

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



**TUNCELİ İLİNDE YETİŞEN SUMAK BİTKİSİNİN FİTOKİMYASAL
BİLEŞENLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Esra YÜKSEL**

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE**

TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ İLİNDE YETİŞEN SUMAK BİTKİSİNİN FİTOKİMYASAL
BİLEŞENLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra YÜKSEL
(09874037)

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

DANIŞMAN

Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE

TUNCELİ – 2018

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TUNCELİ İLİNDE YETİŞEN SUMAK BİTKİSİNİN FİTOKİMYASAL
BİLEŞENLERİNİN İNCELENMESİ**

**Esra YÜKSEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 06/04/ 2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Doç. Dr. Olcay KAPLAN
İNCE
(Munzur Üniversitesi)

Prof. Dr. Fulya BENZER
(Munzur Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Cemile
ÖZCAN
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB016-24

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Sumak *Anacardieaceae* ailesine ait bir bitkidir. Bu çalışmada Tunceli’de doğal olarak yetişen sumak bitkisi 5 farklı ilçeden toplandı, yıkandıktan ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra analize kadar buzdolabında saklandı. Sumak örneklerinde pH, renk, kül miktarları, toplam fenolik madde içeriği, DPPH serbest radikali giderme kapasitesi, metal şelatlama kapasitesi, CUPRAC, indirgeme kuvveti, mineral madde içeriği, organik asitlerden; tartarik asit, malik asit ve sitrik asit, fenolik bileşiklerden; gallik asit, vanilik asit, kafeik asit, rutin, resveratrol, (-)- epikateşin ve (+)- kateşin hidrat içeriği belirlendi.

Yapılan çalışmada toplam fenolik madde (TFM) miktarı 1929 ± 63 mg GAE kg^{-1} - 231 ± 10 mg GAE kg^{-1} aralığında bulundu. Bütün sumak örneklerinde TFM miktarı en yüksek asitlendirilmiş metanol ekstraktında, DPPH serbest radikali giderme kapasitesi ise asitlendirilmiş asetonitril ekstraktında olduğu görüldü. S5 nolu örneğin ise bütün ekstraktlarının metal şelatlama kapasitesi diğer örneklerden yüksek olduğu fakat EDTA’nın metal şelatlama kapasitesinden düşük olduğu belirlendi. CUPRAC’ın ise en yüksek 118.0 ± 3.0 mg KAE kg^{-1} ile S5 nolu örneğin asitlendirilmiş metanol ekstraktında, en düşük 10.2 ± 0.6 mg KAE kg^{-1} ile yine S5 nolu örneğin asitlendirilmiş asetonitril ekstratında olduğu tespit edildi. Bütün örneklerin indirgeme kuvvetleri ise sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetlerinden düşük olduğu, ayrıca örneklerin mineral madde bakımından da zengin oldukları, baskın olan organik asidin malik asit, fenolik bileşiğin ise gallik asit olduğu tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Antioksidan kapasite, Fenolik madde, Mineral, Organik asit, pH, Renk, Sumak

ABSTRACT

Investigation Phytochemical Components of Sumac Plant Growing in Tunceli

Sumac is a plant belonging to *Anacardiaceae* family. In this study, the sumac plant naturally grown in Tunceli was collected from 5 different provinces, washed and dried at room temperature and kept in the fridge until analysis. In sumac samples, pH, color, ash amount, total phenolic content, DPPH free radical scavenging capacity, metal chelating capacity, CUPRAC, reduction force, mineral matter content, organic acids as tartaric acid, malic acid and citric acid, phenolic compounds as gallic acid, vanillic acid, caffeic acid, rutin, resveratrol, (-)- epicatechin and (+) - catechin hydrate contents were determined.

In the study total phenolic content was found in the range of 1929 ± 63 mg GAE kg⁻¹ - 231 ± 10 mg GAE kg⁻¹. In all sumac samples, the highest TPC was found in the acidified methanol extract and the DPPH free radical scavenging capacity was found in the acidified acetonitrile extract. It was determined that all extracts of S5 sample metal chelating capacity was higher than the other samples but lower than the metal chelating capacity of EDTA. CUPRAC was detected with the highest concentration of 118.0 ± 3.0 mg KAE kg⁻¹ in the acidified methanol extract, with the lowest 10.2 ± 0.6 mg KAE kg⁻¹ in the acidified acetonitrile extract in S5 sample. It was found that the reducing power of all samples were found to be lower than the reducing power of synthetic antioxidants, and the samples were found to be rich in mineral substances, the predominant organic acid is malic acid, and phenolic compound is gallic acid.

Keywords: Antioxidant capacity, Phenolic substance, Mineral, Organic acid, pH, Color, Sumac

TEŞEKKÜRLER

Tez çalışmasını planlayan, çalışma süresince her konuda bilgi ve tecrübesiyle yardımcı olan, ilgi ve desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Olcay KAPLAN İNCE'ye teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardımlarından dolayı saygıdeğer hocam Doç. Dr. Muharrem İNCE'ye ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan tüm bölüm hocalarına ve öğrenci arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca ilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babama, anneme ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ediyorum.

Esra YÜKSEL

Tunceli-2018

<u>İÇİNDEKİLER</u>	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜRLER.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VII
RESİMLER LİSTESİ.....	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sumak Meyvesinin Özellikleri.....	3
1.1.1. Sumağın Sağlığa Faydaları.....	4
1.2. Antioksidanlar.....	4
1.2.1. C Vitamini.....	5
1.2.2. E Vitamini.....	5
1.2.3. Karotenoidler.....	6
1.2.4. Fenolik Bileşikler.....	6
1.2.4.1. Fenolik Asitler.....	7
1.2.4.2. Flavonoidler.....	8
1.3. Organik Asitler.....	9
1.4. Mineral Madde.....	9
2. MATERYAL VE METOT.....	11
2.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	11
2.2. Kullanılan Cihazlar.....	12
2.3. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması.....	12
2.3.1. Antioksidan Kapasite Tayininde Kullanılan Çözeltiler.....	12
2.3.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	12
2.3.1.2. DPPH Serbest Radikal Giderme Kapasitesi Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	13
2.3.1.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	13
2.3.1.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	13
2.3.1.5. İndirgeme Kuvveti için Kullanılan Çözeltiler.....	13
2.3.2. Organik Asit Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	14
2.3.3. Fenolik Bileşiklerin Tayini için Kullanılan Çözeltiler.....	14
2.4. Örneklerin Temini ve Analize Hazırlanması.....	15
2.5. Yapılan Analizler.....	15
2.5.1. pH Tayini.....	15
2.5.2. Renk Analizi.....	16
2.5.3. Kül Tayini.....	16
2.5.4. Antioksidan Kapasite Tayini.....	17
2.5.4.1. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	17
2.5.4.2. DPPH Serbest Radikali Giderme Kapasitesi Tayini.....	18
2.5.4.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini.....	18
2.5.4.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi Tayini (CUPRAC). 2.5.4.5. İndirgeme Kuvveti Tayini.....	18 19
2.5.5. Mineral Madde Tayini.....	19
2.5.6. Organik Asit Tayini.....	20
2.5.7. Fenolik Bileşiklerin Tayini.....	22

3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
3.1. pH.....	23
3.2. Renk.....	23
3.3. Kül.....	24
3.4. Antioksidan Kapasite Tayini.....	25
3.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	25
3.4.2. DPPH Serbest Radikali Giderme Kapasitesi Tayini.....	27
3.4.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini.....	28
3.4.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi Tayini (CUPRAC)...	31
3.4.5. İndirgeme Kuvveti Tayini.....	33
3.5. Mineral Madde Tayini.....	35
3.6. Organik Asit Tayini.....	40
3.7. Fenolik Bileşiklerin Tayini.....	44
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	57

SEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1	C vitaminin kimyasal yapısı.....	5
Şekil 1.2	E vitaminin kimyasal yapısı.....	5
Şekil 1.3	Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması.....	7
Şekil 1.4	Bazı fenolik asitlerin kimyasal yapısı.....	7
Şekil 1.5	Flavonoidlerin genel yapısı.....	8
Şekil 1.6	Yaygın olarak bulunan kateşinlerin kimyasal yapıları.....	9
Şekil 2.1	Tunceli ili haritası.....	15
Şekil 3.1	Gallik asit kalibrasyon doğrusu.....	25
Şekil 3.2	Sumak bitkilerinin farklı çözücülerdeki DPPH radikali giderme kapasitesi.....	27
Şekil 3.3	EDTA'nın kalibrasyon doğrusu.....	29
Şekil 3.4	EDTA ve asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi.....	29
Şekil 3.5	EDTA ve asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi.....	30
Şekil 3.6	EDTA ve asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi.....	31
Şekil 3.7	Kafeik asit kalibrasyon doğrusu.....	32
Şekil 3.8	Asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri.....	33
Şekil 3.9	Asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri.....	34
Şekil 3.10	Asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri.....	34
Şekil 3.11	Kalsiyum kalibrasyon doğrusu.....	35
Şekil 3.12	Demir kalibrasyon doğrusu.....	36
Şekil 3.13	Potasyum kalibrasyon doğrusu.....	36
Şekil 3.14	Magnezyum kalibrasyon doğrusu.....	37
Şekil 3.15	Mangan kalibrasyon doğrusu.....	37
Şekil 3.16	Sodyum kalibrasyon doğrusu.....	38
Şekil 3.17	Çinko kalibrasyon doğrusu.....	38
Şekil 3.18	Tartarik asit kalibrasyon doğrusu.....	40
Şekil 3.19	Sitrik asit kalibrasyon doğrusu.....	40
Şekil 3.20	Malik asit kalibrasyon doğrusu.....	41
Şekil 3.21	S1 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı.....	42
Şekil 3.22	S2 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı.....	42
Şekil 3.23	S3 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı.....	43
Şekil 3.24	S4 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı.....	43
Şekil 3.25	S5 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı.....	44
Şekil 3.26	Gallik asit kalibrasyon doğrusu.....	44
Şekil 3.27	+(-) Kateşin hidrat kalibrasyon doğrusu.....	45
Şekil 3.28	-(-) Epikateşin kalibrasyon doğrusu.....	45
Şekil 3.29	Vanilik asit kalibrasyon doğrusu.....	46
Şekil 3.30	Resveratrol kalibrasyon doğrusu.....	46
Şekil 3.31	Rutin kalibrasyon doğrusu.....	47
Şekil 3.32	Kafeik asit kalibrasyon doğrusu.....	47

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1	Mikrodalga fırın çözünürleştirme basamakları.....	20
Tablo 2.2	Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresinin çalışma koşulları...	20
Tablo 2.3	Fenolik bileşiklerin analizinde kullanılan çözücü programlaması.....	22
Tablo 3.1	Sumak örneklerinin pH değerleri.....	23
Tablo 3.2	Sumak örneklerinin L*, a* ve b* değerleri.....	23
Tablo 3.3	Sumak örneklerinin kül miktarları.....	24
Tablo 3.4	Sumak örneklerinin toplam fenolik madde miktarları.....	26
Tablo 3.5	CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite sonuçları.....	32
Tablo 3.6	Sumak örneklerinin mineral içerikleri.....	38
Tablo 3.7	Organik asitler için kalibrasyon değerleri.....	41
Tablo 3.8	Sumak örneklerinin organik asit içerikleri.....	41
Tablo 3.9	Fenolik bileşikler için kalibrasyon değerleri.....	48
Tablo3.10	Sumak örneklerindeki bazı fenolik bileşiklerin miktarları.....	48

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No

Resim 1.1	Sumak bitkisi.....	3
Resim 2.1	pHmetre.....	16
Resim 2.2	Kül fırını.....	16
Resim 2.3	UV-GB spektrofotometresi	17
Resim 2.4	AAS cihazı.....	20
Resim 2.5	HPLC cihazı.....	21



KISALTMALAR LİSTESİ

AAS	: Atomik absorpsiyon spektrometresi
BHT	: Butillendirilmiş hidroksitoluen
BHA	: Bütillenmiş hidroksianisol
CUPRAC	: Bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite
dk	: Dakika
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
FAAS	: Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi
FCR	: Folin Ciocalteu Reaktifi
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
g	: Gram
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
KAE	: Kafeik asit eşdeğeri
mL	: Mililitre
nm	: Nanometre
PG	: Propil gallat
TCA	: Triklorik asetik asit
UV-GB	: Ultraviyole-görünür bölge

1. GİRİŞ

Sumak bitkisi çalı şeklinde olup, meyveleri kırmızı renktedir ve bir çekirdekten oluşmaktadır (Al-Muhtesep ve ark., 2004). Sumak; *Anacardiaceae* familyasına ait *Rhus* cinsi 250 civarında türüyle dünyanın değişik yerlerinde yetişmektedir (USDA, 2007). Sumak, Süryanice ‘sumaqa’ kelimesinden türetilmiş olup kırmızı anlamına gelmektedir (Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984).

Türkiye’de sumağın iki türü yetişmektedir. Bunlar derici sumağı (*Rhus coriaria* L.) ve boyacı sumağı (*Rhus cotinus* L.)’dır. Baharat ve sumak ekşisi olarak kullandığımız sumak *coriaria* cinsidir. Boyacı sumağı baharat olarak tüketilmemektedir (Çalışkan, 2011).

Baharat olan sumak; 31 Temmuz 2000 tarih ve 24126 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın 2000/16 numaralı tebliğinde “*Rhus coriaria* L.” türüne giren bitkilerin meyvelerinin tekniğine uygun kurutulduktan sonra belirli oranda sofrata tuzu katılarak öğütülmüş hali olarak tanımlanır (Anonim, 2000).

Ülkemizde sumak çoğu yöresel yemekte baharat ve sumak ekşisi olarak aroma, lezzet, ekşilik ve renk vermesi amacıyla kullanılır (Verzele ve ark., 1985). Sumak genellikle kebaplarda, balık ve salatalarda baharat olarak kullanılırken, sumak ekşisi ise dolma, sarma gibi yemeklerde bölgesel mutfaklarda kullanılır.

Sumak ekşi tatı tatlı olduğu için Batıda limon suyu ve sirke gibi kullanılmaktadır. Kuzey Amerika’da belirli *Rhus* türlerinin ham meyvelerinden limonataya benzer hafif bir içecek yapıldığı bilinmektedir (Al-Shabibi ve ark., 1982).

Kurutulmuş sumak Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Batı Asya’da iyi bilinen bir çeşnidir (Erciyes ve ark., 1989). Sumak meyvesinin perikarbi ekşi tat vermek amacıyla kullanılmaktadır. Deri sanayiinde, sumak yapraklarından tabakalama (sepilme) aşamasında faydalanılır (Koyuncu ve Köroğlu, 1991).

Sumağın ekşi tadı sitrik asit, malik asit ve tartarik asit gibi organik asitler sayesinde oluşur. Toplamda lezzet; yağsı, et suyuna benzer, otsu, aldehidsi, baharatsı ve biraz kimyonumsudur (Brunke ve ark., 1993). Bu bitkinin önceki fitokimyasal araştırmaları incelendiğinde yapraklarında, flavononlar, tanenler, antosiyaninler ve organik asitlerin varlığı belirlenmiştir (Mavlyanov ve ark., 1997).

Sumak bitkisinin, idrar söktürücü, kanama durdurucu, pekleme verici, hazmı kolaylaştırıcı, ateş düşürücü ve antiseptik özelliklere sahip olduğu belirtilmektedir.

Sumağın antimikrobiyal olmasında, içerdği tanen, uçucu yağ ve organik asitlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Yalçın, 2000; Dolaz ve ark., 2002).

Sumak bitkisinin; antihepatotoksik, antimutajenik, antiviral, antikanserojen, antioksidan, antifungal, hipoglisemik, antiseptik, antibakteriyal, antitrombin, antitümerojenik, antifibrojenik ve lökopenik etkileri üzerine çeşitli araştırmalar yapıldığı görülmektedir (Oshima ve Kumanotani, 1984; Kuo ve ark., 1991; Lin ve ark., 1999; Ahmed ve ark., 2001; Kitts ve Lim 2001; Lee ve ark., 2003; Bozkurt, 2006; Ertürk, 2006; Giancarlo ve ark., 2010).

Sumağın sahip olduğu biyolojik aktiviteler dikkate alındığında fonksiyonel gıdalar içinde yer aldığı belirtilmiştir (Ünver, 2006).

İçerdiği çeşitli maddelerden dolayı sumak bitkisi uzun yıllardır ilaç hammaddesi olarak kullanılmıştır. İshal, hemoroit, ağız yaraları, göz hastalıkları, el ve ayak çatlakları gibi hastalıkların tedavisi için Dioscorides ve İbni Sina sumak yapraklarını önermişlerdir. Anadolu'da şeker hastalığı ve ağız yaralarına karşı sumak meyvesi ve yaprağı ilaç olarak kullanılmaktadır. Yaprakları ayrıca deri, yün ve ipek boyamada kullanılır (Al Shabibi ve ark., 1982; Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984; Kurucu ve ark., 1993).

Gali ve ark. (1993), tarafından sumak yaprakları ve tanen içeren bazı bitkilerden, fare derilerinde tümörün engellenip engellenmediği üzerine bir araştırma yapılmış ve en etkili deri tümörü inhibitörü olarak tespit edilmiştir.

Kanai ve Okano (1998), farelerde, karbon tetraklorür ile oluşmuş akut karaciğer hasarının önlenmesi amacıyla *Rhus javanica* gal ekstraktları ve gallik asit denenmiş, her iki uygulamanında akut karaciğer hasarını önlediğini belirtmişlerdir. Akut karaciğer hasarını önleyen etmenin oksijen radikalleri süpürücü etkisinden çok, hücre membranlarına bileşiklerin yaptığı etkiden kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Shehadeh ve ark. (2001), yaptıkları bir çalışmada insan kanının kollejenden kaynaklanan pıhtılaşmasının inhibisyonunda sumağın %92 seviyelerinde kuvvetli bir etkisi olduğunu göstermişlerdir.

Sumak meyvelerinin içerdği flavon, tanen, antosiyanin gibi polifenolik bileşikler yapılan kimyasal çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Mavlyanov ve ark., 1997; Kosar ve ark., 2007; Giancarlo ve ark., 2010). Araştırmacılar sumağın içerdği kimyasal bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteden sorumlu olabileceğini açıklamışlardır (Ünver 2006; Oral ve ark., 2007; Rayne ve Mazza, 2007; Yiğit, 2007). Bitkilerden elde edilen temel

antimikrobiyal bileşik gruplarının, fenoller ve polifenoller olduğu ifade edilmektedir (Cowan, 1999).

Bozan ve ark. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada sumanın (*R. coriaria*) etil asetat ekstraktının %1 ve %0.02'lik derişimlerde bütillendirilmiş hidroksi tolue (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) kadar etkili antioksidan etki sağladığını, bazı fraksiyonlarının BHA ve BHT ekstraksiyonlarından daha etkin bir serbest süpürücü etkide olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada sumanın metanol ekstraktının güçlü bir antioksidan olduğu ve yüksek serbest radikal süpürücü etkisi olduğu belirtilmiştir (Candan ve Sökmen, 2004).

1.1. Sumak Meyvesinin Özellikleri

Sumak; *Spermatophyta* bölümü, *Angiospermae* altbölümü, *Dicotyledonae* sınıfı, *Dialypetalcae* grubu, *Spintales* takımı ve *Anacardiaceae* familyasına ait, 250'nin üzerinde türü olan, *Rhus* cinsine verilen genel addır (Köroğlu, 1989; Rayne ve Mazza, 2007). 0.5-3 m boyunda çalı ve ağaççık olan sumak tropikal bölgelerde kendiliğinden yetişir. Dalları koyu kahverengi ve tüylüdür. Meyveleri 4–6 mm çapında, küremsi ve tek çekirdekli, kırmızı renktedir (Resim 1.1). Çekirdekleri gri kahverengi ve son derece sert olup, hafif basıktır. Ekşi ve hafif baharatımsı lezzette olan meyve eti çekirdeği sarmaktadır. Meyveler olgunlaştığında koyu kırmızı renk almaktadır (Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984).



Resim 1.1. Sumak bitkisi (Orişinal)

Ilıman ve sıcak iklimlerde 600-1900 m yüksekliğe kadar olan kuru, taşlık, kayalık yerlerde, yamaçlarda ve ormanlık alanlarda yetişmektedir. Haziran-temmuz aylarında çiçek açar. Eylül-ekim gibi olgunlaşır (Browicz, 1982; Baytop, 1999).

Sumak; Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Batı Asya'da yaygın olarak yetişmektedir. Türkiye'de ise Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yabani olarak yetişmektedir (Browicz, 1982; Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984; Baytop, 1999).

1.1.1. Sumağın Sağlığa Faydaları

- Sumak, hazmı kolaylaştırır.
- İştahsızlığı giderir.
- İshali keser.
- Kandaki şeker miktarını düşürür.
- Damarları büzerek kanamayı durdurmaya yardımcı olur. Bu etkisi ile kanamalarda faydalıdır.
- İyi bir antioksidan kaynağıdır (URL-1, 2017).

1.2. Antioksidanlar

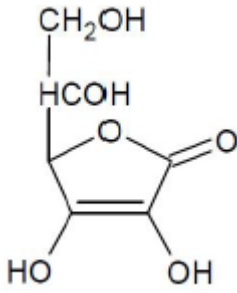
Antioksidanlar, otokside olabilir materyallerin oksidasyon başlangıcını geciktiren veya oksidasyon hızını azaltan maddelerdir. Hem doğal hem de sentetik yüzlerce bileşiğin antioksidan özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Nawar, 1985).

Endüstriyel proseslerde BHT, BHA ve propil gallat (PG) gibi sentetik antioksidanlardan gıda maddelerinin stabilitelerini arttırmak amacıyla yararlanılmaktadır. Fakat sentetik antioksidan olarak kullanılan kimyasalların muhtemel toksisiteleri nedeniyle, son yıllarda ilgi doğal antioksidanlar üzerine yoğunlaşmıştır (Vareltzis ve ark., 1997).

Hayvansal ürünler (karotenoidler, peptitler, amino asitler), bitkisel ürünler (meyveler, sebzeler, yağlı tohumlar, baharatlar), enzimler (katalaz, glutatyon peroksidaz) ve bazı mikroorganizmalar en önemli doğal antioksidan kaynakları arasında yer almaktadır. Bunların antioksidan özellikleri C vitamini, E vitamini, fenolik bileşikler ve karotenoid gibi bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Hall, 2001).

1.2.1. C Vitamini

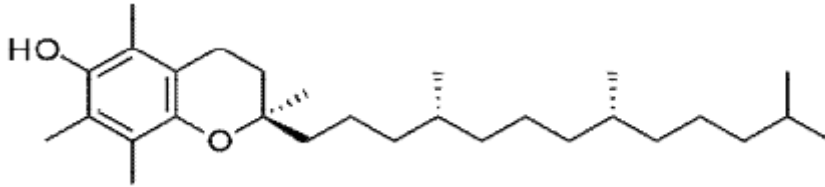
Düşük molekül ağırlıklı ve suda çözünebilir olan bu vitamin demir absorpsiyonu, kollejen sentezi ve hücrelerin indirgenmiş durumunun korunmasında gereklidir (Antmen, 2005). C vitamini suda çözünen bir bileşik olduğu için vücutta depolanamaz. Her gün dışarıdan alınması gereken vitaminlerdendir. C vitamininin kimyasal yapısı Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. C vitamininin kimyasal yapısı (Yavaşer, 2011)

1.2.2. E Vitamini

Doğada alfa-, beta-, gamma- ve delta- olmak üzere dört farklı formda bulunmaktadır. Tamamen antioksidan etki göstermektedir. Antioksidan etkinlik sırası delta>gamma>beta>alfa şeklindedir. Ancak bu sıralama substrata ve sıcaklık gibi koşullara bağlı olarak değişebilir (Antmen, 2005). E vitamini (Şekil 1.2) yağda çözünür. Oksijensiz ortamlarda E vitamini asit ve sıcaklığa dayanıklıdır. Eşleşmemiş elektronlarla reaksiyona giren ve indirgeyebilen hidroksil grubu içerir.



Şekil 1.2. E vitamininin kimyasal yapısı (Yavaşer, 2011)

1.2.3. Karotenoidler

Hayvansal ve bitkisel dokularda bulunan kırmızı-sarı renkteki pigmentlerdir. Karotenoidlerin iki ana görevi vardır. Bunlardan ilki bitkilerde çiçek ve meyvelere renk vermesi ve ikincisi ise fotosenteze yardımcı olan pigment olmasıdır. Karotenoidler oldukça kompleks yapıları moleküllerdir, sekiz tane beş karbonlu izoprenoid biriminin bir araya gelmesiyle oluşan 40 karbonlu (C) polienlerdir. Karotenoidlerin çoğu antioksidan aktivite göstermektedir (Çöllü, 2007).

1.2.4. Fenolik Bileşikler

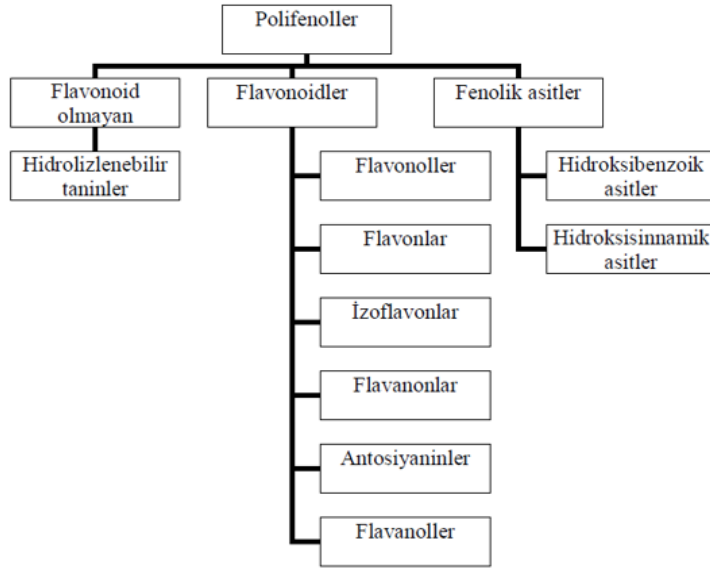
Fenolik bileşikler bitkiler aleminde en yaygın ikincil metabolitlerin büyük bir grubunu oluşturup, hidroksil gruplarının sayısı ve pozisyonuna göre değişik gruplara ayrılırlar. Polifenollerin büyük bir grubunu C₆-C₃-C₆ flavon iskeleti üzerine kurulmuş olan flavonoidler oluşturur (Podsedak, 2007). Flavonoidler halka yapılarına göre; flavonoller, flavonlar, flavononlar, antosiyanidinler, kateşinler ve izoflavonoidler olarak adlandırılırlar (Koca ve Karadeniz, 2005). Ayrıca meyve ve sebzelerde benzoik asit veya cinnamik asit türevleri gibi diğer fenolik bileşikler de tanımlanmıştır (Podsedak, 2007).

Bitki metabolizmalarının hepsinde, sekonder metabolit olarak bulunan ve bitkilerin kendilerini bazı zararlılara karşı korumada rolleri olduğu sanılan çok sayıda, farklı nitelik ve miktarlarda çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır (Saldamlı, 2007).

Bitkilerde en yaygın bulunan maddeler grubuna sahip olan fenolik bileşikler, bitkilerin ikincil metabolizma ürünü olarak tanımlanır (Kafkas ve ark., 2006). Günümüzde binlerce fenolik bileşiğin yapısı tanımlanmıştır ve bunlara yeni tanımlanan fenolikler de eklenmektedir (Cemeroğlu, 2004). Fenolik bileşikler sebze, meyve, çiçek, dal, yaprak, tohum ve gövdelerinde bulunabilirler (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999; Coşkun, 2006; Aydın ve Üstün, 2007).

Beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle fenolik bileşiklere “biyoflavonoid” adı da verilmektedir (Pehlivan ve Güleriyüz, 2004). Ayrıca fenolik bileşiklere P faktörü (permeabilite faktörü) veya P vitamini de denilmektedir (Cemeroğlu, 2004; Saldamlı, 2007).

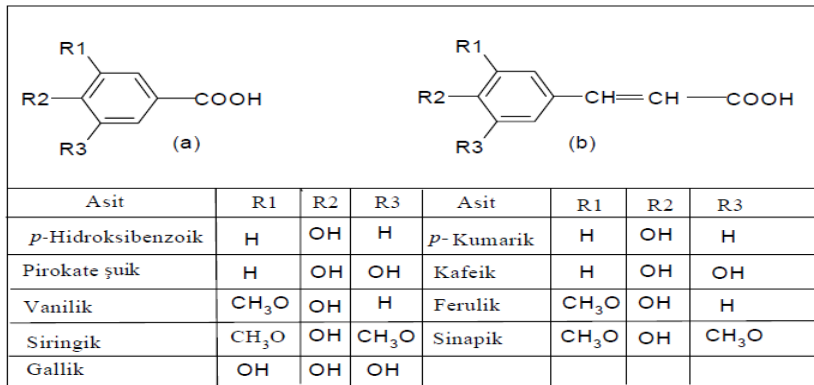
Polifenollerin sınıflandırılması Şekil 1.3’te verilmiştir.



Şekil 1.3. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Yavaşer, 2011)

1.2.4.1. Fenolik Asitler

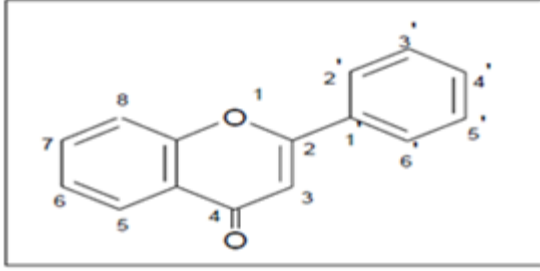
Fenolik asitler (Şekil 1.4) hidroksi benzoik ve hidroksisinnamik asit olarak iki gruba ayrılır. C₆-C₁ fenilmetan yapısında olan hidroksi benzoik asitler bitkisel gıdalarda genelde az miktarda bulunurlar. Vanilik asit, gallik asit ve salisilik asit gibi asitlerdir. Hidroksisinnamik asitler ise C₆-C₃ fenilpropan yapısındadırlar. Fenilpropan halkasına bağlanan -OH grubunun konumu ve yapısına göre farklı özellik gösterirler. Kafeik asit, ferulik asit gibi asitler en yaygın bulunanlarıdır (Balasundram ve ark., 2006; Saldamlı, 2007).



Şekil 1.4. Bazı fenolik asitlerin kimyasal yapısı (Yavaşer, 2011)

1.2.4.2. Flavonoidler

Gıdalarda en yaygın bulunan polifenoller flavonoidlerdir (Şekil 1.5). Yaklaşık 6500 flavonoid bilinmektedir (Saldamlı, 2007). Flavonoidler $C_6-C_3-C_6$ difenilpropan yapısındadır (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999).



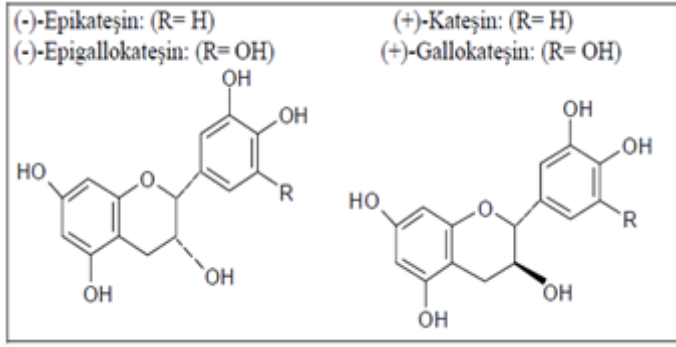
Şekil 1.5. Flavonoidlerin genel yapısı (Yavaşer, 2011)

Antosiyanidinler doğada serbest halde bulunamazlar, şekerlerle glikozit yapmış halde bulunurlar. Meyvelere ve sebzelere pembe, kırmızı ve mor tondaki renkleri verir (Cemeroğlu, 2004). Antosiyanidinlere bağlanan şekerlere ve bağlanma pozisyonuna göre adlandırılırlar (Shadidi ve Nacz, 1995). Bir aglikon (antosiyanidin), şeker ve bazen fenolik ve minör organik asitlerden oluşan yapıya antosiyaninler denir (MacDougall, 2002).

Orta halkanın üçüncü C atomuna H bağlı ise flavon, -OH bağlı ise flavonoldür. Şekerlerle glikozit halinde bağlanmış olarak bulunurlar (Saldamlı, 2007).

Kateşinlerin (Şekil 1.6) kimyasal yapıları, flavon-3-ol'dür. Üçüncü C atomunda bir -OH grubu içerirler (Shadidi ve Nacz, 1995).

Kateşinler ve löykoantosiyanidinlerden oluşan polimerik yapılara proantosiyanidinler denir (Shadidi ve Nacz, 1995). Bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunan proantosiyanidinler; (-)- epikateşin ve (+)- kateşin kombinasyonlarından oluşan dimerlerdir (Shadidi ve Nacz, 1995; Saldamlı, 2007).



Şekil 1.6. Yaygın olarak bulunan kateşinlerin kimyasal yapıları (Yavaşer, 2011)

1.3. Organik Asitler

Alifatik organik asitler serbest, tuz, lakton ve ester halinde birçok hayvansal ve bitkisel yapının bileşimine girerler. Gıda olarak kullandığımız meyve ve meyve sularının ana etken maddesi serbest asit veya bunun tuzu ya da esterleridir. Ayrıca organik asitler, sabit yağlar ve mumlarla da ester halinde bulunur.

Gıda olarak kullandığımız meyvelerde organik asit olarak genelde malik asit ve sitrik asit bazen de tartarik asit bulunur.

L -(-)- malik asit, *Rosaceae* meyvelerinde örneğin vişnede %1.8, elmada %0.5-1.5, böğürtlende %0.9 bulunur. Malik aside elma asidi de denilir.

Sitrik asit ise ahududu da %1.6, limonda %9 bulunur. Günümüzde sitrik asit büyük oranda mikrobiyolojik yolla *Aspergillus niger* fungusu yardımıyla yapılmaktadır. Bu fungus sakkaroz veya glikozu %90 oranında sitrik aside dönüştürmektedir. Bir kısım sitrik asit ise limondan elde edilmektedir.

L(+)- tartarik asit, malik asit yanında üzüksü meyvelerde bulunur. Üzümde tartarik asidin bir kısmı potasyum hidrojen tartarat halindedir. Şarap hazırlanması ve depolanması esnasında bu zor çözünen tuz şarap taşı olarak ayrılır (Sakar ve Danker, 1991).

1.4. Mineral Madde

Doğal yoldan oluşmuş, inorganik, karakteristik bir atom iç yapısı, belli bir kimyasal formülü olan, sabit veya belirli sınırlar içinde değişebilen fiziksel özellikleri olan maddelere mineral denir.

Kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), potasyum (K), fosfor (P), klor (Cl) ve kükürt (S) makro element olarak adlandırılırlar. Temel elementler (C, H, O ve N) ile birlikte canlı organizmanın %99'undan fazlasını oluşturlar.

Bakır (Cu), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn), iyot (I), kobalt (Co) ve selenyum (Se) ise mikro elementler olarak adlandırılır. Başka bir deyişle iz elementlerdir.

Kalsiyum; kemiklerin ve dişlerin yapısında bulunur. Kanın pıhtılaşmasında görev alır. Süt ve yumurta üretiminde esansiyeldir. Hücre yapısının devamlılığını sağlar. Vücutta Ca yetersizliğinde raşitizm ve osteoporosis gibi hastalıklar görülür.

Magnezyum; kemik ve dişlerin yapısında bulunur. Protein, yağ, nükleik asit sentezinde görev alır. Bağışıklık sistemine yardımcıdır ve kanın pıhtılaşmasını inhibe eder. Yetersizliğinde; sinirsel rahatsızlıklar, kasların kasılması ve titremesi, halüsinasyon, yutma zorlukları gibi rahatsızlıklara neden olur.

Potasyum; kan basıncını düşürür, sıvı dengesini sağlar, protein sentezi, kas kasılması ve sinir iletiminden sorumludur. Ayrıca kalp atışının sürdürülmesinde hayatidir. Yetersizliğinde; kas zayıflığı, felç, kronik açlık gibi hastalıkların yanı sıra ölümle sonuçlanabilecek kadar önemlidir.

Demir; tüm doku ve organlar için esansiyel elementtir. Ferritin olarak çeşitli dokularda %20, plazma transferinde %3 bulunur. Toplam demirin %77'si porfirin sentezinde bulunur. Eksikliği anemi nedenidir.

Çinko; yaraların iyileşmesi, insülin salgılanması ve aktivasyonunda ayrıca 90'dan fazla enzim için kofaktör olarak görev almaktadır. Eksikliğinde; çocuklarda büyüme güçlüğü, deri lezyonları, hipogonadizm yanında üreme işlev bozukluğuna neden olur (URL-2, 2017).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Amonyum asetat (NH_4)
- Asetik asit (CH_3COOH)
- Asetonitril (CH_3CN)
- Askorbik asit ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$)
- Bütillendirilmiş hidroksi tolüen ($\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$)
- Bakır(II) klorür (CuCl_2)
- 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil ($\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{N}_5\text{O}_6$)
- Etilen diamin tetra asetik asit ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$)
- -(-) Epikateşin
- Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- Demir(II) klorür (FeCl_2)
- Demir(III) klorür (FeCl_3)
- Ferrozin
- Folin-Ciocalteu çözeltisi
- Gallik asit ($(\text{OH})_3\text{C}_6\text{H}_2\text{-COOH}$)
- Hidroklorik asit (HCl)
- Sülfürik asit (H_2SO_4)
- Kafeik asit ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)
- +(-) Kateşin hidrat
- Potasyum ferro siyanür ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$)
- Malik asit ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$)
- Metanol (CH_3OH)
- Sodyum karbonat (Na_2CO_3)
- Disodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4)
- Sodyum dihidrojen fosfat (NaH_2PO_4)
- Nitrik asit (HNO_3)
- Tartarik asit ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$)

- Trikloroasetik asit ($C_2HCl_3O_2$)
- α -Tokoferol ($C_{29}H_{50}O_2$)
- Resveratrol ($C_{14}H_{12}O_3$)
- Rutin
- Sitrik asit ($C_6H_8O_7$)
- Vanilik asit

2.2. Kullanılan Cihazlar

- Atomik absorpsiyon spektrofotometresi (Perkin Elmer AAnalyst 800)
- Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Shimadzu, LC20AT)
- Ultraviyole-görünür bölge spektrofotometresi (Shimadzu, UV-1601)
- Mikrodalga çözünürleştirme ünitesi (Berghof Speedwave 2)
- Ultrasonik su banyosu (Ultrasonic Cleaner, UC-10)
- Kül fırın (Nüve Furnace, MF110)
- Renk ölçer (Chroma Meter, CR-400)
- pH metre (Thermo Scientific, Orion3Star)
- Santrifüj (Centurion Scientific K3 Series)
- Vorteks (Ika)
- Orbital çalkalayıcı (Orbital Shaker, JSOS-500)
- Hassas terazi (Radvag AS220/C/2)
- Etüv (Daihan WON-155)
- Ultra saf su cihazı (Millipore Direct Q3)

2.3. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

2.3.1. Antioksidan Kapasite Tayininde Kullanılan Çözeltiler

2.3.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı için Kullanılan Çözeltiler

%2'lik Na_2CO_3 çözeltisi: 2 g Na_2CO_3 alındı ve ultra saf suyla 100 mL son hacme tamamlandı.

Folin-Ciocalteu reaktifi: Satın alındığı haliyle kullanıldı.

1000 mg L⁻¹ Gallik asit çözeltisi: 0.05 g gallik asit katısı alınarak son hacim ultra saf suyla 50 mL'ye tamamlandı.

2.3.1.2. DPPH Serbest Radikal Giderme Kapasitesi Tayini için Kullanılan Çözeltiler

1×10⁻⁴ M DPPH çözeltisi: 0.0039 g DPPH katısı alınarak son hacmi metanolle 100 mL'ye tamamlandı.

2.3.1.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini için Kullanılan Çözeltiler

5 mM Ferrozin: 0.1231 g ferrozin alınıp son hacim ultra saf su ile 50 mL'ye tamamlandı.

2 mM FeCl₂: 0.0198 g FeCl₂ alınıp son hacim ultra saf su ile 50 mL'ye tamamlandı.

2.3.1.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC) Tayini için Kullanılan Çözeltiler

1.0×10⁻² M CuCl₂ çözeltisi: 0.4262 g CuCl₂H₂O alınarak son hacim ultra saf su ile 250 mL'ye tamamlandı.

7.5×10⁻³ Neokuproin çözeltisi: 0.1562 g neokuproin alınarak etanol ile son hacmi 100 mL'ye tamamlandı.

1 M NH₄Ac çözeltisi (pH:7): 19.27 g NH₄Ac alınarak ultra saf su ile son hacmi 250 mL'ye tamamlandı.

100 ppm'lik kafeik asit çözeltisi: 0.05 g kafeik asit katısı alındı son hacim ultra saf su ile 50 mL'ye tamamlandı.

2.3.1.5. İndirgeme Kuvveti Tayini için Kullanılan Çözeltiler

%1'lik FeCl₃ çözeltisi: 1 g FeCl₃ alınarak son hacim ultra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

%10'luk TCA çözeltisi: 10 g TCA katısı alınarak son hacim ultra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

%1'lik $K_3Fe(CN)_6$ çözeltisi: 1 g $K_3Fe(CN)_6$ katısı alınarak son hacim ultra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

0.2 M fosfat tamponu (pH: 6.6): 3.56 g Na_2HPO_4 ve 3.12 g NaH_2PO_4 alınarak ayrı beherlerde ultra saf su ile 100'er mL'ye tamamlandıktan sonra uygun miktarlarda alınıp pH'ı 6.6'ya ayarlandı.

2.3.2. Organik Asit Tayini için Kullanılan Çözeltiler

1000 ppm'lik tartarik asit çözeltisi: 0.002 g tartarik asit katısı alınarak son hacim ultra saf su ile 2 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik sitrik asit çözeltisi: 0.002 g sitrik asit katısı alınarak son hacim ultra saf su ile 2 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik malik asit çözeltisi: 0.002 g malik asit katısı alınarak son hacim ultra saf su ile 2 mL'ye tamamlandı.

0.004 M H_2SO_4 : 55 μL H_2SO_4 son hacim ultra saf su ile 250 mL'ye tamamlandı.

2.3.3. Fenolik Bileşiklerin Tayini için Kullanılan Çözeltiler

1000 ppm'lik gallik asit çözeltisi: 0.01 g gallik asit katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik kafeik asit çözeltisi: 0.01 g kafeik asit katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik rutin çözeltisi: 0.01 g rutin katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik resveratrol çözeltisi: 0.01 g resveratrol katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik vanilik asit çözeltisi: 0.01 g vanilik asit katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

1000 ppm'lik (-) epikateşin asit çözeltisi: 0.01 g (-) epikateşin katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

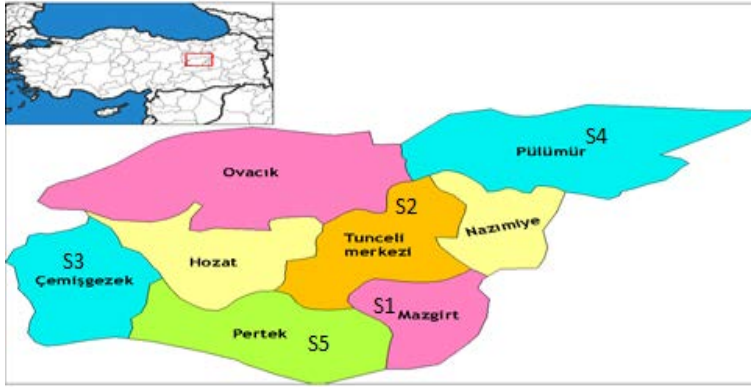
1000 ppm'lik $\pm$ kateşin hidrat çözeltisi: 0.01 g $\pm$ kateşin hidrat katısı alınarak son hacim metanol ile 10 mL'ye tamamlandı.

Ara stoklar asitlendirilmiş su ile hazırlandı.

%2'lik asetik asit: 2 mL asetik asit alınıp son hacim ultra saf su ile 100 mL'ye tamamlandı.

2.4. Örneklerin Temini ve Analize Hazırlanması

Sumak bitki numuneleri Tunceli ilinin farklı ilçelerinden toplandı. Toplanan yerler Şekil 2.1'de verilmiştir. Toplanan sumak örnekleri temizlenip oda sıcaklığında kurutuldu, daha sonra çekirdeklerinden ayrılıp öğütüldü.



Şekil 2.1. Tunceli ili haritası (S1: Mazgirt, S2: Merkez, S3: Çemişgezek, S4: Pülümür ve S5: Pertek'ten toplanan sumakları ifade etmektedir.) (URL-3, 2018)

2.5. Yapılan Analizler

2.5.1. pH Tayini

5 g sumak örneği alındı üzerine 10 mL saf su eklendi. 5 dk. vorteksledikten sonra dijital pH metre (Resim 2.1) ile pH'ı ölçüldü.



Resim 2.1. pH metre (Thermo Scientific Orion 3-Star Benchtop) (Orijinal)

2.5.2. Renk Analizi

Sumak örneklerinin renk ölçümleri, Hunter (L*, a*, b*) renk ölçüm sisteminde örnekler renk ölçüm haznesine koyulup oda sıcaklığında, uygun ışık ortamında yapıldı.

2.5.3. Kül Tayini

Kül tayini için 3 g sumak örneği tartıldı ve behere konuldu. Kül fırınının (Resim 2.2) sıcaklığı yavaş yavaş artırılarak 450 °C’de 4 saat beyaz kül oluncaya kadar bekletildi. Desikatörde soğutulup tartımı alındı ve sonuçlar kaydedildi.



Resim 2.2. Kül fırını (Nüve Furnace, MF110) (Orijinal)

2.5.4. Antioksidan Kapasite Tayini

Antioksidan testler için sumak örnekleri 3 farklı çözücü asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su kullanılarak ekstrakte edildi. 3 g sumak örneği alınıp üzerine 20 mL çözücü eklendi. Orbital çalkalayıcıda 2 saat çalkalandıktan sonra 3000 rpm'de 5 dk. santrifüjlendi. Süpernatant 0.45 µm'lik enjeksiyon filtresinden geçirildi ve antioksidan testler için kullanılmak üzere buzdolabında saklandı.

2.5.4.1. Toplam Fenolik Madde Tayini

Ekstrakte edilen örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı, Folin-Ciocalteu reaktifi ile Singleton ve Rossi (1965), tarafından geliştirilen metot üzerinde bazı değişiklikler yapılarak belirlendi. Farklı derişimlerdeki gallik asit standartlarından 0.1 mL alınarak 5 mL saf su ve 0.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenip vortekslenildi. Çözelti 3 dk. oda sıcaklığında karanlıkta bekletildi. 1.5 mL %2'lik Na₂CO₃ eklendikten sonra tekrar vortekslenip 2 saat oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilip 760 nm'de UV-GB spektrofotometresinde (Resim 2.3) göre karşı absorbansları belirlendi. Sumak örnekleri 80 kat seyreltildikten sonra aynı işlem basamakları uygulandı. Deneyler üç paralel olarak çalışıldı. Kör çözeltisi numune yerine saf su kullanılarak hazırlandı.

Derişime karşılık gelen absorbans değerleri lineer regresyon denklemi ($y=a+bx$) yardımı ile hesaplandı. Sonrasında bu değerler üzerinden seyreltme faktörleri de göz önünde bulundurularak sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri kg⁻¹ kuru madde örnek (mg GAE kg⁻¹ KM) cinsinden ifade edildi.



Resim 2.3. UV-GB Spektrofotometresi (Orijinal)

2.5.4.2. DPPH Serbest Radikali Giderme Kapasitesi Tayini

DPPH serbest radikali giderme kapasitesi Blois (1958), metodunda bazı değişiklikler yapılarak uygulandı. Ekstrakte edilen sumak örneklerinden 0.1 mL alınarak son hacim metanolle 3 mL'ye tamamlandı. 1 mL DPPH çözeltisi eklendikten sonra vortekslenip 30 dk. oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra 517 nm'de metanolden oluşan köre karşı UV-GB spektrofotometresi ile absorbansları ölçüldü. Deneyler üç paralel olarak çalışıldı. Kontrol çözeltisi olarak örnek yerine metanol kullanılarak aynı işlemler uygulandı.

İnhibisyon değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

% DPPH serbest giderme kapasitesi = $100 - [(Kontrolün\ absorbansı\ (517\ nm) - Örneğin\ absorbansı\ (517\ nm)) / Kontrolün\ absorbansı\ (517\ nm)] \times 100$

2.5.4.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini

Demir(II) iyonlarının şelatlama kapasitesi tayini Dinis ve ark. (1994), metodunda bazı değişiklikler uygulanarak yapıldı. Farklı derişimlerdeki sumak ekstratlarından 1'er mL alındı. Üzerine 3.7 mL saf su ve 100 µL 2 mM FeCl₂ eklendi. Vortekslenip 30 dk. oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakıldı. Üzerine 200 µL 5 mM ferrozin eklenip vortekslenildikten sonra 10 dk. oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakıldı. 562 nm'de UV-GB spektrofotometresinde köre karşı okuma yapıldı. Standart olarak EDTA kullanıldı ve deneyler üç paralel yapıldı. Kontrol çözeltisi olarak örnek yerine saf su kullanılarak aynı işlemler uygulandı.

2.5.4.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Tayini (CUPRAC)

Bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite tayini için Apak ve ark. (2004), metodu kullanıldı. 1.0×10^{-2} M CuCl₂, 7.5×10^{-3} M neokuproin ve 1 M NH₄Ac (pH:7)'den 1'er mL alındı. Üzerine seyreltilmiş sumak örneğinden 0.5 mL ve 0.5 mL saf su eklendi. İyice vortekslenildikten sonra 30 dk. karanlıkta inkübasyona bırakıldı. UV-GB spektrofotometresinde 450 nm'de köre karşı okuması yapıldı. Farklı derişimlerdeki kafeik asit standart olarak kullanıldı ve bütün işlemler standartlar için de tekrarlandı. Deneyler üç

paralel olarak yapıldı. Kontrol çözeltisi olarak örnek yerine saf su kullanılarak aynı işlemler uygulandı.

Örneklerin CUPRAC değerleri kafeik asit eşdeğeri (mg KAE kg⁻¹) cinsinden ifade edildi.

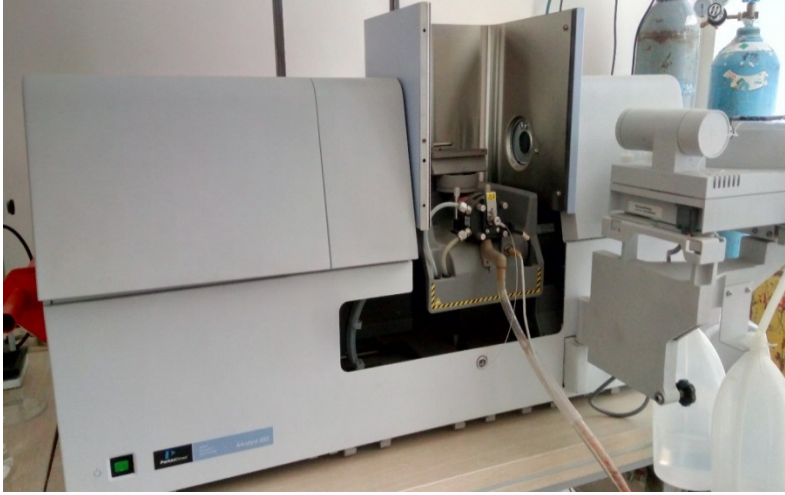
2.5.4.5. İndirgeme Kuvveti Tayini

İndirgeme kuvveti tayini Oyaizu (1988), yönteminde bazı değişiklikler yapılarak uygulandı. Bu yöntem antioksidan maddelerin Fe³⁺'ü Fe²⁺'ye indirgemesi esasına dayanır. Farklı derişimlerdeki ekstraktlardan 1 mL alındı. 2.5 mL fosfat tamponu ve 2.5 mL %1'lik K₃Fe(CN)₆ eklendi. Vortekslendikten sonra 50 °C'de 20 dk. inkübasyona bırakıldı. 2.5 mL %10'luk TCA eklendikten sonra santrifüjlendi. Süpernatanttan 2.5 mL alındı. 2.5 mL saf su eklendi. 0.5 mL %0.1'lik FeCl₃ çözeltisi eklendikten sonra vortekslendi. Absorbansı UV-GB spektrofotometresi ile 700 nm'de köre karşı okundu. Deneyler üç paralel çalışıldı. Kontrol çözeltisi olarak örnek yerine saf su kullanılarak aynı işlemler uygulandı.

Sonuç olarak absorbans artışı, o bitki ekstraktının indirgeme kuvvetinin büyüklüğünün bir ölçüsü olarak değerlendirildi.

2.5.5. Mineral Madde Tayini

Mineral maddelerin analizi için 0.3 g sumak örneği alınıp üzerine 5 mL derişik nitrik asit eklendi ve mikrodalga fırınında Tablo 2.1'de verilen çözünürleştirme basamakları uygulanarak çözünürleştirildi. Mikrodalga fırında çözünürleştirilen örnekler santrifüjlenerek berrak çözeltiler elde edildi. Elde edilen berrak çözelti alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi (FAAS) (Resim 2.4) ile analiz edildi.



Resim 2.4. AAS cihazı (Orijinal)

Tablo 2.1. Mikrodalga fırın çözünürleştirme basamakları

BASAMAK	1	2	3
Sıcaklık (°C)	145	190	100
Güç (%)	75	90	40
Süre (dk.)	5	10	10

Tablo 2.2’de FAAS’nin çalışma koşulları belirtilmiştir.

Tablo 2.2. Alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresinin (FAAS) çalışma koşulları

Element	Asetilen (L min ⁻¹)	Hava (L min ⁻¹)	Dalga Boyu (nm)	Slit Aralığı (nm)
Ca	2.0	17.0	422.7	0.7
Cu	2.0	17.0	324.8	0.7
Fe	2.0	17.0	248.3	0.2
K	2.0	17.0	766.5	0.7
Mg	2.0	17.0	285.2	0.7
Mn	2.0	17.0	279.5	0.2
Na	2.0	17.0	589.0	0.2
Zn	2.0	17.0	213.9	0.7

2.5.6. Organik Asit Tayini

Organik asit miktarı Bevilacqua ve Califano (1989), tarafından geliştirilen metot üzerinde bazı değişiklikler yapılarak belirlendi. Organik asitlerin tayini için 3 g sumak örneği alınıp üzerine 20 mL 0.004 M H₂SO₄ eklendi. Orbital çalkalayıcıda 2 saat çalkalandıktan sonra 3000 rpm’de 15 dk. santrifüjlendi. Süpernatant önce 0.45 µm’lik

enjeksiyon filtresinden daha sonra ise SEP-PAK C18 kartuştan geçirildi ve çözeltiden 1 mL alınıp HPLC-DAD (Resim 2.5) ile analiz edildi.



Resim 2.5. HPLC cihazı (Orijinal)

HPLC ekipmanları ve organik asitlerin analizi için kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

Marka: Shimadzu

Degazör: DGU-20 A5 Promience

Pompa: LC-20 AT Promience

Kontrol ünitesi: CIL-20A HT Promience

Dedektör: SPD-M10AVP DAD

Otomatik enjektör ünitesi: SIL-10AXL

Kolon fırını: CTO-10AS VP

Kolon: Inertsil ODS-3, 5 μ M 4.6 $\times$ 250 mm

Mobil faz: 0.004 M H₂SO₄

Akış hızı: 1 mL dk.⁻¹

Kolon sıcaklığı: 30 °C

Enjeksiyon hacmi: 20 μ L

2.5.7. Fenolik Bileşiklerin Tayini

Fenolik bileşiklerin miktarı Karaaslan ve Yaman (2016), tarafından geliştirilen metot üzerinde bazı değişiklikler yapılarak uygulandı. Fenolik bileşiklerin tayini için 3 g sumak örneği alınıp üzerine 20 mL asitlendirilmiş su eklendi. Orbital çalkalayıcıda 2 saat çalkalandıktan sonra 3000 rpm'de 15 dk. santrifüjlendi. Süpernatant 0.45 µm'lik enjeksiyon filtresinden geçirildi. Analiz için UniverSil HS C18 (5µm, 250×4.6 mm) kolonu ve mobil faz olarak metanol ve %2'lik asetik asit kullanıldı.

Fenolik bileşikler Tablo 2.3'teki çözücü programlaması kullanılarak belirlenmiştir.

Tablo 2.3. Fenolik bileşenlerin analizinde kullanılan çözücü programlaması

Süre (dk.)	Metanol (%)	%2'lik asetik asit (%)
0	0	100
3	5	95
18	20	80
25	20	80
30	25	75
35	30	70
40	40	60
55	50	50
65	60	40
70	0	100
75	0	100

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. pH

Sumak örneklerinin pH değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir. En yüksek pH S2 (3.28 ± 0.23) örneğinde, en düşük pH ise S3 (2.78 ± 0.15) örneğinde belirlendi.

Tablo 3.1. Sumak örneklerinin pH değerleri

Örnek no	pH
S1	2.99 ± 0.14
S2	3.28 ± 0.23
S3	2.78 ± 0.15
S4	2.83 ± 0.25
S5	2.94 ± 0.26

Baçoğlu ve Cemeroğlu (1984), sumak ile yaptıkları çalışmada pH’ı 2.45 olarak belirlemişlerdir. Ünver (2006), yaptığı çalışmada en düşük pH’ı (3.68) Kastamonu ve en yüksek pH’ı (4.47) ise Hatay örneklerinde bulmuştur. Özcan ve Hacıseferoğulları (2004), Mersin’den topladıkları sumakların pH’ını 3.7 ± 0.3 olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen pH değerleri literatürdeki değerler arasındadır.

3.2. Renk

Sumak örneklerinin renk değerleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Sumak örneklerinin L*, a* ve b* değerleri

Örnek no	L*	a*	b*
S1	35.6 ± 1.2	7.6 ± 0.4	20.7 ± 0.2
S2	37.6 ± 1.2	7.6 ± 0.2	19.1 ± 0.4
S3	23.1 ± 0.8	13.5 ± 0.2	12.8 ± 0.2
S4	43.0 ± 0.7	9.5 ± 0.8	19.0 ± 0.8
S5	34.6 ± 2.4	9.7 ± 0.8	17.3 ± 0.4

L* değeri 0 ile 100 arasında olup 0’a yaklaştıkça karanlık değer artarken 100’e yaklaştıkça da aydınlık değeri artar. S4 nolu örneğin L* değeri en yüksek yani en aydınlık olan örnektir. L* değeri en düşük olan örnek S3 örneği olup diğerlerinden daha koyu bir

renge sahiptir. a^* değeri ‘+ ve –’ değer alıp ‘+’ kırmızılığı ifade etmekte ‘–’ yeşilliği ifade etmektedir. Sonuçlarda a^* pozitif çıktığı için kırmızılığın derecesi en yüksek S3 nolu örnekte en az ise S1 ve S2 nolu örneklerde bulundu. b^* değeri de ‘+ ve –’ değer alıp ‘+’ sarılığı ifade ederken ‘–’ maviliği ifade etmektedir. Yine b^* değeri sonuçları pozitif çıktığı için sarılık derecesi en yüksek S1 nolu örnekte en az ise S3 nolu örnekte bulundu. Özkanlı ve Tekin (2008), yaptıkları bir araştırmada sumak ekşisinin renk değerlerini L^* 2.43, a^* 4.47 ve b^* 0.36 olarak saptamışlardır. Ünver (2006), yaptığı çalışmada sumak perikarplarının etanol ve metanol oleorezinlerin L^* değeri en yüksek 44.8 ve en düşük L^* değeri 33.2, a^* değeri en yüksek 33.5 ve en düşük a^* değeri 17.6 ve b^* değeri en yüksek 12.6 ve en düşük b^* değeri 11.4 olarak belirlemiştir.

3.3. Kül

Sumak örneklerinin % kül miktarları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Sumak örneklerinin kül miktarları

Örnek no	Kül miktarı (%)
S1	4.0±0.4
S2	5.0±0.3
S3	5.3±0.5
S4	4.3±0.4
S5	4.6±0.4

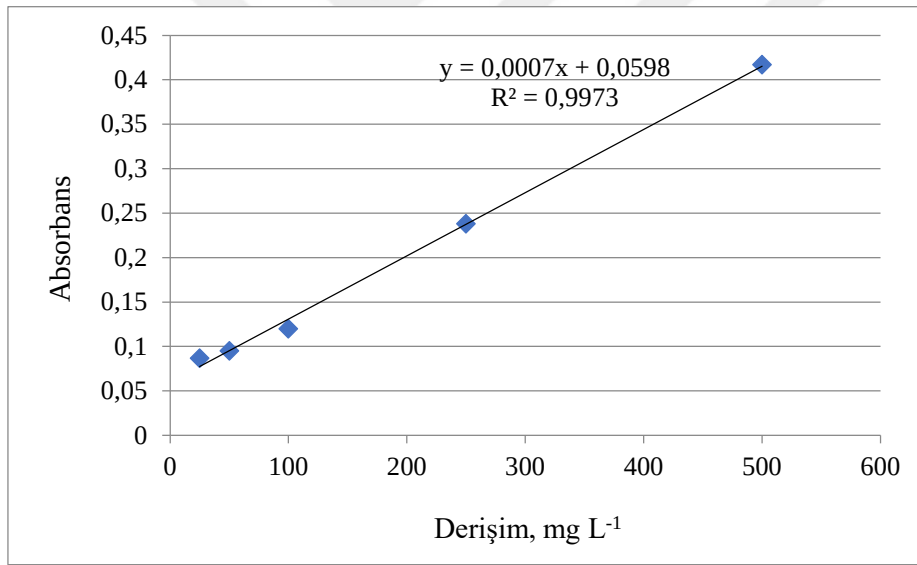
Sumak örneklerinden en yüksek % kül oranı S3 nolu ve en düşük kül oranı ise S1 nolu örnekte bulundu. Kül miktarları %4.0±0.4 ile %5.3±0.5 arasında değiştiği görüldü. Ünver (2006), farklı illerden topladığı sumaklarla ilgili yaptığı çalışmada kül oranını en düşük %0.94 olarak İskenderun’dan alınan örneklerde bulurken en yüksek oranı ise %2.62 olarak Manisa’dan alınan örneklerde tespit etmiştir. Al-Shabibi ve ark. (1982), incelemiş oldukları sumak örneklerinin kül içeriğini %3.2 ile %3.7 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Başoğlu ve Cemeroğlu (1984), piyasadan baharat olarak satın aldıkları sumak örneklerinde %19.79 toplam kül tespit etmişlerdir. Doğan ve Akgül (2005), Darende, Birecik, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa’dan topladıkları sumak örneklerinde kül oranını %2.82-%3.32 aralığında tespit etmişlerdir. Özcan ve Haciseferoğulları (2004), Mersin’den topladıkları sumak meyvelerinde %1.8±0.4 kül olduğunu rapor etmişlerdir. Suriye ve Çin sumaklarının kül miktarının karşılaştırıldığı bir çalışmada Suriye sumağının

kül miktarının (2.66 ± 0.33) Çin sumasının kül miktarından (5.37 ± 0.14) daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Kossah ve ark., 2009). Literatürde farklı sonuçlar bulunmasına rağmen bu çalışmada elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur.

3.4. Antioksidan Kapasite Tayini

3.4.1. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Sumak bitkisinin asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su ekstraktlarındaki toplam fenolik madde miktarı FCR ile tayin edildi. Standart grafiği için gallik asit kullanıldı (Şekil 3.1). Bu standart grafik kullanılarak örneklerin toplam fenolik madde miktarları mg GAE kg^{-1} şeklinde hesaplandı.



Şekil 3.1. Gallik asit kalibrasyon doğrusu

Sumak bitkisinin asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su ekstraktlarının gallik asit eşdeğeri olan fenolik madde miktarlarına ait değerler Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Sumak örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

Örnek No	mg GAE kg ⁻¹		
	Asitlendirilmiş metanol	Asitlendirilmiş asetonitril	Asitlendirilmiş Su
S1	1100±44	494±40	672±50
S2	1388±33	350±5	754±47
S3	811±48	269±14	331±33
S4	797±5	231±10	631±64
S5	1929±63	526±67	904±39

Tablo 3.4'te görüldüğü gibi aynı sumağın farklı çözücüdeki ekstraktları kıyaslandığında en yüksek TFM miktarı asitlendirilmiş metanol ekstraktında tayin edildi. Bunu sırasıyla asitlendirilmiş su ve asitlendirilmiş asetonitril izlemektedir.

Farklı sumakların asitlendirilmiş metanollü ekstraktlarının TFM miktarları sırasıyla S5 (1929±63 mg GAE kg⁻¹), S2 (1388±33 mg GAE kg⁻¹), S1 (1100±44 mg GAE kg⁻¹), S3 (811±48 mg GAE kg⁻¹) ve S4 (797±5 mg GAE kg⁻¹) olduğu belirlendi.

Farklı sumakların asitlendirilmiş asetonitril ekstraktları TFM miktarları en yüksekten en düşüğe doğru S5 (526±67 mg GAE kg⁻¹), S1 (494±40 mg GAE kg⁻¹), S2 (350±5 mg GAE kg⁻¹), S3 (269±14 mg GAE kg⁻¹) ve S4 (231±10 mg GAE kg⁻¹) olarak belirlendi.

Farklı sumakların asitlendirilmiş su ekstraktları TFM miktarlarının en yüksekten sırasıyla S5 (904±39 mg GAE kg⁻¹), S2 (754±47 mg GAE kg⁻¹), S1 (672±50 mg GAE kg⁻¹), S4 (631±64 mg GAE kg⁻¹) ve S3 (331±33 mg GAE kg⁻¹) olduğu belirlendi.

Bütün örneklerin farklı çözücülerdeki TFM miktarları karşılaştırıldığında S5 örneğinin bütün çözücülerdeki TFM miktarı diğer örneklerden daha yüksek olduğu görüldü.

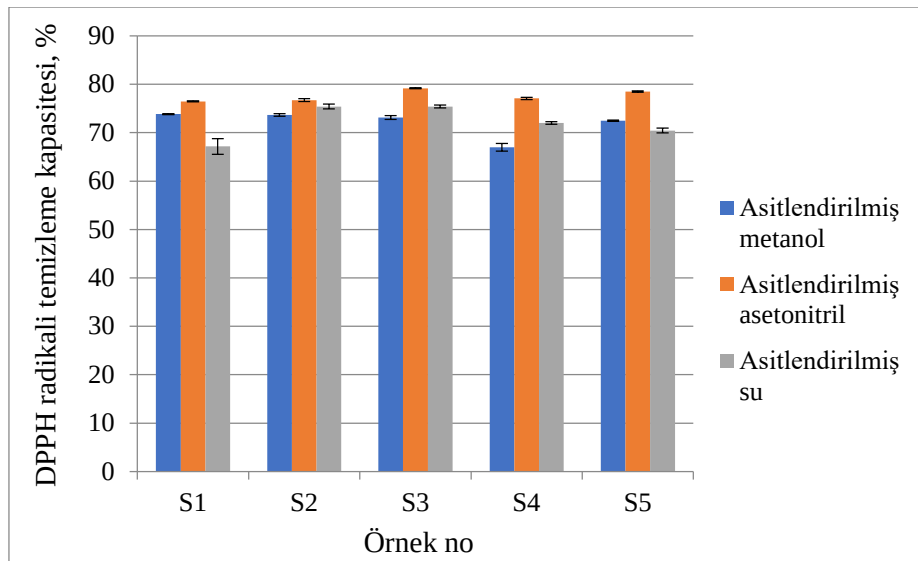
Literatür çalışmalarına bakıldığında Altıok ve ark. (2006), kırmızı biber, karabiber, kekik, nane ve sumak gibi baharatların TFM miktarlarını karşılaştırmışlar ve en yüksek TFM miktarını 235.3 mg GAE g⁻¹ kuru madde olarak sumakta bulunmuşlardır. Aydın (2011), sumak bitkisinin su ekstraktının 5, 7.5 ve 10 mg mL⁻¹ dozlarda sırasıyla TFM miktarları 0.844±0.001 mg GAE g⁻¹ liyofilizat, 1.442±0.008 mg GAE g⁻¹ liyofilizat ve 2.203±0.009 mg GAE g⁻¹ liyofilizat olarak belirlemiştir. Bursal ve Köksal (2011), yaptıkları çalışmada sumağı su ve etanol ile ekstrakte ettikten sonra TFM miktarlarını karşılaştırmışlardır ve su ekstraktının etanol ekstraktına göre daha yüksek TFM içerdiğini gözlemlemişlerdir.

Romeo ve ark. (2015), sumak meyvesi ve yapraklarını farklı oranlardaki etanol su karışımları ve sadece su ile ekstrakte etmişlerdir. Sumak meyvelerinin farklı çözücülerdeki TFM miktarı 2.80 ± 0.01 - 9.47 ± 0.01 g GAE kg^{-1} aralığında, yaprakta ise meyveye oranla çok yüksek 15.22 ± 0.13 - 29.38 ± 0.24 g GAE kg^{-1} aralığında bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Suriye ve Çin sumak örnekleri, etanol derişimi, ekstraksiyon süresi, partikül büyüklüğü ve çözücü miktarının sumak miktarına oranı gibi, farklı deneysel koşullarda ekstrakte edilerek TFM miktarı belirlenmiştir. Her iki sumak örneği için de ekstraksiyon süresi dışındaki optimum deneysel koşullar aynı bulunmuştur. Optimum koşullar altında TFM miktarı Suriye sumağı için 159.32 mg GAE g^{-1} ve Çin sumağı için de 150.68 mg GAE g^{-1} olarak tespit edilmiştir (Kossah ve ark., 2010). Kosar ve ark. (2007) Eskişehir’de marketten aldıkları sumak örneklerinin farklı fraksiyonlarının TFM miktarını tayin etmişler, iki fraksiyonda TFM miktarı tayin edilememişken diğer fraksiyonlardaki TFM miktarı 5.0 ± 1.9 mg GAE g^{-1} ekstrakt- 546.8 ± 1.6 mg GAE g^{-1} ekstrakt olarak bulunmuştur.

3.4.2. DPPH Serbest Radikali Giderme Kapasitesi Tayini

Ekstraktların DPPH serbest radikali giderme kapasitelerine ait % inhibisyon grafikleri olarak Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Sumak bitkilerinin farklı çözücülerdeki DPPH radikali giderme kapasitesi

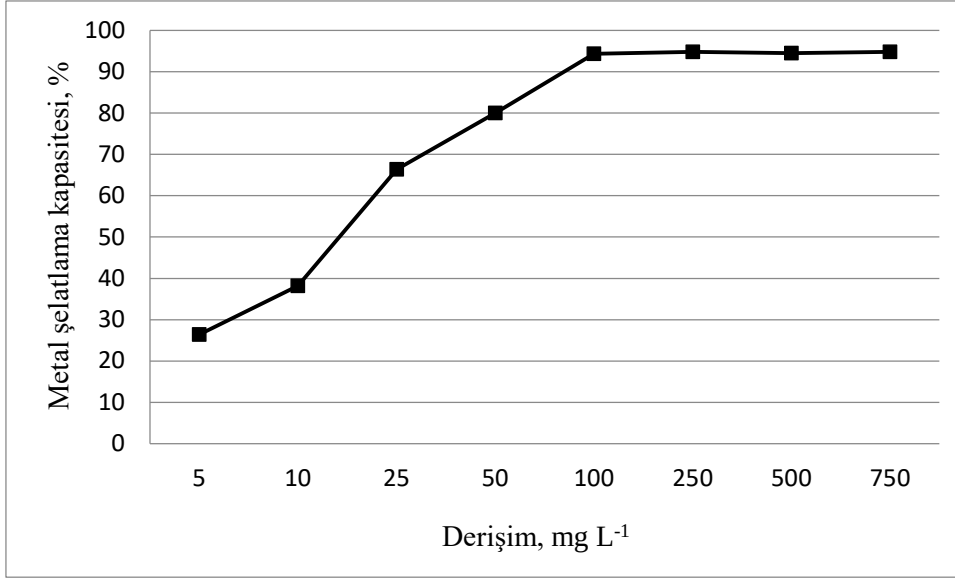
Şekil 3.2 incelendiğinde bütün örneklerde asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilmiş olan örneklerin DPPH serbest radikali giderme kapasitesinin en yüksek olduğu tespit edildi. S1 ve S5 nolu örneklerde asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilmiş olanların DPPH serbest radikali giderme kapasitesi en düşük bulunurken, S2, S3 ve S4 nolu örneklerde ise asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilmiş örneklerin DPPH serbest radikali giderme kapasitesinin en düşük bulundu.

Asitlendirilmiş metanol örneklerinde DPPH serbest radikal giderme kapasiteleri sırasıyla S1 için 74.0 ± 0.1 , S2 için 73.7 ± 0.3 , S3 için 73.1 ± 0.4 , S4 için 67.0 ± 0.8 ve S5 için 72.5 ± 0.2 olarak tespit edildi. Asitlendirilmiş asetonitril örneklerinde DPPH serbest radikal giderme kapasiteleri sırasıyla S1 için 76.5 ± 0.1 , S2 için 76.7 ± 0.3 , S3 için 79.2 ± 0.1 , S4 için 77.1 ± 0.2 ve S5 için 78.5 ± 0.1 olarak tespit edildi. Asitlendirilmiş su örneklerinde DPPH serbest radikal giderme kapasiteleri sırasıyla S1 için 67.2 ± 1.6 , S2 için 75.4 ± 0.5 , S3 için 75.4 ± 0.3 , S4 için 72.0 ± 0.2 ve S5 için 70.4 ± 0.5 olarak tespit edildi.

Bursal ve Köksal (2011), sumak bitkisini su ve etanol ile ekstrakte etmiş ve DPPH radikal süpürücü etkinin su ekstraktında ($36.4 \mu\text{g mL}^{-1}$) daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. İşbilir (2008), dereotu, gelincik, kuzu kulağı, roka ve tereyi su, aseton ve etanol ile ekstrakte etmiş ve en yüksek DPPH serbest radikal giderme kapasitesini $8.95 \pm 1.41 \text{ mg mL}^{-1}$ ile dereotunun aseton ekstraktında olduğunu belirtmiştir. Isırgan otu üzerinde yapılan bir çalışmada da serbest radikal giderme kapasitesi kök, yaprak, çiçek ve tohum kısımlarında sırasıyla %67.88, %33.94, %58.79 ve %3.03 olarak bulunmuştur (Çöllü, 2007).

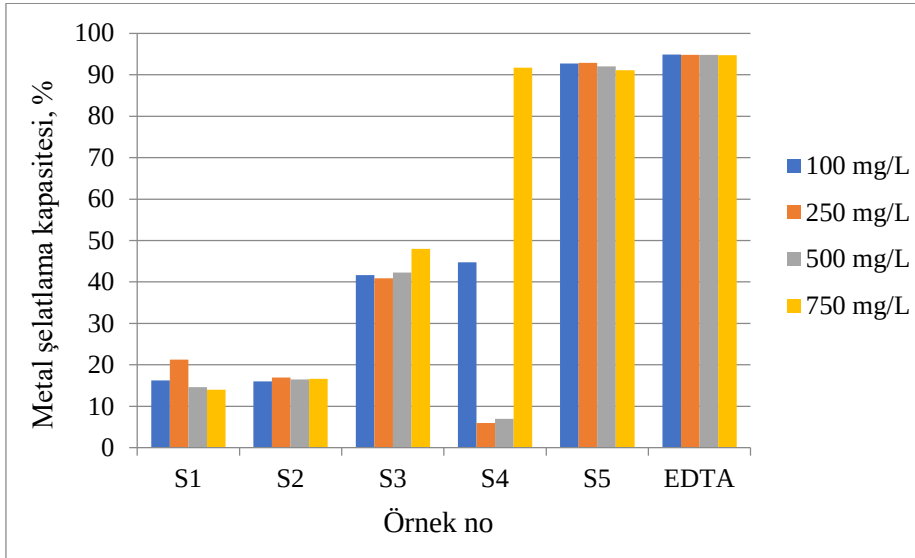
3.4.3. Metal Şelatlama Kapasitesi Tayini

Metal iyonları serbest radikaller ve lipit peroksitleri oluşturacak lipit peroksidasyonuna neden olabilirler. Bu nedenle metal şelatlama kapasitesi antiradikal ve antioksidan özellikleri gösterir (Bursal ve Köksal, 2011). Sumak bitkisinin asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su ekstraktlarındaki metal şelatlama kapasitesi tayin edildi. EDTA kullanılarak standart grafik hazırlandı (Şekil 3.3) ve ekstraktların metal şelatlama kapasitesi EDTA'nın metal şelatlama kapasitesi ile karşılaştırıldı (Şekil 3.4-Şekil 3.6).



Şekil 3.3. EDTA'nın kalibrasyon doğrusu

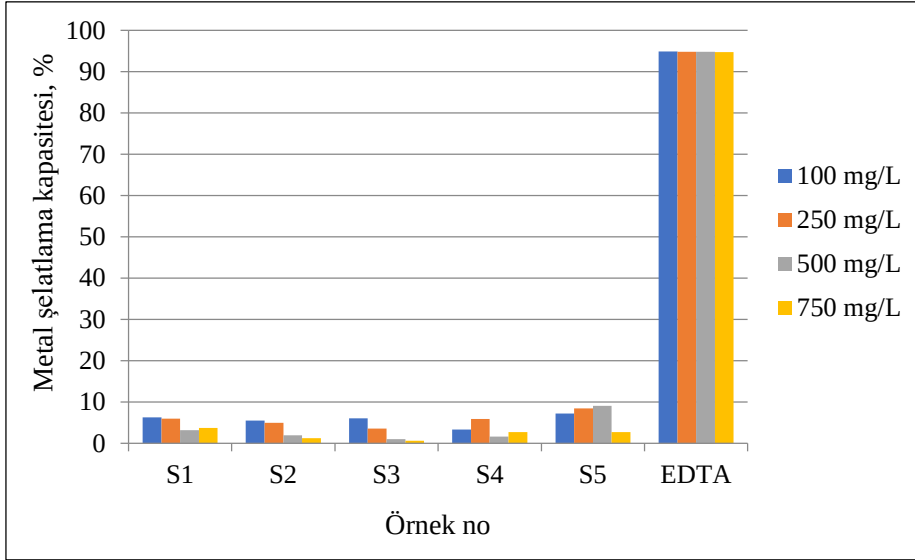
Asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumakların metal şelatlama kapasiteleri Şekil 3.4'te verildi. EDTA'nın metal şelatlama kapasitesi sumak örneklerinden yüksek bulundu. Sumak örnekleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde metal şelatlama kapasitesi en yüksek olan örnek S5 nolu örnektir.



Şekil 3.4. EDTA ve asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi

Asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumakların metal şelatlama kapasiteleri Şekil 3.5'te verildi. EDTA'nın metal şelatlama kapasitesi sumak örneklerinden

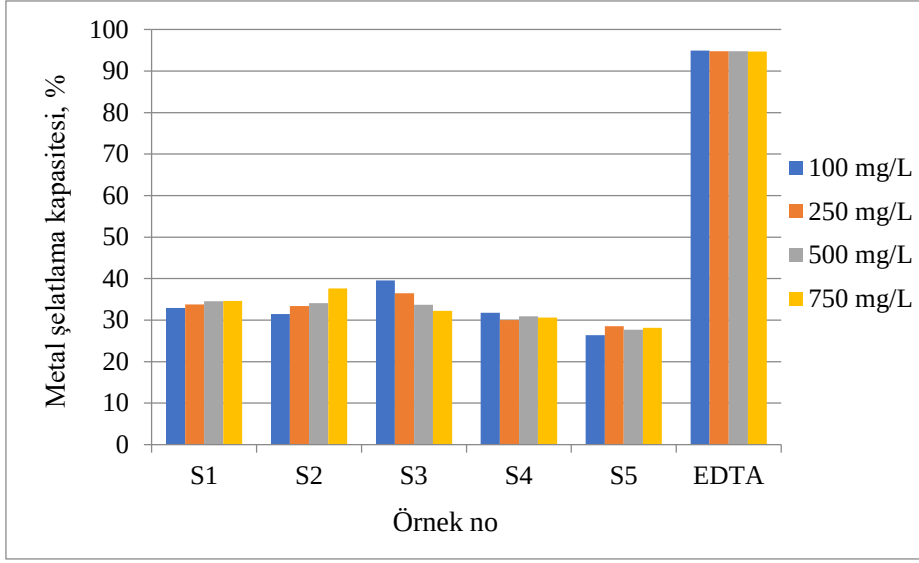
oldukça yüksek bulundu. Sumak örnekleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde ise metal şelatlama kapasitesi S5'in az da olsa yüksek olduğu değerler olmasına rağmen genel olarak birbirlerine yakın oldukları tespit edildi.



Şekil 3.5. EDTA ve asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi

Asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumakların metal şelatlama kapasiteleri Şekil 3.6'da verildi. EDTA'nın metal şelatlama kapasitesi sumak örneklerinden yüksek bulundu. Sumak örnekleri kendi içerisinde değerlendirildiğinde metal şelatlama kapasiteleri birbirine yakın olup en düşük metal şelatlama kapasitesine sahip örnek S5 nolu örnektir.

Sumak örneklerini farklı çözücülere göre değerlendirildiğinde S1 nolu örnek ekstraktlarında metal şelatlama kapasitesi asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş asetonitril şeklinde sıralanmaktadır. S2 nolu örnekte asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş asetonitril, S3 nolu örnekte asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş asetonitril, S4 nolu örnekte asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş asetonitril, S5 nolu örnekte ise asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş asetonitril şeklinde sıralanmaktadır.

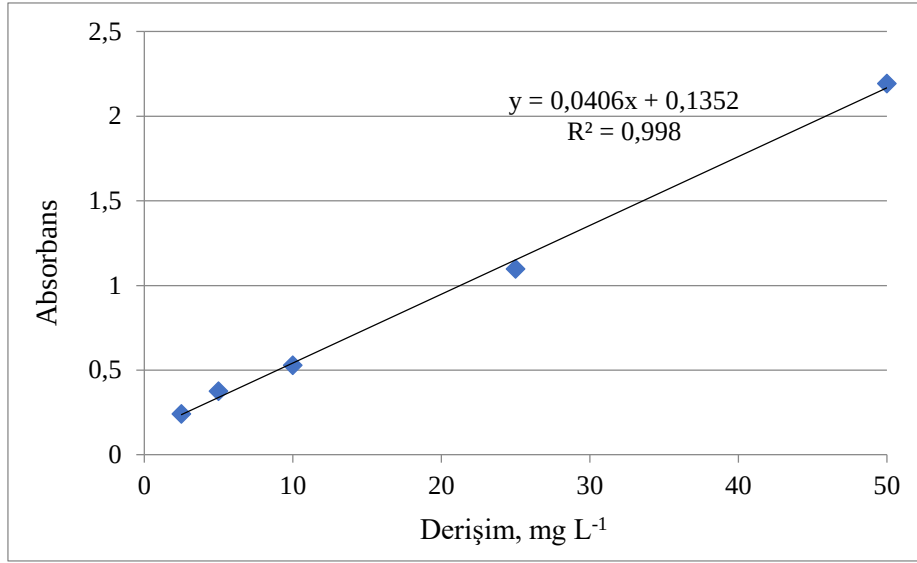


Şekil 3.6. EDTA ve asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumak bitkisinin metal şelatlama kapasitesi

Dereotu, gelincik, kuzu kulağı, roka ve tere ile yapılan bir çalışmada metal şelatlama kapasitesi, dereotu 68.7 ± 4.5 EDTA eşdeğeri mg g^{-1} , gelinciğin 79.5 ± 4.1 EDTA eşdeğeri mg g^{-1} su ekstraktları; kuzu kulağı 56.1 ± 12.0 EDTA eşdeğeri mg g^{-1} ve rokanın 61.0 ± 6.7 EDTA eşdeğeri mg g^{-1} etanol ekstraktlarının diğer ekstraktlara göre daha yüksek aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (İşbilir, 2008). Bursal ve Köksal (2011), sumak bitkisinde yaptıkları çalışmada $30 \mu\text{g mL}^{-1}$ test örneği varlığında metal şelatlama kapasitesini EDTA (74.6)>su ekstraktı (64.1)>etanol ekstraktı (25.3) olarak tespit etmişlerdir.

3.4.4. Bakır(II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite Tayini (CUPRAC)

Neokuproin'in Cu(II) ile oluşturduğu Cu(II)-neokuproin kompleksinin Cu(I)-neokuproin şelatına indirgenme yeteneğinden yararlanarak antioksidan kapasite hesaplanmaktadır. Bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite tayini için kafeik asit standart olarak kullanıldı ve kafeik asit kalibrasyon doğrusu Şekil 3.7'de verildi. Bu standart grafik kullanılarak örneklerin CUPRAC miktarları kafeik asit eşdeğeri (mg KAE kg^{-1}) şeklinde hesaplandı.



Şekil 3.7. Kafeik asit kalibrasyon doğrusu

Sumak bitkisinin, asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su ekstraktlarının CUPRAC değerleri Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5. CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite sonuçları

Örnek no	Asitlendirilmiş metanol	Asitlendirilmiş asetonitril	Asitlendirilmiş su
	mg KAE kg ⁻¹		
S1	90.3±2.5	69.1±2.5	100.0±5.7
S2	96.0±0.3	26.0±0.3	52.3±1.1
S3	54.5±2.3	17.0±0.8	20.0±0.2
S4	53.3±1.0	34.0±0.9	41.2±0.3
S5	118.0±3.0	10.2±0.6	70.0±1.3

Tablo 3.5’te görüldüğü gibi aynı sumağın farklı çözücülerdeki ekstraktları kıyaslandığında S1 nolu örnekte en yüksek CUPRAC değeri asitlendirilmiş su iken diğer örneklerde en yüksek CUPRAC değeri asitlendirilmiş metanol ekstraktında görüldü. Bütün örneklerde asitlendirilmiş asetonitril, en düşük CUPRAC değerine sahiptir.

Farklı sumakların asitlendirilmiş metanol ekstraktları CUPRAC değerlerinin en yüksekten sırasıyla S5 (118.0±3.0 mg KAE kg⁻¹), S2 (96.0±0.3 mg KAE kg⁻¹), S1 (90.3±2.5 mg KAE kg⁻¹), S3 (54.5±2.3 mg KAE kg⁻¹) ve S4 (53.3±1.0 mg KAE kg⁻¹) olduğu belirlendi.

Farklı sumakların asitlendirilmiş asetonitril ekstraktları CUPRAC değerlerinin en yüksekten sırasıyla S1 (69.1±2,5 mg KAE kg⁻¹), S4 (34.0±0.9 mg KAE kg⁻¹), S2 (26.0±0.3

mg KAE kg⁻¹), S3 (17.0±0.8 mg KAE kg⁻¹) ve S5 (10.2±0.6 mg KAE kg⁻¹) olduğu belirlendi.

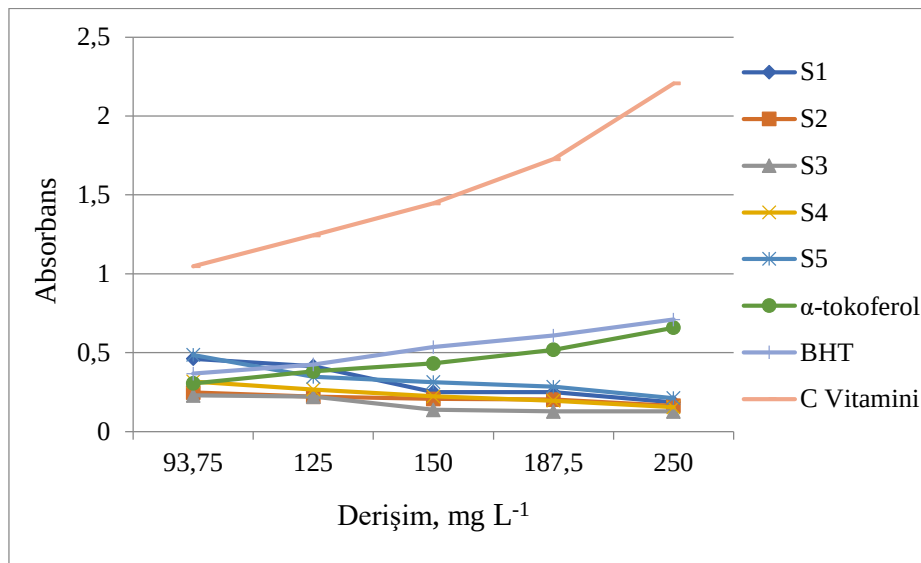
Farklı sumakların asitlendirilmiş su ekstraktları CUPRAC değerlerinin en yüksekten düşük olana doğru sırasıyla S1 (100.0±5.7 mg KAE kg⁻¹), S5 (70.0±1.3 mg KAE kg⁻¹), S2 (52.3±1.14 mg KAE kg⁻¹), S4 (41.2±0.3 mg KAE kg⁻¹) ve S3 (20.0±0.2 mg KAE kg⁻¹) olduğu belirlendi.

Bursal ve Köksal (2011), sumak üzerine yaptıkları çalışmada su ekstraktının CUPRAC değerinin etanol ekstraktından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Literatürde sumakta CUPRAC tayininin yapıldığı başka bir kaynağa rastlanmamıştır.

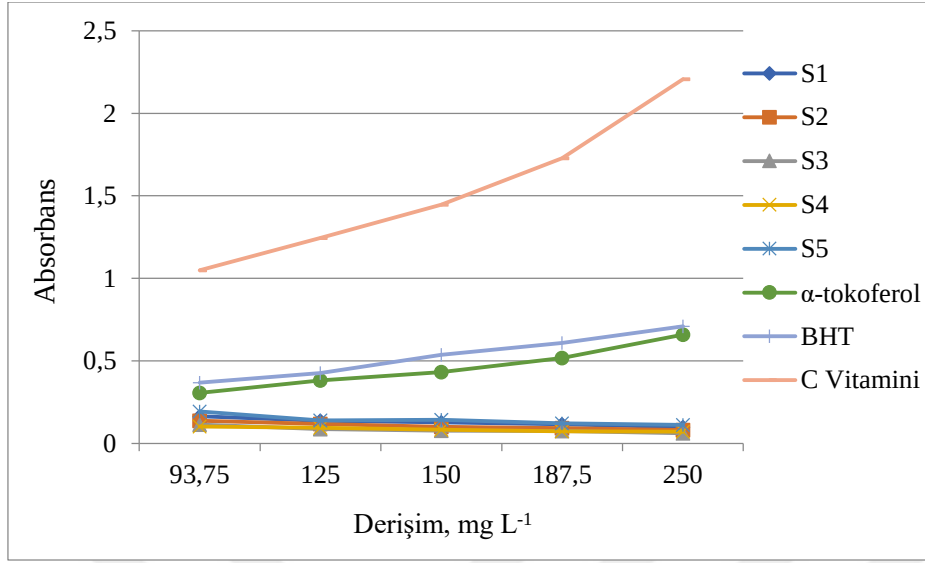
Chrysanthemum balsamita L., *Melissa officinalis* L. ve *Allium bulgaricum* L. bitkilerinin etanol ekstraktlarında CUPRAC tayini yapılmış ve CUPRAC sonuçları 7.70±0.14 ile 50.50±1.39 µM TE/g taze ağırlık aralığında bulunmuştur. En yüksek CUPRAC değerinin *M. Officinalis* L. bitkisine ait olduğu belirlenmiştir (Popova ve ark., 2014).

3.4.5. İndirgeme Kuvveti Tayini

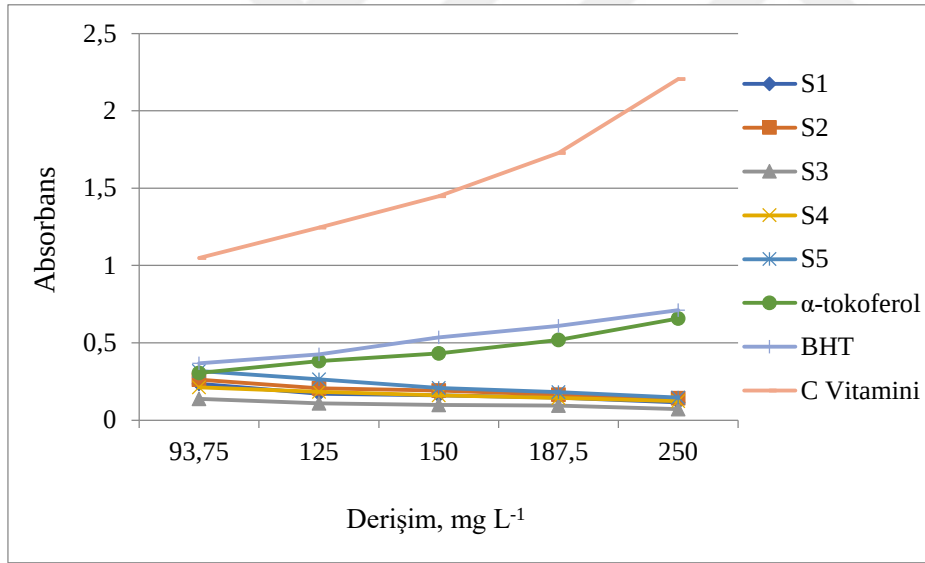
Çalışmada kullanılan sumak ekstraktlarının hepsi hem kendi aralarında karşılaştırıldı hem de BHT, α tokoferol ve C vitamini standartlarıyla karşılaştırılarak absorbans-derişim grafikleri çizildi (Şekil 3.8, 3.9 ve 3.10).



Şekil 3.8. Asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri



Şekil 3.9. Asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri



Şekil 3.10. Asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetleri

Şekil 3.8’de asitlendirilmiş metanol ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetlerini karşılaştırdığımızda C vitamini>BHT>α tokoferol>S5>S1>S2>S4>S3 olduğu bulundu.

Şekil 3.9’da asitlendirilmiş asetonitril ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetlerini karşılaştırdığımızda C vitamini>BHT>α tokoferol>S5>S1>S2>S4>S3 olduğu bulundu.

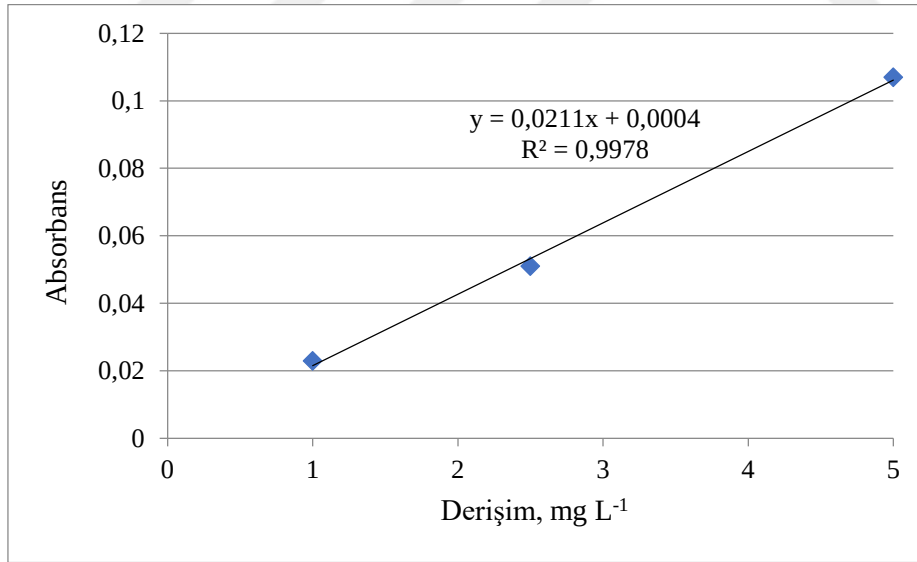
Şekil 3.10’da asitlendirilmiş su ile ekstrakte edilen sumak örnekleri ve sentetik antioksidanların indirgeme kuvvetlerini karşılaştırdığımızda C vitamini>BHT> α tokoferol>S5>S2>S4>S1>S3 olduğu bulundu.

Çözücülerin hepsinde S5 nolu örneğin diğerlerinden daha yüksek indirgeme kuvvetine sahipken S3 nolu örneğin ise en düşük indirgeme kuvvetine sahip olduğu tespit edildi.

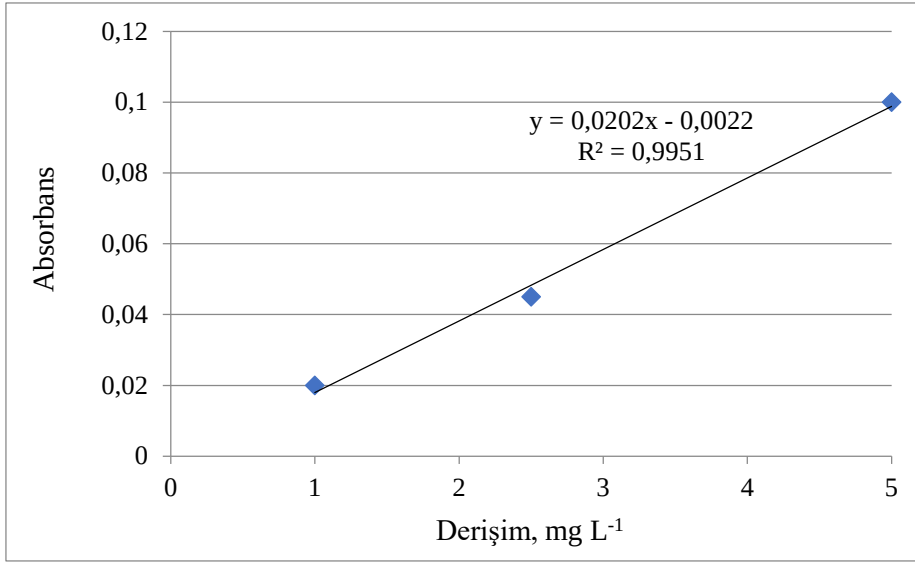
Aydın (2011), sumağın su ekstraktında 5, 7.5 ve 10 mg mL⁻¹ dozlarda indirgenme kuvvetini sırasıyla 0.516±0.003, 0.992±0.001 ve 1.344±0.01 (ort. abs.) olarak tespit etmiştir. İşbilir (2008), dereotu, gelincik, kuzu kulağı, roka ve tere ile yaptığı çalışmada indirgeme kuvvetini en yüksek 0.89±0.001 µg mL⁻¹ ve 1.09±0.08 µg mL⁻¹ ile gelinciğin su ekstraktında bulunduğunu belirtmiştir.

3.5. Mineral Madde Tayini

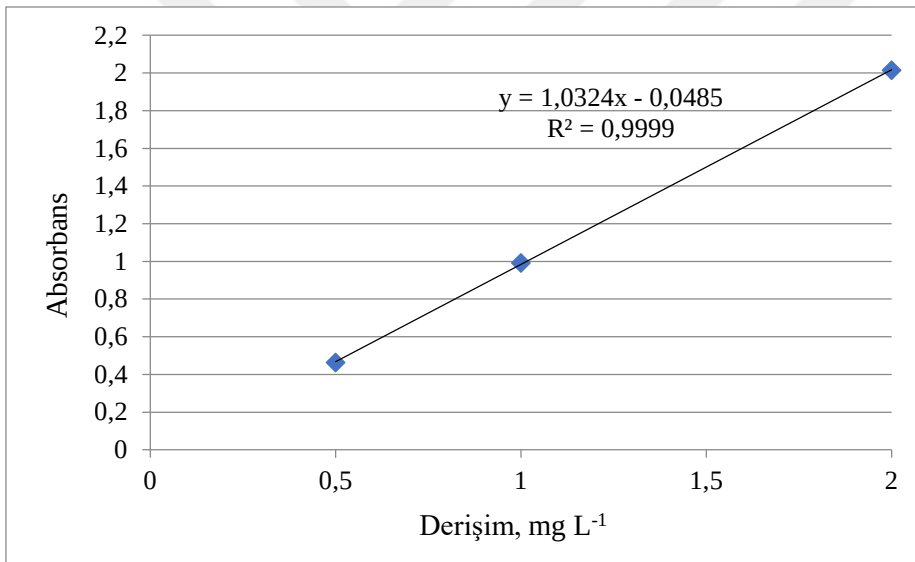
Sumak bitkisindeki mineral madde içeriklerini belirlemek amacıyla bazı minerallerin standart grafikleri oluşturuldu. Bu grafikler Şekil 3.11-3.17’de verilmiştir.



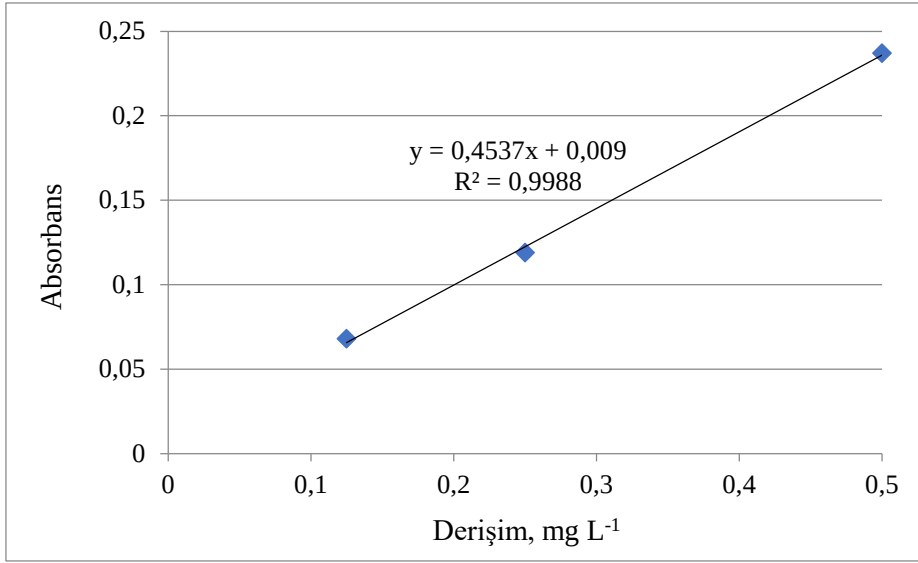
Şekil 3.11. Kalsiyum kalibrasyon doğrusu



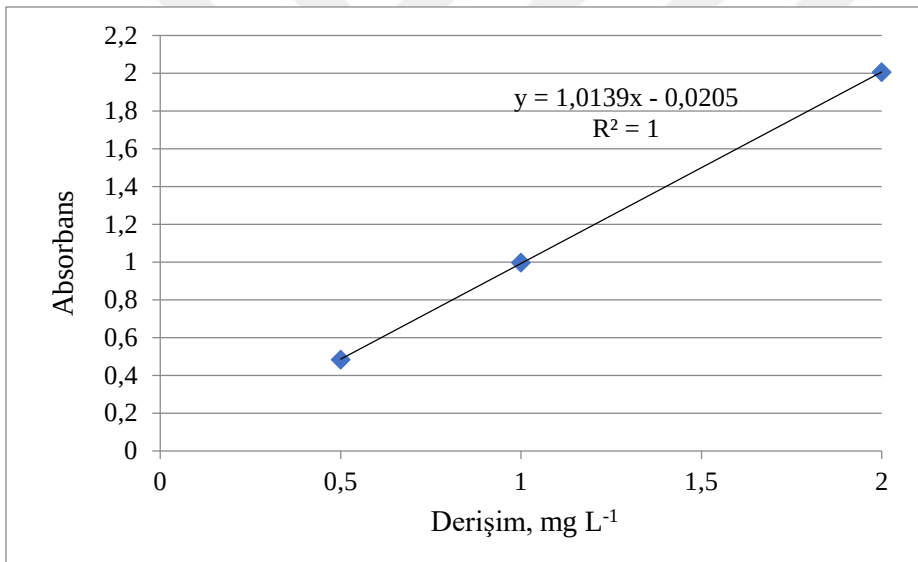
Şekil 3.12. Demir kalibrasyon doğrusu



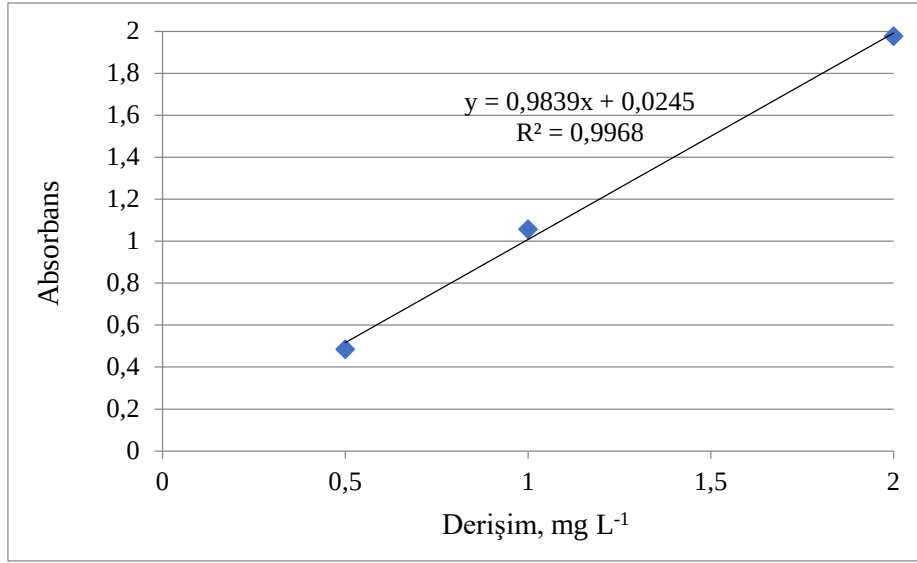
Şekil 3.13. Potasyum kalibrasyon doğrusu



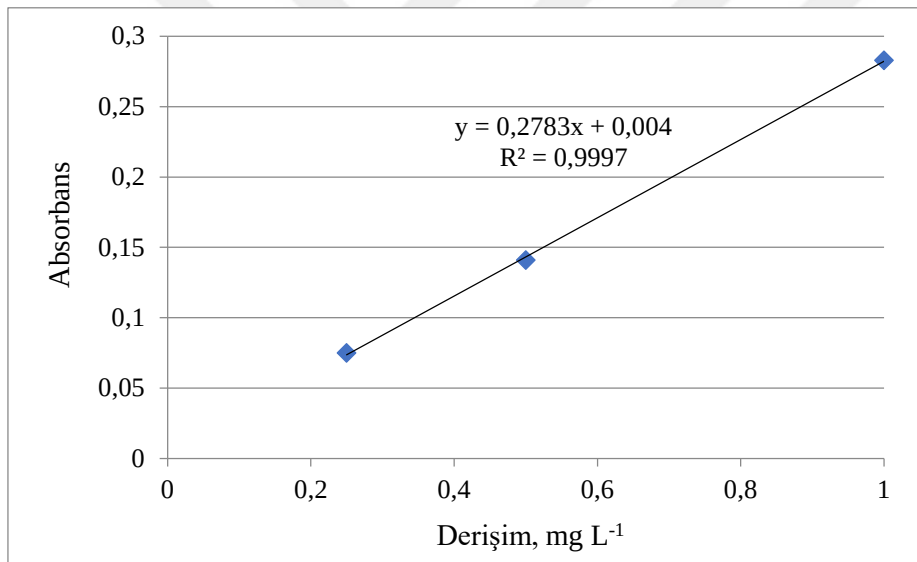
Şekil 3.14. Magnezyum kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.15. Mangan kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.16. Sodyum kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.17. Çinko kalibrasyon doğrusu

Sumak örneklerine ait mineral içerikleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Sumak örneklerinin mineral içerikleri

Örnek No	mg kg ⁻¹			
	Fe	Zn	Ca	Mg
S1	6117±724	52±2	59153±1955	1662±54
S2	10131±928	100±3	69011±4869	1676±79
S3	9236±199	31±2	67747±2151	532±30
S4	16281±904	34±2	178174±10255	1149±28
S5	14776±635	48±3	132360±12670	2022±191

Tablo 3.6. devamı

Örnek No	mg kg ⁻¹		
	Na	K	Mn
S1	115±10	9490±594	10.0±0.2
S2	68±3	7262±527	13.5±0.6
S3	223±11	4259±183	9.0±0.8
S4	38±4	4841±463	22.0±0.5
S5	16±2	10297±329	16.0±0.4

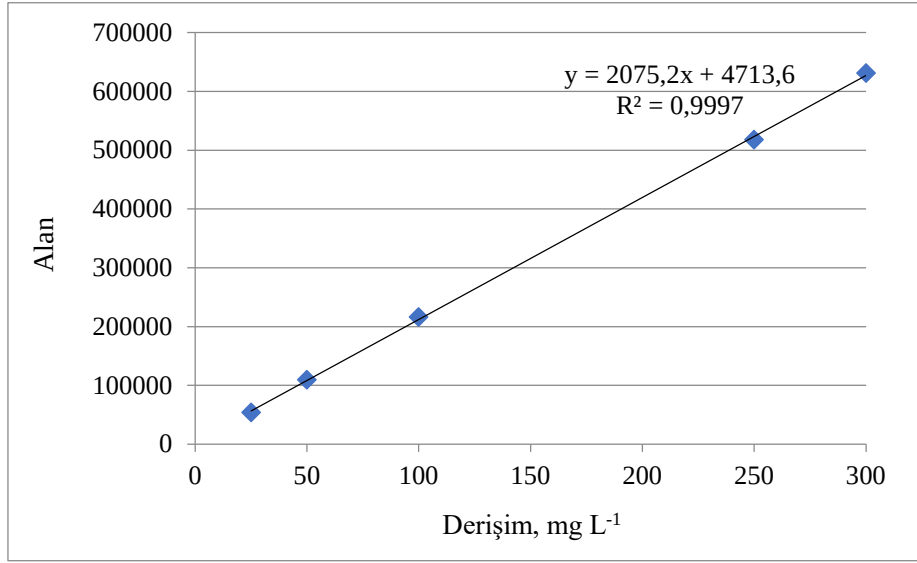
Demir içeriği açısından S4 (16281±904 mg kg⁻¹) ve S1 (6117±724 mg kg⁻¹) sırasıyla en yüksek ve en düşük değerlere sahiptir. Kalsiyumca en zengin örnek S4 (178174±10255 mg kg⁻¹) ve en az kalsiyum içeren örneğin ise S1 (59153±1955 mg kg⁻¹) olduğu görülmüştür. Potasyum bakımından S3 (4259±183 mg kg⁻¹) en düşük değere sahipken en yüksek değere S5 (10297±329 mg kg⁻¹) sahiptir. Sodyum içeriği açısından S3 (223±11 mg kg⁻¹) en yüksek değerde olup S5 (16±2 mg kg⁻¹) en düşük değerdedir. S2 (100±3 mg kg⁻¹) en çok çinkoya sahipken S3 (31±2 mg kg⁻¹) ise çinko miktarı en az olan sumaktır. Manganca en zengin örnek S4 (22.0±0.5 mg kg⁻¹) ve en az mangan içeren örneğin S3 (9.0±0.8 mg kg⁻¹) olduğu görülmüştür. Magnezyum miktarı en yüksek S5 (2022±191 mg kg⁻¹) ve en düşük olduğu örnek S3 (532±30 mg kg⁻¹) olarak tespit edilmiştir. Tunceli ilindeki sumak bitki örneklerinde Fe, Ca, Mg ve K element miktarları en yüksektir.

Özcan ve Haciseferoğulları (2004), Mersin'den topladıkları sumaklarda mineral analizlerini ICP-AES ile yapmışlar ve Fe derişimini 144.53±3.76 ppm, Zn 10.93±0.84 ppm, Mg 855.95±17.63 ppm, Ca 3661.57±25.71 ppm, K 7963.35±47.85 ppm, Na 114.06±3.65 ppm ve Mn 10.49±1.32 ppm olarak saptamışlardır. Sumak örneklerindeki Fe, Zn ve Ca derişimleri bizim çalışmamızdan daha düşük, Mn derişimi ise bizim çalışmamız ile benzerdir. Ünver (2006), yaptığı bir çalışmada farklı illerden topladığı sumakların Al, Ca, K, Fe ve Mg bakımından zengin olduğunu bildirmiştir. Fe 69-611 ppm, Zn 3.70-6.92 ppm, Mg 342.9-700.1 ppm, Ca 1000.4-3577.5 ppm, K 8094-17361 ppm ve Na 730.9-1249.3 ppm aralığında tespit etmiştir. Kossah ve ark. (2009), Suriye ve Çin sumaklarını analiz ettikleri çalışmada sırasıyla mineral derişimlerini sırasıyla Fe için 174.15±0.18 mg kg⁻¹ ve 180.00±0.67 mg kg⁻¹, Zn için 55.74±0.38 mg kg⁻¹ ve 17.20±0.38 mg kg⁻¹, Ca için 3155.53±0.41 mg kg⁻¹ ve 3098.00±0.52 mg kg⁻¹, Mg için 605.74±0.51 mg kg⁻¹ ve 871.00±0.42 mg kg⁻¹, Na için 101.04±0.15 mg kg⁻¹ ve 183.00±0.26 mg kg⁻¹, K için

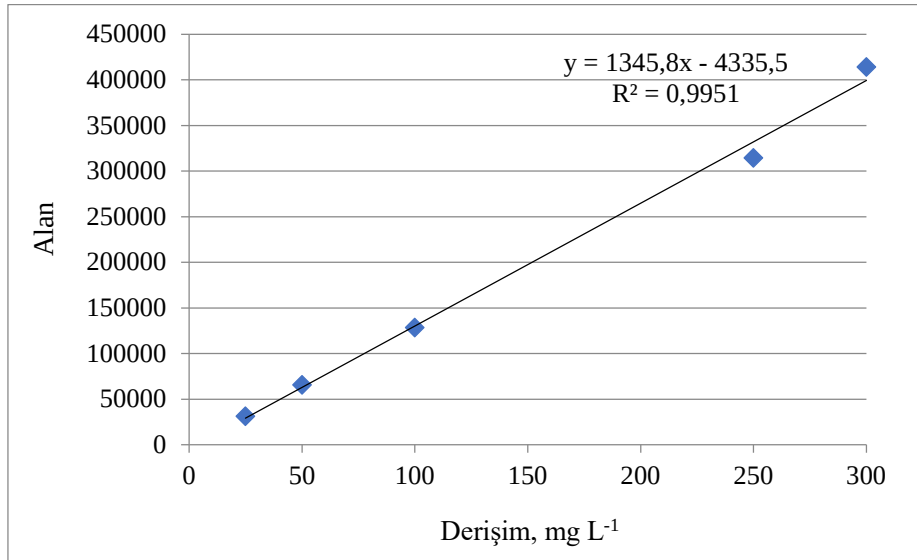
7441.25±0.07 mg kg⁻¹ ve 5576.00±0.68 mg kg⁻¹, Mn için 10.57±0.39 mg kg⁻¹ ve 11.60±0.35 mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

3.6. Organik Asit Tayini

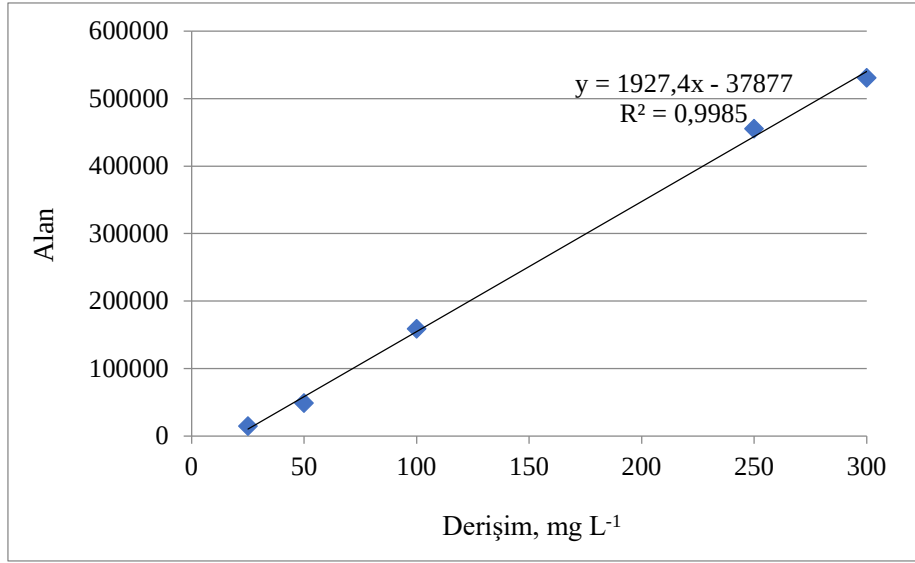
Organik asitlerde standart olarak kullanılan tartarik asit, sitrik asit ve malik asit kalibrasyon doğruları Şekil 3.18, 3.19 ve 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.18. Tartarik asit kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.19. Sitrik asit kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.20. Malik asit kalibrasyon doğrusu

Tablo 3.7’de organik asitler için kalibrasyon değerleri verilmiştir.

Tablo 3.7. Organik asitler için kalibrasyon değerleri

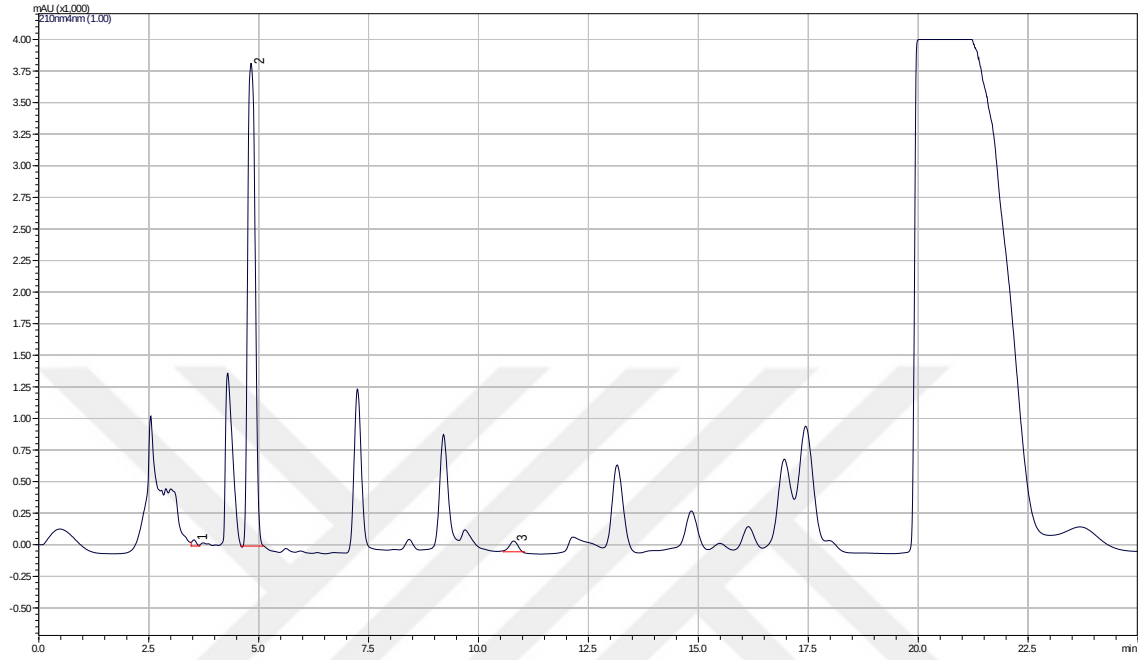
Organik asit	Dalga boyu (nm)	Çıkış süresi (dk.)	LOD (mg L ⁻¹)	LOQ (mg L ⁻¹)
Tartarik asit	210	3.5	0.1735	0.5782
Malik asit	210	4.9	0.4320	1.4398
Sitrik asit	210	10.6	0.6061	2.0202

Tablo 3.8. Sumak örneklerinin organik asit içerikleri

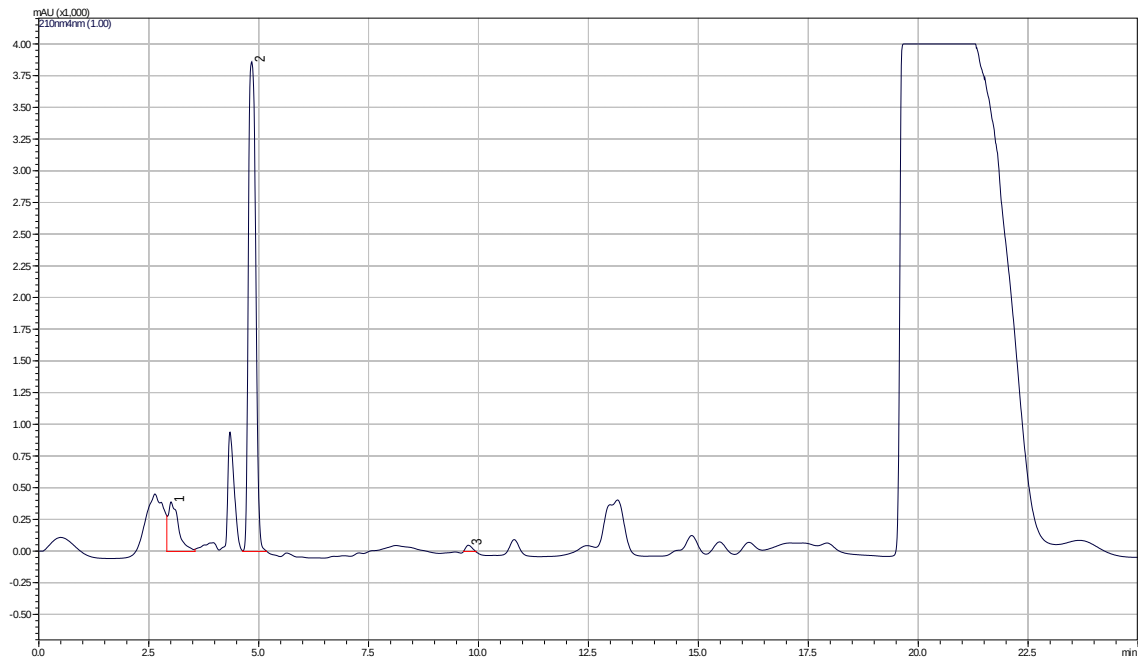
	mg kg ⁻¹		
Örnek no	Tartarik asit	Malik asit	Sitrik asit
S1	1040	156767	5559
S2	20360	154885	2356
S3	2273	207704	6916
S4	1993	169515	1268
S5	6160	219521	7463

Sumak örneklerine ait HPLC kromatogramları Şekil 3.21-Şekil 3.25’te verilmiştir. Sumakta baskın olan organik asit malik asittir. S1, S2, S3, S4 ve S5 nolu örneklerde malik asit, sitrik asit ve tartarik asit olarak tespit edildi. Kossah ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada Suriye’de yetişen sumak meyvesinin Çin’de yetişen sumak meyvesine oranla daha fazla organik asit içerdiğini belirlemişlerdir. Her iki sumakta da baskın olan organik asit malik asittir. Ayrıca Suriye ve Çin’deki sumaklarda az miktarda tartarik asit ve sitrik asitte saptanmıştır. Suriye sumak meyvesinin Çin sumak meyvesinden daha asidik olduğu

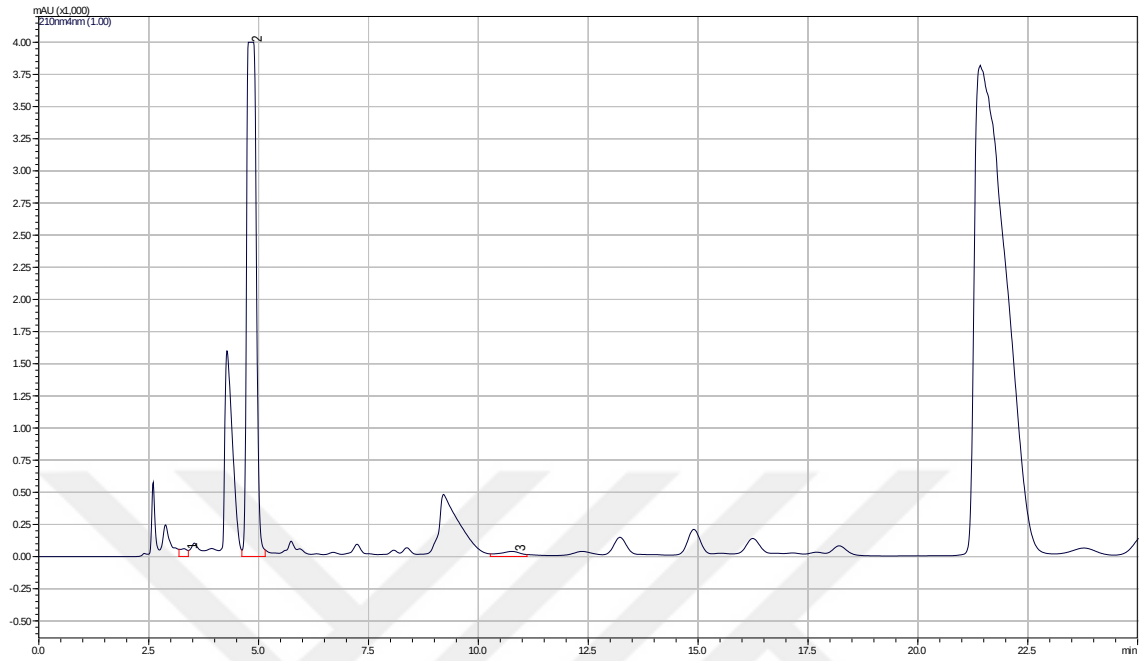
ortaya koyulmuştur. Kossah ve ark. (2009), sumaktaki organik asitlerden malik asit derişimini $1568.04 \text{ mg kg}^{-1}$, sitrik asit 56.93 mg kg^{-1} ve tartarik asit 2.15 mg kg^{-1} olduğunu bildirmişlerdir. Literatürde organik asitlerle ilgili fazla kaynak bulunmamaktadır.



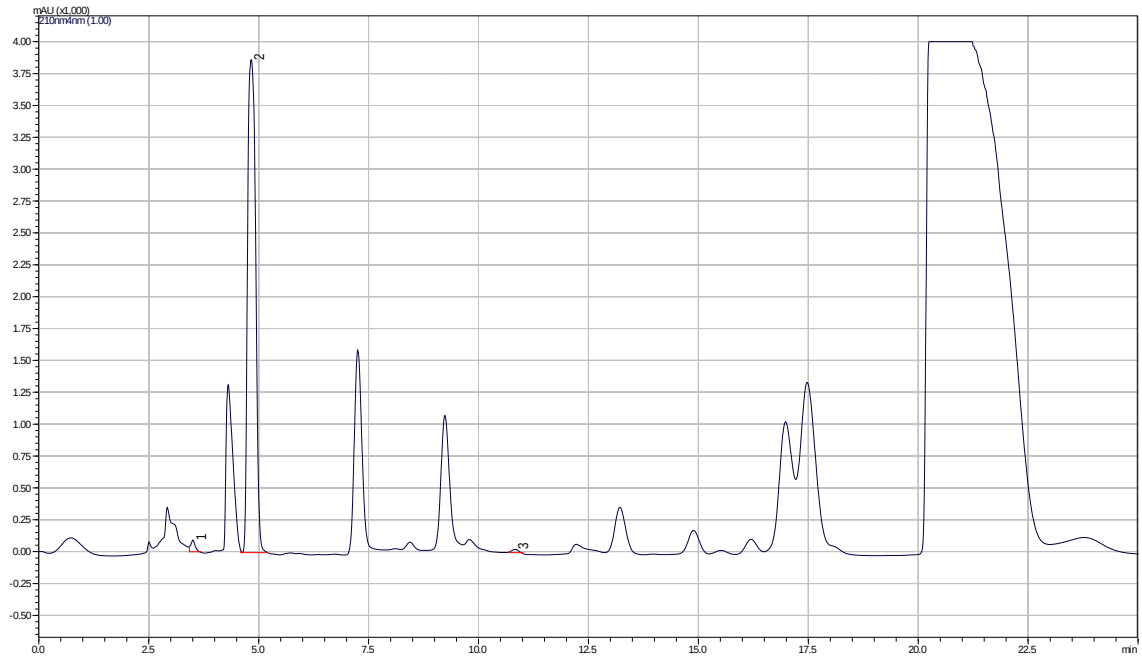
Şekil 3.21. S1 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit)



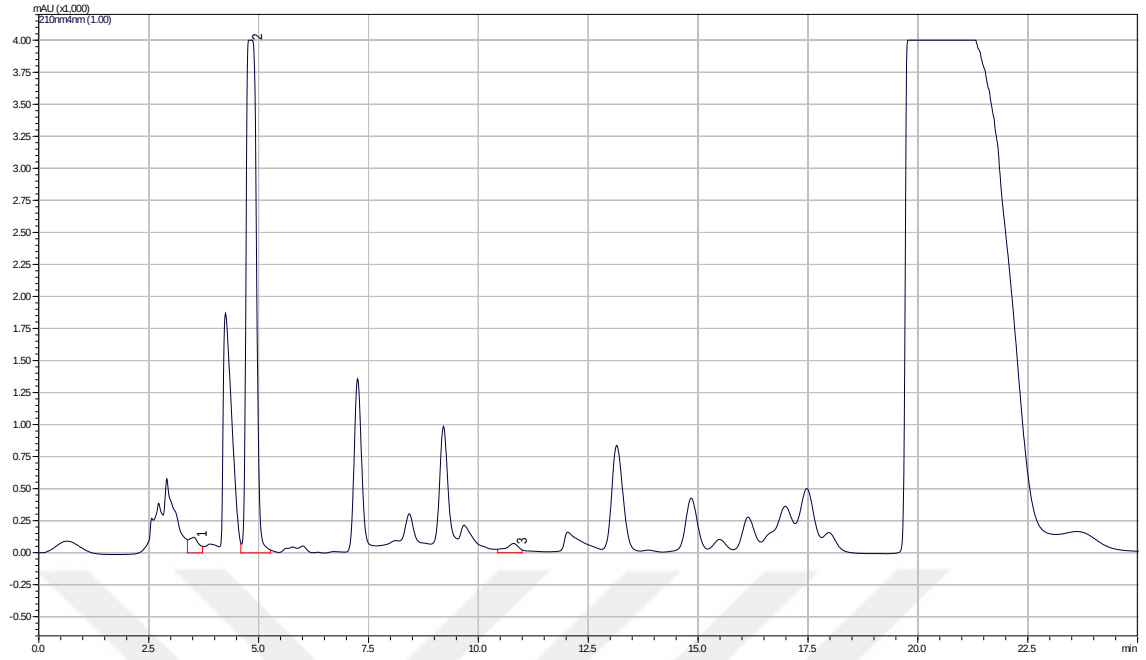
Şekil 3.22. S2 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı(1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit)



Şekil 3.23. S3 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit)



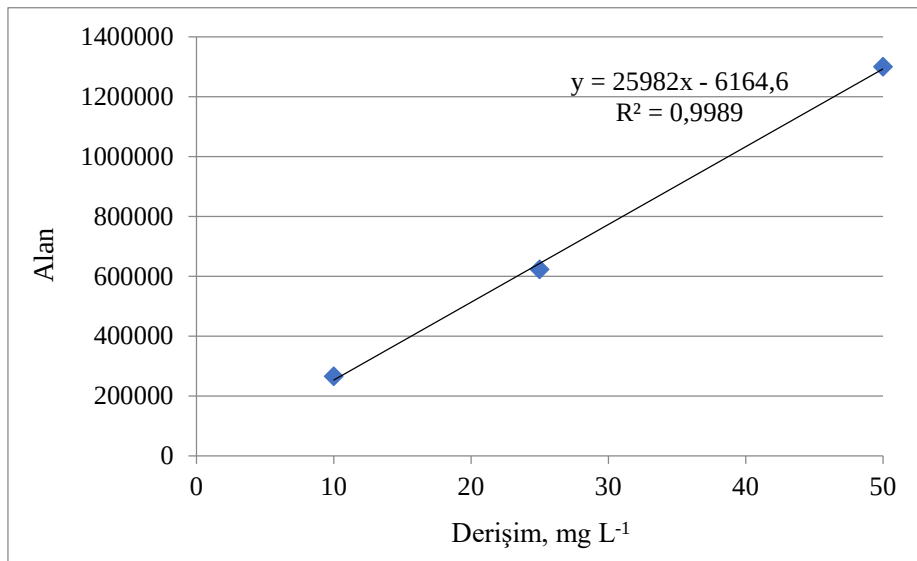
Şekil 3.24. S4 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit)



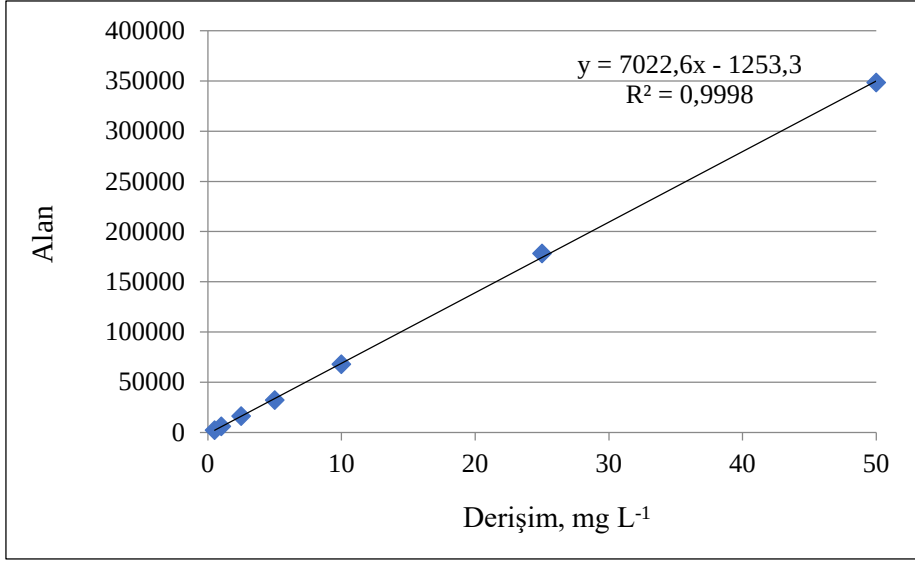
Şekil 3.25. S5 nolu örneğe ait organik asit kromatogramı (1: Tartarik asit, 2: Malik asit, 3: Sitrik asit)

3.7. Fenolik Bileşiklerin Tayini

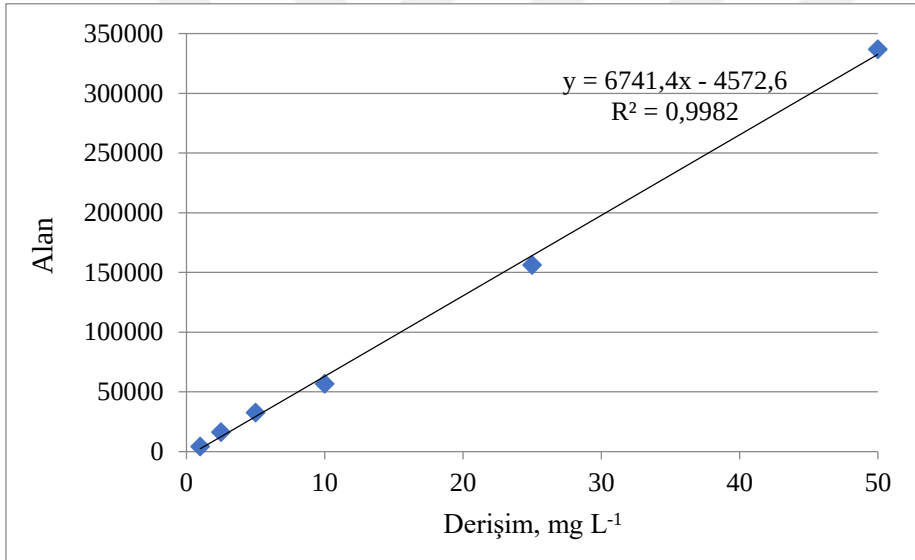
Fenolik bileşiklerin tayininde standart olarak kullanılan farklı fenolik bileşiklerin kalibrasyon doğruları Şekil 3.26-3.32’de verilmiştir.



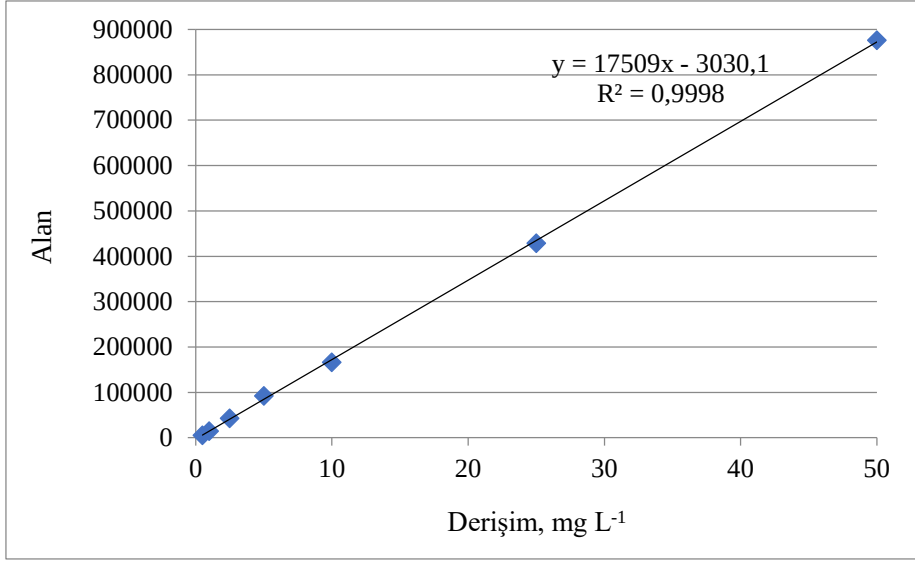
Şekil 3.26. Gallik asit kalibrasyon doğrusu



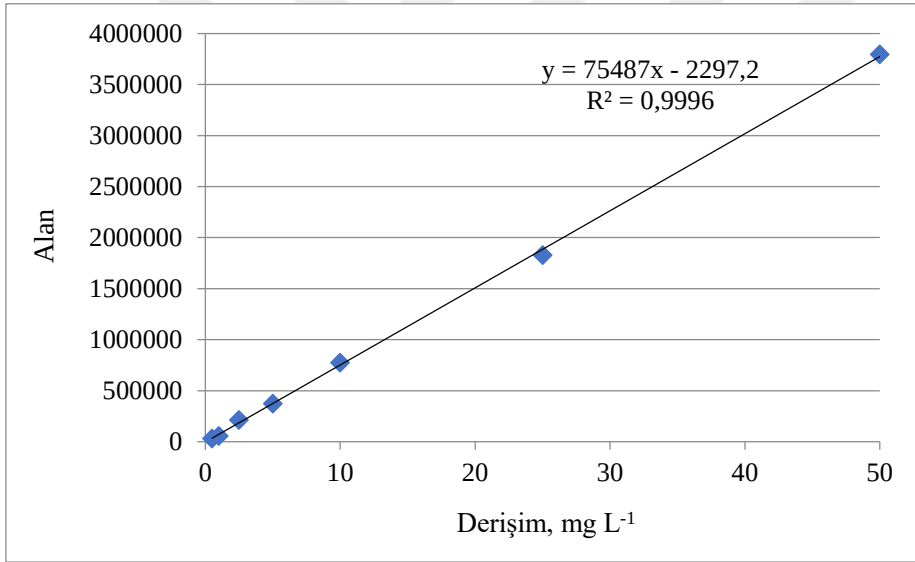
Şekil 3.27. +(-) Kateşin hidrat kalibrasyon doğrusu



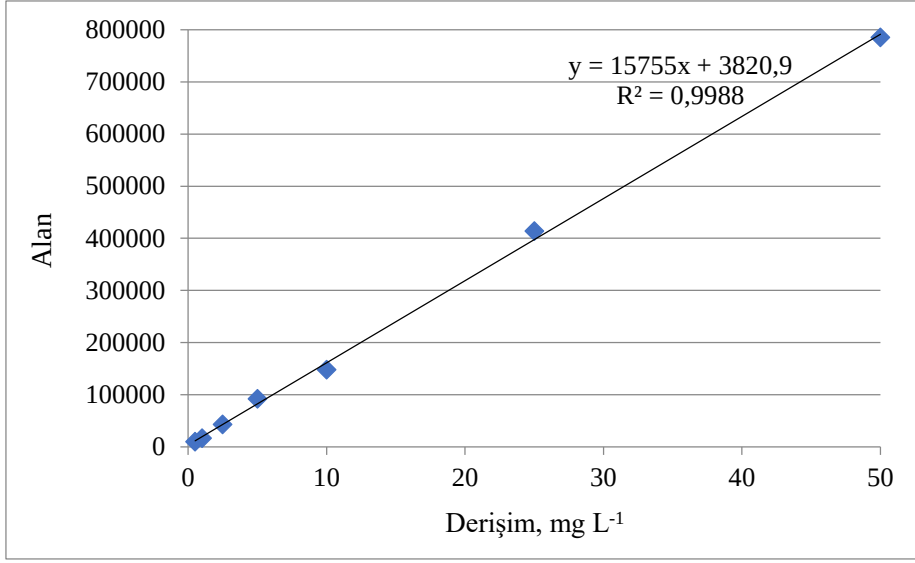
Şekil 3.28. - (-) Epikateşin kalibrasyon doğrusu



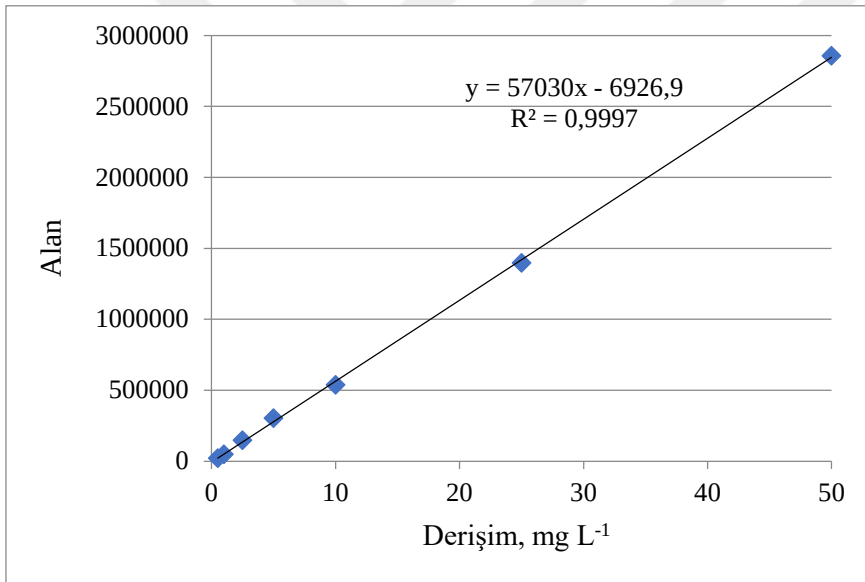
Şekil 3.29. Vanilik asit kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.30. Resveratrol kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.31. Rutin kalibrasyon doğrusu



Şekil 3.32. Kafeik asit kalibrasyon doğrusu

Tablo 3.9’da fenolik bileşikler için kalibrasyon değerleri verilmiştir.

Gallik asit miktarı sumaktaki fenolik bileşiklerden en yüksek değere sahip olduğu için temel bileşenidir. Gallik asit en çok S1 (15199 mg kg⁻¹) nolu örnekte iken en az ise S3 (6093 mg kg⁻¹) nolu örnekte olduğu belirlendi. +(-) kateşin hidrat S2 (228 mg kg⁻¹) nolu örnekte en çokken en az S1 (88 mg kg⁻¹) nolu örnektedir. -(-) epikateşin en fazla S4 (599 mg kg⁻¹) nolu sumak örneğinde olup en az S5 (93 mg kg⁻¹) nolu örnektedir. Vanilik asit en çok S1 (175 mg kg⁻¹) nolu sumak örneğinde olup S4’te tayin edilemedi. Resveratrol S2 ve

S4'te tayin edilemezken S5'te (237 mg kg^{-1}) en yüksek değeri gösterdi. Rutin ve kafeik asit S4'te tayin edilemedi fakat en yüksek değerleri sırasıyla S5 (183 mg kg^{-1} ve 52 mg kg^{-1}) nolu örnekte bulundu.

Tablo 3.9. Fenolik bileşikler için kalibrasyon değerleri

Fenolik Bileşik	Dalga boyu (nm)	Çıkış süresi (dk.)	LOD (mg L^{-1})	LOQ (mg L^{-1})
Gallik asit	280	10.14	0.0589	0.1963
Vanilik asit	280	29.94	0.0693	0.2310
-(-)Epikateşin	280	34.83	0.1442	0.4806
+(-)Kateşin hidrat	280	22.92	0.1149	0.3829
Kafeik asit	320	31.77	0.0241	0.0805
Resveratrol	320	51.54	0.0128	0.0427
Rutin	360	50.82	0.0834	0.2781

Tablo 3.10'da sumak örneklerindeki bazı fenolik bileşiklerin miktarları verilmiştir.

Tablo 3.10. Sumak örneklerindeki bazı fenolik bileşiklerin miktarları

Örnek no	mg kg^{-1}						
	Gallik asit	+(-)Kateşin hidrat	-(-)Epikateşin	Vanilik asit	Resveratrol	Rutin	Kafeik asit
S1	15199±760	88±7	143±11	175±19	12±1	143±17	27±2
S2	14696±1175	228±23	131±8	33±2	TE	86±8	34±3
S3	6093±305	129±8	163±8	15±1	59±3	50±3	5.0±0.5
S4	8629±690	119±7	599±54	TE	TE	TE	TE
S5	11045±773	142±14	93±6	88±10	237±19	183±13	52±5

TE: Tayin edilemedi

Altıok ve ark. (2006), kırmızı biber, karabiber, sumak, nane ve kekik gibi baharatlarda yaptıkları çalışmada en yüksek fenolik madde oranının sumakta olduğunu bildirmişlerdir. Ünver (2006), yaptığı çalışmada gallik asitin en çok Çanakkale'de toplanan sumaklarda 67.56 mg g^{-1} kadar olduğunu ve en az Siirt'te toplanan sumaklarda ise 19.01 mg g^{-1} kadar olduğunu saptamıştır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda Tunceli ilinin beş farklı bölgesinden toplanan sumak bitkisinde pH, renk ve kül miktarı, asitlendirilmiş metanol, asitlendirilmiş asetonitril ve asitlendirilmiş su gibi üç farklı çözücü ile ekstrakte ettikten sonra; toplam fenolik madde miktarı, DPPH serbest radikali giderme kapasitesi, metal iyonlarını şelatlama kapasitesi, CUPRAC, indirgeme kuvveti gibi antioksidan özellikleri ve mineral madde miktarı, organik asitler, fenolik bileşikler tayin edildi.

Tunceli ilinin farklı ilçelerinden toplanan sumak bitkilerinin pH değerleri 2.78 ± 0.15 ile 3.28 ± 0.23 arasında farklılık göstermekle beraber birbirine yakın değerlerde bulundu. Çemişgezek'ten toplanan sumak örneklerinin pH değeri diğer örneklerden daha düşük olduğu, Merkez'den toplanan sumağın en yüksek pH değerine sahip olduğu belirlendi.

Çalışmamızda sumak örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri belirlendi. L^* ; 0 ile 100 arasında değer almaktadır. Değer 0'a yaklaştıkça karanlık değeri artarken 100'e yaklaştıkça aydınlık değeri artar. Örneklerimizdeki en açık renk Pülümür örneğinde 43.0 ± 0.7 ile en koyu renk Çemişgezek örneğinde görülmüştür. Mazgirt, Merkez, Pertek ilçelerindeki sonuçlar birbirine benzer bulundu.

a^* '+' ve '-' değerler alıp '+' kırmızılığı, '-' yeşilliği ifade eder. Bulduğumuz sonuçlar '+' çıktığı için bütün örnekler kırmızı olup kırmızılığın derecesi belirlendi. Kırmızılık değeri en yüksek Çemişgezek (13.5 ± 0.2) örneğinde, en düşük değer Mazgirt (7.6 ± 0.4) ve Merkez (7.6 ± 0.2) örneklerinde görüldü.

b^* '+' ve '-' değerler alıp '+' sarılığı, '-' maviliği ifade eder. Bulduğumuz sonuçlar '+' çıktığı için bütün örnekler sarı olup sarılığın derecesi belirlendi. Sarılık değeri en yüksek Mazgirt (20.7 ± 0.2) örneğinde en düşük Çemişgezek (12.8 ± 0.2) örneğindedir. Merkez, Pülümür ve Pertek birbirine benzer sonuçlar göstermiştir.

Sumak örneklerinin kül miktarı en yüksek Çemişgezek (5.3 ± 0.5) örneğinde, en az kül miktarına Mazgirt (4 ± 0.4) örneğinde bulunmuştur. Merkez ve Çemişgezek örnekleri benzerlik gösterirken; Mazgirt, Pülümür ve Pertek örnekleri de kendi aralarında benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda sumağın içindeki Ca, Zn, Mg, Mn, Na, K ve Fe gibi mineral maddelerin değerlerine bakıldı. Beş farklı ilçenin değerleri birbiriyle kıyaslanarak verildi.

Pertek'ten toplanan sumak örnekleri K bakımından en yüksek derişime sahipken Na bakımından ise en düşük derişime sahip olduğu tespit edildi. Fe, Ca ve Mn derişimleri miktarları Pülümür'den alınan örneklerde daha yüksek bulundu. Çemişgezek'te ise Na derişimi diğerlerinden yüksek olduğu, Zn, Mg, K ve Mn ise düşük olduğu tespit edildi. Genel olarak sumak örneklerinin mineral madde içeriği yüksektir. Sonuç olarak Tunceli ilindeki sumaklarda en fazla bulunan mineral Ca'dır.

Ekstrakte edilen sumakların DPPH radikali giderme kapasiteleri asitlendirilmiş asetonitril>asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol olarak tespit edildi.

Ekstrakte edilen sumakların metal şelatlama kapasiteleri EDTA>asitlendirilmiş su>asitlendirilmiş metanol>asitlendirilmiş asetonitril olarak tespit edildi.

Ekstrakte edilen sumaklarda CUPRAC'ın en yüksek olduğu çözücü, asitlendirilmiş metanol ekstraktından elde edilmiştir. En düşük bulunan çözücü ise asetonitrildir.

Çalışmada analiz edilen sumak bitkisi kendine özgü renk ve tada sahiptir ve bu nedenle baharat olarak kullanılmaktadır. Sağlık açısından büyük öneme sahip mineral, organik asit ve fenolik bileşiklerce zengin olduğu, antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca sumağın doğal olarak kendiliğinden yetişmesi de önemlidir. Son yıllarda artan hastalıklar nedeniyle doğal beslenmeye ilgi arttığından sumak gibi doğal yetişen bitkilerin tüketiminin özendirilmesi gerekmektedir. Birçok açıdan insan sağlığına faydası olan bu bitki baharat dışında farklı ürünlere işlenerek tüketimi de sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, M.S., Galal, A.M., Ross, S.A., Ferreira, D., Elsohly, M.A., Ibrahim, A.S., Mossa, J.S., El-Feraly, F.S., 2001.** A weakly antimalarial biflavanone from *Rhus retinorrhoea*. *Phytochemistry*, 58:599–602.
- Al-Muhtaseb, A.H., McMinn, W.A.M., Magee, T.R.A., 2004.** Water sorption isotherms of starch powders Part 1: Mathematical description of experimental data. *Journal of Food Engineering*, 61:297-307.
- Al-Shabibi, M.M.A., Siddiqi, A.M., Kassim, S., Haddad, B.A., 1982.** Studies on the sumach of Iraq. I. Proximate analysis and characterization of seed coat lipids. *Canadian Institute of Food Science Technology Journal*, 15:65-67.
- Anonim, 2000.** Türk Gıda Kodeksi, Baharat Tebliği (Tebliğ No: 2000/16). *Resmî Gazete* 31 Temmuz 2000, Sayı:24126, 177-186.
- Antmen, Ş.E., 2005.** Beta talasemide oksidatif stres. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Altıok, D., Altıok, E., Bayraktar, O., 2006.** Fonksiyonel gıda üretiminde kullanılan bazı baharatların antioksidan kapasiteleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., 2004.** Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:7970-7981.
- Aydın, Ö., 2011.** Tarçın, kimyon ve sumak adlı baharat türlerinden elde edilen su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktlarının invitro antioksidant özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 56-72.
- Aydın, S.A., Üstün, F., 2007.** Tanenler 1, Kimyasal yapıları, Farmakolojik etkileri, Analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 33(1):21-31.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006.** Phenolic compounds in plants and agri industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99:191–203.
- Başıoğlu, F., Cemeroğlu, B., 1984.** Sumak'ın kimyasal bileşimi üzerine araştırma. *Gıda Dergisi*, 84:167-172.
- Baytop, T., 1999.** Türkiye'de bitkiler ile tedavi: Geçmişte ve Bugün, ilaveli 2. Baskı. Nobel Kitapevi, İstanbul.

- Bevilacqua, A.E., Califano, A.N.,** 1989. Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. *Journal Food Science*, 54:1076-1079.
- Bilaloğlu, G.V., Harmandar, M.,** 1999. Flavonoidler. *Aktif Yayınevi, İstanbul*, 334-354.
- Blois, M.S.,** 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature*, 1199-1200.
- Bozan, B., Koşar, M., Tunaher, Z., Öztürk, N., Başer, K.H.C.,** 2002. Antioxidant and free radical scavenging activities of *R. coriaria* and *Cinnamomum cassia* extracts. *Acta Alimentaria*, 32(1):53-56.
- Bozkurt, H.,** 2006. Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Journal Science of Food and Agriculture*, 86:849-856.
- Browicz, K.,** 1982. Distribution of spices from the genus *Rhus* L. in the Eastern Mediterranean Region and in Southwestern Asia. *Arboretum Kornickie Poland*, 26:3-11.
- Brunke, E.-J., Hammerschmidt, F.-J., Schmaus, G., Akgül, A.,** 1993. The essential oil of *Rhus coriaria* L. fruits. *Flavour ad Fragrance Journal*, 8:209-214.
- Bursal, E., Köksal, E.,** 2011. Evaluation of reducing power and radical scavenging activities of water and ethanol extracts from sumac. *Food Research International*, 44:2217-2221.
- Candan, F., Sökmen, A.,** 2004. Effect of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) on lipid peroxidation and free radical scavenging activity. *Phytotherapy Research*, 18:84-86.
- Cemeroğlu, B.,** 2004. Meyve ve sebze işleme teknolojisi, 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35, Ankara, 77-88.
- Coşkun, F.,** 2006. Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2:27-33.
- Cowan, M.M.,** 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12:564-582.
- Çalışkan, G.,** 2011. Sumak ekstraktı tozu eldesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-16.
- Çöllü, Z.,** 2007. *Urtica pilulifera* L. bitkisinin antioksidant aktivitesinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 6-8.
- Dinis T.C.P., Madeira V.M.C., Almeida L.M.,** 1994. Action of phenolic derivatives (acetoaminophen. salicylate. and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid

peroxidation and peroxy radicals scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 315:161-169.

Doğan, M., Akgül, A., 2005. Characteristics and fatty acid compositions of *Rhus coriaria* cultivars from southeast Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 41:724-725.

Dolaz, M., Gölcü, A., Dağcı, E.K., Serin. S., 2002. Antimicrobial activities of Silician sumach (*Rhus coriaria*). *Proceedings of ICNP*, Trabzon, Türkiye, 79-82.

Erciyes, A.T., Karaosmanoğlu, F., Civelekoğlu, H., 1989. Fruit oils of four plant species of Turkish origin. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, 66:1459-1464.

Ertürk, Ö., 2006. Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Biologia*, 61(3):275-278.

Gali, H.U., Perchellet, E.M., Gao, X.M., Bottari, V., Perchellet, J.P., 1993. Antitumor promoting effects of gallotannis extracted from various sources in mouse skin *in vivo*. *Anticancer Research*, 13:915-922.

Giancarlo, S., Rosa, L.M., Nadjafi, F., Francesco, M., 2010. Hypoglycaemic activity of two spices extracts: *Rhus Coriaria* L. and *Bunium persicum* Boiss. *Natural Product Research*, 20:882-886.

Hall C., 2001. Source of natural antioxidants: oilseeds, nuts, cereals, legumes, animal products and microbial sources. *Antioxidants in Food, Practical Applications*, Jan Pokorny, Nedyalka Yanislhlieva and Michael Gordon (eds), pp. 169-219, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge.

Hışıl, Y., 2010. Enstrümental gıda analizleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No:30,31,41:198-242.

İşbilir, Ş.S., 2008. Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Edirne, 54-90.

Kafkas, E., Bozdoğan, A., Burgu, A., Türemiş, N., Kargı, S.P., Cabaroğlu, T., 2006. Bazı üzüksü meyvelerde toplam fenol ve antosiyanin içerikleri. *II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Tokat, 309-312.

Kanai, S., Okano, H.S.O., 1998. Mechanism of the protective effects of sumac gall extract and gallic acid on the progression of CC14-induced acute liver injury in rats. *The American Journal of Chinese Medicine*, 26:333-341.

Karaaslan, N.M., Yaman, M., 2016. Determination of anthocyanins in cherry and cranberry by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. *European Food Research and Technology*, 242(1):127-135.

- Kitts, D.D., Lim, K.T.,** 2001. Antitumorigenic and cytotoxic properties of an ethanol extract derived from *Rhus verniciflua* Stokes (RVS). *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 64:357–371.
- Koca N., Karadeniz F.,** 2005. Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *The Journal of Food*, 30(4):229-236.
- Kosar, M., Bozan, B., Temelli, F., Baser, K.H.C.,** 2007. Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. *Food Chemistry*, 103:952-959.
- Kossah, R., Nsabimana, C., Zhang, H., Chen, W., Zhao, J., Chen, H., Tian, F.,** 2009. Comparative study on the chemical composition of Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(10): 1570-1574.
- Kossah, R., Nsabimana, C., Zhang, H., Chen, W.,** 2010. Optimization of polyphenols from Syrian sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese sumac (*Rhus typhina* L.) fruits. *Research journal of Phytochemistry*, 4(3):146-153.
- Koyuncu, M., Köroğlu, A.,** 1991. *Rhus coriaria* L. yaprak ve meyvelerinin anatomik incelenmesi. *Doğa Türk Eczanesi Dergisi*, 1:89-96.
- Köroğlu, A.,** 1989. *Rhus coriaria* L. (sumak) bitkisi yaprak ve meyveleri üzerinde farmakognozik çalışmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 70s.
- Kuo, S.C., Teng, C.M., Lee, L.G., Chiu, T.H., Wu, T.S., Huang, S.C., Wu, J.B., Shieh, T.Y., Chang, R.J., Chou, T.C.,** 1991. 6-Pentadecylsalicylic acid; An antithrombin component isolated from the stem of *Rhus semialata varroxburghii*. *Planta Medica*, 57:247–249.
- Kurucu, S., Koyuncu, M., Güvenç (Köroğlu), A., Başer, K.H.C., Özek, T.,** 1993. The essential oils of *Rhus coriaria* L. (sumac). *Journal of Essential Oil Research*, 5:481-486.
- Lee, S.H., Nan, J.X., Zhao, Y.Z., Woo, S.W., Park, E.J., Kang, T.H., Seo, G.S., Kim, Y.C., Sohn, D.H.,** 2003. The chalcone butein from *Rhus verniciflua* shows antifibrogenic activity. *Planta Medica*, 69:990–994.
- Lin, Y.M., Flavin, M.T., Schure, R., Chen, F.C., Sidwell, R., Barnard, D.L., Huffman, J.H., Kern, E.R.,** 1999. Antiviral activities of bioflavonoids. *Planta Medica*, 65:120–125.
- MacDougall, D.B.,** 2002. Colour in improving quality. *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, England, 179-221.

- Mavlyanov, S.M., Islambekov, Sh. Yu., Karimdzhano, A.K., Ismailov, A.I.,** 1997. Anthocyanins and organic acids of the fruits of some species of sumac. *Chemistry of Natural Compounds*, 33:209-209.
- Nawar WW.,** 1985. In food chemistry, OR Fennema (ed), pp. 139-244, Marcel Dekker Inc., New York.
- Oral, N., Gülmez, M., Vatansever, L., Güven, A.,** 2007. Antibacterial activity of sumac extract, thyme water and lactic acid against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 4b, *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica* O3. *Medycyna Weterynaryjna*, 63:938-940.
- Oshima, R., Kumanotani, J.,** 1984. Structural studies of plant gum from sap of the lac tree, *Rhus vernicifera*. *Carbohydrate Research*, 127:43-57.
- Oyaizu, M.,** 1988. Antioxidative activities of browning products of glucosamine fractionated by organic solvent and thin-layer chromatography. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 35:771-775.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H.,** 2004. A condiment (sumac fruits): some physico-chemical properties. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(3-4):74-84.
- Özkanlı, O., Tekin, A.R.,** 2008. Rheological behaviors of sumac concentrate. *International Journal of Food Properties*, 11:213-222.
- Pehlivan, M., Güleriyüz, M.,** 2004. Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi. *Bahçe*, 33(1-2):51-57.
- Podsedak A.,** 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *Food Science and Technology*, 40:1-11.
- Popova, A.T., Mihaylova, D.S., Alexieva, I.N.,** 2014. Comparative study on the antioxidant activity of selected culinary plants growing in Bulgaria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(11):436-444.
- Rayne, S., Mazza, G.,** 2007. Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): A review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62:165-175.
- Romeo, F.V., Ballistreri, G., Fabroni, S., Pangallo, S., Nicosia, M.G.L.D., Schena, L., Rapisarda, P.,** 2015. Chemical characterization of different sumac and pomegranate extracts effective against *Botrytis cinerea* rots. *Molecules*, 20:11941-11958.
- Sakar, K.M., Tanker, M.,** 1991. Fitokimyasal analizler. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No:67.
- Saldamlı, İ.,** 2007. Gıda kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 463-492.

- Shahidi, F., Naczki, M.,** 1995. Food phenolics. Technomic Publishing Company Book, Lanchester, USA, 199-225.
- Shehadeh, M.B., Kolodziej, H., Khalid, S.A.,** 2001. Inhibition of collagen-induced platelet aggregation of human blood *in vitro* by certain Jordanian medicinal plants. *British Pharmaceutical Conference*, 169.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A.,** 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158.
- URL-1,** 2017. <http://www.bitkicenter.com/sumak-baharatinin-faydalari>. 3 Mart 2017.
- URL-2,** 2017. http://yunus.hacettepe.edu.tr/kdirik/JEO153_2_mineraller.pdf. 21 Mart 2017.
- URL-3,** 2018. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dersim_districts.png. 26 Ocak 2018.
- USDA,** 2007. Germplasm resources information network. Beltsville, MD, USA: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. <http://www.ars-grin.gov/npgs/aboutgrin.html>.
- Ünver, A.,** 2006. Sumak (*Rhus coriaria* L.) meyvelerinden oleorezin üretimi üzerine araştırma. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 18-81.
- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E., Vasiliadou, S.,** 1997. Effectiveness of natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205: 93-96.
- Verzele, M., Delahaye, P., Van Damme, F.,** 1985. Determination of the tanning capacity of tannic acids by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 362:363-372.
- Yalçın, A.,** 2000. Sumak. Baharat Dünyası. Geçit Kitabevi 1. Baskı, İstanbul, 221-222.
- Yavaşer, R.,** 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Aydın, 10-26.
- Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S.,** 1997. Enstrümantal analiz yöntemleri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-64:33-417.
- Yiğit, A.,** 2007. Sumak'ın antimikrobiyal özelliği üzerine bir araştırma. *Doktora Tezi*, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tunceli’de tamamladı. 2013 yılında Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2015 yılında Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

