

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI YÖNTEMLERLE KONSANTRE EDİLEN
DEMİRHİNDİ ŞERBETİNİN BİYOAKTİVİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Behiye ÖZALTIN**

**Danışman
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Nisan 2016
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI YÖNTEMLERLE KONSANTRE EDİLEN
DEMİRHİNDİ ŞERBETİNİN BİYOAKTİVİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Behiye ÖZALTIN**

**Danışman
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından FYL-2015-6129 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Nisan 2016
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Behiye ÖZALTIN

YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Farklı Yöntemlerle Konsantre Edilen Demirhindi Şerbetinin Biyoaktivitesinin Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Behiye ÖZALTIN

Danışman

Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ

Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ danışmanlığında **Behiye ÖZALTIN** tarafından hazırlanan “**Farklı Yöntemlerle Konsantre Edilen Demirhindi Şerbetinin Biyoaktivitesinin Belirlenmesi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

06 /04 /2016

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ

Üye : Prof. Dr. Hasan YETİM

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kevser KAHRAMAN

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.... /04/ 2016

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübeleri ile yoluma ışık tutan, çalışmamın her aşamasında hiçbir yardımı esirgemeyen ve destek olan değerli hocam Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Değerli arkadaşlarım Affet Demet KAFADAR' a ve Arş. Gör. Ceyda ÖZCAN' a bu tez çalışması boyunca yanımda oldukları ve her türlü yardımı ve desteği gösterdikleri için çok teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca yanımda olup her zaman bana destek veren anneme, babama ve abime teşekkürlerimi sunarım.

FYL-2015-6129 kodlu proje ile tez çalışmamı destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne teşekkür ederim.

Behiye ÖZALTIN

Kayseri, Nisan 2016

FARKLI YÖNTEMLERLE KONSANTRE EDİLEN DEMİRHİNDİ ŞERBETİNİN BİYOAKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

Behiye ÖZALTIN

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Nisan 2016
Danışman: Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

ÖZET

Bu çalışmada, bazı konsantrasyon metotlarının geleneksel bir içecek olan demirhindi şerbetinin biyoaktivite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, uygun bir reçete ile hazırlanan demirhindi şerbeti, açık kazan, mikrodalga ve vakum olmak üzere üç farklı yöntemle konsantre edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 90 gün süreyle depolanmıştır. Depolama sürecinde 0, 30, 60 ve 90. günlerde örneklerin toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid miktarı, antiradikal ve antioksidan aktiviteleri gibi bazı biyoaktivite özellikleri ile renk parametreleri incelenmiştir. Farklı yöntemlerle konsantre edilerek farklı sıcaklıklarda depolanan demirhindi şerbetlerinin (0. gün ve 90 gün depolanan örnekler) fenolik madde kompozisyonları LC-MS/MS ile belirlenmiş ve sonuçta kuinik asit, malik asit ve vanilin demirhindi şerbetinin majör bileşenleri olarak saptanmıştır. Vakum yöntemi ile üretilen demirhindi konsantrelerinin fenolik bileşenler açısından diğer yöntemlerle üretilenlere kıyasla daha zengin olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenen örnekler içerisinde en yüksek fenolik madde miktarı (1384.85 mg GAE/kg) vakum metodu ile konsantre edilen örneklerde tespit edilirken, bu değeri sırası ile mikrodalga (1354.55 mg GAE/kg) ve açık kazan (1300 mg GAE/kg) metotları takip etmiştir. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek olan örneğin (vakum metodu ile üretilen 0. gün örneği) aynı zamanda en yüksek antioksidan aktivite değerine de (108.77 mg AAE/g) sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek antiradikal aktivite ise %70.1 inhibisyon değeri ile mikrodalga ile konsantre edilen örneklerde belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde hafif dalgalanmalar gözlenirse de depolama sürecinde fenolik madde miktarının ve antioksidan ile antiradikal aktivitenin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama sıcaklığı ve süresinin genel olarak demirhindi şerbetinin biyoaktivite özellikleri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle başlangıç değerleri dikkate alındığında fenolik ve flavonoid miktarları ile antioksidan özellikleri açısından vakum metodunun demirhindi şerbetinin konsantrasyonunda başarı ile uygulanabileceği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Demirhindi şerbeti, Fenolik, Antioksidan, Antiradikal

DETERMINATION OF BIOACTIVITIES OF TAMARIND SORBET, CONCENTRATED WITH DIFFERENT METHODS

Behiye ÖZALTIN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, April 2015

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Lütüye EKİCİ

ABSTRACT

In this study, the effects of concentration methods on the bioactivity properties of traditional tamarind sorbet was investigated. For this purpose, tamarind sorbet that is produced according to proper recipe were concentrated with three different methods like; conventional, microwave and vacuum heating and stored at 4, 20 and 37 °C for 90 days. During the course of storage at 0th, 30th, 60th and 90th days, beside color parameters some bioactivity properties such as; total phenolic content, total flavonoid content, antiradical and antioxidant activities were evaluated. Phenolic content of tamarind sorbet samples (0th and 90th day) which was concentrated with different methods and stored at different temperatures was evaluated with LC-MS/MS and malic acid, cuinic acid and vanillin found were the to be major components of tamarind sorbet. It was determined that sorbet which was produced with vacuum method was rich in phenolic compounds compared to sorbets which were produced with other methods. Total phenolic content, detected with Folin-Ciocalteu method, was higher in vacuum concentrated sample (1384.85 mg GAE/kg) and it was followed by microwave (1354.55 mg GAE/kg) and conventional heating (1300 mg GAE/kg), respectively. Higher antioxidant activity (108.77 mg AAE/g) was noted in vacuum applied samples, its 0th day sample had also contains higher phenolic content. Higher antiradical activity was detected in microwave sample with 70.1% inhibition. In general, despite to slight fluctuation, a reduction trend was observed in total phenolic content, antioxidant, antiradical activities during the course of storage. It was found that storage temperature and time was effective on the bioactive properties of tamarind sorbet. It was determined that vacuum method could be applied successfully on tamarind sorbet concentration especially when we regarded threshold values, phenolic and flavonoid content and antioxidant properties.

Keywords: Tamarind sorbet, Phenolic, Antioxidant, Antiradical

İÇİNDEKİLER

FARKLI YÖNTEMLERLE KONSANTRE EDİLEN DEMİRHİNDİ ŞERBETİNİN BİYOAKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL ONAY	iii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	x
TABLOLAR LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
 GİRİŞ	 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Gıda Muhafazasında Konsantrasyon Yöntemleri	4
1.2. Gıdalarda Bulunan Bazı Biyoaktif Maddeler ve Antioksidan Özellikleri.....	9
1.2.1. Antioksidan Tayin Metotları.....	17
1.3. Demirhindi Şerbeti.....	18
1.3.1. Defneyaprağı (<i>Laurus nobilis</i>)	19
1.3.2. Ekinezya (<i>Echinacea purpurea</i>).....	20
1.3.3. Ihlamur (<i>Tilia tomentosa</i>)	20

1.3.4. Kakule (<i>Elettaria cardamomum</i>).....	21
1.3.5. Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>).....	21
1.3.6. Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	22
1.3.7. Tarçın (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>).....	22
1.3.8. Vanilya çubuğu (<i>Vanilla planifolia</i>)	23
1.3.9. Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>).....	23
1.3.10. Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	23
1.3.11. Demirhindi Bitkisinin Genel Özellikleri.....	24

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal.....	29
2.2. Yöntem	29
2.2.1. Demirhindi Şerbetinin Hazırlanması	29
2.2.2. Konsantre Şerbet Üretimi.....	30
2.2.3. LC- MS/ MS Analizleri	31
2.2.3.1. LC-MS/MS Cihazı ve Kromatografi Şartları	31
2.2.3.2. Kütle Spektrometresi.....	31
2.2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	32
2.2.5. Toplam Flavonoid Tayini	32
2.2.6. Antiradikal Kapasite Tayini.....	32
2.2.7. Fosfomolibdenyum Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi.....	33
2.2.8. Renk Tayini.....	33
2.2.9. İstatistiksel Analizler	33

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Briks Değerleri	34
3.2. LC-MS/MS ile Fenolik Madde Kompozisyonun Belirlenmesi.....	35
3.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı	40
3.4. Toplam Flavonoid Miktarı	44
3.5. Antiradikal Kapasite Tayini	44
3.6. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	45
3.7. Renk Tayini	46

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Briks Değerleri	50
4.2. LC-MS/MS ile Fenolik Madde Kompozisyonun Belirlenmesi.....	51
4.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı	52
4.4. Toplam Flavonoid Tayini	54
4.5. Antiradikal Kapasite Tayini	56
4.6. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	57
4.7. Renk Tayini	58
KAYNAKLAR	63
EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	104

KISALTMALAR

AAE	: Askorbik asit eşdeğeri
AFMK	: N-asetil-N-formil-5 metoksikinüramin
AlCl₃	: Alüminyum klorid
BHA	: Bütillenmiş hidroksi anisol
BHT	: Bütillenmiş hidroksi toluen
°C	: Santigrad derece
cm	: Santimetre
CUPRAC	: Cupric reducing antioxidant capacity (Bakır (II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite)
dl	: Desilitre
DMSO	: Dimetilsulfoksit
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
DPPH	: 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
ESI	: Electrospray ionisation (Elektrosprey iyonizasyon)
ET	: Elektron transfer
FAD	: Flavın adenin dinükleotid
FCR	: Folin-Ciocalteu reagent
FRAP	: Ferric ion reducing antioxidant power (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç)
g	: Gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GHz	: Giga hertz
HAT	: Hidrojen atom transfer
HDL	: High density lipoprotein (Yüksek yoğunluklu lipoprotein)
H₂O₂	: Hidrojen peroksit

KE	: Kateşin eşdeğeri
kg	: Kilogram
LC-MS/MS	:Liquid Chromatography-Mass spectrometry/Mass spectrometry (Sıvı Kromatografisi- Kütle spektrometrisi/ Kütle spektrometrisi)
LDL	: Low density lipoprotein (Düşük yoğunluklu lipoprotein)
M	: Molar
mg	: Miligram
MHz	: Mega hertz
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
Mo	: Molibden
NADPH	: Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat
NDGA	: Nordihidroguairatik asit
nm	: Nanometre
NaNO₂	: Sodyum nitrit
NaOH	: Sodyum hidroksit
ORAC	:Oxygen radical absorbance capacity (Oksijen radikal absorbans kapasitesi)
PE	: Pirogallol eşdeğeri
RE	: Rutin eşdeğeri
SOD	: Süperoksit dismutaz
TBHQ	: Tersiyer butil hidrokinon
TEAC	:Trolox equivalence antioksidant capacity (Troloks eşiti antioksidan kapasite)
TRAP	:Total radical trapping antioxidant parameter (Toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre)

UHPLC	:Ultra high pressure liquid chromatography (Ultra yüksek basınçlı sıvı kromatografisi)
µm	: Mikrometre
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Reaktif oksijen ve nitrojen çeşitleri.....	10
Tablo 1.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	16
Tablo 1.3. Demirhindi şerbetinin orijinal tarifnamesi (10 L su için)	19
Tablo 2.1. Demirhindi şerbeti üretiminde kullanılan malzemeler ve kullanım miktarları (10litre suya göre).....	29
Tablo 3.1. LC-MS/MS metodu analitik parametreleri	36
Tablo 3.2. Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları	41
Tablo 3.3. Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları	42
Tablo 3.4. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları	43
Tablo 3.5. Açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama sürecinde L^* , h^o ve C^* değerlerindeki değişimler	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Ozmoz (A) ve Ters Ozmoz (B) Olayı.....	7
Şekil 2.1.	Kabuğu, pulpu ve çekirdekleri ile preslenerek paketlenen demirhindi meyvesi	30
Şekil 3.1.	Farklı yöntemler ile konsantreedilen demirhindi şerbetinin zamana bağlı °briks değişimleri	34
Şekil 3.2.	Fenolik madde standartlarının kalibrasyon kromatogramları.....	35
Şekil 3.3.	Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları	37
Şekil 3.4.	Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları	38
Şekil 3.5.	Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları.	39
Şekil 3.6.	Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişimler	40
Şekil 3.7.	Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince toplam flavonoid madde miktarındaki değişimler	44
Şekil 3.8.	Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince antiradikal kapasite değişimi	45
Şekil 3.9.	Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince antioksidan aktivite değişimi	46

GİRİŞ

Şerbet; çeşitli bitki, çiçek, meyve, kök, kabuk veya tohumlara şeker ilavesiyle hazırlanan karışık şurupların sulandırılmasıyla elde edilen içecek olarak tanımlanmaktadır. Osmanlı döneminden günümüze kadar uzanan en özel geleneksel ürünlerimizden biri olarak kabul edilen şerbetin, yüzlerce farklı çeşidi bulunmaktadır [1]. Bu şerbetlerden biri de sayısız faydasıyla bilinen demirhindi şerbetidir.

Demirhindi, Afrika ve Güney Asya’ da doğal olarak yetişen tropikal, yaprak dökmeyen çok yıllık bir bitkidir [2]. Ülkemizde şerbet olarak tüketilen demirhindi, sağlık üzerine olumlu etkileri nedeni ile Asya ülkelerinde de yaygın olarak tüketilmektedir. Ayrıca özellikle Afrika ülkelerinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı da aktarılmaktadır [3].

Demirhindi birçok esansiyel aminoasit içeren yüksek protein seviyesine sahip bir bitkidir. Aynı zamanda potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir [3], çinko, bakır ve selenyum gibi mineralleri de içermektedir. Yapısında uçucu yağlar, steroidler, musilaj, A, B ve C vitaminleri bulunmaktadır. Demirhindinin asitliğinden ise sitrik, tartarik ve malik asit sorumludur [4]. İçeriğindeki antioksidan maddeler sayesinde terapötik açıdan önem kazanan demirhindi birçok patofizyolojik rahatsızlıklarda iyileştirici rol oynamaktadır. Oksidatif stres, diyabet, antienflamatuar (iltihaplanma), kanser, trombotik rahatsızlıklar, mikrobiyal enfeksiyonlar, yılan sokması, romatizma, bazı göz rahatsızlıkları, kronik ishal, ülser ve obezite gibi çok farklı rahatsızlıkların ve hastalıkların tedavisinde kullanıldığı belirtilmektedir [5].

Demirhindi bitkisinin belirtilen bu faydaları nedeni ile demirhindi şerbetinin de fonksiyonel özellikler taşıyacağı öngörülmektedir. Osmanlı döneminden günümüze kadar ulaşmayı başarmış, ancak meyve suları ve gazlı içeceklerin ortaya çıkmasıyla önemini kaybetmeye başlayan bu şerbetin; gerek lezzet gerekse de sağlık açısından diğer içeceklere kıyasla bazı üstün özelliklerinin olduğu düşünülmektedir. Tüketicilerin sağlık ve gıda ilişkisi konusunda daha bilinçli olduğu günümüzde ilaç yerine doğal

ürünlere olan ilginin artması nedeni ile demirhindi şerbeti gibi biyoaktif madde içeriği yüksek ve lezzetli gıdalar önem kazanmaktadır.

Bu araştırma kapsamında geleneksel ürünlerimizden biri olan demirhindi şerbetinin yeniden gündeme getirilmesi, fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, ulusal ve uluslararası literatüre fonksiyonel bir içecek olarak kazandırılması ve sağlığa zararlı olduğu düşünülen gazlı içeceklere bir alternatif oluşturması amaçlanmıştır. Geleneksel olarak, şerbetlerin daha uzun süre muhafazasını sağlamak amacı ile ürünler konsantre edilerek depolanmaktadır. Konsantrasyon yöntemlerinin de özellikle uygulama sıcaklıklarına bağlı olarak örneklerin biyoaktivitesi üzerine önemli etkilerinin olabileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda, açık kazan, mikrodalga ve vakum olmak üzere 3 farklı yöntemle konsantre edilen şerbetler 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanmıştır. Depolama sürecinin 0, 30, 60 ve 90. günlerinde örnekler alınarak bazı biyoaktivite özellikleri ile renk değerleri incelenmiştir. Farklı yöntemlerle konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama başlangıcı ve sonundaki (0. ve 90. günlerdeki) fenolik madde profili ve depolama sürecinde bileşimde meydana gelen değişimler ise LC-MS/MS yöntemi ile belirlenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

Çeşitli bitki, çiçek, meyve, kök, kabuk veya tohumlara şeker ilavesiyle hazırlanan karışık şurupların sulandırılmasıyla elde edilen içeceklere şerbet adı verilmektedir [1]. Şerbet yapımında kullanılan temel bileşenler su ve şekerdir. Gerek şeker üretiminin giderek yaygınlaşması gerekse de şekerin aynı zamanda gıdaları muhafaza etmede kullanılmaya başlanması reçel, murabba (koyu bir reçel türü), şurup ve nihayetinde şerbetin ortaya çıkmasını sağlamıştır [6].

Şerbetler Doğu Akdeniz, Orta Doğu ve Orta Asya coğrafyalarında özellikle İslam toplumları tarafından tercih edilmektedir. Osmanlı kültüründe şerbetler altın tombaklarda (ibriklerde) sunulacak kadar itibar gören önemli öğeler arasında yer almaktadır [6]. Kaynaklarda, yemeklerde su yerine şerbet içildiği, kahve ve çay pek yaygın olmadığı için gelen konuklara şerbet ikram edildiği belirtilmektedir. Şerbetler; serinletici, susuzluğu giderici ve hazmı kolaylaştırıcı özelliklerinin yanı sıra bazı hastalıklara da iyi geldiği için de bol miktarda tüketildiği aktarılmaktadır [1].

İngiliz seyyah ve sefirlerinin şerbetle tanışması, şerbeti evrenselleştiren Osmanlılar sayesinde olmuş ve “şerbet” kelimesini doğrudan kendi dillerine almışlardır. Ünlü yemek tarihçisi Alan Davidson, Osmanlı-Bizans-Venedik ilişkileri döneminde şerbetin, İtalyan mutfağına “sorbetto” olarak girdiğini belirtmektedir. Fransızlar da şerbeti İtalyanlardan öğrenerek “sorbet” adını vermiş ve böylelikle şerbet tüm dünya sofralarında geleneksel bir boyut kazanmıştır. Şerbetin Türk mutfağındaki kullanımının aksine, dünya mutfaklarında genellikle üst düzey münülerde karmaşık tatların damakta bıraktığı yoğunluğu azaltmak ve damağı bir sonraki yemeğe hazırlamak için tercih edildiği söylenmektedir [6].

Osmanlı döneminden günümüze kadar uzanan en eski geleneksel ürünlerimizden biri olarak kabul edilen şerbet, Türk mutfak kültüründe önemli bir yere sahiptir ve dört

mevsim tüketilebilmektedir. Farklı bitkilerin çiçek, meyve, kök ve tohum gibi kısımları kullanılarak yüzlerce çeşit şerbet üretilebilmektedir. Osmanlı mutfağı özellikle meyan, gelincik, sübye, sirkencübin, dut, badem, lohusa, gül, koruk, üzüm, zambak, kızılıçık, menekşe, yasemin, nilüfer, tah, tarçın, mevlit, nişan, nar, keçiboynuzu, nazar, nevrüz ve demirhindi şerbetleri gibi farklı lezzet öğeleri içeren içecekler yönünden çok zengin bir mutfak olarak değerlendirilmektedir [1].

Günümüzde, meyve sularının ve gazlı içeceklerin yaygınlaşması ile birlikte bahsedilen şerbetler önemini kaybetmiş gibi gözükse de şerbetlerin gerek lezzet gerekse de sağlık üzerine olumlu etkileri bilinen fonksiyonel bileşenler içermesi nedeni ile gazlı içeceklere ve meyve sularına kıyasla daha üstün nitelikler taşıdığı düşünülmektedir [1]. Şerbetlerin düşük kuru madde içerikleri nedeni ile hazırlandıkları formda muhafaza edilmeleri gerek mikrobiyolojik stabilitelerinin düşük olması gerekse de fazla yer işgal etmeleri nedeni ile zordur. Şerbetler farklı yöntemler ile konsantre edilmeleri halinde çok daha uzun sürelerde muhafaza edilebilme şansına sahiptirler [7].

1.1. Gıda Muhafazasında Konsantrasyon Yöntemleri

Gıdalara uygulanan muhafaza yöntemlerinden biri konsantrasyon işlemi olup, gıda maddelerinin su içerikleri belli aralıklara kadar düşürülerek depolama stabilitesini arttırmak amaçlanmaktadır. Gıda maddelerinin su içeriği %0-20 aralığına kadar düşürüldüğünde bu işlem “dehidrasyon” olarak isimlendirilmektedir. Ancak gıdalardaki su miktarının %20’ nin üzerinde olacak şekilde düşürüldüğü metotlar ise “konsantrasyon metotları” olarak gruplandırılmaktadır [8]. Konsantrasyon işlemi sayesinde sıvı haldeki gıdalarda çözünür madde konsantrasyonu, dolayısı ile de ozmotik basınç artmakta ve bu gıdalar bozulmadan daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir [9].

Gıda endüstrisinde sıvı haldeki gıdaların ve ekstraktların konsantre edilmesinde kullanılan başlıca üç yöntem bulunmaktadır. Bunlar dondurarak konsantrasyon, ters ozmoz ve evaporasyondur [9]. Dondurarak konsantrasyon prosesi, ürünün kısmi dondurulmasını ve saf buz kristallerinin uzaklaştırılmasını içermektedir [8]. Böylece oluşan buz kristalleri ayrılınca geride yoğunlaşmış çözelti yani konsantre kalmaktadır. Bu metotta özellikle fazla miktarda uçucu aroma içeren gıdaların konsantrasyonunda aroma kaybı engellenmekte ve ürün kalitesi korunmaktadır [7]. Bu yöntemin, diğer yöntemlere kıyasla nispeten pahalı olması, gıdanın katı maddesinde kayıp olmaksızın

buz kristallerinin verimli bir şekilde ayrılmasının zor olması ve ürünlerdeki toplam katı konsantrasyonunun üst limitinin nispeten daha düşük olması gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır [8]. Dondurarak konsantrasyon işleminin gıda uygulamalarında çok yaygın olmamakla birlikte bazı kullanımları mevcuttur. Örneğin, bazı ülkelerde yasadışı olarak uygulanan şaraplara saf alkol ilavesi ile alkol içeriğini artırma işlemi yerine, şarabın konsantre edilerek alkol içeriği yasal olarak artırılabilir. Yüksek kalitede meyve suyu konsantresi üretiminde [8] ve instant kahve ve çay tozu üretiminde ekstrakt konsantrasyonunun yükseltilmesinde ilk aşama olarak dondurarak konsantre etme işleminden yararlanılmaktadır [10].

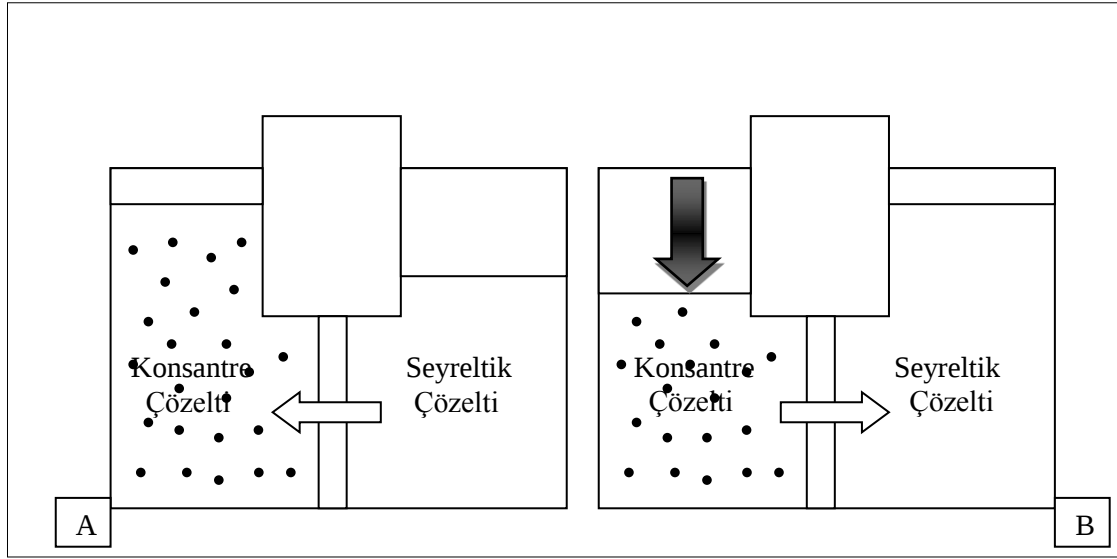
Yüksek kalitede ürünlerin üretimi için bir diğer yaklaşım membran proseslerinin kullanımıdır [8]. Membran prosesleri mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon, elektrodializ ve ters ozmoz olarak 5 grupta sınıflandırılmaktadır. Ayırma mekanizması boyut farklılığına dayanan mikrofiltrasyon işleminde boyutu 0.1-20 μm arasında olan moleküller membran tarafından tutulmaktadır [11]. Mikrofiltrasyon, ısıl işlemin olumsuz etkilerini önleyebilmek amacı ile özellikle sütte toplam bakteri miktarını azaltmak için kullanılan alternatif bir yöntemdir [12]. Mikrofiltrasyon işleminde kazein miselleri gibi kolloidal partiküller, serum protein agregatları, süt yağ globülleri, somatik hücre ve bakteriler ayrılabilir. Ayrıca sirke, şarap ve biranın berraklaştırılmasında da mikrofiltrasyon işleminden yararlanılmaktadır [12].

Ultrafiltrasyon, yüksek molekül ağırlığındaki bileşenleri ısı uygulaması ve faz değişimi olmadan konsantre edebilen bir yöntem olup [13], membran boyunca kütle akışı basınç uygulaması ile sağlanmaktadır [11]. Kullanılan membranların por çapları (0.001-0.1 μm) çok küçük olduğu için protein molekülleri ve daha başka büyük molekülü bileşikler de sıvıdan ayrılabilir. Ultrafiltrasyon sürecinde membranı geçemeyen bu büyük moleküller “konsantrat” veya “retentat” olarak adlandırılmaktadır. Membranı aşarak sistemi terk eden berrak sıvıya ise “filtrat” veya daha yaygın deyişimiyle “permeat” adı verilmektedir [7]. Ultrafiltrasyondan, özellikle süt endüstrisinde konsantrasyon ve fraksiyonlama amaçları ile yararlanılmaktadır. Sütün ultrafiltrasyonunda su, laktoz, çözünen mineraller, protein olmayan azotlu bileşikler, suda çözünen vitaminler membranı geçmektedir. Proteinler, süt yağı ve koloidal tuzlar ise membran tarafından tutulmaktadır. Özellikle peynir suyu ultrafiltrasyon yöntemi ile konsantre edilerek taze peynir üretiminde zenginleştirici olarak kullanılmaktadır [14].

Nanofiltrasyon işleminde ise itici gücü membranın iki tarafındaki basınç farkı oluşturmaktadır [13]. Bu sistemde kullanılan membranın daha az geçirgen olması daha çok direnç göstermesine sebep olmaktadır. Bu yüzden nanofiltrasyon işleminde, mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyondan daha yüksek basınçlarda çalışılmaktadır [15]. Çapı 1 nm' ye kadar olan moleküller nanofiltrasyon işlemi ile tutulabilmektedir [16]. Genellikle bakteri, virüs ve organik kalıntıların uzaklaştırılmasında yararlanılmaktadır [13]. Ayrıca sulardan pestisit gibi kirletici kalıntıları [16], çok değerlikli iyonları ve düşük molekül ağırlıklı organik maddeleri gidermek amacı ile de yaygın olarak kullanılmaktadır [15].

Membran proseslerinden biri olan elektrodializ ise iyonların elektrik akımı etkisiyle bir çözeltiden başka bir çözeltiye seçici membranlar yardımıyla aktarılması işlemidir. Elektrodializ, diğer membran ayırma yöntemlerinden farklı olarak partikülleri boyutlarına göre değil, elektrik yüklerine göre ayırmaktadır. Genellikle süt sanayi artıklarından mineral maddelerinin geri kazanımında yaygın olarak tercih edilmektedir [17]. Ayrıca tuzlu ve acı sudan içilebilir su eldesi ve meyve sularının asitliğinin giderilmesi gibi işlemlerde de kullanılmaktadır [11].

Ters ozmoz, ozmoz olayından yola çıkılarak geliştirilmiş bir tekniktir. Şekil 1.1.' de gösterildiği gibi ozmoz olayında, membranla birbirinden ayrılan konsantrasyonları farklı iki sıvı arasında seyreltik çözelti tarafından konsantre çözelti tarafına doğru su akışı meydana gelmektedir. Ters ozmoz olayında ise, konsantre çözeltinin bulunduğu sıvı bölmesine bir basınç uygulanırsa, bu durumda membran üzerinden su akış yönü tam tersine olmaktadır. Burada uygulanan basıncın sistemin ozmotik basınç farkından yüksek olması gerekmektedir. Bu şekilde konsantrasyon işlemi gerçekleştirilmektedir [7].



Şekil 1.1. Ozmoz (A) ve Ters Ozmoz (B) Olayı [16].

Ters ozmoz olayında herhangi bir faz değişimi meydana gelmemektedir. Düşük miktarda enerji gerektiren basınç sürücülü bir sistem olan ters ozmoz prosesi çoğunlukla düşük molekül ağırlıklı     nm ş iyonların giderilmesi için kullanılmaktadır [11].

Gıda endüstrisinde kullanılan konsantrasyon işlemlerinden çok ekonomik olması nedeni ile evaporasyon, en yaygın yöntem olarak bilinmektedir [7, 8]. Evaporasyon vakum ya da ısı uygulaması süresince suyun buhara dönüşerek uçucu olmayan bileşiklerden suyun ayrılması şeklinde gerçekleşen bir işlemdir [18]. Buharlaşma sürecinde eř zamanlı olarak ısı ve kütle transferi meydana gelmektedir [8]. Evaporasyon özellikle ısıya duyarlı gıdaların konsantrasyonunda bazı sorunlara neden olabilmektedir [9]. Su haricindeki uçucu aromatik bileşenlerin kaybına yol açarken, yüksek sıcaklıklara maruz kalan ürünlerde besinsel ve duyuasal kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Ancak düşük basınç altında çalışılarak ürünün kaynama noktası düşürülmekte ve işlem daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilebilmektedir [8].

Evaporasyon işlemlerinde amaca en uygun evaporatör çeşidi seçilerek, istenilen konsantrasyona ve ürün kalitesine ulaşmak mümkün olabilmektedir. Belli prensiplerde çalışan; kısa tüplü, uzun tüplü, plakalı ve mekanik destekli ince-film vakum evaporatörler bulunmaktadır. Ayrıca atmosferik basınç altında çalışan açık kazanlar da önemli evaporatör tiplerinden biridir. Bu basit evaporatörlerde ısı, buhar ceket  ile ya da kapalı buhar boruları yardımı ile uygulanmaktadır. 100  C' yi aşan ürün sıcaklıkları tolere edilebilir olduğunda sos, reçel ve şekerlemelerin konsantr  edilmesinde açık

kazanla evaporasyon işleminden yararlanılabilmektedir [8]. Bu çalışmada uygulanan açık kazanla konsantre etme yönteminde ise sistem aynı prensipte çalışmaktadır. Ancak ısı, buhar ceketini ya da buhar boruları yerine bir ocak yardımı ile sağlanmıştır.

Gıda muhafazasında uygulanan konsantrasyon işlemlerinde mikrodalga fırınlardan da yararlanılabilmektedir. Mikrodalga, uzun yıllardır gıda endüstrisinde kurutma, pastörizasyon, sterilizasyon, çözündürme, etlerin yumuşatılmasında (tendering) ve pişirme gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Mikrodalgalar frekansı 300 Mega Hertz (MHz) ve 300 Giga Hertz (GHz) arasında değişen elektromanyetik dalgalardır. Ev tipi mikrodalga fırınlarda 2450 MHz frekans kullanılırken, endüstriyel mikrodalgalarda 915 MHz frekans kullanılmaktadır [19]. Frekans düzeyleri mikrodalgaların etki derinliğini etkilemektedir. Mikrodalgalar 2450 MHz’ de 10 cm’ ye kadar, 915 MHz’ de ise 30 cm’ ye kadar etkili olabilmektedirler [20].

Mikrodalga fırın, içinde dalgaların duvarlardan yansıdığı ve yankılı bir sistem oluşturduğu metal bir kutudur. Metaller dalgayı yansıtırken su ve gıda maddeleri de dalgaları absorbe etmektedir [21]. Mikrodalgalar, fırın içindeki magnetron veya klistron gibi özel elektron tüplerinde elektrik enerjisi belli bir dalga boyundaki elektromanyetik radyasyona dönüştürülerek üretilmektedirler. Mikrodalga proseslerinde iyonik kondüksiyon ve dipolar rotasyon olmak üzere iki çeşit ısınma mekanizması bulunmaktadır. İyonik kondüksiyonda gıda içerisindeki çözünmüş tuzların iyonik bileşenleri, üzerlerindeki elektrik yük nedeni ile uygulanan elektrik alanının polaritesine zıt yönde hızlanarak hareket etmeye başlamaktadırlar. İyonların birbirleri ile çarpışması neticesinde ise hareket eden iyonların kinetik enerjilerinin termal enerjiye dönüşmesine ve böylece ısı açığa çıkmasına neden olmaktadır [22]. Dipolar rotasyonda ise gıdalar içerisinde gelişigüzel halde bulunan polar moleküller elektrik alan uygulandığında frekansa bağlı olarak polaritesi hızla değişen elektrik alanı nedeni ile önce polarize daha sonra depolarize olmaya çalışarak dönme eğilimi göstermektedirler. Örneğin 2450 MHz frekansta çalışan ev tipi bir mikrodalga fırında uygulama alanı 2450×10^6 kez titreşmektedir. Dipol moleküller de bu titreşimlere uyum sağlamaya çalışmakta ve birtakım salınım hareketleri yapmaktadırlar. Salınım hareketleri sebebi ile de fırın içerisinde ısı açığa çıkmaktadır [20, 22, 23]. Ortaya çıkan ısınma neticesinde mikrodalga fırınlar ürünlerin konsantre edilmesinde günümüzde başarı ile kullanılmaktadır.

1.2. Gıdalarda Bulunan Bazı Biyoaktif Maddeler ve Antioksidan Özellikleri

Oksijen yaşam için vazgeçilmez bir molekül olmakla birlikte, normal metabolizma sırasında üretilen reaktif oksijen türleri vücuda zarar verme potansiyeline sahiptirler [24]. Reaktif bileşiklerin zararlı olmalarının temel sebebi radikal olarak davranmaları, radikal oluşumuna sebep olabilmeleri veya yükseltgenme potansiyellerinin daha yüksek olmalarıdır [25]. Serbest radikaller bir ya da daha fazla sayıda eşlenmemiş elektron içeren moleküllerdir. Stabil olmayan bu moleküller kararlı hale geçebilmek için başka bir molekülden elektron alarak kararlı hale geçmektedirler. Ancak kendisi kararlı hale geçerek stabil bir yapı kazanırken diğer bileşik serbest radikal formuna dönüşmektedir [26]. Bu şekilde metabolizmaya zarar verecek bir dizi reaksiyon başlamakta ve antioksidanlar tarafından durduruluncaya kadar devam etmektedir [27].

Serbest radikaller reaktif oksijen ve nitrojen çeşitleri olarak iki grup altında toplanmaktadır. Tablo 1.1.' de görüldüğü gibi reaktif oksijen ve nitrojen çeşitleri ise kendi içinde radikal ve radikal olmayan olarak 2 gruba ayrılmaktadır [26]. Radikal oksijen türlerinden süperoksit, oksijen metabolizmasının ilk ara ürünüdür ve daha kuvvetli bir antioksidan olan hidroperoksil radikali, süperoksitin protonlanmış şeklidir. Hidroksil radikalının toksik bir oksijen metaboliti olduğu ve peroksil radikalının de lipid peroksidasyonunu artırma etkisi olduğu bilinmektedir. Alkoksil ise organik peroksitlerin yıkımı ile üretilen bir oksijen metabolitidir [28]. Radikal nitrojen türlerinden nitrik oksidin zayıf bir indirgeyici ajan olmasına karşın endojen serbest radikaller ile birleşerek peroksinitrit radikalini meydana getirmektedir. Bu da güçlü bir oksidan olup kolaylıkla hidroksil radikalini oluşturabilmektedir [29].

Serbest radikaller hem endojen hem de ekzojen kaynaklı olarak üretilebilmektedirler. Endojen kaynaklar arasında mitokondri, sitokrom P450 metabolizması, peroksizomlar ve iltihaplı hücreler yer almaktadır. Tüketilen gıda maddeleri, hava kirliliği, tütün ürünleri, aşırı fiziksel aktivite, ilaç tedavisi, travma, iyonize radyasyon, güneş ve infrared ışınlar ise ekzojen kaynaklardandır [26]. Serbest radikaller protein, lipid, DNA ve koenzimler gibi birçok biyolojik materyale zarar vermektedirler [24].

Tablo 1.1. Reaktif oksijen ve nitrojen çeşitleri [26]

Reaktif Oksijen Çeşitleri	
Radikaller	Radikal Olmayanlar
Süperoksit, $O_2^{\cdot -}$	Hidrojen peroksit, H_2O_2
Hidroksil, $HO^{\cdot}$	Hipokloroz asit, $HOCl$
Peroksil, $RO_2^{\cdot}$	Ozon, O_3
Alkoksil, $RO^{\cdot}$	Singlet oksijen, $^1\Delta_g$
Hidroperoksil, $HOO^{\cdot}$	Peroksinitril, $ONOO^{\cdot -}$
Reaktif Nitrojen Çeşitleri	
Radikaller	Radikal Olmayanlar
Nitrik oksit, $NO^{\cdot}$	Nitrosil, NO^+
Nitrojen dioksit, NO_2	Nitrikoksit, $NO^{\cdot -}$
	Nitroz asit, HNO_2
	Dinitrojen trioksit, N_2O_3
	Dinitrojen tetraoksit, N_2O_4
	Nitronyum iyonu, NO_2^+
	Peroksinitrit, $ONOO^{\cdot -}$
	Alkil peroksinitrit, $ROONO$

Membran yapılarında bulunan fosfolipitlerin doymamış yağ asitlerini oksidasyona uğratarak membran bütünlüğünün bozulmasına ve membran akışkanlığında değişime, proteinlerin tiyol gruplarının oksidasyonuna, karbonhidrat polimerlerinin yıkılmasına ve polisakkaritlerin fonksiyonlarının bozulmasına sebep olmaktadır [30]. Serbest radikallerin yol açtığı bu olumsuzlukların da yaşlanmayı teşvik ettiği ve ayrıca kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminde zayıflama, sinir sistemi dejeneratif hastalıkları, diyabetik retinopati (diyabet hastalarında rastlanan iltihapsiz retina hastalığı), gastrointestinal organlarda kronik iltihaplar, solunum yolu rahatsızlıkları ile damar zararlanmalarına bağlı olarak ortaya çıkan iskemi (belli bir bölgenin geçici bir süre kansız kalması) gibi birçok rahatsızlığa sebep olduğu bilinmektedir [24, 26].

Reaktif oksijen türlerinin zararlarına karşılık vücuttaki antioksidan savunma sistemleri serbest radikalleri kontrol altında tutmaktadır [24]. Antioksidanlar radikal oluşumunun sınırlandırılması, radikal reaksiyonlarının sona erdirilmesi, oluşan radikallerin etkisiz hale getirilmesi ve hasarlı moleküllerin ortadan kaldırılmasından sorumlu moleküllerdir [25]. Antioksidan ajanlar oksidan moleküllerine karşı etkilerini dört yolla göstermektedirler.

1. Süpürme etkisi gösterenler: Radikal oluşumunu engellerler ve oluşmuş olan radikalleri daha az zararlı hale getirirler (Süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz).
2. Giderme/Söndürme etkisi gösterenler: Oksidanlarla etkileşip, onlara bir hidrojen aktararak aktivitelerini söndüren ve inaktif hale getiren bileşiklerdir (A, E ve C vitaminleri, flavonoidler).
3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi gösterenler: Zincirleme olarak devam eden tepkimeleri belli yerlerinden kırarak, oksidan molekülleri kendilerine bağlayarak etkisiz hale getirirler (bilirubin, albümin).
4. Onarma etkisi gösterenler: Hasara uğramış olan biyomolekülü onararak oksidan moleküllerin zararlı etkilerini ortadan kaldırır (DNA tamir enzimleri, metionin sülfoksit redüktaz) [31].

Antioksidanlar etki mekanizmalarına göre birincil ve ikincil antioksidanlar olmak üzere iki sınıfta incelenmektedirler. Birincil antioksidanlar, otooksidasyonun başlangıç aşamasını geciktiren veya engelleyen ya da otooksidasyonun ilerlemesini durduran serbest radikal alıcılarıdır. Elektron vererek serbest radikal zincir reaksiyonunu kıran bu antioksidanlar çoğunlukla fenolik yapıdaki bileşiklerdir. Serbest radikallerle reaksiyona girerek, daha kararlı ürünler oluşturup, hidroperoksit oluşumunu engellerler. Sentetik (BHA; bütillenmiş hidroksi anisol, BHT; bütillenmiş hidroksitoluen ve TBHQ; tersiyer butil hidrokinon) veya doğal (tokoferoller, flavonoidler) yapıda olabilirler [28]. İkincil antioksidanlar ise oksidasyon hızını azaltabilen bileşiklerdir. Metal iyonlarını yakalamak, oksijen molekülünü tutmak, hidroperoksitleri radikal olmayan bileşiklere parçalamak, ultraviyole ışınlarını absorblamak veya oksijen atomunu etkisiz hale getirmek şeklinde etki göstermektedirler. Bu antioksidanlar, antioksidan sinerjistleridir. Tek başlarına bulundukları ortamlarda antioksidan etkileri çok düşüktür veya hiçbir etki göstermezler. Ancak ortamda iki antioksidan madde bulunursa yalnız olarak gösterdikleri etkiden daha etkili olabilirler [28].

Antioksidan kaynakları endojen ve ekzojen olmak üzere 2 grupta toplanmaktadır [32, 33]. Endojen ve eksojen kaynaklı antioksidan bileşenleri doğal antioksidanlar olup ayrıca BHA, BHT, TBHQ, Troloks, SOD mimikleri, çeşitli şelat oluşturucu maddeler (eritorbik asit, sodyum eritorbat) gibi sentetik antioksidanlar da vardır [28]. Sentetik antioksidanlara ayrıca NDGA (Nordihidroguairatik asit) ve gallatlar da örnek olarak verilebilir. Gıdaların oksidatif bozulmalarını önlemek amacı ile gıda katkı maddesi

olarak kullanılan sentetik bu antioksidan maddelerin bazı yan etkilerinin bulunduğu ve tüketimlerinde dikkatli olunması gerektiği bildirilmektedir [34].

Endojen kaynaklar enzimler (süperoksit dismutaz, katalaz, redüktaz, peroksidaz, transferaz, peroksiredoksin, glutatyon, glutatyon redüktaz ve glutatyon peroksidaz), redoks proteinleri (tiyoredoksin), hormonlar (melatonin, estradiol) ve yağ etkileyicileri (lipoik asit, perrily alkol) olarak 4 grup altında toplanmaktadır [32, 33]. Önemli olan bazı endojen antioksidanlara ise aşağıda kısaca değinilmiştir.

Süperoksit dismutaz (SOD): Serbest radikallere karşı organizmadaki ilk savunma SOD enzimiyle gerçekleşmektedir. Enzimin fizyolojik fonksiyonu, oksijeni metabolize eden hücreleri süperoksit serbest radikalının zararlı etkilerine karşı korumaktadır. Süperoksidin daha az toksik olan H_2O_2 ' e (hidrojen peroksit) dönüşümünü katalizlemektedir. Ayrıca SOD enzimi H_2O_2 ürettiği için H_2O_2 uzaklaştırıcı enzimlerle işbirliği içinde çalışmaktadır [35].

Katalaz: Redoks reaksiyonunu teşvik eden etkili protein katalistlerinden biri olan katalaz, bir metaloenzimdir. SOD enzimi faaliyeti sonucunda meydana gelen toksik H_2O_2 , katalaz enzimi etkisiyle su ve oksijene dönüştürülmektedir [24]. Bu dönüşüm neticesinde de hidroksil radikali oluşumu engellenmektedir [36].

Glutatyon: Karaciğerde sentezlenebilen bir tripeptit olan glutatyon [36], glutatyon peroksidaz ve glutatyon transferaz gibi oksidatif stresi önleyen enzimlerin kofaktörüdür. Glutatyonların antioksidan aktivitesi içerdiği sülfür gruplarından kaynaklanmaktadır [26]. Disülfidler, H_2O_2 , askorbat ve serbest radikalleri indirgeyerek [35], hücreleri lipid peroksidasyonuna, serbest radikallere, reaktif oksijen türlerine, endojen ve eksojen orijinli toksik bileşiklere karşı koruyabilmektedirler [24, 37].

Glutatyon redüktaz: Prostetik grubu FAD (flavin adenin dinükleotid) olan, dimerik yapıda sitozol ve mitokodride bulunan bir enzimdir. NADPH (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) varlığında oksitlenmiş glutatyonun indirgenme reaksiyonunu katalizlemektedir [35]. Glutatyon peroksidaz ile birlikte hücre içinde glutatyon redoks döngüsü yoluyla hidroperoksitlerin uzaklaştırılmasında rol almaktadır [30].

Glutatyon peroksidaz: Hidroperoksitlerin indirgenmesinden sorumlu enzimdir. Diğer antioksidanlarla birlikte solunum sırasında serbest radikal peroksidasyonu sonucu

fagositik hücrelerin zarar görmesini engellemektedir. Eritrositlerde oksidatif strese karşı en etkili antioksidan olarak bilinmektedir [36].

Melatonin: Melatonin karanlıkta pineal bezden salgılanan, uyku, üreme, sirkadiyen ritim (yaz-kış, uzun gün-kısa gün, aydınlık-karanlık döngüsüne vücudun uyumu) ve immünite gibi pek çok fonksiyonun düzenlenmesinde rol alan bir hormondur [35, 38]. Oksidatif strese yol açabilen serbest radikalleri detoksifiye ederek, onların biyomoleküller üzerindeki zararlı etkilerini önleyebilmektedir. Melatoninin antioksidan etkisi yapısında bulunan pirol halkasından ileri gelmektedir. Süpeoksit varlığında pirol halkası yıkılmakta ve yüksek radikal tutma özelliğine sahip N-asetil-N-formil-5 metoksikinüramin (AFMK) oluşmaktadır [38].

Lipoik Asit: Lipoik asit ve metaboliti dihidrolipoik asit metalleri şelatlayarak, serbest radikalleri tutarak ve endojen antioksidanları onararak oksidatif hasarı önlemektedir [36].

Tiyoredoksin: Mitokondrideki oksidatif stresin zararlı etkisini en aza indirerek, mitokondri ve hücrenin diğer bölümlerindeki işlevlerinin normal yürümesini sağlayan koruyucu bir proteindir [39]. Yapılan çalışmalarda, tiyoredoksinin insanda immün sistemi düzenlenmesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir [40].

Eksojen kaynaklar ise karotenoidler, betalainler, sülfür içeren kimyasallar (organosülfidler), kinonlar (antrakınon, ubikinon), stilbenler (saponin, resveratrol, brassinostreoid), vitaminler (A, C ve E vitamini), mineraller (çinko, mangan, selenyum, magnezyum) ve polifenoller olmak üzere 8 grupta toplanmaktadır [32, 33]. Polifenoller ise kendi arasında fenolik asitler (sinamik asitler, benzoik asitler) ve flavonoidler (antosiyanidinler, flavonlar, flavononlar, kateşinler, proantosiyanidinler) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır [7]. Önemli olan bazı eksojen antioksidanlara aşağıda kısaca değinilmiştir.

Karotenoidler: Bitkiler doğal antioksidan bileşenlerin temel kaynağını oluşturmaktadırlar [41]. Örneğin bitkilerde yaygın olarak bulunan sarı, kırmızı ve turuncu renk pigmentleri olan karotenoidler [35], hidroksil, süperoksit ve peroksil radikalleri ile etkileşime girerek radikal süpürücüsü olarak işlev görmektedirler. Yapılarındaki konjuge çift bağlardan dolayı yüksek antioksidan aktivite gösteren karotenoidler ile serbest radikaller arasındaki ilişkide temel olarak üç mekanizma mevcuttur. Bunlar, serbest radikallere yeni bir radikal ekleme, yapısından bir hidrojen

kopararak radikali etkisiz hale getirme ve yapısından bir elektron transfer ederek radikali yüksüzleştirme şeklindedir [28, 36]. Yağda çözünen poliizoprenoid bileşiklerden olan karotenoidler, karotenler (α -karoten, β -karoten ve likopen) ve ksantofiller (β -kriptoksantin, lutein ve zeaksantin) olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadırlar [28]. Karotenlerden, vitamin A' nın ön maddesi olan β -karoten' in, singlet oksijeni bastırabildiği, süperoksit radikalini temizlediği ve peroksit radikalleriyle direkt olarak etkileşerek antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir. Diğer bir karoten olan likopenin de yapısındaki çift bağların fazla olması nedeniyle, diğer karotenoidlere oranla daha çok singlet oksijen yakaladığı ve ayrıca hidrojen peroksit ile nitrojen dioksiti de inaktive etme yeteneği olduğu aktarılmaktadır [36].

Betalainler: Bitkilerde bulunan diğer bir renk pigmentleri de betalainler olup, betasiyaninler (kırmızı renkli) ve betaksantinler (sarı renkli) olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadırlar. Renkleri antosiyaninlere benzemekle birlikte, antosiyaninlerin aksine renkleri pH' ya bağlı olarak değişim göstermezler. Ancak ortamın pH değeri, stabiliteleri üzerine etki etmektedir [7, 42]. Betalainler, diyetle düzenli olarak alındığında lipid oksidasyonu ve peroksidasyonunu inhibe ederek, insanları strese bağlı rahatsızlıklara karşı korumaktadır [7].

Kinonlar: Kinonlar da renklendirici özelliğe sahip olan önemli bitki bileşikleri arasında yer almaktadır [43]. Önemli bir biyolojik aktivitesi olan ubikinon [44] esas olarak mitokondride elektron transport zincirinin bir parçası olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ubikinonun düşük derişimlerde plazmada ve hücre zarlarında lipit peroksidasyonuna karşı koruyucu antioksidan olarak bulunduğu bildirilmektedir [40].

Vitaminler: İnsan vücudunda sentezlenemeyen ve sağlık açısından gerekli olduğu için mutlaka dışarıdan alınması gereken organik bileşiklerdendir. Vücuttaki biyokimyasal tepkimeleri düzenlemekle görevli olan vitaminler arasından [7], A, C ve E vitaminleri antioksidan özellikleri ile dikkat çekmektedir. A vitamini, bitkilerde bir provitamin olan β -karoten şeklinde bulunmaktadır. β -karoten serbest peroksit radikallerinin dokularda yakalanmasında önemli bir rol oynamaktadır ve böylece daha yüksek oksijen konsantrasyonlarında etkili olan E vitamininin antioksidan etkilerini tamamlamaktadır [45]. Kuvvetli bir antioksidan olan E vitamini [7], α -, β -, γ -, δ - tokoferoller ve tokotrienoller içeren grubu kapsamaktadır [28]. Antioksidan aktivitesi yapısındaki fenolik hidroksil grubuna sahip aromatik halkadan kaynaklanmaktadır [35].

Dokularda önemli zincir kırıcı etkiye sahiptir ve lipid peroksidasyonuna karşı savunma etkisinin olduğu, hücre membranlarını serbest radikal saldırısına karşı koruduğu bilinmektedir [28]. Askorbik asit olarak da anılan C vitamini, güçlü indirgeyici aktivitesinden dolayı önemli antioksidanlardan biridir [35]. Oksijen ve azotun reaktif türlerini kolayca süpürerek diğer substratları oksidatif hasarlara karşı korumaktadır [28]. Askorbik asitin antioksidan olarak esas görevi lipid hidroperoksitlerinin oluşumunu engellemektir. Bu da damar tıkanıklığına neden olan plak oluşumunu engellemede önemli rol üstlendiğini göstermektedir [40].

Mineraller: Yaşamsal faaliyetler için gerekli olan inorganik maddelerdir [46]. Çinko, mangan, selenyum ve magnezyum gibi bazı iz mineraller, antioksidan özelliği olan enzimlerin aktivasyonu için gerekli olduklarından dolayı dikkat çekmektedirler. Örneğin, bakır ve çinko süperoksit dismutaz enzimini, bakır ve demir katalaz enzimini, selenyum ise glutatyon peroksidaz enzimini aktive etmektedir [26].

Resveratrol: Polifenol yapısında doğal bir antioksidan olan resveratrol, stilbenlerin alt grubuna ait bir bileşendir [36, 47]. Atheroskleroz (damar tıkanıklığı) oluşumunu önleyici, antienflamatuar, antikanserojen, antitumöjenik ve antifungal özellik göstermektedir [36]. Aynı zamanda güçlü bir antioksidan olmasıyla dikkat çeken resveratrolün doğal antioksidan rolü üç farklı mekanizması ile açıklanmaktadır. Mitokondride oluşan süperoksit radikalini yakalayarak, koenzim Q ile yarışıp reaktif oksijenlerin oluşum yerinde oksidatif zincir kompleksini azaltarak ve lipid peroksidasyonunu inhibe ederek antioksidan özellik göstermektedir [47].

Fenolik Maddeler: Bitkilerin sahip olduğu antioksidan özelliklerin temel sebebinin yapılarındaki fenolik bileşiklerden ve flavonoid yapısından kaynaklandığı bilinmektedir [41]. Fenoller, içerdikleri hidroksil grupları nedeniyle radikal giderme yeteneğine sahip olduklarından son derece dikkat çekici bileşenlerdir. Fenolik bileşikler antioksidan aktiviteyle ilişkilendirilmekte ve lipid peroksidasyonunda önem taşımaktadırlar [31]. Fenolik bileşenler aromatik bir halkaya (benzen) bir veya daha fazla hidroksil gruplarının direkt olarak bağlanmasıyla oluşan, bitkilerde aromatik aminoasit metabolizması sırasında sentezlenen, metal iyonlarını şelatlama ve serbest radikalleri yakalama gibi fonksiyonel özellikler taşıyan ikincil metabolitlerdir [26, 41, 48]. Gıda bileşeni olarak bu bileşikler insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumuna etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidan etki

göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları ve gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar [41]. Tablo 1.2.' de görüldüğü üzere fenolik bileşikler çok detaylı gruplandırmak mümkündür [48,49]. Ancak genel hatları ile gruplandırmak gerekirse fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana başlığa ayrılmaktadır [7]. Bitkiler aleminde geniş bir dağılıma sahip olan flavonoidler, antioksidatif aktivitelerini ksantin oksidaz, lipoksijenaz ve siklooksijenaz gibi enzimleri inhibe ederek, metal iyonları ile şelat oluşturarak, diğer antioksidanlar ile etkileşime girerek ve süperoksit anyonları, lipid peroksil radikalleri ile hidroksil radikalleri gibi serbest radikalleri yakalayarak göstermektedirler [28].

Tablo 1.2. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması [48, 49]

Yapı	Sınıf
C ₆	Basit fenolikler
C ₆ -C ₁	Fenolik asitler ve benzer bileşikler
C ₆ -C ₂	Asetofenonlar ve fenilasetik asitler
C ₆ -C ₃	Sinnamik asitler, sinnamil aldehitler, sinnamil alkoller, kumarinler, izokumarinler ve kromonlar
C ₁₅	Kalkonlar, avronlar, dihidrokalkonlar, flavanlar, flavonlar, flavononlar, flavonoller, antosiyaninler, antosiyanidinler
C ₃₀	Biflavoniller
C ₆ -C ₁ -C ₆ , C ₆ -C ₂ -C ₆	Benzofenonlar, ksantonlar, stilbenler
C ₆ , C ₁₀ , C ₁₄	Kinonlar
C ₁₈	Betasiyaninler
Lignanlar, neolignanlar	Dimerler ve oligomerler
Lignin	Polimerler
Taninler	Oligomerler ve polimerler
Flobafenler	Polimerler

1.2.1. Antioksidan Tayin Metotları

Gıdaların ve bitkisel ürünlerin antioksidan kapasitelerini belirlemede çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler elektron transfer (ET) ve hidrojen atom transfer (HAT) olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. HAT temelli yöntemler; oksijen radikal absorbans kapasitesi (Oxygen Radical Absorbance Capacity; ORAC), toplam radikal yakalayıcı antioksidan parametre (Total Radical Trapping Antioxidant Parameter; TRAP) ve krosin beyazlatma yöntemi olarak üçe ayrılmaktadır. ET temelli yöntemler ise Folin-Ciocalteu ayırıcı ile toplam fenolik yöntemi (Folin-Ciocalteu Reagent; FCR), Trolox eşiti antioksidan kapasite (Trolox Equivalence Antioxidant Capacity; TEAC), demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (Ferric ion Reducing Antioxidant Power; FRAP), oksidan olarak bakır (II) kullanılan toplam antioksidan potansiyel yöntemi (Cupric Reducing Antioxidant Capacity; CUPRAC) ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal söndürücü kapasite yöntemi olarak beşe ayrılmaktadır [50].

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde en çok tercih edilen yöntem DPPH serbest radikal yakalama yöntemidir [51]. DPPH azot köprüsünde eşleşmemiş bir elektron taşıyan stabil bir serbest radikaldır [52]. Yöntemin esası bu radikalın süpürücü etkisini ölçmeye dayanmaktadır [28]. DPPH antioksidan molekülleri ile reaksiyona girdiği zaman bir hidrojen vererek indirgenir ve koyu menekşe olan rengi sarı renkli difenilpikrilhidrazine dönüşmektedir. Bu renk değişimi de spektrofotometrik ölçümle 517 nm’ de belirlenmektedir [31]. DPPH çözeltisindeki daha fazla renk açılması reaksiyon karışımının absorbansında daha fazla düşme, dolayısıyla yüksek radikal süpürme kapasitesi anlamına gelmektedir [53]. Yani DPPH’ nin renginin solması antioksidan konsantrasyonu ile orantılı olmaktadır [35].

Toplam fenolik madde miktarı belirlenirken genellikle Folin-Ciocalteu metodu kullanılmaktadır [51]. Bu metot gıdaların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde basit, güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntemdir [50]. Yöntemin esası Folin-Ciocalteu ayırıcı vasıtası ile oluşan renk yoğunluğunun absorbansının 750-765 nm arasında ölçümüne dayanmaktadır [50, 51].

Fosfomolibdat testi olarak da isimlendirilen diğer bir antioksidan tayin metodu ise, fenolik bileşiklerin asidik ortamda molibdeni (Mo) indirgemesi esasına dayanmaktadır.

Analizde Mo (VI)' yı Mo (V)' e indirgemesi ve bunu takiben oluşan yeşil renkli fosfat/Mo (V) kompleksinin oluşmasına dayanmaktadır. Oluşan bu kompleks 695 nm' de maksimum absorpsiyon göstermektedir. Bu metot özellikle basitliği ve kullanılan reaktiflerin ucuzluğundan dolayı toplam antioksidan kapasitenin tayininde alternatif bir metot olarak kullanılmaktadır [31].

1.3. Demirhindi Şerbeti

Demirhindi şerbeti sadece demirhindi bitkisinin ya da demirhindi bitkisine çeşitli baharatların ilave edilerek su içerisinde kaynatılmasıyla üretilen son derece lezzetli geleneksel şerbetlerimizden biridir. Demirhindi şerbetinin lezzeti üzerine bazı söylem ve rivayetler literatürde yerini almıştır. Örneğin bir rivayete göre sıcak bir yaz günü Kanuni Sultan Süleyman yeniçeri ziyareti sırasında susamış ve soğuk bir şerbet istemiştir. O dönemde çok yaygın olarak tüketilmeyen bir şerbet olan demirhindi şerbeti padişaha bir tas içerisinde ikram edilmiştir. Kanuni Sultan Süleyman şerbeti o kadar beğenmiştir ki tasın içini altınla doldurarak şerbeti yapanı ödüllendirmiştir. Daha sonra da bu olay bir gelenek haline gelmiş, şerbet yapanlar padişahlar tarafından altınla ödüllendirilmiştir. Zaman içerisinde padişah da dahil olmak üzere birçok kişinin beğenisini kazanmış olan demirhindi şerbetinin tüketimi yaygınlaşmıştır [54]. Ahmet Haşim' in ise demirhindi şerbeti hakkında “tadı hiçbir içeceğe benzetilemeyecek bu güzel kokulu şerbetin bilinmediği memleketlerde yaşayanlara acırım” şeklinde bir açıklamada bulunduğu aktarılmaktadır [1].

Demirhindi şerbetinin orijinal tarifinin Fatih Sultan Mehmet' in hocası Akşemseddin' e kadar dayandığı söylenmektedir. Genellikle Hindistan' da yetişen demirhindi bitkisi şerbette ana bileşen olarak kullanılmış ve 40 farklı baharat eklenerek lezzetli ve sağlıklı bir şerbet elde edilmiştir. Ordugah kurulup sefer hazırlıkları başlarken kazanlarla kaynatılıp askerlere sabah akşam içirilen demirhindi şerbetinin 40 derdin devası olduğu söylenmiştir. Günümüzde üç dört çeşit baharatla da yapılarak içeriği azaltılan şerbetin orijinal tarifinde bulunan baharatlar Tablo1.3.' te sıralanmıştır [55].

Tablo 1.3. Demirhindi şerbetinin orijinal tarifnamesi (10 L su için)

Malzemeler			
1 kg demirhindi	50 g rezene	3 g safran bitkisi	100 g elma kurusu
2 kg şeker	5 adet tarçın	5 g miski amber	25 g yasemin çiçeği
25 g anason	5 kök meyan	500 ml gülsuyu	50 g böğürtlen kökü
5 kök havlıcan	5 adet muskat	100 g kuşburnu	4 parça loğusa şekeri
20 g uduhindi	50 g menengiç	4 g damla sakızı	10 adet ardıc tohumu
10 adet hünnap	100 g hibiskus	2 adet darülfülül	20 g okaliptüs yaprak
5 kök zerdeçal	10 adet kakule	8 adet kuru kayısı	10 adet Kudüs hurması
10 kök zencefil	20 g çörekotu	10 adet yenibahar	10 adet kırmızı karabiber
10 adet karanfil	4 çubuk vanilya	15 g kişniş tohumu	10 adet büyük keçiyoynuzu
10 adet kebabiye	100 g siyah üzüm	50 g çiçek ıhlamur	15 adet kavrulmuş kahveçekirdeği

Bu çalışmada demirhindi şerbeti üretiminde kullanılan ingredientler defneyaprağı, ekinezya, ıhlamur, kakule, karanfil, kişniş, tarçın çubuğu, vanilya çubuğu, kök zencefil ve kök zerdeçal olup, aşağıda her bir ingrediente kısaca değinilmiştir.

1.3.1. Defneyaprağı (*Laurus nobilis*)

Defneyaprağı, *Laurales* takımının *Lauraceae* familyasının *Laurus* cinsinden yaprak dökmeyen bir Akdeniz bitkisidir. Ülkemizde ise Ege, Akdeniz ve Karadeniz Bölgelerinin sahil kesimlerinde doğal olarak yetişen defne bitkisi [56], dünya defneyaprağı gereksiniminin yaklaşık %90' ını karşılamaktadır [57]. Genellikle gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılan defne yaprakları [58] kurutularak baharat olarak da değerlendirilmektedir [57-59]. Ayrıca balık konservelerinde balığın tazeliğini korumak ve kuru incir ambalajlarında böceklerin üremesini önlemek için kurutulmuş defneyaprağından yararlanıldığı bilinmektedir. Uyarıcı ve aromatik özelliğe sahip olan defneyaprağı ve meyvesinden [58] sırası ile uçucu yağ ve sabit yağ elde edilmektedir [57]. Yapraklarında tanen, acı madde, alkoloitler (reticuline, boldine vs), flavonoidler ve uçucu yağlar (%0.5-4.7 oranında; sineol, eugenol, felandren, linalol, geraniol, terpineol) bulunmaktadır [57, 59]. Geleneksel tıpta birçok uygulaması bulunan defneyaprağı sindirimi kolaylaştırıcı, idrar söktürücü, balgam söktürücü, kas gevşetici, bağırsak kurtlarını dökücü, terletici ve iştah açıcı olarak kullanılmaktadır [56, 57]. Avrupa, Amerika ve Arap ülkelerinde floranın doğal bir parçasıdır. Yapılan son

çalışmalar da defneyaprağının antimikrobiyal, antifungal, antiviral, hipoglisemik ve antiülser gibi bazı fonksiyonel özelliklerini ortaya koymaktadır [60].

1.3.2. Ekinezya (*Echinacea purpurea*)

Ekinezya, *Asterales* takımının *Asteraceae* familyasının *Echinaceae* cinsinden, çok yıllık otsu bir bitkidir [61, 62]. Anavatanı Kuzey Amerika olan ekinezya günümüzde Güney Amerika, Kanada, Avrupa, Rusya, Afrika ve Pasifiklere kadar yayılma göstermektedir. Ekinezya son yıllarda Amerika’ da tıbbi bitki endüstrisinin yaklaşık %10’ luk kısmını oluşturmaktadır [62]. Ekinezyada bulunan kafeik asit ve türevleri (kikarik asit, kaftarik asit, klorojenik asit) flavonoidler, alkilamidler (izobutilamidler) polisakkaritler ve uçucu yağlar bitkinin biyolojik aktivitesini zenginleştirmesinde önemli rol oynamaktadır [61-63.]. Ayrıca alüminyum, bakır, kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum, nikel, çinko, lityum gibi mineraller bakımından zengin olup A, E ve yüksek miktarlarda da C vitamini içermektedir [61, 62]. Ekinezya’ nın Amerikan yerlileri tarafından yüzyıllardır yanık ve yaraları iyileştirici, baş ağrısı, boğaz ağrısı, mide ağrısı ve öksürük kesici olarak kullanıldığı bilinmektedir [63, 64]. Beyaz kan hücrelerinin sayısını artırarak vücudun savunma mekanizmasını güçlendirdiği bilinen ekinezya günümüzde nezle, grip ve bronşit gibi bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Romatizma, kireçlenme, dermatoloji ve jinekoloji alanlarında kullanımı da ekinezyanın uygulama alanını genişletmektedir [62]. Antioksidan, antikanserojen, antienflamatuar, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiparazitik ve antimikrobiyal özelliklere sahip olması nedeni ile önemi giderek artmaktadır [61,63-65].

1.3.3. Ihlamur (*Tilia tomentosa*)

Ihlamur, *Malvales* takımının *Tiliaceae* familyasının *Tilia* cinsinden, kışın yapraklarını döken odunsu bir bitkidir [66, 67]. Dünya’ da Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika’ nın doğusunda, ülkemizde ise Marmara ve Karadeniz Bölgesi, Amanos Dağları, Çanakkale ve Isparta yörelerinde yayılış göstermektedir. Özellikle çiçeğinde bulunan bileşenler sayesinde ıhlamur birçok hastalığın tedavisi için dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır [67]. Ihlamur bitkisinde flavonlar, uçucu yağ, sabit yağ, fitosterol, musilaj, tanen, organik asitler, manganez, öjenol (çiçeğin aromatik kokusunun kaynağı), C vitamini ve aminoasitlerin bulunduğu bildirilmiştir [67, 68]. Ayrıca yaprakları da tiliacin adı verilen faydalı bir glikozit ve karoten içermektedir [66, 67]. Ihlamur türlerinin geleneksel tıpta en bilinen özelliği sakinleştirici olmasıdır. Anksiyete

tedavisinde ve sakinleştirici olarak kullanımını içeriğindeki kuersetin ve kampferol flavonoidleri sağlamaktadır. Tıbbi ve aromatik özelliği yönünden önemli bir bitki olan ıhlamur çiçeğinin, balgam söktürücü, idrar söktürücü, terlemeyi sağlayıcı, iştah açıcı, spazm giderici ve mideyi kuvvetlendirici etkileri bulunmaktadır. Ayrıca grip, öksürük, migren, sinirsel rahatsızlıklar, sindirim sorunları, karaciğer ve safra kesesi problemleri gibi birçok hastalığın tedavisine yardımcı olduğu bilinmektedir [67].

1.3.4. Kakule (*Elettaria cardamomum*)

Son derece lezzetli bir baharat olan kakule, *Zingiberales* takımının *Zingiberaceae* familyasının *Elettaria* cinsine dahil olup, “Baharatların Kralı” olarak anılmaktadır [68]. Güney Asya kökenli çok yıllık bir bitki olan kakule, Hindistan, Sri Lanka, Endonezya ve Malezya’ da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Baharatı sabit yağ, uçucu yağ ve reçine içermektedir [70]. Lezzet verici olarak kakule tohumları ve esansiyel yağları kullanılmaktadır. Yerel olarak Hindistan’ da ve diğer bazı Asya ülkelerinde depresyon, kalp rahatsızlıkları, dizanteri ve diyare gibi hastalıkların tedavisinde yararlanılmaktadır [68]. Çin’ de her derde deva olarak kullanıldığı aktarılmaktadır. Geleneksel tıpta ağız kokusunu giderici, bulantı ve kusmayı engelleyici, sara hastalığını tedavi edici, zihne kuvvet verici ve hazımsızlığı giderici olarak kullanılmaktadır [70]. Bol miktarda esansiyel yağ içeren tohumları da antimikrobiyal, antioksidan ve antibakteriyel etkilerinden dolayı tercih edilmektedir [69].

1.3.5. Karanfil (*Syzygium aromaticum*)

Karanfil, *Myrtales* takımının *Myrtaceae* familyasının *Syzygium* cinsinden bir bitkidir [71]. Baharat olarak kullanılan kısmı her zaman yeşil olan ağacının kurumuş çiçek tomurcuklarıdır [72]. Anavatanı Endonezya olan karanfil tüm dünya mutfaklarında baharat olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak romatizma, astım, bronşit, hazımsızlık ve bulantı gibi rahatsızlıkların tedavisinde faydalandığı bildirilmektedir [71]. Karanfilin antiseptik, uyarıcı ve antiemetik özellikleri olup ağız, mide, bağırsak ve dolaşım tedavilerinde sıklıkla kullanılmaktadır [72]. Karanfilden elde edilen yağların ve öjenolun antiseptik, antifungal, antiviral, antioksidan, antienflamatuvar, antikarsinojenik ve antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir. Karanfil esansiyel yağlar açısından zengin bir kaynaktır ve esansiyel yağlardan öjenol, öjenil asetat, β -karyofilen karanfilin major bileşenlerindendir. Ayrıca karanfil tanenler (gallotanik asit), flavonoidler (ejenin, ramnetin, öjenitin) ve triterpenoidler (oleanolik asit, stigmasterol,

kampesterol) içermektedir [73]. Karanfilde bulunan seskiterpenler ise karanfilin antikanserojen ajanlarıdır. Ancak yapılan bir çalışmada vücuda çok fazla alındığı takdirde ishal, bulantı, bilinç kaybı, baş dönmesi gibi etkilere sebep olabildiği aktarılmıştır [72].

1.3.6. Kişniş (*Coriandrum sativum*)

Kişniş, *Apiales* takımının *Apiaceae* familyasının *Coriandrum* cinsinden tek yıllık bir bitkidir. Anavatanının Anadolu ve Kafkasya olduğu düşünülen kişniş, Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise Ankara, Eskişehir, Burdur, Erzurum, Mardin, Gaziantep ve Konya’ da tarımı yapılmaktadır [74]. Kişnişin yeşil yaprakları sebze olarak kullanılırken, baharat olarak kullanılan kısmı kurutulmuş meyveleridir. Ayrıca meyvelerinden elde edilen uçucu yağları da gıda ve parfümeri sanayinde kullanım alanı bulmaktadır [75]. Kişniş meyvelerindeki uçucu yağlar (%0.03-2.6) bakterisit ve fungusit etkileri nedeni ile gıdalarda ve farmasötik ürünlerde koruyucu olarak kullanılmaktadır [76]. Baharat olarak kullanılan tohumları, protein, yağ, karbonhidrat, lif, mineraller ve vitaminler içermektedir. Ayrıca aktif fenolik asit bileşiklerini de yapısında bulundurmaktadır. Kişnişin antioksidan, antimikrobiyal ve antikanserojen özelliklerinin yanı sıra ağrı kesici, yatıştırıcı, kaygı giderici, idrar söktürücü ve gaz giderici gibi pek çok faydası bulunmaktadır. Kişnişin antimikrobiyal ve antioksidan etkinliği nedeni ile de gıdaların muhafazasında uzun zamandan beri kullanıldığı bilinmektedir [74].

1.3.7. Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*)

Tarçın, *Laurales* takımının *Lauraceae* familyasının *Cinnamomun* cinsinden bir bitkidir. Hindistan, Bangladeş, Çin ve Vietnam’ da yetiştirilmektedir [77]. Çubuk tarçın elde etmek için önce ağacın ince dalları, genç sürgünleri kesilip özel olarak bekletilmektedir. Daha sonra dış kabuk ayrılıp iç kabukları kurutulmakta ve iç içe konularak rulo gibi kıvrılıp çubuk tarçın elde edilmektedir. Tarçının bileşiminde %10’ a kadar uçucu yağ, şeker, steroller ve tanen bulunmaktadır [78]. Son dönemde yapılan çalışmalarda tarçının güçlü antioksidan, antienflamatuar, vazodilatör (kan damarlarını genişletici), antialerjik, antiülseratif, antitrombotik ve antibakteriyel özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir [77]. Tarçın kabuğunun geleneksel tıpta gaz söktürücü, kabızlığı ve karın ağrılarını giderici, ruhsal sıkıntıları giderici, hazmı kolaylaştırıcı, vücut direncini artırıcı olarak ve soğuk algınlığı, grip ve iştahsızlık gibi durumlarda kullanıldığı bildirilmektedir [79].

Ayrıca kan şekeri, trigliserit, toplam kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve kardiyovasküler hastalıklara bağlı risklerin azalmasını sağladığı da aktarılmaktadır [78].

1.3.8. Vanilya çubuğu (*Vanilla planifolia*)

Vanilya çubuğu, *Asparagales* takımının *Orchidaceae* familyasının *Vanilla* cinsinden bir bitkidir. Toplandığında yeşil halde olan çubukları yaklaşık 9 ay boyunca tadını alması için bekletilmektedir. Genellikle güneşte kurutulan meyveler kurutma sürecinin sonunda kendine özgü tat ve aromasını kazanmaktadır. Vanilya çubuğu bütün olarak kullanılabilirdiği gibi öğütülmüş halde ya da vanilya özütü (vanilya çubuklarının alkol veya gliserollü bir karışımında belirli bir süre bekletilerek elde edilir) olarak da kullanılabilir [80]. Yapraklarında bol miktarda magnezyum, meyvelerinde ise potasyum bulunmaktadır. Vanilyanın kullanım alanları genellikle üç grupta toplanmaktadır. Gıdalara lezzet verici ajan olarak, ilaç ve kimyasal endüstrisinde ve parfümeri sektöründe kullanılmaktadır. Vanilya çubuğundan ilaç endüstrisinde Parkinson, yüksek tansiyon, kalp hastalıkları ilaçlarında ve antibakteriyel ajan olarak yararlanılmaktadır. Vanilya antioksidan özellik sergilemesi nedeni ile protein ve lipid oksidasyonuna karşı etkili bir ajan olarak da kullanım alanı bulmaktadır [81].

1.3.9. Zencefil (*Zingiber officinale*)

Zencefil, *Zingiberales* takımının *Zingiberaceae* familyasının *Zingiber* cinsinden, anavatanı Güney Asya olan bir bitkidir. Roma, Çin, Yunan ve Osmanlı tıp tarihinde zencefilin tıbbi bir bitki olarak değerlendirildiği aktarılmaktadır. Çin’ de halk arasında grip, bulantı, kusma ve nefes darlığında; Hindistan’ da ise faranjit, hazımsızlık ve iştahsızlıkta kullanıldığı bildirilmektedir [82]. Damar tıkanıklığı, ülser, yüksek kolestrol, depresyon ve migren tedavisinde kullanılması önerilen zencefil dünya çapında önemli bir baharattır [83]. Zencefil kökünün, yüksek antioksidan aktiviteye sahip polifenol bileşikler (6-gingerol ve türevleri) [84] ile lipid, vaks, karbonhidrat, vitamin ve mineraller içerdiği belirtilmektedir. İçeriğindeki bazı fenolik maddeler güçlü antienflamatuar ve antioksidatif özelliklere sahip olup, antikanserojenik ve antimutajenik olarak tüketilmektedir [83].

1.3.10. Zerdeçal (*Curcuma longa*)

Zerdeçal, *Zingiberales* takımının *Zingiberaceae* familyasının *Curcuma* cinsinden bir bitkidir [60]. Başta Pakistan, Hindistan, Bangladeş ve Çin olmak üzere Asya’ nın tropik

bölgelerinde yaygın olarak yetişmektedir. Ancak Türkiye’ de üretimi yoktur [85]. Batıda daha çok baharat olarak kullanım alanı bulurken, Asya’ da uzun yıllardan beri ilaç olarak kullanılmaktadır [86]. Hindistan ve Çin’ de iyileştirici etkileri kanıtlanan zerdeçaldan [87] aynı zamanda gıda renklendiricisi olarak da yararlanılmaktadır [85]. Kolesterol düşürücü, hazmı kolaylaştırıcı, damar sertliğini önleyici, solunum yolu enfeksiyonlarını ve deri rahatsızlıklarını tedavi edici özellikleri bulunan zerdeçalın [86], tıbbi etkilerinin kurkumonoid ve rizomlarında bulunan kurkumin bileşeninden kaynaklandığı bildirilmektedir [87]. Zerdeçalın en aktif bileşeni olan kurkuminin antienflamatuar, antioksidan, antikanserojen, antimikrobiyal ve yara iyileştirici özelliklere sahip olduğu bilinmektedir [85, 87]. Sahip olduğu bileşenlerin çağı hastalığı Alzheimer’ ın ilerlemesini de durdurduğu bildirilmektedir [85].

1.3.11. Demirhindi Bitkisinin Genel Özellikleri

Demirhindi *Caesalpinioideae* alt familyası ve *Fabaceae* familyasına dahil [60], genellikle yaprak dökmeyen ve yavaş büyüme gösteren kısa gövdeli bir ağaçtır [88]. Demirhindinin anavatanı kesin olarak bilinmemekle birlikte Afrika’ nın kurak savanalarına özgü bir bitki olduğu düşünülmektedir [89]. Bir diğer kaynakta ise demirhindinin anavatanının Madagaskar olduğu yer almaktadır. Günümüzde yarı kurak Afrika ve Güney Asya iklimlerine uyumlu bir şekilde, Bangladeş, Hindistan, Myanmar, Malezya, Sri Lanka, Tayland ve çeşitli Afrika, Avustralya, Orta Amerika ve Güney Amerika ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir [60].

Demirhindi esansiyel aminoasit içeren yüksek protein seviyesine sahip bir bitkidir [3]. Dünya Sağlık Örgütü’ nün, demirhindiye tüm esansiyel aminoasitler için (triptofan hariç) ideal bir kaynak olarak rapor ettiği de bilinmektedir [90]. Aynı zamanda potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir [3], çinko, bakır ve selenyum gibi mineraller içeren demirhindide uçucu yağlar, steroidler, musilaj, A, B ve C vitaminleri ile sitrik, tartarik ve malik asit gibi organik asitler de bulunmaktadır [4]. Ayrıca lipidler, poli/oligosakkaritler, prosiyanidinler, triterpenler (lupanon, lupeol), ksiloglukan ile 2-hidroksi-3,4-dihidroksiasetofenon, metil 3,4-dihidroksibenzoat, 3-4-dihidroksifenilasetat ve epikateşin gibi antioksidanların varlığı demirhindi bitkisinin önemini artırmaktadır [5, 91]. İçerdiği bu bileşenler sayesinde de demirhindi bitkisinin antibakteriyel, antifungal, hipoglisemik, kolestolemik, sitotoksik, antienflamatuar, gastrointestinal ve antioksidan özellikler kazandığı bildirilmektedir [3].

Demirhindi bitkisinin meyvesi, çekirdeği ve yaprağı farklı toplumlarda gıda maddesi, ingredient veya geleneksel tıpta terapötik amaçlı olarak çok sayıda uygulama alanı bulmaktadır [92, 93]. Olgunlaşan meyvelerin tadı daha yumuşak olup, genellikle taze tüketilirken, ekşi meyveler ise genellikle meyve suyu, reçel ve şurup gibi ürünlere işlenmektedir [94]. Sosları tatlandırmak amacı ile de kullanılan demirhindi meyveleri [95], Meksika ve Hindistan’ da kurutulup tuzlanarak çerez olarak tüketilmektedir [5]. Afrika’ nın bazı bölgelerinde ise gıda olarak tüketilmesinin yanı sıra demirhindi meyvelerinin terapötik özelliğinden de faydalanılmaktadır [96]. Yüksek ateş, dizanteri, sarılık, mide ve bağırsak hastalıkları gibi birçok hastalığın tedavisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır [3].

Demirhindi meyvelerinin %55’ ini oluşturan pulp [60], içerdiği indirgen şekerler ve tartarik asit nedeniyle tatlı asidik bir lezzete sahiptir [97]. Asya ve Latin Amerika mutfaklarında baharat olarak yaygın bir şekilde tüketilen meyve pulpu [95], içecek hazırlamak, çeşitli soslara ve yemeklere lezzet vermek amacıyla da kullanılmaktadır. Bazı kırsal yörelerde çekirdekleri ile birlikte kurutulan pulpun antioksidatif özelliklerinden yararlanılarak, yer fıstığı ve Hindistan cevizi yağlarının raf ömrünü artırmak için kullanıldığı aktarılmaktadır [91]. Aynı zamanda dünyanın birçok yerinde bitkisel ilaç olarak kullanım alanı bulmakta [91] ve hem İngiliz hem Amerikan ilaç kataloğunda antiskorbit, ateş düşürücü, kabızlık giderici, gaz giderici ve safra hastalıklarını tedavi edici olarak yerini almaktadır [96].

Demirhindi meyvelerinin %34’ ünü oluşturan çekirdek [60], içerdiği pektinden dolayı tekstürü düzeltmek amacı ile çeşitli gıdalara ilave edilmektedir [88, 91]. Kavrulup kabukları uzaklaştırılan demirhindi çekirdekleri bir gece suda bekletildikten sonra tuz ya da şeker ilavesiyle kırsal kesimlerde tüketilebilmektedir [91]. Ayrıca demirhindi çekirdeği oksidatif stres, diyabet, iltihaplanma, kanser, trombolitik rahatsızlıklar, mikrobiyal enfeksiyonlar, yılan sokması, romatizma, göz rahatsızlıkları, kronik ishal, ülser ve obezite gibi çok farklı rahatsızlıkların ve hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır [5].

Demirhindi bitkisinin yaprak ve çiçeklerinin de sebze olarak yemek, çorba ve salatalarda kullanıldığı bildirilmektedir [88, 89, 98]. Yapraklarının solucan düşürücü ve bağırsak parazitlerini öldürücü etkisi olduğu da bilinmektedir [96].

Demirhindinin belirtilen bu özellikleri, içerdği önemli miktardaki biyoaktif maddeler ile ilişkilendirilmektedir. Nitekim demirhindinin perikarp ve çekirdek ekstraktlarının fenolik madde kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada, demirhindi perikarpının toplam fenolik madde miktarı 2.82 g/kg olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriğinin en önemli kısmının prosiyanidin tetramerlerinden (%22.2) oluştuğu bunu sırası ile prosiyanidin hekzamerleri (%12.8) ile prosiyanidin pentamerlerinin (%11.6) izlediği saptanmıştır. Perikarpın toplam fenolik madde içeriğinin %11.3' ünün prosiyanidin trimer, %9.4' ünün epikateşin, %8.2' sinin prosiyanidin B₂, %7.4' ünün taksifolin, %6.9' unun eriodictyol, %5' inin luteolin, %2' sinin kateşin, %2' sinin apigenin ve %1.4' ünün naringenininden oluştuğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada demirhindi çekirdeklerinin toplam fenolik madde miktarı ise 6.54 g/kg olarak belirlenmiştir. Çekirdeğin toplam fenolik madde içeriğinin %30.2' sinin prosiyanidin tetramer, %23.8' inin prosiyanidin hekzamer, %18.1' inin prosiyanidin trimer, %17.6' sinin prosiyanidin pentamer, %5.5' inin prosiyanidin B₂ ve %4.8' inin epikateşinden oluştuğu saptanmıştır. Yapılan çalışmada demirhindi perikarpının özellikle de çekirdeğinin antikanserojen madde içeriği açısından son derece zengin bir kaynak olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca demirhindi perikarpında ve çekirdeğinde bulunan prosiyanidin profilinin, üzüm, barbunya ve erik ile benzer bulunduğu aktarılmaktadır [98].

Demirhindi çekirdeklerinin etanol ekstraktlarının toplam fenolik miktarı 49.30 mg GAE (gallik asit eşdeğer)/g olarak belirlenirken, DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitesi %75.93 (radikal inhibisyonu) olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada demirhindi çekirdeğinin yağ asidi profilinin %59.61' inin linoleik asit, %14.33' ünün oleik asit ve %10.07' sinin palmitik asitten oluştuğu tespit edilmiştir. Demirhindi çekirdek yağının 57.77 mg/kg düzeyinde tokoferol içerdiği, dolayısı ile de E vitamini açısından zengin bir kaynak olduğu saptanmıştır [93].

Bir diğer çalışmada su, metanol ve dimetilsulfoksit (DMSO) ile ekstra edilen meyve pulpu tozunun Folin-Ciocalteu Yöntemi ile toplam fenolik miktarı belirlenmiştir. Örneklerin su, metanol ve DMSO ekstraktında sırası ile 3.28, 3.35 ve 4.24 mg GAE/g düzeyinde toplam fenolik madde belirlenmiştir. Aynı çalışmada demirhindi toz ekstraktlarının toplam flavonoid miktarı ise su ekstraktında 43.34, metanol ekstraktında 89.6 ve DMSO ekstraktında 127.16 mg RE (rutin eşdeğer)/g olarak tespit edilmiştir.

DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitesi belirlenen örneklerden en yüksek aktiviteyi %92.62 radikal inhibisyonu değeri ile metanol ekstraktlarının sergilediği belirtilmektedir [97].

Demirhindinin taze ve kurutulmuş olan çekirdek kabuklarının farklı ekstraktlarının fenolik madde kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada, taze çekirdek kabuklarının metanol ekstraktının toplam fenolik değeri 32.44 g PE (pirogallol eşdeğer)/100g, %70' lik aseton ekstraktının toplam fenolik değeri 26.25 g PE/100g olarak bulunmuştur. Kurutulmuş çekirdek kabuklarının metanol ekstraktının toplam fenolik değeri 32.96 g PE/100g, %70' lik aseton ekstraktının toplam fenolik değeri ise 23.85 g PE/100g seviyesinde tespit edilmiştir [91].

Su, aseton ve etanol ile ekstrakte edilen demirhindi ağaç kabuğunun ve taze yapraklarının antimikrobiyal aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, test organizmaları olarak Gram negatif bakterilerden *Eschericia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aerugenosa*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* ve *Shigella flexnerri*; Gram pozitif bakterilerden ise *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* ve *Streptococcus pyogenes* kullanılmıştır. En yüksek antimikrobiyal aktivitenin ağaç kabuğunun aseton ekstraktlarında *Proteus mirabilis*' e karşı olduğu belirlenirken, en düşük aktivitenin ise ağaç kabuğunun su ekstraktlarında *Staphylococcus aureus* üzerine olduğu belirlenmiştir. Genellikle yaprak ekstraktlarının, ağaç kabuğu ekstraktlarına göre tüm test organizmalarına karşı daha düşük aktivite gösterdiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda bitki ekstraktlarının gerek Gram pozitif gerekse de Gram negatif organizmalara karşı etkili olduğu bulgulanmıştır [2].

Yirmi erkek ve on kadın (25-49 yaşları arasında) gönüllünün katıldığı bir çalışmada, demirhindi meyvesinin kolesterol seviyesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Denekler 4 hafta boyunca günde iki kez demirhindi meyvesi tüketmiştir. Çalışmanın başlangıcına kıyasla deneklerin toplam kolesterol, LDL (low density lipoprotein) ve HDL (high density lipoprotein) kolesterol ortalamalarının önemli düzeyde düştüğü belirlenmiştir [99].

Lee ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, tüketime hazır demirhindi meyve suyunun depolama boyunca bazı özellikleri üzerinde gama ışınlarının etkisi araştırılmıştır. Taze örnekler ile 4 °C' de 1 ay depolanan örnekler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Kontrol grubu örneklerinde depolama sonunda toplam fenolik madde içeriğinin 46.49 µg/g' dan

41.41 $\mu\text{g/g}$ ' a düştüğü gözlenmiştir. Hem taze örneklerde hem de depolanmış örneklerde ışınların dozu artırıldıkça, toplam fenolik madde içeriğinin de arttığı saptanmıştır. DPPH yakalama aktivitesi ile örneklerin antiradikal aktivitesinin de belirlendiği çalışmada kontrol grubu örneklerinde antiradikal aktivite taze örneklerde %37.67 iken depolanmış örneklerde %38.21 olarak belirlenmiştir. Taze meyve sularında, ışınların dozlarındaki artışla birlikte önemli bir antiradikal aktivite artışı gözlenmezken, depolanan meyve sularında kontrol grubuna göre ışınlama sonrası artış tespit edilmiştir [95].

Bu araştırma kapsamında, demirhindi şerbeti açık kazan, mikrodalga ve vakum olmak üzere 3 farklı yöntemle konsantre edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanmıştır. Depolama sürecinin 0, 30, 60 ve 90. günlerinde örnekler alınarak bazı biyoaktivite özellikleri ile renk değerleri incelenmiştir. Ayrıca konsantre örneklerin 0. ve 90. günlerdeki fenolik madde profili LC-MS/MS yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda, geleneksel ürünlerimizden biri olan demirhindi şerbetinin yeniden gündeme getirilmesi, fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi, ulusal ve uluslararası literatüre fonksiyonel bir içecek olarak kazandırılması ve sağlığa zararlı olduğu düşünülen gazlı içecek alternatif oluşturması amaçlanmıştır.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Demirhindi şerbeti için gerekli olan demirhindi, defneyaprağı, ekinezya, ıhlamur, kakule, karanfil, kişniş, tarçın çubuğu, vanilya çubuğu, kök zencefil ve kök zerdeçal Kayseri’ deki aktarlardan, toz şeker ise marketten temin edilmiştir. Kullanılan baharatlar yaygın ve Latince isimleri Tablo 2.1.’ de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Demirhindi şerbeti üretiminde kullanılan malzemeler ve kullanım miktarları (10 litre suya göre)

Malzeme	Latince Adı	Kullanılan	Kaynak
Demirhindi	<i>Tamarindus indica</i>	750	60
Toz şeker		1000	
Defneyaprağı	<i>Laurus nobilis</i>	1.2	56
Ekinezya	<i>Echinacea purpurea</i>	2	61
İhlamur	<i>Tilia tomentosa</i>	5	66
Kakule	<i>Elettaria cardamomum</i>	8	69
Karanfil	<i>Syzygium aromaticum</i>	1	71
Kışniş	<i>Coriandrum sativum</i>	0.15	74
Tarçın çubuğu	<i>Cinnamomum</i>	34	77
Vanilya çubuğu	<i>Vanilla planifolia</i>	10	80
Zencefil	<i>Zingiber officinale</i>	50	82
Zerdeçal	<i>Curcuma longa</i>	50	60

2.2. Yöntem

2.2.1. Demirhindi Şerbetinin Hazırlanması

Yapılan literatür taramalarında çok sayıda demirhindi şerbeti tarifine rastlanmıştır. Bu nedenle öncelikle çalışma kapsamında kullanılacak olan şerbetin formülasyonunu belirlemek amacı ile çok sayıda ön denemeler yapılarak farklı formülasyon denenmiştir. Hazırlanan şerbetler panelistler tarafından değerlendirilmiş ve en çok beğenilen formülasyon kullanılarak şerbet üretimi gerçekleştirilmiştir (datalar verilmemiştir).

Şekil 2.1.' de de görüldüğü gibi meyvesi, yaprağı ve çekirdekleri ile preslenmiş halde temin edilen demirhindiden 750 g tartılmış ve 10 litre su içerisinde oda koşullarında karanlık bir ortamda 6 saat bekletilmiştir. Altı saat boyunca su içerisinde iyice yumuşamış olan demirhindi üzerine 1000 g toz şeker, 10 g çubuk vanilya, 1 g karanfil, 34 g kabuk tarçın, 50 g kök zerdeçal, 50 g kök zencefil, 8 g kakule, 0.15 g kişniş, 1.2 g defneyaprağı, 2 g ekinezya ve 5 g ıhlamur ilave edilmiştir. Karışım kaynamaya başladıktan sonra briksi 15 değerine ulaşınca kadar kaynatmaya devam edilmiştir (yaklaşık yarım saat kadar). Hedeflenen birikse ulaşan şerbetler temiz bir tülbent yardımı ile süzölmüş ve 3 farklı yöntemle konsantre edilmek üzere gruplandırılmıştır.



Şekil 2.1. Kabuğu, pulpu ve çekirdekleri ile preslenerek paketlenen demirhindi meyvesi

2.2.2. Konsantre Şerbet Üretimi

Şerbet örnekleri öncelikle üç homojen gruba ayrılmıştır ve her bir grup ayrı konsantrasyon yöntemi ile 62 ± 1 °brikse kadar konsantre edilmiştir. Örneklerden birinci grup açık kazanda atmosferik basınç altında, ikinci grup mikrodalga fırında (Kenwood MW796, 28 L kapasite ve 900 W güç, US) 80p devirde konsantre edilirken, son grup ise rotary evaporatör (Heidolph, Almanya) yardımıyla 40 °C' de 25 mbar vakum altında konsantre edilmiştir. 62 ± 1 °brikse açık kazan ve mikrodalga metotları ile 85. dakikada ulaşılırken, vakum metodunda ise bu süre 140 dakika olarak saptanmıştır. 62 ± 1 °Brikse getirilen her bir grubun örnekleri tüplere doldurularak 90 gün süreyle 4, 20 ve 37 °C

sıcaklıklarda depolanmıştır. 4 °C’ de depolama deneyleri buzdolabında (Vestel, Türkiye) yapılırken, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda yapılan deneyler için sırası ile Nüve ES 110 ve Jeio Tech IB-11E (Kore) model inkübatörler kullanılmıştır. Depolama süresince alınan örneklerde 0, 30, 60 ve 90. günlerde toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid içeriği, antioksidan ve antiradikal özellikleri gibi bazı biyoaktivite analizleri ile renk analizleri yapılmıştır. Ayrıca örneklerin fenolik madde kompozisyonları LC-MS/MS analizi ile belirlenmiştir. Bu amaçla örneklerin başlangıç ve 90. gün fenolik madde kompozisyonları belirlenmiştir.

2.2.3. LC-MS/MS Analizleri

Konsantre halde bulunan örnekler su ile 10 kat seyreltildikten sonra 0.2 µm’ lik mikrofiber filtreden filtre edilerek LC-MS/MS analizleri için hazır hale getirilmiştir.

2.2.3.1. LC-MS/MS Cihazı ve Kromatografi Şartları

Fenolik bileşenlerin LC-MS/MS ile analizinde ard arda sıralanmış iki kütle spektroskopisi ile birlikte Nexera model Shimadzu UHPLC kullanılmıştır. Sıvı kromatografisinde LC-30AD ikili pompa, DGU-20A3R degazör, CTO-10ASvp kolon fırını ve SIL-30AC otosampler bulunmaktadır. Kromatografik ayırım C18 ters faz Inertsil ODS-4 (150 mm × 4.6 mm, 3 µm) analitik kolon ile yapılmıştır. Kolon sıcaklığı 40 °C sıcaklıkta sabitlenmiştir. Elüsyon, mobil faz A (su, 5 mM amonyum format ve %0.1 formik asit) ve mobil faz B (metanol, 5 mM amonyum format ve %0.1 formik asit)’ den oluşmaktadır. Solvent akış hızı 0.5 ml/dk ve enjeksiyon hacmi 4 µl olarak sabitlenmiştir [100].

2.2.3.2. Kütle Spektrometresi

Hem pozitif hem negatif iyonizasyonlu elektrosprey iyonizasyon (ESI) kaynağı ile donatılmış Shimadzu LCMS 8040 model üçlü dört kutuplu kütle spektrometresi kullanılmıştır. LC-MS/MS dataları LabSolutions yazılım (Shimadzu, Kyoto, Japan) tarafından toplanmış ve işlenmiştir. Analizlerde çoklu reaksiyon görüntüleme (MRM) modu kullanılmıştır. Her bir bileşenin iki veya üç kez geçirilmesi ile analiz tamamlanmıştır. İlk geçiş nicel amaçlı olurken, ikinci ve üçüncü geçişler ise sonuçların kontrolü amacı ile yapılmaktadır. Optimum ESI şartları interfaz sıcaklığı: 350 °C, DL sıcaklığı: 250 °C, sıcak blok sıcaklığı: 400 °C, nebulizer gaz akışı (nitrojen): 3 L/dk ve kuru gaz akışı (nitrojen): 15 L/dk olarak belirlenmiştir [100].

2.2.4. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı Singleton and Rossi [101] tarafından belirlenen metot üzerinde bazı değişiklikler yapılarak tayin edilmiştir. 2400 µl saf su konulan tüplere su ile seyreltilmiş örneklerden 40 µl ilave edildikten sonra 200 µl Folin-Ciocalteu ayırıcı (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilmiştir. Daha sonra %20' lik doymuş Na₂CO₃ çözeltisinden 600 µl (Merck, Darmstadt, Almanya) ardından da 760 µl saf su ilave edilerek karanlık bir ortamda 120 dakika bekletilmiştir. Örneklerin absorbansı spektrofotometrede (Varian Cary 100 Conc UV-Visible, Amerika) 765 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarını belirlemek amacı ile gallik asitten (Acros Organics, New Jersey, Amerika) 0-1 mg/ml sınırları düzeyinde bir seri standart çözelti hazırlanmıştır. Elde edilen standart kurve yardımı ile örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg olarak hesaplanmıştır.

2.2.5. Toplam Flavonoid Tayini

Toplam flavonoid içeriği Zhishen ve ark. [102] tarafından tanımlanan metoda göre belirlenmiştir. 4 ml saf su üzerine 1 ml saf su ile seyreltilmiş örnek ve 0.3 ml %5' lik NaNO₂ (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi eklendikten sonra 5 dakika beklenmiştir. Daha sonra 0.3 ml %10' luk AlCl₃ (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi ilave edilen tüpler 6 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonrasında üzerine 2 ml 1 M NaOH (Merck, Darmstadt, Almanya) çözeltisi ilave edildikten sonra saf suyla 10 ml' ye tamamlanıp 510 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Örneklerin toplam flavonoid madde miktarları kateşinden bir seri standart çözelti hazırlanarak ve bu şekilde elde edilen bir standart kurve yardımı ile hesaplanmıştır. Sonuçlar mg kateşin eşdeğeri (KE)/kg örnek olarak ifade edilmiştir.

2.2.6. Antiradikal Kapasite Tayini

Örneklerin antiradikal kapasiteleri Brand-Williams ve ark. [103] tarafından uygulanan yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. 0.5 g tartılan konsantre örnekler 4.5 ml metanol:su (60:40) karışımı ile seyreltilmiştir. Seyreltilen örneklerden 200 µl alınıp üzerine metanol ile hazırlanmış 4 ml 0.1 mM/L DPPH (Sigma St. Louis, MO, Amerika) ilave edilmiştir. Karanlıkta 120 dakika bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda örneklerin absorbansları ölçülmüştür. Kontrol örneğinde örnek yerine metanol kullanılmış ve spektrofotometre saf metanol ile sıfırlanmıştır [103].

Örneklerin antioksidan kapasiteleri aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$\% \dot{I} = 100 \times (1 - \ddot{O}/K)$$

$\dot{I}$: Örnek tarafından inhibe edilen DPPH, %

$\ddot{O}$: Örneğin absorbansı

K : Kontrolün absorbansı

2.2.7.Fosfomolibdenyum Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde Prieto ve ark. [104] tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Saf su ile seyreltilen örneklerden 0.4 ml alınmış ve üzerine 4 ml reaktif (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat ve 4 mM amonyum molibdat) ilave edilmiştir. Tüplerdeki karışımların kapakları sıkıca kapatılarak 95 °C’ deki su banyosunda 90 dakika inkübe edilmiştir. Daha sonra numuneler soğuk su içerisine alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Örneklerin absorbansları 695 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Antioksidan aktivite, daha önce hazırlanan 0-1 mg/ml konsantrasyonlardaki askorbik asit ile hazırlanan standart eğriden yararlanılarak mg askorbik asite eşdeğer (AAE)/g numune cinsinden ifade edilmiştir.

2.2.8. Renk Tayini

Oda sıcaklığına getirilmiş demirhindi şerbeti konsantresinin rengi oda sıcaklığında Konica Minolta Chromometer (Chroma Meter CR-5;Japan) kullanılarak belirlenmiştir. L^* , h° , C^* sisteminde; L^* değeri parlaklığı (L^* 100= beyaz; L^* 0= siyah) temsil etmektedir. C^* değeri renk doygunluğunu veya renk yoğunluğunu ifade ederken, a^* ve b^* değerleri kullanılarak $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ eşitliği ile hesaplanmıştır. Hue açısı (h°) ise renk tonu ile ilgili bir nitelik olup a^* ve b^* değerleri kullanılarak $h^\circ = \arctan$ eşitliği ile belirlenmiştir [42, 105].

2.2.9. İstatistiksel Analizler

Çalışma 2 tekerrür ve 3 paralel olarak yürütülmüştür. Örnekler 3 farklı yöntem ile (açık kazan, mikrodalga ve vakum) konsantre edilip 3 farklı sıcaklıkta (4, 20 ve 37 °C) 90 gün boyunca depolanmıştır. Depolamada 0, 30, 60 ve 90. günler olmak üzere 4 farklı zaman bulunmaktadır. Analizler sonucunda elde edilen veriler SAS istatistik programında (SAS 8.2 versiyonu) iki faktör varyans analizleri kullanılarak analiz edilmiştir. Gruplar arası fark $\alpha=0.05$ manidarlık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak tespit edilmiştir (SAS Institute Inc, Cary, NC, Amerika) [106].

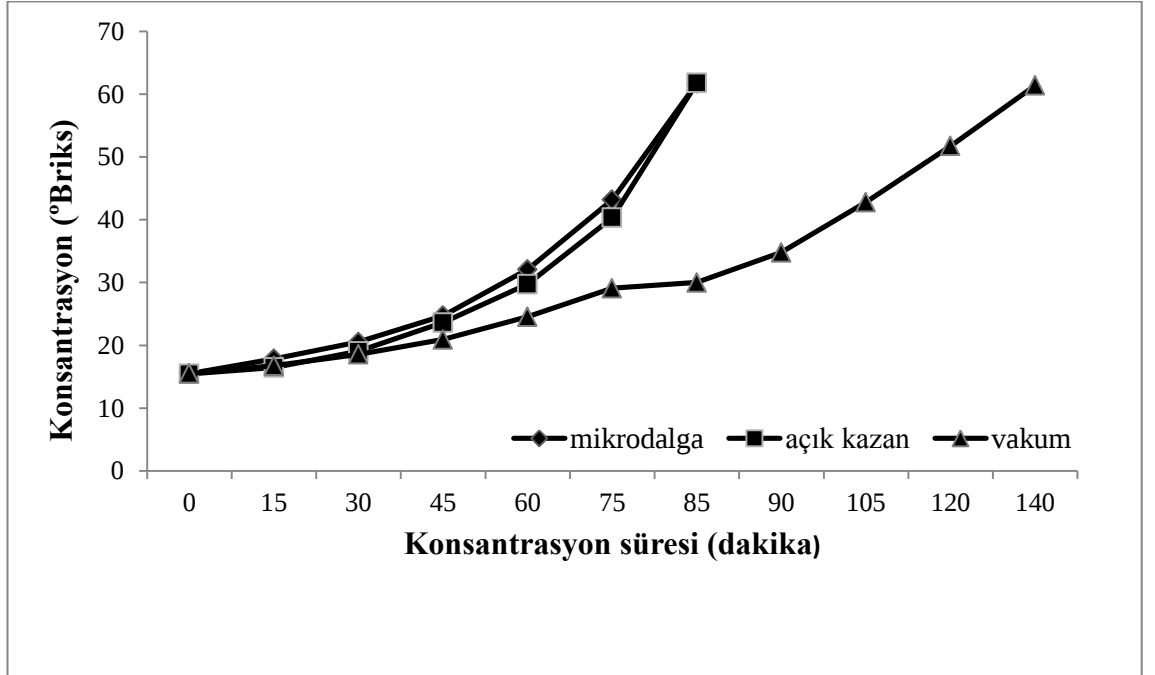
3. BÖLÜM

BULGULAR

Demirhindi şerbeti açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 90 gün depolanmıştır. Bu doğrultuda, konsantrasyon metotlarının, depolama sıcaklıkları ve süresinin demirhindi şerbetinin biyoaktivite özellikleri ve renk parametreleri üzerindeki etkisini belirlemek amacı ile yapılan analizlerin sonuçları bu bölümde yer almaktadır.

3.1. Briks Değerleri

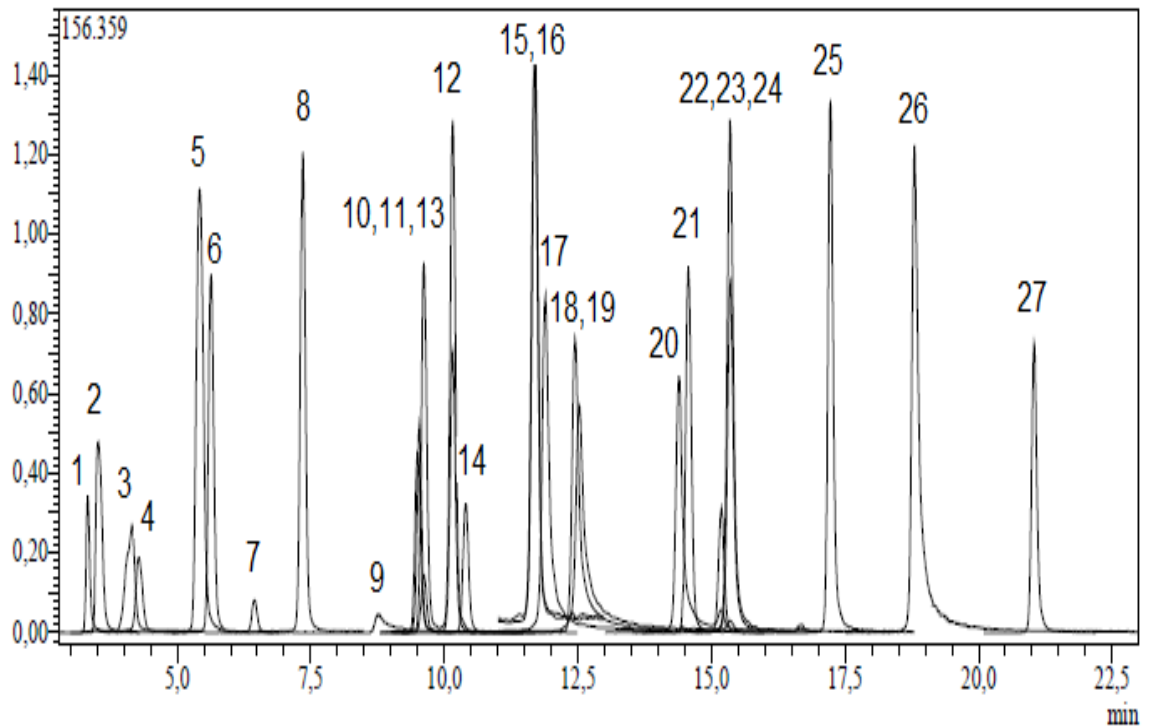
Açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilen örneklerin konsantrasyon işlemi boyunca briks değerlerindeki değişimler Şekil 3.1.' de verilmiştir. Hedeflenen değer olan 62 ± 1 °brikse açık kazan ve mikrodalga metotları ile 85. dakikada ulaşılırken, vakum metodunda ise bu süre 140 dakika olarak saptanmıştır.



Şekil 3.1. Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin zamana bağlı °briks değişimleri

3.2. LC-MS/MS ile Fenolik Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi

Açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan demirhindi şerbetinin 0. gün (başlangıç) ve 90 gün depolamanın ardından fenolik madde kompozisyonlarında meydana gelen değişimler LC-MS/MS ile belirlenmiştir. Bu amaçla bitkilerde yaygın olarak bulunan 27 adet fenolik madde standardı ile çalışılmıştır. Fenolik madde standartlarına ait kromatogramlar Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Fenolik madde standartlarının kalibrasyon kromatogramları. (1: kuinik asit, 2: malik asit, 3: tr-akonitik asit, 4: gallik asit, 5: klorojenik asit, 6: protokateşuik asit, 7: tannik asit, 8: tr-kaffeik asit, 9: vanilin, 10: p-kumarik asit, 11: rozmarinik asit, 12: rutin, 13: hesperidin, 14: hyperoside, 15: 4-OH benzoik asit, 16: salisilik asit, 17: mirisetin, 18: fisetin, 19: kumarin, 20: kuersetin, 21: naringenin, 22: hesperetin, 23: luteolin, 24: kampferol, 25: apigenin, 26: ramnetin, 27: krisin.).

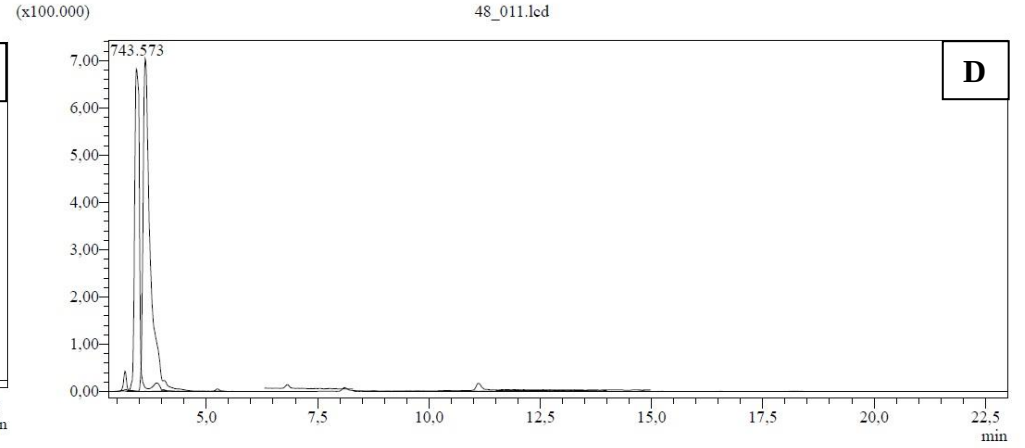
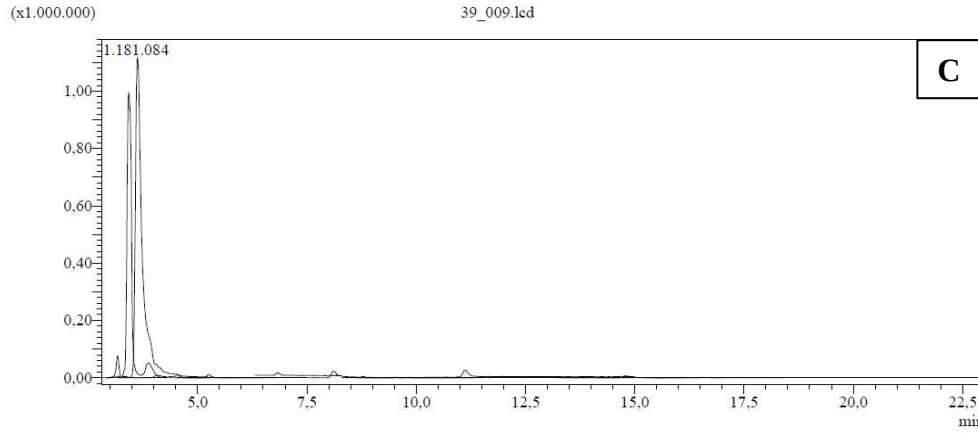
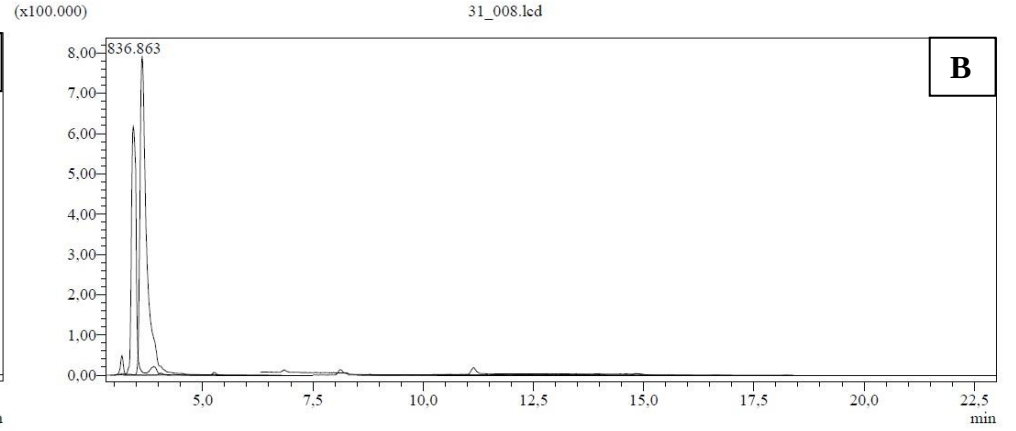
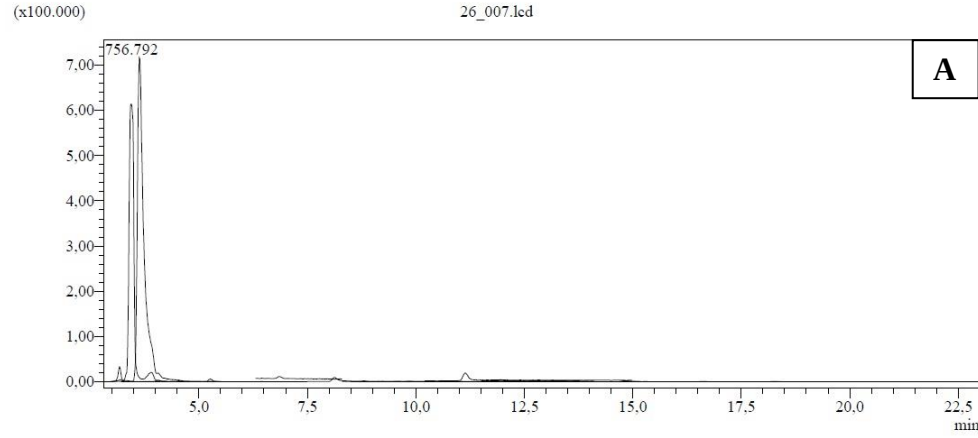
Bölüm 2.2.3' te verilen LC-MS/MS ile analiz koşullarına göre belirlenen fenolik madde standartlarının geri kazanım, algılama limiti ve ölçme sınırı gibi değerleri Tablo 3.1.' de verilmiştir. Tüm standart maddeler için korelasyon katsayısının 0.99' dan büyük olduğu belirlenmiştir. Çalışılan bileşenler için algılama limiti 0.05-25.8 µg/L, ölçme sınırı ise 0.17-85.9 µg/L aralığında tespit edilmiştir. Ayrıca fenolik maddelerin geri kazanımlarının %96.9' dan %106.2' ye kadar değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.1.).

LC-MS/MS ile başlangıç ve 90 gün depolamanın ardından fenolik madde kompozisyonları belirlenen demirhindi şerbetinin, açık kazan ile konsantre edilen örneklerin kromatogramları Şekil 3.3' te, mikrodalga ile konsantre edilen örneklerin kromatogramları Şekil 3.4' te ve vakum ile konsantre edilen örneklerin kromatogramları ise Şekil 3.5.' te verilmiştir.

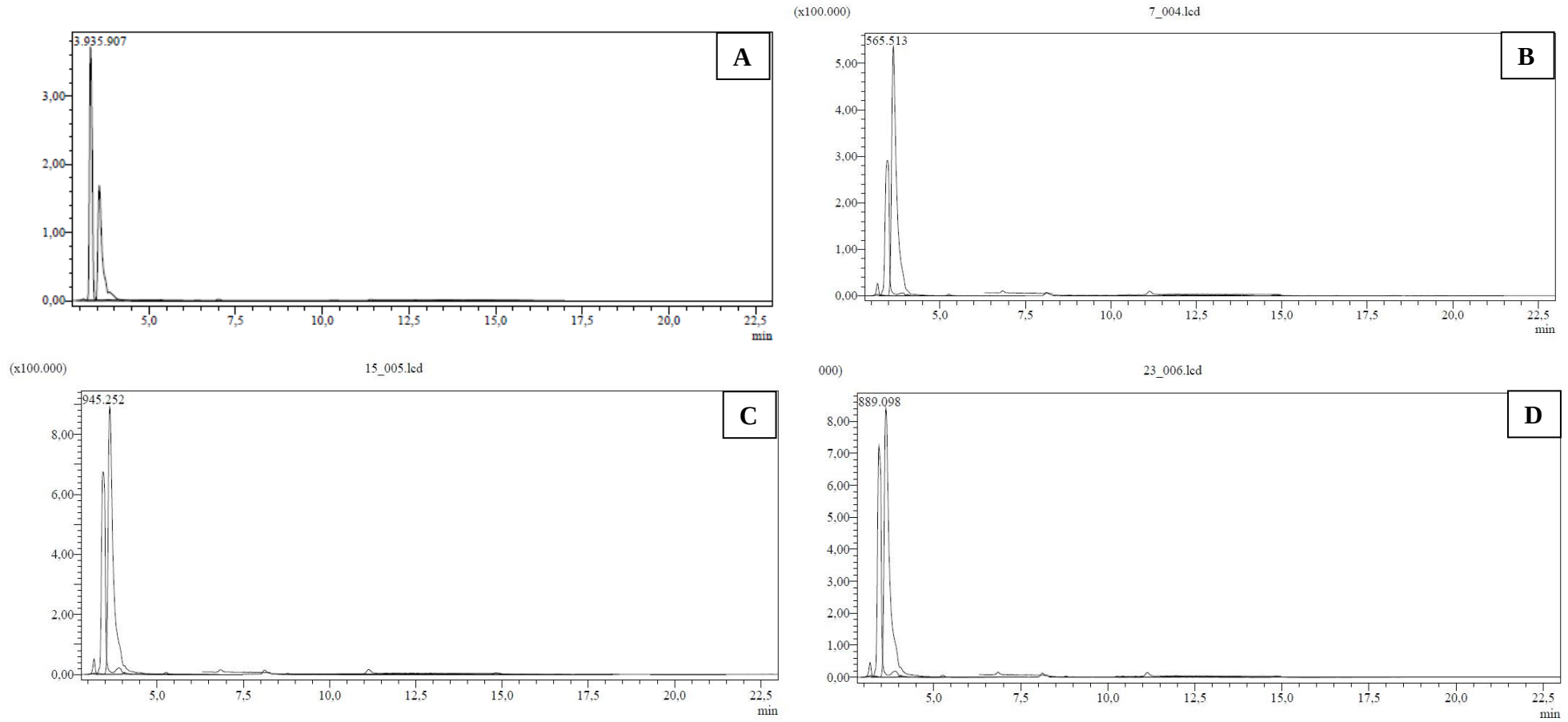
Tablo 3.1. LC-MS/MS metodu analitik parametreleri

		Alıkonma zamanı (dk)	Korelasyon katsayısı (r ²)	Rölatif standart sapma (%)	Lineer aralık (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L)	Geri kazanım (%)	U
1	Kuinik asit	3.32	0.9927	0.0388	250-10000	22.3 / 74.5	103.3	4.8
2	Malik asit	3.54	0.9975	0.1214	250-10000	19.2 / 64.1	101.4	5.3
3	tr-Akonitik asit	4.13	0.9933	0.3908	250-10000	15.6 / 51.9	102.8	4.9
4	Gallik asit	4.29	0.9901	0.4734	25-1000	4.8 / 15.9	102.3	5.1
5	Klorojenik asit	5.43	0.9932	0.1882	250-10000	7.3 / 24.3	99.7	4.9
6	Protokateşuik asit	5.63	0.9991	0.5958	100-4000	25.8 / 85.9	100.2	5.1
7	Tannik asit	6.46	0.9955	0.9075	100-4000	10.2 / 34.2	97.8	5.1
8	tr- kafeik asit	7.37	0.9942	1.0080	25-1000	4.4 / 14.7	98.6	5.2
9	Vanilin	8.77	0.9995	0.4094	250-10000	10.1 / 33.7	99.2	4.9
10	p-Kumarik asit	9.53	0.9909	1.1358	100-4000	15.2 / 50.8	98.4	5.1
11	Rozmarinik asit	9.57	0.9992	0.5220	250-10000	10.4 / 34.8	101.7	4.9
12	Rutin	10.18	0.9971	0.8146	250-10000	17.0 / 56.6	102.2	5.0
13	Hesperidin	9.69	0.9973	0.1363	250-10000	21.6 / 71.9	100.2	4.9
14	Hyperoside	10.43	0.9549	0.2135	100-4000	12.4 / 41.4	98.5	4.9
15	4-OH Benzoik asit	11.72	0.9925	1.4013	25-1000	3.0 / 10.0	106.2	5.2
16	Salisilik asit	11.72	0.9904	0.6619	25-1000	4 / 13.3	106.2	5.0
17	Mirisetin	11.94	0.9991	2.8247	100-4000	9.9 / 32.9	106.0	5.9
18	Fisetin	12.61	0.9988	2.4262	100-4000	10.7 / 35.6	96.9	5.5
19	Kumarin	12.52	0.9924	0.4203	100-4000	9.1 / 30.4	104.4	4.9
20	Kuersetin	14.48	0.9995	4.3149	25-1000	2.0 / 6.8	98.9	7.1
21	Naringenin	14.66	0.9956	2.0200	25-1000	2.6 / 8.8	97.0	5.5
22	Hesperetin	15.29	0.9961	1.0164	25-1000	3.3 / 11.0	102.4	5.3
23	Luteolin	15.43	0.9992	3.9487	25-1000	5.8 / 19.4	105.4	6.9
24	Kaempferol	15.43	0.9917	0.5885	25-1000	2.0 / 6.6	99.1	5.2
25	Apigenin	17.31	0.9954	0.6782	25-1000	0.1 / 0.3	98.9	5.3
26	Ramnetin	18.94	0.9994	2.5678	25-1000	0.2 / 0.7	100.8	6.1
27	Krisin	21.18	0.9965	1.5530	25-1000	0.05 / 0.17	102.2	5.3

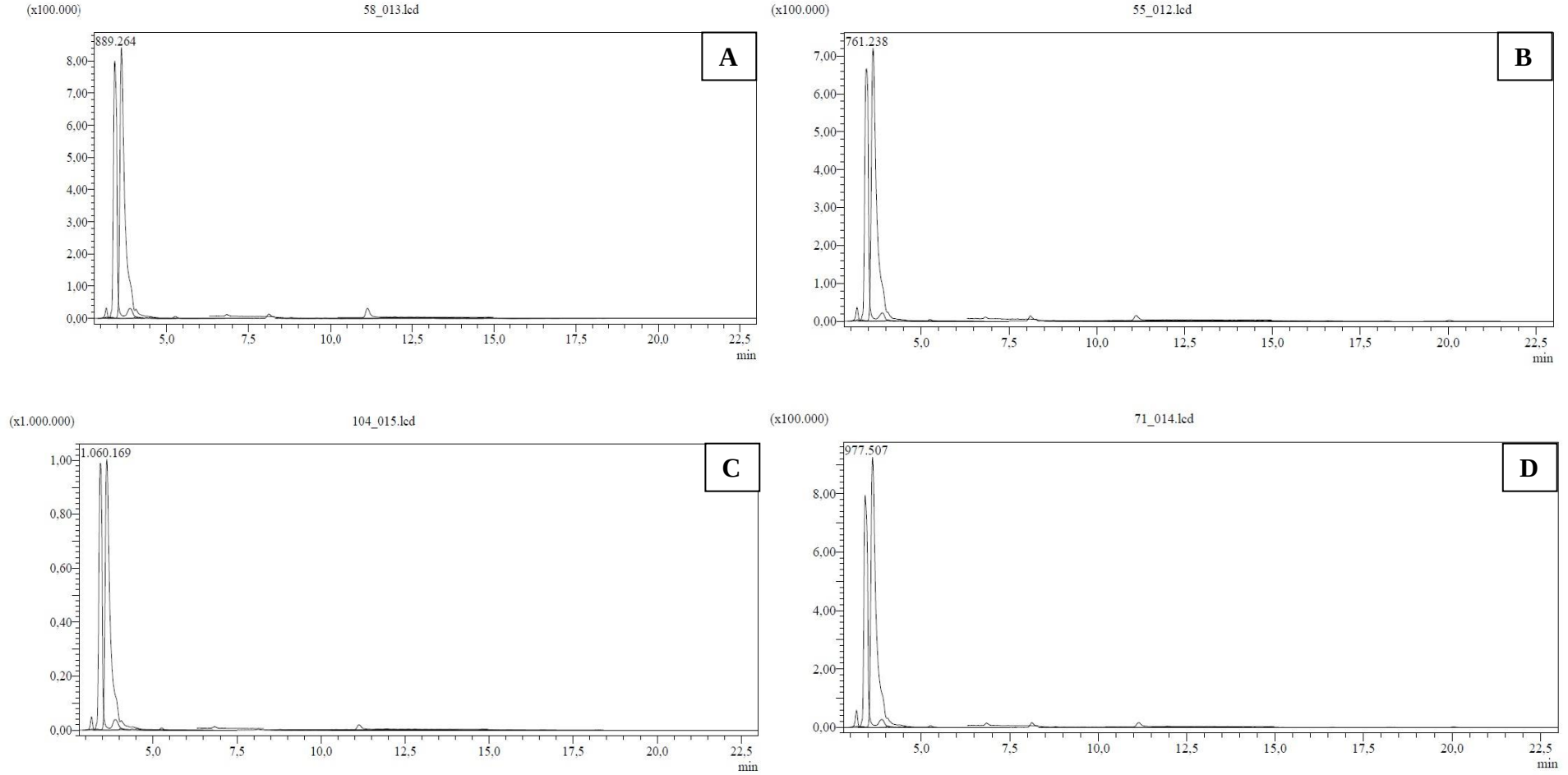
LOD/LOQ (µg/L): algılama limiti/ölçme sınırı, U (%): %95 güven aralığında yüzde rölatif belirsizlik.



Şekil 3.3. Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları. A: 0. gün örnekleri, B: 4 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, C: 20 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, D: 37 °C’ de 90 gün depolanan örnekler



Şekil 3.4. Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları. A: 0. gün örnekleri, B: 4 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, C: 20 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, D: 37 °C’ de 90 gün depolanan örnekler.

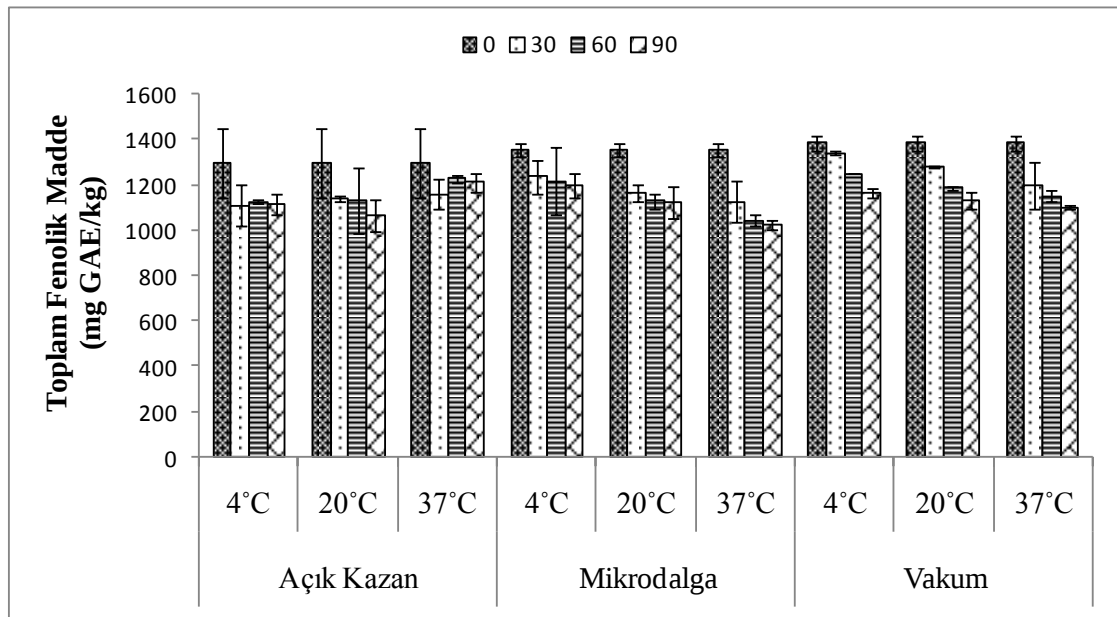


Şekil 3.5. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin LC-MS/MS kromatogramları. A: 0. gün örnekleri, B: 4 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, C: 20 °C’ de 90 gün depolanan örnekler, D: 37 °C’ de 90 gün depolanan örnekler.

Açık kazan, mikrodalga ve vakum metodu ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin başlangıç ve 4, 20, 37 °C sıcaklıklarda depolanmasının ardından belirlenen fenolik maddelerin miktarlarındaki değişimler sırası ile Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.' te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar demirhindi şerbetinde malik asit, kuinik asit ve vanilinin majör bileşenler olduğunu ortaya koymaktadır. Fenolik bileşenlerde depolama sürecinde dalgalanmalar olduğu görülebilmektedir (Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.).

3.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Farklı yöntemlerle konsantre edilerek depolanan demirhindi şerbetinin toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişimler Şekil 3.6.' da verilmiştir. Örnekler içerisinde en yüksek fenolik madde miktarı 1384.85 mg GAE/kg değeri ile vakum metoduyla konsantre edilen 0. gün örneklerinde saptanırken, en düşük fenolik madde miktarının mikrodalga metodu ile konsantre edilen ve 37 °C' de 90 gün süreyle depolanan örneklere (1021.21 mg GAE/kg) ait olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi ve sıcaklığının toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca uygulanan konsantrasyon metodlarının genel olarak toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p > 0.05$) olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişimler

Tablo 3.2. Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları

		Parent ion(m/z)	MS ² (çarpışma enerjisi)	Miktar (mg/kg)			
				0. gün	4 °C 90. gün	20 °C 90. gün	37 °C 90. gün
1	Kuiniik asit	190.95	85 (22), 93 (22)	305.81±63.71	297.64±62.01	451.05±93.97	333.23±69.42
2	Malik asit	133.05	115 (14), 71 (17)	116.47±21.98	127.70±24.09	186.45±35.18	120.81±22.79
3	tr-Akonitik asit	172.85	85 (12), 129 (9)	0.11±0.02	0.20±0.04	0.63±0.13	0.03±0.01
4	Gallik asit	169.05	125 (14), 79 (25)	0.13±0.03	0.19±0.04	0.32±0.06	0.13±0.03
5	Klorojenik asit	353	191(17)	0.07±0.01	0.06±0.01	0.14±0.03	0.05±0.01
6	Protokateşuik asit	152.95	109 (16), 108 (26)	0.32±0.06	0.39±0.08	0.63±0.12	0.31±0.06
7	Tannik asit	182.95	124 (22), 78 (34)	0.02±0.00	0.03±0.01	0.01±0.00	0.01±0.00
8	tr- kafeik asit	178.95	135 (15), 134 (24), 89 (31)	0.05±0.01	0.07±0.01	0.11±0.02	0.09±0.02
9	Vanilin	151.05	136 (17), 92 (21)	13.94±2.84	19.87±4.05	32.85±6.70	12.58±2.57
10	p-Kumarik asit	162.95	119 (15), 93 (31)	<0.01	0.01±0.00	0.01±0.00	<0.01
11	Rozmarinik asit	358.9	161 (17), 133 (42)	---	---	---	---
12	Rutin	609.1	300 (37), 271 (51), 301	---	<0.01	<0.01	---
13	Hesperidin	611.1	303,465	0.07±0.01	0.13±0.03	0.16±0.03	0.03±0.01
14	Hyperoside	463.1	300,301	<0.01	<0.01	<0.01	---
15	4-OH Benzoik asit	136.95	93,65	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
16	Salisilik asit	136.95	93,65,75	0.03±0.01	---	---	---
17	Mirisetin	317	179,151,137	---	---	---	---
18	Fisetin	284.95	135,121	---	---	---	---
19	Kumarin	146.95	103,91,77	0.92±0.19	0.93±0.19	1.49±0.30	0.89±0.18
20	Kuersetin	300.9	179,151,121	---	---	---	---
21	Naringenin	270.95	151,119,107	0.01±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00	---
22	Hesperetin	300.95	164,136,108	---	---	---	---
23	Luteolin	284.95	175,151,133	---	---	---	---
24	Kampferol	284.95	217,133,151	0.06±0.01	0.10±0.02	0.14±0.03	0.02±0.00
25	Apigenin	268.95	151,117	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	<0.01
26	Ramnetin	314.95	165,121,300	---	---	---	---
27	Krisin	253	143,119,107	---	---	---	---

*---: Belirlenememiştir.

Tablo 3.3. Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları

				Miktar (mg/kg)			
				0.gün	4 °C 90. gün	20 °C 90. gün	37 °C 90. gün
1	Kuiniik asit	190.95	85 (22), 93 (22)	262.30±54.65	157.61±32.83	329.93±68.74	344.11±71.69
2	Malik asit	133.05	115 (14), 71 (17)	44.30±8.36	83.21±15.70	144.74±27.31	140.92±26.59
3	tr-Akonitik asit	172.85	85 (12), 129 (9)	0.04±0.01	0.02±0.00	0.19±0.04	0.09±0.02
4	Gallik asit	169.05	125 (14), 79 (25)	0.04±0.01	0.11±0.02	0.25±0.05	0.22±0.04
5	Klorojenik asit	353	191(17)	0.02±0.00	0.04±0.01	0.09±0.02	0.08±0.02
6	Protokateşuik asit	152.95	109 (16), 108 (26)	0.10±0.02	0.21±0.04	0.40±0.08	0.37±0.07
7	Tannik asit	182.95	124 (22), 78 (34)	<0.01	0.03±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00
8	tr- kafeik asit	178.95	135 (15), 134 (24), 89 (31)	0.03±0.01	0.05±0.01	0.10±0.02	0.09±0.02
9	Vanilin	151.05	136 (17), 92 (21)	0.24±0.05	12.07±2.46	17.39±3.55	16.58±3.38
10	p-Kumarik asit	162.95	119 (15), 93 (31)	0.08±0.02	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
11	Rozmarinik asit	358.9	161 (17), 133 (42)	---	---	---	---
12	Rutin	609.1	300 (37), 271 (51), 301	0.01±0.00	<0.01	<0.01	---
13	Hesperidin	611.1	303,465	0.01±0.00	0.06±0.01	0.10±0.02	0.03±0.01
14	Hyperoside	463.1	300,301	0.03±0.01	<0.01	<0.01	---
15	4-OH Benzoik asit	136.95	93,65	<0.01	---	0.02±0.00	0.02±0.00
16	Salisilik asit	136.95	93,65,75	0.02±0	---	0.03±0.01	0.01±0.00
17	Mirisetin	317	179,151,137	---	---	---	---
18	Fisetin	284.95	135,121	---	---	---	---
19	Kumarin	146.95	103,91,77	0.17±0.03	0.56±0.11	0.88±0.18	0.77±0.16
20	Kuersetin	300.9	179,151,121	<0.01	---	---	---
21	Naringenin	270.95	151,119,107	<0.01	0.02	0.02	<0.01
22	Hesperetin	300.95	164,136,108	---	---	---	---
23	Luteolin	284.95	175,151,133	---	---	---	---
24	Kampferol	284.95	217,133,151	0.01±0.00	0.07±0.01	0.11±0.02	0.05±0.01
25	Apigenin	268.95	151,117	<0.01	0.01±0.00	0.01±0.00	<0.01
26	Ramnetin	314.95	165,121,300	---	---	---	---
27	Krisin	253	143,119,107	---	---	---	---

*---: Belirlenememiştir.

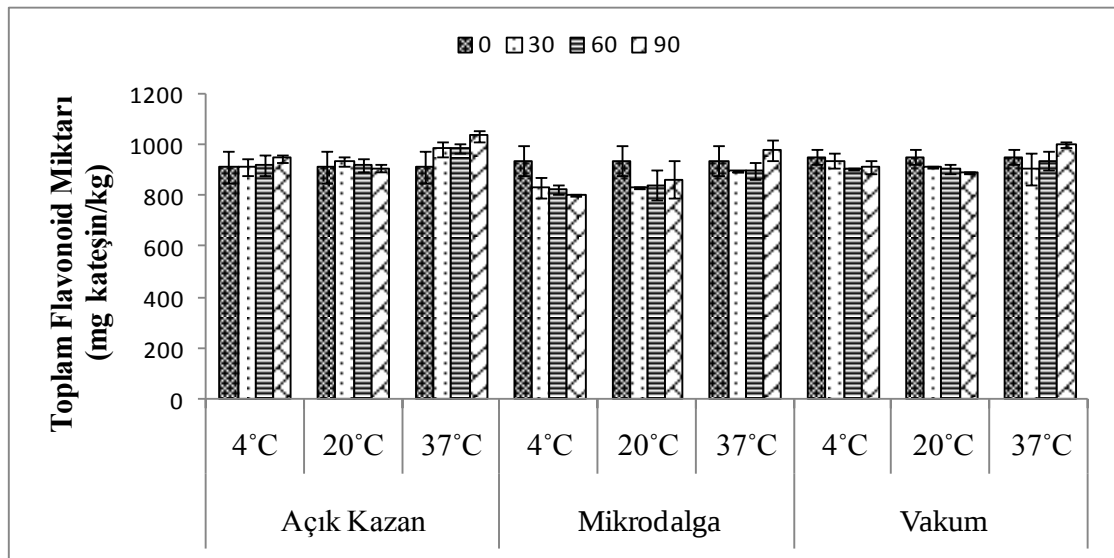
Tablo 3.4. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin fenolik madde kompozisyonları

				Miktar (mg/kg)			
		Parent ion(m/z)	MS ² (çarpışma enerjisi)	0.gün	4 °C 90. gün	20 °C 90. gün	37 °C 90. gün
1	Kuinik asit	190.95	85 (22), 93 (22)	369.05±76.88	317.30±66.10	432.85±90.18	362.71±75.56
2	Malik asit	133.05	115 (14), 71 (17)	135.85±25.63	120.78±22.79	161.87±30.54	149.96±28.29
3	tr-Akonitik asit	172.85	85 (12), 129 (9)	0.31±0.06	0.19±0.04	0.46±0.09	0.22±0.05
4	Gallik asit	169.05	125 (14), 79 (25)	0.17±0.03	0.14±0.03	0.24±0.05	0.18±0.03
5	Klorojenik asit	353	191(17)	0.05±0.01	0.08±0.02	0.08±0.02	0.09±0.02
6	Protokateşuik asit	152.95	109 (16), 108 (26)	0.35±0.07	0.30±0.06	0.50±0.10	0.34±0.07
7	Tannik asit	182.95	124 (22), 78 (34)	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
8	tr- kafeik asit	178.95	135 (15), 134 (24), 89 (31)	0.05±0.01	0.04±0.01	0.07±0.01	0.10±0.02
9	Vanilin	151.05	136 (17), 92 (21)	21.22±4.33	21.32±4.35	3.48±0.71	23.31±4.76
10	p-Kumarik asit	162.95	119 (15), 93 (31)	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
11	Rozmarinik asit	358.9	161 (17), 133 (42)	---	---	---	---
12	Rutin	609.1	300 (37), 271 (51), 301 (55)	<0.01	<0.01	<0.01	---
13	Hesperidin	611.1	303,465	0.10±0.02	0.12±0.02	0.11±0.02	0.05±0.01
14	Hyperoside	463.1	300,301	<0.01	<0.01	<0.01	---
15	4-OH Benzoik asit	136.95	93,65	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00
16	Salisilik asit	136.95	93,65,75	---	0.01±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00
17	Mirisetin	317	179,151,137	---	---	---	---
18	Fisetin	284.95	135,121	---	---	---	---
19	Kumarin	146.95	103,91,77	1.68±0.34	0.76±0.16	1.07±0.22	0.92±0.19
20	Kuersetin	300.9	179,151,121	---	---	---	---
21	Naringenin	270.95	151,119,107	0.03±0.01	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
22	Hesperetin	300.95	164,136,108	---	---	---	---
23	Luteolin	284.95	175,151,133	---	---	---	---
24	Kampferol	284.95	217,133,151	0.06±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.04±0.01
25	Apigenin	268.95	151,117	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
26	Ramnetin	314.95	165,121,300	---	---	---	---
27	Krisin	253	143,119,107	---	0.06±0.01	---	0.06±0.01

* ---:Belirlenememiştir.

3.4. Toplam Flavonoid Miktarı

Farklı yöntemlerle konsantre edilerek farklı sıcaklıklarda 90 gün depolanan demirhindi şerbetinin toplam flavonoid miktarlarındaki değişimler Şekil 3.7.' de verilmiştir. Depolama boyunca flavonoid değerlerinde dalgalanmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Uygulanan üç yöntemde de depolama sürecinin (açık kazan 4 ve 20 °C hariç) ve depolama sıcaklıklarının (vakum 30. gün hariç) toplam flavonoid miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca uygulanan konsantrasyon metotlarının da (0. günler ile 20 °C 'de depolanan 90 gün örnekleri hariç) toplam flavonoid miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir.

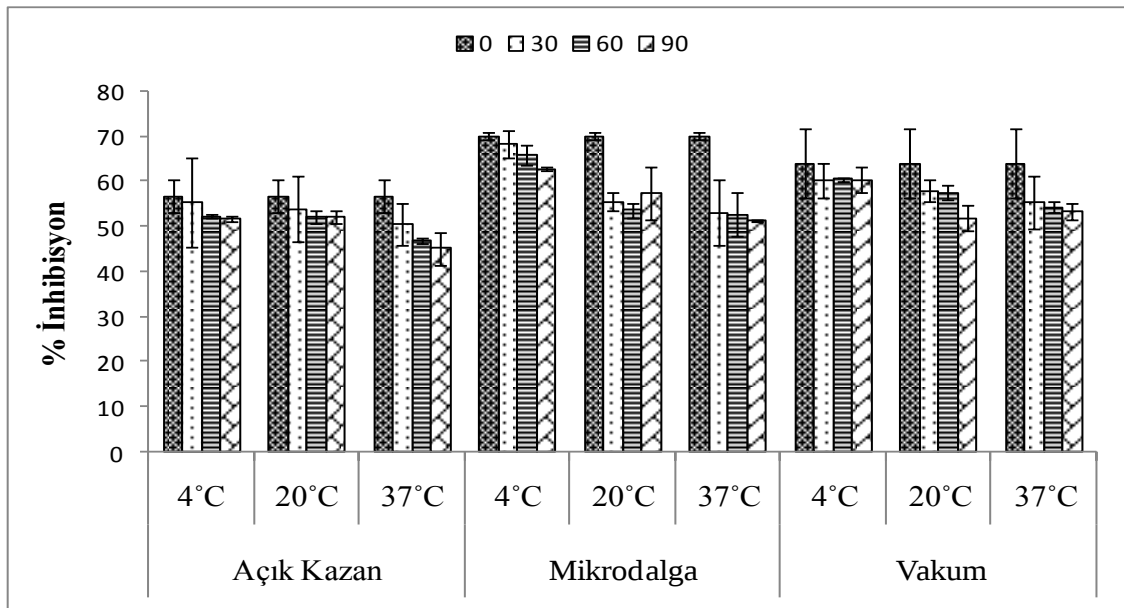


Şekil 3.7. Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince toplam flavonoid madde miktarındaki değişimler

3.5. Antiradikal Kapasite Tayini

Farklı yöntemlerle konsantre edilerek farklı sıcaklıklarda 90 gün süreyle depolanan demirhindi şerbetinin antiradikal aktiviteleri Şekil 3.8.' de verilmiştir. Uygulanan konsantrasyon metotlarının (20 ve 37 °C' de depolanan 30. gün örnekleri hariç) antiradikal aktivite değerleri üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. En yüksek antiradikal aktivite %70.1 değeri ile mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin 0. günlerinde tespit edilmiştir. Açık kazan metodu ile konsantre edilerek 37 °C' de 90 gün süreyle depolanan örneklerin antiradikal kapasitesi %45.27 olarak saptanmış olup, bu değer örnekler arasındaki en düşük antiradikal

aktivite olarak belirlenmiştir. Uygulanan üç yöntemde de depolama süresinin (açık kazan 4 ve 20 °C; vakum 4 °C hariç) ve depolama sıcaklıklarının (açık kazan ve vakum 30. gün hariç) antiradikal aktivite üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca bazı dalgalanmalar olsa da genel olarak antiradikal aktivitenin depolama süresinin uzamasına bağlı olarak azalma eğilimi sergilediği gözlenmiştir. Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin antiradikal aktivitelerindeki kayıplar 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %8.77, 8.14 ve 20.43; mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin antiradikal aktivitelerindeki kayıplar 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %10.27, 18.13 ve 26.60; vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin antiradikal aktivitelerindeki kayıplar 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %5.75, 18.95 ve 16.57 olarak belirlenmiştir.

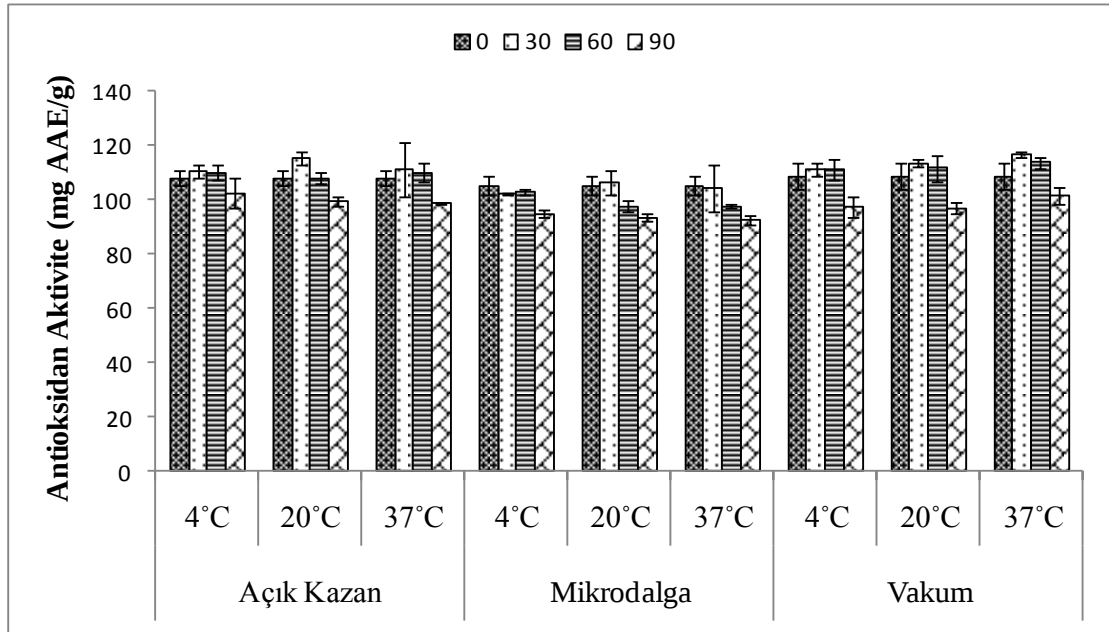


Şekil 3.8. Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince antiradikal kapasite değişimi

3.6. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Farklı yöntemlerle konsantre edilerek depolanan demirhindi şerbetinin antioksidan aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 3.9.' da verilmiştir. Açık kazan, mikrodalga ve vakum yöntemleri ile konsantre edilen şerbetlerin 0. gün antioksidan aktiviteleri sırası ile 107.93, 105.31 ve 108.77 mg AAE/g olarak tespit edilmiştir. Uygulanan konsantrasyon metotlarının (0. gün örnekleri hariç) ve depolama sürecinin antioksidan aktivite üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu

saptanmıştır. Depolama boyunca antioksidan aktivitenin çok hafif dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiş olsa da genel olarak değerlendirildiğinde depolama sürecinin sonunda antioksidan aktivite değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Depolama sıcaklığındaki artışların antioksidan aktiviteyi etkilediği saptanmıştır. Nitekim açık kazan metodu ile konsantre edilerek 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin antioksidan aktivitelerindeki kayıplar sırasıyla %4.92, 8.03 ve 8.55; mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin antioksidan aktivitelerindeki kayıplar ise sırasıyla %9.76, 11.11 ve 12.02 olarak belirlenmiştir. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin antioksidan aktivitelerindeki kayıplar ise 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %10.28, 10.78 ve 6.53 olarak saptanmıştır.



Şekil 3.9. Farklı yöntemler ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama süresince antioksidan aktivite değişimi

3.7. Renk Tayini

CIE L^* , a^* , b^* ölçüm sisteminde (International Commission on Illumination, Vienna, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, Viyana) L^* parlaklığı (L^* 100= beyaz, L^* 0= siyah) ifade etmektedir. Pozitif a^* değeri kırmızı, negatif a^* değeri yeşile karşılık gelirken; b^* değeri pozitif ise sarı, negatif ise mavi rengi temsil etmektedir. C^* değeri, renk doygunluğu veya renk yoğunluğu (kroma değeri) ile ilgili bir nitelik olup, 0 ile 60 aralığında değişmektedir. C^* değerleri, renk düzleminin merkezinde matken (0), merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlara karşılık gelmektedir. C^* değeri, a^* ve b^*

değerleri kullanılarak $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Hue açısı (h°) renk tonu veya renkle ilgili bir diğer niteliklerdir. Bu değer 0–360° arasında değişmekte olup 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil, 270° mavi; 360°=0° kırmızı rengi temsil etmektedir. h° değeri a^* ve b^* değerleri kullanılarak $h^\circ = \arctan(b^*/a^*)$ eşitliği ile de hesaplanabilmektedir. $L^*h^\circ C^*$ sistemi, $L^*a^*b^*$ sistemine göre rengin daha iyi tanımlanmasına imkan vermektedir. C^* ve h° değerleri ile aynı a^* değerine sahip örnekler arasındaki farklılık daha açık bir şekilde ifade edilebilmektedir [42,105].

Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.5.' te verilmiştir. Depolama süresince L^* değerinde genel olarak bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının L^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Tablo 3.5.' ten de takip edilebileceği gibi açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin h° değerleri 0. günle kıyaslandığında 90. günlerde azalma gösterirken, depolama sürecinde ise dalgalanmalar gözlenmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının (30. gün hariç) h° değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Örneklerin renk yoğunluğunu ifade eden C^* değerlerinin de depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının C^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin depolama süresince renk parametrelerinde meydana gelen değişimler de Tablo 3.5.' te görülebilmektedir. Depolama süresinin ve sıcaklığının tüm renk parametreleri (L^* , h° ve C^*) üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Her bir parametre için ayrı ayrı değerlendirildiğinde depolama süresince dalgalanmalar görülse de genel olarak ifade edilmek istendiğinde şerbetlerin L^* , h° ve C^* değerlerinin 90 günlük depolama süresinin sonunda başlangıç değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin L^* değerleri üzerine depolama süresinin ve sıcaklığının (30. gün hariç) etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır (Tablo 3.5.). Depolama süresince L^* değerinde dalgalanmalar olmakla birlikte depolama süreci tamamlanan örneklerin parlaklık değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının (60. gün hariç) h° değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Depolama boyunca h° değerlerinde dalgalanmalar olsa da 0. günle karşılaştırıldığında 90. günlerde

azalma olduğu belirlenmiştir. Depolama süresinin ve sıcaklığının C^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Örneklerin C^* değelerinin 90. günlerde 0. gün örneklerine kıyasla azaldığı bulgulanmıştır.

Uygulanan konsantrasyon metotlarının renk parametreleri üzerine olan etkisine bakıldığında ise 0. gün örnekleri ile 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerin 30 ve 60. günleri hariç, uygulanan konsantrasyon metotlarının L^* değeri üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca konsantrasyon metotlarının h° ve C^* değeri üzerine de istatistiksel olarak etkili ($p<0.05$) olduğu bulgulanmıştır.

Tablo 3.5. Açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin depolama sürecinde L^* , h^o ve C^* değerlerindeki değişimler

Sıcaklık (°C)	Depolama Süresi(gün)	Açık Kazan			Mikrodalga			Vakum		
		L^*	h^o	C^*	L^*	h^o	C^*	L^*	h^o	C^*
4	0	13.65 ^{Aa}	48.51 ^{Ab}	13.19 ^{Aa}	14.08 ^{Aa}	45.50 ^{Ab}	14.29 ^{Aa}	13.80 ^{Aa}	49.61 ^{Aa}	14.31 ^{Aa}
	30	13.25 ^{Ab}	51.81 ^{Aa}	10.00 ^{Ab}	13.91 ^{Bab}	47.15 ^{Ba}	12.92 ^{Bb}	12.47 ^{Ab}	50.11 ^{Aa}	9.05 ^{Ab}
	60	12.82 ^{Ac}	43.90 ^{Bc}	4.77 ^{Ac}	13.40 ^{Ac}	40.12 ^{Bd}	6.26 ^{Ac}	12.51 ^{Ab}	43.26 ^{Ab}	4.46 ^{Ac}
	90	12.74 ^{Ac}	45.13 ^{Bc}	4.63 ^{Bc}	13.52 ^{Abc}	41.03 ^{Bc}	6.20 ^{Ac}	12.66 ^{Ab}	43.40 ^{Bb}	5.00 ^{Ac}
20	0	13.65 ^{Aa}	48.51 ^{Ab}	13.19 ^{Aa}	14.08 ^{Ab}	45.50 ^{Ab}	14.29 ^{Aa}	13.80 ^{Aa}	49.61 ^{Aa}	14.31 ^{Aa}
	30	13.64 ^{Aa}	50.65 ^{Aa}	10.41 ^{Ab}	14.54 ^{Aa}	47.66 ^{Ba}	13.31 ^{Ab}	12.24 ^{Ab}	49.29 ^{Ba}	9.58 ^{Ab}
	60	12.77 ^{Ab}	45.75 ^{Ac}	4.52 ^{Ad}	13.16 ^{Ac}	41.30 ^{Ac}	5.72 ^{Bd}	12.66 ^{Ab}	43.50 ^{Ab}	4.77 ^{Ac}
	90	13.01 ^{Ab}	43.03 ^{Cd}	5.13 ^{Ac}	13.41 ^{Ac}	39.46 ^{Cd}	6.41 ^{Ac}	12.21 ^{Bb}	42.39 ^{Bc}	4.57 ^{Bc}
37	0	13.65 ^{Aa}	48.51 ^{Ab}	13.19 ^{Aa}	14.08 ^{Aa}	45.50 ^{Ab}	14.29 ^{Aa}	13.80 ^{Aa}	49.61 ^{Aa}	14.31 ^{Aa}
	30	12.41 ^{Bb}	51.15 ^{Aa}	8.53 ^{Bb}	12.41 ^{Cb}	50.35 ^{Aa}	9.44 ^{Cb}	12.65 ^{Ab}	48.34 ^{Cb}	7.86 ^{Bb}
	60	11.60 ^{Bc}	44.86 ^{ABd}	3.48 ^{Bc}	11.69 ^{Bc}	39.86 ^{Bc}	4.20 ^{Cc}	11.53 ^{Bc}	43.06 ^{Ad}	3.53 ^{Bc}
	90	11.51 ^{Bc}	46.57 ^{Ac}	3.22 ^{Cd}	12.24 ^{Bb}	45.10 ^{Ab}	4.25 ^{Bc}	11.87 ^{Bc}	44.94 ^{Ac}	3.12 ^{Cc}

L^* : Parlaklık, h^o : Renk tonu ve C^* : Renk yoğunluğunu ifade etmektedir. Her bir konsantrasyon yöntemi, sıcaklık ve her bir parametre kendi arasında değerlendirilmektedir. ^{AB}: Aynı satırdaki büyük harfler depolama sıcaklığının karşılaştırılması olup, aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p < 0.05$). ^{ab}: Aynı sütundaki küçük harfler ise depolama süresinin karşılaştırılması olup aynı harflerle simgelenen örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır ($p < 0.05$).

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, demirhindi şerbeti açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile 62 ± 1 °brikse kadar konsantre edilerek, örnekler 90 gün süreyle 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanmıştır. Kuru madde içeriği 62 ± 1 °brikse ayarlanan örneklerin 0, 30, 60 ve 90. günlerde toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid içeriği, antioksidan ve antiradikal özellikleri gibi bazı biyoaktivite analizleri yanında renk değerleri de belirlenmiştir. Konsantre şerbetlerin başlangıç ve depolama süresinin bitiminde fenolik madde profilinde meydana gelen değişim LC-MS/MS ile tespit edilmiştir. “3. Bölüm, Bulgular” kısmında verilen sonuçlar, bu bölümde diğer araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılarak tartışılmıştır. Ancak yapılan literatür taraması neticesinde demirhindi şerbeti ile kıyaslanabilecek çok sınırlı sayıda araştırma ile karşılaşmıştır. Bu nedenle sonuçlar, farklı ürünlerin depolama süreçleri açısından değerlendirilmiştir.

4.1. Briks Değerleri

Demirhindi şerbeti açık kazan, mikrodalga ve vakum olmak üzere üç farklı metot ile konsantre edilmiştir. Örneklerin konsantrasyon işlemi boyunca briks değerlerindeki değişimler 15 dakika aralıklarında ölçülmüştür. İstenen brikse (62 ± 1 °briks) yaklaşıldığında ise ölçüm aralıkları daraltılmıştır. Hedeflenen değer olan 62 ± 1 °brikse açık kazan ve mikrodalga metotları ile 85. dakikada ulaşılırken, vakum metodunda ise bu süre 140 dakika olarak saptanmıştır (Şekil 3.1.). Yapılan başka bir çalışmada ise aynı metotlarla konsantre edilen gelincik şerbetinin 62 °brikse ulaşma süreleri açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları için sırası ile 110, 40 ve 90 dakika olarak belirlenmiştir [107]. Demirhindi şerbeti ve gelincik şerbetinin 62 °brikse farklı sürelerde ulaşmalarının, uygulanan konsantrasyon işlemlerinin farklı koşullarda gerçekleşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak şerbetlerin başlangıç brikslerinin aynı olmaması temel sebep olarak görülmektedir.

4.2. LC-MS/MS ile Fenolik Madde Kompozisyonun Belirlenmesi

Üç farklı metot ile konsantre edildikten sonra 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda depolanan demirhindi şerbetlerinin 0. ve depolamanın 90. gününde fenolik madde kompozisyonlarında meydana gelen değişimler LC-MS/MS ile belirlenmiştir. Uygulanan üç metotta da örneklerin majör bileşenlerinin malik asit, kuinik asit ve vanilin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.).

Uygulanan konsantrasyon metotlarının örneklerin fenolik madde miktarları üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Fenolik bileşenlerin korunumu için en uygun metodun vakum olduğu belirlenirken, bu yöntemi sırası ile açık kazan ve mikrodalga yöntemlerinin izlediği belirlenmiştir. Nitekim şerbetin majör bileşenlerinden olan kuinik asit miktarı vakum, açık kazan ve mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerde sırası ile 369.05, 305.81 ve 262.30 mg/kg düzeyinde tespit edilmiştir (Tablo 3.2., Tablo 3.3. ve Tablo 3.4.). Benzer şekilde vakum, açık kazan ve mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerde malik asit miktarı sırası ile 135.85, 116.47 ve 44.30 mg/kg ve vanilin miktarı ise 21.22, 13.94 ve 0.24 mg/kg düzeylerinde bulunmuştur. Ek olarak açık kazan ve mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerde kumarin miktarı sırası ile 0.92 ve 0.17 mg/kg iken, vakum metodunda 1.68 mg/kg; tr-akonitik asit miktarı açık kazan ve mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerde 0.11 ve 0.04 mg/kg iken, vakum metodunda 0.31 mg/kg olarak belirlenmiştir. Vakum metodunda uygulanan sıcaklığın (40 °C) diğer yöntemlere göre daha düşük olmasının fenolik maddelerin korunmasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

Mevcut çalışma ile birebir uyum göstermemekle birlikte bir çalışmada, demirhindi perikarbinin ve çekirdeğinin metanol ekstraktlarının fenolik madde kompozisyonu HPLC ile belirlenmiştir. Demirhindi perikarbinde prosiyanidin tetramer (626 mg/kg), prosiyanidin hekzamer (360 mg/kg), prosiyanidin pentamer (326 mg/kg), prosiyanidin trimer (317 mg/kg), epikateşin (264 mg/kg), prosiyanidin B₂ (231 mg/kg), taksifolin (209 mg/kg), eriodictyol (193 mg/kg), luteolin (140 mg/kg), kateşin (56 mg/kg), apigenin (55 mg/kg) ve naringenin (40 mg/kg) olmak üzere 12 majör bileşen tespit edilmiştir. Demirhindi çekirdeğinde ise prosiyanidin tetramer (1975 mg/kg), prosiyanidin hekzamer (1559 mg/kg), prosiyanidin trimer (1180 mg/kg), prosiyanidin pentamer (1149 mg/kg), prosiyanidin B₂ (359 mg/kg) ve epikateşin (315 mg/kg) olmak üzere 8 majör bileşen saptanmıştır [98].

Konsantre demirhindi şerbeti örneklerimizde apigenin ve naringenin iz miktarda tespit edilmesi ve luteolinin ise tespit edilememesine rağmen, demirhindi perikarp ekstraktı ile yapılan çalışmada bu üç standart madde majör bileşenler olarak belirlenmiştir [98]. Her iki çalışmada uygulanan analiz koşullarının farklı olması, bitkinin farklı bölümlerinin kullanılması, olgunluk dereceleri, çevresel koşullar ve muhafaza koşullarının da farklı olması sonuçların farklı olmasını da beraberinde getirmektedir [108]. Demirhindi şerbeti konsantre haldeyken, perikarbin metanol ekstraktı olması da önemli etkenler arasında sayılabilmektedir. Ayrıca birçok araştırmada fenolik bileşiklerin miktarlarının genellikle genç meyvelerde ve dokularda daha yüksek olduğu belirtilmektedir [109, 110].

Demirhindi şerbeti üretiminde kullanılan formulasyon dikkate alındığında (Tablo 2.1.) sadece demirhindi bitkisinden değil, formulasyondaki diğer unsurların da fenolik madde miktarını iz de olsa etkileyebileceği düşünülmektedir. Örneğin tarçının kumarik asit, klorojenik asit, kafeik asit, vanilin, salisilik asit, protokateşuik asit, hidroksibenzoik asit, gallik asit ve rozmarinik asit [111]; zerdeçalın kumarik asit [112]; ıhlamurun kampferol, klorojenik asit, kafeik asit, vanilik asit, kumarik asit [67, 113]; ekinezyanın kafeik asit, klorojenik asit [61, 114] ve vanilya çubuğunun vanilin, hidroksibenzoik asit [81] içerdiği bilinmektedir.

Çalışılan standartlardan rozmarinik asit, mirisetin, fisetin, kuersetin, hesperetin, luteolin, ramnetin ve krisin demirhindi şerbetinde tespit edilememiştir. Ancak mikrodalga ile konsantre edilen örneklerin 0. gününde iz miktarda kuersetine rastlanmıştır. Ayrıca vakum metodu ile konsantre edildikten sonra 4 ve 37 °C’ de 90 gün depolanan örneklerde ise iz miktarda krisin (0.06 mg/kg) tespit edilmiştir.

4.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Yapılan analizler sonucunda depolama süresi ve sıcaklığının toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca uygulanan konsantrasyon metodlarının genel olarak toplam fenolik madde miktarı üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p > 0.05$) belirlense de, en yüksek fenolik madde miktarı 1384.85 mg GAE/kg düzeyinde vakum metoduyla konsantre edilen 0. gün örneklerinde belirlenmiştir (Şekil 3.6.). Vakum metodunda uygulama sıcaklığının diğer metotlara kıyasla düşük (40 °C) olması nedeni ile konsantre edilen şerbetlerin fenolik madde içeriğinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Benzer şekilde farklı konsantrasyon metotlarının gelincik şerbetinin biyoaktif özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada depolama sıcaklığı ve süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada en yüksek fenolik madde miktarı (1022 mg GAE/kg) vakum metodunda tespit edilirken, bu değeri sırası ile açık kazan (936 mg GAE/kg) ve mikrodalga (925 mg GAE/kg) metotlarının takip ettiği belirlenmiştir [107].

Konsantre demirhindi şerbetlerinin farklı sıcaklıklarda depolanmaları halinde fenolik madde miktarlarının genel olarak muhafaza sıcaklığındaki artışa bağlı olarak düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 3.6.). Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin başlangıç fenolik madde miktarları 1300 mg GAE/kg iken, 90 günün sonunda 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla 1116.67, 1066.67 ve 1213.64 mg GAE/kg olarak saptanmıştır. Mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin başlangıç fenolik madde miktarları 1354.55 mg GAE/kg iken, 90 günün sonunda 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla 1198.48, 1124.24 ve 1021.21mg GAE/kg düzeyinde belirlenmiştir. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin başlangıç fenolik madde miktarları ise 1384.85 mg GAE/kg iken, 4, 20 ve 37 °C depolanan örneklerde sırasıyla 1165.15, 1134.85 ve 1103.03 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.6.). Yapılan bir çalışmada farklı metotlar ile konsantre edilen gelincik şerbetinin depolama sürecinde toplam fenolik madde miktarındaki en az değişimin mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerde olduğu saptanmıştır. Örneklerdeki fenolik madde kayıplarının 4, 20 ve 37 °C için sırası ile %15, 24 ve 28 olarak saptandığı belirtilmektedir [107].

Portakal sularının 18, 28 ve 38 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta 6 ay süre ile depolandığı bir çalışmada depolama süresinin ve sıcaklığının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Altı aylık depolama süreci sonunda toplam fenolik madde miktarlarındaki kayıpların 18, 28 ve 38 °C için sırası ile %7, 11 ve 20 olduğu rapor edilmiştir [115]. Boranbayeva [116] tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise karadut konsantresi (65.7 °briks) ve suyu (15.15 °briks) 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolanarak her ay biyoaktif bileşiklerindeki değişimler incelenmiştir. Karadut suyunun başlangıçtaki toplam fenolik madde miktarı 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda sırası ile 1350, 1347, 1350 ve 1348 mg GAE/L olarak saptanmış olup, 8 ayın sonunda toplam fenolik madde miktarının azaldığı ve değerlerin sırası ile 1341, 1318, 1298 ve 1204 mg GAE/L olarak belirlendiği rapor edilmiştir. Karadut

konsantresinde ise başlangıçtaki toplam fenolik madde miktarı 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda sırası ile 9484, 9474, 9382 ve 9441 mg GAE/kg olarak saptanmış ve depolama sonunda bu değerlerin sırası ile 9393, 9312, 9172 ve 8818 mg GAE/kg seviyesine düştüğü bildirilmiştir [116].

Başlangıç fenolik madde miktarı 1967 mg kateşin/L olan kuşburnu nektarlarının 8 ay süreyle 5, 25, 35 ve 45 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta depolandığı bir diğer çalışmada ise depolamanın sonunda örneklerin fenolik madde miktarlarının 1933-1246 mg kateşin/L aralığında bulunduğu belirtilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar depolama sıcaklığı ve süresinin toplam fenolik madde miktarı üzerine etkili olduğunu ortaya koymakta [117] ve mevcut çalışmaya paralellik göstermektedir. Farklı ayva türlerinden elde edilen meyve suları ile yapılan bir çalışmada, örneklerin 4 ve 30 °C sıcaklıkta 6 ay süreyle depolanmaları sonucunda toplam fenolik madde miktarında önemli bir azalma olduğu gözlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarındaki kayıpların maksimum olduğu değerler 4 ve 30 °C için sırası ile %15 ve %37 olarak belirlenmiştir [118]. Ayva nektarları ile yapılan başka bir çalışmada ise başlangıç fenolik madde miktarı 780 mg GAE/L olan örneklerin 9 ay süreyle 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda depolanmaları sonucunda fenolik madde miktarlarındaki en fazla kayıp % 42.4 ile 40 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde tespit edildiği bildirilmektedir [119]. Demirhindi şerbetinin depolama sürecindeki fenolik madde değişiminin bu bulgularla uyum içerisinde olduğu düşünülmektedir. Depolama süresince meydana gelen fenolik madde miktarındaki azalmanın fenolik maddelerin polimerize olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir [119-121].

4.4. Toplam Flavonoid Tayini

Yapılan analizler neticesinde depolama boyunca demirhindi şerbetinin toplam flavonoid değerlerinde dalgalanmalar meydana geldiği saptanmıştır. Depolama sonunda bazı örneklerin flavonoid değerleri azalırken, bazı örneklerin flavonoid değerleri artmıştır. Şekil 3.7.' den de takip edilebileceği gibi özellikle 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerin flavonoid değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Bu artışın, antioksidatif maddelerin katabolizmasında rol alan enzimlerin ısı etkisi ile inaktive olmalarından dolayı meydana gelebileceği düşünülmektedir [122, 123]. Özellikle konsantrasyon işleminin daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirildiği açık kazan metodu ile konsantre edilip 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerin 90 günün sonunda gösterdiği artışın diğer metotlara

göre fazla olması da sıcaklığın etkisine dikkat çekmektedir. Demirhindi şerbetlerinin düşük sıcaklıklarda depolanması halinde başlangıç değerleri ile kıyaslandığında flavonoid değerlerinde bir miktar düşüş olduğu saptanmıştır. Mikrodalga ile konsantre edilen örneklerin 4 ve 20 °C’ de 90 gün depolanmalarının ardından flavonoid değerlerinde sırası ile %14.51 ve 7.73 oranında düşüş belirlenmiştir. Vakum ile konsantre edilen örneklerde ise 4 ve 20 °C’ de 90 gün depolama neticesinde flavonoid değerlerinin sırası ile %4.43 ve 6.55 oranında azalma gösterdiği bulgulanmıştır (Şekil 3.7.).

Yapılan literatür taramalarında farklı materyallerde depolama sürecinde toplam flavonoid miktarlarında artış veya azalmalar göze çarpmaktadır. Yapılan bir çalışmada turuncgillerden portakal ve mandalina parçacıkları 4 °C sıcaklıkta 12 gün; portakal ve greylort suları da 4 °C’ de 15 gün süreyle depolanmıştır. Başlangıç flavonoid değeri 1.54 mg/g olan portakal parçacığının 15 günün sonunda flavonoid değeri 3.12 mg/g; başlangıç flavonoid değeri 0.775 mg/g olan mandalina parçacığının 15 günün sonunda flavonoid değeri ise 1.31 mg/g olarak belirlenmiştir. Portakal ve greylort suyunun başlangıç flavonoid değerleri sırası ile 1.86 ve 8.32 mg/g iken, depolama sonunda bu değerler sırası ile 1.09 ve 7.27 mg/g olarak tespit edilmiştir. Depolama sonlandığında meyve parçacıklarının flavonoid değerleri artarken, meyve sularının flavonoid değerlerinin azalma gösterdiği belirtilmektedir. Flavonoid değerlerindeki değişimlerin uygulanan işlemlere göre farklılık gösterdiği aktarılmaktadır [124].

Boranbayeva [116] tarafından yapılan bir diğer çalışmada benzer şekilde karadut konsantresi ve suyunun 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda 8 ay süre ile depolanmış olup, depolama süresi ve sıcaklığının flavonoid değeri üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda karadut suyundaki flavonoid madde miktarında 5 °C sıcaklıkta % 0.14 oranında bir azalma olurken 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda sırası ile %0.99, 1.98 ve 8.21 oranında bir artış belirlenmiştir. Karadut konsantresinde ise 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda sırası ile %1.03, 3.82, 5.89 ve 7.5 oranında bir artış tespit edildiği aktarılmaktadır. Değerler en yüksek artışın 40 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın aksine Oğraşıcı [119] tarafından yapılan bir çalışmada ise ayva nektarları 5, 20, 30 ve 40 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta 9 ay boyunca depolandıktan sonra flavonoid değerlerinin sırası ile %12, 24, 26 ve 34 oranında azaldığı saptanmıştır.

Genel bir değerlendirme yapmak gerektiğinde flavonoid miktarlarındaki değişimin, gıdanın bileşiminde yer alan flavonoid türüne bağlı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Igual ve ark. [125] tarafından yapılan bir çalışmada greyfurt sularının 60 gün depolanması sonunda bazı flavonoidlerin (neohesperedin, hesperidin ve naringenin) miktarının azaldığı, bazı flavonoidlerin (poncirin) miktarının ise depolama sonunda artış gösterdiği belirtilmektedir.

4.5. Antiradikal Kapasite Tayini

Farklı sıcaklıklarda depolanan demirhindi şerbetinin depolama sürecinde antiradikal aktivite düzeylerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, bazı dalgalanmalar olsa da genel olarak antiradikal aktivitenin depolama süresinin uzamasına bağlı olarak azalma eğilimi sergilediği gözlenmiştir. En yüksek antiradikal aktivite %70.1 değeri ile mikrodalga metodu ile elde edilen örneklerin 0. günlerinde tespit edilmiştir. Bu değeri vakum (%64.16) ve açık kazan (%56.89) metotları ile konsantre edilen örnekler takip etmiştir (Şekil 3.8.). Artan depolama sıcaklığı ile birlikte antiradikal aktivitenin de genel olarak düştüğü tespit edilmiştir. Açık kazan metodu ile konsantre edilen örneklerin antiradikal aktivitelerindeki kayıplar 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %8.77, 8.14 ve 20.43; mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin antiradikal aktivitelerindeki kayıplar 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %10.27, 18.13 ve 26.60 olarak hesaplanmıştır. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerde ise antiradikal aktivite kayıpları 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %5.75, 18.95 ve 16.57 olarak saptanmıştır.

Elde edilen sonuçların literatür verileri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Nitekim, gelincik şerbetinin 4, 20 ve 37 °C sıcaklıklarda 90 gün depolanarak biyoaktif özelliklerinin incelendiği çalışmada, uygulanan konsantrasyon metotları arasında en yüksek antiradikal aktivitenin vakum metodu ile elde edilen örneklerin 0. günlerinde tespit edildiği aktarılmaktadır. Aynı çalışmada artan depolama süresine ve sıcaklığına bağlı olarak antiradikal aktivitenin azaldığı gözlenmiştir. 37 °C sıcaklıkta 90 gün süre ile depolanan örneklerin antiradikal aktivitesi %42-46 aralığında değişirken, 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan tüm örneklerin antiradikal aktivitesinin 90 günün sonunda %50' nin üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Depolama sürecinde özellikle yüksek sıcaklıklar seçildiğinde ısıya duyarlı fenolik madde miktarlarının azalmasından dolayı sıcaklık artışı ile birlikte antiradikal aktivitenin olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir [107]. Klimczak ve ark. [115] tarafından yapılan çalışmada portakal sularının 18, 28 ve

38 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklıkta 6 ay süre ile depolanması sonucunda depolama sıcaklığı ve süresinin antiradikal aktivite üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Başlangıç antiradikal aktivite değeri %49 olan portakal sularının 6 ay sonunda 18, 28 ve 38 °C sıcaklıklar için sırası ile %42, 27 ve 9 olarak azalma gösterdiği saptanmıştır.

4.6. Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Demirhindi şerbetinin antioksidan aktivitesi fosfomolibdenyum metodu kullanılarak belirlenmiştir. Bu metot, fenolik bileşiklerin asidik ortamda Mo (VI)' yı Mo (V)' e indirgemesi ve bunu takiben yeşil renkli fosfat/Mo (V) kompleksinin oluşmasına dayanmaktadır [31].

Uygulanan konsantrasyon yöntemlerinin (0. günler hariç) ve depolama sürecinin antioksidan aktivite üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca antioksidan aktivitenin çok hafif dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiş olsa da genel olarak değerlendirildiğinde depolama sürecinin sonunda antioksidan aktivite değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin başlangıç antioksidan değeri 108.77 mg AAE/g iken, bu değeri açık kazan metodu (107.93 mg AAE/g) ve mikrodalga metodu ile konsantre edilen örneklerin (105.31 mg GAE/g) izlediği tespit edilmiştir (Şekil 3.9.).

En yüksek antioksidan aktivite vakum metodu ile konsantre edilen 0. gün örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek fenolik madde miktarına sahip olan örneklerin en yüksek antioksidan aktiviteyi göstermesi de antioksidan aktivitenin polifenolik maddelerin varlığına bağlı olduğunu düşündürmektedir [126]. Nitekim fenolik bileşenlerin içerdikleri hidroksil grupları nedeniyle yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bilinmektedir [31]. Serbest radikaller, hücre içindeki yapıları bozarak ve DNA yapısındaki biyokimyasal bileşiklerde bozulmalara yol açarak çok farklı hastalıklara neden olabilmektedirler [127]. Fenolik yapıdaki bileşikler de serbest radikallerle reaksiyona girerek, daha kararlı ürünler oluşturmaktadırlar. Bu şekilde serbest radikallerin zararlı etkilerini ortadan kaldırmakta ve antioksidan olarak etki göstermektedirler [28].

Gelincik şerbetinin incelendiği bir çalışmada 90 gün süren depolamanın ardından antioksidan aktivitenin azaldığı belirtilmektedir. En yüksek antioksidan aktiviteyi (145 mg AAE/g) açık kazan metodu ile konsantre edilen 0. gün örneklerinin gösterdiği belirlenmiştir. Aynı grup örnekler depolama sürecinde en fazla antioksidan aktivite

kaybı gösterirken, bu kayıp 4, 20 ve 37 °C için sırasıyla %10, 15 ve 18 olarak saptanmıştır [107]. Portakal sularının 18, 28 ve 38 °C sıcaklıklarda 6 ay süre ile depolandığı bir çalışmada depolama sıcaklığı ve süresinin antioksidan aktivite üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda antioksidan aktivitenin 18, 28 ve 38 °C için sırası ile %23, 34 ve 57 oranında azalma sergilediği tespit edilmiştir [115]. Karadut konsantresi ve suyunun 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda 8 ay boyunca depolandığı bir diğer çalışmada, örneklerin biyoaktif bileşiklerindeki değişimler her ay incelenmiştir. Sekiz ayın sonunda ise antioksidan aktivitenin, karadut suyunda 5, 25, 35 ve 45 °C için sırası ile %4, 7, 11 ve 16; karadut konsantrisinde ise %3, 15, 23 ve 30 oranında azalma gösterdiği belirlenmiştir [116]. Duru [117] tarafından yapılan bir çalışmada kuşburnu nektarının 5, 25, 35 ve 45 °C sıcaklıklarda 8 ay depolanma sürecinde antioksidan aktivitenin dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiş olsa da depolama sonunda antioksidan aktivitenin azaldığı bulgulanmıştır. Antioksidan aktivitenin 5, 25, 35 ve 45 °C için sırası ile %10, 11, 16 ve 27 oranında azalma gösterdiği saptanmıştır.

4.7. Renk Tayini

Farklı yöntemlerle konsantre edilerek farklı sıcaklıklarda 90 gün depolanan demirhindi şerbetinin depolama süresince L^* , h° ve C^* değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi L^* değeri parlaklığı ($L^* 100$ = beyaz; $L^* 0$ = siyah) temsil etmektedir. C^* değeri renk doygunluğunu veya renk yoğunluğunu ifade ederken, hue açısı (h°) ise renk tonu ile ilgili bir niteliktir [42, 105].

Genel olarak depolama süresinin ve sıcaklığının L^* değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu saptanmıştır. Ayrıca uygulanan konsantrasyon metotlarının da (0. gün örnekleri ile 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerin 30 ve 60. günleri hariç) L^* değeri üzerine olan etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Uygulanan üç metotta da L^* değerleri depolama sonucunda azalma eğilimi göstermiştir. Başlangıç L^* değerlerinin üç konsantrasyon yöntemi için de birbirine çok yakın değerler olduğu saptanmıştır. Açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile elde edilen konsantrelerin L^* değerleri sırası ile 13.65, 14.08 ve 13.80 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin depolama sonunda açık kazan metodunda 4, 20 ve 37 °C için sırası ile 12.74, 13.01 ve 11.51; mikrodalga metodunda 13.52, 13.41 ve 12.24; vakum metodunda ise 11.66, 12.21 ve 11.87 olarak azalma sergilediği

saptanmıştır (Tablo 3.5.). L^* değerlerinin azalması örneklerin parlaklıklarını kaybederek kararmaya başladıklarını ifade etmektedir.

Gelincik şerbetinin farklı metotlarla konsantre edildikten sonra depolandığı çalışmada benzer sonuca ulaşılarak, depolama sonucunda L^* değerlerinin azaldığı bulgulanmıştır. Başlangıç L^* değerleri açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları için sırası ile 16.28, 16.37 ve 16.30 olarak saptanmış olup [107], mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Benzer şekilde kuşburnu nektarlarının 5, 25, 35 ve 45 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta 8 ay süre ile depolandığı bir çalışmada L^* değerlerinin azaldığı belirtilmektedir [117]. Oğraşıcı [119] tarafından yapılan bir çalışmada ayva nektarlarının başlangıç L^* değeri 39.88 olarak belirlenmiş ve örnekler farklı sıcaklıklarda 9 ay süre ile depolanmıştır. Aynı çalışmada örneklerin 5, 20, 30 ve 40 °C’ de depolanmaları sonucunda L^* değerlerinin sırası ile 39.73, 39.87, 38.32 ve 36.02 olarak belirlendiği ve örneklerin parlaklık parametrelerinin genel olarak bir düşme eğilimi sergilediği bulgulanmıştır.

Örneklerin h° değeri, a^* ve b^* değerleri kullanılarak $h^\circ = \arctan (b^*/a^*)$ eşitliği ile hesaplanmıştır. Hue açısı (h°) renk tonu veya renkle ilgili bir niteliktir. Bu değer 0–360° arasında değişmekte olup 0° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil, 270° mavi, 360°=0° kırmızı rengi temsil etmektedir [42, 105]. Uygulanan üç metotta da depolama sürecinde dalgalanmalar gözlense de depolama sonunda h° değerlerinde azalma meydana geldiği saptanmıştır. Başlangıç h° değerleri açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları için sırası ile 48.51, 45.50 ve 49.61 olarak belirlenmiştir. 0° ile 90° arasında seyreden h° değerleri, örneklerin kırmızı-sarı arasında bir renk tonuna sahip olduklarını göstermektedir. Bu değerler depolama sonunda açık kazan metodunda 4, 20 ve 37 °C için sırası ile 45.13, 43.03 ve 46.57; mikrodalga metodunda 41.03, 39.46 ve 45.10 ve vakum metodunda ise 43.40, 42.39 ve 44.94 olarak azalma sergilediği tespit edilmiştir (Tablo 3.5.). Azalan h° değerleri örneklerin renginin turuncu-kırmızıdan kırmızıya döndüğünün göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Kuşburnu nektarları ile yapılan bir çalışmada, örneklerin başlangıç h° değeri 62.30 iken, 8 ay depolama süreci sonunda 5, 25, 35 ve 45 °C için sırası ile 61.7, 60.7, 58.3 ve 50.9 olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir [117]. Ayva nektarlarının 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda 9 ay depolanmaları sonunda h° değerlerinde azalma meydana geldiği tespit

edilmiştir. Başlangıç h° değeri 92.65 iken, depolama sonunda 5, 20, 30 ve 40 °C için sırası ile 89.88, 89.44, 83.43 ve 74.68 olarak rapor edilmiştir [119].

Daha öncede değinildiği gibi C^* değeri, renk doygunluğu veya renk yoğunluğunu ifade eden bir nitelik olup, 0 ile 60 aralığında değişmektedir. C^* değerleri, renk düzleminin merkezinde matken (0), merkezden uzaklaştıkça parlak (vivid) tonlara karşılık gelmektedir. Örneklerin a^* ve b^* değerleri kullanılarak $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ eşitliği ile hesaplanan C^* değeri [42, 105] üzerinde uygulanan konsantrasyon metotları ile depolama süresi ve sıcaklığının etkili ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Uygulanan üç metotta da depolama sürecinde bazı dalgalanmalar görülse de Tablo 3.5.' ten de takip edilebileceği gibi 90 gün depolamanın sonunda C^* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Renk düzleminin merkezine yaklaşan C^* değerleri ile depolama sürecinin örnekleri matlaştırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Başlangıç C^* değerleri açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları için sırası ile 13.19, 14.29 ve 14.30 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin 90 gün depolama sonrasında açık kazan metodunda 4, 20 ve 37 °C için sırası ile 4.63, 5.13 ve 3.22; mikrodalga metodunda 6.20, 6.41 ve 4.25 ve vakum metodunda ise 5.00, 4.57 ve 3.12 olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar depolama süresinin örneklerin parlaklık parametresi olan C^* değerlerinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.5.). Ekici [107] tarafından gelincik şerbeti üzerinde yapılan çalışmada örneklerin C^* değerlerinin uzayan depolama süresine ve artan sıcaklığa bağlı olarak genel bir azalma gösterdiği belirtilmektedir. 4 °C sıcaklıkta depolanan örneklerde ise 60 günden sonra azalma eğilimi gözlemlendiği aktarılmaktadır. Karadut suyunun 5, 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda 8 ay depolandığı bir çalışmada da benzer şekilde depolama sonunda C^* değerlerinin azaldığı saptanmıştır. Başlangıç C^* değerleri 5, 20, 30 ve 40 °C için sırası ile 2.13, 2.10, 1.99 ve 1.96 iken, depolama sonunda bu değerlerin 1.89, 1.85, 1.83 ve 1.95 seviyelerine düştüğü aktarılmaktadır [116]. Başlangıç C^* değeri 6.58 olan kuşburnu nektarlarının 5, 25, 35 ve 45 °C sıcaklıklarda 8 ay süreyle depolandığı bir diğer çalışmada ise sonuçlar biraz farklılık arz etmektedir. Nitekim, depolama sonunda 5 ve 25 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin C^* değerleri artarken (sırası ile 7.40 ve 6.99), 35 ve 45 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin C^* değerlerinde ise (sırası ile 6.51 ve 5.47) azalma olduğu belirtilmektedir [117].

Sonuç olarak;

- ✓ Açık kazan, mikrodalga ve vakum olmak üzere 3 farklı metotla konsantre edilen demirhindi şerbetinin, hedeflenen değer olan 62 ± 1 °brikse ulaşma süreleri açık kazan ve mikrodalga metotlarında 85 dakika, vakum metodunda ise 140 dakika olarak saptanmıştır.
- ✓ LC-MS/MS ile belirlenen fenolik madde kompozisyonu neticesinde malik asit, kuinik asit ve vanilin demirhindi şerbetinin majör bileşenleri olarak belirlenmiştir. Vakum metodu ile konsantre edilen 0. gün örneklerinde fenolik bileşenlerin en yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Malik asit, kuinik asit ve vanilin miktarları sırası ile 135.85, 369.05 ve 21.22 mg/kg olarak bulgulanmıştır.
- ✓ En yüksek toplam fenolik madde miktarı (1384.85 mg GAE/kg) vakum metodu ile konsantre edilen 0. gün örneklerinde saptanırken, bu değeri mikrodalga (1354.55 mg GAE/kg) ve açık kazan (1300 mg GAE/kg) metotları ile konsantre edilen 0. gün örnekleri takip etmiştir. Depolama sürecinde hafif dalgalanmalar gözlenirse de, 90 günün sonunda örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında azalmalar gözlenmiştir.
- ✓ Toplam flavonoid miktarları belirlenen demirhindi şerbetinde 0. gün örnekleri dikkate alındığında açık kazan, mikrodalga ve vakum metodu ile konsantre edilen örneklerin flavonoid değerleri sırası ile 916.79, 939.40 ve 954.88 mg kateşin/kg olarak belirlenmiştir. Depolama boyunca demirhindi şerbetinin toplam flavonoid değerlerinde dalgalanmalar meydana gelmiştir. 4 ve 20 °C sıcaklıklarda depolanan örneklerin flavonoid miktarlarında azalma gözlenirken, 37 °C sıcaklıkta depolanan örneklerin flavonoid miktarlarında artış belirlenmiştir.
- ✓ Demirhindi şerbetinde en yüksek antiradikal aktivite değeri (%70.1) mikrodalga metodu ile konsantre edilen 0. gün örneklerinde saptanmıştır. 90 günün sonunda bu değer 4, 20 ve 37 °C sıcaklıkları için sırası ile %62.90, 57.39 ve 51.45 olarak değişim göstermiştir. Demirhindi şerbetinin antiradikal aktivite değerlerinin genel olarak artan depolama süresine ve sıcaklığına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.
- ✓ Antioksidan aktivite değerleri belirlenen demirhindi şerbetinde 0. günler karşılaştırıldığında, en yüksek antioksidan aktivite vakum (108.77 mg AAE/g), metodu ile konsantre edilen örneklerde tespit edilirken, bu değeri açık kazan (107.93 mg AAE/g) ve mikrodalga (105.30 mg AAE/g) metotları ile konsantre edilen örnekler

izlemiştir. Depolama sürecinde hafif dalgalanmalar gözlenirse de, 90 günün sonunda antioksidan aktivite değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.

✓ $L^*h^{\circ}C^*$ sistemine göre belirlenen renk parametrelerinde açık kazan, mikrodalga ve vakum metotları ile konsantre edilen örneklerin 0. gün L^* değerleri sırası ile 13.65, 14.08 ve 13.80; h° değerleri sırası ile 48.51, 45.50 ve 49.61; C^* değerleri 13.19, 14.29 ve 14.31 olarak bulgulanmıştır. Depolama sürecinin sonunda renk parametrelerinde düşüşler gözlenmiş olup, örneklerin parlaklığını kaybederek kararmaya başladığı belirlenmiştir.

✓ Özellikle başlangıç değerleri dikkate alındığında fenolik ve flavonoid miktarları ile antioksidan özellikleri açısından vakum metodunun demirhindi şerbetinin konsantrasyonunda başarı ile uygulanabileceği saptanmıştır.

✓ Geleneksel ürünlerimizden olan demirhindi şerbetinin biyoaktivite özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, gerek fenolik madde içeriği gerekse de antioksidan ile antiradikal özellikleri açısından demirhindi şerbetinin fonksiyonel bir içecek olarak tüketilebileceği bulgulanmıştır.

✓ Depolama sıcaklığı ve süresinin biyoaktivite özelliklerini etkilemesi ve depolama sürecinde azalan biyoaktivite özelliklerine bağlı olarak, yapılabilecek endüstriyel üretimlerde bu durumun dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

✓ Bu çalışmada incelenen biyoaktivite özelliklerinin yanı sıra demirhindi şerbetinin antimikrobiyal, antihipertansif, antidiyabetik ve antikanserojen özellikleri de incelenerek literatüre katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

✓ Geleneksel ürünlerimiz arasında yer alan diğer şerbet çeşitleri üzerinde de araştırmalar yapılarak, gerek literatüre gerekse de ürün yelpazesini genişletmek amacı ile endüstriye katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

✓ Osmanlı döneminde halkın severek tükettiği bu içeceğin günümüzde de özellikle sağlık konusunda bilinçli olan ve lezzetten de vazgeçmek istemeyen tüketicilere iyi bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Özdoğan, Y., Işık, N., 2011. Geleneksel Türk mutfağında şerbet, s. 1059-1077. *38. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10-15 Eylül, 2007, Ankara.
2. Doughari, JH., 2006. Antimicrobial activity of *Tamarindus indica* Linn. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, 5 (2): 597-603.
3. Khanzada, S. et al., 2008. Chemical constituents of *Tamarindus indica* L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, 40 (6): 2553-2559.
4. Rodríguez-Amado, J., Pérez Rosés, R., Escalona-Arranz, J. C., Lafourcade Prada, A., González, S. G., 2012. Standardization of the quality control parameters of the *Tamarindus indica* L. soft extract. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 17 (1): 108-114.
5. Hemshekhar, M., Kemperaju, K., Girish, K., 2011. Tamarind (*Tamarindus indica*) seeds: An overview on remedial qualities. **Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**, 1107-1114 s.
6. Başoğlu, N., 2010. Unutturulan geleneksel içeceklerimiz. (Web Sayfası: http://www.hakaynasi.com/nazan_basogul,35/593,unutturulan_geleneksel_iceceklerimiz/hakaynasi.aspx), (Erişim tarihi: Kasım 2015).
7. Cemeroğlu, B., 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt I, Bizim Grup Basımevi, Ankara, 707 s.
8. Karel, M., Lund, D. B., 2003. Physical Principles of Food Preservation, Second Edition, United States of America, 603 pp.
9. Dinçer, C., Topuz, A., 2009. Dondurarak konsantrasyon işlemi ve gıda endüstrisindeki uygulamaları. **Akademik Gıda**, 7 (6): 47-51.
10. Cemeroğlu, B., 2009. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt II, Bizim Grup Basımevi, Ankara, 636 s.
11. Salt, Y., Dinçer, S., 2006. Özel ayırma işlemlerinde bir seçenek: Membran prosesleri. **Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi** 4: 1-23.
12. Yetişmeyen, A., Yıldız, F., 2006. Süt endüstrisinde mikrofiltrasyon kullanımı, s. 931-934. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, 2006, Bolu.

13. Dedebaş, T., 2009. Peyniraltı Suyundan Ultrafiltrasyon Yöntemi ile α -Laktoalbumin Eldesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 69 s.
14. Akbulut, B., 2003. Sütün Rennetlenme Karakteristikleri Üzerine Isı Uygulaması Sonrası Ultrafiltrasyon ile Konsantre Etmenin Etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 66 s.
15. Alan, G., Tercan, M., 2012. Sıvı filtrasyonunda kullanılan tekstiller. **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 6 (1): 47-53.
16. Akgül, D., 2006. Türkiye’ de Ters Osmoz ve Nanofiltrasyon Sistemleri ile İçme ve Kullanma Suyu Üretiminin Maliyet Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 200 s.
17. Özdemir, S., Özdemir, C., Yangılar, F., Yılmaz, M., 2008. Süt sanayiinde elektrodiyalizin kullanımı, s. 661-664. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, 2008, Erzurum.
18. Anonymous, 2015. Concantration of Liquid Foods, Vol III, Texas. (Web sayfası: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/E5-10-04-04.pdf>), (Erişim Tarihi: Kasım 2015)
19. Chandrasekaran, S., Ramanathan, S., Basak, T., 2013. Microwave food processing. **Food Research International**, 52: 243-261.
20. Kartal, A. S., 2011. Mikrodalga ve Kuru Hava Yardımıyla Kurutma Yöntemlerinin Meyve Pestillerinin Kuruma Sürelerine Etkisinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 73 s.
21. Erginkaya, Z., Aksan E., 2002. Gıdalarda ısıl işlem uygulamasında mikrodalga kullanımı.(<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF679A66406202CCB0AFA4D30516C5690F>), (Erişim Tarihi Aralık 2015).
22. Uslu, M. K., Certel, M., 2006. Dielektrik ısıtma ve gıda işlemede kullanımı. **Teknolojik Araştırmalar Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 3 (1): 61-69.

23. Konak, İ. Ü., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. **Teknolojik Araştırmalar Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 4 (3): 20-31.
24. Koca, N., Karadeniz, F., 2003. Serbest radikal oluşum mekanizmaları ve vücuttaki antioksidan savunma sistemleri. **Gıda Mühendisliği Dergisi**, 16: 32-37.
25. Arıdur, R., Arabacı, G., 2013. Ciğertaze otu (*Salvia officinalis*) bitkisinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 17 (2): 241-246.
26. Ekici, L., Sağdıç, O., 2007. Serbest radikaller ve antioksidan gıdalarla inhibisyonu. **Gıda Dergisi**, 33 (5): 251-260.
27. Akalın, A. C., 2011. Nar Şaraplarında Antioksidan Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 57 s.
28. Aydın, Ç., 2012. Denizli İlinde Yayılış Gösteren Bazı Endemik *Allium L.* Taksonlarının Ekstraktlarının Aktif Bileşenlerinin Karakterizasyonu, Antioksidan ve Antibakteriyel Etkilerinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 65 s.
29. Konukoğlu, D., 1997. Serbest radikaller ve önemleri. **Aile Hekimliği Dergisi**, 1 (4): 197-200.
30. Demir, A., 2011. Siyah ve Yeşil Çay ile Atıklarının Antioksidan Özelliklerinin Karşılaştırılması. Rize Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Rize, 79 s.
31. Arkan, T., 2011. *Daphne oleoides* subsp. ve *Daphne sericea*'nın Farklı Çözücülerle Antioksidan Özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 63 s.
32. Okan, O. T., Varlıbaş, H., Öz, M., Deniz, İ., 2013. Antioksidan analiz yöntemleri ve Doğu Karadeniz Bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilecek odun dışı bazı bitkisel ürünler. **Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 13 (1): 48-59.

33. Wootton, C.P., Ryan, L., 2011. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Research**, **44**: 3135-3148.
34. Zoral, B. F., Turgay, Ö., 2014. Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi**, **17** (2): 24- 33.
35. İşbilir, S. Ş., 2008. Yaprakları Baharat-Salata Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne, 117 s.
36. Kasapçopur Özel, G. S., Birdane, Y. O., 2014. Antioksidanlar. **Kocatepe Veteriner Dergisi**, **7** (2): 41-52.
37. Yaşar, S., 2009. Doxorubisin Uygulanan Ratlarda CoQ₁₀ ve Vitamin E' nin Lipid Peroksidasyonu, Antioksidan Profil ve Bazı Biyokimyasal Parametrelere Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van, 110 s.
38. Cihaner, S. S., 2009. İndol-Aminoasit Türevi Yeni İlaç Etken Maddelerinin Sentezleri ve Biyolojik Aktivitelerinin Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 160 s.
39. Büyükgüzel, E., 2013. Protein oksidasyonun biyokimyasal ve moleküler mekanizması. **Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi**, **3** (1): 40-51.
40. Antmen, E. Ş., 2005. Beta Talasemide Oksidatif Stres. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 82 s.
41. Çınar, E. A., 2012. Türkiye'de Yetişen *Inula helenium* L. (Asteraceae) Taksonlarının Biyoaktivitelerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 68 s.
42. Ekici, L., 2011. Üzüm Kabuğu, Siyah Havuç ve Kırmızı Lahanadan Ekstrakte Edilen Antosiyanin Bazlı Renk Maddelerinin Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Bazı Gıda Maddelerinde Renklendirici Olarak Kullanımı. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 249 s.

43. Deveoğlu, O., Karadağ, R., 2011. Genel bir bakış: Doğal boyar maddeler. **Fen Bilimleri Dergisi**, **23** (1): 21-32.
44. Bayrak, N., 2009. Kinonlar ve Bazı Nükleofillerden Yeni Sübstitüe Kinonların Sentezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 211 s.
45. Filiz, F., 2011. Retinol (A Vitamini) ve Alfa Tokoferol (E Vitamini)' ün Genotoksik ve Antigenotoksik Etkileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 121 s.
46. Samur, G., 2008. Vitaminler, Mineraller ve Sağlığımız. Sağlık Bakanlığı, Klasmat Matbaacılık, Ankara, 27 s.
47. Sayın, O., Arslan, N., Güner, G., 2008. Resveratrol ve kardiyovasküler sistem. **Türk Biyokimya Dergisi**, **33** (3): 117-121.
48. Oral, A. R., 2011. Bitkisel Kaynaklı Fenolik Bileşiklerin Üretilmesi, Bazı Fenolik Bileşiklerin ve Ekstraktların Maillard Reaksiyon Ürünleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 159 s.
49. Vermerris, W., Nicholson R., 2006. Phenolic compound biochemistry, Springer, Dordrecht, Netherlands, 285 pp.
50. Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **26** (4): 401-409.
51. Eruçer, S., 2006. Bazı Bitkisel Çayların Fenolik Madde Profili ve Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 71 s.
52. Zengin, G., 2010. Bazı *Centaurea* Türlerinin Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 73 s.
53. Büyüktuncel, E., 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. **Marmara Pharmaceutical Journal**, **17**: 93-103.

54. <http://www.gurmerehberi.com/gurme-rehberi/alkolsuz-icecekler/osmanlinin-en-meshur-serbeti-demirhindinin-seremonisi/>, (Erişim Tarihi: Kasım 2015).
55. <http://www.devazen.biz/2013/07/demir-hindi-serbetinin-orjinal-tarifi.html>, (Erişim Tarihi: Aralık 2015).
56. Karaoğul, E., Ertaş, M., Altuntaş, E., Alma, H. M., 2012. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde yetişen defne (*Laurus nobilis*)' nin kimyasal içeriği. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Özel Sayı, 74-77.
57. Erden, Ü., 2005. Akdeniz Defnesi (*Laurus nobilis* L.)' nde Mevsimsel Varyabilite ve Optimal Kurutma Yöntemlerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 47 s.
58. Karadeniz, H., 2001. Hatay Bölgesi Defne Yaprağı ve Meyvesi Uçucu Yağının Özelliklerinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antakya, 89 s.
59. Çelik, H., 2010. Defne (*Laurus nobilis*) Yaprağı Yağının Fraksiyonlu Ekstraksiyonu ve Destilasyonu İçin Etkin Metotlar Geliştirilmesi, Ekstraktların Gıda Koruyucu Özelliklerinin Araştırılması. Gaziosman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 66 s.
60. Peter, K. V., 2001. Handbook of Herbs Spices. Vol I, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 319 pp.
61. Hendekçi, A., 2014. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) Bitkisinden Farklı Üretim Metotları ve Gübrelemenin Verim ile Bazı Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 60 s.
62. Çalışkan, Ö., Odabaş, S. M., 2011. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) türleri, genel özellikleri ve yetiştiriciliği. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, 26 (3): 265-270.
63. şahan, A., 2012. Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Ekinezya (*Echinacea pallida*) Bitkisinin Biyoaktif Özellikleri ve Bitkisel Yağların Stabilitesi Üzerine Etkisi.

- Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 101 s.
64. Çoksarı, G., 2012. Farklı Azotlu Gübre Dozlarında Yetiştirilen Ekinezya Türlerinde (*Echinacea pallida* (Nutt) Nutt, *Echinacea purpurea* (L.) Moench) Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Ekstrakt Kalitesi Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 99 s.
 65. Özcan, İ. İ., 2014. Farklı Kültürel Uygulamaların Ekinezya Türlerinin (*Echinacea* spp.) Bazı Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 173 s.
 66. Turna, İ., 2001. Ihlamur (*Tilia* sp.)' un Doğu Karadeniz Bölgesi agroforestry uygulamalarında kullanılabilirliği: Rize ili örneği. **Ekoloji Çevre Dergisi**, 10 (38): 18-22.
 67. Birbilener, S., 2015. Düzce İli Şehir Ekosisteminde Dağılım Gösteren Ihlamur Ağaçlarında (*Tilia tomentosa* Moench.) Genetik Çeşitliliğin Rapd İşaretçileriyle Araştırılması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 47 s.
 68. Toker, C. M., Toker, G., Yılmaz, G., 1997. Ihlamur (*Tilia*) meyveleri üzerinde morfolojik ve anatomik çalışmalar. **Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi**, 26 (2): 89-94.
 69. Sengottuvelu, S., 2011. Cardamom (*Elettaria cardamomum* Linn. Maton) seeds in health. **Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention**, 285-291.
 70. Karaca, M., Tütüncü, M., Him, A., Akkan, A. H., Özbek, H., 2005. Kakule (*Elettaria cardamom* L.) uçucu yağ ekstresinin antienflamatuar aktivitesinin sıçanlar üzerinde araştırılması. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, 16 (2): 27-30.
 71. Kutlu, Z., 2013. Meyan Kökü (*Glycyrrhiza glabra*) ve Karanfil (*Syzygium aromaticum*) Baharatlarından Elde Edilen Ekstraktların in vitro Antioksidan Özelliklerinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 81 s.

72. Vural, H., 2014. Ağız ve Diş Sağlığında Kullanılan Bitkiler Üzerinde Farmakognozik Çalışmalar. Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 44 s.
73. Singh, J., Baghotia, A., Goel, S. P., 2012. *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Family *Myrtaceae*): A review. **International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, 3 (4): 1469-1475.
74. Sezek, M., 2014. Farklı Ekim Zamanlarının Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) Çeşitlerinin Verim, Verim Unsurları ve Uçucu Yağ Oranına Etkisi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 50 s.
75. Kaya, N., Yılmaz, G., Telci, İ., 2000. Farklı zamanlarda ekilen kişniş (*Coriandrum sativum*) populasyonlarının agronomik ve teknolojik özellikleri. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 24: 355-364
76. Tunçtürk, M., 2006. Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) bitkisinde farklı tohumluk miktarlarının verim, verim özellikleri ve uçucu yağ oranı üzerine etkisi. **Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 20 (39): 58-62.
77. Bingöl, F. N., Akbulut, G., 2012. Tip II diabetes mellitus ve tarçın. **Bozok Tıp Dergisi**, 3: 39-46.
78. Güldemir, O., Işık, N., 2012. Tatlılara tat katan kabuk: Tarçın (Osmanlı Mutfağındaki Yeri), s. 311-334. *1. Türk Mutfak Kültürü Sempozyumu (Osmanlı Mutfak Kültürü)*. 14-15 Ekim 2010, Bilecik.
79. Gürson, O., Özçelikay, G., 2006. Tarçın' ın tarih boyunca ve günümüzdeki kullanımı. **Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi**, 18: 171- 183 s.
80. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Vanilya>, (Erişim Tarihi: Aralık 2015).
81. Peter, K. V., 2004. Handbook of Herbs Spices. Vol II, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 366 pp.
82. Konuklugil, B., Özçelikay, G., 2001. Zencefil' in (*Zingiber officinale*) tarih boyunca önemi ve günümüzdeki kullanımı. **Ankara Üniversitesi Dergisi**, 263-337 s.

83. Shukla, Y., Singh, M., 2007. Cancer preventive properties of ginger: A brief review. **Food and Chemical Toxicology**, **45**: 683-690.
84. Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., Gargova, S., 2007. Antioxidant activity of ginger extract (*Zingiber officinale*). **Food Chemistry**, **102**: 764-770.
85. Yıldırım, Ş. T., 2010. Terapötik Etkili Bazı Gıdalar ve Kullanım Alanları. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 60 s.
86. Aydın, H., 2011. Bazı Baharatların Farklı Ekstraktlarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 88 s.
87. Ak, T., 2006. Curcumin' in Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 86 s.
88. Schabel, H. G., *Tamarindus indica* L. Collage of Natural Resources University of Wisconsin Stevens Point, WI, 742- 744.
89. Joker, D., 2000. *Tamarindus indica* L. Seed Leaflet, Danida Forest Seed Centre, 2 pp.
90. Kuru, P., 2014. *Tamarindus indica* and its health related effects. **Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine**, **4** (9): 676-681.
91. Siddhuraju, P., 2007. Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat. **LWT-Food Science Technology**, **40** (6): 982-990
92. Caluwe, E., Halamova, K., Damme, V. P., 2010. *Tamarindus indica* L.- A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Africa Focus**, **Vol 23**: 53-83.
93. Luzia, M. M. D., Jorge, N., 2011. Antioxidant activity, fatty acid profile and tocopherols of *Tamarindus indica* L. seeds. **Ciencia Tecnologia Alimentos Campinas**, **31** (2): 497-501.

94. Anonymous, 2015. *Tamarindus indica* L. (Web sayfası: http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Tamarindus_indica.PDF), (Erişim Tarihi Kasım 2015).
95. Lee, J. W. et al., 2009. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready-to-use tamarind juice during storage. **LWT - Food Science and Technology**, **42**: 101–105.
96. Nwodo, U., Obiyeke, E. G., Chigor, N. V., Okoh, I. A., 2011. Assessment of *Tamarindus indica* extracts for antibacterial activity. **International Journal of Molecular Science**, **12**: 6385-6396.
97. Tril, U., Lopez, F. J., Alvarez, J. A., Martos, V. M., 2014. Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica* L.). **Industrial Crops and Products**, **55**: 155-162.
98. Sudjaroen, Y. et al., 2005. Isolation and structure elucidation of phenolic antioxidants from Tamarind (*Tamarindus indica* L.) seeds and pericarp. **Food and Chemical Toxicology**, **43**: 1673–1682.
99. Iftekhar, A. S. M. et al., 2006. Effect of *Tamarindus indica* fruits on blood pressure and lipid-profile in human model: An in vivo approach. **Pakistan Journal Pharmaceutical Science**, **19** (2): 125-129.
100. Ertas, A. et al., 2015. Detailed study on the chemical and biological profiles of essential oil and methanol extract of *Thymus nummularius* (Anzer Tea): Rosmarinic acid. **Industrial Crops and Products**, **67**: 336- 345.
101. Singleton, V. L., Rossi, J. A. Jr., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, **16**: 144-158.
102. Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, **64**: 555-559.

103. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, **28**: 25–30.
104. Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M., 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, **269**: 337-341.
105. Zhang, Y., Wang, S. Y., Wang, C. Y., Zheng, W., 2007. Changes in strawberry phenolics, anthocyanins, and antioxidant capacity in response to high oxygen treatments. **LWT- Food Science and Technology**, **40** (1): 49-57.
106. Sas., 1988. SAS/STAT User' s guide. SAS Institue Inc., Cory, New York.
107. Ekici, L., 2014. Effects of concentration methods on bioactivity and color properties of poppy (*Papaver rhoeas* L.) sorbet, a traditional Turkish beverage. **Food Science and Technology**, **56**: 40-48.
108. Parr, A. J., Bolwell, G. P., 2000. Phenols in the plant and in human. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **80**: 985-1012.
109. Britton, G., 1983. The Biochemistry of Natural Pigments. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
110. Macheix, J-J., Fleuriet, A., Billot, J., 1990. Fruit Phenolics. Boca Raton, USA: CRC Pres.
111. Klejdus, B., Kováčík, J., 2016. Quantification of phenols in cinnamon: A special focus on “total phenols” and phenolic acids including DESI-Orbitrap MS detection. **Industrial Crops and Products**, **83**: 774- 780.
112. Kumara, S. G., Nayaka, H., Dharmesh, S. M., Salimath, P.V., 2006. Free and bound phenolic antioxidants in amla (*Emblica officinalis*) and turmeric (*Curcuma longa*). **Journal of Food Composition and Analysis**, **19**: 446–452

113. Kosakowska, O. K. et al. 2015 Intraspecific variability in the content of phenolic compounds, essential oil and mucilage of small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) from Poland. **Industrial Crops and Products**, **78**: 58-65.
114. Lin, S. D., Sung, J. M., Chen, C., 2011. Effect of drying and storage conditions on caffeic acid derivatives and total phenolics of *Echinacea purpurea* grown in Taiwan. **Food Chemistry**, **125**: 226-231
115. Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Swiglo, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, **20**: 313-322.
116. Boranbayeva, T., 2011. Karadut Suyunda Biyoaktif Bileşikler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 76 s.
117. Duru, N., 2008. Kuşburnu Nektarındaki Karotenoidlerin Depolama Stabilitesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 71 s.
118. Wojdylo, A., Teleszko, M., Oszmianski, J., 2014. Antioxidant property and storage stability of quince juice phenolic compounds. **Food Chemistry**, **152**: 261-270.
119. Oğraşıcı, E., 2010. Ayva Nektarında Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitenin Depolamada Değişimi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 68 s.
120. Wang, L., Kim, D., Lee, C. Y., 2000. Effect of heat processing and storage on flavanols and sensory qualities of green tea beverage. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **48**: 4227-4232.
121. Pacheco-Palencia, L. A., Mertens-Talcott, S., Talcott, S. T., 2008. Chemical composition, antioxidant properties, and thermal stability of a phytochemical enriched oil from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **56**: 4631-4636.
122. Çapanoğlu, E., Boyacıoğlu, D., 2009. Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. **Akademik Gıda**, **7** (6): 41-46.

123. Lo Scalzo, R., Iannocari, T., Summa, C., Morelli, R., Rapisarda, P., 2004. Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. **Food Chemistry**, **85**: 41-47.
124. Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., Agadbio, M., 2004. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. **Food Chemistry**, **84**: 99-105.
125. Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M. M., Martinez-Navarrete, N., 2011. Changes in flavonoid content of grape fruit juice caused by thermal treatment and storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, **12**: 153-162.
126. Ozkan, G., Sagdic, O., Ekici, L., Ozturk, I., Ozcan, M., 2007. Phenolic compounds of *Origanum sipyleum* L. extract, and its antioxidant and antibacterial activities. **Journal of Food Lipids**, **14**: 157-169.
127. Nizamlioğlu, M. N., Nas, S., 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **5** (1): 20-35.

EKLER

EK 1. Konsantre demirhindi şerbetinin toplam fenolik madde miktarlarının absorbans değerleri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	1	4	0	0.159	0.164	0.152
1	2	4	0	0.158	0.149	0.153
1	3	4	0	0.148	0.141	0.145
2	1	4	0	0.130	0.149	0.152
2	2	4	0	0.128	0.149	0.155
2	3	4	0	0.135	0.142	0.157
1	1	4	30	0.110	0.142	0.145
1	2	4	30	0.110	0.120	0.141
1	3	4	30	0.127	0.129	0.155
2	1	4	30	0.130	0.150	0.142
2	2	4	30	0.129	0.139	0.153
2	3	4	30	0.127	0.136	0.150
1	1	4	60	0.124	0.146	0.137
1	2	4	60	0.122	0.145	0.145
1	3	4	60	0.124	0.146	0.131
2	1	4	60	0.121	0.134	0.138
2	2	4	60	0.128	0.110	0.134
2	3	4	60	0.124	0.123	0.140
1	1	4	90	0.116	0.116	0.124
1	2	4	90	0.127	0.131	0.126
1	3	4	90	0.136	0.136	0.129
2	1	4	90	0.116	0.134	0.130
2	2	4	90	0.116	0.142	0.131
2	3	4	90	0.126	0.132	0.129
1	1	20	0	0.159	0.164	0.152
1	2	20	0	0.158	0.149	0.153
1	3	20	0	0.148	0.141	0.145
2	1	20	0	0.130	0.149	0.152
2	2	20	0	0.128	0.149	0.155
2	3	20	0	0.135	0.142	0.157
1	1	20	30	0.116	0.124	0.144
1	2	20	30	0.116	0.128	0.137
1	3	20	30	0.148	0.124	0.141
2	1	20	30	0.129	0.136	0.139
2	2	20	30	0.117	0.118	0.141
2	3	20	30	0.127	0.139	0.144
1	1	20	60	0.113	0.121	0.127
1	2	20	60	0.110	0.123	0.142
1	3	20	60	0.116	0.121	0.125

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
2	1	20	60	0.140	0.127	0.127
2	2	20	60	0.143	0.129	0.137
2	3	20	60	0.124	0.124	0.125
1	1	20	90	0.117	0.111	0.121
1	2	20	90	0.126	0.123	0.128
1	3	20	90	0.126	0.120	0.134
2	1	20	90	0.119	0.128	0.123
2	2	20	90	0.114	0.126	0.126
2	3	20	90	0.102	0.134	0.117
1	1	37	0	0.159	0.164	0.152
1	2	37	0	0.158	0.149	0.153
1	3	37	0	0.148	0.141	0.145
2	1	37	0	0.130	0.149	0.152
2	2	37	0	0.128	0.149	0.155
2	3	37	0	0.135	0.142	0.157
1	1	37	30	0.129	0.110	0.125
1	2	37	30	0.121	0.122	0.122
1	3	37	30	0.117	0.118	0.124
2	1	37	30	0.131	0.126	0.135
2	2	37	30	0.137	0.129	0.143
2	3	37	30	0.131	0.139	0.142
1	1	37	60	0.135	0.112	0.124
1	2	37	60	0.132	0.111	0.122
1	3	37	60	0.135	0.116	0.128
2	1	37	60	0.141	0.119	0.118
2	2	37	60	0.136	0.116	0.145
2	3	37	60	0.133	0.115	0.123
1	1	37	90	0.136	0.114	0.120
1	2	37	90	0.137	0.108	0.121
1	3	37	90	0.137	0.120	0.121
2	1	37	90	0.123	0.104	0.122
2	2	37	90	0.133	0.108	0.121
2	3	37	90	0.135	0.120	0.123

EK 2. Konsantre demirhindi şerbetinin toplam flavonoid madde miktarlarının absorbans değerleri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	1	4	0	0.236	0.277	0.267
1	2	4	0	0.237	0.273	0.265
1	3	4	0	0.244	0.258	0.273
2	1	4	0	0.260	0.250	0.255
2	2	4	0	0.265	0.245	0.257
2	3	4	0	0.267	0.244	0.256
1	1	4	30	0.242	0.239	0.257
1	2	4	30	0.244	0.235	0.270
1	3	4	30	0.245	0.237	0.265
2	1	4	30	0.265	0.219	0.251
2	2	4	30	0.253	0.226	0.250
2	3	4	30	0.252	0.218	0.254
1	1	4	60	0.242	0.231	0.251
1	2	4	60	0.245	0.229	0.248
1	3	4	60	0.247	0.232	0.252
2	1	4	60	0.257	0.223	0.248
2	2	4	60	0.264	0.225	0.249
2	3	4	60	0.263	0.222	0.250
1	1	4	90	0.260	0.219	0.255
1	2	4	90	0.267	0.216	0.254
1	3	4	90	0.265	0.221	0.257
2	1	4	90	0.253	0.220	0.240
2	2	4	90	0.260	0.222	0.248
2	3	4	90	0.261	0.220	0.248
1	1	20	0	0.236	0.277	0.267
1	2	20	0	0.237	0.273	0.265
1	3	20	0	0.244	0.258	0.273
2	1	20	0	0.260	0.250	0.255
2	2	20	0	0.265	0.245	0.257
2	3	20	0	0.267	0.244	0.256
1	1	20	30	0.258	0.225	0.252
1	2	20	30	0.271	0.227	0.252
1	3	20	30	0.255	0.230	0.253
2	1	20	30	0.267	0.228	0.244
2	2	20	30	0.261	0.233	0.261
2	3	20	30	0.235	0.226	0.244
1	1	20	60	0.243	0.219	0.250
1	2	20	60	0.250	0.219	0.253
1	3	20	60	0.252	0.221	0.254
2	1	20	60	0.256	0.238	0.245
2	2	20	60	0.259	0.246	0.244
2	3	20	60	0.260	0.245	0.246
1	1	20	90	0.246	0.247	0.229

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	2	20	90	0.246	0.255	0.249
1	3	20	90	0.247	0.255	0.253
2	1	20	90	0.252	0.222	0.249
2	2	20	90	0.251	0.220	0.252
2	3	20	90	0.256	0.226	0.236
1	1	37	0	0.236	0.277	0.267
1	2	37	0	0.237	0.273	0.265
1	3	37	0	0.244	0.258	0.273
2	1	37	0	0.260	0.250	0.255
2	2	37	0	0.265	0.245	0.257
2	3	37	0	0.267	0.244	0.256
1	1	37	30	0.272	0.243	0.255
1	2	37	30	0.246	0.248	0.225
1	3	37	30	0.278	0.248	0.230
2	1	37	30	0.278	0.225	0.263
2	2	37	30	0.279	0.249	0.259
2	3	37	30	0.275	0.265	0.261
1	1	37	60	0.267	0.239	0.250
1	2	37	60	0.268	0.241	0.256
1	3	37	60	0.267	0.242	0.245
2	1	37	60	0.265	0.253	0.259
2	2	37	60	0.279	0.253	0.266
2	3	37	60	0.280	0.257	0.269
1	1	37	90	0.291	0.267	0.277
1	2	37	90	0.288	0.294	0.277
1	3	37	90	0.291	0.271	0.279
2	1	37	90	0.280	0.257	0.268
2	2	37	90	0.283	0.263	0.268
2	3	37	90	0.282	0.267	0.285

EK 3. Konsantre demirhindi şerbetinin antiradikal kapasite absorbans değerleri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	1	4	0	0.387	0.255	0.368
1	2	4	0	0.409	0.260	0.201
1	3	4	0	0.410	0.256	0.197
2	1	4	0	0.411	0.309	0.424
2	2	4	0	0.421	0.324	0.423
2	3	4	0	0.426	0.317	0.406
1	1	4	30	0.365	0.357	0.415
1	2	4	30	0.348	0.340	0.398
1	3	4	30	0.372	0.358	0.419
2	1	4	30	0.543	0.298	0.367
2	2	4	30	0.540	0.298	0.376
2	3	4	30	0.545	0.257	0.345
1	1	4	60	0.520	0.303	0.411
1	2	4	60	0.488	0.314	0.401
1	3	4	60	0.485	0.309	0.386
2	1	4	60	0.485	0.320	0.354
2	2	4	60	0.486	0.317	0.353
2	3	4	60	0.485	0.319	0.355
1	1	4	90	0.505	0.389	0.447
1	2	4	90	0.502	0.409	0.449
1	3	4	90	0.487	0.390	0.437
2	1	4	90	0.524	0.419	0.405
2	2	4	90	0.497	0.371	0.383
2	3	4	90	0.496	0.365	0.371
1	1	20	0	0.387	0.255	0.368
1	2	20	0	0.409	0.260	0.201
1	3	20	0	0.410	0.256	0.197
2	1	20	0	0.411	0.309	0.424
2	2	20	0	0.421	0.324	0.423
2	3	20	0	0.426	0.317	0.406
1	1	20	30	0.441	0.429	0.426
1	2	20	30	0.417	0.433	0.408
1	3	20	30	0.412	0.391	0.440
2	1	20	30	0.548	0.468	0.415
2	2	20	30	0.535	0.498	0.373
2	3	20	30	0.537	0.484	0.388
1	1	20	60	0.526	0.481	0.452
1	2	20	60	0.471	0.465	0.433
1	3	20	60	0.479	0.476	0.429
2	1	20	60	0.500	0.447	0.387
2	2	20	60	0.490	0.415	0.366
2	3	20	60	0.498	0.579	0.364
1	1	20	90	0.497	0.478	0.490
1	2	20	90	0.497	0.483	0.520

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	3	20	90	0.505	0.479	0.533
2	1	20	90	0.501	0.410	0.517
2	2	20	90	0.493	0.393	0.481
2	3	20	90	0.495	0.401	0.481
1	1	37	0	0.387	0.255	0.368
1	2	37	0	0.409	0.260	0.201
1	3	37	0	0.410	0.256	0.197
2	1	37	0	0.411	0.309	0.424
2	2	37	0	0.421	0.324	0.423
2	3	37	0	0.426	0.317	0.406
1	1	37	30	0.452	0.465	0.479
1	2	37	30	0.451	0.415	0.486
1	3	37	30	0.464	0.423	0.475
2	1	37	30	0.537	0.557	0.386
2	2	37	30	0.560	0.547	0.409
2	3	37	30	0.559	0.544	0.393
1	1	37	60	0.572	0.420	0.474
1	2	37	60	0.540	0.417	0.458
1	3	37	60	0.552	0.410	0.475
2	1	37	60	0.552	0.512	0.419
2	2	37	60	0.516	0.507	0.384
2	3	37	60	0.530	0.520	0.412
1	1	37	90	0.596	0.519	0.533
1	2	37	90	0.594	0.472	0.496
1	3	37	90	0.578	0.478	0.506
2	1	37	90	0.525	0.514	0.474
2	2	37	90	0.537	0.509	0.468
2	3	37	90	0.523	0.505	0.451

EK 4. Konsantre demirhindi şerbetinin antioksidan aktivite absorbans değerleri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
1	1	4	0	0.568	0.545	0.567
1	2	4	0	0.592	0.535	0.573
1	3	4	0	0.557	0.583	0.567
2	1	4	0	0.594	0.579	0.602
2	2	4	0	0.596	0.580	0.609
2	3	4	0	0.590	0.590	0.606
1	1	4	30	0.566	0.537	0.598
1	2	4	30	0.598	0.549	0.584
1	3	4	30	0.600	0.577	0.592
2	1	4	30	0.598	0.565	0.599
2	2	4	30	0.615	0.534	0.627
2	3	4	30	0.604	0.551	0.608
1	1	4	60	0.598	0.555	0.586
1	2	4	60	0.610	0.558	0.590
1	3	4	60	0.605	0.567	0.582
2	1	4	60	0.573	0.542	0.618
2	2	4	60	0.595	0.556	0.624
2	3	4	60	0.584	0.559	0.606
1	1	4	90	0.574	0.506	0.510
1	2	4	90	0.585	0.509	0.506
1	3	4	90	0.568	0.511	0.520
2	1	4	90	0.536	0.515	0.539
2	2	4	90	0.538	0.522	0.534
2	3	4	90	0.524	0.516	0.553
1	1	20	0	0.568	0.545	0.567
1	2	20	0	0.592	0.535	0.573
1	3	20	0	0.557	0.583	0.567
2	1	20	0	0.594	0.579	0.602
2	2	20	0	0.596	0.580	0.609
2	3	20	0	0.590	0.590	0.606
1	1	20	30	0.610	0.591	0.598
1	2	20	30	0.641	0.603	0.630
1	3	20	30	0.649	0.582	0.625
2	1	20	30	0.607	0.545	0.628
2	2	20	30	0.627	0.563	0.597
2	3	20	30	0.607	0.560	0.599
1	1	20	60	0.591	0.516	0.581
1	2	20	60	0.588	0.516	0.583
1	3	20	60	0.593	0.527	0.591
2	1	20	60	0.574	0.534	0.634

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	Açık kazan	Mikrodalga	Vakum
2	2	20	60	0.572	0.539	0.617
2	3	20	60	0.578	0.530	0.612
1	1	20	90	0.543	0.511	0.518
1	2	20	90	0.55	0.514	0.532
1	3	20	90	0.534	0.509	0.502
2	1	20	90	0.528	0.485	0.531
2	2	20	90	0.535	0.507	0.523
2	3	20	90	0.526	0.507	0.538
1	1	37	0	0.568	0.545	0.567
1	2	37	0	0.592	0.535	0.573
1	3	37	0	0.557	0.583	0.567
2	1	37	0	0.594	0.579	0.602
2	2	37	0	0.596	0.580	0.609
2	3	37	0	0.590	0.590	0.606
1	1	37	30	0.644	0.607	0.608
1	2	37	30	0.643	0.604	0.627
1	3	37	30	0.633	0.577	0.641
2	1	37	30	0.550	0.517	0.618
2	2	37	30	0.567	0.536	0.673
2	3	37	30	0.575	0.542	0.616
1	1	37	60	0.613	0.517	0.619
1	2	37	60	0.613	0.522	0.621
1	3	37	60	0.598	0.535	0.625
2	1	37	60	0.576	0.529	0.607
2	2	37	60	0.583	0.529	0.603
2	3	37	60	0.588	0.531	0.611
1	1	37	90	0.539	0.511	0.535
1	2	37	90	0.527	0.508	0.536
1	3	37	90	0.529	0.501	0.542
2	1	37	90	0.539	0.495	0.553
2	2	37	90	0.524	0.492	0.565
2	3	37	90	0.540	0.495	0.563

EK 5. Mikrodalga ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin renk parametreleri ham verileri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	<i>L</i>*	<i>h</i>^o	<i>C</i>*
1	1	4	0	13.35	44.82	14.12
1	2	4	0	13.34	45.28	14.14
1	3	4	0	13.33	44.45	14.09
1	4	4	0	13.30	44.77	14.22
1	5	4	0	13.35	45.08	14.01
1	6	4	0	13.24	44.99	14.32
1	7	4	0	13.26	45.08	14.00
1	8	4	0	13.29	45.14	14.16
1	9	4	0	13.24	44.40	14.24
2	1	4	0	16.15	45.02	13.38
2	2	4	0	15.69	45.52	13.82
2	3	4	0	15.23	46.14	14.12
2	4	4	0	14.95	46.42	14.50
2	5	4	0	14.40	46.12	14.75
2	6	4	0	14.43	46.69	14.79
2	7	4	0	14.33	45.95	14.81
2	8	4	0	14.30	46.60	14.94
2	9	4	0	14.25	46.47	14.83
1	1	4	30	14.19	46.49	13.53
1	2	4	30	14.17	45.87	13.44
1	3	4	30	14.12	46.43	13.57
1	4	4	30	14.19	46.66	13.60
1	5	4	30	14.16	46.10	13.51
1	6	4	30	14.12	46.43	13.55
1	7	4	30	14.15	46.81	13.42
1	8	4	30	14.13	46.90	13.59
1	9	4	30	14.18	46.47	13.45
2	1	4	30	13.73	48.21	12.36
2	2	4	30	13.66	47.85	12.18
2	3	4	30	13.61	47.49	12.32
2	4	4	30	13.67	47.09	12.18
2	5	4	30	13.68	47.64	12.25
2	6	4	30	13.63	47.06	12.34
2	7	4	30	13.63	47.31	12.25
2	8	4	30	13.64	47.64	12.24
2	9	4	30	13.68	50.24	12.83
1	1	4	60	13.34	42.15	6.20
1	2	4	60	13.28	41.17	6.22
1	3	4	60	13.31	41.14	6.16
1	4	4	60	13.27	41.65	6.14

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	5	4	60	13.27	41.94	6.18
1	6	4	60	13.25	41.78	6.13
1	7	4	60	13.27	40.92	6.13
1	8	4	60	13.23	41.61	6.18
1	9	4	60	13.21	41.03	6.20
2	1	4	60	13.56	38.99	6.33
2	2	4	60	13.53	38.95	6.35
2	3	4	60	13.57	38.88	6.34
2	4	4	60	13.55	38.30	6.34
2	5	4	60	13.53	38.57	6.35
2	6	4	60	13.53	39.19	6.33
2	7	4	60	13.57	38.88	6.34
2	8	4	60	13.48	38.37	6.35
2	9	4	60	13.52	38.64	6.36
1	1	4	90	13.82	40.97	6.70
1	2	4	90	13.8	40.75	6.65
1	3	4	90	13.75	40.32	6.65
1	4	4	90	13.75	40.59	6.60
1	5	4	90	13.71	40.18	6.70
1	6	4	90	13.77	40.49	6.63
1	7	4	90	13.74	40.37	6.63
1	8	4	90	13.74	40.71	6.58
1	9	4	90	13.75	41.10	6.62
2	1	4	90	13.39	41.87	5.79
2	2	4	90	13.29	41.16	5.78
2	3	4	90	13.3	41.36	5.75
2	4	4	90	13.26	41.70	5.73
2	5	4	90	13.29	41.50	5.75
2	6	4	90	13.24	41.55	5.72
2	7	4	90	13.26	41.27	5.73
2	8	4	90	13.27	41.16	5.78
2	9	4	90	13.26	41.53	5.81
1	1	20	0	13.35	44.82	14.12
1	2	20	0	13.34	45.28	14.14
1	3	20	0	13.33	44.45	14.09
1	4	20	0	13.30	44.77	14.22
1	5	20	0	13.35	45.08	14.01
1	6	20	0	13.24	44.99	14.32
1	7	20	0	13.26	45.08	14.00
1	8	20	0	13.29	45.14	14.16
1	9	20	0	13.24	44.40	14.24
2	1	20	0	16.15	45.02	13.38
2	2	20	0	15.69	45.52	13.82

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	3	20	0	15.23	46.14	14.12
2	4	20	0	14.95	46.42	14.50
2	5	20	0	14.4	46.12	14.75
2	6	20	0	14.43	46.69	14.79
2	7	20	0	14.33	45.95	14.81
2	8	20	0	14.3	46.60	14.94
2	9	20	0	14.25	46.47	14.83
1	1	20	30	14.63	48.28	13.59
1	2	20	30	14.56	48.10	13.70
1	3	20	30	14.59	47.91	13.60
1	4	20	30	14.56	47.99	13.67
1	5	20	30	14.56	48.31	13.71
1	6	20	30	14.55	48.36	13.75
1	7	20	30	14.56	47.80	13.57
1	8	20	30	14.52	47.69	13.69
1	9	20	30	14.58	47.70	13.77
2	1	20	30	14.54	47.71	12.95
2	2	20	30	14.51	47.13	12.90
2	3	20	30	14.50	47.50	12.93
2	4	20	30	14.48	46.87	12.97
2	5	20	30	14.52	47.42	13.03
2	6	20	30	14.47	47.24	12.97
2	7	20	30	14.53	47.61	13.00
2	8	20	30	14.54	47.44	12.93
2	9	20	30	14.48	46.75	12.90
1	1	20	60	13.09	42.39	5.55
1	2	20	60	13.15	41.60	5.57
1	3	20	60	13.15	42.85	5.59
1	4	20	60	13.13	42.92	5.60
1	5	20	60	13.12	41.94	5.66
1	6	20	60	13.11	41.99	5.62
1	7	20	60	13.14	42.12	5.59
1	8	20	60	13.15	42.56	5.61
1	9	20	60	13.12	42.49	5.61
2	1	20	60	13.21	40.87	5.86
2	2	20	60	13.19	40.82	5.89
2	3	20	60	13.19	40.71	5.83
2	4	20	60	13.2	39.94	5.83
2	5	20	60	13.15	39.54	5.85
2	6	20	60	13.17	40.25	5.87
2	7	20	60	13.17	40.23	5.84
2	8	20	60	13.23	40.27	5.80
2	9	20	60	13.15	39.84	5.87

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	1	20	90	13.35	39.72	6.65
1	2	20	90	13.32	39.12	6.68
1	3	20	90	13.38	39.03	6.64
1	4	20	90	13.29	38.69	6.74
1	5	20	90	13.36	39.61	6.67
1	6	20	90	13.36	39.11	6.66
1	7	20	90	13.35	38.88	6.68
1	8	20	90	13.34	39.35	6.66
1	9	20	90	13.34	38.75	6.73
2	1	20	90	13.48	39.75	6.16
2	2	20	90	13.47	40.61	6.16
2	3	20	90	13.48	39.78	6.19
2	4	20	90	13.46	39.62	6.17
2	5	20	90	13.48	39.35	6.15
2	6	20	90	13.49	39.99	6.13
2	7	20	90	13.48	39.83	6.17
2	8	20	90	13.49	39.72	6.12
2	9	20	90	13.44	39.36	6.09
1	1	37	0	13.35	44.82	14.12
1	2	37	0	13.34	45.28	14.14
1	3	37	0	13.33	44.45	14.09
1	4	37	0	13.30	44.77	14.22
1	5	37	0	13.35	45.08	14.01
1	6	37	0	13.24	44.99	14.32
1	7	37	0	13.26	45.08	14.00
1	8	37	0	13.29	45.14	14.16
1	9	37	0	13.24	44.40	14.24
2	1	37	0	16.15	45.02	13.38
2	2	37	0	15.69	45.52	13.82
2	3	37	0	15.23	46.14	14.12
2	4	37	0	14.95	46.42	14.50
2	5	37	0	14.40	46.12	14.75
2	6	37	0	14.43	46.69	14.79
2	7	37	0	14.33	45.95	14.81
2	8	37	0	14.30	46.60	14.94
2	9	37	0	14.25	46.47	14.83
1	1	37	30	12.63	53.76	9.31
1	2	37	30	12.64	53.84	9.18
1	3	37	30	12.63	53.91	9.16
1	4	37	30	12.54	53.01	9.17
1	5	37	30	12.58	53.57	9.24
1	6	37	30	12.63	53.35	8.99
1	7	37	30	12.56	52.88	9.21

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	8	37	30	12.6	53.90	9.07
1	9	37	30	12.56	53.46	9.06
2	1	37	30	12.29	45.28	9.42
2	2	37	30	12.20	47.37	9.86
2	3	37	30	12.17	47.52	9.92
2	4	37	30	12.23	47.80	9.79
2	5	37	30	12.18	47.16	9.67
2	6	37	30	12.22	47.61	9.73
2	7	37	30	12.23	47.26	9.78
2	8	37	30	12.22	46.59	9.57
2	9	37	30	12.22	48.08	9.80
1	1	37	60	11.09	39.31	3.55
1	2	37	60	11.13	38.83	3.54
1	3	37	60	11.08	39.83	3.51
1	4	37	60	11.06	40.29	3.51
1	5	37	60	11.08	39.53	3.47
1	6	37	60	11.11	39.29	3.54
1	7	37	60	11.02	38.10	3.58
1	8	37	60	11.08	40.28	3.59
1	9	37	60	11.07	39.56	3.57
2	1	37	60	12.29	40.01	4.86
2	2	37	60	12.28	40.40	4.83
2	3	37	60	12.31	40.61	4.87
2	4	37	60	12.29	40.52	4.87
2	5	37	60	12.26	40.56	4.91
2	6	37	60	12.3	40.13	4.89
2	7	37	60	12.35	40.31	4.82
2	8	37	60	12.30	39.98	4.83
2	9	37	60	12.23	40.01	4.86
1	1	37	90	12.66	46.58	4.42
1	2	37	90	12.65	47.16	4.37
1	3	37	90	12.65	46.42	4.35
1	4	37	90	12.64	47.16	4.37
1	5	37	90	12.65	46.99	4.34
1	6	37	90	12.60	46.60	4.38
1	7	37	90	12.61	46.50	4.39
1	8	37	90	12.64	47.55	4.34
1	9	37	90	12.63	50.43	4.13
2	1	37	90	11.84	43.07	4.16
2	2	37	90	11.81	42.30	4.18
2	3	37	90	11.81	43.46	4.15
2	4	37	90	11.86	43.64	4.12
2	5	37	90	11.84	42.88	4.16

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	6	37	90	11.82	42.05	4.23
2	7	37	90	11.86	42.85	4.10
2	8	37	90	11.81	43.19	4.20
2	9	37	90	11.85	43.06	4.13

EK 6. Açık kazan ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin renk parametreleri ham verileri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	<i>L</i>*	<i>h</i>^o	<i>C</i>*
1	1	4	0	13.56	49.44	12.77
1	2	4	0	13.56	49.32	12.85
1	3	4	0	13.49	49.19	12.94
1	4	4	0	13.52	49.05	12.90
1	5	4	0	13.52	49.00	12.86
1	6	4	0	13.55	49.30	12.71
1	7	4	0	13.56	48.95	12.80
1	8	4	0	13.54	48.72	12.73
1	9	4	0	13.56	48.95	12.69
2	1	4	0	13.82	48.23	13.52
2	2	4	0	13.72	47.50	13.60
2	3	4	0	13.78	47.92	13.59
2	4	4	0	13.79	48.14	13.53
2	5	4	0	13.76	48.22	13.58
2	6	4	0	13.75	48.02	13.55
2	7	4	0	13.76	47.95	13.57
2	8	4	0	13.73	47.34	13.66
2	9	4	0	13.73	47.91	13.61
1	1	4	30	13.88	54.42	10.36
1	2	4	30	13.81	54.02	10.31
1	3	4	30	13.94	54.13	10.06
1	4	4	30	13.84	53.39	10.31
1	5	4	30	13.83	54.38	10.31
1	6	4	30	13.93	54.06	10.13
1	7	4	30	13.85	53.73	10.14
1	8	4	30	13.89	53.93	10.23
1	9	4	30	13.85	55.06	10.31
2	1	4	30	12.62	49.82	9.82
2	2	4	30	12.67	49.24	9.72
2	3	4	30	12.62	49.44	9.74
2	4	4	30	12.68	49.81	9.74
2	5	4	30	12.62	49.35	9.85

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	6	4	30	12.60	49.41	9.89
2	7	4	30	12.64	49.55	9.77
2	8	4	30	12.67	49.64	9.68
2	9	4	30	12.59	49.12	9.70
1	1	4	60	13.13	45.68	4.96
1	2	4	60	13.17	46.77	4.86
1	3	4	60	13.15	46.01	4.92
1	4	4	60	13.16	46.34	4.91
1	5	4	60	13.15	45.76	4.93
1	6	4	60	13.14	45.93	4.93
1	7	4	60	13.15	45.68	4.91
1	8	4	60	13.12	45.77	4.90
1	9	4	60	13.17	46.35	4.89
2	1	4	60	12.53	41.94	4.61
2	2	4	60	12.50	42.04	4.62
2	3	4	60	12.50	41.07	4.61
2	4	4	60	12.46	42.08	4.69
2	5	4	60	12.47	41.23	4.60
2	6	4	60	12.49	42.32	4.65
2	7	4	60	12.45	41.29	4.67
2	8	4	60	12.49	42.04	4.62
2	9	4	60	12.48	41.93	4.60
1	1	4	90	12.86	47.39	4.62
1	2	4	90	12.90	47.48	4.63
1	3	4	90	12.88	47.59	4.58
1	4	4	90	12.87	47.13	4.61
1	5	4	90	12.88	47.21	4.63
1	6	4	90	12.86	47.67	4.59
1	7	4	90	12.90	47.57	4.61
1	8	4	90	12.91	47.05	4.61
1	9	4	90	12.87	47.93	4.61
2	1	4	90	12.63	43.62	4.64
2	2	4	90	12.58	42.61	4.70
2	3	4	90	12.61	43.71	4.63

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	4	4	90	12.59	42.86	4.69
2	5	4	90	12.58	42.43	4.70
2	6	4	90	12.59	42.93	4.66
2	7	4	90	12.59	42.82	4.61
2	8	4	90	12.60	42.58	4.64
2	9	4	90	12.58	41.72	4.66
1	1	20	0	13.56	49.44	12.77
1	2	20	0	13.56	49.32	12.85
1	3	20	0	13.49	49.19	12.94
1	4	20	0	13.52	49.05	12.90
1	5	20	0	13.52	49.00	12.86
1	6	20	0	13.55	49.30	12.71
1	7	20	0	13.56	48.95	12.80
1	8	20	0	13.54	48.72	12.73
1	9	20	0	13.56	48.95	12.69
2	1	20	0	13.82	48.23	13.52
2	2	20	0	13.72	47.50	13.60
2	3	20	0	13.78	47.92	13.59
2	4	20	0	13.79	48.14	13.53
2	5	20	0	13.76	48.22	13.58
2	6	20	0	13.75	48.02	13.55
2	7	20	0	13.76	47.95	13.57
2	8	20	0	13.73	47.34	13.66
2	9	20	0	13.73	47.91	13.61
1	1	20	30	14.19	51.05	11.46
1	2	20	30	14.22	51.15	11.34
1	3	20	30	14.26	50.91	11.32
1	4	20	30	14.24	51.02	11.31
1	5	20	30	14.22	50.39	11.27
1	6	20	30	14.19	50.01	11.40
1	7	20	30	14.23	51.15	11.34
1	8	20	30	14.24	51.08	11.39
1	9	20	30	14.23	51.09	11.38
2	1	20	30	13.27	50.08	9.31

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	2	20	30	13.14	51.17	9.45
2	3	20	30	13.01	50.08	9.55
2	4	20	30	13.07	49.87	9.38
2	5	20	30	13.02	49.94	9.41
2	6	20	30	13.05	51.11	9.54
2	7	20	30	12.96	50.63	9.63
2	8	20	30	12.98	50.06	9.51
2	9	20	30	12.99	51.00	9.45
1	1	20	60	13.64	46.33	4.97
1	2	20	60	13.29	46.47	5.05
1	3	20	60	13.22	46.71	5.06
1	4	20	60	13.22	46.15	5.05
1	5	20	60	13.24	46.30	5.09
1	6	20	60	13.20	46.70	5.07
1	7	20	60	13.25	46.87	5.04
1	8	20	60	13.23	46.23	5.06
1	9	20	60	13.26	46.79	5.05
2	1	20	60	12.29	45.43	3.96
2	2	20	60	12.26	45.33	3.98
2	3	20	60	12.23	44.42	4.03
2	4	20	60	12.26	44.61	3.96
2	5	20	60	12.23	45.33	4.02
2	6	20	60	12.22	45.33	4.02
2	7	20	60	12.25	45.43	4.00
2	8	20	60	12.31	45.13	3.97
2	9	20	60	12.21	43.91	4.00
1	1	20	90	13.63	43.65	5.62
1	2	20	90	13.58	43.06	5.58
1	3	20	90	13.58	42.92	5.60
1	4	20	90	13.57	42.85	5.59
1	5	20	90	13.58	42.55	5.58
1	6	20	90	13.57	42.63	5.58
1	7	20	90	13.57	42.48	5.57
1	8	20	90	13.56	42.78	5.60

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	9	20	90	13.55	42.98	5.56
2	1	20	90	12.44	42.29	4.74
2	2	20	90	12.44	43.55	4.68
2	3	20	90	12.46	43.62	4.64
2	4	20	90	12.48	43.12	4.68
2	5	20	90	12.46	42.93	4.64
2	6	20	90	12.44	43.38	4.69
2	7	20	90	12.45	43.54	4.65
2	8	20	90	12.44	42.86	4.68
2	9	20	90	12.44	43.37	4.65
1	1	37	0	13.56	49.44	12.77
1	2	37	0	13.56	49.32	12.85
1	3	37	0	13.49	49.19	12.94
1	4	37	0	13.52	49.05	12.90
1	5	37	0	13.52	49.00	12.86
1	6	37	0	13.55	49.30	12.71
1	7	37	0	13.56	48.95	12.80
1	8	37	0	13.54	48.72	12.73
1	9	37	0	13.56	48.95	12.69
2	1	37	0	13.82	48.23	13.52
2	2	37	0	13.72	47.50	13.60
2	3	37	0	13.78	47.92	13.59
2	4	37	0	13.79	48.14	13.53
2	5	37	0	13.76	48.22	13.58
2	6	37	0	13.75	48.02	13.55
2	7	37	0	13.76	47.95	13.57
2	8	37	0	13.73	47.34	13.66
2	9	37	0	13.73	47.91	13.61
1	1	37	30	12.78	51.01	8.88
1	2	37	30	12.77	50.61	8.87
1	3	37	30	12.85	51.40	8.73
1	4	37	30	12.77	50.18	8.74
1	5	37	30	12.78	50.51	8.88
1	6	37	30	12.82	51.68	8.67

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	7	37	30	12.75	50.87	8.82
1	8	37	30	12.75	51.03	8.79
1	9	37	30	12.80	50.68	8.69
2	1	37	30	12.14	51.56	8.26
2	2	37	30	12.03	51.86	8.38
2	3	37	30	12.12	52.19	8.17
2	4	37	30	12.06	51.81	8.26
2	5	37	30	12.00	50.45	8.38
2	6	37	30	12.00	50.64	8.24
2	7	37	30	12.00	51.50	8.16
2	8	37	30	12.00	51.01	8.21
2	9	37	30	11.96	51.68	8.36
1	1	37	60	11.91	45.25	3.63
1	2	37	60	11.90	45.90	3.69
1	3	37	60	11.86	46.13	3.66
1	4	37	60	11.84	46.48	3.61
1	5	37	60	11.81	46.14	3.64
1	6	37	60	11.84	45.35	3.70
1	7	37	60	11.88	46.24	3.67
1	8	37	60	11.81	46.23	3.70
1	9	37	60	11.87	46.79	3.66
2	1	37	60	11.35	44.29	3.31
2	2	37	60	11.37	44.65	3.29
2	3	37	60	11.39	42.92	3.28
2	4	37	60	11.39	44.03	3.28
2	5	37	60	11.30	42.70	3.32
2	6	37	60	11.34	42.55	3.28
2	7	37	60	11.35	43.42	3.29
2	8	37	60	11.33	44.16	3.30
2	9	37	60	11.34	44.17	3.33
1	1	37	90	11.65	48.06	3.20
1	2	37	90	11.62	47.89	3.25
1	3	37	90	11.62	48.33	3.19
1	4	37	90	11.58	48.52	3.24

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	5	37	90	11.58	47.92	3.22
1	6	37	90	11.55	47.50	3.27
1	7	37	90	11.60	48.30	3.22
1	8	37	90	11.56	47.16	3.22
1	9	37	90	11.58	48.01	3.26
2	1	37	90	11.98	44.89	3.05
2	2	37	90	11.48	44.90	3.25
2	3	37	90	11.41	45.65	3.25
2	4	37	90	11.37	44.51	3.18
2	5	37	90	11.34	44.77	3.25
2	6	37	90	11.34	46.65	3.25
2	7	37	90	11.32	45.02	3.17
2	8	37	90	11.31	45.40	3.26
2	9	37	90	11.35	44.77	3.20

EK 7. Vakum ile konsantre edilen demirhindi şerbetinin renk parametreleri ham verileri

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	<i>L</i>*	<i>h</i>^o	<i>C</i>*
1	1	4	0	13.22	47.30	12.81
1	2	4	0	13.21	47.81	12.79
1	3	4	0	13.22	47.37	12.97
1	4	4	0	13.19	47.84	12.94
1	5	4	0	13.19	47.57	12.88
1	6	4	0	13.17	46.80	12.75
1	7	4	0	13.13	47.52	12.82
1	8	4	0	13.18	47.48	12.90
1	9	4	0	13.16	48.03	12.93
2	1	4	0	15.00	51.91	15.75
2	2	4	0	14.94	51.24	15.75
2	3	4	0	10.05	51.81	15.68
2	4	4	0	15.00	51.68	15.73
2	5	4	0	14.92	51.20	15.73
2	6	4	0	14.95	52.07	15.85
2	7	4	0	14.90	51.65	15.75
2	8	4	0	14.97	51.55	15.80
2	9	4	0	14.91	52.19	15.81
1	1	4	30	12.43	50.50	9.57
1	2	4	30	12.41	49.78	9.47
1	3	4	30	12.40	50.46	9.64
1	4	4	30	12.44	50.95	9.46
1	5	4	30	12.43	50.91	9.59
1	6	4	30	12.42	49.89	9.42
1	7	4	30	12.43	50.77	9.40
1	8	4	30	12.49	50.20	9.41
1	9	4	30	12.42	50.50	9.41
2	1	4	30	12.52	49.67	8.65
2	2	4	30	12.52	49.66	8.75
2	3	4	30	12.48	50.51	8.74

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	4	4	30	12.54	49.71	8.56
2	5	4	30	12.46	49.40	8.62
2	6	4	30	12.54	49.71	8.58
2	7	4	30	12.51	49.75	8.59
2	8	4	30	12.56	49.98	8.52
2	9	4	30	12.53	49.71	8.58
1	1	4	60	12.85	43.50	5.06
1	2	4	60	12.82	43.59	5.09
1	3	4	60	12.86	44.30	5.06
1	4	4	60	12.83	43.98	5.06
1	5	4	60	12.83	44.07	5.12
1	6	4	60	12.89	43.51	5.09
1	7	4	60	12.82	43.18	5.06
1	8	4	60	12.82	44.22	5.04
1	9	4	60	12.79	43.91	5.09
2	1	4	60	13.15	42.55	3.61
2	2	4	60	12.56	42.54	3.76
2	3	4	60	12.20	41.69	3.90
2	4	4	60	12.12	42.52	3.89
2	5	4	60	12.01	42.09	3.87
2	6	4	60	11.99	42.65	3.93
2	7	4	60	11.94	43.27	3.93
2	8	4	60	11.88	41.94	3.95
2	9	4	60	11.88	45.24	3.75
1	1	4	90	12.59	45.79	4.75
1	2	4	90	12.64	45.45	4.72
1	3	4	90	12.61	45.45	4.76
1	4	4	90	12.61	45.96	4.76
1	5	4	90	12.57	45.71	4.72
1	6	4	90	12.52	45.28	4.80
1	7	4	90	12.61	45.71	4.70
1	8	4	90	12.57	45.54	4.70
1	9	4	90	12.57	45.11	4.73

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	1	4	90	12.76	41.19	5.29
2	2	4	90	12.76	41.37	5.22
2	3	4	90	12.75	42.33	5.27
2	4	4	90	12.73	41.17	5.26
2	5	4	90	12.73	41.72	5.28
2	6	4	90	12.74	41.34	5.29
2	7	4	90	12.75	40.84	5.23
2	8	4	90	12.68	40.56	5.28
2	9	4	90	12.69	40.65	5.28
1	1	20	0	13.22	47.30	12.81
1	2	20	0	13.21	47.81	12.79
1	3	20	0	13.22	47.37	12.97
1	4	20	0	13.19	47.84	12.94
1	5	20	0	13.19	47.57	12.88
1	6	20	0	13.17	46.80	12.75
1	7	20	0	13.13	47.52	12.82
1	8	20	0	13.18	47.48	12.90
1	9	20	0	13.16	48.03	12.93
2	1	20	0	15.00	51.91	15.75
2	2	20	0	14.94	51.24	15.75
2	3	20	0	10.05	51.81	15.68
2	4	20	0	15.00	51.68	15.73
2	5	20	0	14.92	51.20	15.73
2	6	20	0	14.95	52.07	15.85
2	7	20	0	14.90	51.65	15.75
2	8	20	0	14.97	51.55	15.80
2	9	20	0	14.91	52.19	15.81
1	1	20	30	12.61	49.83	10.81
1	2	20	30	12.57	49.85	10.68
1	3	20	30	12.61	49.32	10.66
1	4	20	30	12.54	51.14	11.28
1	5	20	30	12.57	48.15	10.64
1	6	20	30	12.59	49.49	10.71

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	7	20	30	12.61	49.36	10.56
1	8	20	30	12.61	48.95	10.64
1	9	20	30	12.56	49.27	10.71
2	1	20	30	12.05	50.30	8.39
2	2	20	30	11.95	49.23	8.39
2	3	20	30	11.88	48.23	8.36
2	4	20	30	11.92	49.17	8.42
2	5	20	30	11.86	49.09	8.47
2	6	20	30	11.92	49.48	8.38
2	7	20	30	11.83	48.79	8.40
2	8	20	30	11.86	48.36	8.38
2	9	20	30	11.83	49.21	8.52
1	1	20	60	13.90	43.26	4.82
1	2	20	60	13.04	42.74	5.14
1	3	20	60	12.91	42.97	5.14
1	4	20	60	12.89	42.83	5.18
1	5	20	60	12.87	43.06	5.17
1	6	20	60	12.86	42.98	5.15
1	7	20	60	12.87	42.49	5.12
1	8	20	60	12.87	43.06	5.16
1	9	20	60	12.91	43.12	5.12
2	1	20	60	12.44	43.34	4.34
2	2	20	60	12.28	44.29	4.46
2	3	20	60	12.32	43.92	4.41
2	4	20	60	12.31	44.47	4.43
2	5	20	60	12.30	43.66	4.45
2	6	20	60	12.33	44.57	4.45
2	7	20	60	12.31	43.92	4.43
2	8	20	60	12.25	44.57	4.43
2	9	20	60	12.26	43.75	4.46
1	1	20	90	12.57	43.22	5.17
1	2	20	90	12.57	42.71	5.07

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
1	3	20	90	12.57	42.72	5.10
1	4	20	90	12.59	42.80	5.11
1	5	20	90	12.60	41.99	5.08
1	6	20	90	12.59	42.55	5.09
1	7	20	90	12.57	43.18	5.06
1	8	20	90	12.60	42.78	5.05
1	9	20	90	12.58	42.71	5.09
2	1	20	90	11.86	42.21	4.04
2	2	20	90	11.84	42.23	4.06
2	3	20	90	11.84	41.87	4.12
2	4	20	90	11.80	42.02	4.05
2	5	20	90	11.84	42.51	4.03
2	6	20	90	11.87	42.09	4.01
2	7	20	90	11.81	41.31	4.05
2	8	20	90	11.86	42.10	4.03
2	9	20	90	11.83	42.04	4.08
1	1	37	0	13.22	47.30	12.81
1	2	37	0	13.21	47.81	12.79
1	3	37	0	13.22	47.37	12.97
1	4	37	0	13.19	47.84	12.94
1	5	37	0	13.19	47.57	12.88
1	6	37	0	13.17	46.80	12.75
1	7	37	0	13.13	47.52	12.82
1	8	37	0	13.18	47.48	12.90
1	9	37	0	13.16	48.03	12.93
2	1	37	0	15.00	51.91	15.75
2	2	37	0	14.94	51.24	15.75
2	3	37	0	10.05	51.81	15.68
2	4	37	0	15.00	51.68	15.73
2	5	37	0	14.92	51.20	15.73
2	6	37	0	14.95	52.07	15.85
2	7	37	0	14.90	51.65	15.75
2	8	37	0	14.97	51.55	15.80

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	9	37	0	14.91	52.19	15.81
1	1	37	30	14.86	45.12	8.03
1	2	37	30	14.24	47.76	8.00
1	3	37	30	14.65	48.40	8.28
1	4	37	30	13.27	48.42	8.59
1	5	37	30	12.93	48.83	8.73
1	6	37	30	12.62	48.78	8.74
1	7	37	30	12.54	48.60	8.84
1	8	37	30	12.49	49.26	8.81
1	9	37	30	12.43	47.74	8.81
2	1	37	30	12.74	47.86	6.87
2	2	37	30	12.22	48.22	7.10
2	3	37	30	11.92	49.32	7.27
2	4	37	30	11.91	49.40	7.05
2	5	37	30	11.84	47.61	7.22
2	6	37	30	11.80	48.96	7.32
2	7	37	30	11.78	48.53	7.29
2	8	37	30	11.78	49.06	7.34
2	9	37	30	11.72	48.21	7.26
1	1	37	60	11.65	42.35	3.79
1	2	37	60	11.61	42.84	3.71
1	3	37	60	11.61	43.18	3.74
1	4	37	60	11.64	43.15	3.69
1	5	37	60	11.62	41.76	3.73
1	6	37	60	11.63	41.45	3.75
1	7	37	60	11.68	43.37	3.69
1	8	37	60	11.63	43.19	3.76
1	9	37	60	11.64	42.40	3.71
2	1	37	60	11.46	43.17	3.29
2	2	37	60	11.43	43.33	3.35
2	3	37	60	11.46	44.29	3.31
2	4	37	60	11.44	43.09	3.35
2	5	37	60	11.41	43.70	3.36

Tekerrür	Paralel	Depolama Sıcaklığı (°C)	Depolama Süresi (gün)	L^*	h^o	C^*
2	6	37	60	11.43	44.17	3.34
2	7	37	60	11.41	44.19	3.40
2	8	37	60	11.43	42.44	3.29
2	9	37	60	11.42	42.95	3.33
1	1	37	90	12.14	45.02	3.17
1	2	37	90	12.78	44.51	3.18
1	3	37	90	12.65	44.40	3.23
1	4	37	90	12.6	47.02	3.25
1	5	37	90	12.52	45.15	3.32
1	6	37	90	12.53	47.02	3.25
1	7	37	90	12.47	44.78	3.30
1	8	37	90	12.55	44.90	3.17
1	9	37	90	12.46	45.64	3.26
2	1	37	90	11.29	45.16	2.93
2	2	37	90	11.20	45.02	3.01
2	3	37	90	11.23	44.35	3.02
2	4	37	90	11.20	42.57	2.97
2	5	37	90	11.19	44.21	3.00
2	6	37	90	11.20	45.95	3.05
2	7	37	90	11.21	44.07	2.99
2	8	37	90	11.21	45.29	3.03
2	9	37	90	11.21	43.80	2.99

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Behiye ÖZALTIN

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 20 Ağustos 1990, Kayseri

Medeni Durumu: Bekar

Tel: 0544 221 94 33

email: behiyeozaltin@hotmail.com

Yazışma Adresi: Şirinevler mahallesi, Erkilet bulvarı, Demir Apt. 110/3

Kocasinan/Kayseri

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	-
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü	2012
Lise	Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesi, Kayseri	2008

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
03/2013-06/2013	Azık Yemek A. Ş.	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce