

T.C
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KUŞBURNU (*ROSA CANINA L.*) TOHUMU TOZUNUN
MİNERAL VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SATI GAMZE ÇÜRÜK

DENİZLİ, TEMMUZ-2023

T.C
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



KUŞBURNU (*ROSA CANINA L.*) TOHUMU TOZUNUN
MİNERAL VE BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SATI GAMZE ÇÜRÜK

DENİZLİ, TEMMUZ-2023

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Satı Gamze ÇÜRÜK

imza

ÖZET

**KUŞBURNU (*ROSA CANINA L.*) TOHUMU TOZUNUN MİNERAL VE
BİYOAKTİF BİLEŞEN İÇERİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SATI GAMZE ÇÜRÜK
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ KİMYA
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ABDULLAH AKDOĞAN
DENİZLİ, TEMMUZ-2023**

Bu çalışmanın amacı, süperkritik karbondioksit ekstraksiyon sistemi aracılığı ile kuşburnu (*Rosa canina L.*) unundan elde edilen ekstraktın biyoaktif bileşen içeriğini inceleyerek, toplam fenolik, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan aktivitesi hesaplamaktır. Biyoaktif bileşen bakımından analizler gaz kromatografi kütle spektrometrisiyle gerçekleştirilmiştir. Ekstraktın biyoaktif bileşen analizinde muhtemel bileşenler NIST11, organik asit ve FFNSC3 kütüphanelerin taramasıyla yapıldı. Kuşburnu unu proses öncesi meyve ve proses sonrası ürünün ağır metal içerikleri de incelenmiştir.

Kuşburnu unu süperkritik akışkan ekstraksiyonu yöntemi aracılığıyla elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği 214,4mg gallik asit/kg kuşburnu olarak bulunmuştur. *R. Canina L.* ekstraktlarında toplam flavonoid içeriği 21,1 mg kuersetin eşdeğeri/ kg ve antioksidan kapasitesi DPPH sonuçlarında 64,8 µmol TEAC/g olarak belirlenmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda, süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu sonunda elde edilen ekstraktın 50 kat metanol ile seyreltilmiş ve herhangi bir ön işlem uygulanmadan GC-MS'e enjekte edilmesinden 15 tane biyoaktif bileşen gözlenmiştir. Toplam fenolik madde, toplam flavonoid içeriği ve antioksidan miktarları literatürde yer alan yerli ve yabancı araştırmacıların bildirdikleri sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, kuşburnu tozu ve çekirdek için ağır metal ve mineral madde içerikleri ICP-MS ile analizlendi. Elde edilen sonuçlar kuşburnu tozunda 0,064 -9134,1 mg/kg aralığındayken, çekirdek için bu aralık 0,143-1929,5 mg/kg

bulunmuştur. Kuşburnu tozunda en yüksek derişim değeri potasyum, çekirdekte ise magnezyum mineralinde gözlendi. En düşük derişim değeri ise her iki örnek için vanadyum ağır metalinde çıkmıştır.

Bu tez çalışması yabani olarak kendiliğinden yetişen ve ekonomik olarak da yeterli değerlendirilme alanı olmayan kuşburnunun tüketici sağlığını olumlu etkileyecek gıda bileşenlerini önemli ölçüde içerdiğini ortaya koymuştur.



ANAHTAR KELİMELEER: Kuşburnu tozu, *Rosa canina L.*, Mineral, Ağır metal, Süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu, Kromatografi, Biyoaktif bileşen

ABSTRACT

İNVESTİGATION OF MİNERAL AND BİOACTIVE COMPONENT CONTENTS OF ROSEHIP SEED POWDER

MSC THESIS

SATI GAMZE ÇÜRÜK

**PAMUKKALE UNIVERSITYINSTITUTE OF SCIENCE CHEMİSTRY
ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. ABDULLAH AKDOĞAN
DENİZLİ, JULY-2023**

The aim of this study is to calculate the total phenolic, total flavonoid content and antioxidant activity by examining the bioactive component content of the extract obtained from rosehip (*Rosa canina L.*) flour through the supercritical carbon dioxide extraction system. Analyzes for bioactive components were performed by gas chromatography mass spectrometry. Possible components like NIST11, organic acid and FFNSC3 in the bioactive component analysis of the extract were made by scanning the of libraries. The fruit of the rosehip flour before the process and the heavy metal contents of the product after the process were also examined.

The total phenolic content of the extracts obtained by the supercritical fluid extraction method of rosehip flour was found to be 214.4mg gallic acid/kg rosehip. The total flavonoid content in *R. Canina L.* extracts was determined as 21.1 mg quercetin equivalent/kg and the antioxidant capacity was determined as 64.8 μ mol TEAC/g in the DPPH results.

As a result of the research, 15 bioactive components were observed when the extract obtained at the end of supercritical carbon dioxide extraction was diluted 50 times with methanol and injected into GC-MS without any pretreatment. Total phenolic substance, total flavonoid content and antioxidant amounts were compared with the results reported by local and foreign researchers in the literature. In addition, heavy metal and mineral substance contents for rosehip powder and seeds were

analyzed by ICP-MS. While the results obtained were in the range of 0.064 -9134.1 mg/kg for rosehip powder, this range was found to be 0.143-1929.5 mg/kg for seeds. The highest concentration value in rosehip powder was observed in potassium, and in the seed magnesium mineral. The lowest concentration value was found in vanadium heavy metal for both samples.

This thesis has revealed that wildering rose hips, which grow by themselves and are not economically sufficient, contain food components in a considerable extent that will positively affect consumer health.



KEYWORDS: Rosehip powder, *Rosa canina L.*, Mineral, Heavy metal, supercritical carbon dioxide extraction, Bioactive component.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KUŞBURNU	3
2.1 Kuşburnunun Kimyasal Bileşimi ve Besin Değeri.....	6
2.2 Kuşburnu Kullanım Alanları	8
3. BİYOAKTİF BİLEŞENLER.....	10
3.1 Kuşburnunda Bulunan Bazı Biyoaktif Bileşenler	11
3.1.1 Antioksidan Maddeler.....	11
3.1.2 C Vitamini.....	12
3.1.3 E vitamini (α -tokoferol)	15
3.1.4 Karotenoid.....	17
3.1.4.1 A vitamini (β -Karoten).....	18
3.1.5 Polifenoller.....	20
3.1.5.1 Flavonoid.....	21
3.1.5.2 Fenolik Asitler	24
3.1.6 Mineraller	25
4. SÜPERKRİTİK AKIŞKAN EKSTRAKSİYONU.....	26
4.1 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonunun Avantaj Ve Dezavantajları	27
4.2 Süperkritik Akışkanın Seçimi	28
4.3 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu	31
4.4 Süperkritik Akışkanların Uygulama Alanları.....	33
5. MATERYAL VE YÖNTEM	34
5.1 Materyal.....	34
5.1.1 Kuşburnu Örneği.....	34
5.1.2 Kullanılan Çözücüler	34
5.1.3 Kullanılan Cihazlar	34
5.2 Yöntem	37
5.2.1 Mikrodalga Yöntemi	37
5.2.2 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu.....	39
5.2.3 Antioksidan (DPPH) Analizi.....	42

5.2.4	Toplam Fenolik Madde Analizi	43
5.2.5	Toplam Flavonoid Madde Analizi	45
6.	TARTIŞMA VE BULGULAR.....	47
6.1	Kuşburnu Tozu Ekstraktının Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivite İçerikleri.....	47
6.2	Kuşburnu Tozu Ekstraktının Biyoaktif Bileşen İçeriği	52
6.3	Kuşburnu Tozu Ağır Metal İçeriği	53
7.	SONUÇ	60
8.	KAYNAKÇA.....	62
9.	ÖZGEÇMİŞ.....	75



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Kuşburnu bitkisinin ülkemizdeki yayılışı.....	5
Şekil 2.2: Kuşburnu bitkisinin çiçek ve meyvesi	5
Şekil 3.1: Antioksidanların sınıflandırılması	12
Şekil 3.2: Askorbik asit (C vitamini)	13
Şekil 3.3: L-askorbik asidin dönüşümlü olarak dehidro-l-askorbik aside okside olması.....	13
Şekil 3.4: E vitamininin yapısı	16
Şekil 3.5: β -karotenin kimyasal formülü.....	19
Şekil 3.6: Temel flavonoid yapısı yapısı.....	21
Şekil 3.7: Flavonoidlerin gruplarının temel kimyasal yapıları.....	22
Şekil 4.1: Bir saf maddenin sıcaklık-basınç (t–p) diyagramı	27
Şekil 4.2: İki faz bölgesindeki CO ₂ 'in artan basınç ve sıcaklıkla süperkritik hale geçişi	30
Şekil 4.3: Süperkritik akışkan ekstraksiyon sisteminin şematik gösterimi	32
Şekil 5.1: Süperex F-500 model süper kritik CO ₂ ekstraksiyon sistemi.....	35
Şekil 5.2: Mikrodalga çözünürleştirme yöntemi akış şeması.....	39
Şekil 5.3: Kuşburnu tozu.....	40
Şekil 5.4: Ekstraksiyon işlemi biten kuşburnu unu.....	40
Şekil 5.5: Ekstraksiyon kesesi.....	41
Şekil 5.6: Ekstraksiyon hücresi	41
Şekil 5.7: Vialde toplanan ekstrakt.	42
Şekil 5.8: Troloks standart çözeltilerinin kalibrasyon grafiği.	43
Şekil 5.9: Gallik asit standart çözeltilerinin kalibrasyon grafiği.....	45
Şekil 5.10: Kuersetin standart eğrisi	46
Şekil 6.1: Kuşburnu tozu ekstraktının gc-ms kromatogramı.	52

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Türkiye’de doğal olarak yetişen kuşburnu türleri ve yayılış alanları.	4
Tablo 2.2: Taze kuşburnu meyvesinin kimyasal kompozisyonu	7
Tablo 2.3: Kuşburnundaki önemli vitamin ve mineraller	7
Tablo 3.1: Biyoaktif bileşenlerin sınıflandırılması	11
Tablo 3.2: Çeşitli meyve ve sebzelerin içerdiği vitamin c miktarı	14
Tablo 3.3: Hammadde, ön ısıtma işlemi, pulp ve meyve suyuna işlem aşamalarında askorbik asit değerleri.....	15
Tablo 3.4: α -tocopherol contents in fruits, fruit flesh, and seeds of rosa canina	17
Tablo 3.5: Kuşburnu meyvesinin karotenoid madde dağılımı.	18
Tablo 3.6: İnsanlarda a vitamini ve β -karoten ihtiyacının yaş ve cinsiyete göre değişimi.....	20
Tablo 3.7: Farklı iskelet yapılarına göre flavonoidler	23
Tablo 4.1: Bazı süperkritik çözücülerin kritik özellikleri	28
Tablo 4.2: Süperkritik CO ₂ ile gaz ve sıvıların özelliklerinin karşılaştırılması	31
Tablo 5.1: Gc çalışma şartları	36
Tablo 5.2: Ms çalışma şartları.....	37
Tablo 5.3: Uygulanan mikrodalga programı	39
Tablo 6.1: Kuşburnu unu ekstraktının toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri ve literatürle karşılaştırılması.....	48
Tablo 6.2: Kuşburnu unu ekstraktının gc–ms analiz sonucu gözlenen biyoaktif bileşenler.	52
Tablo 6.3: Kuşburnunda bulunan ağır metallerin konsantrasyonları (mg/kg)	53
Tablo 6.4: Bitkilerde kabul edilen metal referans kabul değeri	59

KISALTMALAR

ODOÜ	:Odun dışı orman ürünleri
OGM	:Orman genel müdürlüğü
M	:metre
g	:gram
AA	:Askorbik asit
Mg	:miligram
SCFE	:Süperkritik akışkan ekstraksiyonu
CO₂	:Karbondioksit
K	:Kelvin
kPa	:kilopascal
SC-CO₂	:Süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu
MW	:Mikrodalga tekniği
HCL	:Hidroklorik asit
Max	:Maksimum
Nm	:Nanometre
TFMM	:Toplam fenolik madde miktarı
DPPH*	:2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
GAE	:Gallik asit eşdeğeri
TEAC	:Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrencisi olarak beni kabul eden ve Tez çalışmam süresi boyunca danışmanlığımı üstlenerek destekleyen, değerli fikirleriyle beni yönlendiren, her zaman bilgilerini paylaşarak ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Abdullah AKDOĞAN’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ve GC-MS analizleri için bana birçok katkıda bulunan Doğal Bitki Ürünleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketine teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, emek veren, maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen sevgili annem ve babam; Gülnaz ve Salih HOŞAFÇI’ya, her zaman her koşulda yanımda olan, moral ve motivasyonumu daima arttıran eşim Murat ÇÜRÜK’e teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Kuşburnu bitkisinin tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Kuşburnunun önemi çok eskiden fark edilmiştir. Mitolojide “Tanrıların Gıdası” diye adlandırılan kuşburnu, M.Ö. Akdeniz ülkelerinde kuşburnu, saflık ve temizlik simgesi olarak kullanılmıştır. Aynı zamanda Romalılar, kuşburnu çiçeğini karın ağrıları için ilaç olarak kullanmış ve meyvelerinden şarap, reçel ve kek yapmışlardır. Kuşburnu, tarih boyunca farklı kültürlerde farklı amaçlar için kullanılmış değerli bir bitkidir (Özdemir ve Tor 2021).

Yenilebilir bir doğal kaynak olan orman, Antik Çağ’dan beri çok farklı ihtiyaçları karşılamak için kullanılmıştır. Ormandan elde edilen bitkisel ürünler, mantarlar ve hayvansal ürünler odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) olarak adlandırılmıştır. Günümüzde ODOÜ’ni OGM üç temel gruba ayırmıştır: bitkisel kökenli, hayvansal kökenli ve minerallerdir (Kurt ve diğ. 2016). ODOÜ olan kuşburnu ise bitkisel ürünler sınıfında yer almaktadır.

Kuşburnu (*Rosa canina L.*), Gülgiller (*Rosaceae*) familyasına mensup bir bitki türüdür. *Rosoideae* alt familyasında yer alır. Kuşburnu, çok yıllık bir bitkidir ve çalı formunda büyür. Kuşburnu genellikle yabangülü, itgülü, deligül, itburnu, gülelması, yiriç, şillan gibi farklı adlarla da bilinen genellikle kırmızı - turuncu renge ve yumurtamsı bir şekle sahip olan meyvedir (Karasakal 2007).

Kuşburnu, besin değeri yüksek olan ve insan sağlığı için birçok fayda sağlayan bir meyve türlerinden biridir. Vitaminler, mineraller ve fitokimyasal maddeler bakımından zengindir. Bunun dışında kuşburnu sebze ve meyveler içerisinde en fazla C vitamini içeren türlerden biridir. Bu nedenle, kuşburnu gerek gıda gerekse ilaç sanayisinde önemli bir yere sahiptir (Eroğlu 2014).

Kuşburnu (*Rosa canina L.*) zengin bir bitkidir ve antosiyaninler, prosiyanidinler, kateşin, kuarsetin, gallik asit, elgallik asit gibi polifenolik bileşikler de dahil olmak üzere çeşitli bileşikler içerir. Ayrıca, organik asitler, esansiyel yağ asitleri, tokoferoller, karotenoidler, C vitamini, fenolikler ve şekerler gibi değerli besin maddeleri de bulunur. Bu bileşiklerin, kuşburnunun antioksidan, anti-enflamatuar ve sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Tabaszewska ve Lejko 2020).

İdeal bir ekstraksiyon yöntemi, hızlı, basit ve maliyet açısından uygun olmalıdır. İstenilen analit, mümkün olduğunca kayıp veya bozunma olmadan elde edilmelidir ve ek işlemlere ihtiyaç duyulmadan analize hazır hale gelmelidir. Analit kaybı veya bozunma, analiz sonuçlarının güvenilirliğini etkileyebilir ve yanlış sonuçlara yol açabilir. Geleneksel çözücü bazlı ekstraksiyon yöntemleri genellikle bu hedeflere tam olarak uygun değildir. Özellikle çözücünün seyreltik ekstrenin konsantre hale getirilmesi süreci saatler hatta günler sürebilir ve istenen analitin geri kazanımı konusunda sorunlar yaşanabilir. Ayrıca, çözücülerin çevresel etkileri, zararlı atık çözücülerin imha edilmesi, maliyet ve atmosfere salınan emisyonlar gibi konular son zamanlarda alternatif ekstraksiyon yöntemlerinin araştırılmasına yol açmıştır. Bu bağlamda, SCFE, 1980'lerin ortalarında ekstraksiyon sürecindeki zorluklara umut vadeden bir çözüm olarak geliştirilmiştir. Bu yöntem, süperkritik akışkanların kullanımına dayanır ve çeşitli avantajlar sunar. Bu konuda Luque de Castro'nun 2000 yılında yayımlanan çalışması önemli bir referanstır. Araştırmamızda SFC-CO₂ (Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyonu) yöntemi kullanarak kuşburnu ununun ekstraksiyon işlemi gerçekleştirildikten sonra, ağır metal, flavonoid, antioksidan ve polifenol içeriklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemin yüksek verimli ve kaliteli ürün elde etmede etkili olduğu bilinmektedir. Araştırmanızın sonuçları, kuşburnu tozunun içerdiği bu bileşiklerin miktarını ve potansiyel sağlık faydalarını ortaya koyabilir.

2. KUŞBURNU

Rosa canina L. (kuşburnu); gülgiller (*Rosaceae*) familyasına ait özellikle *Rosaideae* alt familyasına giren bitkilerin meyvesi olarak tanımlanabilir. Kuşburnu olarak bilinen gül meyvesidir. Latince adı ise *Fruktus Rosae* şeklindedir (Duman 2014).

Kuşburnu bitkisi, bilimsel sınıflandırmasına göre *Magnoliophyta* bölümüne, *Magnoliopsida* sınıfına, *Rosidae* altsınıfına, *Rosales* takımına, *Rosaceae* familyasına ve *Rosa* cinsine aittir. Özel olarak, türü *Rosa canina L.*'dir. Bu bilgiler, kuşburnu bitkisinin taksonomik sınıflandırmasını göstermektedir (Öz 2016).

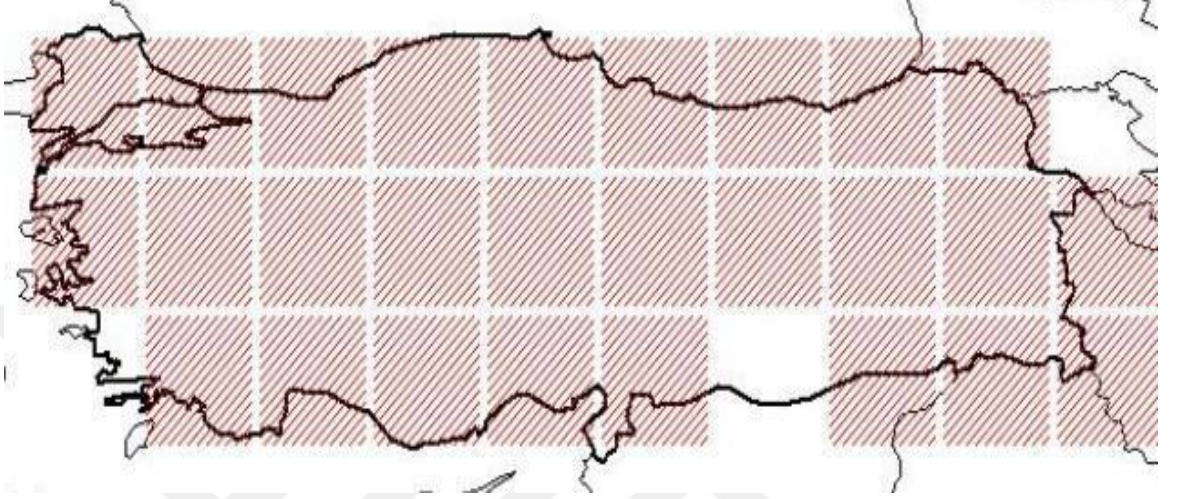
Dünya genelinde 100'den fazla türü bulunan kuşburnu bitkisinin Türkiye'de 27 türü mevcuttur ve bu türlerin belirli alt grupları farklı coğrafi bölgelerde yayılmıştır. Türkiye'de doğal olarak yetişen kuşburnu (*Rosa L.*) türleri ve dağılım bölgeleri Tablo 2.1'de listelenmiştir. Ayrıca, kuşburnu 5 alt tür, 2 varyete ve 15 melez içermektedir. Bahsi geçen kuşburnu türlerinin 16'sı özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır (Okcu ve diğ. 2017).

Tablo 2-1: Türkiye’de doğal olarak yetişen kuşburnu türleri ve yayılış alanları (Duman 2014)

Kuşburnu (<i>Rosa L.</i>) Türleri	Bölge
<i>Rosa sempervirens L.</i>	Çanakkale, İstanbul, K.Maraş
<i>R.phoenicia boiss.</i>	Çanakkale, İzmir, Adana, Adıyaman, Siirt
<i>R.arvensis huds.</i>	Adana
<i>R.pisiformis D. Sosn.</i>	Kars, Erzincan, Erzurum, Ağrı, Van
<i>R.beggeriana schrenk</i>	Amasya, Erzurum, Elazığ
<i>R.foetida J. Herrm</i>	Manisa, Ankara, K.Maraş, Erzincan, Van
<i>R.hemisphaerica J. Herrm</i>	Konya, Kars, Uşak, Elazığ
<i>R.pinpinellifolia L.</i>	Gümüşhane, Ağrı, Van
<i>R.clymaitica boiss.& hausskn.</i>	Çoruh vadisi
<i>R.gallica L.</i>	Ordu, Ankara, Sinop
<i>R.villosa L.</i>	Çankırı, Yozgat, Balıkesir
<i>R.hirtissima lonacz.</i>	Çoruh vadisi
<i>R.tomentosa smith</i>	Hatay
<i>R.jundzillii beser</i>	Sivas, Erzincan
<i>R.micrantha sm.</i>	İzmir, Trabzon, Konya
<i>R.agrestis savi</i>	Kırklareli, İstanbul
<i>R.pulverulenta bieb.</i>	Türkiye geneli
<i>R.sicula tratt</i>	Kaz dağı
<i>R.horrida fischer</i>	İstanbul, Antalya, Amasya
<i>R.iberice stev. In bieb.</i>	Bolu, Kars, Van
<i>R.montana chaix subsp. Woronowii ö. nilsson</i>	Sivas, Ağrı
<i>R.canina L.</i>	Türkiye geneli
<i>R.dumalis bechst. Subsp. Boissieri ö. Nilsson</i>	Isparta
<i>R.heckeliana tratt.</i>	Sivas, Bitlis, Mardin

Çoğunlukla 1.5 ila 3.5 metre yüksekliği arasında olan *Rosa canina L.*, genellikle dalları geriye doğru kıvrılmış bir şekle sahip olup bazen tırmanıcı, bazen de dik çalı formlara sahiptir. Büyüyen dikenleri, geriye doğru kıvrılıp genişlemeye başlar. Koyu yeşil renkteki yaprakçıklar, genellikle 5-7 adet bulunur. Yaprakçıkların şekilleri geniş yumurta biçiminden dar elips şekline kadar değişebilir. Çiçekler tek başına veya 2 ila 16 tanesi yan yana bulunabilir. Kuşburnu genellikle mayıs-temmuz ayları arasında çiçeklenme dönemine sahiptir. Bitki, 30 ila 2500 metre rakımlarında orman açıklıklarında ve kayalık yamaçlarda yaygın olarak bulunur. Bu tür habitatlarda doğal olarak yetişir ve çeşitli iklim koşullarına uyum sağlayabilir. Çiçeklenmeden sonra çanak yapraklar dökülür. Bu yapraklar tam veya tüylü loblu olabilir ve genellikle geriye doğru kıvrıktır. Taç yapraklar ise beyazdan açık pembe ve koyu pembe renklere kadar değişebilir. Kuşburnu meyvelerinin şekli küreden

yumurta biçimine kadar farklılık gösterebilir. Meyveler genellikle 1 ila 3 cm boyutunda olup, sarıya benzer, kırmızı ya da pembemsi renkte olabilir (Şekil 2.2). Olgunlaşma genellikle sonbahar mevsiminde gerçekleşir. Türkiye'nin hemen her bölgesinde *Rosa canina L.* türü bulunur (Kutbay ve Kılınç 1996). Kuşburnu bitkisinin dağılımı ise Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Öz 2016).



Şekil 2.1: Kuşburnu bitkisinin ülkemizdeki yayılışı



Şekil 2.2: Kuşburnu bitkisinin çiçek ve meyvesi

Kuşburnunun önemi, içerdiği C ve P vitaminleriyle birlikte diğer vitaminler ve mineraller bakımından zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu 1982).

2.1 Kuşburnunun Kimyasal Bileşimi ve Besin Değeri

Kuşburnunun kimyasal bileşimini belirlemek için birçok araştırma gerçekleştirilmiştir. Olgunlaşan taze kuşburnu meyvelerinde çekirdekler %35 ila %45 arasında bulunurken, et kısmı %41 - %55 su ve %34 - %44 suda çözünebilen kuru madde içermektedir (Cemeroğlu 1982).

Farklı oluşum aşamalarında kuşburnu meyvesinin kimyasal bileşimi araştırılmıştır. Yıldız ve Nergiz (1996) yaptığı çalışmada, taze kuşburnu meyvesinin bileşimi Tablo 2.2'de sunulmuştur. Bu bulgular, kuşburnu meyvesinin bileşiminin farklı oluşum aşamalarında değişebileceğini göstermektedir.

Kuşburnu, insan sağlığı için büyük önem taşıyan C vitamini (AA), karotenoidler, tokoferol, fenolik asit, bioflavonoidler, tanen, pektin, organik asitler, amino asit, uçucu yağ ve doymamış yağ asitleri gibi biyoaktif bileşikler açısından zengindir (Biswash Sapkota, 2022). Bunun dışında kuşburnu meyvesi, diğer birçok meyve türünden ekstra fazla çeşitli fitokimyasalları bünyesinde barındırır (Dölek 2013). Toplam fenolik, L-askorbik asit içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi en yüksek olan *Rose canina* türüdür (Murathan ve diğ. 2016).

Kuşburnu meyveleri, içerdikleri birçok biyoaktif bileşenle dikkat çeker, ancak C vitamini (AA) ve fenolik bileşikler, kuşburnu meyvesinin en önemli biyoaktif bileşenleridir (Eroğlu 2014). İnsan vücudu sentezleyemediği askorbik asiti (C vitamini) dışarıdan alması gerekmektedir. Aynı zamanda, vücudun en fazla miktar olarak ihtiyaç duyduğu vitamin yine C vitamini olarak bilinir. AA suda çözünür bir antioksidandır, ayrıca her yaşta insanın beslenmesinde oldukça öneme sahip olup, insan vücudunda birçok işlevi vardır (Eroğlu 2014, Akyüz ve diğ. 1996, Yıldız ve Nergiz 1996). Kuşburnu meyvesi, C vitamini dışında yapısında bulundurduğu flavonoid miktarıyla da güçlü bir antioksidan kaynağıdır. Araştırmalar, taze kuşburnu meyvesinin antioksidan kapasitesinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, meyveye uygulanan işlemler ve tüketim süreci, askorbik asit düzeyinde azalmaya neden olabilir (Taştekin 2017). Kuşburnu meyvesi, C vitamini dışında P, K, E, B1, B2 vitaminlerini, provitamin A'yı, kalsiyum, çinko, potasyum, demir, magnezyum, manganez, sodyum ve fosfor gibi önemli mineralleri içermesiyle (Tablo 2.2) oldukça faydalı bir meyvedir (Günaydın 2020, Tipi 1996).

Tablo 2.2: Taze kuşburnu meyvesinin kimyasal kompozisyonu

Su, (%)	41.0-70.08
Toplam kuru madde, (%)	29.92-59.0
Suda çözünür kuru madde, (%)	20.05-48.1
Toplam asit (Malik a.), (%)	0.95-4.0
Toplam şeker, (%)	8.68-22.44
indirgen şeker, (%)	7.55-21.29
Sakaroz, (%)	1.08-2.01
Selüloz, (%)	2
Protein, (%)	8.58-11.45
P vitamini, (mg/100g)	1320-3320
K vitamini, (mg100g)	0.022-0.080
Karotenoid, (mg100g)	3.8
Kül, (%)	2
Sodyum, (ppm)	18
Magnezyum, (ppm)	152
Bakır, (ppm)	3.2

Tablo 2.3: Kuşburnundaki önemli vitamin ve mineraller (Demir ve Acar 1996)

Kimyasal madde	Miktar
C vitamini	20-5000 mg/100 g
A vitamini	2.55-6.18 mg/100g
B1 vitamini	120mg/100g
B2 vitamini	7mg/100g
Kalsiyum	99-342 ppm
Fosfor	1100-3320ppm
Çinko	1.9 ppm
Demir	21 ppm
Potasyum	4203 ppm
Mangan	880 ppm

Kuşburnu meyvesi işlenirken geriye kalan çekirdekler genellikle artık olarak kabul edilir. Kuşburnu meyvesinin asıl yararlanılan kısmı meyve eti olsa da çekirdeklerinin de önemli kullanım alanları mevcuttur. Ekonomik açıdan çok değerli olan kuşburnu meyvesinin çekirdeklerinin yatıştırıcı olarak kullanılması önemini arttırmaktadır. Ayrıca bu tohumla beslenmiş farelerle yapılan bir deneyde kuşburnu tohumunun diyetik insan gıdalarında bir bileşen olarak kullanılabileceği gündeme gelmiştir (Kadalkal ve Nergiz 1999, Kadalkal ve Nas 2002).

Taze kuşburnu meyvelerinin %35-45 arasında çekirdek içerdiği bildirilmektedir. Çekirdeklerin kurumadde olarak %91.84-92.24, protein olarak %6.89-8.64, kül olarak %1.94-2.09, askorbik asit olarak 0.22-0.44 mg/100g, yağ olarak %6.92-8.60 ve eterik yağ olarak %2-3 içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kuşburnu çekirdekleri, yüksek oranda doymamış yağ asitleri içermekte olup, meyve etine göre daha fazla E vitamini içermektedir. En fazla bulunan yağ asitleri linoleik asit (%50.08), araşidik asit (%20.00) ve oleik asit (%19.31) olarak tohum yağında saptanmıştır (Kadalk ve diğ. 1999, Nas ve Kadalk 2002).

Kuşburnunu içerdiği mineral maddeler ve fitokimyasal maddelerden maksimum oranda faydalanabilmek amacıyla doğru hasat zamanında toplamak önemlidir. Yanlış toplama dönemi seçimi, meyve türlerinin sağlık katkılarının elde edilememesine ve ürün içindeki mineral maddelerin ve fitokimyasalların hızla kaybolmasına neden olabilir. Zamansız (erken veya geç) hasatlar, kuşburnu meyvesinin olgunlaşma sürecinde tam olarak oluşmayan veya sentezlenen maddelerin kaybolmasına neden olabilir. Bu durum organik ve inorganik maddelerin tam olarak gelişmemesine işaret eder (Dölek 2013). Doğru hasat zamanının belirlenmesi, kuşburnu meyvesinin optimal besin içeriğini ve kalitesini sağlamak için önemlidir.

2.2 Kuşburnu Kullanım Alanları

Son yıllarda sağlıklı yaşam ve beslenmeye olan ilginin arttıkça, bitkisel tıbbi preparatların kullanımı da yaygınlaşmıştır. Kuşburnu meyvesinin içerisinde bulunan bileşenler, besin ihtiyaçlardan farklı birden fazla rahatsızlık için tedavi edici ve koruyucu özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kuşburnu meyvesi önemli bir bitki haline gelmiştir (Aydemir 2012). Bu meyve, sağlığı destekleyen özellikleriyle dikkat çekmekte ve birçok sağlık sorununun tedavisine yardımcı olabilmektedir.

Kuşburnu meyveleri doğal olarak tüketilebileceği gibi gıda sanayinde de geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu meyvelerden meyve suyu, şurup, bebek maması, nektar, şarap, likör, salata, marmelat, reçel, jöle, poşet çay gibi çeşitli yiyecek ve içecekler üretilebilir (Biçer 2009). Ayrıca, kuşburnu, gıdalarda renk maddesi olarak kullanılan karoten pigmenti üretiminde ve bisküvi, şekerleme gibi ürünlerin imalatında kullanılabilir. Ek olarak, kuşburnu gıda katkı maddesi olarak da

kullanılarak elma ve benzeri meyve sularının vitamin içeriğini artırabilir (Akyüz ve diğ. 1996, Kılıçgün 2008, Nas ve Gökalp 1993). Kuşburnu, geniş kullanım alanlarıyla gıda endüstrisinde önemli bir meyve olarak kabul edilir.

Meyvenin kozmetik sanayinde kullanımı mevcuttur. Kozmetik sanayinde güneş kremi, şampuan, nemlendirici, gülsuyu, gülyağı üretimi için kullanılmaktadır. Bunun dışında sepi maddesi olarak deri sanayinde; çekirdeklerinden balık yemi, kuşyemi, at yemi üretmek için ise yem sanayinde kullanılmaktadır (Karasakal 2007).

Kuvvetli ve derin bir kök yapısına sahip olan kuşburnu bitkisi toprağa iyi tutunmaktadır. Bu özelliği vasıtasıyla erozyonla mücadelesi için erozyon kontrolü sağlanan sahalara dikilmektedir. Ayrıca VII ve VIII. Sınıf arazilerin ekonomik sürece katılımının sağlanması amacıyla bu bölgelerin ağaçlandırılmasında kullanılmaktadır (Web 1, Tipi 1996).

3. BİYOAKTİF BİLEŞENLER

İnsanların kaliteli ve uzun bir yaşam sürdürebilme isteği, aldıkları gıdaların besleyici olmasını önemsemelerine neden olur, çünkü yüksek besin kalitesi yüksek yaşam kalitesiyle ilişkilidir (Sevilmiş ve diğ. 2017, Başer 2004). Bundan dolayı tüketiciler besin değeri yüksek fonksiyonel besinleri tercih etmişlerdir (Karaağaç 2010).

Fonksiyonel besinler için kesin bir tanım olmamakla birlikte, yapılarında biyoaktif bileşenler bulunduran veya bu bileşenlerle zenginleştirilen, temel besin öğeleri ihtiyaçlarını karşılamamanın yanı sıra vücutta özel fizyolojik etkiler sağlayan, hastalıklardan koruma ve tedavide etkili olan gıdalar olarak tanımlanabilir (Coşkun 2005, Savurdan 2007, Akçay ve Yılmaz 2019).

Besinlerde bulunan biyoaktif bileşenler, az miktarlarda olsalar da besleyici bileşenlere kıyasla daha spesifik fonksiyonlara sahiptir. Bu bileşenler, beslenme eksikliklerinden kaynaklanan hastalıkları önlemek yerine hücresel aktivite üzerinde etki göstererek hastalık riskini azaltma potansiyeline sahiptir. Özellikle enzim inhibisyonu, antioksidan etkileri, reseptör aktivitesi düzenlemesi ve gen ekspresyonu gibi etkileri nedeniyle besinler için önemlidirler (Telli ve Doğruer 2014).

Son yıllarda, doğal ürünlere ve özellikle biyoaktif bileşenlerce zengin olan meyve ve sebzelere artan bir ilgi vardır (Özbalcı ve diğ. 2023). Sebze ve meyveleri yeterli ve dengeli beslenmek amacıyla tüketmekteyiz. Sebze ve meyvelerde bulunan lif, vitamin ve polifenoller gibi besin öğeleri ile biyoaktif bileşenler sağlıklı yaşam, hastalıkların korunmasında ve tedavisinde oldukça önemlidir (Karadağ ve diğ. 2022).

Bitki kaynaklı gıdalarda genellikle hayvan kaynaklı gıdalara göre daha yaygın olarak biyoaktif bileşenler bulunur (Fersahoğlu 2016). Bitkisel kaynaklarda bulunan (meyve, sebze, tahıl) biyoaktif bileşenler fitokimyasal olarak da adlandırılabilir (Coşkun 2005). Sebzelerde, meyvelerde ve tahıllarda yaklaşık olarak 8000 farklı fitokimyasal bileşik bulunduğu belirtilmektedir. (Yalçın 2016, Özkaya 2021).

Biyoaktif maddeler, farklı kimyasal yapı ve fonksiyonlara sahip bileşiklerdir. Biyoaktif bileşenler, yapılarına göre farklı alt gruplara ayrılabilir. Bu alt gruplar arasında karotenoidler, fenolik bileşikler, glikosinolatlar, lignanlar,

organosülfür bileşikleri ve bitki sterolleri gibi örnekler bulunmaktadır (Tablo 3.1) (Karadağ ve diğ. 2022, Uyar ve Sürücüoğlu 2010) .

Tablo 3.1: Biyoaktif bileşenlerin sınıflandırılması

Biyoaktif bileşen	Örnekleri	Kaynakları	Biyolojik etkileri	Kaynak
Karotenoidler	α karoten, β karoten, Lutein, Likopen, Zeaksantin, β kriptoksantin	Havuç, domates, ıspanak, mısır, narenciye, patates, kabak, sarı ve kırmızı biber, havuç, kayısı, kavun, lahana,	Kanser, Koroner kalp hastalığı, Maküler dejenerasyon, Katarakt, Antioksidan, Serbest radikalleri hapsedici	Shashirekha ve ark., 2015; Rao ve ark., 2007
Fenolik Asitler	Hidroksibenzoik asitler, Hidroksisinnamik asitler, Hidroksifenilasetik asitler, Hidroksifenilpropanoik asitler, Hidroksifenilpentanoik asitler	Nar, yaban mersini, ahududu, erik, üzüm, çilek, elma, ceviz, çikolata, şarap, yeşil çay, kahve, tahıllar	Antioksidan, Anti-mutajenik, Antikanser, Antidiyabetik, Anti-enflamatuar	Shashirekha ve ark., 2015; Guasch-Ferré ve ark., 2017
Flavonoidler	Flavonoller, Flavanonlar, Flavonoller, Flavonlar, İzoflavonoidler, Antosiyaninler, Kalkonlar, Dihidroalkonlar	Çilek, üzüm, kiraz, erik, nar, elma, armut, maydanoz, kereviz, portakal, soğan, çay, bal, baharat, brokoli	Anti-enflamatuar, Anti-oksidatif etkiler, Antikanser, Antidiyabetik	Shashirekha ve ark., 2015; Guasch-Ferré ve ark., 2017
Glukosinolatlar	İzotiyosiyanatlar, Tiyosiyanatlar, Nitriller, Hidroksinitriller, Epitiyonitriller	Brokoli, karnabahar, lahana, kolza tohumu, hardal	Antioksidan, Antikanserojen, DNA koruyucu, Kalbi koruyucu, Anti-tümör, Anti-enflamatuar	Shashirekha ve ark., 2015; Yılmaz ve Demirel, 2012
Lignanlar	Asetoksinopirezinol, Hidroksienterodiol, Sekoizolarisiresinol,	Keten tohumu, susam	Antidiyabetik, Kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu	Meagher ve ark., 2000; Guasch-Ferré ve ark., 2017
Organosülfür Bileşikleri	İzotiyosiyanat, İndoller, Alilik kükürt bileşikleri, Sülforafan	Soğan, sarımsak, brokoli, lahana, karnabahar	Anti-enflamatuar, Antikanserojen, Kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu	Ruhee ve ark., 2020
Bitki Sterolleri (Fitosteroller)	Sitosterol, Kampesterol, Stigmasterol, Sitostanol, Kampestanol, Stigmastenol	Fındık, tohumlar, tam tahıllar, baklagiller, sızma zeytinyağı	Koroner kalp hastalığı, Düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), kolesterolün bloke edilmesi	Shashirekha ve ark., 2015

3.1 Kuşburnunda Bulunan Bazı Biyoaktif Bileşenler

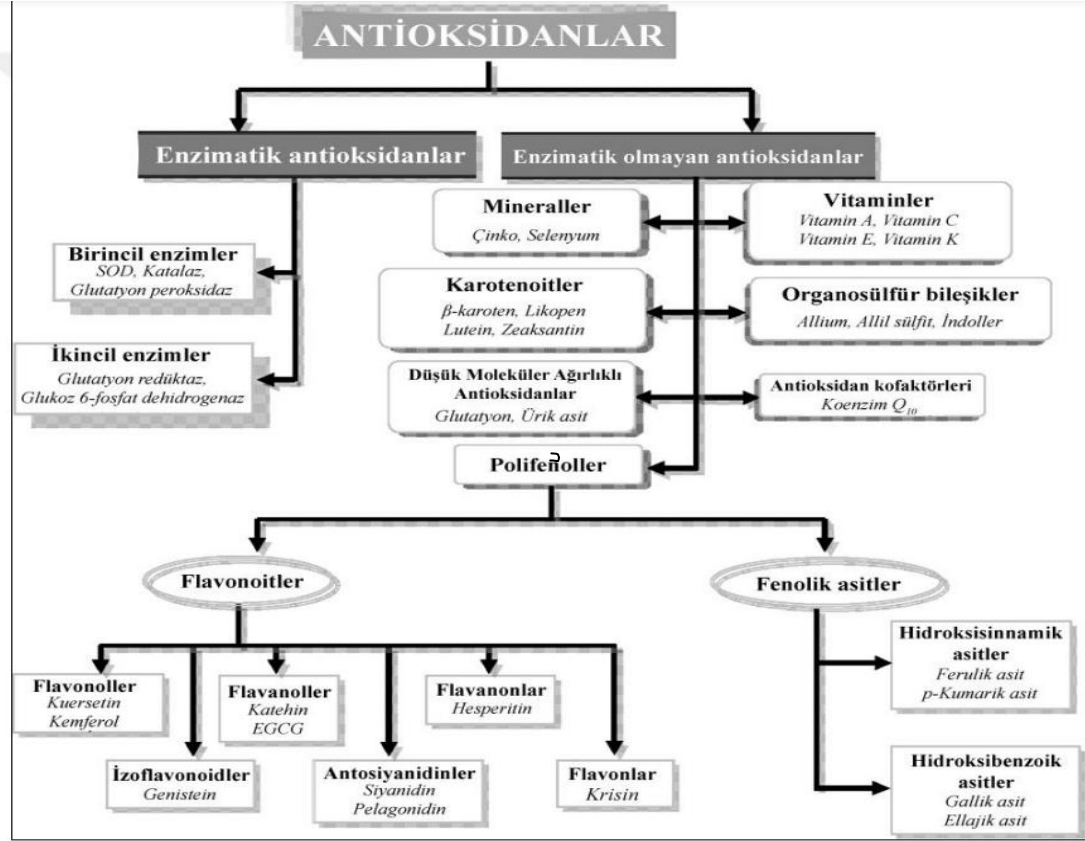
Kuşburnu, birçok meyve türüne göre daha zengin bir fitokimyasal içeriğe sahip önemli bir meyve türüdür (Şahin 2013).

3.1.1 Antioksidan Maddeler

Antioksidanlar, serbest radikallerin hedef moleküllerle reaksiyona girmeden önce parçalanmasını sağlarlar. Serbest radikalleri parçalarak zincir reaksiyonlarının

önüne geçerek ya da oksijenin aktivasyonu ile yüksek reaktif ürünlerin oluşumunu engelleyerek oksidanların olumsuz etkilerini azaltırlar (Kıran 2020).

Antioksidanlar, sağlık üzerindeki etkileriyle popülerlik kazanan bir kavramdır ve oksidasyonu engelleyen maddeler olarak tanımlanır (Çetin 2018). Antioksidanlar iki ana gruba ayrılırlar: enzimatik ve enzimatik olmayan (Şekil 3.1).



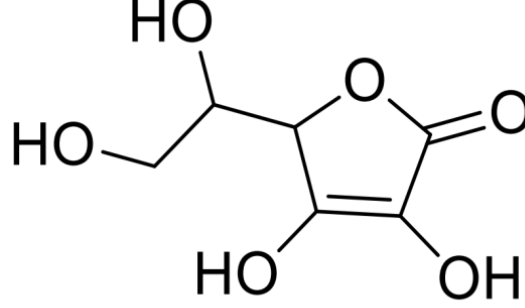
Şekil 3.1: Antioksidanların sınıflandırılması (Tarhan 2012)

3.1.2 C Vitamini

C vitamini, beslenme açısından önemli bir bileşiktir ve doğal olarak birçok meyve ve sebzede bulunur. Aynı zamanda suda çözünür bir antioksidan olduğundan, gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılması, besin değerini artırmanın yanı sıra teknolojik özellikleri de iyileştirebilir (Duru 2008).

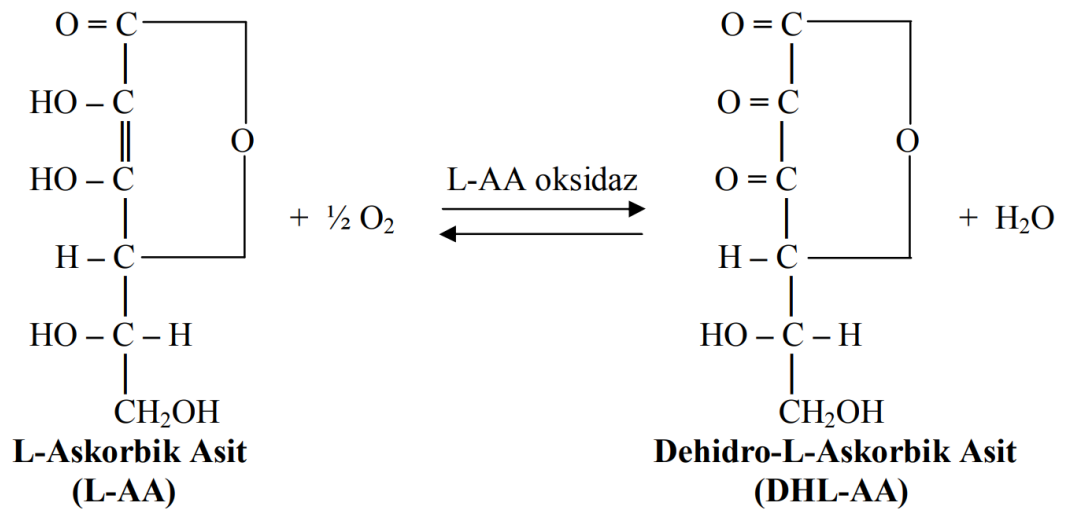
Vitaminler, vücutta sentez edilemeyen ve çeşitli biyokimyasal fonksiyonlar için gereklilik arz eden besin maddeleridir (Bengü 2014). C vitamini, insan vücudunun normal metabolik fonksiyonları için gerekli olan, suda çözünen bir elzem vitamindir (Uğur ve diğ. 2020). C vitamini, askorbik asit olarak da tanınır ve

kimyasal formülü $C_6H_8O_6$ 'dir (Tuna 2021). İki adet biyolojik aktif formu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi L-askorbik asit (Şekil 3.2), ikincisi ise L-dehidroaskorbik asittir. L-askorbik asit, C vitamini'nin indirgenmiş formu olarak kabul edilirken, L-dehidroaskorbik asit (DHA) ise okside olmuş formudur. Her iki form da vitamin C'nin aktivitesini sergiler (Uğur ve diğ. 2020).



Şekil 3-2: Askorbik asit (C vitamini)(Çalışkan 2016)

C vitamini söz konusu olduğunda, akla L-askorbik asit ve dehidro L-askorbik asit gelir. Bunun sebebi sadece bu iki formun (L-askorbik asit ve dehidro L-askorbik asit) biyolojik aktivitesi bulunmasıdır (Duru 2008). Gıdalarda C vitamini çoğunlukla L-askorbik asit (%80-90) olarak bulunur. L-askorbik asit, basit bir şekilde ve geri dönüşümlü olarak dehidro L-askorbik asite dönüşebilir (Yolcu 2010). Ancak, dehidro L-askorbik asit oksitlendiğinde vitamin aktivitesini kaybeder (Erentürk 2002).



Şekil 3.3: L-Askorbik Asidin Dönüşümlü Olarak Dehidro-L-Askorbik Aside Okside Olması (Dizlek ve Gül 2007)

Bitki ve hayvanlar C vitamini sentezi yapabilirken, insanlar L-Gulonolakton oksidaz enzimine sahip olmadıklarından dolayı C vitamini sentezi yapamamaktadır. Bu nedenle, insanlar C vitamini ihtiyaçlarını dışarıdan karşılamak zorundadır. C vitamini vücudun en çok ihtiyaç duyduğu bir besindir, çünkü vücut tarafından sentezlenemez. Suda çözünen bir vitamin olduğu için depolanamaz ve günlük olarak alınması gereklidir. Bir insanın günlük C vitamini ihtiyacı yaşa ve cinsiyete bağlı olarak değişir, genellikle 35-100 mg arasında olabilir. Kuşburnu gibi bazı gıdalarda C vitamini daha yüksek miktarda bulunabilir. Vücuda alınan C vitamini ince bağırsaklarda emilir ve dolaşım sistemi aracılığıyla dokulara taşınırken, fazlası böbrekler aracılığıyla idrarla atılır (Eroğlu 2014, Yıldız 2005, Erentürk 2002).

Tablo 3.2: Çeşitli meyve ve sebzelerin içerdiği vitamin C miktarı

Meyve-Sebze	Vitamin C (mg/100 g)	Meyve-Sebze	Vitamin C (mg/100 g)	Meyve-Sebze	Vitamin C (mg/100 g)
Kuşburnu	450	Kivi	90	Lahana	42
Kırmızıbiber	340	Karnabahar	80	Greyfurt	43
Maydanoz	180	İspanak	50	Mandarin	30
Şalgam yaprağı	130	Çilek	70	Şeftali	28
Asma yaprağı	120	Kızılcık	55	Domates	23
Yeşil Biber	100	Portakal	50	Ahududu	22
Karalahana	94	Limon	30	Böğürtlen	20

Ülkemizde ve yurtdışında kuşburnu meyvesinin C vitamini içeriğiyle ilgili birçok çalışma yapılmış ve her birinde en zengin C vitamini kaynağının kuşburnu olduğu kanıtlanmıştır (Dölek 2013). Kuşburnu dışında birçok farklı çeşit meyve ve sebzelerde bol miktarda C vitamini barındırmaktadır (Tablo 3.2) (Yiğit 2019). Ancak yapılan bir araştırmada kuşburnundaki C vitaminin miktarının sıcaklık arttıkça azaldığı saptanmıştır (Okcu ve diğ. 2017). Kadioğlu ve Yavru (1996) kuşburnudan hazırlanan marmelat, püre, reçel, çay gibi değişik gıda maddelerine işlenmesi sırasında bulundurduğu C vitamininin önemli bir kısmında kayıplar meydana geldiğini ortaya koymuştur. Altan (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kuşburnu meyvesinin askorbik asit içeriğinin meyve suyunda en düşük 112,4 mg/g ve hammadde olarak en yüksek 763,98 mg/g arasında değiştiği ve hammadde işlemlerinin ardından askorbik asit miktarının azaldığı bulunmuştur (Tablo 3.3).

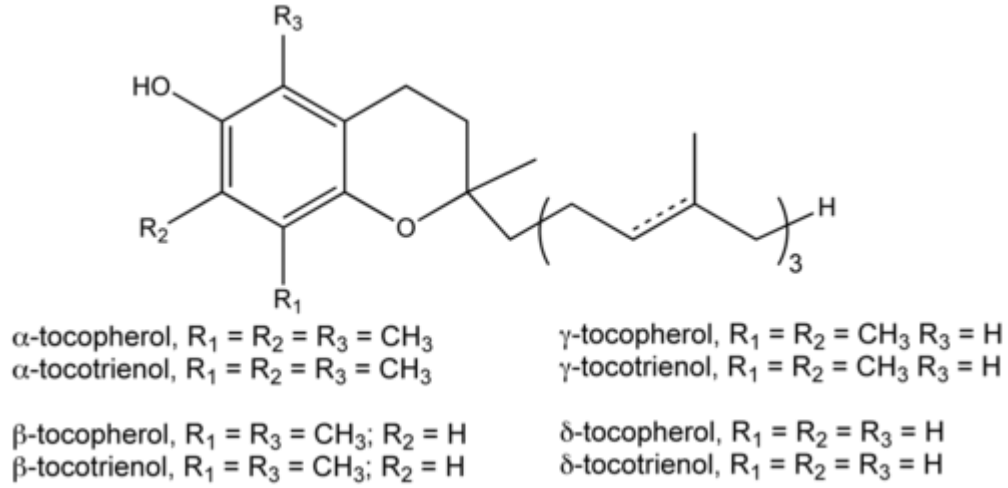
Tablo 3.3: Hammadde, ön ısıt işlem, pulp ve meyve suyuna işlem aşamalarında askorbik asit değerleri

İŞLEM AŞAMALARI	Askorbik Asit (mg/100g)
Hammadde	763,98
Ön Isıl İşlem	546,69
Pulp	327,46
Meyve Suyu	112,4
Min:	112,4
Max:	763,98
Ort:	437,6325

3.1.3 E vitamini (α -tokoferol)

E vitamini, günlük fonksiyonlarımızı yerine getirebilmemiz için gerekli olan ve tokoferol olarak da tanınan temel vitamin türlerinden biridir. İnsan vücudunda birçok önemli rolü olan E vitamini, organların sağlıklı çalışabilmesi için yeterli seviyede bulunmalıdır. Hormonal sistemin düzgün çalışmasına, serbest radikallerin neden olduğu zararların önlenmesine ve bir çok hastalıkla mücadele etmeye yardımcı olur (Anonim 2002). Kuşburnu da bu önemli vitaminin bir kaynağı olarak bilinir (Şahin 2013).

E vitamini, bitkiler tarafından üretilen ve tokoferol ve tokotrienol formlarında bulunan, yağda çözünen antioksidan vitamindir. Klorofil içeren bitki dokularında, özellikle kloroplastlarda, tokoferol bulunur (Al-Sabbagh 2022). E vitamini, minimum sekiz tokoferol ve ya tokotrienol izomerlerinden oluşur ve dikkat çeken dört formu bulunur. (Şekil 3.4). Alfa, beta, gama ve delta dikkat çeken formlardır. Bunların arasında, α -tokoferol en çok bilinenidir ve biyolojik olarak en aktif olan, vitaminlerin en güçlüsü, yiyeceklerde en yaygın şekilde bulunan izomerdir (Eskandari 2018, Yılmaz 2015, Boyalı 2009, Polat 2012). E vitamini, bitkilerin tohumları ve yeşil yaprakları dahil olmak üzere, birçok bitki parçasında lipid tabakalarında bulunur (Bakar 2020).



Şekil 3.4: E vitamininin yapısı (Anonim 2023)

E vitamini, antioksidan özelliği sayesinde kolayca okside olan ve böylece çeşitli bileşiklerin oksidasyonunu engelleyen bir vitamin türüdür. Vitamin E'nin antioksidan aktivitesi, fenolik hidroksil grubunun bulunduğu 6. karbon atomundan kaynaklanır. E vitamini, membran fonksiyonu ve yapısında önemli rol oynar. E vitamini, hücre içi zarların korunmasında ve hücre zarlarındaki fosfolipitlerde bulunan doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunu engellemede temel bir rol oynar (Al- Sabbagh 2022, Pekici 2007). Ayrıca E vitamini bileşiklerinin, biyolojik sistemlerde oluşan aktif serbest radikal temizleyicisi oldukları iyi bilinmektedir (Hacışevki 2000). E vitamininin diğer bir rolü, hücre içi solunum mekanizmasında yer alan koenzimlerin ve Askorbik asidin sentezlenmesini desteklemektir (Bakar 2020).

Vücudun E vitaminine olan gereksiniminin belirlenmesi, eksikliğinden meydana gelen semptomların giderilmesi, normal fizyolojik fonksiyonların sürdürülmesi ve peroksidatif zararın engellenmesi ancak gerekli miktarda E vitamini alımı ile mümkündür (Himmetoğlu 1997). Günlük E vitamini (α -tokoferol) ihtiyacı, yetişkin kadınlar için 8 miligram, yetişkin erkekler için ise 10 miligram olarak önerilmektedir (Şahin 2013). Buna karşılık ülkemizde yapılan araştırmalar sonucunda taze kuşburnu meyvesinde α -tokoferol içeriği 21,62 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir (Kazaz ve diğ. 2009).

Tablo 3.4: α -tocopherol contents in fruits, fruit flesh, and seeds of *Rosa canina*

Species	Organs	α -tocopherol ($\mu\text{g/g}$)
<i>Rosa canina</i>	fruit	34.20
Fruit flesh	21.62	
Seed	8.05	

3.1.4 Karotenoid

Karotenoidler, doğada klorofilin ardından en yaygın bulunan lipit çözüner renk pigmentleridir (Keskin 2022). Doğada 700'den fazla karotenoid tanımlanmış olup sarı, turuncu, pembe ve kırmızı renklerde önemli doğal pigmentlerdir (Yeşilayer ve diğ. 2008, Erzi 2019). İnsan gıdalarında sadece 40-50 karotenoid bulunurken, insan dokularında ölçülebilen karotenoid sayısı yaklaşık 20'dir. İnsan plazmasında ise en çok bilinenler α -karoten, β -karoten, lutein, likopen, zeaksantin ve β -kriptoksantindir (Öztürk, 2020). Karotenoidler genellikle bitkiler, algler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenebilirken, hayvanlar tarafından sentezlenemez. Bu nedenle hayvanlarda karotenoidler ya direkt olarak bitkisel kaynaklardan ya da besin zincirinin alt kısımlarındaki unsurlar aracılığıyla elde edilir (Konar 2008, Tolasa 2003).

Çoğu karotenoid pigmenti 40-karbon iskeleti ve sekiz izopren biriminden oluşur. Genel yapıları dokuz konjuge çift bağ içeren polien zincir ve bu zincirin her iki uçlarında bulunan son gruplarından oluşmaktadır (Çolak 2023).

Kuşburnu, zengin bir karotenoid kaynağı olarak bilinmektedir. Kuşburnu içerisindeki toplam karotenoid miktarı 224 mg/kg olarak belirtilmiş olup, bu karotenoidlerin büyük çoğunluğu likopen, β -karoten ve β -kriptoksantinden oluşmaktadır (Duru 2008) (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Kuşburnu meyvesinin karotenoid madde dağılımı

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

Karotenoid içeren gıdaların tüketimi, sinir sistemi hastalıkları, katarakt, yaşlanma belirtileri, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türlerine yakalanma riskinin azalmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, karotenoidler hücreler arası iletişimi uyarabilir ve bağışıklık sisteminin düzenlenmesine katkıda bulunabilir (İnan 2021).

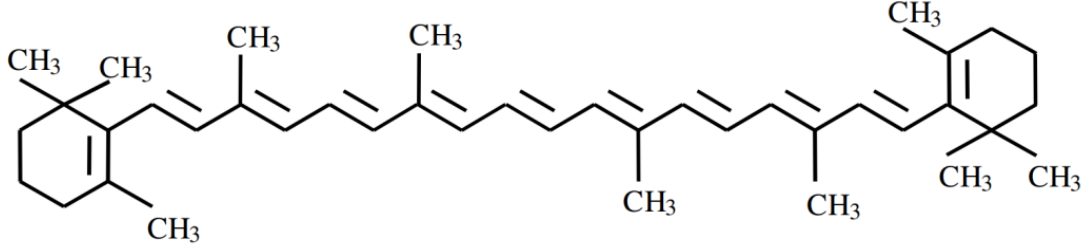
Bitkilerde doğal renk pigmentleri olarak karotenoidler bulunurlar ve en tanınmış olanlarından biri, vitamin A'nın öncüsü olan β -karotendir (Çetin 2018).

3.1.4.1 A Vitamini (β -Karoten)

A vitamini, insanlar tarafından sentezlenemeyen vitamin türlerinden biridir. Bundan dolayı, A vitamini dışarıdan besinler yoluyla alınmalıdır. Bu vitaminin eksikliğinden doğan bazı olumsuzluklar vardır bunlar; vücudun gelişiminin, yenilenmesinin ve enfeksiyonlara karşı direncinin olumsuz yönde etkilenmesidir (Ötleş ve Atlı 2011).

Gıdalarda bulunan β -karoten, vücutta A vitamini olarak kullanılabilen bir karotenoiddir (Kandemir 2019). β -karoten, saf haliyle kırmızı renkte olup eriyik halde sarımsı turuncu bir renge sahiptir. Su içinde çözünmez, ancak yağda ve yağ eriticilerinde erir. Doymamış yağların oksidasyonunu önleyerek serbest radikal oluşumunu engelleyen A vitamini, önemli bir antioksidandır. Serbest radikaller,

dokularda ve hücre zarlarında bulunan enzimler, proteinler ve lipidlerin bozulmasına neden olabilir (Ayaşan ve Karakozak 2010). β -karoten (Şekil 3.5) molekülünde her iki tarafında β -iyon halkaları bulunduğundan, bir β -karoten molekülü teorik olarak ikiye bölünerek iki molekül vitamin A oluşturabilir (Arıkan ve Muğlalı 1999). Bağırsaklar ve karaciğerde β -karoten A vitamini haline dönüştürülür (Kasapçapur ve Birdane 2014, Ayaşan ve Karakozak 2010).



Şekil 3.5: β -Karotenin kimyasal formülü

β -karoten, birçok sebze ve meyvede doğal olarak bulunan bir bileşiktir. Ancak, çift bağlar içermesi nedeniyle ışık, sıcaklık ve oksijen gibi faktörlerle kolaylıkla bozulabilir. Bu özellikleri sebebiyle, gıda endüstrisinde kullanımı bazı kısıtlamalara tabidir (Akalin 2016).

Kuşburnu meyvelerinde yapılan bir çalışma, β -karoten içeriğinin 12.8 - 37.9 $\mu\text{g/g}$ arasında olduğunu göstermiştir (Çötel ve Karataş 2017). İnsanlarda A vitamini ve β -karoten ihtiyacı yaş ve cinsiyete bağlı olarak değişiklik gösterir ve bu değişimler Tablo 3.6'da belirtilmiştir (Yılmaz 2010).

Tablo 3.6: İnsanlarda A vitamini ve β -karoten ihtiyacının yaş ve cinsiyete göre değişimi

	Erkek			Kadın		
Antioksidanlar	20-39 yaş	40-59 yaş	≥ 60 yaş	20-39 yaş	40-59 yaş	≥ 60 yaş
A vitamini(RE)*	878 $\pm$ 40.6	1115 $\pm$ 80.2	1117 $\pm$ 61.5	961 $\pm$ 74.4	945 $\pm$ 52.8	997 $\pm$ 58.5
β -karoten(RE)*	377 $\pm$ 36.4	537 $\pm$ 51.4	559 $\pm$ 47.3	522 $\pm$ 69.0	554 $\pm$ 47.3	507 $\pm$ 34.2

(RE)*:Retinol, 1 retinol=1 μ g vitamin A ve 6 μ g β -karoten şeklinde belirlenmiştir.

3.1.5 Polifenoller

Yaygın olan ismi polifenol ya da diğer adıyla fenolik bileşikler (Göktaş 2013), içeriğinde aromatik halkasıyla beraber bir ya da birden çok sayıda hidroksil grubu içeren bitkiler arasında en bol bulunan ikincil metabolitler olarak kabul edilmektedir (Polat 2012, Okur 2022). Bitkilerde, çeşitli fenolik bileşiklerin sentezlendiği ve bu bileşiklerin bir kısmının organik çözücülerde çözünebildiği, bir kısmının ise suda çözünebildiği bilinmektedir. Bununla birlikte, bazı fenolik bileşikler çözünmez büyük polimerler halinde bulunmaktadır (Yavuz 2019).

Polifenoller genellikle bütün sebze ve meyvede bulunurlar. Bu bileşikler bitkilerin doğal savunma mekanizmalarının bir parçası olarak görev yaparlar ve bitkilerin renk, aroma ve tadını etkilerler. Meyve ve sebzelerin farklı renklerinin ve lezzetlerinin arkasında da polifenollerin çeşitliliği yatar. Ayrıca, polifenoller antioksidan özelliklere sahip olup insan sağlığı için çeşitli faydalar sunabilirler. Bu polifenoller bitkilerde farklı roller üstlenmektedir. Örneğin, polifenollerin bir kısmı koku unsurunun oluşmasında bir kısmı ağızda buruk bir tat vererek ürünlerin lezzetine etkide bulunurlar. Diğer kısım polifenol ise renkli olduklarından dolayı meyve ve sebzelerin renkleri üzerine etki eder (Kasnak ve Palamutoğlu 2015, Karakaplan 2019).

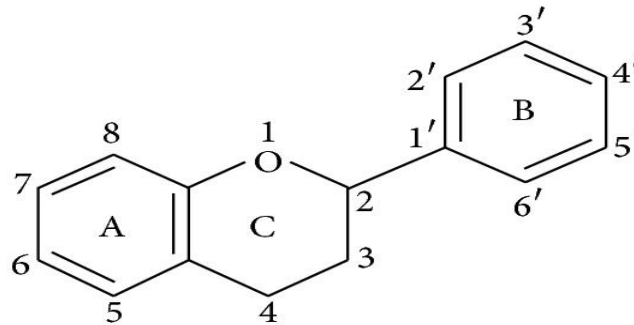
Kuşburnu, doğal antioksidanlar olan fenolik bileşikler bakımından zengindir. Bu meyvede bulunan fenolik bileşikler arasında hidroksisinamik asit, kateşin, quercetin ve kamferol önemli yer tutar. Kuşburnunda toplam fenolik bileşik miktarı

8.18-76.26 mg/g arasında değişmektedir, toplam flavonoid miktarı ise 4.00 mg/g düzeyindedir (Koca ve diğ. 2008). Bu zengin fenolik içeriği sayesinde kuşburnu, sağlık açısından faydalı bir meyvedir.

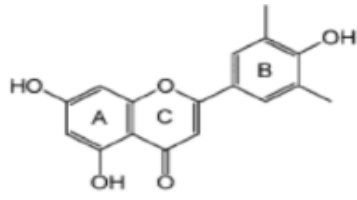
Doğal olarak oluşan fenolik moleküllerin geniş yelpazesi, yapı karmaşıklığı, konjugasyon, hidroksilasyon ve metoksilasyondaki farklılıklardan kaynaklanır. Bu nedenle bitkilerde 8000'den fazla fenolik bileşik belirlenmiştir (Şimşek 2010). Bunların 4000'den fazlası flavonoiddir (Kolaç ve arkadaşları 2017). Bitkisel materyallerde bulunan fenolik bileşikler genellikle fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki ana gruba ayrılır (Çam 2018). Hidroksibenzoik asit ve hidroksisinnamik asit olarak fenolik asitler 2 alt sınıfa ayrılır. Flavonoidler ise flavonoller, isoflavonoidler, flavanoller, flavanonlar, antosiyanidinler ve flavonlar gibi altı farklı gruba ayrılır (Selek 2011). Bu bileşikler bitkilerde doğal olarak bulunur ve sağlık açısından birçok faydası olduğu bilinmektedir.

3.1.5.1 Flavonoid

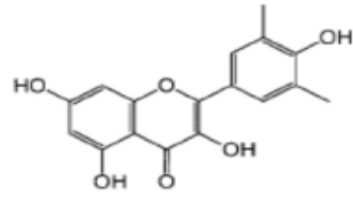
Flavonoidler, genel olarak iki fenil halkası (A ve B halkaları) ile bir heterosiklik halkadan (C halkası) oluşan 15 karbonlu bir iskelete sahiptir. Bu yapı, C6-C3-C6 olarak kısaltılabilir (Şekil 3.6). Flavonoidler en büyük ve en çok çalışılan sekonder metabolitlerdir (Aydın 2015). Flavonoid yapılarında C3-sisteminin oluşturduğu heterosiklik halka değişik yükseltgenme derecelerinde bulunmasıyla flavonoidler alt sınıflara ayrılır (Şekil 3.7)(Çelik 2012).



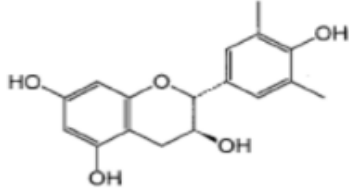
Şekil 3.6: Temel flavonoid yapısı yapısı (Kumar ve Pandey 2013)



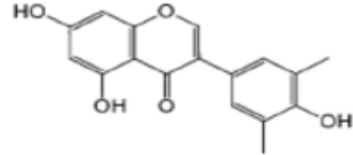
flavon



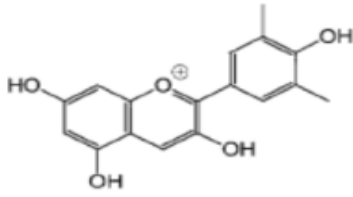
flavonol



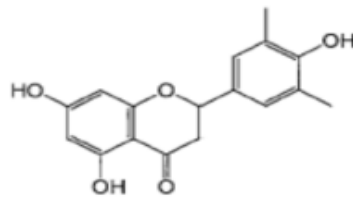
flavanol



izoflavon



antosiyanidin



flavanon

Şekil 3.7: Flavonoidlerin gruplarının temel kimyasal yapıları (Bener 2009)

Fenolik bileşiklerin en basit formu fenol olarak adlandırılır ve bir hidroksil grubunu içeren benzen molekülüdür. Diğer fenolik bileşikler ise fenolden türetilmiştir. Bu konuda Tablo 3.7, farklı fenolik bileşikleri ve bunların yapısal özelliklerini göstermektedir (Demir 2012).

Tablo 3.7: Farklı iskelet yapılarına göre flavonoidler

Sınıf	Flavanoid
Flavanol	Kateşin, Epikateşin Epigallokateşin
Flavon	Chrysin, apigenin Rutin, luteolin, and luteolin glükozit
Flavonol	Kaempferol, quercetin, myricetin, and tamarixetin
Flavanon	Naringin, naringenin, taxifolin ve hesperidin
Isoflavone	Genistin, daidzin
Anthocyanidin	Apigenidin, cyanidin

Flavonoidlerin karbon halkasındaki çift bağlı oksijen atomunun bulunduğu yere -CH₂ grubu geldiği zaman flavanol adı verilen bir türev oluşur. Flavonoidlerin indirgenmiş türevleri arasında en önemlileri kateşin ve epikateşindir. Kateşinler, renksiz bileşiklerdir ve birçok meyvede bulunurlar. Ayrıca, flavonoid metabolizmasında ara ürün olarak bulunur (Kolaç ve diğ. 2017, Bener 2009). Kateşinler, bitkilerde doğal olarak bulunan polifenol bileşikleridir olup, antioksidan özellikleriyle tanınmaktadır. Bu doğal antioksidanlar, vasküler, viral, gastrointestinal ve inflamatuvar hastalıkların tedavisinde potansiyel olarak kullanılabilir (Zengin 2007).

Flavonoller, C halkasının en yüksek oksidasyon seviyesine sahip olan flavonoid sınıfını temsil eder. Bu bileşikler, 2-fenilbenzo-y-piran iskeletine sahiptir ve C-3 pozisyonunda bir hidroksil grubu içerirler. Bu nedenle, 3-hidroksiflavonlar olarak da adlandırılabilirler. Flavonoller, doğal olarak birçok bitkide bulunur ve önemli biyolojik aktivitelere sahip olabilirler. Flavonoller, flavonoidlerin en aktif bileşiklerini içeren ve geniş bir biyolojik aktiviteye sahip olan bir gruptur. Bu bileşikler, bitkilerin yaprakları, dış kısımları ve az miktarda kök kısımlarında genellikle glukozit formunda bulunmaktadır (Çıkrıkçı 2005, Muhsiroğlu 2017).

Flavonoller, genellikle kristal veya amorf yapıda bulunurlar ve flavonlar gibi açık sarı veya sarı renkte olabilirler. Ancak, flavonlara göre daha oksidasyona karşı hassas olabilirler (Erçebi 2012). Oksijenli ortamlarda daha hızlı bozulabilir

eğiliminde olmaları, reaktif oksijen türleri ile tepkimeye girme potansiyellerinden kaynaklanabilir. Bu nedenle, flavonollerin depolanması ve stabilizasyonu için uygun koşulların sağlanması önemlidir.

Kaempferol, güçlü bir antioksidan etkiye sahip bir flavonoiddir ve DNA oksidatif hasarını önlemede rol oynayabilir. Daha çok kadınlarda ölümcül kalp hastalığı riskini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Kuersetin ile birlikte kullanıldığında daha etkili olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarında, kaempferolün kanser hücrelerinin oluşumunu ve büyümesini engellediği bulunmuştur. Bu nedenle, kaempferolün sağlık açısından olumlu etkileri üzerine yapılan çalışmalar devam etmektedir (Kolaç ve diğ. 2017).

3.1.5.2 Fenolik Asitler

Fenolik asitler bitkilerin sekonder ürünleri olarak bilinir ve antioksidan özelliklere sahiptirler. Aynı zamanda bu bileşikler bitkilerin renkleri, kokuları ve tatlarından sorumludur. Genellikle bağlı formda bulunurlar, ancak doğada serbest olarak da bulunabilen bir grup fenolik asit vardır. Gıdalarda bulunan fenolik asitler, besinlerin stabilitesini, rengini, kokusunu, besin değerini ve kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Bundan dolayı, Fenolik asitler, gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılarak raf dayanıklılığını uzatmaya yardımcı olur. Bunun yanı sıra, fenolik asit içeren birçok bitki, bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalar devam etmektedir ve fenolik asitlerin sağlık üzerindeki etkileri daha iyi anlaşılmaktadır (Akkan 2008, Odacı ve diğ. 2005, Atak ve Uslu 2018).

Fenolik asitler, hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asit türevleri olmak üzere iki farklı iskelet yapısına sahiptirler. Bu asitlerin temel iskelet yapısı aynı olsa da, hidroksil gruplarının sayısı ve aromatik halkadaki pozisyonu fenolik asitlerin çeşitliliğini sağlar. Bu farklılıklar fenolik asitlerin biyokimyasal özelliklerini ve işlevlerini etkileyebilir (Köseoğlu 2015). Yapılan çeşitli antioksidan aktivite çalışmalarında, hidroksisinnamik asit türevlerinin hidroksibenzoik asit türevlerine göre daha etkili olduğu gösterilmiştir (Bektaş 2005).

Hidroksisinnamik asitler, fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil gruplarının konumu ve hidroksil gruplarının sayısına bağlı olarak bu asitler farklı özelliklere sahip olurlar. Bu asitler genellikle asit türevleri şeklinde bulunurlar, ancak bazı

durumlarda çok az miktarda serbest halde de bulunabilirler (Kaya 2021). Bu asitlerin antioksidan, anti-enflamatuar ve antikanser gibi faydalı özellikleri vardır. Ayrıca, hidroksisinamik asitlerin gıda koruyucu ve sağlık destekleyici özellikleri de bilinmektedir.

3.1.6 Mineraller

Doğal meyve ve sebzelerin tüketiminin artmasında besleyicilikleri, yüksek vitamin ve mineral içerdikleri önemli bir etkidir (Taştekin 2017). İnsan vücudunun sağlıklı bir şekilde gelişmesi ve yaşamını sürdürmesi için kalsiyum, çinko, fosfor, potasyum, sodyum, magnezyum ve selenyum gibi minerallere ihtiyaç vardır (Aykın 2013). Bu mineraller vücudun çeşitli işlemleri için elzemdir. Kuşburnu meyvesi, zengin vitamin ve mineral kaynağı olup, insan beslenmesinde önemli bir rol oynar. Kuşburnunun içeriğinde bulunan bu vitaminler ve mineraller, sağlığın korunması ve vücudun ihtiyaçlarının karşılanması için önemlidir (Yıldız 2005).

Kuşburnu meyvesi, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, mangan, bakır ve çinko gibi çeşitli mineralleri içeren zengin bir kaynaktır. Ayrıca, sülfat, klorür, nitrat gibi çeşitli anyonları da içerir. Bu mineral ve anyonlar, kuşburnunun besin değerini ve sağlık faydalarını destekleyen önemli bileşenlerdir. Bu mineral maddeler, vücudun sağlıklı işleyişi için önemlidir (Baloğlu ve Bilir 2020). Aynı zamanda, kuşburnu meyvesi içerdiği vitaminler ve bileşikler sayesinde gıda ve ilaç sanayinde aranan bir bitkidir (Altan 2014). Kuşburnunun içerdiği bileşikler, bağışıklık sistemini güçlendirir, enfeksiyonlara ve soğuk algınlıklarına karşı direnç sağlar (Doğan ve diğ. 2006).

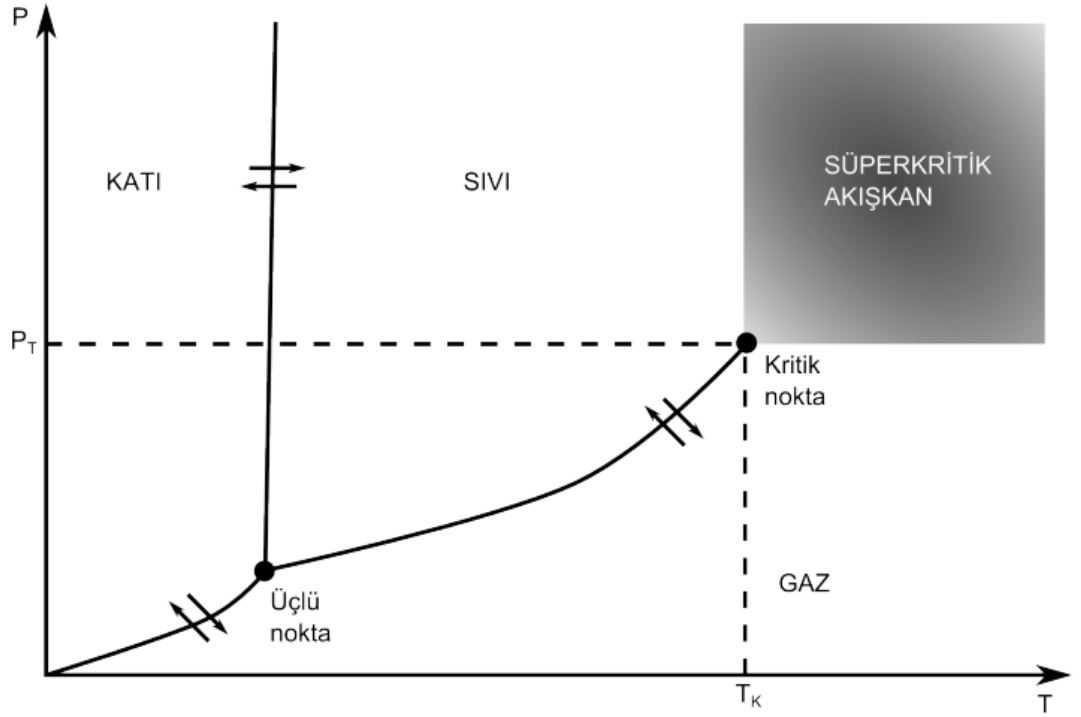
4. SÜPERKRİTİK AKIŞKAN EKSTRAKSİYONU

Doğada, basınç ve sıcaklığa bağlı olarak katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç madde hâli mevcuttur. Bir gaz, yüksek basınç altında yeteri kadar sıkıştırıldı durumunda sıvı hâline dönüşebilir. Ancak belirli bir sıcaklığın üstünde, ne kadar sıkıştırılırsa sıkıştırılsın, gaz sıvılaşamaz. Bu sıcaklığa "kritik sıcaklık" denir. Kritik sıcaklıkta, gazın sıvılaşma yeteneği kaybolur. Kritik basınç ise bu sıcaklıktaki buhar basıncını ifade eder (Bostancı selbeş 2022).

Maddenin kritik sıcaklığı (T_c) ve kritik basıncı (P_c), gaz ve sıvı fazlarının bir arada bulunabildiği en yüksek sıcaklık ve basınç değerleridir. Eğer madde kritik sıcaklık ve basıncın üzerindeki koşullara maruz kalırsa, süperkritik akışkan adı verilen dördüncü bir faz ortaya çıkar. Bu süperkritik akışkan, gaz ve sıvı özelliklerini bir arada barındırır ve özel uygulamalarda kullanılabilir (Yılmaztekin ve diğ. 2005).

Süperkritik akışkanlar, düşük viskozite ve yüksek yayınlılık (difüzyon) özelliklerine sahip olduğundan gazlara benzer davranış sergilerler; aynı zamanda yüksek yoğunluk ve yüksek çözme gücü özellikleri sayesinde de sıvılara benzerler. Bu özellikler sayesinde süperkritik akışkanlar, etkili bir çözücü olarak kullanılabilirler. Ayrıca, düşük viskozite ve yüzey gerilimi, süperkritik akışkanların katılar içine daha kolay nüfuz etmesini sağlarken, yüksek difüzyon katsayısı da ekstraksiyon işlemlerinin etkin bir şekilde gerçekleşmesine katkıda bulunur (Bostancı Selbeş 2022). Bir maddenin süperkritik akışkan kullanılarak saflaştırılması ve ayrıştırılması işlemi süperkritik akışkan ekstraksiyonu olarak tanımlanır (Memiş 2018).

Şekil 4.1'deki saf maddenin sıcaklık-basınç diyagramında kritik nokta, gaz ve sıvı fazlarının bir arada bulunabildiği en yüksek sıcaklık ve basıncı temsil eder. Bu noktanın altında, sıcaklık ve basınç koşullarına bağlı olarak iki farklı faz bulunurken, kritik noktanın üzerinde ise faz ayrımı olmaz. Süperkritik akışkanlar, gazlara benzer düşük viskozite ve yüksek yayınlılık özelliklerine sahip olurken, yüksek yoğunluk ve çözme gücü bakımından sıvılara benzerlik gösterirler. Bu nedenle, süperkritik akışkanlar, basınç ve sıcaklık parametrelerinin değiştirilmesiyle kolaylıkla kontrol edilebilirler. (Sür 2017).



Şekil 4.1: Bir saf maddenin sıcaklık-basınç (T-P) diyagramı (Söğüt 2011)

4.1 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonunun Avantaj Ve Dezavantajları

Süperkritik akışkanların bir ayırma tekniği olarak kullanılmasında birçok avantaj vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır:

1. Gıda ve ilaçlardaki çözelti kalıntılarının insan sağlığına ve çevreye zararını en aza indirmek.
2. Enerji maliyetini düşürmek.
3. Daha yüksek kalitede ürünler elde etmek (Pekyardımcı 1991).

Büyük ölçekli süperkritik akışkan ekstraksiyonu, maliyetli olabilen bir yöntem olabilir çünkü yüksek basınca dayanıklı ekipman gerektirir. Bununla birlikte, bu dezavantaj, genellikle üstün ürün özellikleri elde etmek, düşük işletme maliyetleri sağlamak ve birkaç teknolojik adımın entegrasyonu ile dengelemek mümkündür. Özellikle süperkritik akışkan ekstraksiyonunun yüksek saflıkta ürünlerin elde edilmesinde avantajları bulunabilir (Himmetoğlu 2020). Bunun yanı sıra, en yaygın kullanılan süperkritik akışkan olan CO₂'nin içerisindeki oksijen miktarı da bir dezavantaj olabilir. Özellikle oksidasyona duyarlı antioksidanlar gibi bileşenlerle

tepkimeye girerek, az da olsa bozunmalara neden olabilir. Bu durum, CO₂ tüplerinin içerisinde bulunan oksijen miktarının kontrol edilmesi ve uygun önlemlerin alınmasıyla minimize edilebilir (Özkurt 2020).

4.2 Süperkritik Akışkanın Seçimi

Süperkritik akışkanlar farklı kritik özelliklere sahiptirler. Bu süperkritik çözücülerin kritik özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Bu çözücülerin bazıları T_c ve P_c’si çevre koşullarına daha yakinken, bazılarının ki de oldukça yüksek değerlerdedir. CO₂’nin P_c’si yüksek olmasına rağmen, T_c’si oda sıcaklığı civarındadır. Bu akışkanların bir çoğu insan sağlığı için uygun değildir. Dolayısıyla gıda endüstrisinde veya çevre kirliliği bakımından SCFE uygulamasında kullanılması kısıtlıdır.

Tablo 4.1: Bazı süperkritik çözücülerin kritik özellikleri (Özdalyan 1998)

Madde Adı	Kritik Sıcaklık (°C)	Kritik Basıncı (MPa)	Kritik Yoğunluk (g/cm ³)
Metan	190.6	4.6	0.162
Etilen	282.4	5.03	0.218
Kloroflorometan	302.0	3.92	0.579
Karbondioksit	304.2	7.38	0.468
Etan	505.4	4.88	0.203
Propilen	365.0	4.62	0.233
Propan	369.8	4.24	0.217
Amonyak	405.6	11.3	0.235
Dietil Eter	467.7	3.64	0.265
Pentan	469.6	3.37	0.237
Aseton	508.1	4.70	0.278
Metanol	512.6	8.09	0.272
Benzen	562.1	4.89	0.302
Toluen	591.7	4.11	0.292
Piridin	620.0	5.63	0.312
Su	647.3	22.0	0.322
Ksenon	289.7	5.84	0.113

Süperkritik akışkanlar arasında CO₂, birçok avantaja sahip olan en yaygın tercih edilen akışkandır. Bazı özellikleri şunlardır:

1. Apolar bir madde olması: CO₂, apolar bir yapıya sahiptir, bu da çözünmesini ve maddeyle etkileşimini kolaylaştırır.

2. Kolay bulunabilirlik ve düşük maliyet: CO₂, yaygın olarak bulunan bir gazdır ve genellikle endüstriyel süreçlerden elde edilebilir. Bu nedenle, temin etmek ve kullanmak ekonomik açıdan avantajlıdır.

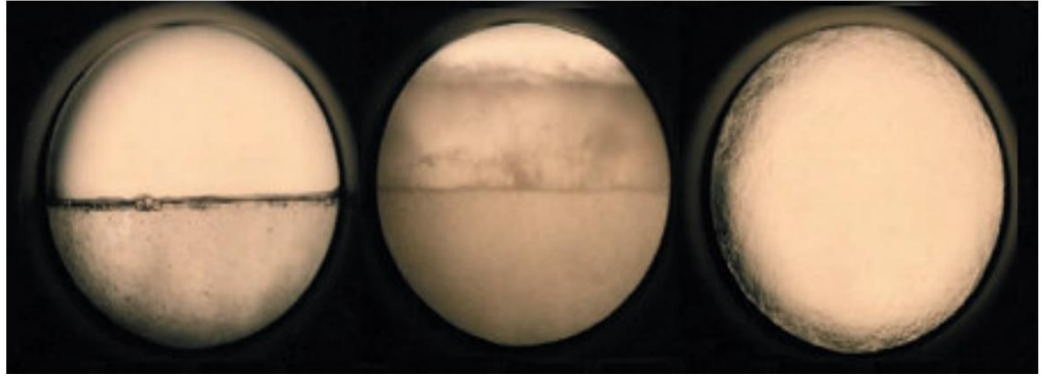
3. Zehirleyici ve yanıcı olmaması: CO₂, zehirleyici veya yanıcı özelliklere sahip olmadığından güvenli bir akışkan olarak kabul edilir.

4. Düşük toksisite ve kimyasal inertlik: CO₂'nin düşük toksisiteye sahip olması, çeşitli endüstriyel uygulamalar için tercih edilmesini sağlar. Ayrıca, kimyasal inert bir yapıya sahip olması, çözülen maddeler üzerinde istenmeyen kimyasal reaksiyonlara neden olmasını sağlar.

5. Kolay ayrılabilirlik ve atık oluşmaması: CO₂, ekstraksiyon işlemi sonunda sistemden kolaylıkla ayrılabilir. Bu, ikinci bir ayrılma işlemi gerektirmez ve atık oluşumunu en aza indirger.

Süperkritik akışkanlardan karbondioksit'in temel zayıflığı, düşük polariteye sahip olmasıdır. Lakin, bu sorunu aşmak için yardımcı çözücüler kullanılabilir. Yardımcı çözücüler, süperkritik akışkanın polaritesini değiştirerek çözücü gücünü artırır. Bunun yanında, ekstrakte edilecek bileşenle matris arasındaki etkileşimi azaltarak ekstraksiyon verimini artırır. Bu şekilde, süperkritik akışkan, polar olmayan bileşenleri başarıyla çıkarmak için etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Bunun gibi bazı diğer uygulamalarda da çözme gücünü arttırmak için ortama çok az miktarda (Max %5) yardımcı bir çözücü (etil alkol, hekzan, metil asetat, metanol vb.) ilave edilmektedir. (Ünver 2022, Memiş 2018, Dinçer ve diğ. 2007, Çolak ve Tülek 2003, Çalimli 2003, Erbil 2001).

Karbondioksit, sıcaklık ve basınç değerleri kritik noktaya (304,25K ve 7376,46kPa) ulaştığında veya bu noktayı geçtiğinde süperkritik akışkan durumuna geçer. Sıvı ve gaz fazları arasındaki ayrımın kritik noktaya yaklaşırken azaldığı ve sonunda tamamen ortadan kalktığı doğrudur. Şekil 4.2, sıvı-gaz sisteminin farklı aşamalarını göstermektedir. Şekil 4.2A'da, düşük sıcaklık ve basınç koşullarında sıvı ve gaz fazları net bir şekilde ayrılabilir. Ancak sıcaklık ve basınç arttıkça, ayrım Şekil 4-2B'de olduğu gibi daha az fark edilir hale gelir. Bu, iki faz arasındaki yoğunluk farkının azalmasından kaynaklanır. En sonunda, yüksek sıcaklık ve basınçta Şekil 4.2C'de olduğu gibi faz ayrımı bütünüyle ortadan kalkar ve sistem homojen bir hale gelir (Yılmaz 2009).



A

B

C

Şekil 4.2: İki faz bölgesindeki CO₂'in artan basınç ve sıcaklıkla süperkritik hale geçişi

Süperkritik CO₂ ile sıvı ve gaz fazların yoğunluk, difüzyon katsayısı ve viskozite gibi fizikokimyasal özellikleri karşılaştıran Tablo 4.2'ye göre:

- Yoğunluk: Sıvıların yoğunlukları genellikle birbirine yakın olmasına rağmen, süperkritik akışkanların yoğunluğu, uygulanan basınç ve sıcaklığa bağlı olarak değişebilir. Süperkritik CO₂'nin yoğunluğu, sıvıların yoğunluğuna daha yakın olduğundan, süperkritik akışkanlar, çözünen molekülleri daha iyi çözebilme eğilimindedir.
- Viskozite: Süperkritik akışkanların viskozite değerleri, sıvılar ile gazların arasında yer alırken, genellikle gazlara daha yakındır. Bu da süperkritik akışkanların akışkanlık özelliklerini, sıvılara göre daha yakın bir şekilde benimsemesini sağlar.
- Difüzyon katsayısı: Süperkritik akışkanların difüzyon katsayıları, sıvılardan daha yüksektir. Bu da süperkritik akışkanlarda kütle transferinin daha hızlı gerçekleşebileceği anlamına gelir.
- Yüzey gerilimi: Düşük yüzey gerilimine sahip olan süperkritik akışkanlar, gözenekli katılara ve paket kolonlara kolayca nüfuz edebilmelerine olanak tanır (Gök 2011).

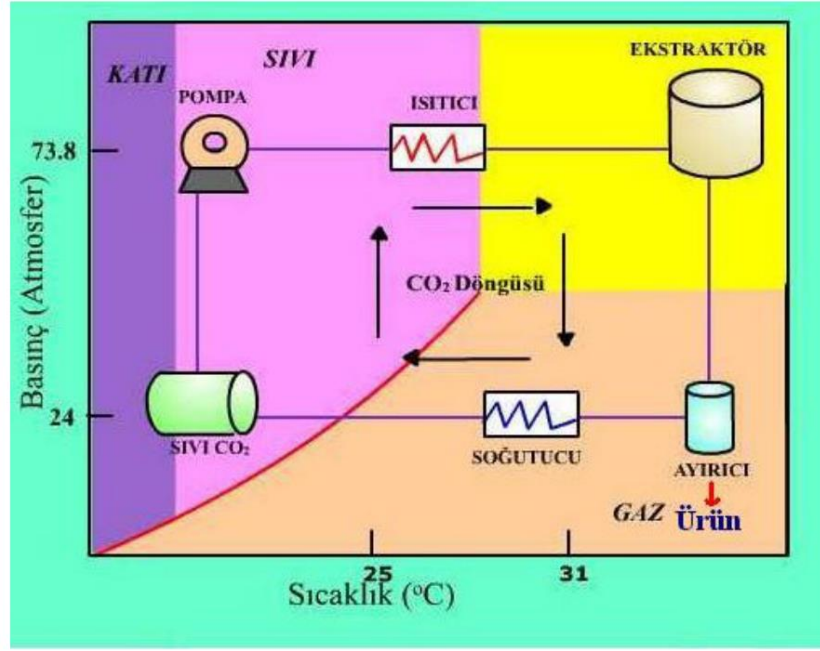
Tablo 4.2. Süperkritik CO₂ ile gaz ve sıvıların özelliklerinin karşılaştırılması

Özellik	Gaz	Süperkritik CO ₂	Sıvı
Yoğunluk (g cm ⁻³)	$(0,1-2) \times 10^{-3}$	0,47-1,0	0,6-1,6
Difüzyon katsayısı (cm ² s ⁻¹)	0,1-0,4	$(2-7) \times 10^{-4}$	$(0,2-2) \times 10^{-5}$
Viskozite (g cm ⁻¹ s ⁻¹)	$(1-3) \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-4}-1 \times 10^{-3}$	$(0,2-3) \times 10^{-2}$

4.3 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu

Süperkritik akışkan ekstraksiyon sisteminin şematik gösterimi Şekil 4.3'te verilmiştir. Bu sistemde aşağıdaki adımlar gerçekleştirilir:

1. Sıvı CO₂ Pompa: Sistemdeki sıvı CO₂, bir pompa yardımıyla istenen basınç değerine getirilir.
2. Isıtıcı: Pompadan çıkan akışkan, bir ısıtıcıya yönlendirilerek istenen sıcaklık değerine ısıtılır. Bu şekilde süperkritik sıcaklık ve basınç değerlerine getirilmiş akışkan hazırlanır.
3. Ekstraktör: Isıtılmış akışkan, sıcaklığı sabit tutulan bir ekstraktöre gönderilir. Ekstraktördeki madde ile temas ederek çözünme gerçekleşir.
4. Ayırıcı: Ekstraktörden gelen akışkan, bir ayırıcıya alınır ve basıncı düşürülür. Basınç düşüşü sırasında akışkan, çözme gücünü kaybeder ve üründen ayrılır.
5. CO₂ Gazının Geri Kazanımı: Ayırıcıdan alınan CO₂ gazı, bir soğutucuda sıcaklığı düşürülerek geri kazanılır. Soğutucudan çıkan sıvı CO₂, sıvı CO₂ tüpünden alınan akım ile sisteme tekrar beslemek üzere karıştırılır.
6. Ürün Toplama: Elde edilen ürün, ayırıcının altından toplanır (Özcimder 2014).



Şekil 4.3: Süperkritik akışkan ekstraksiyon sisteminin şematik gösterimi (İçen 2008)

Karbondioksitin çözücülük gücü büyük oranda onun sıcaklık ve basıncına bağlıdır. Düşük basınçlarda (120 bardan az) CO_2 'in çözme gücü artan sıcaklıkla birlikte düşerken yüksek basınçlarda artar. Aslında çözücüdeki en büyük etki yoğunluktan kaynaklanmaktadır. Kısaca süperkritik bir çözücünün çözme gücü verilen bir sıcaklıkta yoğunluk arttıkça artıp; verilen bir yoğunlukta da sıcaklık arttıkça artmaktadır. Bu duruma göre yüksek sıcaklık ve basınç değerlerinde çözücülük gücü çok yüksek değerlere ulaşmakta ancak, kritik nokta civarında yüksek yoğunluk eğilimi nedeniyle çözücülük gücünde azalma olmaktadır. Çözücülük gücündeki artış, ayrılması istenilen bileşenin çözünürlüğünü kolaylaştırmakla kalmayıp, ortamda çözünen bileşenlerin sayısını da artırır. Diğer bir ifade ile, verilen bir karışımdaki bileşenlerin çoğu, yüksek çözme gücüyle çözülür. Bu nedenle düşük çözme gücü yüksek seçiciliği; yüksek çözme gücü de düşük seçiciliği ifade eder. Sonuç olarak, çözücünün kritik basıncına yaklaştıkça seçiciliğinde yükselme görülür. Bu yöntemin en önemli özelliği de spesifik olarak fraksiyonlara ayırma etkisine sahip olmasıdır. Bu ekstraksiyon yöntemiyle katı maddelerden ekstraksiyon, sıvılara göre daha basittir. Çünkü sıvı faz içinde çözünen gazın etkisiyle, sistem daha karmaşık bir hal almaktadır (Başoğlu 1998).

4.4 Süperkritik Akışkanların Uygulama Alanları

Süperkritik akışkan süreçleri, hızla gelişen bir alan haline gelmiştir, hem bilimsel ve hem de teknolojik açıdan. Bu konuyla ilgili çalışmalar, özellikle Almanya, ABD ve Japonya gibi ülkelerde yoğun bir şekilde yürütülmektedir. Süperkritik akışkanlar, çözünürlüğünün ayarlanabilir olması nedeniyle çeşitli uygulama alanlarında geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir. Özellikle süperkritik karbondioksit, bu alanda en yaygın kullanılan süperkritik akışkandır. Bu akışkanlar, çeşitli uygulama alanlarında kullanılabilir. Ayırma ve saflaştırma, kromatografi, polimerizasyon, fraksiyonlama, tanecik tasarımı, biyoteknoloji, yağ modifikasyonu, su arıtma gibi birçok alanda süperkritik akışkanlar etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu akışkanların özgün özellikleri, bu uygulamalarda verimli ve başarılı sonuçlar elde etmeyi mümkün kılar. Süperkritik akışkanlar, endüstri ve araştırma alanlarında geniş bir kullanım potansiyeline sahip önemli bir teknolojidir (Demir 2015).

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1 Materyal

5.1.1 Kuşburnu Örneği

Materyal olarak kuşburnu tozu kullanılmıştır. Kuşburnu tozu deneyde kullanılıncaya kadar kapalı bir şekilde kendi ambalajında buzdolabı (+4) sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Ürün ticari olarak satın alınmış %100 kuşburnu tozudur (Çekirdeğiyle birlikte öğütülmüştür).

5.1.2 Kullanılan Çözücüler

Süperkritik ekstraksiyon işlemi sonrası toplam antioksidan, toplam fenolik, toplam flavonoid ve gaz kromatografik analizlerde kullanılan $\geq 99.8\%$ metanol ve hekzan Isolab ve yüksek saflıkta gallic acid, folin reaktifi, DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), Trolox ($\pm$ -6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) ve sodyum karbonat Sigma Aldrich firmasından sağlanmıştır.

Deneyisel çalışmalarda ve cam malzemelerin temizliğinde 18 M Ω dirence sahip ultra saf su kullanılmıştır. Bu saf su ters osmozla elde edilmiştir. Cihaz Human Power Iplus markadır.

5.1.3 Kullanılan Cihazlar

Deneylerdeki tüm tartımlar Denver Instrument marka APX-200 model 0.1 mg hassasiyetteki analitik terazide yapılmış olup Velp Scientifica marka ZX Classic model vorteks cihaz ise karıştırma işlemleri için kullanılmıştır. Ayırma işlemi için ise Hettich Zentrifugen marka EBA-20 model santrifüj cihazı kullanılmıştır. Laboratuvar malzemeleri ve ekstraktör torbalarının kurutulmasında Nüve marka FN 055 Model kuru hava sterilizatöründen faydalanılmıştır.



Şekil 5.1: Süperex F-500 model süper kritik CO₂ ekstraksiyon sistemi

Kuşburnu tozu örneğinin ekstraksiyonunda yerli üretim olan Süperex F-500 model süperkritik CO₂ ekstraksiyon sistemi kullanıldı. Sistem 500 mL ekstraktör kolonu, dinamik mod CO₂ akış modu olan ve 354 bar basınç ve yardımcı çözücü pompa sisteminden oluşmaktadır (Şekil 5.1).

Ekstraktın biyoaktif bileşik içeriği için gaz kromatografi kütle spektrometre cihazı kullanıldı. Kullanılan kromatografik sistem, ayırmalı-ayırmasız (split-splitless) enjektör sisteminden oluşan (AOC 20i model oto enjektörlü AOC 20s otomatik örnekleme) Shimadzu marka GC-2030 model gaz kromatografisi ile birleştirilmiş Shimadzu QP-2020NX model kütle spektrometresiyle oluşmaktadır. GC’de kolon türü olarak Rtx-5MS (Restek) kolon (%95 dimetil polisiloksan, %5 difenil ince film kaplı 30 m x 0.25 mm i.d. x 0.25 µm boyutlarında) kullanılmıştır. Sistemde taşıyıcı gaz, %99.9 saflıkta hidrojenidir. Hidrojen gazı Peak Scientific Precision H2 450 model gaz jeneratörüyle ultra saf sudan üretilmiştir. Jeneratörden maksimum akış hızı 450

mL/dk dır. Gazın çıkış basıncını 5 bar olacak şekilde akış dengelenmektedir. Shimadzu GLC Ltd. marka moleküler elek ve oksijen tuzaklarından taşıyıcı gaz (hidrojen) geçirilerek sisteme gönderilmektedir. Cihazda tüm analizler, 70 eV'luk elektron çarpması (EI: electron impact) modunda gerçekleştirildi.

Yürütülen çalışmada, tam tarama (SCAN) modu kullanıldı. Analiz sonrası kütüphane taramasıyla, benzerlik indeksi kullanılarak kalitatif tayinler gerçekleştirildi. Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de GC-MS'in çalışma koşulları hakkında bilgiler yer almaktadır.

Tablo 5.1: GC çalışma şartları

GC - 2030			
<i>Kolon Fırın Sıcaklığı, °C</i>	40		
<i>Enjektör Sıcaklığı, °C</i>	250		
<i>Enjeksiyon Modu</i>	Split		
<i>Split Oranı</i>	1:10		
<i>Enjeksiyon Hacmi, µL</i>	1		
<i>Kolon Akış, mL/dak</i>	0,80		
<i>Taşıyıcı Gaz</i>	Helyum, 1,2 mL/dakika akış hızında		
<i>Kolon Sıcaklık Programı</i>	<i>Sıcaklık artış oranı °C/dak</i>	<i>Sıcaklık °C</i>	<i>Tutma süresi</i>
		40	0
	3	250	0

Tablo 5.2: MS çalışma şartları

MS

<i>İyon Kaynağı Sıcaklığı, °C</i>	230
<i>Ara Yüzey Sıcaklığı, °C</i>	300
<i>Başlangıç Zamanı, Dakika</i>	1,4
<i>Bitiş Zamanı, Dakika</i>	80
<i>ACQ Modu</i>	Scan
<i>Başlangıç, M/Z</i>	40
<i>Bitiş, M/Z</i>	510

Kuşburnu tozu örneğinin mineral içerik analizi Pamukkale Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yaptırılmıştır. Kuşburnu meyvesinin toz haline getirilmemiş ve ticari satın alınan örnek eş zamanlı hizmet alımıyla analizlenmiştir. Bu amaçla, her iki örnek öncelikle CEM marka Mars6 iprep model mikrodalga çözünürleştirme sistemiyle çözündürülmüştür. Çözünmüş her iki örnek, Perkin Elmer marka Nexion2000 model (USA) İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometre (ICP-MS) cihazı ile analizlenmiştir. Sistem de birincil gaz olarak argon gazı, interferans giderici çarpışma gazı olarak helyum kullanılmaktadır. Dual mod quadropole sahip olan sistem 5-279 amu kütle ölçüm aralığına sahiptir.

5.2 Yöntem

5.2.1 Mikrodalga Yöntemi

Mikrodalga ile çözünürleştirme işleminde, basınç, sıcaklık, süre ve kullanılan çözünürleştirme reaktifi önemli faktörlerdir. Mikrodalga ile çözünürleştirme işleminde, diğer yöntemlere kıyasla daha az miktarda çözücü kullanılır. Özellikle katı örneklerin çözülmesi için mikrodalga yöntemi, daha az çözücü miktarıyla etkili olabilir. Geleneksel ısıtma yöntemlerine ısı, kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyonla gıda maddesine aktarılırken, mikrodalga ısıtma yönteminde ısı doğrudan gıdanın içine nüfuz eder. Bu nedenle mikrodalga ısıtma, geleneksel ısıtmaya kıyasla daha hızlı bir ısı transferi sağlar. Mineral asitler, mikrodalga enerjisini hızla ısıya

dönüştürebildikleri için ısınma süreci hızlı olur ve reaksiyonlar daha kısa sürede tamamlanabilir (Hişir 2016).

Kuşburnu tozu numuneleri kullanılarak bir yöntem uygulanmıştır. İşlem adımları ve süreç şeması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Numune Hazırlığı:

- Ortalama $0,500 \pm 0,001$ g kuşburnu tozu tartımı yapılır.
- Tartılan numuneler basınçlı teflon tüplere konulur.
- Üzerlerine 4 mL der HNO_3 ve 1,0 mL der HClO_4 eklenir.
- Teflon disklerle tüpler kapatılır.

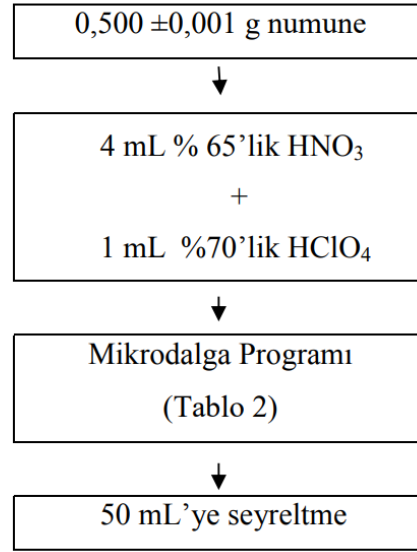
2. İşlem Süreci:

- Tüpler, fırının içine yerleştirilir.
- İstenen sıcaklık ve süre ayarlaması yapılır.
- Mikrodalga çalıştırılır ve belirlenen süre tamamlanır.

3. Numune İşleme:

- Numunelerin soğuması beklenir.
- Her bir numune çeker ocak altında açılarak çözeltiler alınır.
- Çözeltiler 50 mL'lik balon jojelerin içine boşaltılır.
- Distile su ile hacim 50 mL'ye tamamlanır.
- Analiz için hazırlanan çözeltiler, $+4^\circ\text{C}$ 'de buzdolabında bekletilir.

Uygulanan yöntemin akış şemasının Şekil 5.2'de verildiği belirtilmiştir.



Şekil 5.2: Mikrodalga çözünürleştirme yöntemi akış şeması

Mikrodalga parçalama yöntemi kullanılarak numunelerin çözünürleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin aşamaları Tablo 5.3'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3: Uygulanan mikrodalga programı

Basamak	Ulaşma süresi, dakika	Süre, dakika	Sıcaklık, °C
1	5	5	145
2	3	5	170
3	2	18	190
4	1	1	75
5	1	1	75

5.2.2 Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu

Deneyisel çalışmalarda Süperex F-500 model süperkritik CO₂ ekstraksiyon sistemi kullanılmıştır.

Öğütülmüş halde bulunan 150g kuşburnu tozu (Şekil 5.3) özel ekstraksiyon keselerine (Şekil 5.5) konulduktan sonra ekstraksiyon hücresine yerleştirildi. Ekstraksiyon paslanmaz çelikten yapılmış bir hücrede gerçekleşmektedir (Şekil 5.6). Optimum ekstraksiyon koşulları; 40 °C ekstraktör sıcaklığı, 120 °C restriktör sıcaklığı, 50 °C seperatör sıcaklığı, 300 bar basınç (CO₂ kullanarak basınç) ve 180 dk

Çalışma suresi olarak belirlenmiştir. Ekstraksiyon işlemi biten kuşburnu tozu şekil 5.4’de gösterilmiştir.



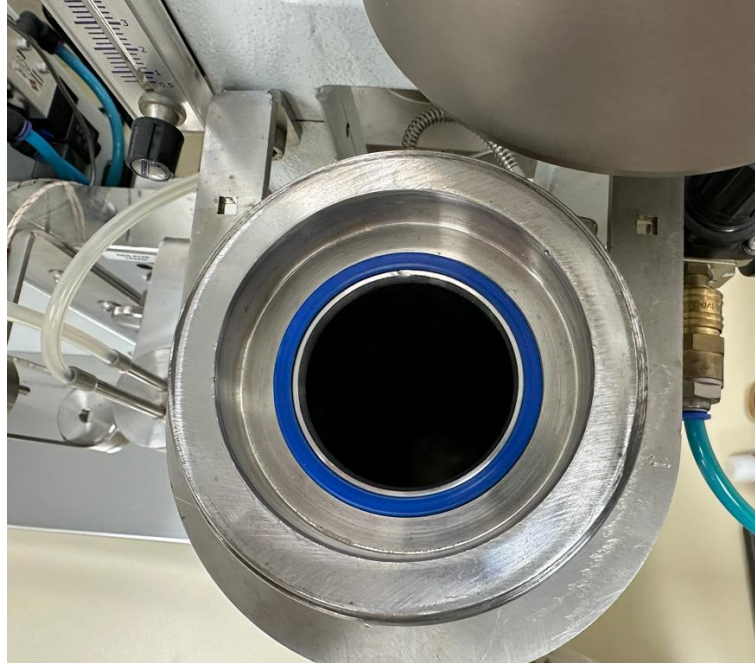
şekil 5.3: Kuşburnu tozu



şekil 5.4: Ekstraksiyon işlemi biten kuşburnu tozu

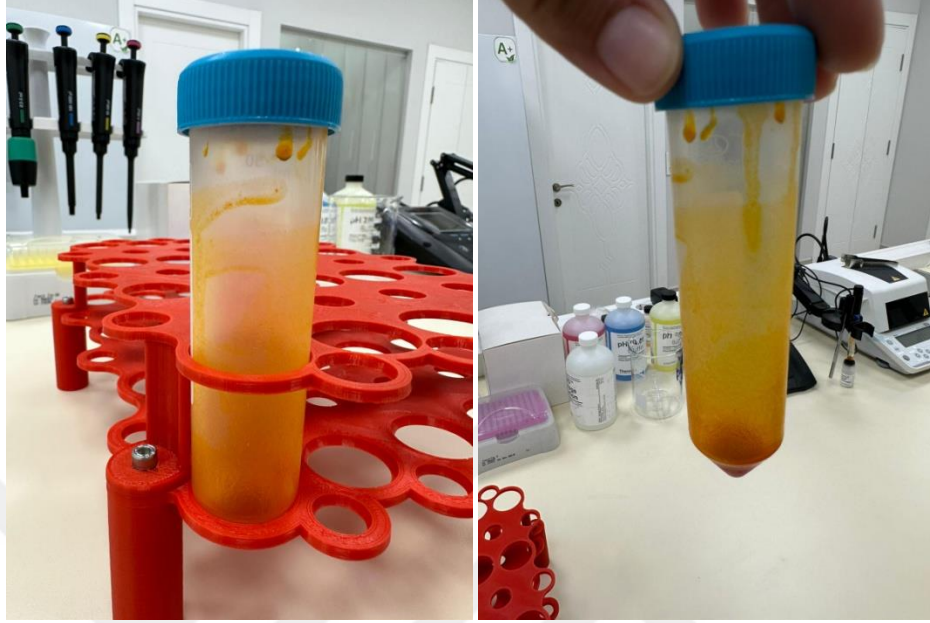


Şekil 5.5: Ekstraksiyon kesesi



Şekil 5.6: Ekstraksiyon h resi

Ekstraksiyon sonucunda vialde toplanan ekstrakt (Şekil 5.7), antioksidan, toplam fenolik madde, toplam flavanoid miktarı ve biyoaktif bileşen tespiti için +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 5.7: Vialde toplanan ekstrakt

% Verim değerlerinin hesaplanması

Kuşburnu tozunun süperkritik akışkan ekstraksiyonu sürecinde verim; % verim olarak, (g ekstrakt / g kuru posa) olarak tanımlanmıştır. Ekstraksiyon işlemi bitiminde edinilen fenolik ekstrakt miktarları gravimetrik olarak belirlenmiştir.

$$\%V_{\text{eks}} = m_{\text{eks}} / m_{\text{kuruposa}} \times 100 = 5,25 / 150 \times 100 = 3,5$$

$$\%V_{\text{eks}} = 3,5$$

Burada;

V_{eks} : Verim (g ekstrakt / g kuru posa)

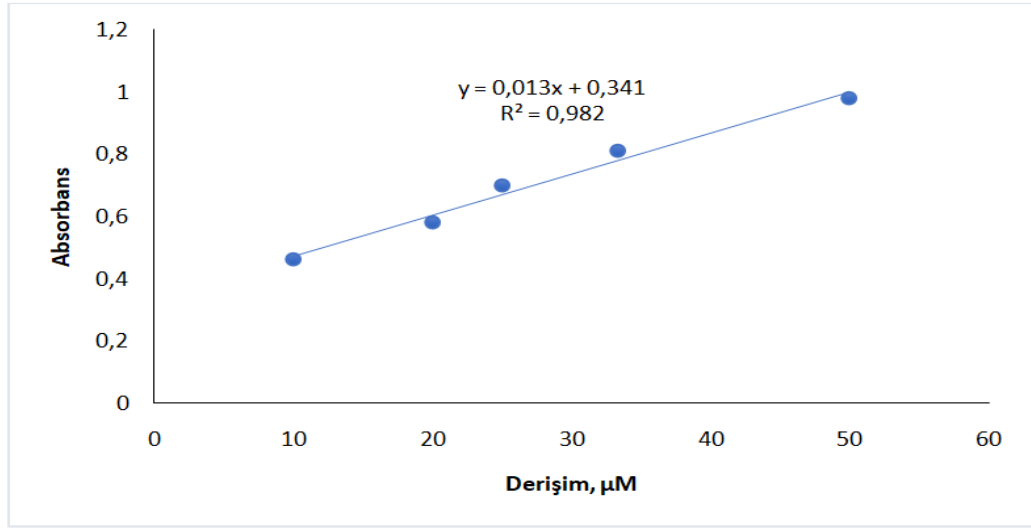
m_{eks} : Ekstrakt miktarı (g)

m_{kuruposa} :Başlangıçta alınan kuşburnu tozu miktarı (g kuru posa)

5.2.3 Antioksidan (DPPH) Analizi

DPPH[•] Radikali Giderme Aktivitesi; Kuşburnu tozunun antioksidan aktivitesi DPPH[•] antioksidan aktivite yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. DPPH[•]’nin rengi

antioksidanın varolduğu yerlerde değişmektedir. DPPH, çözeltisi hazırlanırken, DPPH, metanol kullanılarak 515nm’de absorbansı 1.1 olacak şekilde hazırlanmaktadır. 150 µL örnek üzerine 2850 µL DPPH eklenerek 1 saat oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiştir. Süre bitiminde numunelerin absorbans değişimi 515 nm dalga boyunda UV-spektrometresinde analizlendi. Elde edilen değerler, troloks (6-hydroxy-2,5,7,8- tetramethylchroman-2-carboxylic acid) standart eğrisinden çıkarılan denkleme göre hesaplanarak mmol troloks eşdeğeri (mmol TE) / 100 ml cinsinden hesaplanmıştır. Örneklerin antioksidan kapasitesi troloks standart çözeltilerinden (10, 20, 30, 40 ve 50 µL) elde edilen kalibrasyon grafiği (Şekil 5.8) verilmiş olup, analizler üç paralel olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.8: Troloks standart çözeltilerinin kalibrasyon grafiği

5.2.4 Toplam Fenolik Madde Analizi

Kuşburnu tozu ekstraktının toplam fenolik içeriği Singleton ve diğ. (1965) tarafından bildirilen Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenmiştir. Bu metot fenolik bileşiklerin FolinCiocalteu ayracını indirgediği ve oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Yöntemin aşamaları şu şekildedir:

1. Ekstrakt Hazırlığı:

- Hazırlanan ekstrakttan 100 µL alınır.
- Üzerine 4.5 mL saf su eklenir.

2. Folin-Ciocalteu Reaktifi Eklenmesi:

- 100 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (1 N) eklenir ve iyice karıştırılır.
- Ardından 300 µL sodyum karbonat (% 2) çözeltisi eklenir ve tekrar karıştırılır.

3. Bekleme Süresi:

- Karışım 2 saat boyunca karanlık bir ortamda bekletilir.

4. Spektrofotometrik Analiz:

- Bekleme süresi sonunda, karışımın absorbans değeri UV-görünür spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda ölçülür.

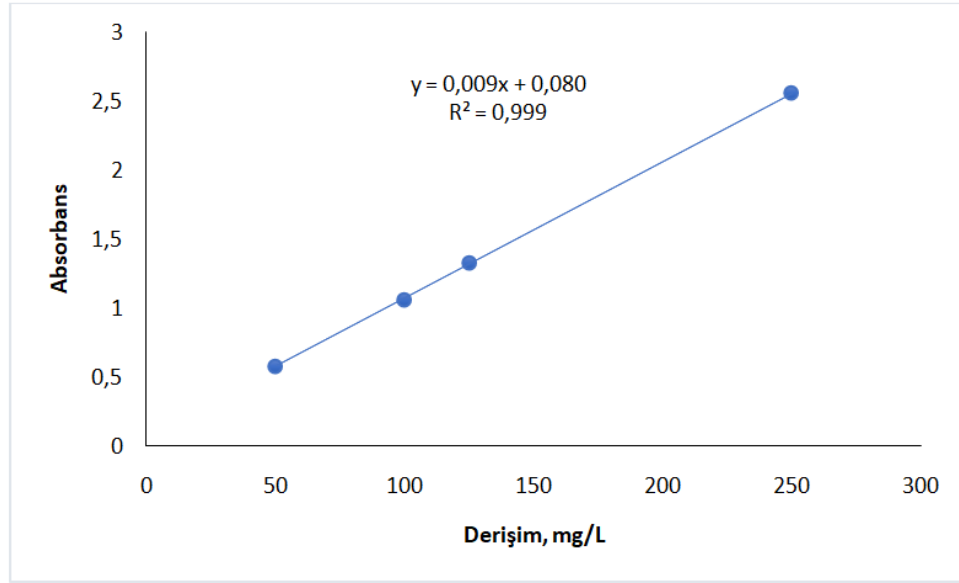
- Şahit deneme için örneğin yerine 0.5 mL metanol kullanılır.

5. Kalibrasyon Eğrisi ve Hesaplama:

- 50-250 mg/L gallik asit standart çözeltileri kullanılarak aynı koşullarda analiz yapılır.
- Belirlenen absorbans değerleri kalibrasyon eğrisi üzerinde kullanılarak formülde yerine konulur.
- Sonuç gallik asit eşdeğeri türünden hesaplanır ve mg GAE/g (Gallik Asit Eşdeğeri/gram) örnek olarak ifade edilir.

Şekil 5.9'da verilen kalibrasyon eğrisi kullanılarak, örneklerin toplam fenolik bileşik içeriği gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanır.

Deneyler üç kez tekrarlanarak elde edilen sonuçların ortalaması alınarak rapor edilmiştir.

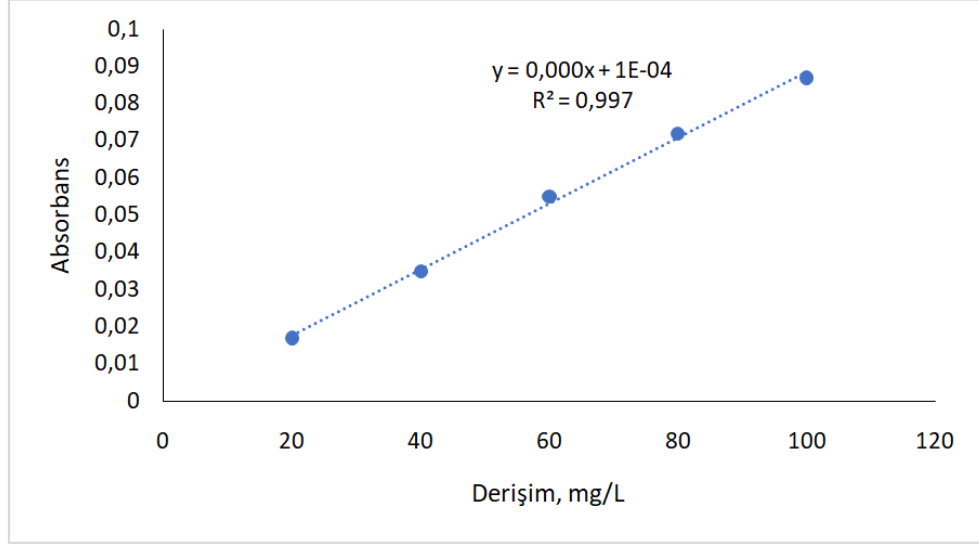


Şekil 5.9: Gallik asit standart çözeltilerinin kalibrasyon grafiği

5.2.5 Toplam Flavonoid Madde Analizi

Zhinsen ve diğ. (1999) uyguladığı spektrofotometrik yöntemle göre, toplam flavonoid miktarı belirlendi. Analiz örneğinden uygun konsantrasyonda 1 ml alınarak deney tüpüne transfer edildi ve üzerine 4 ml distile su eklenerek karıştırıldı. Ardından, tüpe 0.3 ml %5'lik NaNO₂ çözeltisi eklendi ve vorteks yardımıyla homojenleştirildi. Karışıma 5 dakika beklenildikten sonra, 0.6 ml %10'luk AlCl₃.6H₂O çözeltisi ve 1 dakika daha beklenilerek 2 ml 1 mol/L'lik NaOH çözeltisi ilave edildi. Tüpteki toplam hacim, distile su ile 10 ml'ye tamamlandı. Elde edilen karışım bir kez daha vortekslenerek, absorbans değeri 510 nm dalga boyunda suya karşı ölçüldü. Bu şekilde toplam flavonoid miktarı belirlendi.

Toplam flavonoid miktarı, üç tekrarlı çalışmalarla belirli derişim aralıklarında hazırlanan kuersetin standart eğrisine göre hesaplandı. Standart eğriyi çizmek için 20, 40, 60, 80 ve 100 mg/L kuersetin çözeltileri hazırlandı. İlk beş basamağa kuersetin çözeltileri uygulandı ve 510 nm dalga boyunda ölçüm yapılarak standart eğri oluşturuldu. Oluşturulan standart eğri kullanılarak örneklerdeki toplam flavonoid miktarı, miligram kuersetin/gram kuru posa birimi üzerinden hesaplandı.



Şekil 5.10: Kuersetin standart eğrisi

6. TARTIŞMA VE BULGULAR

Tez çalışmasında süperkritik karbondioksit ekstraksiyon yöntemi ile kuşburnu tozundan elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve toplam flavonoid içeriği hesaplanmıştır. Ayrıca, ekstraktın biyoaktif bileşen bakımından içeriğiyle ilgili gaz kromatografi kütle spektrometrisiyle analizde gerçekleştirilmiştir. Kuşburnu tozu proses öncesi meyve ve proses sonrası ürünün ağır metal içerikleri de incelenmiştir.

6.1 Kuşburnu Tozu Ekstraktının Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid ve Antioksidan Aktivite İçerikleri

Kuşburnu tozu süperkritik akışkan ekstraksiyonu yöntemiyle elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde içeriği, 50-250 mg/L derişim aralığındaki standart gallik asit çözeltisinin kalibrasyon doğrusu kullanılarak hesaplandı ($y = 0.009x + 0.080$, $R^2 = 0.999$). Deneylerde elde edilen örnek absorbans değerleri bu doğruya yerleştirilerek derişimleri belirlendi ve kuşburnu örneğinde toplam fenolik madde miktarı 214,4 mg gallik asit/kg olarak bulundu.

R. canina tozu ekstraksiyonları için toplam flavonoid içeriği hesaplanırken kullanılan kalibrasyon eğrisi $y = 0.000x + 1E-04$, $R^2 = 0.997$ olarak verildi. R. canina ekstraktlarında deney sonuçlarına göre toplam flavonoid içeriği 21,1 mg kuersetin eşdeğeri/kg olarak belirlendi.

R. canina ekstraksiyonları için antioksidan kapasite ölçümünde kullanılan kalibrasyon eğrileri DPPH yöntemi için $y=0.013x + 0.341$, $R^2 = 0.982$ verilmiştir. R. Canina ekstraktlarında antioksidan kapasitesi DPPH sonuçlarına göre 64,8 μmol TEAC/kg olarak tespit edilmiştir.

Tablo 6.1: Kuşburnu tozu ekstraktının toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerleri ve literatürle karşılaştırılması

Ekstraksiyon türü	Toplam Fenolik Madde (mg Gallik asit eşdeğeri/kg)	Toplam Flavonoid (mg kuersetin eşdeğeri/kg)	Antioksidan (DPPH) aktivite (mmol troloks eşdeğeri/kg)	Kaynaklar
Süper kritik karbon dioksit ekstraksiyonu	214,4 ± 22,6	2,1± 0,2	64,8 ± 5,9	Bu çalışmada
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (%50 aseton)	5,09±0,14		379±2.81	Su ve ark. (2007)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (%80 metanol)	2,59±0,14		190±4.81	Su ve ark. (2007)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (metanol)	424,6±1,8	23,6±4,2		Montazeri ve diğ. (2011)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (sulu)	74,6±3,08	1,22±0,02	32,7±1,54	Nadpal ve diğ. (2016)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (metanol)	50,9±3,60	0,65±0,03	21,7±2,04	Nadpal ve diğ. (2016)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (%70 aseton)	21,5±0,33			Agourram ve diğ. (2013)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (%90 metanol)	21,2±0,38			Agourram ve diğ. (2013)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (%80 etanol)	16,3±0,31			Agourram ve diğ. (2013)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (metanol)	10,74±3,09	3,43±1,44	25,03±4,91*	Macit (2018)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (metanol+su+formik asit)	31,08±0,19	9,48±0,94	278,90±5,60*	Demir ve diğ. (2014)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1 (metanol+%1 HCL)	6.298±116,7			Murathan ve diğ. (2016)
Katı-ekstraksiyonu (SIV1)	225,65±2,50	2,02±0,03		Fattahi ve diğ. (2012)

(metanol)				
Katı-	SIVI	76,26	457,2-626,2	Gao et al.
ekstraksiyonu				(2000)
(etanol)				

* gösterilen değerlerin birimi mg/ml' dir.

Su ve diğ. (2007) çalışmasına göre, kuşburnu örneklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite düzeyleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- %50 Aseton Ekstraktı:

- TFMM: 5.09±0.14 mg GAE/g

- Antioksidan aktivite düzeyi: 379±2.81 µmol TEAC/g

- %80 Metanol Ekstraktı:

- TFMM: 2.59±0.14 mg GAE/g

- Antioksidan aktivite düzeyi: 190±4.81 µmol TEAC/g

Montazeri ve diğerleri (2011) yaptığı çalışmada, İran'da bulunan kuşburnu meyvelerinin fitokimyasal içeriği (fenoller ve flavonoidler) çeşitli in vitro ekstraksiyon yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, metanolik ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen *Rosa canina* meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı 424,6±1,8 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı ekstraksiyon yöntemiyle flavonoid madde içeriği ise 23,6±4,2 mg QE/g olarak belirlenmiştir.

Gao ve diğerleri (2000) tarafından yapılan çalışmaya göre, kuşburnu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ortalama olarak 76.26 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada kuşburnunun antioksidan aktivite düzeyi Gao ve arkadaşları (2000) tarafından 457.2-626.2 µmol TEAC/g kuru madde olarak tespit edilmiştir.

Fattahi ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada, *R. canina* ve *R. pimpinellifolia* meyvelerinin TFMM incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- *R. canina* için:

- Toplam fenolik madde miktarı: 225.65±2.50 mg GA/100g

- Toplam flavonoid madde miktarı: 2.02±0.03 mg QE/100g

Murathan ve diğerkleri (2016) tarafından yapılan çalışmada, Doğu Anadolu bölgesinde bulunan kuşburnu türlerinin meyvelerinde TFM analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- *R. canina* için:

- Toplam fenolik madde miktarı: $6.298 \pm 116,7$ mg GAE/100g

Bu sonuçlar, *R. canina* meyvelerinin diğerk kuşburnu türlerden daha fazla miktarda TFM içeriğine sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Nadpal ve diğerkleri (2016) tarafından yapılan çalışmada, *R. canina* ve *R. arvensi* türleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- *R. canina* için:

- Sulu ekstraktta TFMM: 74.6 ± 3.08 mg GAE/g

- Metanolik ekstraktta toplam fenolik madde miktarı: 50.9 ± 3.60 mg GAE/g

Bu sonuçlar, *R. canina* türünün hem sulu ekstraktında hem de metanolik ekstraktında yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. *R. Canina* türünün toplam flavonoid madde miktarı;

- Metanolik ekstraktında 0.65 ± 0.03 mg QE/g,

- Sulu ekstraktında ise 1.22 ± 0.02 mg QE/g olarak bulunmuştur.

Nadpal ve diğerkleri (2016) alışmasında ayrıca *R. canina*'nın antioksidan kapasitesi DPPH ve FRAP yöntemleriyle değerlendirilmiştir. DPPH analizine göre, *R. canina*'nın sulu ekstraktının DPPH inhibisyonu 32.7 ± 1.54 μ g/ml, metanolik ekstraktının ise 21.7 ± 2.04 μ g/ml olarak belirlenmiştir.

Agourram ve diğerkleri (2013) tarafından yapılan araştırmada, tohumlardaki toplam fenolik madde miktarı farklı ekstraktlar kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- %70 asetonlu ekstraktta toplam fenolik madde miktarı: 21.5 ± 0.33 mg GAE/g

- %90 metanollü ekstraktta toplam fenolik madde miktarı: 21.2 ± 0.38 mg GAE/g

- %80 etanollü ekstraktta toplam fenolik madde miktarı: 16.3 ± 0.31 mg GAE/g

Bu sonuçlar, tohumlarda toplam fenolik madde miktarının farklı ekstraktlar kullanılarak değişebileceğini göstermektedir. %70 asetonlu ve %90 metanollü ekstraktların daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

Macit (2018), *Rosa canina* L. Fenolik Bileşiklerin Miktarı Ve Bioyararlılığını araştırdığı çalışmada, toplam fenolik madde içeriğini $10,74 \pm 3,09$ mg GAE/g, *R. canina* toplam flavonoid madde miktarı metanolik ekstraktında $3,43 \pm 1,44$ mg QE/g, DPPH analizinde *R. canina* metanol ekstraktında $25,03 \pm 4,91$ mg TEAC/mL olarak belirlenmiştir.

Demir ve diğerleri (2014) tarafından yapılan çalışmada, 5 farklı kuşburnu türünün içeriği incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre:

- TFMM:
- *R. canina*: 31.08 ± 0.19 mg GAE/g (en düşük değer)
- Toplam flavonoid içeriği:
- *R. canina*: 9.48 ± 0.94 mg rutin/g
- Antioksidan kapasite (DPPH yöntemi):
- *R. canina*: 278.90 ± 5.60 mg/mL (en yüksek değer)

Bu sonuçlar, farklı kuşburnu türlerinin meyvelerindeki toplam fenolik madde, flavonoid içeriği ve antioksidan kapasitelerinin çeşitlilik gösterebileceğini göstermektedir. *R. canina*'nın toplam fenolik madde miktarının diğer türlere göre daha düşük olduğu, ancak toplam flavonoid içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

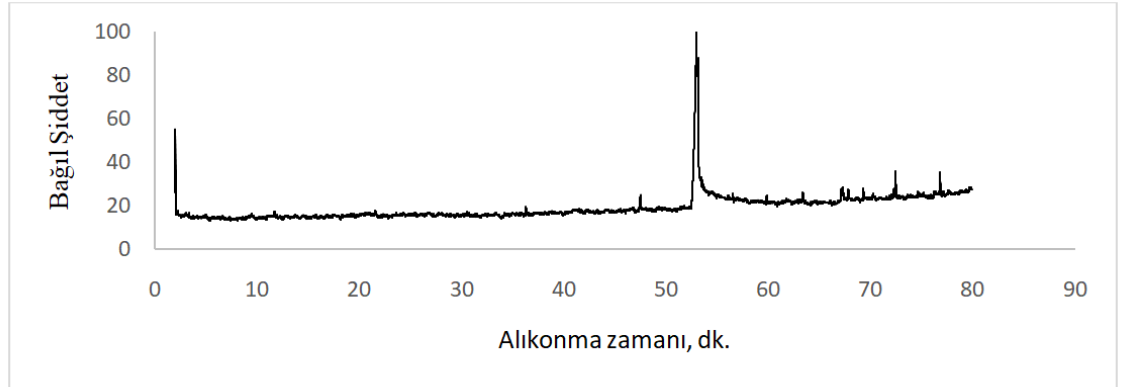
R. canina L.'ye ait çeşitli ekstraksiyonlarına ait sonuçlar Tablo 6.1 incelendiğinde, araştırma bulgularımızın farklı çalışmalarda ortaya çıkan kuşburnu meyvelerinin içerdiği toplam fenolik madde ve toplam Flavonoid miktarının en yüksek süperkritik karbondioksit ekstraksiyonunda olduğu görülmektedir. Buna karşılık süperkritik karbondioksit ekstraksiyonundaki antioksidan aktivite içeriği ise ekstraksiyonlar arasındaki değere göre düşük derişimde bulunmuştur.

6.2 Kuşburnu Tozu Ekstraktının Biyoaktif Bileşen İçeriği

Kuşburnu tozunun süperkritik karbondioksit ile ekstraksiyonundan elde edilen ekstrakt, metanol ile 50 kat seyreltilerek biyoaktif bileşen analizi için GC-MS ile analizlendi. Yapılan kromatografik analizde, örnek herhangi bir ön işlem basamaklarından geçirilmeden doğrudan analizlendiğinden, beklenenden daha az bileşen belirlendi. Bu bileşenlerin listesi Tablo 6.2’ de verilmiştir. Tabloda bileşenlerin isimleri, CAS numaralarıyla birlikte kütle taraması bilgileri benzerlik indeksi değerleriyle birlikte verilmiştir. Yüzde 70 ve üzerinde benzerliğe ait veriler NIST11 (National Institute of Standards of Technology)), organic asit ve FFNSC3 (Flavour and Fragrance Natural and Synthetic Compounds) kütüphanelerinden alındı. Ekstraktın yağ asidi ve sterol kompozisyonu için ön işlemlerin zorunlu olduğu görülmüştür. Şekil 6.1’de ekstraktın GC-MS kromatogramı verilmiştir.

Tablo 6.2: Kuşburnu tozu ekstraktının GC-MS analiz sonucu gözlenen biyoaktif bileşenler

Pik	Bileşik	Alıkonma zamanı	CAS numrası	Alan %	Yüksekl ik%	Benzerlik İndeksi
1	n-Hexadecanoic acid (Palmitik asit)	47,51	57-10-3	4,03	1,42	93
2	Linoleic acid	52,97	60-33-3	14,77	56,91	95
3	Mentha-1(7),8-diene <meta->	53,09	13837-95-1	4,34	13,42	81
4	Oleic Acid	53,15	112-80-1		11,1	91
5	Hexadec-(11E)-en-1-ol	56,54	61301-56-2	4,13	0,53	85
6	Bis(2-ethylhexyl) adipate	59,86	103-23-1	3,95	0,76	78
7	Pelargol	63,40	106-21-8	4,0	0,89	75
8	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester)	67,18	3443-82-1	5,52	1,65	87
9	Tetradec-(7Z)-enal	67,31	65128-96-3	5,69	1,69	84
10	Hexacosane <n->	67,84	630-01-3	3,87	0,91	92
11	9-Octadecenamide, (Z)-	69,31	301-02-0	3,15	0,81	88
12	Eicosene	72,31	27400-78-8	4,51	0,99	92
13	Hexacosane <n->	72,47	630-01-3	3,57	2,31	97
14	Tricos-(9Z)-ene	76,28	27519-02-4	5,00	0,65	79
15	Dotriacontane <n->	76,80	544-85-4	4,74	2,64	92



Şekil 6.1: Kuşburnu tozu ekstraktının GC-MS kromatogramı

6.3 Kuşburnu Tozu Ağır Metal İçeriği

Bu çalışmada kuşburnu bitkisi ele alınmış olup çalışma kapsamında bitkinin tozu ve çekirdeğinin ağır metal ve mineral madde konsantrasyonları bulunmuştur. Elde edilen bulgular Tabla 6.3’de (mg/kg) ele alınmıştır.

Tablo 6.3: Kuşburnunda bulunan ağır metallerin konsantrasyonları (mg/kg)

Metaller	Kuşburnu tozu	Çekirdek	ICP-MS LOD derişimleri (µg/L)
Li	<LOD	<LOD	0,178689
B	<LOD	<LOD	2,179587
V	0,064	0,143	3,591545
Se	<LOD	<LOD	0,380137
Mo	<LOD	<LOD	1,095953
Na	<LOD	<LOD	2,043580
Mg	1639,1	1929,5	1,333107
Al	21,5	62,7	0,023977
K	9134,1	1006,4	0,013996
Ca	622,8	747,3	0,334413
Tl	<LOD	<LOD	0,001095
Pb	<LOD	10,5	0,003267
Bi	<LOD	<LOD	0,085695
Si	92,4	317,7	0,203975
As	<LOD	0,895	0,003716
Be	<LOD	<LOD	0,040557
Ti	2,4	2,4	0,046608

Mn	36,9	77,5	0,014022
Fe	45,5	97,8	0,780646
Hg	<LOD	0,010	0,025490
Co	<LOD	<LOD	0,003111
Ni	0,590	3,753	0,017797
Cu	10,5	4,5	0,842286
Zn	5,7	25,8	4,610852
Ga	3,1	2,5	0,019386
Sr	22,2	92,8	0,003639
Ag	<LOD	<LOD	0,009342
Cd	<LOD	<LOD	0,007748
In	<LOD	<LOD	0,001822
Cr	<LOD	6,7	0,243078
Ba	12,3	10,4	0,007016
Sb	<LOD	<LOD	0,004269
Mo	<LOD	<LOD	0,178689

*LOD: Gözlenebilme sınırı

Yapılan çalışmalara baktığımızda;

Kurşun (Pb) değerlerine baktığımızda; Başgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında kurşun değerini kuşburnu da 0,34 mg/kg olarak belirlemiştir. Arslaner ve Salık, (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde kurşun değerini 1,34 µg/kgtespit etmiştir. Bizim çalışmamızda ise incelediğimiz kuşburnu tozunda kurşun tespit edilememiştir. Ancak çekirdeğinde 10,5 mg/kg derişimde tespit edilmiştir.

Demir (Fe) değerlerine baktığımızda; Başgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında demir değerini kuşburnun da 267,2 mg/kg olarak belirlemiştir. Özrenk ve ark., (2011) kuşburnunda yaptığı bir çalışmasında demir miktarını 42,02-106,51

mg/kg arasında bulmuştur. Uğuz (2017) çay olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Fe konsantrasyonunu 25,84 mg/kg olarak bulmuştur. Arslaner ve Salık, (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Fe değerini 7953,05 µg/kg tespit etmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde demir konsantrasyonları kuşburnu tozunda 45,5 mg/kg, çekirdekte ise 97,8 mg/kg çıkmıştır.

Çinko (Zn) değerlerine baktığımızda; Özrenk ve diğ. (2011) yapmış olduğu çalışmalarında kuşburnu da Zn içeriği 4,55-21,99 mg/kg aralığında bulunmuştur. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Zn değerini 933,42 µg/kg tespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmaya göre inceledikleri çinko konsantrasyonları, kuşburnu, ıhlamur, altın otu, yaş çay, nane, kekik ve ısırgan otu bitki örneklerinde tespit edilmiştir. Bu bitkilerdeki çinko konsantrasyonları 6,52-86,2 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek çinko konsantrasyonu ısırgan otunda, en düşük ise kuşburnu bitkisinde tespit edilmiştir. ve Uğuz, (2017) çay olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Zn konsantrasyonunu 58,73 mg/kg olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise Zn derişimi kuşburnu tozu ve çekirdeğinde sırasıyla 5,7 mg/kg ve 25,8 mg/kg olarak bulunmuştur.

Bakır (Cu) değerleri; Özrenk ve diğ. (2011) yapmış olduğu çalışmalarında kuşburnu da bakır içeriği 15,7-27,02 mg/kg aralığında bulunmuştur. Türkmen ve Dizdar (2022) tarafından yapılan çalışmada, nane, kekik, altın otu, yaş çay, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinde Cu (bakır) konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu çalışmada, bu bitkilerdeki Cu konsantrasyonları 3,54-18,1 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek Cu konsantrasyonu kekik bitkisinde, en düşük ise kuşburnu bitkisinde tespit edilmiştir. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Cu değerini 780,50 µg/kg tespit etmiştir. Uğuz (2017) çay olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Cu konsantrasyonunu 79,49 mg/kg olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise kuşburnu tozunda 10,5 mg/kg olup çekirdekte ise 4,5 mg/kg'dır.

Aluminyum (Al) değerlerine baktığımızda; Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmaya göre inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Al konsantrasyonları 46,6

mg/kg olarak tespit edilmiştir. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Al değerini 606,37 µg/kgtespit etmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Al konsantrasyonları kuşburnu tozunda 21,5 mg/kg, çekirdekte ise 62,7 mg/kgbulundu.

Krom (Cr) değerleri; Basgel ve Erdemoğlu (2006) çalışmasında krom değerlerini kuşburnun da 0,92 mg/kg olarak belirlemiştir. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Cr değerini 1137,61 µg/kgtespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Cr konsantrasyonunu 0,98 mg/kg olarak hesaplamışlardır. Uğuz (2017) yaptığı çalışmada kuşburnunda Cr tespit etmemiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Cr konsantrasyonları kuşburnu ununda gözlenebilme sınırı altında gözlenmiş, çekirdekte ise 6,7 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Kobalt (Co) değerlerine baktığımızda; Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Co konsantrasyonunu 0,25 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Uğuz (2017) yaptığı çalışmada kuşburnunda bulunan Co konsantrasyonunu 1,187 mg/kg olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda hem kuşburnu tozunda hem de çekirdekte Co gözlenebilme sınırı altında çıkmıştır.

Kadmiyum (Cd) değerlerini incelediğimizde, Uğuz (2017) çay olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Cd konsantrasyonunu 0,149 mg/kg olarak bulmuştur. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Cdkonsantrasyonunu 0,60 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda hem kuşburnu ununda hem de çekirdekte Cd derişimigözlenebilme sınırı altındadır.

Mangan (Mn) değerlerine baktığımızda, Özrenk (2011) tarafından yapılan çalışmada, kuşburnu bitkisi üzerinde mangan içeriği belirlenmiştir. Bu çalışmada, kuşburnu bitkisindeki mangan konsantrasyonları 7,47-140,01 mg/kg arasında değişmektedir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Mn konsantrasyonunu 79,7 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Uğuz (2017) bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan Mn konsantrasyonunu ortalama 47,23 mg/kg olarak tespit etmiştir. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Mn değerini 15,065mg/kg tespit etmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Mn

konsantrasyonları kuşburnu ununda 36,9 mg/kg, çekirdekte ise 77,5 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Nikel (Ni) değerlerine baktığımızda, Basgel ve Erdemoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada, ıhlamur, ısırgan otu ve kuşburnu bitkilerinde nikel değerleri belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre, ıhlamur bitkisinde nikel değeri 2,46 mg/kg, ısırgan otunda 3,60 mg/kg ve kuşburnu bitkisinde ise 2,90 mg/kg olarak belirlenmiştir. Uğuz (2017) çay olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Ni konsantrasyonunu 6,173 mg/kg olarak bulmuştur. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Ni değerini 310,91 µg/kg tespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Ni değerini 1,59 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Ni konsantrasyonları kuşburnu tozunda 0,59 mg/kg, çekirdekte ise 3,753 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Lityum (Li) değerlerine baktığımızda; Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Li derişim değerini 2,91 µg/kgtespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Li derişimini 0,11 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda hem kuşburnu tozunda hem de çekirdekte Li derişimi gözlenebilme sınırı altındadır.

Kalsiyum (Ca) değerlerine baktığımızda; Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde kalsiyum değerini 425,12 mg/kg tespit etmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Ca konsantrasyonları kuşburnu tozunda 622,8 mg/kg, çekirdekte ise 747,3 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Sodyum (Na) değerleri; Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Na değerini 546 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Na değerini tespit etmemiştir. Bizim çalışmamızda hem kuşburnu tozunda hem de çekirdekte Na derişimi gözlenebilme sınırı altındadır.

Magnezyum (Mg) değerlerine baktığımızda, Özrenk ve diğ. (2011) yapmış olduğu çalışmalarında kuşburnu da Magnezyum içeriği 2392-5504 mg/kg aralığında bulunmuştur. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde Magnezyum değerini 776,23 mg/kg tespit etmiştir. Uğuz (2017) çay

olarakta tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğini araştırdığı çalışmada kuşburnunda bulunan ortalama Mg konsantrasyonunu 2941 mg/kg olarak bulmuştur. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde Mg değerini 2328 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde Mg konsantrasyonları kuşburnu tozunda 1639,1 mg/kg, çekirdekte ise 1929,5 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Bor (B) değerleri; Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde B değerini 6991,64 µg/kgtespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde B derişim değerini 5,58 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda hem kuşburnu tozunda hem de çekirdekte B derişimi gözlenebilme sınırı altındadır.

Potasyum (K) değerleri; Özrenk ve diğ. (2011) kuşburnu meyvesinde ise 45405-11152 mg/kg olarak tespit etmiştir. Türkmen ve Dizdar (2022) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu bitki örneklerinde K derişim değerini 19173 mg/kg olarak hesaplamışlardır. Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada inceledikleri kuşburnu örneğinde K değerini 5508,38 mg/kg tespit etmiştir. Bizim incelediğimiz kuşburnu örneğinde K konsantrasyonları kuşburnu tozunda 9134,1 mg/kg, çekirdekte ise 1006,4 mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Ba, Hg, As, Se değerleri sırasıyla; Arslaner ve Salık (2020) yaptığı çalışmada 6455,24, 0,36, 3,07, 3,22 µg/kgtespit etmiştir. Bizim çalışmamızda ise Ba derişimi tozunda 12,3 mg/kg; çekirdekte 10,4 mg/kg, Hg derişimi tozda gözlenebilme sınırı altındayken çekirdekte ise 0,010 mg/kg çıkmıştır. As derişimi tozda gözlenebilme sınırı altında çıkarken, çekirdekte ki derişimi 0,895 mg/kg tespit edilmiştir. Selenyum (Se), gümüş (Ag), indiyum (In), berilyum (Be), talyum (TI) ve antimon (Sb) derişimleri hem kuşburnu tozu, hem de çekirdeğinde gözlenebilme sınırı altındadır. Çalışmamızda Silisyum (Si) derişimi kuşburnu tozu ve çekirdeğinde sırasıyla 92,4 mg/kg ile 317,7 mg/kg olarak bulundu. Titanyum (Ti) derişimleri ise kuşburnu tozu ve çekirdek için 2,4 mg/kg olarak tespit edildi. Galyum için bu derişim değerleri sırasıyla un için 3,1 mg/kg, çekirdekte ise 2,5 mg/kg çıkmıştır.

Tablo 6.4: Bitkilerde kabul edilen metal referans kabul değeri (Türkmen ve Dizdar 2022)

Element	Yeterli veya normal (mg/kg)	Fazla veya toksik (mg/kg)	TKY (mg/kg) pH 5-6 pH>6	FAO/WHO'ya göre (mg/kg)
Cd	0,01-0,02	5-30	1-3	0,5
Pb	5-10	30-300	50-300	2
Fe	50-250	>500	-	30
Zn	27-150	100-400	150-300	50
Cu	5-30	20-100	50-140	5
Cr	0,1-0,5	5-30	100-100	0,5
Ni	0,1-5	10-100	30-75	5
Mn	30-300	400-1000	-	-
Co	0,02-1	15-50	-	-
Li	3-5	5-50	-	-
B	10-100	50-200	-	-
Ag	0,5	5-10	-	-

7. SONUÇ

Kuşburnu meyvesinin tozunun süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ile bazı biyoaktif bileşen özelliklerinin belirlenmesine yönelik yürütülen bu araştırmada, çekirdeği ile birlikte öğütülen kuşburnu yabani meyvesinin toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi (DPPH[•] radikalini giderme aktivitesi) ve toplam flavonoid içeriği incelenmiştir. Ayrıca, ekstraktın ağır metal içeriğinde gaz kromatografi kütle spektrometrisi ile analiz yapılmıştır. Ortaya konulan bulgular, benzer çalışmaların verileri ile kıyaslanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, kuşburnu tozundaki biyoaktif bileşen özellikleri çeşitli yerli ve yabancı araştırmacıların bildirdiği sonuçlara kıyasla genel olarak yüksek bulunmuştur. Ancak, bazı parametrelerde görülen farklılıkların uygulanan ekstraksiyon yönteminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu araştırma, kuşburnu meyvesinin tozu üzerindeki süperkritik karbondioksit ekstraksiyonunun, meyvenin biyoaktif bileşenlerini ortaya çıkarmak ve karakterize etmek için etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları, kuşburnu meyvesinin potansiyel sağlık yararları ve fonksiyonel özellikleri açısından önemli bir kaynak olduğunu göstermektedir. Yabani olarak yetişen ve ekonomik olarak yeterince değerlendirilmeyen bu meyvenin tüketici sağlığını olumlu etkileyebilecek önemli gıda bileşenlerini içerdiği ortaya konmuştur. Bu bulgular, kuşburnu meyvesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebileceği ve çeşitli yeni gıda ürünlerinde kullanılarak tüketiminin artırılabilmesi düşüncesini desteklemektedir. Ülkemizde hemen hemen her bölgede yetişebilen bu meyvenin, gıda endüstrisine ve ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, kuşburnu meyvesinin değerlendirilme alanlarının genişletilmesi ve tüketiminin artırılması için yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmalar, meyvenin sağlık faydalarını daha da ortaya koymak ve yeni ürünlerin geliştirilmesine yol açabilir. Sonuç olarak, kuşburnu meyvesinin önemi ve potansiyeli göz önüne alındığında, tüketiminin teşvik edilmesi ve yeni değerlendirme yöntemlerinin keşfedilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, insan sağlığına olumlu etkiler sağlayan bu meyvenin daha geniş bir kitleye ulaşması mümkün olabilir.

Çalışmada, kuşburnu bitkisinin farklı kısımlarında bulunan elementlerin içeriği analiz edilmiştir. Bu elementler arasında Cd (kadmiyum), Pb (kurşun), Fe (demir), Al (alüminyum), Zn (çinko), Cu (bakır), Cr (krom), Ni (nikel), Mn (mangan), Co (kobalt), Ag (gümüş), Li (lityum), Na (sodyum), Mg (magnezyum), B (bor), Ca (kalsiyum), Hg (cıva), Ga (galyum), Sr (stronsiyum), Ba (baryum), Sb (antimon), Ti (titanyum), Bi (bizmut), Si (silisyum), As (arsenik), Be (berilyum), V (vanadyum), Se (selenyum), Mo (molibden) ve K (potasyum) bulunmaktadır. Kuşburnu tozu örneklerinde yapılan element ve ağır metal analizleri, bu bitkinin içerdiği potansiyel zararlı maddelerin belirlenmesi ve gıda güvenliği açısından önlem alınması için önemlidir. Bu tür analizler, tüketici sağlığını korumak ve gıdalardaki çevresel kirlilik düzeyini belirlemek için kullanılan önemli bir araçtır.

Kuşburnu bitki örneklerinde yapılan analizlerde meydana gelen bulguların daha önceki çalışmalara benzerlik gösterdiği belirtilmiştir. Ancak, bazı farklılıklar da tespit edilmiştir. Bu farklılıkların, kullanılan ekstraksiyon yönteminden kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Çalışmada elde edilen değerler, besin elementleri ve ağır metal konsantrasyonu için belirlenen sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçların, bazı örneklerin kabul edilen sınır değerlerin içinde olduğunu göstermiştir, ancak bazı örneklerde bu sınır değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bitkiler için WHO ve Toprak yönetmeliğinin kabul ettiği sınır değerleri Tablo 6.4 görülmektedir.

8. KAYNAKÇA

Agourram, A., Ghirardello, D., Rantsiou, K., Zeppa, G., Belviso, S., Romane, A. ve Giordano, M., “Phenolic content, antioxidant potential, and antimicrobial activities of fruit and vegetable by-product extracts”, *International journal of food properties*, 16(5), 1092-1104, (2013).

Akalın, E.B., “Berrak Kayısı Suyu Eldesinde Beta-Karoten Kazanımının Arttırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, (2016).

Akçay, B. Öngün Yılmaz, H., “Bazı Fonksiyonel Besinlerin Sağlık Üzerindeki Koruyucu Etkileri”, *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 9-19, (2019).

Akkan, A.C., “Bazı Fenolik Asit Bileşiklerinin Kapiler Elektroferez Yöntemi İle Tayini”, Yüksek lisans tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, (2008).

Aktaş, S., “Gümüş Endüstrisi Cevher ve Atıklarında Bazı Elementlerin ICP-OES ile Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Anabilim Dalı, Kütahya, (2019).

Akyol, E., “Bazı sebze ve baharatlarda ağır metal düzeyleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2018).

Akyüz, N., Coşkun, H. ve Bakırcı, I., “Kuşburnunun besin değeri ve kullanım alanları”, *Gümüşhane Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Gümüşhane, s.271-278, (1996).

Al-Sabbagh, I.M.A., “Sakarya Bölgesinde Yetişen Ayva Ve Ayva Yaprağı Ekstraktlarının Antioksidan Ve Antibakteriyel Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, (2022).

Altan, D.D., “Kuşburnu Meyvesinin Geleneksel Yöntemle Meyve Suyuna İşlenmesi Aşamalarında Antioksidan Kapasite Değişiminin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, (2014).

Anonim., “E vitamini faydaları nelerdir?”, (22.02.2023), <https://www.medicalpark.com.tr/e-vitamini/hg-2362>, (2002).

Anonim., “E vitamini”, (23.02.2023), https://tr.wikipedia.org/wiki/E_vitamini, (2023)

Arıkan, Ş. & Muğlalı, Ö. H., “Bazı Çiftlik Hayvanlarının Üreme Fonksiyonları Üzerine B-Karotenin Etkisi”, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 39 (2), 87-94, (1999).

Arslaner, A.,& Salık, M. A., “Some quality properties, mineral and heavy metal composition of wild fruit traditional marmalades”, *Turkish Journal of Agriculture—Food Science and Technology*, 8(3), 678–687, (2020).

Atak, E. ve Uslu M. E., “Fenolik bileşikler, ekstraksiyon metotları ve analiz yöntemleri”, *M C B Ü Soma meslek yüksekokulu teknik bilimler dergisi*, 3(27), 39-48, (2018).

Ayaşan, T., Karakozak, E., “Hayvan beslemede β -karoten kullanılması ve etkileri”, *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 16(4), 697-705, (2010).

Aydemir, S., “Kuşburnu Bitkisinin Biyoaktif Kompozisyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 3s, (2012).

Aydın, İ., “Antioxidant Capacity And Flavonoid Diversity Of Prosopis Farcta”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 12s, (2015).

Aykın, E., “Farklı Sirkelerden Üretilen Sirke Analarının Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 37s, (2013).

Bakar, B., “Hambeles Meyve (Myrtus Communis L.)’Lerindeki Vitaminler, Bazı Peptitler Ve Malondialdehit Miktarları İle Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, 18s, (2020).

Baloğlu, T. & Bilir, N., “Kuşburnu’nda (*Rosa canina L.*) Bazı Meyve ve Büyüme Özellikleri”, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (2), 124-129, (2020).

Başer, H.C., “Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötikler”, *14.Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantı Bildirgesi*, 31-44s, (2004).

Basgel, S., Erdemoğlu, B., “Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey”, *Toplam Çevre Bilimi*, 359, 82– 89, (2006).

Başoğlu, F.N., “Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyonuyla Anoson Esansiyel Yağı Eldesinde Tepki-Yüzey yönteminden Yararlanılarak Optimum Koşulların Belirlenmesi”, Yüksek lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 28s, (1998).

Bektaş, N., “Bazı Fenolik Asitler ve Kombinasyonlarının Antioksidan Aktivitelerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek lisans tezi, *Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 34s, (2005).

Bener, M., “BitkiÖzütleri Ve Tekstil Boyalarındaki Flavonoidler İçin Spektrofotometrik Analiz Yöntemlerinin Geliştirilmesi”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 13s, (2009).

Bengü, A. Ş., “Piyasadan Temin Edilen Meyve Suları ve Soğuk Çaylarda C vitamini, Fe, Zn, Na ve K Minerallerinin Düzeylerinin Tespiti”, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 3(1), 39-42, (2014).

Biçer, A., “Farklı Kurutucular Kullanılarak Kuşburnunun Kurutulması”, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, 43s, (2009).

Bostancı Selbeş, E., “Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyon Yöntemiyle Elde Edilen Melocan (*Smilax Excelsa* L.) Ekstraktlarının Tanımlanması Ve Köfte Formülasyonunda Kullanılmasının Araştırılması”, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2022).

Boyalı, E., “E Vitamini Uygulamasının Akut Taekwondo Egzersizinde Lipit Peroksidasyonu, Antioksidan Enzimler Ve Laktat Düzeylerine Etkileri”, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 3s, (2009).

Cemeroğlu, B., “Meyve suyu üretim teknolojisi”, *Teknik Basım Sanayi Matbaası*, Ankara, 309s, (1982).

Çalimli, A., “Kayısı ve Vişne Suyu Üretimindeki Atıkların Değerlendirilmesi”, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara, 96, (2003).

Çalışkan, C., “Askorbik Asit Miktar Ve Doz Tekdüzeligi İçin Metot Geliştirilmesi Ve Validasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 3s, (2016).

Çalışkol, M.M., “Azerbaycan Yöresine Ait Propolis Örneklerinin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 9s, (2014).

Çam, T., “Üzümsü Meyvelerdeki Fenolik Bileşiklerin Laktik Asit Fermantasyonu İle Değişimi”, Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 16s, (2018).

Çelik, F., “Antosiyanin Glikozitlerinin Sentezi Ve Karakterizasyonu”, Yüksek lisans tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 4s, (2012).

Çetin, D., “İlaç Olma Potansiyeli Taşıyan 2,3-Diaril-Benzotiyofen Türevlerinin Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Gst-A İzozimine Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek lisans tezi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, 5s, (2018).

Çıkrıkçı, S., “4’-Dioktilamino-3-Hidroksiflavon Temelli Floresans Problemlerin Sentezleri Ve Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 14s, (2005).

Çolak, B., “Morca Mağarası’ndan İzole Edilen Bakterilerin Ürettikleri Karotenoid Pigmentlerinin Karakterizasyonu”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 18s, (2023).

Çolak, N. & Tülek, Y., “Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu”, *Gıda*, 28 (3), (2003).

Çoşkun, T., “Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri”, *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48(1), 61-84, (2005).

Çöteli, E. & Karataş, F., “Ateş Dikeninin (*Pyracantha coccinea* Roemer var. *lalandi*) Kırmızı Meyvelerindeki A, E, C Vitamini, β -Karoten, Likopen, Glutasyon ve Malondialdehit Miktarlarının Araştırılması”, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 29 (1), 41-46, (2017).

Demir, A., “Farklı Kuşburnu (*Rosa Sp.*) Türlerinde Olgunlaşma Süresince Fenolik Bileşik Değişimi”, Yüksek lisans tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 4s, (2012).

Demir, E., “Yaş çay ve siyah çay atıklarından bazı ekstraksiyon yöntemleriyle kafein ve kateşinlerin ayrılması”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, s. 31-37, (2015).

Demir, N., Acar, J., “Kuşburnu ürünlerinin bazı mineral madde ve C vitamini içeriklerinin saptanması”, *Kuşburnu Sempozyumu*, Gümüşhane, 5-6 Eylül, 239s, (1996).

Demir, N., Yıldız, O., Alpaslan, M., Hayaloğlu, A.A., “Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa L.*) fruits in Turkey”, *Food science and technology*, 57 (1), s.126-133, (2014).

Dinçer, S., Baran Acaralı, N., Uzun, İ. N., & Deniz, S., “A Second Option in Special Separation Operations: Supercritical Fluid Processes”, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(2), s.106-128, (2007).

Dizlek, H., Gül, H., “L-Askorbik Asit ve Ekmekçilikteki İşlevleri”, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 26-34s, (2007).

Doğan, A., Kazankaya, A., Çelik, F. ve Uyak, C., “Kuşburnunun Halk Hekimliğindeki Yeri ve Bünyesindeki Bileşenler Açısından Yararları”, *II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 14-16 Eylül 2006, Tokat, Türkiye, s.45-53, (2006).

Dölek, Ü., “Bazı Kuşburnu (*Rosa Sp.*) Türlerinde Optimal Hasat Zamanının Ve Fitokimyasal Değişimlerin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 2s, (2013).

Duman, T., “Kuşburnu (*Rosa Canina*) Nektarında Toplam Fenolik Madde Ve Suda Çözünen Vitaminlerin Isıl Parçalanma Kinetiği”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 5s, (2014).

Duru, N., “Kuşburnu Nektarındaki Karotenoidlerin Depolama Stabilitesi”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, 16s, (2008).

Erbil, A.B., “Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonunda Bir Tasarım Çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s18-29, (2001).

- Erdoğan, S., “Çeşitli bakliyat ürünlerinde bazı metallerin (Cu, Zn, Mn, Fe) spektroskopik tekniklerle analizleri”, Yüksek lisans tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 20s, 2002.
- Erçebi, H. Ş., “Flavonoidlerin Yapıları Ve Onların Fizikokimyasal Özellikleri”, Yüksek lisans tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 8s, (2012).
- Erentürk, S., “Kuşburnu Meyvesinin Kurutulmasında Bazı Parametrelerin Kurumaya ve C Vitamini Üzerine Etkisi”, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 2s, (2002).
- Eroğlu, E., “Çözünür Kuşburnu Çayı Üretiminde Ekstraksiyon Ve Kurutma Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, 5s, (2014).
- Erzi, N., “Karotenoid Üreten Mayaların İzolasyonu Ve İdentifikasyonu”, Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 3s, (2019).
- Eskandari, F., “Türkiye’de Tüketilen Bazı Baharatların Kimyasal Bileşenlerinin Ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 8s, (2018).
- Fattahi, S., Jamei, R. ve Hosseini Sarghein S., “Antioxidant and antiradical activities of Rosa canina and Rosa pimpinellifolia fruits from West Azerbaijan”, *Iranian journal of plant physiology*, 4, s.523-529, (2012).
- Fersahoğlu H., “Farklı Renklerdeki Gülhatmi Çiçeklerinin Biyoaktif Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s.10-15, (2016).
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V. ve Uggl, M., “Evaluation of Antioxidant Activities of Rosehip Ethanol Extracts in Different Test Systems”, *Journal of Science of Food and Agriculture*, 80, s.2021-2027, (2000).
- Gök, Ö., “Süperkritik Karbondioksit Ortamında Doğal ve Modifiye Bentonitler ile Benzoik ve Salisilik Asitlerin Adsorpsiyonu ve Desorpsiyonu”, Doktora Tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 6s, (2011).
- Göktaş, G., “Yaban Mersini (*Vaccinium Myrtillus/Vaccinium Corymbosum*) Fenolik Bileşiklerinin Lc-Ms/Ms İle Belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 14s, (2013).
- Günaydın, S., “Mikroalga, Konvektif Ve Gölgede Kurutma Yöntemleri Kullanılarak Kurutulmuş Kuşburnu Meyvesinin Kurutma Kinetiği, Renk Ve Besin Elementi İçeriği Açısından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 1s, (2020).

Günduğan, G., “Gökçeada kazısından çıkarılan arkeolojik malzemelerin eser element içeriği ölçümü için çeşitli analitik tekniklerin karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trakya, 8s, (2019).

Hacışevki, A., “Kararlı ve Kararsız Anjina pektoris Olgularında E Vitamini Desteği Öncesi ve Sonrasında Serum/Plazma α -Tokoferol, Askorbik Asit, Beta-Karoten, Malondialdehit ve Nitrik Oksit Düzeylerinin Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 11s, (2000).

Himmetoğlu, E. M., “Boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) meyvelerinden süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu ile ilaç etken maddelerinin özütlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.13-18, (2020).

Himmetoğlu, Ş., “Sağlıklı İnsanda E Ve C Vitamini Düzeylerinin Mevsimsel Değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 11s, (1997).

Hişir, M. E., “Bazı yenilebilir mantarların eser metal içeriğinin değerlendirilmesi”, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, s.14-27, (2016).

İçen, H., “Süperkritik karbon dioksit ekstraksiyon metodu ile atık çay lifleri ve saplarından kafein eldesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s.32-40, (2008).

İnan Çinkır, N., “Karpuzdan Mikroemülsiyon Yöntemi İle Ekstrakte Edilen Karotenoid Bileşenlerin Elektroeğirme Tekniği İle Enkapsülasyonu Ve Optimizasyonu”, Doktora tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 11s, (2021).

Kadalkal Ç., ve Nas, S., “Kuşburnu deyip geçmeyin”, *Cine Tarım Dergisi*, 6:(49) 38-39, (2002).

Kadalkal, Ç. ve Nergiz, C., “Kuşburnu çekirdeğinin mineral madde, yağ asidi içeriği ve radyasyon düzeyi”, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 4: (1) 59-64, (1999).

Kadalkal, Ç., Gürsoy, O., Nergiz, C., “Gümüşhane Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnu (*Rosa canina L.*) Bitkisinin Meyve ve Çekirdeğinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri”, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergi*, 4, s.34- 41, (1999).

Kadalkal, Ç., Nas, S., Artık, N., “Kuşburnu (*Rosa canina L.*) meyve ve çekirdeğinin bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi”, *Dünya Gıda*, 7: 111-117, (2002).

Kadıoğlu, A., Yavru, İ., “Kuşburnu (*Rosa canina L.*) Meyvelerindeki C Vitamini Basit İşlemlerle Suya Geçirebilme Veriminin Araştırılması”, *Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Gümüşhane 5-6 Eylül, s.253–260, (1996).

Kandemir, C., “Bazı Sentetik Bileşiklerin Antioksidan Ve Antibakteriyal Özelliklerin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 14s, (2019).

Karaağaç, S., “Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdaları Kullanmaya ve Ödemeye Razi Olduğu Miktarı Etkileyen Faktörler: Antalya İli Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 1s, (2010).

Karadağ, G., Karaman, A. D., Öğüt, S., “Meyve ve sebzelerde bulunan biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine etkileri”, *Toros University Journal of Food, Nutrition and Gastronomy*, 1(1), 77-90, (2022).

Karakaplan, M., “Nar, Ayva Ve Elma Sularında Fenolik Bileşiklerin Hplc Ve Lc- Ms/Ms İle İncelenmesi”, Doktora tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 3s, (2019).

Karasakal, A., “Kuşburnu bitkisinde spektrofotometrik yöntemle askorbik asit tayini”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 81 s, (2007).

Kasapçopur Özel, G. S., Birdane, Y. O., “Antioxidants”, *Kocatepe Veterinary Journal* , 7 (2) , 41-52, (2014) .

Kasnak, C., Palamutoğlu, R., “Doğal antioksidanların bulunmaması ve insan sağlığına etkileri”, *Türk Tarım*, 3(5), 226-234, (2015).

Kasun, Ş., “Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (*Rosa Canina*) Ve Alıç (*Crataegus Orientalis*) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi İle Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tunceli, s.24-28, (2017).

Kaya Dikici, N., “Fenolik Asitlerin Dna Metilasyonu Üzerine Etkilerinin Araştırılması”, Yüksek lisans tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 9s, (2021).

Kazaz S., Baydar H., Erbas S., “Variations in chemical compositions of *Rosa damascena* Mill.and *Rosa canina* L. Fruits”, *Czech J. Food Sci.*, 27: 178–184, (2009).

Keleşoğlu, T., “Trabzon ve Yöresinde Üretilen/Tüketilen Tereyağlarında Bazı Elementlerin Atomik Absorpsiyon Spektrometri (AAS) ve İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometri (ICP-OES) ile Tayinleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon, s.8-27, (2011).

Keskin, A., “ZeytinKarasuyu Ortamında Mikrobiyal Karotenoid Üretimi”, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 3s, (2022).

Kılıçgün, H., “Kuşburnu İnfüzyonlarının Antioksidan Potansiyeli”, Doktora Tezi, *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 29s, (2008).

Kıran Acemi, R., “Bazı Lathyrus Türlerinin Fenolik Bileşiklerinin Ve Antioksidan Potansiyellerinin Spektroskopik Ve Kromatografik Yöntemlerle Belirlenmesi”, Doktora tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 8 s, (2020).

Koca, İ., Koca, A. F., Yolcu, H., “Fonksiyonel gıda olarak kuşburnu”, *Türkiye*, 10, 295-298, (2008).

Kolaç, T., Gürbüz, P., Yetiş, G., “Doğal Ürünlerin Fenolik İçeriği Ve Antioksidan Özellikleri”, *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5 (1), 26-42, (2017)..

Konar, N., “Domates Karotenoidlerinden Likopenin Doğal Renklendirici Ve Antioksidan Olarak Fonksiyonel Gıda Üretiminde Kullanımı”, Yüksek lisans tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 11s, (2008).

Köseoğlu Yılmaz, P., “Kahve Örneklerinde Fenolik Asitlerin Hplc İle Tayini İçin Metot Geliştirilmesi Ve Validasyonu”, Doktora tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 5s, (2015).

Kumar, S., Pandey, A. K., “Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview”, *The scientific world journal*, (2013).

Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E., Çabuk, Y., “Türkiye Ormancılık Sektöründe Odun Dışı Orman Ürünleri: İhracat Analizi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 18(2): 158- 167, (2016).

Kutbay, H.G., Kılınç, M., “Kuşburnu (*Rosa L.*) Türlerinin Taksonomik Özellikleri ve Türkiye’deki Yayılışları”, *Gümüşhane Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Gümüşhane, s.75-83, (1996).

Küfeli, T. A., “Sakarya Ilindeki Nehir, Göl, Akarsu ve Deniz Sularındaki Toplanan Balık Türlerinin kas Dokularında Eser Element Düzeylerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, s.3-7, (2016).

Macit M., “*Rosa canina L.* ve *Rosa pimpinellifolia L.* Köklerindeki Fenolik Bileşiklerin Miktarı ve Bioyararlılığının Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, 92s, (2018).

Memiş, E.G., “Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonun Matematiksel Modelinin Sonlu Farklar Yöntemiyle Çözümü”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6s, (2018).

Montazeri, N., Baher, E., Mirzajani, F., Barami, Z. ve Yousefian, S., “Phytochemical contents and biological activities of *Rosa canina L.* fruit from Iran”, *Journal of medicinal plants research*, 5(18), 4584-4589, (2011).

Muhsiroğlu, Ö., “Flavonoller, Kardiyovasküler/Serebrovasküler Hastalıklar ve Kanser”, *Beslenme Ve Diyet Dergisi*, 45(2), 178–184, (2017).

- Murathan, Z. T., Zarifikhosroshahi, M., Kafkas, E., Sevindik, E., “Characterization of Bioactive Compounds in Rose hip Species from East Anatolia Region of Turkey”, *Italian Journal of Food Science*, 28(2):314–325, (2016).
- Nadpal, J.D., Lesjak, M.M., Sibul, F.S., Anackov, G.T., Cetojevic-Simin, D.D., Mimica-Dukic, N. M., Beara, I. N., “Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: *Rosa canina* L. and *Rosa arvensis* Huds”, *Food chemistry*, 192, 907-914, (2016).
- Nas, S. ve Gökalp, H. Y., “Kuşburnu ve pestil teknolojisi ve gıda değeri”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24: (2) 142-150, (1993).
- Odacı, D., Ünal, Y. D., Timur, S., Pazarlıoğlu, N., Telefoncu, A., “Bazı Fenolik Asitlerin Tayinine Yönelik Biyosensör Geliştirilmesi”, *XIX. Ulusal Kimya Kongresi*, Kuşadası, (2005).
- Okcu Z., Kerse S., Yavuz Y., “Kuşburnu Meyvesinin Değişik Ürünlere İşlenirken Besinsel Kalitesindeki Değişim”, *Bahçe*, 46(özel sayı 1), 89 – 96, (2017).
- Okur, İ., “Improving The Recovery Of Phenolic Compounds From Different Food Wastes By Novel Food Technologies”, Doktora tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8s, (2022).
- Ötleş S., Atlı Y., “Karotenoidlerin insan sağlığı açısından önemi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(1): 249-254, (2011).
- Öz, M., “*Rosa pimpinellifolia* L. ve *Rosa canina* L. Kuşburnu Türlerinin Çiçek, Yaprak, Gövde ve Meyvelerinde Uçucu Yağ Analizleri ve Biyolojik Aktiviteleri”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 192s, (2016).
- Özbalcı, D., Aydın, E., Özkan, G., “Dut meyvesinin fitokimyasal profili ve farmakolojik özellikleri”, *Food and Health*, 9(1), 69-86, (2023).
- Özcimder, R., “At kestanenin sıvı ekstraksiyonu ve ürünlerin Karakterizasyonu”, Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü*, Ankara, 12s, (2014).
- Özdalyan, N., “Süperkritik Akışkan Ekstraksiyon Yöntemi İle Elde Olunan Adaçayı Ekstraktının Antioksidan Özellikleri Üzerine Bir Çalışma”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 20s, (1998).
- Özdemir, F., Tor, A.N., “Çankırı yöresinde yayılış gösteren dikensiz kuşburnuna (*rosa x dumalis* bechst.) ait bir araştırma”, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 418-432, (2021).
- Özgür, A., “Bazı Organik Kirleticilerin Derin Ötektik Çözücülerle Ekstraksiyonu ve Kromatografik Analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2021).

Özkaya, Ş. Ö., “Yaşam kalitesi ve fonksiyonel besinler”, *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 62-68, (2021).

Özkurt, Ö., “Ultrason destekli mikrodalga ekstraksiyon yöntemi kullanılarak Tamarindus İndica tohumu yağ asidi bileşenlerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 42s, (2020).

Özrenk, K., Gündoğdu, M., Doğan, A., “Erzincan Yöresi Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Meyvelerinin Organik Asit, Şeker ve Mineral Madde İçerikleri”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Bilimleri Dergisi*, 22 (1):20-2, (2012)..

Öztürk, B., “Mısır Ekmeğinin Karotenoid Değerlerinin Analizi”, Yüksek lisans tezi, *Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Ankara, 8s, (2020).

Pekici, S.F., “Kobaylarda Vitamin C Ve Vitamin E Uygulamalarının Yara İyileşmesi Ve Doku Mineral Madde Düzeyleri Üzerine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 14s, (2007).

Pekyardımcı, Ş., “Süperkritik Akışkanlar Teknolojisi”, *Gıda*, 16 (6):407-411, (1991)

Polat, B., “Kayseri Ve Çevresinde Yetişen Bazı Yabani Meyvelerin Biyoaktif Özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri, 12s, (2012).

Sapkota, B., Devkota, H. P., Poudel, A., Poudel, P., Thapa, R., "Rosa spp.(*Rosa canina* L., *R. macrophylla* Lindl., *R. moschata* Herrm., *R. multiflora* Thunb", *Himalayan Fruits and Berries*, Academic Press, 371-381s, (2023).

Savurdan, H., “Üniversite Öğrencilerinin Fonksiyonel Besin Bilgi Düzeylerini Belirlemeye Yönelik Bir Ölçek Geliştirme: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Konya, 4s, (2007).

Singleton V., Rossi JA., “Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents”, *American. Journal of. Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158, (1965).

Selek, İ., “Ceviz Ve Kestane Bazı Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 55s, (2011).

Sevilmiş, G., Olgun, A., Artukoğlu, M., “Fonksiyonel gıdalarda tüketici kararlarını etkileyen faktörler üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 351-360, (2017).

Söğüt, O.Ö., “Süperkritik Su Oksidasyonu ile Endüstriyel Atık Suların Arıtılması”, Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6s, (2011).

Su, L., Yin, J., Charles, D., Zhou, K., Moore, J., Yu, L., “Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf”, *Food Chemistry*, 100 :990-997, (2007).

Sür, A., “Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyonu İle Ekstrakte Edilen Menengiç (*Pistacia Terebinthus L.*) Ekstraktının Ve Yağının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 8s, (2017).

Şahin, G., “Dondurarak ve açık havada kurutarak muhafazanın kuşburnu meyvesinin bazı kalite özelliklerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 6s, (2013).

Şimşek, M., “Microwave assisted extraction of phenolic compounds from tomato and sour cherry pomaces”, Doktora tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1s, (2010).

Tabaszewska, M., Najgebauer-Lejko, D., “The content of selected phytochemicals and in vitro antioxidant properties of rose hip (*Rosa canina L.*) tinctures”, *NFS Journal*, 21, 50–56, (2020).

Tarhan, N., “Keten Tohumu ve Diyabetik Kardiyovasküler Komplikasyonlar”, Yüksek lisans tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 5 s, (2012).

Taştekin, B., “Samsun Ve Çevresinde Yetişen Kuşburnu Meyvesinin Antioksidan Kapasitesi Ve Antimikrobiyal Potansiyelinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 4s, (2017).

Telli, A.E., Doğruer, Y., “Keçi Sütünde Biyoaktif Bileşenler”, *Animal Health Prod and Hyg*, 3 (1):264 – 271, (2014).

Tipi, E., “Kuşburnu Fidan Üretim Teknikleri ve Üretim Hedefleri”, *Gümüşhane Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Gümüşhane, s.271-279, (1996).

Tolasa, Ş., “Salmonid Balıklarındaki Karotenoid Mevcudiyetinin incelenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 3s, (2003).

Torlak, C., “İki farklı ph ortamında yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde herbisit olarak kullanılan imazamoks ile ağır metal düzeyleri arasındaki ilişkinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Anabilim Dalı, Kırklareli, 10s, (2018).

Tosun, E., “Hastalık Tedavisinde Kullanılan Bazı Meyve ve Sebzelerin Dokularında Eser Element ve Mineral Tayini”, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 19s, (2009).

Tuna, B.H., “Gıda takviyelerinde bulunan C vitaminin in vitro biyoyararlanabilmesinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul, 5s, (2021).

Türkmen, A., Dizdar, Ç., “Giresun’da Bazı Bitki Türlerinin Hasattan Mutfağa Gelene Kadarki Ağır Metal ve Mineral Madde Düzeylerinin Tespiti”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* , 12 (1) , 97-112, (2022) .

Uğur, H., Eker, S., Çatak, J., Yaman, M., “Vitamin C ve hastalıklar üzerine etkisi”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), s.746-756, (2020).

Uğuz, A., “Çay olarak da tüketilen bazı bitkilerdeki ağır metal içeriğinin ASS ile tayini”, Yüksek lisans tezi, *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 15s, (2017).

Uyar, B. B., Sürücüoğlu, M. S., “Besinlerdeki biyolojik aktif bileşenler”, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 38(1-2), 69-76, (2010).

Ünver, E., “Süperkritik Karbondioksit Ekstraksiyon Yöntemi ile Enzim Modifiye Peynirden Konsantre Peynir Aroması Eldesi”, Yüksek Lisan Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 21s, (2022).

Yalçın, S., “İnsan Sağlığı Açısından Fonksiyonel Gıdanın Önemi”, *Türkiye Klinikleri Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları-Özel Konular*, 2(3), 1-10, (2016).

Yavuz, H., “Bazı Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tokat, 6s, (2019).

Yeşilayer, N., Doğan, G., Erdem, M., “Balık Yemlerinde Doğal Karotenoid Kaynaklarının Kullanımı”, *Journal of FisheriesSciences. com*, 2(3), 241-251, (2008).

Yıldız, H. ve Nergiz, C., “Bir gıda maddesi olarak kuşburnu”, *Gümüşhane Kuşburnu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Gümüşhane, s.75-83, (1996).

Yıldız, O., “Bazı İşlem Proseslerinin Kuşburnu Meyvesine Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Malatya, 14s, (2005).

Yılmaz İ., “Karotenoidler”, *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17(3), 223 – 231, (2010).

Yılmaz, Ö., “Aspir (*carthamus tinctorius* l.) Tohumunun süperkritik co2 ekstraksiyonu”, Yüksek lisans tezi, *Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 15s, (2009).

Yılmaz, S.O. ve Ercişli, S., “Antibacterial and antioxidant activity of fruits of some rose species from Turkey”, *Romanian Biotechnological Letters*, 16 (4), 6407-6411, (2011).

Yılmaz, T., “E Vitamininin Elektrodöndürme Yöntemiyle Enkapsülasyonu Ve Elektrodöndürmeyi Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi, Nanoliflerin Karakterizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 5s, (2015).

Yılmaztekin, M., Erten, H., Cabaroğlu, T., “Gıda biyoteknolojisinde aroma maddelerinin süperkritik akışkan yöntemiyle ekstraksiyonu”, *Gıda*, 30(4), (2005).

Yiğit, E., “Tuzluca İlçesinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnu (*Rosa Canina L.*) Meyvelerinin Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Iğdır, 2s, (2019).

Yolcu, H., “Kuşburnu Pulpu Üretiminde Antioksidan Özelliklerin Değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun, 4s, (2010).

Yumuşakbaş, H., “Malatya’nın farklı yörelerinde yetiştirilen bazı kırmızı renkli meyvelerin mineral madde miktarlarının ıcp (indüksiyonla eşleşmiş plazma) ile tayini ve yöntemin validasyonu üzerine çalışmalar”, Yüksek Lisans Tezi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kimya Anabilim Dalı, 9s, (2013).

Zengin, A., “Sıçan Frenik Sinir-Hemidiyafram Preparatına Antioksidan Resveratrol, Kateşin Ve Epikateşinin Etkileri”, Yüksek lisans tezi, *İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 15s, (2007).

Zhinsen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W., “The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals”, *Food Chemistry*, 64, 555-559, (1999).

Web 1. <http://www.biriz.biz/kusburnu>,