okten-3-ol	1432	-	51.66±5.88	-
(E)-2-Heptenal	1322	-	8.80±1.98	4.50±1.66	1-Heptanol	1338	-	1.59±0.22	2.20±0.37
Nonanal	1390	2.43±0.49	3.42±1.25	6.95±1.34	2-Hekzen-1-ol	1393	-	-	1.68±0.47
2,4-Hekzadienal	1412	-	1.17±0.46	-	2-Etil-1-hekzanol	1477	3.53±3.53	14.51±4.45	13.58±5.82
(E)-2-Nonenal	1419	-	13.05±2.63	-	1-Oktanol	1526	1.43±0.21	4.11±1.03	2.22±0.52
(E,E) 2,4-Heptadienal	1463	-	3.81±0.89	-	(Z)-2-Okten-1-ol	1587	-	5.47±1.18	-
Dekanal	1492	-	-	2.74±0.48	1-Pentadekanol	1599	-	3.25±0.14	-
(E,E) 2,4-Oktadienal	1510	-	1.04±0.52	-					
(E)-2-Dekanal	1517	-	2.90±1.44	-	Terpen ve terpeneoller				
(E,E) 2,4-Nonadienal	1577	-	4.88±2.84	-	α-pinen	909	3.51±0.29	0.65±0.11	21.99±23.01
					α-Tujen	913	-	-	4.56±5.70
					Sabinen	1007	-	-	1.83±2.20
Ketonlar					β-mirisen	1117	1.19±0.01	-	67.48±74.79
2-Metil 1-penten-3-on	961	-	1.19±0.12	1.07±0.56	Limonen	1133	86.52±2.28	47.88±5.24	1.088.48±850.07
3-Oktanon	1231	-	2.32±0.44	-	δ-3-Karen	1028	-	-	1.41±1.32
6-Metil-5-Hepten-2-on	1333	76.63±5.06	5.82±0.55	7.09±2.93	β-fellandren	1110	-	-	11.70±13.46
					1,8-Sineol	1205	-	12.73±7.12	15.09±13.95
Esterler					p-Simen	1268	-	2.12±0.07	-
Metil asetat	840	6.91±0.63	31.45±17.65	1.34±0.38	α-Terpinolen	1272	1.92±0.05	-	5.88±6.61
Etil Asetat	909	5.08±0.33	4.87±3.56	21.24±7.30	(E)-Limonen oksit	1437	-	-	2.08±0.32
Metil butirat	862	1.13±0.07	0.96±0.40	-	Kamfor	1518	-	-	-
Metil 2-metilbutirat	894	0.92±0.04	0.79±0.15	1.42±0.04					

Çizelge 4.37. (devam)

	R.I.	Kuşburnu	Roselle	Işgın		R.I.	Kuşburnu	Roselle	Işgın
2-Metil-etil butirat	947	3.26±0.22	3.40±1.97	-	Linalool	1533	10.14±0.43	-	2.32±1.02
2-Pentil Asetat	969	3.06±0.22	-	-	Karyofilen	1566	5.50±0.33	-	1.03±0.47
2-Metilbutil asetat	1016	10.90±0.31	-	-	α-Terpineol	1691	4.08±0.52	4.76±1.32	-
2-Metil-propil butirat	1047	1.32±0.02	-	-	β-selinen	1692	1.87±1.54	-	-
Butilbutirat	1103	3.30±0.03	-	-					
İzoamil butirat	1148	6.96±1.67	-	-	Uçucu Asitler				
Hekzil asetat	1157	8.68±0.68	-	-	Asetik asit	1433	170.02±66.41	15.65±11.30	4.18±4.25
Propil hekzanoat	1200	3.10±0.02	-	-	İzovalerik asit	1638	8.04±0.40	2.17±0.24	-
Etil hekzanoat	1227	8.36±0.54	-	-	Hekzanoik asit	1828	3.78±0.15	4.11±1.77	-
Metil oktanoat	1268	4.00±0.07	-	-	Oktanoik asit	2048	11.95±2.72	-	-
Butyl hekzanoat	1289	8.81±0.47	-	-					
Hekzil 2-metilbutanoat	1303	2.51±0.42	-	-	Furan bileşikleri				
Sitronellil butirat	1462	-	1.08±0.13	-	2-Metil tetrahidrofuran-3-on	1169	-	3.46±1.95	-
					Furfural	1364	5.27±0.32	269.89±71.18	-
Hidrokarbonlar					2-Asetilfuran	1400	-	6.47±0.94	-
Dekan	878	4.46±0.21	3.97±1.37	3.27±0.03	5-Metil furfural	1466	-	15.19±0.74	-
2,3-Dimetil-2-penten	1037	1.20±0.07	1.23±0.38	-	2-Furanmetanol	1536	1.40±0.00	1.17±0.43	-
o-Ksilen	1134	2.97±0.09	1.44±0.30	4.79±4.22					
1-Trideken	1316	7.65±1.74	17.10±0.60	-	Çeşitli bileşenler				
					Öjenol	2147	-	10.40±5.58	-

Ortalamalar; ± standart sapmalar. Sonuçlar µg/kg olarak hesaplanmıştır.

* Alıkonma indeksi (Retention Index, RI) C8-C20 alkan serisi ile DB-Wax (60 m, 0.25 mm, 0.4 µm) kolonda oluşturulmuştur.

Dekanal, hem HH hem de KA çeşidinin taze örneklerinde sırasıyla 2.98 µg/kg ve 3.78 µg/kg miktarında bulunmuştur. HH-SA örneğinde bu miktar 28.15 µg/kg'a yükselirken HH-R ve HH-I örnekleri daha düşük seviyelerde kalmıştır. Schlich ve Guichard (1989) 6 çeşit kayısıda 27.0-149.0 µg/kg aralığında dekanal bulurken, Golias vd. (1994) daha düşük miktarlar (0.42-0.55 µg/kg) belirlemiştir. Bununla birlikte güneşte kurutulan Şekerpare çeşidi kayısılarda toplam uçucu bileşenlerin %1.6'sının dekanal olduğu tespit edilmiştir (Göğüş vd., 2007). Ancak bu çalışmada dekanalin kurutma sırasında kaybolduğu düşünülmektedir.

Benzaldehit badem aromasına sahip olup meyvelerde amigdalinin enzimatik hidrolizi ile üretilmektedir (Zhang vd., 2007). Benzaldehit miktarı kayısı çeşidine göre büyük farklılıklar göstermektedir (Guillot vd., 2006; Aubert vd., 2010; Gokbulut ve Karabulut, 2012). Taze örneklerde oldukça az bulunan benzaldehit yalnızca HH-I ve KA-Ş örneklerinde kontrol örneklerinden yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

HH çeşidinde Vİ uygulamasının aldehitler üzerine etkisi açıkça görülürken KA çeşidi için aynı sonuçlar görülmemiştir. Toplam aldehit miktarları değerlendirildiğinde HH çeşidinde tüm uygulamalar kontrol örneğinden daha yüksek bulunurken, en yüksek değerleri HH-SA ve HH-I örnekleri almıştır. KA-SA ve KA-R örnekleri ise KA-C örneğinden düşük bulunmuştur.

HH-SA örneğinde pentanal, (*E*)-2-pentenal, nonanal, 2,4-hekzadienal, (*E*)-2-oktenal, dekanal ve toplam aldehit miktarları diğer bileşenlere göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Glikozidik bağlı aroma maddelerine sahip olan meyvelerin olgunlaşma aşamasında veya endüstriyel proses sırasında enzimatik veya kimyasal hidrolize uğrayarak serbest aroma maddeleri açığa çıkmaktadır (Solis-Solis vd., 2007b). Asit hidrolizi ile özellikle terpen, terpen oksitler, aldehit ve laktonlar olmak üzere birçok bağlı aroma maddesini serbest hale getirilirken enzimatik hidroliz daha çok alkol ve ketonlar üzerinde etkilidir (Guillot vd., 2006). Solis-Solis vd. (2007b) tarafından Fransa'da yetişen 8 çeşit kayısıda eşzamanlı distilasyon yöntemi kullanarak yapılan çalışmada nötr (pH 7) ortama göre asidik (pH 3) hidroliz sayesinde yaklaşık 6 kata kadar daha fazla aroma maddesi elde edildiği bildirilmiştir. Dolayısıyla sitrik asit infüzyonunun bazı bağlı aroma bileşenleri üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak aldehitler açısından çeşitler arasında farklılıklar görülmüştür.

Kuşburnu ve ışgın uygulaması sonrasında örneklerin toplam aldehit miktarı kontrol örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Ancak roselle ekstraktında belirlenen (*E*)-2-nonenal, (*E*)-2-dekanal ve (*E,E*)-2,4-nonadienalın kayısılarda tespit edilememesi bu çözeltilerden geçen herhangi bir bileşenin bulunmadığını göstermiştir. Diğer taraftan güneşte kurutma esnasında meydana gelen Maillard reaksiyonu ile birçok aroma maddesinin oluştuğu bilinmektedir. Ayrıca şeker uygulamasındaki aldehitlerin her iki çeşitte de yüksek çıkması nedeniyle Vİ işleminin aldehit miktarını artırıcı etkisi olduğu düşünülmektedir.

4.10.2. Ketonlar

Ketonlar yağ asidi metabolizması ile oluşan ve kayısı aromasına katkısı olan bileşiklerdir (Solis-Solis vd., 2007b). Kayısı örneklerinde toplam 5 adet keton bulunmuştur. 2-Pentanon taze örneklerde birbirine yakın miktarlarda bulunurken, kurutma sonrasında yalnızca HH-C ve HH-KB örneklerinde tespit edilebilmiştir. KA çeşidinde ise KA-I örneği KA-KB ve KA-Ş örneklerinden yüksek bulunmuştur.

Bütün örneklerde tespit edilen 4-oktanon, HH-I örneğinde daha yüksek bulunurken diğer kayısılar arasındaki farklar önemli görülmemiştir ($P>0.05$). Özbay vd. (2008) tarafından kayısı pulpunda 4-oktanon tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan infüzyon çözeltilerinde ise 4-oktanana rastlanmamıştır.

Meyvelere göre süt ürünlerinde daha çok karşılaşılan asetoin, diasetille birlikte tereyağı ve krema aroması veren bir aroma bileşenidir. Asetoin Maillard reaksiyonu sonucu pirazinlerin Strecker degradasyonu ile oluşan bir bileşendir. Bu nedenle asetoinin kurutma sırasında meydana geldiği düşünülmektedir (Reineccius, 2006). HH-SA örneği dışındaki bütün örneklerde belirlenen asetoin en çok HH-C örneğinde tespit edilirken vakum infüze örneklerdeki değerler istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P>0.05$). KA çeşidinde ise en fazla KA-I ve KA-Ş örneklerinde belirlenen asetoin diğer örneklerde daha az bulunmuştur ($P>0.05$). Benzer şekilde Cabaroğlu vd. (2009) tarafından Hacıhaliloğlu ve Kabaaşı çeşidinin taze örneklerinde asetoin tespit edilemezken gün kurusu kayısılarda yüksek miktarda ($362.9 \mu\text{g/kg}$) bulduklarını bildirmişlerdir.

Kayısı aromasında önemli bir yeri olan 6-metil-5-hepten-2-on özellikle çiçeksi kokuya sahip olduğu bilinmektedir (Guillot vd., 2006; Aubert vd., 2010). Her

iki çeşidin taze örneklerine ait değerleri daha önceki çalışmalarda (Cabaroğlu vd., 2009; Gokbulut ve Karabulut, 2012) belirlenen sonuçlara yakın bulunmuştur. Ayrıca Göğüş vd. (2007) tarafından gün kurusu kayıslarda belirlenen 6-metil-5-hepten-2-on, bu çalışmada da KA-R dışındaki bütün örneklerde tespit edilmiştir. Kurutma sonrasında bu bileşen HH-KB örneğinde yüksek bulunmuş olsa da örnekler arasındaki farklılık önemli görülmemiştir ($P>0.05$). KA çeşidinde ise KA-R ve KA-I dışındaki diğer uygulamalar kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Şeftali ve hindistan cevizi benzeri bir koku sağlayan laktonlar tipik kayısı aroması için önemli bileşenlerden olup daha önceki kayısı çalışmalarında birçok lakton türevi belirlenmiştir (Solis-Solis vd., 2007b; Özel ve Göğüş, 2010). Ancak bu çalışmada yalnızca γ -butirolakton belirlenmiştir. Taze örneklerde oldukça düşük miktarda bulunan γ -butirolakton, HH-SA örneğinde artış göstermiştir ($P<0.05$).

HH-C ve KA-I örnekleri en yüksek toplam keton miktarına sahip olurken HH-SA ve KA-C en düşük değerleri almıştır. Kontrol örnekleri arasındaki farklılıklar ise asetoin miktarından kaynaklanmıştır. Sitrik asit uygulaması sonrasında KA-SA örneğinin aksine HH-SA örneğinde asetoin tespit edilememiştir.

HH-KB örneği KA-KB örneğine göre yüksek değer alırken her ikisinde de tüm ketonlar belirlenmiştir. Ayrıca her iki örnekte de 6-metil-5-hepten-2-on miktarı diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur. Bu bileşenin kuşburnu pulpunda yüksek (76.63 $\mu\text{g/kg}$) miktarda bulunması nedeniyle kayıslara infüze olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan pulpta belirlenen 2-metil-1-penten-3-on ve 3-oktanon kayıslarda tespit edilememiştir.

Roselle uygulaması ile toplam keton miktarları birbirine yakın bulunsalar da 6-metil-5-hepten-2-on HH-R örneğinde orta bir değer alırken KA-R örneğinde tespit edilememiştir. Ayrıca HH-R örneğinde γ -butirolakton miktarı kontrol örneğine göre daha az bulunmuştur.

KA-I örneğinin asetoin miktarı HH-I örneğinden yaklaşık 2 kat daha yüksek bulunmuştur. Şeker infüzyonu ile 6-metil-5-hepten-2-on benzer oranda korunurken KA-Ş örneğindeki asetoin miktarı yaklaşık 6 kat daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun Maillard reaksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Reineccius, 2006).

4.10.3. Esterler

Meyvelerde belirgin meyvemsi kokuyu veren esterler, amino asitlerin katabolik reaksiyonlar sırasında bazı dallanmış alifatik bileşiklere dönüşmesi sonrasında sentezlenmektedir. (Jiang ve Song, 2010). Ancak kayısı aromasında laktonlar kadar etkili olmadığı bildirilmiştir (Greger ve Schieberle, 2007).

Yapılan kayısı çalışmalarında farklı isimlerde birçok ester ve asetat formları bulunmaktadır. Butil butanoat, butil hekzanoat, hekzil butanoat, etil hekzanoat, etil butanoat, etil 2-metilbutanoat, 2-fenetil asetat, butil asetat ve hekzil asetatın kayısı aromasına katkısı olduğu bildirilmiştir (Takeoka vd., 1990; Komes vd., 2005; Guillot vd., 2006; Greger ve Schieberle, 2007). Kayısı örneklerinde toplam 13 ester belirlenmiş olup, taze örneklerde en fazla 2-metilpentil pentanoat ve 1,1-dimetilpropil hekzanoat bulunmuştur. Kurutma sonrasında bazı esterler azalırken taze örneklerden farklı olarak yeni bileşikler de oluşmuştur. Komes vd. (2005) kayısı püresinin kurutulması ile bazı esterlerde azalma yaşandığını bildirmiştir.

KA-SA dışındaki tüm örneklerde belirlenen metil asetat taze örneklerde ise daha önce yapılan çalışmalara yakın değerler almıştır (Riu-Aumatell vd., 2005; Gokbulut ve Karabulut, 2012). Kurutma sonrasında HH-C ve KA-I örneklerindeki artış önemli görülürken ($P<0.05$) diğer örnekler birbiri ile yakın bulunmuştur ($P>0.05$).

Etanol ve asetik asidin Fischer esterifikasyonu ile oluşan etil asetat taze örneklerde az miktarda bulunmasına rağmen, kurutma ile artış göstermiştir. Riu-Aumatell vd. (2005) kayısı sularındaki etil asetat miktarını (29.0 mg/L) metil asetata göre (4.36 mg/L) daha yüksek bulurken, Gokbulut ve Karabulut (2012) Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitlerinde bu bileşeni tespit edememiştir. Göğüş vd. (2007) tarafından yalnızca desikatörde kurutulan kayısılarda belirlenen etil asetat, bu çalışmada ise bütün örneklerde bulunmuştur. HH çeşidinde en fazla HH-SA örneğinde bulunurken bunu HH-KB ve HH-Ş örnekleri takip etmiştir. Diğer vakum infüze örnekler ise HH-C örneğine yakın değerler almıştır. Bununla birlikte KA çeşidinde etil asetat miktarı en fazla KA-Ş ve KA-KB örneklerinde artarken, KA-C ve KA-SA örnekleri daha düşük seviyelerde kalmıştır. Guillot vd. (2006), R. Roussillon kayısılarında meyvemsi aroma karakterizasyonu ile etil ve hekzil asetatın arasında korelasyon kurulduğunu bildirmiştir.

2-Metilpropil 2-metil propanoat ve 1-metil 2-metilpentanoat bileşenleri HH-SA örneğinde tespit edilemezken diğer örneklerde birbirine yakın bulunmuştur ($P>0.05$). Takeoka vd. (1990) tarafından kayısılarda oldukça düşük miktarlarda (%0.02-0.04) propanoik asit esterleri belirlenmiş olup daha önceki Malatya kayısılarında yapılan çalışmalarda bu bileşenler tespit edilememiştir (Cabaroğlu vd., 2009; Gokbulut ve Karabulut, 2012). 1-Metil etil pentanoat HH-C, HH-SA ve HH-R örneklerinde kayba uğrarken HH-Ş, HH-KB örneğinden yüksek bulunmuştur. KA çeşidinde ise bu bileşen tüm örneklerde belirlenmiş olup, aralarındaki farklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Butil izobutirat, yalnızca HH-SA örneğinde belirlenemezken HH-I uygulaması sonrasında diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur. KA-I örneği dışında diğer örneklerde bulunan butil izobutirat kontrol örneğinden yüksek değerler alsa da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından yalnızca Şam çeşidi kayısılarda hekzil izobutirat (3.7 µg/kg) bulunurken diğer çeşitlerde tespit edilememiştir.

2-Metilpropil butanoat, HH-T'de bulunurken HH-SA ve HH-I örneklerinde belirlenememiştir. En yüksek değeri ise HH-R örneği almıştır. KA çeşidinde ise yalnızca sitrik asit uygulamasında tespit edilemeyen 2-metilpropil butanoat diğer örneklerde farklı bulunmamıştır. Bir diğeri izomeri olan butil butanoat ise taze örneklerde tespit edilemezken HH-C, HH-KB, KA-SA KA-R ve KA-I örneklerinde yakın miktarlarda belirlenmiştir.

Etil hekzanoat, daha önce yapılan çalışmalarda farklı oranlarda (Riu-Aumatell vd., 2004; Riu-Aumatell vd., 2005; Miyazawa vd., 2009) belirlenmesine rağmen, HH-T ve KA-T örneklerinde tespit edilememiştir. Kurutma ile yalnızca HH-SA örneğinde belirlenemeyen etil hekzanoat KA çeşidinde ise KA-KB, KA-I ve KA-Ş örneklerinde tespit edilmiştir. İki farklı konsantrasyondaki (45-65 °Briks) şeker çözeltisi ile çileklere yapılan Vİ sonrasında etil hekzanoat, etil asetat ve etil butirat miktarında artış görülürken, hekzanal miktarı azalmıştır. Bu durumun hücreler arasında bulunan gazların uzaklaşması sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Talens vd., 2002).

2-metilpentil pentanoat ve 1,1-dimetilpropil hekzanoat diğer esterlere göre kayısılarda daha yüksek oranlarda bulunmuştur. 2-metilpentil pentanoat en düşük HH-SA örneğinde bulunurken en yüksek HH-I örneğinde belirlenmiştir. KA çeşidinde ise istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir ($P>0.05$).

1,1-dimetilpropil hekzanoat tüm HH ve KA örneklerinde belirlenirken HH-SA örneğinde diğer örneklerden daha düşük bulunmuştur. 2-Butil 2-etilhekzanoat ise HH-SA, HH-I ve KA-SA örnekleri dışındaki diğer örneklerde bulunmuş olup en fazla artış HH-R örneğinde görülmüştür. KA-Ş örneği en yüksek değeri alırken, örnekler arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

(E)-2-Hekzenil asetat taze örneklerde belirlenmesine rağmen diğer örneklerde tespit edilememiştir. Taze örneklerde daha önce yapılan çalışmalarda kayısıların (E)-2-hekzenil asetat miktarı 0.6 µg/kg (Aubert ve Chanforan, 2007) ile 120.5 µg/kg (Gokbulut ve Karabulut, 2012) arasında bulunurken kuru kayıslarda yapılan çalışmalarda bu bileşene rastlanmamıştır (Göğüş vd., 2007; Cabaroğlu vd., 2009). Benzer şekilde vakum infüze kayısıların kurutulması sırasında (E)-2-hekzenil asetatın kaybolduğu düşünülmektedir.

Sitrik asit uygulamasının esterler üzerinde olumsuz etki oluşturduğu görülmüştür. HH-SA örneğinde 4, KA-SA örneğinde ise 7 ester belirlenmiştir. Ancak KA-SA örneğinde 2-metilpentil pentanoat ve 1,1-dimetilpropil hekzanoat bileşenleri korunmuş olup, toplam ester miktarında HH-SA örneğine göre daha yüksek bulunmuştur. HH-SA örneğinde kontrol örneğine göre toplam ester miktarında %57.4 oranında bir kayıp oluşmuştur.

Kuşburnu infüzyonu sonrasında HH-KB ve KA-KB örneklerinde sırasıyla 12 ve 11 adet ester belirlenirken, her iki örnekteki toplam ester miktarları birbirine yakın bulunmuştur. Kuşburnu pulpunda belirlenen 16 esterden 12 tanesi kayıslarda tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerde HH-T örneğinden farklı olarak butil butanoat ve etil hekzanoat bileşenleri tespit edilmiştir. Bütün örneklerin toplam ester miktarı bakımından HH-KB ve KA-KB örnekler ilk sıralarda yer almıştır.

Taze kayıslarda tespit edilemeyen etil hekzanoat HH-R örneğinde belirlenirken, KA-R örneğinde belirlenenemiştir. Toplam ester miktarında ise HH-R örneği HH-C'den yüksek bulunmuş olmasına rağmen KA-R kontrol örneği ile eşit miktarda bulunmuştur. Roselle ekstraktında diğerlerine göre yüksek miktarda metil asetat ve etil asetatla birlikte toplam 5 adet ester belirlenmiş olup, taze örnekten farklı olan diğer 3 bileşenden hiçbirisi kayıslarda tespit edilememiştir.

Işgın çözeltilisinin HH çeşidindeki toplam ester miktarına etkisi kontrol örneğine yakın bulunmuş olup, toplam 9 bileşen belirlenmiştir. KA çeşidinde ise butil izobutirat kaybı görülse de, toplamda KA-C örneğine göre daha yüksek

bulunmuştur. Işgın çözeltisinde sadece 3 ester belirlenmiş olmasına rağmen, kayısı örneklerine herhangi bir etkisi bulunmamıştır.

Şeker infüzyonu ile kayıslarda 11 adet ester belirlenmiş olup toplam ester miktarında KA-Ş örneği HH-Ş'ye göre daha yüksek bulunmuştur. HH-Ş örneğinde butil butanoat kaybı görülürken HH-C örneğinden farklı olarak 1-metil etil pentanoat tespit edilmiştir. KA çeşidinde ise şeker çözeltisinin esterler üzerine olumlu etkisi açıkça görülmüştür. KA-Ş örneği, KA-C örneğinin toplam ester miktarından %58.3 oranında yüksek bulunarak en fazla ester içeren örnek olmuştur.

4.10.4. Furan bileşikleri

Kurutma sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu sonucu yüksek seviyelerde furan, furfuran, imidazol gibi arzu edilmeyen bileşikler oluşmaktadır (Komes vd., 2005). Vakum infüze kayıslarda HH-SA, HH-KB, HH-R ve HH-I örneklerinin yanında KA-KB ve KA-I örneklerinde furan bileşikleri tespit edilmiştir. Bu bileşenler en fazla HH-SA örneğinde (19.76 µg/kg) bulunurken, KA-I örneğinde sadece 2-pentil furan belirlenmiştir. Göğüş vd. (2007) tarafından kayısların güneşte, sıcak hava akımında ve mikrodalga fırında kurutulduğu çalışmada 5-HMF (%38-43), 2,3-dihidro-3,5-dihidroksi-6-metil-4H-piran-4-on (%12-17) ve furfural (%3-4) gibi furan bileşiklerinin oldukça yüksek miktarlarda bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca çileklerde yapılan VI sonrasında 65 °Brikslik çözeltiye daldırılan örneklerde furaneol miktarı artarken 45 °Briks içinde azalma görülmüştür. Araştırmacılar bu durumun çözelti viskozitesi farkından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Talens vd., 2002). Bununla birlikte trehaloz ve sukroz eklenen kayısı pürelerinde furan bileşikleri oluşumunun inhibe edildiği bildirilmiştir (Komes vd., 2005). Bu çalışmada ise şeker infüzyonu sonrasında herhangi bir furan bileşiğine rastlanmamıştır.

Kayısı suyuna işleme prosesinde (Riu-Aumatell vd. 2005) 2-furankarboksaldehit oluştuğu belirlenirken diğer bir çalışmada ise Hacıhaliloğlu ve Kabaaşı gün kurusu kayıslarda 5 farklı furan bileşiğinin toplamı sırasıyla 118.4 µg/kg ve 176.1 µg/kg olarak bulunmuştur (Cabaroğlu vd., 2009). Bu çalışmada ise kontrol örneklerinde furan bileşiklerin tespit edilmemiştir. Kayısların orta nem düzeyine kadar kurutulması sayesinde bu bileşenlerin sınırlandırıldığı düşünülmektedir.

Sitrik asit ilavesi ile meydana gelen düşük pH (4.5) değerlerinde enzimatik olmayan esmerleşmenin maksimum düzeye çıktığı bildirilmiştir (Nursten, 2005). Sitrik asit infüzyonu sonrası HH-SA örneğinde başta 2-pentil furan olmak üzere 3 farklı bileşen oluşmasına rağmen KA-SA örneğinde herhangi bir bileşene rastlanmamıştır. Kuşburnu pulpunda 2, roselle ekstraktında ise 5 farklı furan bileşiği bulunmasına (Tablo 37) rağmen vakum infüze kayısılarda bu bileşenlere rastlanmamıştır.

4.10.5. Alkoller

Meyvelerde alkol üretimi amino asitlerin bir dizi reaksiyonun ardından dekarboksilasyonu veya redüksiyonu ile gerçekleşmektedir. Diğer taraftan aldehytler hücre içerisinde aldehyt redüktazlar veya alkol dehidrogenazlar sayesinde alkollere indirgenebilmektedir (Eroglu ve Harrison, 2013). Ancak kurutma işleminde alkoller genellikle mikroorganizmaların metabolik aktivitesi veya karbonil bileşiklerinin indirgenmesi ile meydana gelmektedir. Meyve içerisinde yüksek konsantrasyonda veya doymamış yapıda (1-okten-3-ol vb.) olmayan alkoller lezzet profiline çok az bir katkı sağlamaktadır (Reineccius, 2006).

Kayısı örneklerinde toplam 12 adet alkol belirlenmiş olup kurutma sonrasındaki etanol artışı dikkat çekmektedir. Etanol, maya fermantasyonun yanında meyvelerde alkol dehidrogenaz enzimi ile üretilen anaerob bir metabolit olup asetaldehitte birlikte birçok aroma bileşeninin öncül maddesidir. Portakal ve armutların hasattan önceki olgunlaşma döneminde asetaldehitte birlikte etanol artışı olduğu bildirilmiştir (Pesis, 2005). Bununla birlikte olgunlaşma sırasında bitkiler yüksek konsantrasyonlu etanol birikimine karşı direnç göstermektedir. Ancak meyvelerin hasat sonrası düşük oksijen içeren ortamlarda depolanması nedeniyle etanol üretimi artmaktadır (Kelly ve Saltveit, 1988).

Taze örneklerin etanol içeriği Gokbulut ve Karabulut'un (2012) çalışmasındaki Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitlerine ait değerler ile uyumlu bulunmuştur. Kurutma sonrasında HH-C örneğinde artış, KA-C örneğinde ise azalma olmasına rağmen her iki durum da istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). HH-SA ve HH-Ş örnekleri kontrol örneğine göre yüksek bulunurken diğer örneklerdeki değişimler önemli görülmemiştir ($P>0.05$). KA çeşidinde ise kontrol

örneği düşük bulunmasına karşın KA-ř örneğinin etanol miktarı 869.46 µg/kg ile tüm bileşenler içerisinde en yüksek değeri almıştır.

Osmotik uygulamalar hücrede oksijen tüketimini azaltarak CO₂ birikimine neden olmaktadır. Fermentatif metabolitlerin gelişmesine neden olan bu durum sonrasında proses koşullarına bağlı olarak etanol ve asetaldehit gibi uçucu bileşenlerde artış görölmektedir. Vİ uygulaması sonrasında ileklerdeki etanol ve asetaldehit miktarı taze örneklere göre daha fazla bulunmuştur (Castello vd., 2006). Benzer bir durum vakum infüze armutların depolanması sırasında görölrken kontrol örneği ve izotonik çözeltiye göre esmerleşme önleyici ajanlar kullanılan çözeltilerde daha az etanol ve asetaldehit artışı belirlenmiştir (Perez-Cabrera vd., 2011). Her iki durumun da infüzyon çözeltisi ile dolan hücreler arası boşluklara oksijenin difüze olamamasından kaynaklandığı bildirilmiştir.

2-Metil pentanol, taze imen kokusu (Cabaroğlu vd., 2009) ile karakterize edilen bir bileşen olup taze örneklere tespit edilemezken HH-C, HH-I ve HH-ř örneklerinde belirlenmiştir. KA eşidinde ise yalnızca KA-I örneğinde bulunmayan 2-metil pentanol diğer örneklere birbirine yakın değerler almıştır. 2-Propil-1-heptanol ise bütün örneklere belirlenmiştir. (E)-2-penten-1-ol bileşeni HH eşidinin tüm örneklerinde, KA eşidinde ise KA-KB, KA-I ve KA-ř örneklerinde belirlenmiş olsa da aralarında istatistiksel bir fark oluşmamıştır.

1-Hekzanol kayısılarda bulunan önemli bir alkol olup taze kesilmiş imen kokusu ile karakterize edilmektedir. Taze örneğlerin 1-hekzanol miktarı daha önceki çalışmaya (Gokbulut ve Karabulut, 2012) göre daha düşük bulunurken literatürdeki diğer kayısı çeşitlerine yakın değerler bulunmuştur (Riu-Aumatell vd., 2004; Komes vd., 2005). Kurutma ile HH eşidi kayısılardaki bu bileşenin kayba uğradığı görölrken yalnızca HH-I örneği kontrol örneğinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. KA-T çeşidindeki kayıp oranı ise HH çeşidine göre daha yüksek olup örneğler arasındaki fark önemli görölmemiştir ($P>0.05$). Talens vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada kivilere uygulanan Vİ sonrasında 1-hekzanol miktarının azaldığı görölmüş olup çözünebilir bazı bileşenlerin infüzyon çözeltilisine geçtiği bildirilmiştir.

Taze örneklere birbirine yakın bulunan (Z)-3-hekzen-1-ol kurutma sonrasında yalnızca ışgın uygulamasında tespit edilebilmiştir. Yeşil yaprak alkolü olarak bilinen (Z)-3-hekzen-1-ol SPME tekniği ile daha önceki kayısı çalışmalarında da tespit edilmiş olup, bu çalışmadaki sonuçlarla yakın değerlerde bulunmuştur (Komes vd., 2005; Solis-Solis vd., 2007a; Aubert vd., 2010).

Yapılan kayısı çalışmalarında sık karşılaşılan bir alkol olan (*E*)-2-hekzen-1-ol, KA-T örneğinde HH-T'ye göre daha yüksek miktarda belirlenmiştir (Gomez vd., 1993; Gomez ve Ledbetter, 1997; Cabaroğlu vd., 2009; Gokbulut ve Karabulut, 2012). Sadece HH-I, KA-KB ve KA-I örneklerinde tespit edilen (*E*)-2-hekzen-1-ol taze örneklerden düşük değerler almıştır.

Bütün örneklerde belirlenen 2-etil-1-hekzanol hafif tatlı ve çiçeksi koku ile tanımlanmakta olup her iki çeşitte de birbirine yakın değerler almıştır. Daha önceki Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitleri taze kayıslarda ise benzer sonuçlar (26.6-43.9 µg/kg) bulunmuştur (Cabaroğlu vd., 2009). Göğüş vd. (2007) tarafında gün kurusu kayıslarda %1.83 oranında 2-etil-1-hekzanol belirlenirken, farklı kurutma tekniklerinin bu bileşen üzerinde etkili olmadığını bildirilmiştir.

Turunçgil kokusu ile tanımlanan (*E*)-2-okten-1-ol vakum infüze HH kayıslarında belirlenmiş olup, HH-SA örneği dışındaki diğer örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur ($P>0.05$). KA çeşidinde ise yalnızca KA-SA ve KA-Ş örneğinde tespit edilmiştir. HH çeşidinde yalnızca kontrol örneğinde belirlenen 1-butanol, KA-R ve KA-I örnekleri dışında diğer örneklerde tespit edilememiştir. Cabaroğlu vd. (2009) tarafından gün kurusu Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşidi kayıslarda sırasıyla 34.2 µg/kg ve 24.8 µg/kg miktarında 1-butanol belirlenmiştir.

HH çeşidindeki toplam alkol miktarları değerlendirildiğinde en yüksek değerleri HH-SA ve HH-Ş alırken HH-KB örneği ise HH-C örneğine yakın bulunmuştur. KA-C örneği diğer örneklerle göre en düşük, KA-Ş örneği ise en fazla alkol içeren örnek olmuştur.

Vİ uygulaması ile etanol miktarının arttığı görülmüştür. Bu durumun infüzyon çözeltisine daldırılan örneklerin kuruma sırasında gelişen mikrobiyal faaliyetten veya asetaldehit dönüşümünden kaynaklandığı düşünülmektedir (Reineccius, 2006).

HH çeşidinde sitrik asit uygulaması ile KA-SA örneğine göre 2 kat daha fazla alkol belirlenmiştir. Ayrıca HH-SA örneğinde yüksek miktarda 1-okten-3-ol ve 1-pentanol tespit edilmiştir. Kuşburnu infüzyonu sonrasında yüksek etanol içeriği nedeniyle KA-KB örneği HH-KB örneğinden daha yüksek bulunmuştur.

HH-KB örneğine yakın bir profil gösteren HH-R örneği yüksek etanol içeriğine sahip olması nedeniyle toplam alkol miktarı açısından daha yüksek bulunmuştur. KA-R örneğinde ise etanol dışındaki diğer bileşenler KA-C örneği ile

benzer değerler almıştır. Kuşburnu pulpu ile roselle ekstraktında belirlenen bileşenler ise kayısılarda tespit edilememiştir.

Diğer taraftan ışıgın infüzyonu ile hem HH-I hem de KA-I örneklerinde diğer uygulamalarda belirlenemeyen (Z)-3-hekzen-1-ol ve (E)-2-hekzen-1-ol bileşenleri kısmen korunmuştur. 9 farklı alkol bileşeni içeren HH-I ve KA-I örneklerinin toplam alkol miktarları birbirine yakın bulunmuştur.

Şeker infüzyonu ile HH-Ş örneğinde HH-C'den farklı olarak (E)-2-okten-1-ol belirlenmiştir. KA-Ş örneğinde ise buna ek olarak (E)-2-penten-1-ol tespit edilmiştir. Şeker infüzyonu ile kayısıların etanol içeriği bütün örneklere göre en fazla artışı göstermiştir. Diğer taraftan alkollerin koku algılama eşikleri aldehitlere göre önemli ölçüde yüksek olması nedeniyle lezzet profilindeki katkılarının düşük olduğu bildirilmiştir (Özel ve Göğüş, 2010).

4.10.6. Terpen ve terpineoller

İzopropen ünitelerinden oluşan terpen ve terpineoller meyvelerde karbohidrat ve lipit metabolizması ile üretilmekte olup kayısılarda meyvemsi ve çiçeksi kokulardan sorumlu bileşiklerdir (Salles vd., 1991; Reineccius, 2006). Kayısı örneklerinde toplam 14 terpen bileşeni belirlenmiş ve bunlardan miktar olarak en fazla limonen ve linoöl bulunmuştur.

Limonen ve β -siklositralin kayılara turunçgil aroması kazandırdığı bilinmektedir (Guillot vd., 2006). Limonen taze örneklerde birbirine yakın değerler almış olup SPME tekniği ile yapılan önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmüştür (Riu-Aumatell vd., 2004; Guillot vd., 2006; Solis-Solis vd., 2007a; Gokbulut ve Karabulut, 2012). Gomez ve Ledbetter (1997) ise olgunlaşma sırasında kayısılardaki limonen miktarının azaldığını bildirmiştir. VI sonrasında HH-SA örneğindeki limonen miktarında artış görülürken diğer örnekler HH-C ile yakın sonuçlar almıştır. KA çeşidinde ise kontrol örneği vakum infüze kayılardan düşük bulunmasına rağmen yalnızca KA-KB ve KA-Ş örneklerindeki artış önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte kurutma tekniklerinin limonen içeriğinde büyük bir fark oluşturmadağı bildirilmiştir (Göğüş vd., 2007).

Meyvelerde β -karotenin termal veya enzimatik degradasyonu sonucu oluşan β -siklositral, HH-T örneğinde belirlenirken proses sonrası HH-KB, HH-R ve HH-Ş

örneklerinde tespit edilememiştir. β -siklositral KA-T örneğinde belirlenemezken KA-SA örneğinde KA-C, KA-KB ve KA-R örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Cabaroğlu vd. (2009), her iki çeşidin taze ve gün kurusu örnekleri arasında fark oluşmadığını bildirmiştir.

1,8-Sineol yalnızca sınırlı sayıdaki kayısı çalışmalarında belirlenen bir bileşen olup (Riu-Aumatell vd., 2005; Miyazawa vd., 2009; Zhang vd., 2014) bu çalışmada hem taze örneklerde hem de bazı vakum infüze örneklerde tespit edilmesine rağmen miktarları düşük seviyelerde kalmıştır. Sitrik asit ve şeker infüzyonu sonrasında 1,8-sineole rastlanmazken diğer uygulamalarda çeşitler arasında farklılıklar oluşmuştur.

β -Pinen, β -fellandren, p -simen, taze örneklerde önceki çalışmalarda olduğu gibi (Riu-Aumatell vd., 2005; Guillot vd., 2006; Solis-Solis vd., 2007a; Solis-Solis vd., 2007b; Gokbulut ve Karabulut, 2012) düşük miktarlarda belirlenmiş olup proses sonrasında tespit edilen örneklerde istatistiksel bir farklılık oluşmamıştır.

HH-T, HH-SA ve HH-KB örneklerinde belirlenen β -mirisen KA çeşinde ise KA-KB, KA-R ve KA-Ş örneklerinde tespit edilirken tüm örnekler birbirine yakın değerlerde bulunmuştur ($P>0.05$). Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından Malatya kayısılarında benzer miktarlarda (1-6 $\mu\text{g/kg}$) β -mirisen belirlenmiştir.

Teaspiran A ve teaspiran B daha önce Riu-Aumatell vd. (2005) ve Cabaroğlu vd. (2009) tarafından taze ve kuru kayısılarında belirlenen bileşenler olup tüm HH örnekleri ile birlikte KA-SA, KA-KB, KA-R ve KA-Ş örneklerinde tespit edilmiştir. Teaspiran A için HH-SA ve HH-R örneklerindeki artış önemli görülürken, KA çeşidinde KA-SA örneğindeki miktarı diğer örneklerden farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Teaspiran B, HH-SA ve HH-I örneklerinde kontrol örneğine göre yüksek değerler almıştır ($P<0.05$).

γ -Terpinen daha önce Rouge du Roussillon kayısılarında (Takeoka vd., 1990) ve kayısı sularında (Riu-Aumatell vd., 2004) tespit edilmiş olup taze örneklerde düşük miktarlarda belirlenmiştir. KA çeşidi örneklerde HH çeşidine göre daha fazla γ -terpinen belirlenmiştir.

Kayısı kokusuna çiçeksi karakter kazandıran linalool, laktonlarla birlikte kayısı için özel bir aroma maddesi olarak tanımlanmaktadır (Greger ve Schieberle, 2007). Taze örneklerde bulunan linalool daha önceki çalışmalarda (Riu-Aumatell vd., 2005; Guillot vd., 2006) olduğu gibi düşük miktarda bulunurken bazı çalışmalarda ise daha yüksek değerler belirlenmiştir (Gomez ve Ledbetter, 1997; Aubert ve Chanforan, 2007; Miyazawa vd., 2009; Cabaroğlu vd., 2009).

Vİ örneklerdeki linalool artışı dikkat çekmektedir. Başta HH-SA, KA-SA ve KA-Ş örnekleri olmak üzere tüm örneklerin linalool miktarı kontrol örneğinden yüksek bulunmuş olsa da bu üç örnek dışındaki uygulamalar istatistiksel olarak farklılaşmamıştır. Yapılan bir çalışmada kayısıların toplam terpineol miktarı serbest formda 1 mg/kg iken bağlı formda 5.2 mg/kg olarak belirlenmiştir (Reineccius, 2006). Esasen kayılarda terpineoller ve aromatik alkollerin glikozit formları bulunmaktadır (Solis-Solis vd., 2007b). Bu nedenle özellikle sitrik asit örneklerinde görüldüğü gibi Vİ uygulamasının bağlı formdaki linalooleri açığa çıkardığı düşünülmektedir. Linalool miktarındaki benzer bir artış Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşitlerinin taze örnekleri (45-59 µg/kg) ile gün kurusu (193-228 µg/kg) ve kükürtlü (878-658 µg/kg) kayısı örnekleri arasında belirlenmiştir (Cabaroğlu vd., 2009). Bu çalışmada ise α -terpineol için de benzer bir durum görülmüştür. Taze örneklerde oldukça düşük bulunan bu bileşen diğer örneklerde daha yüksek değerler almasına rağmen sitrik asit uygulaması dışındaki değişimler önemli bulunmamıştır ($P<0.05$). Daha önceki bir çalışmada 4 farklı kurutma uygulanan kayısıların α -terpineol miktarlarında değişiklik görülmemiştir (Göğüş vd., 2007).

Nerol ve jeraniol taze örneklerde belirlenemezken her iki çeşidin sitrik asit, ılgın ve şeker uygulamalarında tespit edilmiştir. Aynı bileşenler kayısı sularında bulunan glikozit aroma bileşenlerinin kimyasal hidrolizi sonrasında belirlenmiştir (Solis-Solis vd., 2007b).

Her iki çeşidin toplam terpen ve terpineol miktarları kontrol örneklerinden yüksek bulunmuştur. Sitrik asit uygulaması ile en yüksek sonuçlar alınırken ılgın infüzyonu dışındaki diğer uygulamalarda çeşitler arası büyük farklılık oluşmamıştır. Ayrıca aynı infüzyon çözeltisi uygulanan çeşitler arasında terpen sayısı ve miktarları açısından bazı farklılıklar görülmüştür. Örneğin kuşburnu infüzyonu ile HH çeşidinde β -siklositral belirlenirken KA çeşidinde bu bileşenin muhtemelen kayba uğradığı düşünülmektedir.

İnfüzyon çözeltilerindeki farklı terpen bileşikleri Vİ prosesi sonrasında kayılarda tespit edilememiştir. Yüksek limonen içeriğine sahip ılgın çözeltisinin HH-I ve KA-I örnekleri üzerinde etkisi görülmemiş olup bu bileşenin kurutma sırasında uzaklaştığı düşünülmektedir. Şeker infüzyonu ile her iki çeşidin linalool miktarı artarken yalnızca KA-Ş'nin limonen miktarı kontrol örneği ile kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur.

4.10.7. Norizoprenoidler

Karotenoidler içerdiği konjüge çift bağlar nedeniyle kararsız bileşikler olup kimyasal ve enzimatik reaksiyonlara uğrayarak güçlü aroma özelliği gösteren yeni bileşenleri meydana getirmektedir. β -karoten gibi karotenoidlerin doğrudan degradasyonu ile oluşan norizoprenoidler bitkilerde glikokonjüge olarak depolanabilirken enzim veya asit hidrolizi sonrasında aglikon formuna dönüşebilmektedir (Mendes-Pinto, 2009).

Kayısı örneklerinde dihidro- β -ionon, β -ionon ve dihidro- β -ionol olmak üzere 3 adet norizoprenoid tespit edilmiştir. Dihidro- β -ionon HH-SA dışındaki diğer HH kayısılarında belirlenmiş olmasına rağmen aralarındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır. KA çeşidinde ise bu bileşen yalnızca KA-SA ve KA-I örneklerinde tespit edilmiştir. Gokbulut ve Karabulut (2012) tarafından Hacıhaliloğlu ve Kabaası çeşidi taze kayıslarda bu bileşen sırasıyla 16.8 $\mu\text{g/kg}$ ve 19.0 $\mu\text{g/kg}$ olarak belirlenmiştir.

Koku algı eşiği 0.09 $\mu\text{g/L}$ gibi düşük bir değere sahip olan β -ionon kayıslara çiçeğimsi (menekşe) karakteri kazandırmaktadır (Takeoka vd., 1990; Guillot vd., 2006, Solis-Solis vd., 2007a). Kurutma sonrasında her iki çeşidin de kontrol örnekleri taze kayıslara yakın bulunmuş olup yapılan bir çalışmada kurutma tekniklerinin Şekerpare kayısılarındaki β -ionon miktarına etkisi olmadığı bildirilmiştir (Göğüş vd., 2007). Bu çalışmada ise HH-Ş örneğinde kayba uğrayan β -ionon, HH-R örneğinde ise diğer örneklerle göre daha yüksek bulunmuştur. Bütün KA örneklerinde belirlenen bu bileşen, KA-SA örneğinde KA-C'ye göre daha yüksek bulunmuştur. Diğer örneklerde görülen farklılıklar ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

β -ionon kayıslarda hem enzimatik hem de kimyasal hidroliz sonucu serbest forma dönüşen major bileşenlerden birisi olduğu bildirilmiştir (Solis-Solis vd., 2007b). Daha önceki bir çalışmadaki kayıslarda β -ionon glikozitleri serbest formuna göre daha fazla bulunmuştur (Cabaroğlu vd., 2009). Dolayısıyla meydana gelen bu artışın glikozit yapının proses sonrasında serbest forma geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan β -karoten degradasyonu sonucu norizoprenoidlerin oluştuğu bilinmektedir. Ancak vakum infüze kayısların β -karoten içeriği (Tablo 34) ile β -ionon miktarı arasındaki ilişki incelendiğinde oldukça zayıf bir korelasyon ($r = -0.246$) bulunmuştur.

Dihidro- β -ionol taze örneklerde belirlenemezken sitrik asit dışındaki diğer örneklerde tespit edilmiştir. Benzer şekilde Cabaroğlu vd. (2009) bu bileşeni yalnızca gün kurusu ve kükürtlü kayıslarda bulmuştur. Buna göre bu çalışmada da kurutma ile birlikte dihidro- β -ionolun oluştuğu düşünülmektedir.

Sitrik asit uygulaması HH çeşidinde etkili olmazken KA çeşidinde toplam norizoprenoid miktarını artırmıştır. Kuşburnu infüzyonu sonrası HH-KB örneğinde bu gruptaki bileşenlerin hepsi belirlenirken toplam miktar açısından kontrol örneklerinden farklı bulunmamıştır. HH-R örneğinde β -ionon miktarı artmış olup hem tespit edilen bileşenler hem de toplam miktar açısından KA-R örneğinden farklı bulunmuştur. Işgın infüzyonu her iki çeşitte de tüm norizoprenoidleri içeren tek uygulama olurken toplam miktarlarda kontrol örnekleri ile aralarındaki fark önemli görülmemiştir ($P>0.05$). Şeker infüzyonu sonrasında HH-Ş örneğinde dihidro- β -ionon belirlenirken KA-Ş örneğinde ise β -ionon tespit edilmiştir. İnfüzyon çözeltilerinde ise herhangi bir norizoprenoide rastlanmamıştır. Bu nedenle bu bileşenlerdeki artışların β -karoten degradasyonundan (Mendes-Pinto, 2009) veya kimyasal hidrolizden (Solis-Solis vd., 2007b) kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.10.8. Uçucu asitler

Alifatik veya aromatik asitler meyvelerde yağ asidi metabolizması ve aminoasitlerin deaminasyonu ile oluşmaktadır (Reineccius, 2006). Kayıslarda bulunan önemli asitler; asetik, butanoik, 2-metilbutanoik ve hekzanoik asit olarak bildirilmiştir (Greger ve Schieberle, 2007). Bu çalışmada her iki çeşidin taze örneklerinde yalnızca hekzanoik asit tespit edilirken diğer bileşenler yalnızca orta nemli kayıslarda belirlenmiştir.

Asetik asit, asetaldehit oksidasyonu veya heterofermentatif laktik asit fermantasyonu sırasında oluşabileceği gibi asetik asit bakterileri tarafından şekerlerin doğrudan dönüşümü ile de meydana gelmektedir (Sim vd., 2007). Yapılan bir çalışmada kayıslardaki en önemli 31 aroma maddesinden konsantrasyonu en yüksek bileşenin asetik asit olduğu bildirilmiştir (Greger ve Schieberle, 2007). Ancak bu çalışmada taze örneklerde tespit edilemeyen asetik asidin kurutma sonrasındaki artışı dikkat çekmektedir. Benzer şekilde Cabaroğlu vd. (2009) tarafından taze Hacihaliloğlu ve Kabaaşı kayıslarında tespit edilemeyen asetik asit gün kurusu

kayısıllarda ise (91.6-155.4 µg/kg) belirlenebilmiştir. HH-C, HH-KB, HH-I örneklerinde belirlenen asetik asit sonuçları HH-Ş örneğinden yüksek bulunurken KA-R örneği KA-I ve KA-Ş örneklerinden düşük değerler almıştır. Diğer bir çalışmada 4 farklı kurutma sonrasında asetik asit (%1.7-4.8) olduğu bildirilmiştir (Göğüş vd., 2007). İnfüzyon çözeltilerinin hücreler arasındaki porlara oksijen girişini engelleyerek fermentatif yolları geliştirdiği bilinmektedir (Castello vd., 2006; Perez-Cabrera vd., 2011). Asetik asidin fermentasyon yoluyla olduğu göz önüne alındığında HH-C, HH-KB, HH-I ve HH-Ş örneklerinin TOPLAM BAKTERİ içeriği (Çizelge 4.20) ile asetik asit artışı arasında ilişki kurulabileceği düşünülmektedir. Ancak KA çeşidinde aynı durum söz konusu değildir. Vakum infüze çileklerde fermentasyonun engellenmesi için potasyum sorbat kullanılarak anaerobik solunumun kısmen inhibe edildiği bildirilmiştir (Castello vd., 2006).

Butanoik asit HH-C örneğinde yüksek miktarda belirlenirken HH-R, KA-C, KA-SA, KA-R ve KA-I örneklerindende birbirlerine yakın değerler (9.04-24.50 µg/kg) almıştır. 2-Metilbutanoik asit ise yalnızca HH-C ve HH-I ve KA-R örneklerinde belirlenmiş olup daha önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur (Krammer vd., 1991; Greger ve Schieberle, 2007; Cabaroğlu vd., 2009).

Hekzanoik asit tüm HH örneklerinde belirlenmesine rağmen aralarındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Diğer taraftan yalnızca KA-T örneğinde belirlenen hekzanoik asit, diğer KA örneklerinde ise tespit edilememiştir. Daha önceki çalışmalarda taze (Greger ve Schieberle, 2007) ve gün kurusu kayısıllarda benzer değerler görülmüştür (Cabaroğlu vd., 2009). Ancak hem asetik asit (180 000 µg/kg) hem de hekzanoik asidin (3000 µg/kg) yüksek koku eşiğine sahip olduğu bildirmiştir (Zhang vd., 2014).

Kurutma sonrasında HH-C örneği bütün asitleri içerirken KA-C örneğinde yalnızca butanoik asit belirlenmiştir. Sitrik asit uygulamasının ise mikrobiyal faaliyeti inhibe ederek kayısıllardaki asetik asit üretimini engellediği düşünülmektedir. Kuşburnu ve roselle uygulamaları ile çeşitler arasında farklılıklar görülmüştür. Işgın suyu infüzyonu sonrasında yüksek miktarda asetik asit oluşması nedeniyle en yüksek asitliğe sahip örnekler ışgın uygulaması olmuştur. Şeker infüzyonu sonrasında ise KA çeşidinin asetik asit miktarı HH çeşidinden yaklaşık 5 kat daha yüksek bulunmuştur. Şeker çözeltilisinin fermentatif metabolitlerin üretimini artırdığı bilinmektedir (Castello vd., 2006).

Kuşburnu çözeltisinde yüksek miktarda asetik asit bulunmasına rağmen KA-KB örneğinde hiçbir asit tespit edilemezken Vİ uygulamasının HH-KB örneğindeki asetik asit miktarı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Benzer durumun roselle ve ılgın çözeltileri için de olduğu düşünülmektedir.

Vİ kayısılar toplam uçucu bileşen miktarları açısından değerlendirildiğinde HH-I ve KA-Ş örnekleri ilk sırada gelmektedir. HH-R ve HH-Ş örnekleri ise HH-C örneğinden düşük değerlere sahip olurken KA çeşidinde bütün uygulamalar kontrol örneğinden yüksek bulunmuştur. Kayısı örneklerinin toplam bileşen miktarında oldukça yüksek bulunan etanol ve asetik asidin etkili olduğu görülmüştür.

Elma aroması ile zenginleştirilmek istenen elma dilimlerine Vİ ile birlikte ultrases uygulanmış ve normal daldırmaya göre daha iyi sonuçlar alınmıştır (Comandini vd., 2010). Bu çalışmada ise infüzyon çözeltilerinden kayısılara uçucu bileşen penetrasyonu gerçekleşmiş olsa da kurutma sırasında uzaklaştığı düşünülmektedir.

HH çeşidindeki toplam bileşen sayıları sitrik asit uygulaması ile 54'ten 42'ye düşerken HH-I örneğinde bu sayı 56'ya yükselmiştir. HH-C örneği ise HH-T ile aynı sayıda bileşene sahip olmuştur. KA-T örneğinde toplam 45 bileşen bulunmuş olup kurutma sonrasında bu sayı 40'a düşmüştür. Vİ sonrasında ise KA çeşidinde daha fazla (44-56) bileşen tespit edilmiştir. Buna göre bileşen sayısı açısından KA çeşidinde Vİ uygulaması ile daha iyi sonuç alındığı düşünülmektedir.

Vİ kayısıların uçucu bileşenler üzerine çeşit ve prosesin etkisi incelenmiş olup istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Vakum infüze kayısıların uçucu bileşenleri istatistiksel analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları							Varyasyon Kaynakları						
	Çeşit		Uygulama		Ç×U			Çeşit		Uygulama		Ç×U	
	F	P	F	P	F	P		F	P	F	P	F	P
Aldehitler							Alkoller						
Asetaldehit	9.72	0.009	20.35	0.000	2.33	0.107	Etanol	2.91	0.114	10.58	0.000	4.09	0.021
2-Metilbutanal	9.79	0.009	6.70	0.003	3.30	0.042	1-Butanol	9.782	0.009	34.64	0.000	49.48	0.000
3-Metilbutanal	51.48	0.000	31.33	0.000	24.11	0.000	1-Pentanol	1.57	0.233	7.43	0.002	14.10	0.000
Pentalen	178.20	0.000	56.43	0.000	41.95	0.000	2-Metil-1-pentanol	17.08	0.001	4.79	0.012	5.90	0.006
Hekzanal	39.55	0.000	9.36	0.001	22.96	0.000	2-Propil-1-heptanol	1.46	0.249	1.09	0.415	1.10	0.410
(E)-2-Pentalen	16.76	0.001	3.20	0.046	2.00	0.151	(E)-2-Penten-1-ol	7.15	0.020	1.49	0.264	1.02	0.446
Heptanal	20.19	0.001	3.51	0.035	4.33	0.017	1-Hekzanol	13.51	0.003	8.86	0.001	1.73	0.202
2-Hekzanal	2.34	0.152	13.59	0.000	9.30	0.001	(Z)-3-Hekzen-1-ol	0.32	0.580	52.99	0.000	0.323	0.890
Oktanal	9.44	0.008	1.96	0.157	8.68	0.001	(E)-2-Hekzen-1-ol	0.65	0.434	4.08	0.021	1.79	0.192
(E)-2-Heptanal	1.91	0.191	22.74	0.000	17.42	0.000	2-Etil hekzanol	0.00	0.997	1.19	0.367	0.78	0.583
Nonanal	7.25	0.020	1.96	0.157	1.26	0.341	(E)-2-Okten-1-ol	1.32	0.272	6.69	0.003	0.76	0.590
2,4-Hekzadienal	22.91	0.000	4.84	0.012	4.73	0.013	Terpen ve terpineoller						
2- Oktenal	12.10	0.005	6.29	0.004	5.09	0.010	β-Pinen	0.077	0.786	1.94	0.161	1.42	0.285
(E,E) 2,4-Heptadienal	1.32	0.272	4.31	0.018	1.47	0.268	β-Fellandren	0.137	0.717	2.02	0.147	3.28	0.042
Dekanal	119.11	0.000	43.33	0.000	43.33	0.000	β-Mirisen	0.549	0.473	4.58	0.014	6.34	0.004
Benzaldehit	3.14	0.102	1.34	0.311	1.59	0.236	Limonen	4.166	0.064	6.96	0.003	6.28	0.004
(E,E)-2,4-Oktadienal	24.40	0.000	9.41	0.001	9.41	0.001	1,8-Sineol	3.41	0.089	4.11	0.021	4.09	0.021
(E,E)-2,4-Dekadienal	1.89	0.194	8.50	0.001	7.08	0.003		10.42					
Ketonlar							γ-Terpinen	7	0.007	8.54	0.001	4.19	0.019
2-Pentanon	0.261	0.619	11.48	0.000	19.41	0.000	ρ-Simen	4.00	0.069	8.44	0.001	1.71	0.205
4-Oktanon	1.197	0.295	1.57	0.241	1.53	0.250	Teaspiran A	33.29	0.000	9.61	0.001	1.48	0.267
Asetoin	0.271	0.612	5.331	0.008	8.45	0.001	Linalool	1.36	0.266	36.69	0.000	4.35	0.017
6-Metil-5-hepten-2-on	3.76	0.076	4.40	0.017	1.89	0.169	Teaspiran B	35.42	0.000	7.59	0.002	1.79	0.189
γ-Butirolakton	4.69	0.051	5.58	0.007	5.81	0.006	β-Siklositral	0.17	0.685	6.80	0.003	6.42	0.004
Esterler							α-Terpineol	2.24	0.160	21.98	0.000	1.95	0.159
Metil asetat	0.601	0.453	5.86	0.006	4.91	0.011	Nerol	3.30	0.094	17.89	0.000	2.59	0.082
Etil Asetat	2.687	0.127	20.70	0.000	37.57	0.000	Jeraniol	4.29	0.060	19.21	0.000	3.41	0.038
Etil butirat	8.962	0.011	14.67	0.000	25.66	0.000							

Çizelge 4.38. (devam)

	Varyasyon Kaynakları							Varyasyon Kaynakları						
	Çeşit		Uygulama		Ç×U			Çeşit		Uygulama		Ç×U		
	F	P	F	P	F	P		F	P	F	P	F	P	
2-Metilpropil 2-Metil propanoat	0.831	0.380	2.47	0.092	1.78	0.192	Norizoprenoidler	Dihidro-β-ionon	9.44	0.010	2.92	0.059	2.76	0.069
Metil 2- metil pentanoat	3.548	0.084	4.54	0.015	1.46	0.272	β-ionon	11.92	0.005	3.99	0.023	5.16	0.009	
İzoamil asetat	7.25	0.020	23.44	0.000	4.69	0.013	Dihidro-β-ionol	0.49	0.494	2.50	0.090	0.46	0.798	
1-Metil etil pentanoat	8.619	0.012	3.48	0.036	1.83	0.181								
Butil izobutirat	6.602	0.025	2.46	0.093	9.05	0.001								
2-Metilpropil butanoat	5.339	0.039	15.15	0.000	13.22	0.000	Uçucu Asitler							
Butil butanoat	0.97	0.342	2.33	0.107	11.95	0.000	Asetik asit	1.91	0.191	6.62	0.004	4.09	0.021	
Etil hekzanoat	5.66	0.035	5.24	0.009	1.02	0.446	Butanoik asit	4.22	0.062	9.40	0.001	10.14	0.001	
2-Metilpentil pentanoat	5.52	0.037	1.53	0.252	1.77	0.193	2-Metilbutanoik asit	3.51	0.085	4.54	0.015	8.24	0.001	
1,1-Dimetilpropil hekzanoat	2.58	0.134	1.54	0.248	2.16	0.126	Hekzanoik asit	50.20	0.000	1.29	0.330	1.29	0.330	
2-Metilpentil hekzanoat	1.52	0.241	3.05	0.052	1.97	0.156								

Aldehitler, ketonlar, terpenler ve asitlerin birçoğunun prosesle birlikte değiştiği belirlenmiştir. Araştırmacılar β -ionon, linalool, γ -dekalakton, hekzanal, (*E*)-2-hekzanal ve jeraniolün kayısılarda anahtar bileşenler olduğunu bildirmiştir (Greger ve Schieberle, 2007). Linalool, (*E*)-2-hekzanal ve jeraniol üzerinde çeşidin etkisi önemli bulunmazken diğer bileşenlerin hem çeşit hem de uygulamadan etkilendiği görölmüştür. Ancak toplam uçucu bileşen miktarları ile duyusal değerlendirme sonuçları arasında ilişki kurulamamıştır ($r = -0.180$, $r = -0.512$). Bulunan uçucu bileşenlerin düşük miktarlarda olması ve kayısıların sahip olduğu yüksek şeker iğerii nedeniyle duyusal özellikleri çok fazla etkilemediği düşünölmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada vakum infüzyon tekniği kullanılarak nutrasötik özellikleri artırılmış yeni kayısı ürünleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için sitrik asit, kuşburnu pulpu, roselle ekstraktı, ılgın suyu ve şeker ile hazırlanan infüzyon çözeltilerine daldırılan kayısılar 15 dakika boyunca 100 mbar vakumun ardından 1 saat atmosferik basınçta bekletilmiştir. İnfüzyon çözeltisinden sonra açık havada güneşe karşı serilen kayısılar %30 nem içeriğine düşene kadar kurutulmuştur. Vakum infüzyonun kayısılar üzerindeki etkisi ve +4 °C’de 120 gün depolama boyunca meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Kayılardaki katı ve sıvı madde transferi

Sukroz çözeltisi kayısılar üzerinde osmotik dehidrasyon etkisi oluştururken diğer çözeltiler hipotonik çözelti özelliği göstermiştir. Vakum infüzyon etkinliğini belirlemek amacıyla normal daldırma ile kıyaslanan örneklerde % ağırlık değişimleri incelenmiş ve şeker infüzyonu dışındaki diğer örneklerde vakumun etkisi açıkça görülmüştür. Ayrıca su kazanımı/kaybı ve katı kazanımı/kaybı değerlendirilen örneklerde en fazla katı madde kaybı HH-KB ve KA-R örneğinde görülürken en çok su kazanımı ılgın ve roselle uygulaması ile gerçekleşmiştir. Şeker infüzyonu ile kayısılar su kaybederken HH-Ş örneğinin katı madde kazanımı KA-Ş’e göre daha yüksek bulunmuştur.

Depolama boyunca meydana gelen değişimler

Kayısıların orta nemli meyve formuna dönüşmesi için farklı kurutma süreleri uygulanması olması nedeniyle şeker infüze kayısılar en düşük nem değerlerine sahip örnekler olmuştur. Depolama boyunca kayılarda büyük oranda nem ve su aktivitesi değişimi görülmezken oluşan küçük farklılıkların örneklerin homojen bir kuruma sağlanamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Vakum infüze kayısılarn pH ve titrasyon asitliği değerleri içerdiği organik asit miktarına bağlı olup hem esmerleşme hem de mikrobiyal gelişme üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Sitrik asit uygulaması ile örneklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri belirgin bir şekilde değişirken diğer uygulamalar arasında büyük farklılıklar oluşmamıştır. Depolama boyunca asitlik değerlerinde bir miktar artış görülürken 4.

ayın sonunda KA-R dışındaki diğer örnekler kontrol örneklerinden istatistiksel olarak farklılaşmamıştır.

Yüzey rengi değerleri açısından HH-I ve HH-Ş örneklerinin ilk gün L^* , b^* ve C^* değerleri daha yüksek bulunmuş olup ΔE değerleri ise en düşük çıkan uygulamalar olmuştur. KA-I örneği en yüksek L^* değerine sahip olurken KA-Ş ise b^* değerinde ilk sırayı almıştır. Diğer KA örneklerinin L^* ve b^* değerleri KA-C örneğinden yüksek bulunmuştur. Her iki çeşitte de ılgın ve şeker uygulaması diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar verirken sitrik asit infüzyonu ile beklenen renk korunması sağlanamamıştır. Depolama sırasında ise kayısılarda meydana gelen esmerleşme nedeniyle bütün değerler arasındaki farkın azaldığı görülmüştür. Kayısların esmerleşme düzeyi hem HH hem de KA çeşidinin ilk gün değerlerinde sitrik asit uygulaması en düşük değerleri alırken HH-R örneği en yüksek sonucu göstermiştir. Depolama sonunda ise HH-R örneğinde aşırı bir artış görülürken diğer örnekler birbirine yakın değerler almıştır.

Kayısların tekstürel özellikleri sertlik, çiğnenebilirlik, yapışma kuvveti ve katılık parametreleri açısından değerlendirilmiştir. HH çeşidinin ilk gün sertlik ve yapışma kuvveti değerlerinde HH-Ş diğerlerine göre yüksek değerler alırken çiğnenebilirlik açısından HH-R, katılıkta ise HH-KB ilk sırayı almıştır. KA çeşidinde ise ilk gün KA-I örneği daha sert bulunurken KA-SA örneği daha yumuşak bir profil göstermiştir. Depolama sonunda bütün örneklerin tekstürel özellikleri değişmiştir. Orta nemli kayısların tekstürel özelliklerinin nem içeriğinden etkilendiği düşünülmektedir. Çeşitler arasında Vİ çözeltileri farklı özellikler göstermiş olup KA çeşidi için sitrik asit, HH çeşidi içinse kuşburnu infüzyonu ile daha iyi sonuçlar alınmıştır.

Yeni ürün geliştirme açısından oldukça önemli bir parametre olan duyuşal değerlendirme, çeşitler ve uygulamalar arasında farklılık göstermiştir. İlk gün değerlendirmelerinde görünüş, tekstür, tat-koku ve tüm izlenim açısından HH-Ş ve KA-SA örnekleri en yüksek değerleri alırken HH-SA ve KA-R örnekleri oldukça düşük puanlar almıştır. Depolama boyunca örneklerin duyuşal özelliklerinde kayıplar görülmüş olup 120 günün sonunda vakum infüze kayıslar kontrol örnekleri ile istatistiksel olarak benzer değerlere sahip olmuştur. Bununla birlikte HH-Ş, KA-SA ve KA-Ş örnekleri yeni ürün kapsamında en çok beğenilen uygulamalar olmuştur. Aynı zamanda örneklerin toplam şeker içeriği ile duyuşal değerlendirmesi arasında

oldukça yüksek bir ilişki bulunmuş olup yeni ürün geliştirmede bu kriterin göz önüne alınması gerektiği düşünülmektedir.

Kayıslarda belirlenen mikrobiyal yük, çeşitler arasında farklılık gösterirken genel olarak toplam bakteri ve maya-küf açısından HH çeşidinde daha fazla gelişme tespit edilmiştir. Ayrıca kuşburnu ve roselle uygulamalarında osmofilik maya gelişimi de tespit edilmiştir. Işgın infüzyonu sonrasında HH çeşidinde toplam bakteri ve maya-küf varlığı görülürken KA çeşidinde herhangi bir gelişme görülmemiştir. Sitrik asit uygulaması ise KA-SA örneğinin ilk günündeki maya-küf yükü dışında mikroorganizma inhibisyonunu sağladığı görülmüştür. Ancak sitrik asit dışındaki diğer uygulamalarda görülen olumsuzlukların giderilmesi için potasyum sorbat gibi (Witthuhn vd., 2005; Alagöz vd., 2015) koruyucular kullanılarak mikrobiyal gelişimin engellenmesi gerektiği düşünülmektedir.

TFM miktarları ve antioksidan aktivite

Vakum infüzyon sonrasında kayısların TFM miktarı azalmış olup bu durumun güneşte kurutma sırasında oluşan esmerleşme nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Ancak KA-SA dışındaki diğer vakum infüze kayıslar, TFM miktarları açısından kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Bununla Vİ işleminde sonrasında tüm örneklerin ABTS⁺ değerleri taze ve kontrol örneklerinden daha yüksek bulunmuş olup Vİ çözeltilerinin etkisi açıkça görülmüştür.

Organik asit ve şekerler üzerine etkisi

Kayıslarda sitrik, malik, kinik, şikimik ve fumarik asit belirlenmiş olup vakum infüzyonla birlikte sitrik asit infüzyonu dışındaki diğer örneklerde bazı kayıplar görülmüştür. Bu durumun Maillard reaksiyonundan veya infüzyon çözeltilisine geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Taze örneğe göre özellikle malik asit miktarında önemli bir azalma görülürken fumarik asitte kurutma ile artış görülmüştür. Diğer taraftan toplam organik asit miktarındaki değişimler açısından vakum infüze kayıslardaki azalmalar istatistiksel olarak önemli görülmemiştir ($P>0.05$). Sitrik asit infüzyonu ile katı madde kaybı belirlenen kayıslardaki sitrik asit artışı, vitaminler gibi bazı biyoaktif bileşenlerin vakum infüzyonla kayıslara penetrasyonunun mümkün olabileceğini göstermektedir.

Şeker miktarları açısından taze örneklerle göre tüm HH örneklerinde fruktoz miktarları, KA çeşidinde ise yalnızca KA-R örneğindeki glukoz ve sorbitol değerlerindeki kayıplar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Şeker infüzyonu ile kayıpların sukroz miktarlarında artış görülmüştür. Sitrik asit ve roselle infüzyonu ise toplam şeker miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Hipotonik çözeltilere daldırılan kayıslardaki katı madde kayıplarının şekerlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

β-karoten ve fenolik bileşenler

Kayıslarda en önemli biyoaktif bileşenlerden biri olan β-karoten miktarı kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında KA-R ve KA-I dışındaki diğer örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Özellikle şeker infüzyonu her iki çeşitte de maksimum koruma sağlarken diğer çözeltiler kayısı çeşidine göre farklı davranışlar göstermiştir. Sitrik asit ise KA çeşidinde daha iyi sonuç vermesine rağmen şeker infüzyonu kadar etkili olmamıştır.

Fenolik bileşenler açısından en iyi sonuçlar HH-Ş, KA-KB ve KA-Ş örneklerinde görülmüştür. Ayrıca bu örneklerdeki major bileşenler (neoklorojenik asit, klorojenik asit ve rutin) büyük oranda korunurken en fazla kayıp sitrik uygulaması ile gerçekleşmiştir. Kurutma sonrasında taze örneklerle göre gallik asit dışında herhangi bir artış görülmemiştir. Roselle ekstraktında olduğu gibi infüzyon çözeltilerinden kayısıya geçmesi beklenen fenoliklerin penetrasyonu gerçekleşmiş olsa dahi kurutma sırasında bu bileşenlerin oksidasyona uğradığı düşünülmektedir. Bununla birlikte KA çeşidindeki tüm vakum infüze kayıslar, HH çeşidinde ise HH-SA ve HH-I dışındaki diğer örnekler kontrol örneklerinden yüksek bulunmuştur.

Uçucu bileşenler

Kayıslar örneklerinde aldehytler, ketonlar, esterler, furan bileşikler, alkoller, terpenler, norizoprenoidler ve asitler olmak üzere HH çeşidi için toplam 71, KA çeşidi içinse 66 bileşen tespit edilmiştir. Vakum infüzyonun her iki çeşitte de terpenler üzerinde olumlu etkileri görülmüştür. Kontrol örneklerine göre HH çeşidinde aldehytlerin, KA çeşidinde ise ketonların artmasını sağlayan infüzyon prosesi diğer uçucu bileşen gruplarında farklı davranışlar göstermiştir. Her iki çeşitte de fermentasyondan kaynaklandığı düşünülen etanol ve asetik asit üretimi nedeniyle toplam uçucu bileşen miktarlarında artış belirlenmiştir. Diğer taraftan infüzyon

6. KAYNAKLAR

- Acar, J., Gökmen, V. (2005). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt 1, Hacettepe Üniversitesi Matbaası, Ankara, 34-241 pp.
- Ahmad-Qasem, M.H., Santacatalina, J.V., Barrajon-Catalan, E., Micol, V., Cárcel, J.A., García-Pérez, J.V. (2015). Influence of drying on the retention of olive leaf polyphenols infused into dried apple. *Food Bioprocess. Technol.* **8**, 120–133.
- Akbulut, M. (2001). *Kayısı ve zerdali meyvelerinde fenolik madde içerikleri ve bazı proseslerde görülen değişimler üzerine bir araştırma*. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Akın, E.B. (2006) *Coğrafi işaret olarak tescil edilmiş Malatya kayısının teknolojik özelliklerinin saptanması ve gıda güvenliği açısından araştırılması*. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Akin, E.B., Karabulut, I., Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chem.* **107**, 939–948.
- Alagöz, S., Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M. (2015). Effects of different sorbic acid and moisture levels on chemical and microbial qualities of sun-dried apricots during storage. *Food Chem.* **174**, 356-364.
- Altuğ, T. (2009). *Gıda Katkı Maddeleri*. Sidaş Medya, İzmir, 195-196 pp.
- Alzamora, S. M., Salvatori, D., Tapia, M. S., Lopez-Malo, A., Welti-Chanes, J., Fito, P. (2005). Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. *J. Food Eng.* **67**, 205-214.
- Ameny, M.A., Wilson, P.W. (1997). Relationship between Hunter color values and β -carotene contents in white-fleshed African sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* Lam). *J. Sci. Food Agr.* **73**, 301-306.
- Anino, S.V., Salvatori, D.M., Alzamora, S.M., (2006). Changes in calcium level and mechanical properties of apple tissue due to impregnation with calcium salts. *Food Res. Int.* **39** (2), 154–164.
- Anonim. (2005a). *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Halkman, A.K. (Ed.), Başak Matbaacılık, Ankara, 256-261 pp.
- Anonim. (2005b). *Evaluation Report of Food Additives, Acetaldehyde*. Food Safety Commission, Japonya.
- Anonim. (2015). <http://www.gaib.org.tr/Home/Istatistikler> (on-line access on 24 Aug, 2015).

- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E. Bektaşoğlu, B., Berker, K.I., Özyurt, D. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*. **12**, 1496-1547.
- Arias, E., Gonzalez, J., Lopez-Buesa, P., Oria, R. (2008). Optimization of processing of fresh-cut pear. *J. Sci. Food Agr.* **88**, 1755-1763.
- Asma, B.M. (2000). *Kayısı Yetiştiriciliği*. Evin Ofset, Malatya 243 p.
- Asma, B.M., Birhanlı, O. (2004). *Mışmiş*. Evin Ofset, Malatya, 220 p.
- Asma, B.M., Gültek, A., Kan, T., Birhanlı, O. (2005). *Kayısıda Kükürt Sorunu*. Özgayret Ofset, Malatya, 108 p.
- Atares, L., Chiralt, A., Gonzales-Martinez C. (2008). Effect of solute on osmotic dehydration and rehydration of vacuum impregnated apple cylinders (cv. Granny Smith). *J. Food Eng.* **89**, 49-56.
- Aubert, C., Chanforan, C. (2007). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.) characterization of 28 cultivars. *J. Agric. Food Chem.* **55**, 3074-3082.
- Aubert, C. Bony, P., Chalot, G., Hero, V. (2010). Changes in physicochemical characteristics and volatile compounds of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Bergeron) during storage and post-harvest maturation. *Food Chem.* **119**, 1386–1398.
- Azodanlou, R., Darbellay, C., Luisier, J.L., Villettaz, J.C., Amado, R. (2003). Development of a model for quality assessment of tomatoes and apricots, *Lebensm.-Wiss.-U.-Technol.* **36**, 223-233.
- Bae, H., Yun, S.K., Jun, J.H., Yoon, I.K., Nam, E.Y., Kwon, J.H. (2014). Assessment of organic acid and sugar composition in apricot, plumcot, plum, and peach during fruit development. *J. Appl Botany Food Qual.* **87**, 24-29.
- Banjongsinsiri, P., Kenney, J., Wicker, L. (2004). Detection of vacuum infusion of pectinmethylesterase in strawberry by activity staining. *J. Food Sci.* **69** (3), 179-183.
- Barat, J.M., Chiralt, A., Fito, P. (2001). Effect of osmotic solution concentration, temperature and vacuum impregnation pretreatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices. *Food Sci. Technol. Int.*, **7**, 451-456.
- Bell, L.N., Labuza, T.P. (1994). Influence of the low moisture state on pH and its implication for reaction kinetics. *J. Food Eng.* **22**, 291-312.
- Bellary, A.N., Rastogi, N.K. (2014). Effect of selected pretreatments on impregnation of curcuminoids and their influence on physico-chemical properties of raw banana slices. *Food Bioprocess Technol.* **7**, 2803–2812.

- Betoret, N., Puente, L., Pagan, M.J., Garcia, M.J., Gras, M.L., Martinez Monzo, J. Fito, P. (2003). Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. *J. Food Eng.* **56**, 273–277.
- Blanda, G., Cerretani, L., Bendini, A., Cardinali, A., Scarpellini, A., Lercker, G. (2008a). Effect of vacuum impregnation on the phenolic content of Granny Smith and Stark Delicious frozen apple cvv. *Eur. Food Res. Technol.* **226**, 1229–1237.
- Blanda, G., Cerretani, L., Cardinali, A., Bendini, A., Lercker, G. (2008b). Effect of frozen storage on the phenolic content of vacuum impregnated Granny Smith and Stark Delicious apple cvv. *Eur. Food Res. Technol.* **227**, 961–964.
- Blanda, G., Cerretani, L., Bendini, A., Cardinali, A., Lercker, G. (2008c). Phenolic content and antioxidant capacity versus consumer acceptance of soaked and vacuum impregnated frozen nectarines. *Eur. Food Res. Technol.* **227**, 191–197.
- Cabaroğlu, T., Selli, S., Asma, B.M. (2009). *Malatya’da yetiştirilen bazı yerli kayısı çeşitlerinde GC-MS-Olfaktometri teknikleri ile aroma maddelerinin belirlenmesi ve kurutma işleminin aroma maddeleri üzerindeki etkisinin araştırılması*. Proje No: 107 O 552, TÜBİTAK, Ankara.
- Campbell, O.E. (2013a). Quality assessment of northeast peach and apricot varieties and their value-added products. PhD Thesis, Cornell University, New York, USA.
- Campbell, O.E., Padilla-Zakour, O.I. (2013b). Phenolic and carotenoid composition of canned peaches (*Prunus persica*) and apricots (*Prunus armeniaca*) as affected by variety and peeling. *Food Res. Int.* **54**, 448–455.
- Campbell, O.E., Merwin, I.A., Padilla-Zakour, O.I. (2013c). Characterization and the effect of maturity at harvest on the phenolic and carotenoid content of northeast USA apricot (*Prunus armeniaca*) varieties. *J. Agric. Food Chem.* **61**, 12700–12710.
- Castello, M.L., Fito, P.J., Chiralt, A. (2006). Effect of osmotic dehydration and vacuum impregnation on respiration rate of cut strawberries. *LWT–Food Sci. Technol.* **39**, 1171–1179.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. (2009). Kurutma teknolojisi, (pp. 479–626). In: Cemeroğlu, B. (Ed.), *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:39,, Bizim Grup Basımevi, Ankara.
- Chafer, M., González-Martínez, C., Chiralt, A., Fito, P. (2003). Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels. *Food Res. Int.* **36**, 35–41.
- Chiabrando, V., Giacalone, G. (2012). Effect of antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut apples during cold storage. *J. Food Process. Preserv.* **36**, 133–140.

- Chinnici, F., Spinabelli, U., Riponi, C., Amati, A. (2005). Optimization of the determination of organic acids and sugars in fruit juices by ion-exclusion liquid chromatography. *J. Food Compos. Anal.* **18**, 121-130.
- Chinprahast, N., Siripatrawan, U., Leerahawong, A., Traiananwuttikul, K. (2013). Effects of blanching and vacuum impregnation on physicochemical and sensory properties of Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica* L.). *J. Food Process. Pres.* **37**, 57–65.
- Chiralt, A., Fito, P., Andres, A., Barat, J.M., Martinez-Monzo, J, Martinez-Navarrete, N. (1999). Vacuum impregnation: a tool in minimally processing of foods (pp. 341-356). In: Oliveira F.A.R., Oliveira, J.C. (Ed.), *Processing of Foods: Quality Optimization and Process Assessment*., CRC press., Boca Raton.
- Chiralt, A., Fito, P., Barat, J.M., Andres, A., Gonzales-Martinez, C., Escrich, I., Camacho, M.M. (2001). Use of vacuum impregnation in food salting process. *J. Food Eng.* **49**, 141-151.
- Chiralt, A., Talens, P., (2005). Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. *J. Food Eng.* **67**, 167–177.
- Comandini, P., Blanda, G., Paz, H. M., Fragoso, A. V., Toschi, T. G. (2010). Impregnation techniques for aroma enrichment of apple sticks: a preliminary study. *Food Bioprocess Technol.* **3**, 861–866.
- Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M., Del Castillo, M.D. (2012). Browning reactions (pp: 56-83). In: Simpson, B.K (Ed.), *Food Biochemistry and Food Processing*, 2nd Edition, Wiley-Blackwell, Cambridge, USA.
- Coşkun, A.L., Türkyilmaz, M., Aksu, O.T., Koç, B.E., Yemiş, O. (2013). Effects of various sulphuring methods and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried apricots. *Food Chem.* **141**, 3670-3680.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M., Agabbio, M. (2004). Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity and ascorbic acid of prunes. *J. Agr. Food Chem.* **52**, 4780–4784.
- Deng, Y., Zhao, Y. (2008). Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetration of dried apples (Fuji). *LWT-Food Sci. Technol.* **41**, 1575-1585.
- De Rigal, D., Gauillard, F., Richard-Forget, F. (2000). Changes in the caretenoid content of apricot (*Prunus armeniaca* var Bergeron) during enzymatic browning: β -caroten inhibition of chlorogenic acid degradation. *J. Sci Agr.* **80**, 763-768.

- Derossi, A., De Pilli, T., Severini, C. (2012). The application of vacuum impregnation techniques in food industry (pp. 47-49), In: Valdez, B. (Ed.), *Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. Intech, Shanghai, Çin.
- Diamante, L.M., Hironaka, K., Yamaguchi, Y., Nademude, E. (2013). Optimisation of vacuum impregnation of blackcurrant-infused apple cubes: application of response surface methodology. *Int. J. Food Sci. Technol.* **45**, 1956–1962.
- Dillard, C.J., German, J.B. (2000). Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. Sci. Food Agr.* **80**, 1744-1756.
- Dragovic-Uzelac, V., Delonga, Levaj, B., Djakovic, S., Pospisil, J. (2005). Phenolic profiles of raw apricots, pumpkins, and their purees in the evaluation of apricot nectar and jam authenticity. *J. Agr. Food Chem.* **53**, 4836-4842.
- Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., Boras, M. (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chem.* **102**, 966-975.
- Durmaz, G., Çam, M., Kutlu, T., Hışıl Y. (2010). Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Food Sci. Technol. Res.* **16**, 71–78.
- Edge, R., McGarvey, D.J., Truscott, T.G. (1997). The carotenoids as anti-oxidants - a review. *J. Photoch. Photobio. B.* **41**, 189-200.
- Elmaci, Y., Altug, T., Pazir, F. (2008) Quality changes in unsulfured sun dried apricots during storage. *Int. J. Food Prop.* **11**, 146–157.
- Engel, C.A.R., Straathof, A.J.J., Zijlmans, T.W., Van Gulik, W.M., Van der Wielen, L.A.M. (2008). Fumaric acid production by fermentation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **78**, 379-389.
- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chem.* **104**, 1379-1384.
- Erdoğan, S., Erdemoğlu S. (2011). Evaluation of polyphenol contents in differently processed apricots using accelerated solvent extraction followed by high-performance liquid chromatography–diode array detector. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **62** (7), 729–739.
- Eroglu, A., Harrison, E.H. (2013). Carotenoid metabolism in mammals, including man: formation, occurrence, and function of apocarotenoids. *J. Lipid Res.* **54**, 1719-1730.
- FAO. (2016). <http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>. (on-line access on 18 Mar, 2016).
- Ferreira, A., Guyot, S., Marnet, N., Delgadillo, I., Renard, C.M.G.C., Coimbra, M.A.

- (2002). Composition of phenolic compounds in a Portuguese pear (*Pyrus communis* L. Var. S. Bartolomeu) and changes after sun-drying. *J. Agr. Food Chem.* **50**, 4537–4544.
- Ferrando, M., Rózek, A., Achaerandio, I., Güell, C. (2011). Grape phenolic infusion into solid foods: studies on mass transfer and antioxidant capacity. *Procedia Food Sci.* **1**, 1494-1501.
- Fito, P. (1994). Modelling of vacuum osmotic dehydration of food. *J. Food Eng.* **22**, 313-328.
- Fito, P., Andres, A., Chiralt, A., Pardo, P. (1996). Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food liquid systems. *J. Food Eng.* **27**, 229-240.
- Fito, P., Chiralt, A., Barat, J.M., Andres, A., Martinez-Monzo, J., Martinez-Navarrete, N. (2001). Vacuum impregnation for development of new dehydrated products. *J. Food Eng.* **49**, 297-302.
- Forni, E., Sormani, A., Scalise, S., Torreggiani, D. (1997). The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehydrofrozen intermediate moisture apricots. *Food Res. Int.* **30** (2), 87-94.
- Fujimaru, T., Ling, Q., Morrissey, M.T. (2012). Effects of carbon dioxide (CO₂) laser perforation as skin pretreatment to improve sugar infusion process of frozen blueberries. *J. Food Sci.* **77**, 45-51.
- Giovanelli, G., Brambilla, A., Sinelli, N. (2013). Effects of osmo-air dehydration treatments on chemical, antioxidant and morphological characteristics of blueberries. *LWT-Food Sci. Technol.* **54**, 577-584.
- Gokbulut, İ. Karabulut, İ. (2012). SPME–GC–MS detection of volatile compounds in apricot varieties. *Food Chem.* **132**, 1098-1102.
- Golias, J., Letal, J., Dokoupil, L. (1994). Influence of maturity on volatile production and chemical composition of fruits of six apricot cultivars. *J. Appl Botany Food Qual.* **84**, 76-84.
- Gomez, E., Ledbetter, C.A. Hartsell, P.L. (1993). Volatile compounds in apricot, plum, and their interspecific hybrids. *J. Agr. Food Chem.* **41**, 1669-1676.
- Gomez, E., Ledbetter, C.A. (1997). Development of volatile compounds during fruit maturation: characterization of apricot and plum×apricot hybrids. *J. Sci. Food Agr.* **74**, 541-546.
- Gonzalez-Gomez, D., Lozano, M., Fernandez-Leon, M.F., Bernalte, M.J., Ayuso, M.C., Rodriguez, A.B. (2010). Sweet cherry phytochemicals: Identification and characterization by HPLC-DAD/ESI-MS in six sweet-cherry cultivars grown in Valle del Jerte (Spain). *J. Food Compos. Anal.* **23**, 533–539.

- Göğüş, F., Özel, M.Z., Lewis, A.C. (2007). The effect of various drying techniques on apricot volatiles analysed using direct thermal desorption-GC–TOF/MS. *Talanta*. **73**, 321-325.
- Gras, M.L., Vidal, D., Betoret, N., Chiralt, A., Fito P. (2003). Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation interactions with cellular matrix. *J. Food Eng.* **56**, 279-284.
- Greger, V., Schieberle, P. (2007). Characterization of the key aroma compounds in apricots (*Prunus armeniaca*) by application of the molecular sensory science concept. *J. Agr. Food Chem.* **55**, 5221-5228.
- Guillemin, A., Degraeve, P., Noel C., Saurel, R. (2008). Influence of impregnation solution viscosity and osmolarity on solute uptake during vacuum impregnation of apple cubes (var. Granny Smith). *J. Food Eng.* **86**, 475-483.
- Guillot, S., Peytavi, L., Bureau, S., Boulanger, R., Lepoutre, J. P., Crouzet, J., Schorr-Galindo, S. (2006). Aroma characterization of various apricot varieties using headspace-solid phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography– olfactometry. *Food Chem.* **96**, 147–155.
- Guimaraes, R., Barros, L., Carvalho, A. M., Ferreira, I.C.F.R. (2010). Studies on chemical constituents and bioactivity of *Rosa micrantha*: an alternative antioxidants source for food, pharmaceutical, or cosmetic applications. *J. Agr. Food Chem.* **58**, 6277-6284.
- Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S.E., Apak, R. (2006). Antioxidant capacity of fresh, sun- and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and folin methods. *Int. J. Food Sci. Technol.* **41**, 76-85.
- Harborne, J.B., Mabry, H. (1975). *The flavonoids: Advances in Research*. Academic Press, New York, USA, 970 p.
- Harborne, J.B., Williams, C.A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochem.* **55**, 481–504.
- He, F., Mu, L., Yan, G.L., Liang, N.N., Pan, Q.H., Wang, J., Reeves, M.J., Duan, C.Q. (2010). Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*. **15**, 9057-9091.
- Hironaka, K., Kikuchi, M., Koaze, H., Sato, T., Kojima, M., Yamamoto, K., Yasuda, K. (2011). Ascorbic acid enrichment of whole potato tuber by vacuum-impregnation. *Food Chem.* **127**, 1114-1118.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agr. Food Chem.* **53**, 1841–1856.

- Igual, M., Castello, M.L., Ortola, M.D., Andres, A. (2008). Influence of vacuum impregnation on respiration rate, mechanical and optical properties of cut persimmon. *J. Food Eng.* **86**, 315-323.
- Igual, M., García-Martínez, E., Martín-Esparza, M.E., Martínez-Navarrete, N. (2012). Effect of processing on the drying kinetics and functional value of dried apricot. *Food Res. Int.* **47**, 284–290.
- Ihns, R., Diamante, L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L. (2011). Effect of temperature on the drying characteristics, color, antioxidant and beta-carotene contents of two apricot varieties. *Int. J. Food Sci. Technol.* **46**, 275–283.
- Jacob, J.K., Paliyath, G. (2012). Infusion of fruits with nutraceuticals and health regulatory components for enhanced functionality. *Food Res. Int.* **45**, 93-102.
- Jeon, M., Zhao, Y. (2005). Honey in combination with vacuum impregnation to prevent enzymatic browning of fresh-cut apples. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **56** (3), 165-176.
- Jiang, Y., Song, Y. (2010). Fruits and Fruit Flavor: Classification and Biological Characterization. In: Hui, Y.H. (Ed.), *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Joshi, A.P.K., Rupasinghe, H.P.V. Pitts, N.L. (2010). Sensory and nutritional quality of the apple snacks prepared by vacuum impregnation process. *J. Food Qual.* **33**, 758–767.
- Joshi, A.P.K., Rupasinghe, H.P.V. Pitts, N.L. (2011). Comparison of non-fried apple snacks with commercially available fried snacks. *Food Sci. Technol. Int.* **17**(3), 249-255.
- Kan, T., Bostan, S.Z. (2013). Effect of sulfurization and process conditions on polyphenol content of anatolian apricots (*Prunus armeniaca*). *J. Food Process. Preserv.* **37**, 163-170.
- Kan, T., Gundogdu, M., Ercisli, S., Muradoglu, F., Celik, F., Gecer, M.K. Kodad, O., Zia-Ul-Haq, M. (2014). Phenolic compounds and vitamins in wild and cultivated apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits grown in irrigated and dry farming conditions. *Biol. Res.* **47**, 46-52.
- Karabulut, I., Topcu, A., Duran, A., Turan, S., Ozturk, B. (2007). Effect of hot air drying and sun drying on color values and β -carotene content of apricot (*Prunus armenica* L.). *LWT-Food Sci. Thecnol.* **40**, 753–758.
- Karatas, F., & Kamışlı, F. (2007). Variations of vitamins (A, C and E) and MDA in apricots dried in IR and microwave. *J. Food Eng.* **78**, 662–668.
- Katona, Z.F., Sass, P., Monar-Perl, I. (1999). Simultaneous determination of sugars, sugar alcohols, acids and amino acids in apricots by gas chromatography-massspectrometry, *J. Chromotography A.* **847**, 91- 102.

- Kelly, M.O., Saltveit, M.E. (1988). Effect of endogenously synthesized and exogenously applied ethanol on tomato fruit ripening. *Plant Physiol.* **88**, 143-147.
- Kelly, J., Chapman, S., Brereton, P. (1999). Gas chromatographic determination of volatile congeners in spirit drinks: Interlaboratory study. *J. AOAC Int.* **82** (6), 1375-1388.
- Kerler, J., Winkel, C. (2002). The basic chemistry and process conditions underpinning reaction flavour production (p. 302). In: Taylor, A.J. (Ed.), *Food Flavour Technology*, Sheffield Publ., Sheffield, U.K., ,
- Khin, M.M., Weibiao, Z. Perera, C. (2005). Development in the combined treatment of coating and osmotic dehydration of food: A review, *Int. J. Food Eng.* **1**, 1-19.
- Knorr, V., Wieser, H., Koehler, P. (2015). Production of gluten-free beer by peptidase treatment. *Eur. Food Res. Technol.* **1**, 1-12.
- Krammer, G., Winterhalter, P., Schwab, M., Schreier, P. (1991). glycosidically bound aroma compounds in the fruits of *Prunus* species: apricot (*P. armeniaca*, L.), peach (*P. persica*, L.), yellow plum (*P. domestica*, L. ssp. *syriaca*). *J. Agr. Food Chem.* **39**, 770-781.
- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E. (2002). Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am. J. Med.* **113** (9), 71-88.
- Krishnaiah, D., Sarbatly, R., Nithyanandam, R. (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and Bioprod. Process.* **89**, 217–233.
- Komes, D., Lovric, T., Kovacevic, G., Gajdos, K., Banavic, M. (2005). Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree. *Int. J. Food Sci. Technol.* **40**, 425-435.
- Lin, D.S., Leonard, S.W., Lederer, C., Traber, M.G., Zhao, Y. (2006). Retention of fortified vitamin E and sensory quality of fresh-cut pears by vacuum impregnation with honey. *J. Food Sci.* **71** (7), 553-559.
- Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinetti, A.M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F.V., Piga, A. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *Eur. Food Res. Technol.* **228**, 441–448.
- Maganha, E.G., Halmenschlager, R.C., Rosa, R.M., Henriques, J.A.P., Ramos P., Saffi J. (2010). Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus *Hibiscus*. *Food Chem.* **118**, 1–10.
- Maillard, M.N., Berset, C., (1995). Evolution of antioxidant activity during kilning: role of insoluble bound phenolic acids of barley and malt. *J. Agr. Food Chem.* **43** (7), 1789–1793.

- Mendes-Pinto, M.M. (2009). Carotenoid breakdown products the—norisoprenoids—in wine aroma. *Arch. Biochem. Biophys.* **483**, 236-245.
- Misran, A. (2013). *Evaluation of post harvest technologies for improving strawberry fruit quality*. PhD thesis, The University of Guelph, Ontario, Canada.
- Miyazawa, M., Shirakawa, N., Utsunomiya, H., Inada, K., Yamada, T. (2009). Comparision of the volatile components of unripe and ripe Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). *Nat. Prod. Res.* **23(17)**, 1567-1571.
- Moreno, J., Bugueño, G., Velasco, V., Petzold, G., Tabilo-Munizaga, G. (2004). Osmotic dehydration and vacuum impregnation on physicochemical properties of Chilean papaya (*Carica candamarcensis*). *J. Food Sci.* **69 (3)**, 102-106.
- Moreno, J., Simpson, R., Pizarro, N., Parada, K., Pinilla, N., Reyes, J.E., Almonacid, S. (2012). Effect of ohmic heating and vacuum impregnation on the quality and microbial stability of osmotically dehydrated strawberries (cv. Camarosa). *J. Food Eng.* **110**, 310-316.
- Mujica-Paz, H., Valdez-Fragoso, L.M.A., Palou, E., Welti-Chanes, J. (2003a). Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure. *J. Food Eng.* **56**, 307–314.
- Mujica-Paz, H., Valdez-Fragoso, L.M.A., Lopez-Malo, A., Palou, E., Welti-Chanes, J. (2003b). Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. *J. Food Eng.* **57**, 305-314.
- Munzuroglu, O., Karatas, F. Geckil, H. (2003). The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. *Food Chem.* **83**, 205–212.
- Müftüoğlu, F. (2010). *Yenilebilir kaplama ve modifiye atmosfer paketlemenin kayısının (Kabaası) kalite özelliklerine ve muhafazasına etkileri*. Yüksek Lisans tezi, Gazi Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Nicoli, M. C., Anese, M., Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Tec.* **10**, 94–100.
- Nursten, H. (2005). *The Maillard Reaction: Chemistry, Biochemistry and Implications*, RSC Publishing, Cambridge, U.K. p. 147.
- Nury, F.S., Taylor, D.H., Brekke, J.E. (1960). Research for better quality in dried fruits. Apricots. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service 74-19. Albany, CA, U.S.A.
- Oliver, J., Palou, A. (2000). Chromatographic determination of carotenoids in foods. *J. Chromatogr. A.* **881**, 543–555.

- Özbay, N., Apaydın-Varol, E., Uzun, B.B., Pütün, A.E. (2008). Characterization of bio-oil obtained from fruit pulp pyrolysis. *Energy*. **33**(8), 1233–1240.
- Özkan, M., Kırca, A., Cemeroğlu, B. (2003). Effect of moisture content on CIE colour values in dried apricots. *Eur. Food Res. Technol.* **216**, 217–219.
- Özel, M.Z., Göğüş, F. (2010). Flavors of Dried Apricots (pp: 531-541). In: Hui, Y.H. (Ed.), *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Öztürk, M., Aydoğmuş-Öztürk, F., Duru, M.E., Topçu, G. (2007). Antioxidant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food Chem.* **103**, 623–630.
- Paes, S.S., Stringari, G.B., Laurindo, J.B. (2006). Effect of vacuum impregnation-dehydration on the mechanical properties of apples. *Dry. Technol.* **24** (12), 1649-1656.
- Paiva, S.A.R., Russell, R.M. (1999). Beta-carotene and other carotenoids as antioxidant. *J. Am. Coll. Nutr.* **18** (5), 426,433.
- Paliyath G., Tiwari K., Yuan H., Whitaker B.D. (2008). Structural deterioration in produce: phospholipase D, membrane deterioration, and senescence (pp: 195-239). In: Paliyath, G., Murr, D.P., Handa, A.K., Lurie, S. (Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers*. Wiley-Blackwell, Cambridge, USA.
- Perez-Cabrera, L., Chafer, M., Chiralt, A. Gonzalez-Martinez, C. (2011). Effectiveness of antibrowning agents applied by vacuum impregnation on minimally processed pear. *LWT-Food Sci. Technol.* **44**, 2273-2280.
- Pesis, E. (2005). The role of the anaerobic metabolites, acetaldehyde and ethanol, in fruit ripening, enhancement of fruit quality and fruit deterioration. *Postharvest Biol. Tec.* **37**, 1-19.
- Rahman, M.S., Al-Farsi, S.A. (2005). Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *J. Food Eng.* **66**, 505–511.
- Randelovic, D., Lazic, V., Tepic, A., Gvozdenovic, J. 2012. “The influence of protective properties of packaging materials and application of modified atmosphere on packed dried apricot”, *African Journal of Biotechnology*, 11(72), 13710-13717.
- Reineccius, G. (2006). *Flavor Chemistry and Technology*. CRC Press, Florida, USA, pp. 73-160.
- Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Bolwell, P.G., Bramley, P.M., Pridham, J.B. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free. Radic. Res.* **22**, 375–383.

- Rickman, J.C., Bruhn, C.M., Barrett, D.M. (2007). Review: Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. *J. Sci. Food Agr.* **87**, 930–944.
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., E. Lopez-Tamames, Galassi, S., Buxaderas, S. (2004). Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chem.* **87**, 627-637.
- Riu-Aumatell, M., Lopez-Tamames, E., Buxaderas, S. (2005). Assessment of the volatile composition of juices of apricot, peach, and pear according to two pectolytic treatments. *J. Agr. Food Chem.* **53**, 7837-7843.
- Robards, K., Prenzler, P.D. Tucker, G., Swatsitang, P. Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.* **66**, 401-436.
- Rhodes, M.J.C., Wooltorton L.S.C. (1976). The enzymic conversion of hydroxycinnamic acids to *p*-coumarylquinic and chlorogenic acids in tomato fruits. *Phytochemistry*. **15 (6)**, 947-951.
- Rommel, A., Wrolstad, R.E. (1993). Influence of acid and base hydrolysis on the phenolic composition of red raspberry juice. *J. Agr. Food Chem.* **41**, 1237-1241.
- Rohn, S., Buchner, N., Driemel, G., Rauser, M., Kroh, L.W. (2007). Thermal degradation of onion quercetin glycosides under roasting conditions. *J. Agr. Food Chem.* **55 (4)**, 1568-1573.
- Roshchina V. V., Roshchina V. D. (1993). *The excretory function of higher plants*. Springer, Berlin Heidelberg NewYork, USA. 145 p.
- Rózek, A., García-Pérez, J.V., López, F., Güell, C., Ferrando, M. (2010). Infusion of grape phenolics into fruits and vegetables by osmotic treatment: Phenolic stability during air drying. *J. Food Eng.* **99**, 142-150.
- Röbke, C., Brunton, N., Gormley, T.R., Butler, F. (2011). Quality and antioxidant capacity of fresh-cut apple wedges enriched with honey by vacuum impregnation. *Int. J. Food Sci. Technol.* **46**, 626–634.
- Ruiz, D., Egea, Gil, M.I., J., Francisko, A., Tomas-Barberan, F.A. (2005). Characterization and quantitation of phenolic compounds in new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties, *J. Agric. Food Chem.* **53**, 9544-9552.
- Sağırlı, F., Tağı, Ş., Özkan, M., Yemiş, O. (2008). Chemical and microbial stability of high moisture dried apricots during storage. *J. Sci. Food Agr.* **88**, 858-869.
- Salles, C., Jallageas, J.C., Fournier, F., Tabet, J.C. Crouzet, J.C. (1991). Apricot glycosidically bound volatile components. *J. Agr. Food Chem.* **39**, 1979-1983.

- Salvatori, D. (1997). Osmotic dehydration of fruits: Compositional and structural changes at moderate temperatures. Ph.D. Thesis, Polytechnical University, Valencia.
- Salvatori, D., Andres, A., Chiralt, A., Fito, P. (1998). The response of some properties of fruits to vacuum impregnation. *J. Food Process. Pres.* **21**, 59-73.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M., Toth-Markus, M. (2005). Differences in antocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Res. Int.* **38**, 1023-1029.
- Schlich, P., Guichard, E. (1989). Selection and classification of volatile compounds of apricot using the RV coefficient. *J. Agr. Food Chem.* **37**, 142-150.
- Schmitzer, V., Slatnar, A., Mikulic-Petkovsek, M., Veberic, R., Krskab, B., Stampar, F. (2010). Comparative study of primary and secondary metabolites in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *J. Sci. Food. Agric.* **91**, 860-866.
- Schulze, B., Peth, S., Hubbermann, E.M., Schwarz, K. (2012). The influence of vacuum impregnation on the fortification of apple parenchyma with quercetin derivatives in combination with pore structures X-ray analysis. *J. Food Eng.* **109** (3), 380-387.
- Schulze, B., Hubbermann, E.M., Schwarz, K. (2014). Stability of quercetin derivatives in vacuum impregnated apple slices after drying (microwave vacuum drying, air drying, freeze drying) and storage. *LWT-Food Sci. Technol.* **57**, 426-433.
- Shi, X.Q., Fito, P. (1993). Vacuum osmotic dehydration of fruits. *Drying Technol.* **14**, 841-847.
- Sim, J.H., Kamaruddin, A.H., Long, W.S., Najafpour, G. (2007). *Clostridium acetivum*—A potential organism in catalyzing carbon monoxide to acetic acid: Application of response surface methodology. *Enzyme Microb. Tech.* **40** (5), 1234-1243.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Meth. Enzymol.* **99**, 152-178.
- Serradilla, M.J., Lozano, M., Bernalte, M.J., Ayuso, M.C., Lopez-Corrales, M. Gonzalez-Gomez, D. (2011). Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of ‘Ambrunes’ sweet cherry cultivar. *LWT-Food Sci. Technol.* **44**, 199-205.
- Solis-Solis, H.M., Calderon-Santoyo, M., Gutierrez-Martinez, P., Schorr-Galindo, S., Ragazzo-Sanchez, J.A. (2007a). Discrimination of eight varieties of apricot (*Prunus armeniaca*) by electronic nose, LLE and SPME using GC-MS and multivariate analysis. *Sensor Actuat. B-Chem.* **125**, 415-421.

- Solis-Solis, H.M., Calderon-Santoyo, M., Schorr-Galindo, S., Luna-Solano, G., Ragazzo-Sanchez, J.A. (2007b). Characterization of aroma potential of apricot varieties using different extraction techniques. *Food Chem.* **105**, 829–837.
- Son, S.M., Moon, K.D., Lee, C.Y. (2000). Rhubarb juice as a natural antibrowning agent. *J. Food Sci.* **65**, 1288-1289.
- Sriwimon, W., Boonsupthip, W. (2011). Utilization of partially ripe mangoes for freezing preservation by impregnation of mango juice and sugars. *LWT–Food Sci. Technol.* **44**, 375-383.
- Sturm, K., Koron, D., Stampar, F. (2003). The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chem.* **83**, 417–22.
- Şen, C. (2011). *Hibiscus sabdariffa* L. bitkisinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin araştırılması. Yüksek Lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Takeoka, G.R., Flath, R.A., Mon. T.R., Teranishi, R., Guentert, M. (1990) Volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca*). *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 471-477.
- Tamer, C.E., İncedayı, B., Yıldız, B., Çopur, Ö.U. (2013). The use of vacuum impregnation for debittering green olives. *Food Bioprocess. Technol.* **6**, 3604–3612.
- Talens, P., Escriche, I., Martinez-Navarrete, N., Chiralt, A. (2002). Study of the influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of strawberries. *J. Food Sci.* **67** (5), 1648-1653.
- Talens, P., Escriche, I., Martinez-Navarrete, N., Chiralt, A. (2003). Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. *Food Res. Int.* **36**, 635-642.
- Tapas, A.R., Sakarkar, D.M., Kakde, R.B. (2008). Flavonoids as nutraceuticals: A review. *Trop. J. Pharm. Res.* **7** (3), 1089-1099.
- Tapia, M.S., Lopez-Malo, A., Consuegra, R., Corte, P., Welte-Chanes, J. (1999). Minimally processed papaya by vacuum osmotic dehydration (VOD) techniques. *Food Sci. Technol Int.* **5**, 43-52.
- Threlfall, R., Morris, J., Meullenet, J.F. (2007). Product development and nutraceutical analysis to enhance the value of dried fruit. *J. Food Quality.* **30**, 552–566.
- Torreggiani, D. (1993). Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Res. Int.* **26**, 59-68.
- Tortoe, C. (2010). A review of osmodehydration for food industry. *Afr. J. Food Sci.* **4**, 303-324.

- Tsai, P.J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B., Jordan, B.R. (2002). Anthocyanin and antioxidant capacity in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. *Food Res. Int.* **35**, 351–356.
- Türkyılmaz, M. (2011). *Düşük düzeylerde kükürtlenmiş kuru kayısıların değişik sıcaklıklarda depolanması sürecinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerindeki değişimler*. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., Özkan, M. (2013). Changes in chemical and microbial qualities of dried apricots containing sulphur dioxide at different levels during storage. *Food Bioprocess Technol.* **6**, 1526–1538.
- USDA. (2015). *Full Report (All Nutrients) 09021, Apricots, raw*. USDA Food A386, USA.
- Usenik, V., Fabcic, J., Stampar, F. (2008). Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* **107**, 185–92.
- Van der Watt, E., Pretorius, J.C. (2001). Purification and identification of active antibacterial components in *Carpobrotus edulis* L. *J. Ethnopharmacol.* **76**, 87–91.
- Vargas, M, Chiralt, A., Albors, A., González-Martínez, C. (2009). Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot. *Postharvest Biol. Tec.* **51**, 263–271.
- Velickova, E., Tylewicz, U., Rosa, M.D., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Galindo, F.D. (2013). Effect of vacuum infused cryoprotectants on the freezing tolerance of strawberry tissues. *LWT - Food Sci. Technol.* **52**, 146–150.
- Virtamo, J., Taylor, P.R., Kontto, J., Mannisto, S., Utriainen, M. (2014). Effects of α -tocopherol and β -carotene supplementation on cancer incidence and mortality: 18-Year postintervention follow-up of the Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Int. J. Cancer.* **135**, 178–185.
- Wang, L., Weller, .L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends Food Sci. Tech.* **17**, 300–312.
- Wessels, B., Damm, S., Kunz, B., Schulze-Kaysers, N. (2014). Effect of selected plant extracts on the inhibition of enzymatic browning in fresh-cut apple. *J. App. Bot. Food Qual.* **87**, 16 – 23.
- Witthuhn R.C., Engelbrecht S., Joubert E., Britz T.J. (2005). Microbial content of commercial South African high-moisture dried fruits. *J. Appl. Microbiol.* **98**, 722–726.
- Wojdylo, A. Figiel, A., Oszmianski, J. (2009). Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *J. Agric. Food Chem.* **57**, 1337–1343.

- Xie, J., Zhao, Y. (2003). Nutritional enrichment of fresh apple (*Royal Gala*) by vacuum impregnation. *Int. J. Food Sci. Nutr.* **54** (5), 387-398.
- Xie, J., Zhao, Y. (2004). Use of vacuum impregnation to develop high quality and nutritionally fortified frozen strawberries. *J. Food Process. Preserv.* **28**, 117-132.
- Xu, C., Zhang, Y., Cao, L., Lu, J. (2010). Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China. *Food Chem.* **119**, 1557–1565.
- Yang, C. S., Landau, J. M., Huang, M. T., & Newmark, H. L. (2001). Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annu. Rev. Nutr.* **21**, 381-406.
- Yurttas, Z., Moreira, R.G., Castell-Perez, E. (2014). Combined vacuum impregnation and Electron-beam irradiation treatment to extend the storage life of sliced white button mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Food. Sci.* **79**, 39-46.
- Zhang, X., Jiang, Y.M., Peng, F.T, He, N.B., Li, Y.J., Zhao, D.C. (2007). Changes of aroma components in Hongdeng sweet cherry during fruit development. *Agric. Sci. China.* **6**,1376–82.
- Zhang, H., Liu, W., Fang, J., Chen, S., Liu, Y., Wu, B., Li, S. (2014). Volatile profiles of apricot cultivars (*Prunus armeniaca* Lam.) evaluated by head space solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry. *Anal. Lett.* **47:3**, 433-452.
- Zhao, Y., Xie, J. (2004). Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing. *Trends Food Sci. Tech.* **15**, 434–451.
- Zhao, Y., Park, S., Leonard, S.W., Traber, M.G. (2005). Vitamin E and mineral fortification in fresh-cut apples (Fuji) using vacuum impregnation. *Nutr. Food Sci.* **35**, 393-402.

EKLER

EK 1. Çalışmada Kullanılan Kayıslar, İnfüzyon Çözeltileri ve Vakum İnfüzyon İşlemi



Hacıhaliloğlu



Kabaası



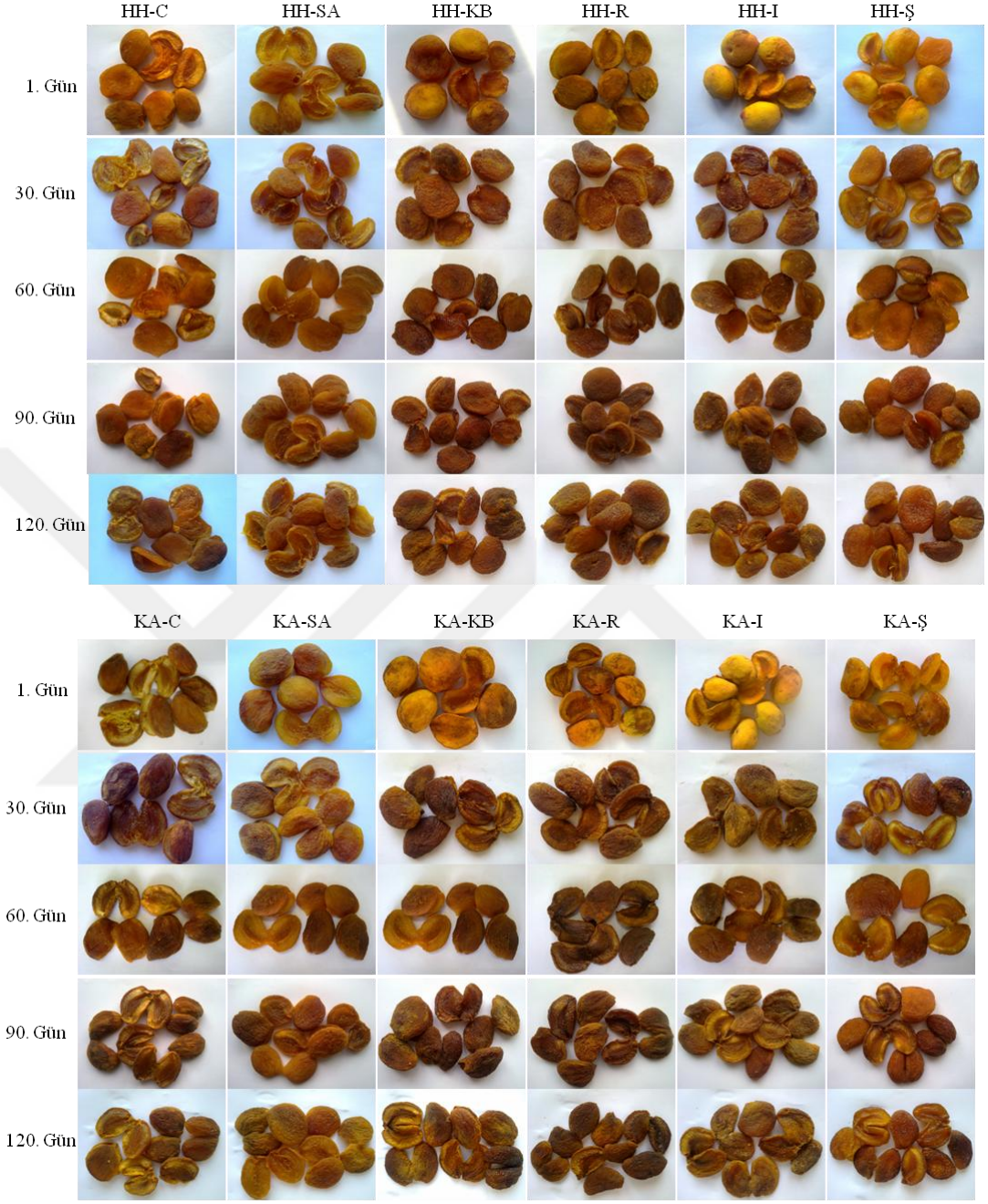
Sitrik asit Kuşburnu Roselle Işgın Şeker



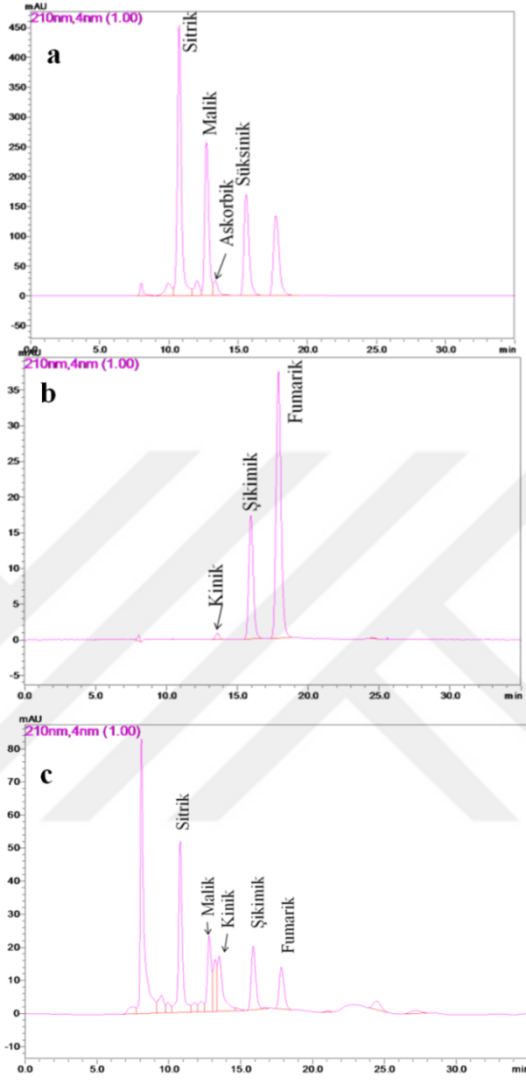
EK 2. Roselle İnfüzyonu Sonrası Kayısların Kurutulması ve Örneklerin Depolanması



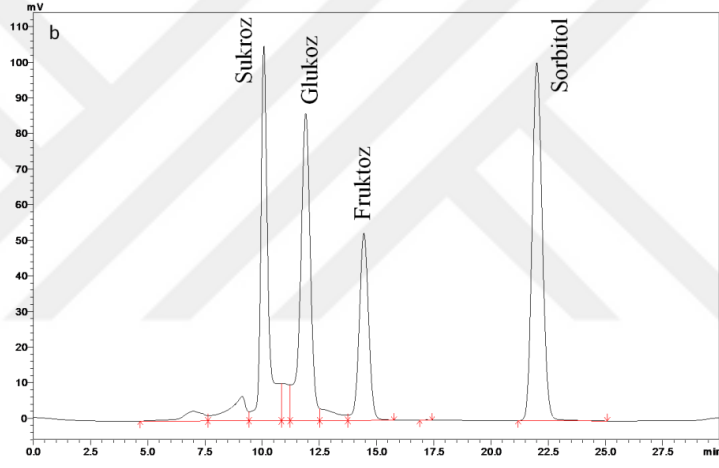
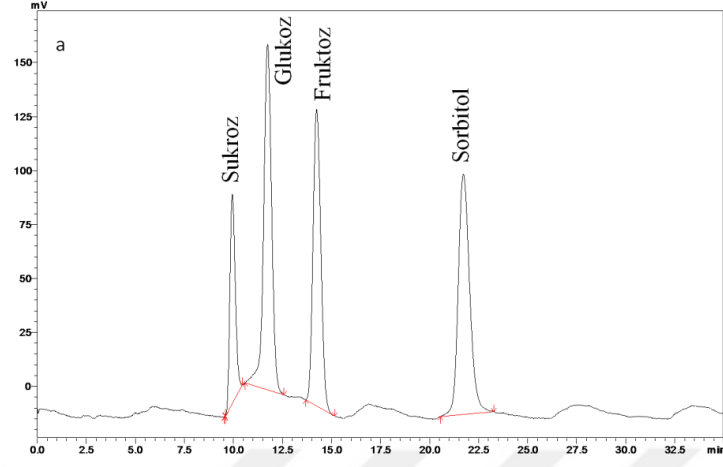
EK 3. Vakum İnfüze Kayıslarda Depolama Boyunca Oluşan Görüntüler



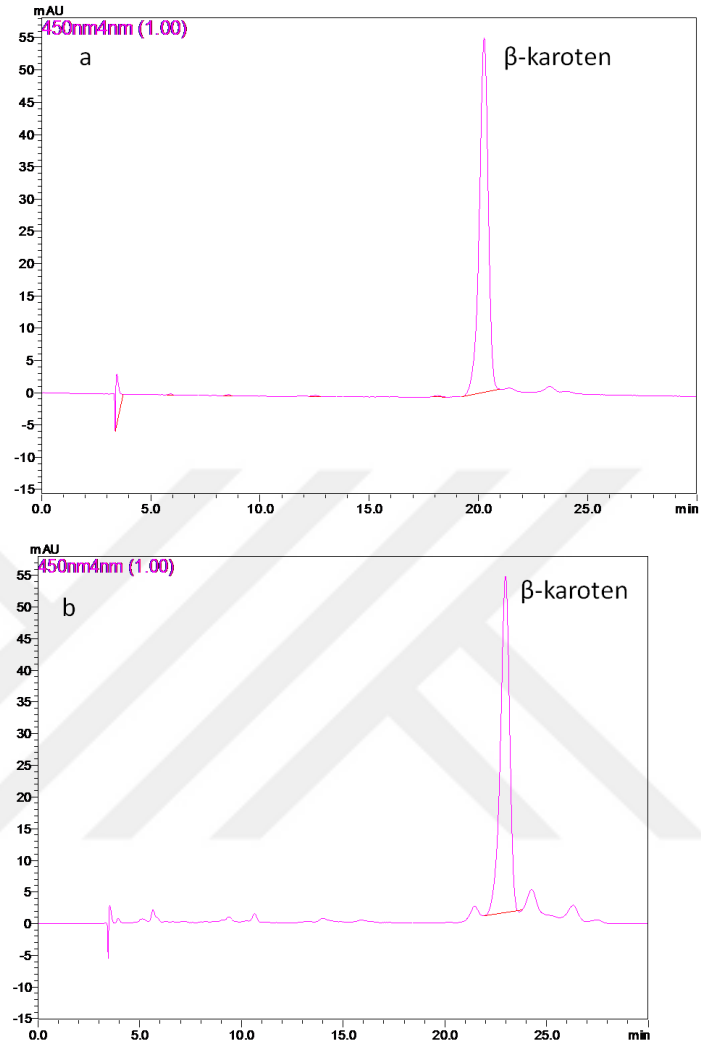
EK 4. Organik Asitlerin Standart Maddelerine (a,b) ve Hacıhaliloğlu Çeşidine Ait (c)
Kromatogramlar



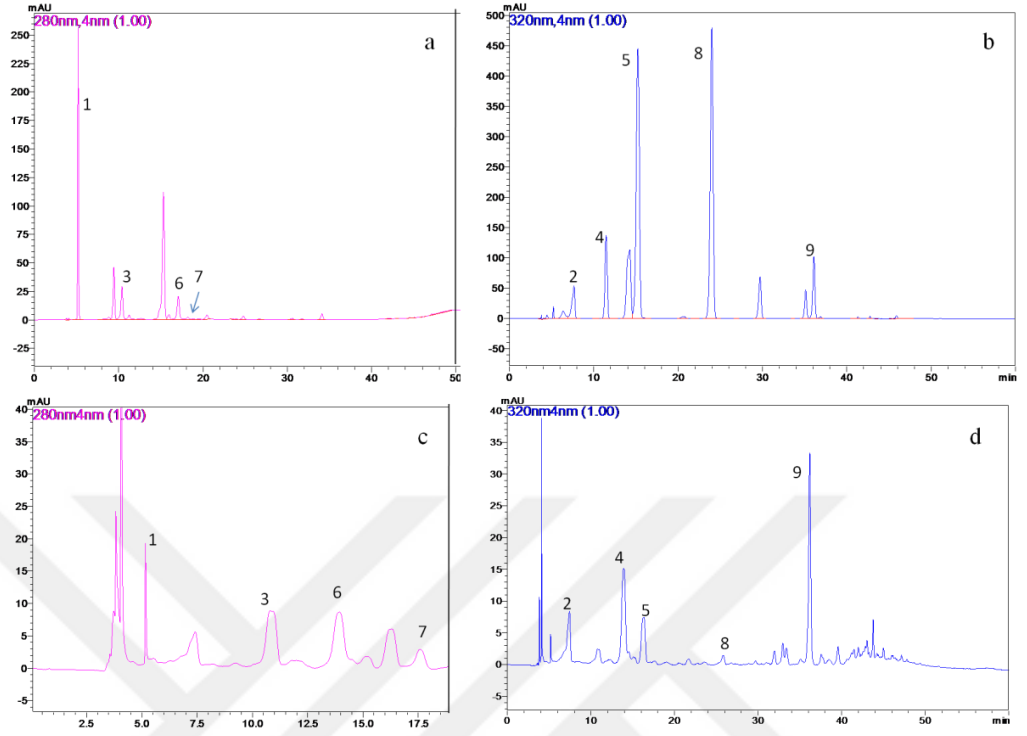
EK 5. Şeker Analizi Standart Maddeleri (a) ve Hacıhaliloğlu Çeşidine Ait (b) Kromatogramlar



EK 6. β -Karoten Standartı (a) ve Hacıhaliloğlu Çeşidine Ait (b) Kromatogramlar



EK 7. Standart Fenolik Maddelere (a, b) ve Hacihaliloğlu Çeşidine (c, d) Ait Fenolik Bileşen Kromatogramları



1- Gallik asit; 2- Neoklorojenik asit; 3- Kateşin; 4- Klorojenik asit; 5- Kafeik asit; 6- Prosiyanidin B2; 7- Epikateşin; 8- *p*-kumarik asit; 9- Rutin

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nurullah DEMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: MALATYA / 1984

E-Posta: nurullah.demir@inonu.edu.tr

Lisans:

İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2003-2007)

Yüksek Lisans:

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2007-2010)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Öğretim Görevlisi, Cumhuriyet Üniversitesi Gürün M.Y.O., (2007-2010).

Araştırma Görevlisi, Bingöl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (2010).

Yayın Listesi

SCI, SCI-E, SSCI, AHCI Tarafından Taranan Dergilerde Yayımlanmış Makaleler

- **Demir, N.,** Yildiz, O., Alpaslan, M., Hayaloglu, A.A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa L.*) fruits in Turkey. *LWT–Food Sci. Technol.* **57**, 126–33.
- Hayaloglu, A.A., **Demir, N.** (2015). Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (*Prunus avium L.*) cultivars grown in Turkey. *J. Food Sci.* **80**, C564–C570.
- Hayaloglu, A.A., **Demir, N.** (2015). Phenolic compounds, volatiles and sensory characteristics of twelve sweet cherry (*Prunus avium L.*) cultivars grown in Turkey. *J. Food Sci.* **81**, C7–C18.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Demir, N.,** Alpaslan, M., Vacuum infusion treatment on traditional intermediate moisture Malatya apricots. *The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, October 1-4 2015, Sarajevo / Bosnia and Herzegovina.

