

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**SUMAK BİTKİSİ FENOLİK MADDE İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTE ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Leyla TORUN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Haziran, 2019

**T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**SUMAK BİTKİSİ FENOLİK MADDE İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTE ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Leyla TORUN

(Y1613.040008)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hatice ZENGİN

Haziran, 2019

ONAY FORMU



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1613.040008 numaralı öğrencisi **Leyla TORUN** 'un "SUMAK BİTKİSİ FENOLİK MADDE İÇERİĞİ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTE ÖZELLİKLERİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 12.06.2019 tarih ve 2019/12 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **kabul** ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi : 26/06/2019

1) Tez Danışmanı: Dr. Öğr Üyesi Hatice ZENGİN

2) Jüri Üyesi : Prof. Dr. Candan VARLIK

3) Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Banu METİN

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.

YEMİN METNİ

“Sumak Bitkisi Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Aktivite Özellikleri” adlı Yüksek Lisans tez çalışmamın, proje aşamasından sonuç bölümüne kadarki zaman sürecinde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmadan yazıldığını ve Bibliyografya ‘da gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (/ / 2019)

Leyla TORUN

Her zaman yanımda olan çok sevdiğim aileme;

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca bana sabır gösterip bilgi ve deneyimleriyle yol gösterip her zaman sorularıma yanıt veren, benden desteğini esirgemeyen tez danışman hocam İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim üyesi Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hatice ZENGİN'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda bana gösterdikleri hoşgörüden dolayı İstanbul Aydın Üniversitesi Teknocenter Gıda Mühendisliği Laboratuvarı çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimi almama olanak sağlayan Darülaceze Başkanı Sayın Yüksek Mimar Hamza Cebeci'ye çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan canım annem Firdevs TORUN'a ve tüm aileme, benden yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Haziran, 2019

Leyla TORUN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT	xix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	1
2.1 Sumak (<i>Rhus coriaria</i>) ve Özellikleri	1
2.1.1 Sumak (<i>Rhus coriaria</i>).....	1
2.1.2 Sumağın yayılışı ve özellikleri.....	2
2.1.3 Sumağın biyolojik aktiviteleri.....	3
2.1.3.1 Sumağın antimikrobiyal aktivitesi	3
2.1.3.2 Sumağın hipoglisemik aktivitesi	5
2.1.3.3 Sumağın antidiyabetik aktivitesi	5
2.1.4 Türkiye’de sumak kullanım şekilleri	6
2.2 Flavonoidler	7
2.3 Fenolik Asitler.....	9
2.4 Antioksidanlar	10
2.4.1 Serbest radikaller.....	10
2.4.2 Serbest radikal çeşitleri	11
2.4.3 Serbest radikal kaynakları	13
2.4.3.1 Ekzojen radikal kaynakları.....	13
2.4.3.2 Endojen radikal kaynakları	13
2.4.4 Serbest radikallerin etkileri	15
2.4.5 Antioksidanlar	16
2.4.6 Antioksidanların sınıflandırılması.....	17
2.4.6.1 Enzimatik antioksidanlar.....	17
2.4.6.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar.....	19
2.5 Sumak Bitkisinin Antioksidan Aktivite Tayini	20
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1 Materyal	25
3.1.1 Sumak örnekleri	25
3.1.2 Kullanılan ekipmanlar	26
3.2 Metod	27
3.2.1 Ekstraktların hazırlanışı	27
3.2.2 Sumak örneklerinde nem tayini	28
3.2.3 Toplam fenolik madde miktarı tayini.....	28
3.2.4 Toplam flavonoid madde miktarı tayini.....	29
3.2.5 Antioksidan aktivite tayini	30

3.2.5.1 DPPH radikali giderme yöntemi	30
3.2.6 Toplam fenolik asit içeriği tayini	31
4. BULGULAR	33
4.1 Toplam Fenolik Madde Analizleri	33
4.2 4.2 Toplam Flavonoid Madde Analizleri	38
4.3 Antioksidan Aktivite Analizleri –DPPH Radikali Giderme Yöntemi.....	43
4.4 HPLC Cihazı ile Çalışma -Toplam Fenolik Asit Miktarı Tayini	48
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	53
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ	67

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Bazı Fenolik Asit Türevlerinin Yapıları.....	9
Çizelge 4.1: Toplam Fenolik Madde Tayini.....	34
Çizelge 4.2: Toplam Fenolik Maddenin Yöreeye göre Karşılaştırılması.....	35
Çizelge 4.3: Toplam Flavonoid Madde Tayini.....	39
Çizelge 4.4: Toplam Flavonoid Miktarının Yöreeye göre Karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.5: Antioksidan Aktivite Tayini.....	43
Çizelge 4.6: İnhibisyon Yüzdesinin Yöreeye göre Karşılaştırılması	44
Çizelge 4.7: Yöre Ekstrakt Dilüsyonlarına Göre İnhibisyon Yüzdeleri	47
Çizelge 4.8: Toplam Fenolik Asit Tayini	48
Çizelge 4.9: Toplam Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreeye göre Karşılaştırılması	50

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Bazı Flavonoid Yapıları	8
Şekil 3.1: Aydın Sumağı.....	25
Şekil 3.2: Gaziantep Sumağı.....	26
Şekil 3.3: Silifke Sumağı	26
Şekil 3.4: Van Sumağı	26
Şekil 4.1: Gallik Asit Standart Eğrisi	33
Şekil 4.2: Yörelere göre Toplam Fenolik Madde Miktarı Karşılaştırma.....	35
Şekil 4.3: Toplam Fenolik Madde Tayini.....	36
Şekil 4.4: Etanol Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini	36
Şekil 4.5: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini	37
Şekil 4.6: Su Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini	37
Şekil 4.7: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini	38
Şekil 4.8: Kateşin Standart Eğrisi.....	38
Şekil 4.9: Toplam Flavonoid Madde Tayini.....	39
Şekil 4.10: Toplam Flavonoid Madde Miktarının Yöreye göre Karşılaştırılması.....	41
Şekil 4.11: Etanol Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini	41
Şekil 4.12: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini	42
Şekil 4.13: Su Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini	42
Şekil 4.14: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini	43
Şekil 4.15: Antioksidan Aktivite Tayini.....	44
Şekil 4.16: İnhibisyon Yüzdesinin Yöreye göre Karşılaştırılması	45
Şekil 4.17: Etanol Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi	45
Şekil 4.18: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi	46
Şekil 4.19: Su Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi	46
Şekil 4.20: Su + Ultrasonik Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi	47
Şekil 4.21: Yöre Ekstrakt Dilüsyonlarına Göre İnhibisyon Yüzdeleri	48
Şekil 4.22: Toplam Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreye göre Karşılaştırılması	49
Şekil 4.23: Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreye göre Karşılaştırılması.....	50
Şekil 4.24: Etanol Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı	51
Şekil 4.25: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı.....	51
Şekil 4.26: Su Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı	52
Şekil 4.27: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı	52

SUMAK BİTKİSİ FENOLİK MADDE İÇERİĞİ VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTE ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı bilinmektedir. Sumak (*Rhus coriaria L.*) Anacardiaceae familyasından *Rhus* cinsi, 150 civarında türüyle dünyanın değişik bölgelerinde yetişmekte olup Türkiye 'de *R. coriaria* türü yaygındır. Baharat olarak sumak, tebliğde, '*Rhus coriaria L.* türüne giren bitkilerin meyvelerinin tekniğine uygun kurutulduktan sonra belirli oranda sofrata tuzu katılarak öğütülmüş hali olarak tanımlanır. Bu çalışmanın amacı, sumak bitkisinin farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen ekstraktların fenolik içeriği ve antioksidan etkilerini belirlemek ve birbirleriyle karşılaştırmaktır. Bu amaçla, Aydın, Gaziantep, Silifke ve Van olmak üzere dört farklı yöre sumağı incelenmiştir. Bu çalışmada farklı çözücüler (su ve etanol) ile kaynatma ve ultrasonikasyon teknikleri karşılaştırılmıştır.

Bu ekstraktların, toplam fenolik madde içeriği, toplam flavonoid madde içeriği, antioksidan aktivite tayini ve fenolik asit içeriği belirlenmiştir. Folin-ciocalteu yöntemi ile yapılan toplam fenolik madde içeriği tayininde, en yüksek içerik Silifke sumağı etanol ekstraktında çıkmıştır. Bu değer $23,94 \pm 1,48$ mg GAE / g sumak çıkmıştır. En düşük toplam fenolik içerik, Van sumağının su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında bulunmuştur. Bu değer $2,93 \pm 0,17$ mg GAE / g sumak çıkmıştır.

Toplam flavonoid içeriği, Silifke sumağı su ekstraktında en yüksek çıkmıştır. Bu değer, $5,58 \pm 0,18$ mg kateşin eşdeğeri / g sumak çıkmıştır. Aydın yöresi, su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında flavonoid madde tayin edilememiştir.

DPPH yönteminin sonuçlarına göre Aydın bölgesinde sumak ekstraktlarının % inhibisyon değeri, konsantrasyonun azalmasıyla (1'den 1/16 seyreltme arasında) düşmüştür. Tüm ekstraktların en düşük % inhibisyonu 1/16 dilüsyonda çıkmıştır. Aydın yöresi sumağının en düşük % inhibisyonu, su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktı 1/16 dilüsyonunda ($35 \pm 0,33$) çıkmıştır. Gaziantep yöresi sumak ekstraktlarının % inhibisyonu, azalan konsantrasyonla (1'den 1/16'ya seyreltme) azalmıştır. En yüksek % inhibisyon ekstraktlar için 1 dilüsyonda çıkmıştır. DPPH yönteminin sonuçları Silifke bölgesinin sumak ekstraktlarının % inhibisyonunun, azalan konsantrasyonla (1'den 1/16 seyreltme arasında) değişmediğini göstermiştir. % İnhibisyon % 78-% 80 arasında çıkmıştır. DPPH yönteminin sonuçları, Van bölgesi sumak ekstraktlarının % inhibisyonunun, azalan konsantrasyonla (1'den 1/16 seyreltme arasında) azaldığını göstermiştir. Van yöresinde su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında en düşük % inhibisyon değeri, 1/16 dilüsyonda ($16 \pm 0,84$) çıkmıştır. HPLC cihazı ile yapılan fenolik asit çeşit ve miktarı tayininde, tüm ekstraktlarda tespit edilen baskın fenolik asitler, gallik asit ve klorojenik asittir. Aydın yöresinde, en yüksek toplam fenolik asit içeriği miktarı etanol ekstraktında (1.10 mM) iken, en düşük miktar ise su ile

ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında çıkmıştır (0.53 mM). Gaziantep yöresinde en yüksek toplam fenolik asit içeriği miktarı, su ekstraktında (0,52 mM) ,en düşük toplam fenolik asit içeriği etanol ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında (0,33 mM) bulunmuştur. Silifke yöresinde en yüksek toplam fenolik asit ,su ekstraktında (3.09 mM) ve en düşük toplam fenolik asit içeriği su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında çıkmıştır (1.73 mM). Van yöresindeki en yüksek toplam fenolik asit içeriği etanol ekstraktında (0, 53Mm) iken en düşük toplam fenolik asit içeriği, su ile ultrasonikasyon kombinasyonu ekstraktında (0,15 mM) çıkmıştır.

Sonuç olarak sumak bitkisinin antioksidan açısından iyi bir koruma sağladığı, etkin bir serbest süpürücü etkide olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Silifke yöresine ait sumağın, diğer yörelere (Aydın, Gaziantep, Van) göre daha fazla fenolik madde içeriğine, flavonoid madde içeriğine, fenolik asit içeriğine sahip olduğu ve daha yüksek antioksidan aktivite özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sumak, Rhus Coriaria, Fenolik, Antioksidan*

PHENOLIC CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY PROPERTIES OF SUMAC PLANT

ABSTRACT

The plants are the main source of natural antioxidant compounds. It is known that the antioxidant effect is caused by phenolic compounds, in particular the flavonoids. *Sumac (Rhus L. coriaria) Rhus* of *Anacardiaceae* family type, are grown in different regions of the world with about 150 species which the *coriaria* type is common in Turkey. *Sumac* as spices is defined as the state of *Rhus coriaria L.* grains by adding a certain amount of table salt after drying the fruits of the plants in the genus *Rhus coriaria*. The aim of this study is to determine the phenolic content and antioxidant effects of the extracts obtained by different extraction methods of sumac plant and compare them with each other. For this purpose, four different sumac from different regions, Aydın, Gaziantep, Silifke and Gaziantep were studied. In this study different solvents (water and ethanol) and the boiling and ultrasonication techniques was compared.

The total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant activity and phenolic acids of extracts were determined. Determination of total phenolic content by Folin-ciocalteu method, the ethanol extract of Silifke sumac was the highest. This value was $23,94 \pm 1,48$ mg GAE/g sumac. The lowest total phenolic content was found in combination of ultrasonication with water extract of the Van sumac. This value was $2,93 \pm 0,17$ mg GAE/g sumac.

The total flavonoid content, the water extract of Silifke sumac was the highest. This value was $5,58 \pm 0,18$ mg catechine equivalent/g sumac. Flavonoids could not be detected in combination of ultrasonication with water extract in Aydın region.

As the results of DPPH method showed that the % inhibition of sumac extracts of Aydın region decreased with the decreasing concentration (between 1 to 1/16). The lowest % inhibition of all extracts was 1/16 dilution. The lowest % inhibition of the sumac extracts of Aydın region was 1/16 dilution ($35 \pm 0,33$) in combination with ultrasonication of water extract. % inhibition of sumac extracts of Gaziantep region decreased with the decreasing concentration (between 1 to 1/16). The highest % inhibition was 1 dilution for the extracts. DPPH method showed that % inhibition of sumac extracts of Silifke region did not change with the decreasing concentration (between 1 to 1/16 dilution). The % inhibition was between %78 - %80. The results of DPPH method showed that the % inhibition of the sumac extracts of Van region decreased with the decreasing concentration (between 1 to 1/16). In Van region, the lowest % inhibition was 1/16 dilution ($16 \pm 0,84$) in combination of ultrasonication with water extract.

The predominant phenolic acids detected in all extracts are gallic acid and chlorogenic acid in the determination of the phenolic acid variety and amount made by HPLC. In Aydın region, the highest total phenolic acid content is in ethanol extract (1.10 mM), while is in combination of ultrasonication with water extract is the lowest (0.53 mM). In Gaziantep region, the highest total phenolic acid content is

in the water extract (0.52 mM), the lowest is in combination of ultrasonication with ethanol extract (0.33 mM). In Silifke region, the highest total phenolic acid content is in the water extract (3,09 mM), the lowest is in combination of ultrasonication with water extract (1.73 mM). In Van region the highest total phenolic acid content is in ethanol extract (0,53 mM), while in combination of ultrasonication with water extract as lowest (0.15mM).

Result was found that sumac plant has good antioxidant protection, effective free scavenging effect. In addition, it was found that sumac of Silifle region has more phenolic content, flavonoid content, phenolic acid content and has higher antioxidant activity properties than other regions (Aydın, Gaziantep, Van).

Keywords: *Sumac, Rhus Coriaria, Phenolic, Antioxidant*

1. GİRİŞ

Antioksidanlar, orbitallerinde eşleşmemiş elektron bulunduran bir kimyasal ürün olarak tanımlanan serbest radikallerle reaksiyona girip onları etkisiz hale getirerek birçok hastalığa zemin hazırlayabilecek reaksiyonları önleyebilecek, yok edebilecek ve etkilerini azaltabilecek moleküllerdir. Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı bilinmektedir. Bu bilgiler ışığında bu araştırma, sumak bitkisinin fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite özelliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda bu araştırma dört bölümden oluşmuştur. Araştırmanın genel bilgilerden ve literatür taramasından oluşan bölümünde sumak (*Rhus coriaria*) bitkisi, yayılışı ve özellikleri üzerinde durulmuş, sumağın antimikrobiyal, hipoglisemik ve antidiyabetik aktiviteleri ortaya konulmuştur. Bununla birlikte antioksidanların anlaşılması adına serbest radikaller, çeşitleri, kaynakları ve etkileri incelenmiş, antioksidanların bu doğrultudaki önemi ve etki tipleri değerlendirilmiştir. Genel bilgileri içeren bu bölümde fenolik bileşenler ve sumak bitkisinin antioksidan aktivite tayini açıklanmıştır. Araştırmanın üçüncü bölümünde çalışmanın yöntemi ve ilişkili ayrıntıları ortaya konulmuş ve dördüncü bölümde elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile 4 farklı yöre(Aydın, Gaziatep, Silifke ve Van) sumağından, her yöre için su ve etanol çözücülerin, kaynatma ve ultrasonikasyon yöntemleriyle kombinasyonu ile elde edilen dört farklı ekstrakt örnekleri fenolik madde içeriği, flavonoid madde içeriği, antioksidan aktivite kapasitesi yönünden, içerdikleri fenolik asit çeşit ve miktar bakımından tespiti ve karşılaştırması yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Sumak (*Rhus coriaria*) ve Özellikleri

2.1.1 Sumak (*Rhus coriaria*)

Rhus cinsine ait bir tür olan sumak, 250'nin üzerinde cinsi bulunan Anacardiaceae familyasından olan bir bitkidir. Yemeklere limonsu bir tat vermesi için kullanılan bir baharattır. Sumak Uzak Doğu'da geleneksel bitkisel tedavide kullanılmaktadır. Ülkemizde ise daha çok Akdeniz bölgesinde kullanılan bir baharattır. Sumağın antifibrinojenik, antiapoptotik, antiinflamatuvar, antioksidan, lökopenik, sitotoksik, hipoglisemik birçok biyolojik aktivitesi in vitro deneylerde ekstreleri kullanılarak ispatlanmıştır (Rayne ve Mazza, 2007; Giancarlo vd., 2006).

Sumak baharatının yaprakları tanence zengin olup fazla miktarda flavon, antosiyanin ve organik asit içermektedir. Meyvelerinde uçucu ve sabit yağlar fazla miktarda olduğundan yapılan çalışmalar genellikle yaprağındaki tanen ve flavonoid içeriği üzerinedir (Brunke vd., 1993).

Sumak baharatının içerdiği fitokimyasal bileşiklerin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri vardır. Fizyolojik özellikleri dikkate alındığında günümüzde çok sık kullanılan fonksiyonel gıdalar kavramı içinde değerlendirmek doğru olur. Fonksiyonel gıdalar ise besinlere sonradan ilave edilmekte olan ve hastalık iyileştirici veya önleyici özelliği bulunan gıdalar şeklinde ifade edilir. Bitkinin yaprak ve meyveleri, içerdikleri çeşitli maddelerden dolayı uzun yıllardır ilaç ham maddesi olarak kullanılmış hatta bazı tıp bilim adamları ishal, hemoroit, ağız yarasında, göz rahatsızlıklarında, el ve ayak çatlaklarının tedavisinde kullanılmak üzere önermişlerdir (Kurucu vd., 1993).

2.1.2 Sumağın yayılışı ve özellikleri

Sumak, *R. coriaria* türünün yaygın ismidir ve *Anacardiaceae* ailesine ait tanımlanmış 91 adet *Rhus* türü vardır (Abu-Reidah vd., 2014). Sumak, çoğunlukla Akdeniz kıyısı ülkelerinde (Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye, İran ve Afganistan gibi) yetişmektedir (Nasar-Abbas ve Halkman, 2004a). Kozmetik ve farmakolojik sektörlerinde, gıda boyama veya koruyucu olarak, veteriner işlemlerinde ve hayvan derileri işleme teknolojisinde artan kullanımı nedeniyle sumak bitkisinin bir ekonomik potansiyeli vardır (Bahar ve Altuğ, 2009). Kışın yapraklarını döken, 2-3 m uzunluğunda çalı formunda ağaççıklardır. Yapraklar 5-10 adet yaprakçıklardan oluşmuştur (Kızıl ve Turk, 2010).

Rhus cinsinin ülkemizde doğal yayılış gösteren Gümüşhane, Çanakkale, İzmir, Kastamonu, Artvin, Kütahya, Ankara, Adana, Denizli, Hakkari, Antalya, ve Gaziantep yörelerinde yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Artvin Kordevan Dağı'nda bu tür 1150 metre yüksekliğe kadar yayılış göstermektedir (Davis, 1967).

Sumak yaprağı, pamuklu ve yünlü dokumaların da siyaha boyanmasında etkili biçimde kullanılmaktadır. Sumak salatalarda, özellikle kokuyu azalttığı için taze kesilmiş soğanla beraber meze olarak kullanılan popüler bir bitkidir. Meyveleri kaba toz haline getirildikten sonra gıda sanayiinde baharat olarak kullanılmaktadır. Antiseptik özelliğiyle ağız gargarası olarak da kullanabilmektedir. Tedavi edici olarak özellikleri ise, damarları büzerek kan durdurucu, ishal kesici, antiseptik, ateş düşürücü, diş eti ve boğaz iltihaplarında iltihabı dağıtıcı olarak kullanılmaktadır (Rowe ve Blazich, 2003).

Rhus türleri geniş bir kök sistemi oluşturduklarından erozyon kontrolü çalışmaları bakımından önem ihtiva etmektedir. Tür yol kenarlarında dolgu şevlerinde, erozyon sebebiyle aşınmış derin olmayan toprakların ağaçlandırılmasında, maden topraklarının iyileştirilmesinde ve diğer koruma niteliğindeki ağaçlandırmalarında değerlendirilebilirler (Brinkman, 1974; Humphrey, 1983; Rowe ve Blazich, 2003; Gezer ve Yücedağ, 2006).

2.1.3 Sumağın biyolojik aktiviteleri

2.1.3.1 Sumağın antimikrobiyal aktivitesi

Endüstride gıdaların, raf ömrünün uzatılması ve risk oluşturan mikroorganizma gelişiminin engellenmesi amacıyla genellikle koruyucu maddeler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde tüketicilerin doğal ürünlere ilgisinin artmasıyla birlikte, katkısız veya düşük oranda kimyasal koruyucu içeren ürünlerin kullanımı giderek önem kazanmaya başlamıştır. Doğal antimikrobiyallerin kullanımı gıdaların muhafazasında önemi gittikçe artan bir yöntemdir. Yapılan araştırmalar, baharat ve esansiyel yağlar ile tıbbi bitkilerin antimikrobiyal bileşikler içerdiğini ve mikroorganizmaların neden olduğu sağlık riskleri ile ekonomik kayıpları azaltmada kullanılabileceğini göstermektedir (Dorman ve Deans, 2000; Burt ve Reinders, 2003).

Bitkilerden elde edilen temel antimikrobiyal bileşik gruplarının; fenoller ve polifenoller (basit fenoller ve fenolik asitler, kinonlar, flavonlar, flavonoidler ve flavonoller, tanenler, kumarinler), terpenoidler ve uçucu yağlar, alkaloidler, lektinler ve polipeptitler, diğer fitokimyasallar olduğu ifade edilmektedir (Cowan, 1999).

Baharatların antimikrobiyal aktiviteleri; mikroorganizma türü, baharat türü ve bileşimi, baharatların uçucu yağ konsantrasyonu ve fonksiyonel yapısına bağlı olarak değişmektedir. Tuz, pH ve çeşitli kimyasal koruyucuların varlığı baharatların antimikrobiyal etkisinde büyük öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Yiğit, 2007).

Sumak meyveleri üzerinde yapılan kimyasal çalışmalarda meyvelerin flavon, tanen ve antosiyanin gibi polifenolik bileşikler içerdikleri gözlenmiştir (Mavlyanov vd., 1997; Koşar vd., 2007; Giancarlo vd., 2006). Araştırmacılar, bu bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteden sorumlu olabileceğini açıklamışlardır (Oral vd., 2007; Rayne ve Mazza, 2007; Yiğit, 2007).

Sumakların sulu ekstraktının salatalarda ve yemeklerde kullanıldığı düşünüldüğünde, özellikle su ekstraktının patojen bakteriler üzerindeki antibakteriyel aktivitesi Nasar- Abbas ve Halkman (2004) tarafından incelenmiştir. Sumağın % 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0'lık ekstraktları nötralize edilmiş ve edilmemiş olarak 12 bakteri (6 Gram negatif, 6 Gram pozitif)

üzerinde denenmiş ve ekstraktların tüm test mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu gözlenmiştir. Gram- pozitif bakterilerin Gram- Negatiflere oranla daha hassas olduğu belirtilmiştir. Gram-pozitif bakterilerden *Bacillus* türlerinin (*B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis* ve *B. thuringiensis*) en duyarlı türler olduğu, bunu *S. aureus*'un takip ettiği, *L. monocytogenes*'in ise en dirençli bakteri olduğu gözlenmiştir. Gram-negatif bakteriler içinden *Salmonella enteritidis*'in en dirençli tür olduğu, bunu *E. coli* tip I, *E. coli O157:H7*, *Proteus vulgaris* ve *Hafnia alvei*'nin takip ettiği, en duyarlı bakterinin ise *Citrobacter freundii* olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacıların bir başka çalışmasında, sumak meyvelerinin alkol ekstraktları (% 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0) aynı Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteriler (12 adet) üzerinde denenmiştir. Alkol ekstraktının test edilen tüm bakterilere karşı etkili olduğu, Gram-pozitiflerin, Gram-negatiflere oranla daha duyarlı olduğu belirlenmiştir. Su ekstraktı sonuçları ile kıyaslandığında, alkol ekstraktının da aynı türler üzerinde benzer duyarlılık gösterdiği (en duyarlı ve en dirençli türlerin aynı olduğu ifade edilmiştir), sadece minimum inhibisyon konsantrasyonlarında farklılık gözlemlendiği belirtilmiştir (Nasar-Abbas ve Halkman 2004).

Ülkemiz için önem taşıyan 7 bitkiye ait etil alkol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, Ertürk (2006) tarafından araştırılmıştır. Antibakteriyal etkinin belirlenmesinde agardilüsyon metodunun uygulanmış ve etkileri incelenmiştir. Antifungal aktivite ise, disk difüzyon ve agar difüzyon yöntemi ile *A.niger* ve *C. albicans* üzerinde denenmiş ve bakteriler arasından *S. aureus*'un en düşük minimum inhibitör konsantrasyon (MIK) değerine sahip olduğu (12.5 mg/mL), diğer bakterilerin ise 15 mg/mL konsantrasyonda MIK değerine ulaştığı belirlenmiştir. *A.niger* ve *C. Albicans* inhibisyon zonlarının sırasıyla 15 ve 16 mm olarak kaydedildiği, diğer taraftan MIK düzeyinin ise eşit olduğu (15 mg/mL) gözlenmiştir (Yiğit, 2007).

Araştırmalar sonucunda, sumağın antimikrobiyal etkisinin açığa çıkarılmasında; kullanılan çözücü (su, etanol ve metanol), ekstraksiyon metodu ve süresinin son derece önemli olduğu (Yiğit, 2007), sumak ekstraktlarının antibakteriyal etkisinin güçlü olduğu (Yiğit, 2007), antibakteriyal etkinin sumak konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı (Nasar-Abbas ve Halkman, 2004b), Gram Pozitif bakterilerin, Gram Negatif bakterilere göre daha hassas olduğu, (Nasar-

Abbas ve Halkman, 2004a), sumak ekstraktlarının küf gelişimini engellemedeki etkisinin zayıf olduğu belirtilmiştir (Yiğit, 2007).

2.1.3.2 Sumağın hipoglisemik aktivitesi

Flavonoid, alkaloid, glikosidaz, saponin, glikolipit, diyet lifi, polisakkaritler, peptidoglikan, karbonhidrat ve aminoasit içeren fitomoleküller potansiyel hipoglisemik ajan olarak nitelendirilmektedir (Mukherjee vd., 2006; Ayaz vd., 1997).

Sumak (*Rhus coriaria L.*) ve siyah kimyonun (*Bunium persicum Boiss*) hipoglisemik etkisinin incelendiği bir çalışmada; sumak ve siyah kimyonun metanol, etil asetat ve n-hegzançözgenleri kullanılarak farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 100, 150 ve 250 µg / mL) ekstraktları hazırlanmış ve nişastanın basit şekerlere indirgenmesinden sorumlu olan ana enzim α -amilazın inhibisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Çözgenler içinde sumak için etil asetat ekstraktı (%87–93.3), siyah kimyon için ise n- hegzanekstraktı (%35.9–72.3) en yüksek inhibisyon etkiyi sağlamıştır, Yapılan çalışma sonucunda sumağın siyah kimyona göre daha yüksek hipoglisemik aktivite gösterdiği gözlenmiştir (Giancarlo vd., 2010).

2.1.3.3 Sumağın antidiyabetik aktivitesi

Diyabetik erkek fareler üzerinde, etanolik sumak (*R. coriaria*) ekstraktının antidiyabetik etkisinin incelendiği bir çalışmada ekstraktın tokluk kan şekerini 5 saat içinde %24 oranında azalttığı gözlenmiştir. 21 günlük yapılan denemeler sonucunda ise kontrol grubuyla karşılaştırıldığında tokluk kan şekerinin önemli bir oranda azaldığı belirtilmiştir. Sumak ekstraktı HDL değerini yükseltirken (%34 oranında), LDL değerini ise %32 oranında azaltmıştır. Ayrıca süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitesini sırasıyla %46 ve %77 oranında yükselterek önemli bir antioksidan etki gösterdiği ancak glutanin peroksit aktivitesi üzerinde herhangi bir etki göstermediği gözlenmiştir. Ekstraktın maltoz ve sukkoz aktivitesini sırasıyla %44 ve %25 oranında inhibe ettiği belirtilmiştir (Mohammadi vd., 2010; Gür, 2010).

2.1.4 Türkiye’de sumak kullanım şekilleri

Baharat: Türk Standartları Enstitüsüne (TSE) göre Sumak (Somak); “Antepfıstığıgiller (*Anacardiaceae*) familyasının *Rhus coriaria L.* türüne giren bitkilerin meyvelerinin kurutulduktan sonra, belli oranlarda yemeklik tuz katılarak öğütülmüş hali” olarak tanımlanmaktadır (TSE-3880, 2002). TSE-3880 (2002) de sumak baharatında yabancı madde en çok %1; nem en çok %13; kuru maddede toplam kül en çok %12, hidroklorik asitte çözünmeyen külün en çok %1 ve yemeklik tuz miktarının en çok %6 olarak bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Sumak meyvelerinden oleorezin eldesi: Oleorezinin kelime anlamı yağ ve reçinedir; reçine uçucu yağlar dışında kalan bileşikleri ifade etmektedir. Öğütülmüş baharatlardan çözücü ekstraksiyonu ile elde edilmektedir. Kullanılan çözücüye göre ekstrakta aroma bileşenleri, mumsu maddeler, gamlar, reçineler, yağlar ve diğer bileşenler geçmektedir. Ekstrakt elde edildikten sonra çözücü uzaklaştırılmakta ve oleorezin elde edilmektedir. Elde edilen oleorezinler daha çok konserve ve işlenmiş gıdalarda kullanılmaktadır. Oleorezinlerin lezzetleri kullanılan hammadde kalitesine ve çözücüye bağlıdır. Oleorezinlerin toz baharatlara göre pek çok avantajı bulunsa da; ışığa, oksijene ve ısıya karşı duyarlı oluşu önemli bir dezavantajdır. Ayrıca oleorezinlerin raf ömrü kısadır. Uzun süre depolamalarda kimyasal ve organoleptik değişiklikler gözlenebilmektedir (Shaikh vd., 2006). Oleorezinleri bu tür yapısal değişimlerden korumak için mikroenkapsülasyon yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Ticari olarak kullanılan bazı oleorezinler arasında karanfil, paprika, zencefil, zerdeçal, karabiber, defne, anason, kimyon, tarçın; kişniş bulunmaktadır. Sumak meyvelerinden oleorezin üretimi üzenine yapılan bir araştırmada; çözücü olarak etanol ve metanol kullanılarak sumak oleorezinleri elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda çözücü miktarı ve ekstraksiyon süresi arttıkça oleorezin veriminin arttığı; ancak 200 ml’nin üzerinde çözücü kullanımı ve 8 saatten fazla ekstraksiyon süresinin verimi arttırmadığı gözlenmiştir. En uygun ekstraksiyonun 10 gram sumak perikarpının 200 ml çözücü ile 8 saat ekstraksiyonu sonucunda elde edileceği belirlenmiştir. Sumak oleorezinlerindeki temel üç bileşenin organik asitler, antosiyaninler ve tanenler olduğu gözlenmiştir. Araştırmacı sumak oleorezini üretiminin daha

önce yapılmadığını belirterek; elde edilen sumak oleorezininin fonksiyonel gıda üretiminde iyi bir hammadde olabileceği ifade etmiştir (Ünver, 2006).

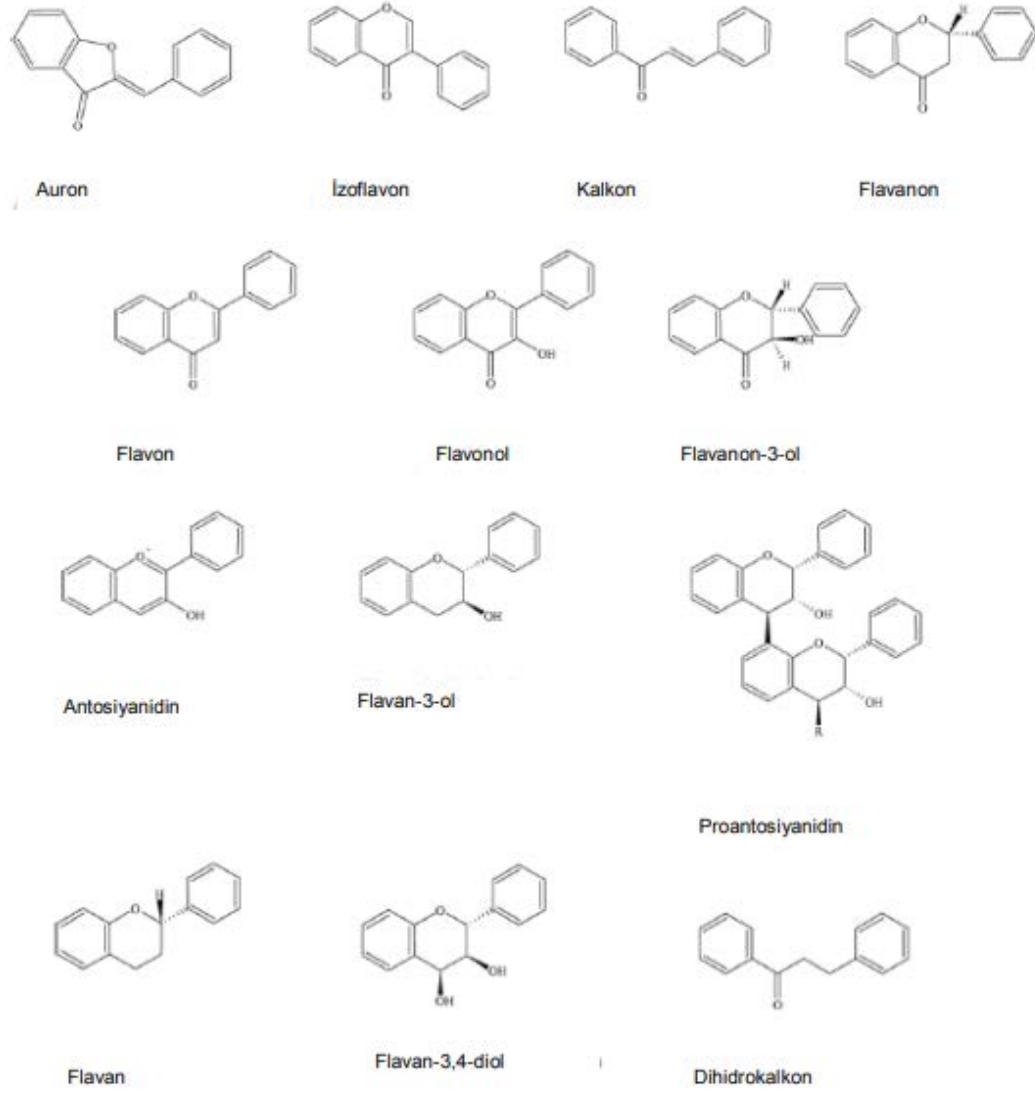
Sumak ekşisi: Genellikle yöresel olarak yemeklerde ve salatalarda kullanılmaktadır. Sumak ekşisi Kahramanmaraş, Gaziantep gibi Doğu illerimizde yaygın olarak kullanılmakta ve Kahramanmaraş'ta yöresel deyimle "ahıt" olarak bilinmektedir. Sumak ekşisi üretimi yöresel olarak değişiklik göstermektedir. Geleneksel Kahramanmaraş sumak ekşisi üretimi; sumakların 3 ya da 4 kez su ile ıslatılarak ve bekletilerek durultulması, üstte kalan berrak kısmın güneşte kurutularak koyulaştırılması işlemlerini içermektedir (Tiryaki, 2010). Sumak ekşisinin reolojik özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada; %50 çözünür katı içeriğine sahip olduğu konsantrasyonlarda küflenmeye karşı çok duyarlı olduğu bu nedenle toplam katı içeriği 60–70 °Brix değerine yükseltilerek mikrobiyal bozulma engellendiği belirtilmiştir. Sumak ekşisinin toplam çözünür katı içeriği yüksek meyve suyu konsantreleri ve püreler gibi Herschel-Bulkley tipi akış davranışı sergilediği belirtilmiştir. Aktivasyon enerjisi çözünür katı içeriğindeki artışa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Viskozite sabiti (K) ve akış davranış indeksinin (n) 50 ve 60 °Brix değerinde sabit kalırken; 70 °Brix' te viskozite sabiti (K) belirgin bir şekilde artarken, akış davranış indeksinin (n) az miktarda azaldığı belirtilmiştir (Özkanlı ve Tekin, 2008).

2.2 Flavonoidler

Son yıllarda bitkilerde yer alan fenolik maddelerin biyolojik aktivitelerine (antioksidan, antimikrobiyel, antiviral, enzim inhibitörü, anti-HIV, antikanserojen vb.) karşı artan bir ilgi vardır. Flavonoidler de fenolik maddelerin bu etkileri oluşturan en önemli grubudur. Günümüzde flavonoidleri içeren preparatlar hastalıkların iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Spranger vd., 2008; Castañeda-Ovando vd., 2009).

Bitki flavonoidlerinin tüketiminin artması ile kalp-damar hastalıkları riski arasında ters bir orantı olduğu bilinmektedir. Çoğu flavonoidin reaktif oksijen türlerine etkili olduğu ve in vitro koşullarda LDL (Lowdensitylipoprotein) oksidasyonunuinhibe ettiği bildirilmiştir. Flavonoidler, serbest radikal yakalayıcı ve metal bağlayıcı olarak etkilerini göstermektedirler. Ayrıca

başlamış olan oksidasyon reaksiyon zincirini de kırabilmektedirler. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda bitki flavonoidlerinin antikanserojen etkilerinin de olduğu rapor edilmiştir. Flavonoidlerin antikanserojen etkisi, gastrointestinal sistemde kanserojen maddelerin absorpsiyonunu azaltma olasılığıyla açıklanmaktadır. (Kandaswami ve Middleton, 1997; Krisch vd., 2008; Neto vd., 2008). Flavonoidlerin Cu^{+2} varlığında prooksidan olarak davranabildikleri de rapor edilmiştir. Flavonoidlerin antioksidan ya da prooksidan aktiviteleri yapısındaki hidroksil gruplarının sayısına bağlanmaktadır. Genellikle hidroksil sayısının artması antioksidan aktivitenin artmasına yol açmaktadır (Caovd., 1997).



Şekil 2.1: Bazı Flavonoid Yapıları

Flavonoidlerin biyolojik etkilerine karşı artan ilgi meyvelerdeki flavonoid kompozisyonunun araştırıldığı pek çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Özellikle üzüksü meyvelerin (çilek, böğürtlen gibi) fenolik maddelerce zengin olduğu ve bu fenoliklerin genel olarak flavonoidler (antosiyeninler başta olmak üzere), fenolik asitler, ligninler ve polimerik taninlerden (proantosiyeninler) oluştuğu rapor edilmektedir (Macz-Pop vd., 2006, Moyer vd., 2002, Nohynek vd., 2006, Singh vd., 2009).

Antosiyeninler, doğal renk maddeleri içinde en büyük grubu oluşturan pek çok meyve, sebze ve çiçeğin kırmızıdan maviye değişen rengini veren, özellikle üzüksü meyvelerin renginden sorumlu flavonoid yapısındaki fenolik maddelerdir. Aglukon formunun (pelargonidin, siyanidin, peonidin, delfinidin, petunidin ve malvidin) farklı şekerlerle oluşturduğu glikozitler nedeniyle doğada çok sayıda türevi bulunmaktadır (Gradinaru vd., 2003).

2.3 Fenolik Asitler

Fenolik asitler hidroksisinnamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki grupta incelenirler. Çizelge 2.1’de bu bileşiklerden bazılarının yapısal formülleri verilmektedir.

Çizelge 2.1: Bazı Fenolik Asit Türevlerinin Yapıları

Bağlanan grup ve konumu	Hidroksisinnamik asit	Hidroksibenzoik asit
2-OH	o-Kumarik asit	Salisilik asit
3-OH		m-Hidroksibenzoik asit
4-OH	p-Kumarik asit	p-Hidroksibenzoik asit
2,3-di-OH		Pirokateşuik asit
2,4-di-OH		Rezorsilik asit
2,5-di-OH		Gentisik asit
3,4-di-OH	Kafeik asit	Prokateşuik asit
3,5-di-OH		Rezorsilik asit
3,4,5-tri-OH		Gallik asit
3-OCH ₃ , 4-OH	Ferulik asit	Vanillik asit
3-OH, 4-OCH ₃	İzoferulik asit	İzovanillik asit
3,5-di-OCH ₃ , 4-OH	Sinapik asit	Siringik asit

Fenolik asitlerin gerek gıdaların hazırlanmaları gerekse gastrointestinal sistemde kanserojen maddelerin oluşumunu engelledikleri belirtilmektedir. Diğer taraftan bu bileşenlerin antioksidan aktiviteleri de oldukça yüksektir. Fenolik asitlerce zengin meyve ekstraktlarının antimikrobiyel ve antiviral etkilerinin olduğu da bildirilmektedir. Saptanan antimikrobiyel etkide fenolik asitlerin yanısıra diğer polifenollerin de etkisi olduğu düşünülmektedir (Acar ve Gökmen, 2005).

2.4 Antioksidanlar

2.4.1 Serbest radikaller

Serbest radikaller için çok çeşitli ifadeler bulunmasına rağmen “orbitalinde eşleşmemiş elektron bulunduran bir kimyasal ürün” tanımı üzerinde ortak durulan bir kanaattir (Akkuş, 1995).

Elektronlar atomlar içerisinde orbital olarak bilinen uzay bölgelerinde en fazla iki tane olacak şekilde ve birbirlerine zıt konumda bulunmaktadırlar. Bazı geçiş metalleri yörüngelerinde tek elektron bulundurmalarına rağmen radikal özellik göstermezken bazı atom kombinasyonları (nitrit dioksit, nitrik oksit) bir orbitalinde tek elektron bulunduran dağılımları nedeni ile radikal özellik gösterirler. Bir molekülün serbest radikal olarak kabul edilmesi için elektron diziliminin yanı sıra kinetik aktivitelerine de bakılarak değerlendirme yapılması gerekir.

Serbest radikaller üç yolla meydana gelir (Rucker, 2004):

- Hemolitik bağ ayrılması ve bir elektronun bir molekülden diğerine transfer edilmesi sonucu oluşan serbest radikallerdir. En yaygın görülen serbest radikal oluşumu hemolitik bağ ayrılmasıdır.
- Bir molekülün heterolitik bölünmesi sonucu tek bir elektron kaybı ile sonuçlanan serbest radikaller.
- Bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi sonucu oluşan serbest radikaller.

Oksijen, biyolojik sistemlerdeki en temel radikal kaynağıdır. Çünkü orbitalinde iki adet eşleşmemiş elektron bulunur. Bu özellik oksijenin başka serbest

radikalakallerle kolay reaksiyona girebilmesini sağlar. Aksine radikal olmayanlarla ise yavaş reaksiyona girmesini sağlamaktadır. Süperoksit, peroksit ve singlet oksijen gibi radikaller oksijenin orbitalindeki elektron dağılımının farklı olması sonucu ortaya çıkar. Aerobik canlılar oksijeni kullanarak besin maddelerini enerjiye çevirirler. Bu nedenle oksijenli solunum yapan canlılar serbest radikallere en fazla maruz kalan gruptur (Kanfer ve Burns, 1960).

2.4.2 Serbest radikal çeşitleri

- Süperoksit radikali: Süperoksit radikali, oksijenin sahip olduğu iki elektrondan birini dışarıdan alarak indirgenmesi sonucu oluşur. Süperoksit radikali aerobik hücrelerin hemen hepsinde bulunmaktadır. Süperoksit radikali fagositik hücreler tarafından üretilerek radikal oluşumunu artırdığı bilinmektedir (Kanfer ve Burns, 1960). SOD ile hızlı bir şekilde hidrojen peroksit (H_2O_2) çevrildiğinden süperoksit radikali, az miktarda oksidatif hasarı meydana getirir. Buna ilaveten asidik durumlarda hidrojen peroksit ve peroksil (HO_2^-) radikallerini üreten spontan reaksiyona da uğrayabilir. Bu radikalın asıl zararı geçiş metallerini indirgemede ortaya çıkmaktadır (Naidu, 2003). Süperoksit radikalının nitrik oksit radikali ile reaksiyonu sonunda ise peroksinitrit oluşur. Hipoklorik asit ($HOCl$)'in oksijen ürünleriyle reaksiyonu, oksijen metabolitleri ile reaksiyona girme özelliğine sahip olması ile hidroksil ($OH\cdot$) radikalının oluştuğu görülmüştür (Fox ve McSweeney, 1998). Hem indirgeyici (nitrobluetetrazolium ve sitokrom c'yi) hem yükseltgeyici (adrenalin, dopamin, askorbat ve hidroksilamini) bir özelliğe sahip olan süperoksit anyonhidrojen peroksit indirgenir. Tüm bu reaksiyonlar serbest radikallerin reaksiyonlarının hızlanmasını sağladığından önem taşımaktadır (İmik ve Fidancı, 1999).
- Hidrojen peroksit (H_2O_2): Hidrojen peroksit (H_2O_2), yapısında paylaşılmamış elektron bulundurmadığı için radikal özelliği yoktur. Bakır, demir gibi metal iyonlarının varlığında en reaktif ve en zararlı radikal olan hidroksil radikalının öncülü olarak rol oynadığından reaktif oksijen türleri içerisine dâhil edilir. Hidrojen peroksit proteinlerin yapısında bulunan gruptaki demirle etkileşerek reaktif demir formlarını

oluşturur. Bu reaktif formdaki demir lipit peroksidasyonunun başlamasında etkili olabilir (Nordberg ve Arner, 2001; Cheeseman ve Slater, 1993). Hidrojen peroksit hücreler için toksik olmakla beraber, özellikle indirgenmiş metal iyonlarıyla reaksiyona girdiğinde önemli serbest radikal hasarına neden olmaktadır (Erenel vd., 1992). İnsan metabolizması bir saat içerisinde yaklaşık olarak 3×10^9 toksik hidrojen peroksit molekülü oluşturmaktadır (Wickens, 2001).

- Hidroksil radikali (OH^\cdot): Oksijen radikalleri içerisinde en reaktif ve en zarar verici etkiye sahip olan tür, hidroksil radikalidir. Hidroksil radikali (OH^\cdot) olduğu yerde hiçbir ayırım yapmaksızın herhangi bir molekülle etkileşebilir. Bunun sebebi hidroksil radikalinin eşlenmemiş elektron bulunduran dış orbitaline elektron alma ilgisinden kaynaklanmaktadır. Hemen etkileşime girdiği için de uzak mesafelere dağılamaz ve yarılanma ömrü çok kısadır (Yanbeyi, 1999; Kılınç, 1986). Hidroksil radikali (OH^\cdot), olduğu yerde büyük hasara sebep olur. Hücrede hemen hemen bütün yapılarla reaksiyona girebilir. Fosfolipidler, karbohidratlar, proteinler, DNA gibi elektronca zengin birçok molekül hidroksil radikalinin hedefinde yer alır. Lipidperoksidasyonunu başlatabilir, lipidperoksidasyonu ise hücre zarının geçirgenliğini artırabilir. Yapısını bozarak da hücre ölümüne yol açabilir. DNA üzerinde kırılmalara ve mutajenik etkilere neden olur. Radikal olmayan biyolojik moleküllerle reaksiyona girerek zincirleme reaksiyonları başlatabilir (Keha ve Küfrevioğlu, 2004, Halliwell ve Gutteridge, 1991; Zhao vd., 2017).
- Nitrik oksit (NO) ve nitrojen dioksit (NO_2): Nitrik oksit (NO), inorganik bir serbest radikaldir. NO , metabolizma içerisinde birçok göreve sahiptir. Geçmişte sadece çevre kirliliğine sebep olan bir molekül olarak kabul edilmiştir. Günümüzde ise makrofaj ve nötrofiller gibi hücreler tarafından sentezlenip metabolik sürece dâhil oldukları anlaşılmıştır. NO 'nun kan basıncı üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. NO , süperoksit ve geçiş metalleriyle reaksiyona girer. NO , süperoksit radikali ile birleşerek peroksinitriti oluşturur. Peroksinitrit, nitrik oksite göre daha az stabildir. Fakat nitrik oksitten daha toksik özellik gösterir. Peroksinitritin protonlanmasıyla da oldukça

etkili olan peroksinitröz asit meydana gelir. NO'nun ortamda birikmesi, nöronlarda ileri derecede hasarın oluşmasına yol açar. Yağda çözünebilen nitrik oksit, biyolojik membranlardan kolaylıkla geçebilir. Oldukça basit bir yapıya sahip olmasına rağmen farklı ve zıt etkilere sahiptir. NO, bazı durumlarda bir antioksidan gibi davranır ve lipidperoksidasyonuna karşı koruma sağlar. Bununla birlikte süperoksitle reaksiyona girerek prooksidan olarak davranır. Metabolizmada nitrik oksit sentaz (NOS) aracılığı ile üretilir. Nitrik oksit, güçlü bir damar düz kas gevşeticisi olarak görev yapar (Simonian ve Coyle, 1996; Lala ve Chakraborty, 2001; Chattopadhyay vd., 2006).

2.4.3 Serbest radikal kaynakları

2.4.3.1 Ekzojen radikal kaynakları

- Çevresel ajanlar
- Alışkanlık yapan maddeler
- Kükürtdioksit
- Sigara dumanı, egzoz gazları
- Güneş ışığı, UV-ışınları
- Radyasyon
- İlaç oksidasyonları
- Stres: Stres katekolamin düzeyini artırır ve artan katekolaminlerin oksidasyonu ile serbest radikal oluşumu gözlenir (Sullivan ve Yool, 1998)

2.4.3.2 Endojen radikal kaynakları

- Küçük moleküllerin otooksidasyonu: Normal ortamda tiyoller, hidrokinonlar, katekolaminler, flavinler, tetrahidrobiyopterin gibi pek çok bileşik otooksidasyon reaksiyonları ile serbest radikalleri oluşturur (Halpern, 1987).

- Enzimler ve proteinler: Bazı enzimlerin (ksantinoksidaz, aldehit oksidaz ve triptofandioksijenaz) katalitik reaksiyonları sonucu serbest radikaller meydana gelir (Zhao vd., 2017; Villegas vd., 2004 ; Süleyman vd., 2007).

Normalde NAD bağımlı dehidrogenaz olarak etki eder ve herhangi bir serbest radikal oluşumuna neden olmaz. Ancak ilk iskemi atağından sonra hücre membranı sahte sodyum-kalsiyum pompası oluşturma eğilimine girer. Hücre içi kalsiyum konsantrasyonunun artması proteazların miktarı artsa bile devam eder. Bu sırada hücre ksantindehidrogenazın (XD) ksantinoksidaz (XO)'a dönüşümüne izin verir. Bu oluşan hücre içi olayların sonunda XD enzimi dehidrogenaz formundan oksidaz formuna dönüşür ve süperoksit radikalinin üretimine neden olur. Oluşan süperoksit radikalleri hızlı bir şekilde hidrojen peroksite dönüşür (Odabaşoğlu vd., 2006).

Hidrojen peroksit güçlü bir radikal olmasa da, Fe^{+2} varlığında fenton reaksiyonu oluşturarak güçlü bir radikal olan hidroksil radikalinin oluşmasına neden olur (Odabaşoğlu vd., 2006).

- Mitokondriyal elektron transferi: Elektron taşıma sisteminden sızan elektronlar hücrelerde en büyük serbest radikal kaynaklarını oluşturmaktadır. Mitokondriyal ETS'den iki yerde elektron sızması meydana gelir. Bunlardan ilki, nikotinamidadeninükleotid hidrojen fosfat (NADH)-dehidrogenaz basamağında, ikincisi ise koenzim Q ya da ubikinon basamağında olmaktadır. Son basamakta ise sitokromoksidaz enzimi oksijenin yaklaşık % 97-99'unu harcayarak suya indirger. Geriye kalan %1-3'ü bu sistemden sızan elektronlarla bir araya gelerek süperoksit radikalinin üretimini arttırır. Böylece NAD^+ bağılı substratlar, süksinat, adenzin di fosfat (ADP) ve oksijen gibi endojen faktörler oksidatif fosforilasyonu regüle ederek mitokondriyal radikal üretimine etki eder (Odabaşoğlu vd., 2006; İmik ve Fidancı, 1999).
- Plazma membranı: Membrandaki serbest radikal üretimi önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü ekstraselüler ortamda üretilen radikaller hücre içine ulaşmadan önce plazma membranını geçip hedefe ulaşabilirler. Bu sırada plazma membranında bazı kimyasal reaksiyonlar meydana gelebilir ve membranda bulunan yapılar etkilenebilir (Hawkey, 2001).

Membranları en kolay ve basit geçebilen oksidan hidrojen peroksittir. Bu kolaylık onun protein ve lipidler ile daha kolay reaksiyona girebileceği anlamına gelir.

Serbest radikallerin nonfagositik hücre membranlarında NADPH-oksidadz aracılığı ile üretiminin serbest radikal oluşumunun önemli bir kaynağı olarak görülmektedir (Kayaalp, 1997; Zhao vd., 2017).

2.4.4 Serbest radikallerin etkileri

- **Hasar Yapıcı Etkiler:** Serbest radikaller; proteinler, lipidler, karbohidratlar, nükleik asitler ve DNA üzerinde hasar yapma kapasitesine sahiptirler. Bu nedenle, hücre içi savunma mekanizmalarını inaktive etmeye yeterli konsantrasyona ulaştıklarında hücre içi bileşenlerle reaksiyona girerek metabolik ve hücreyel bozukluklara sebep olabilirler. Oksidatif stresin hedefi, hücrenin cinsine, maruz kalınan strese ve şiddetine göre değişir. Örneğin; karbontetraklorür hücrelerde lipid peroksidasyon yoluyla hasar oluştururken, H₂O₂'in hücreyel hasarı ise DNA üzerindedir (Freeman, 1982; Kehrer, 1993).
- **Karbonhidratlara Etkiler:** Monosakkaritlerin otooksidasyonu sonucu oluşan hidrojen peroksit, peroksitler ve okzoaldehitler meydana getirir. Bunlar diabet gibi patolojik proseslerde önemli rol oynarlar (Akkuş, 1995; Kavas, 1989; Erenel vd., 1992).
- **Membran Lipidlere Etkiler:** Poliansatüre yağ asitleri, serbest radikal hasarına karşı hassastırlar. Bu oksidatif hasara “lipit peroksidasyonu” denir. Sonuçta membran akışkanlığında azalma ve permeabilite değişiklikleri meydana gelir (Kavas, 1989). Peroksidasyon, bir metilen grubundan bir H atomunu yerinden çıkartan herhangi bir serbest radikal türü ile başlayabilir. Bu olay çift bağa komşu metilen grubu üzerinde daha da kolaydır. Oksijen, peroksil radikalini oluşturmak için karbon radikaline eklenir ve sonuçta diğer lipit molekülünden bir H atomu çıkarır, lipit hidroperoksil oluşturur. Böylece zincirleme reaksiyon başlar. Siklik peroksitler yeniden düzenlenme ile endoperoksitlere, daha ileri oksidasyon ile de malondialdehite (MDA) dönüşebilirler (Sinclair vd., 1990; Erenel vd., 1992; Moslen, 1994).

- Nükleik asitler ve DNA'ya etkiler: Hidroksil radikali, deoksiriboz ve bazlarla kolayca etkileşime girerek değişikliklere yol açabilir. Sitotoksisite, büyük oranda, nükleik asit baz modifikasyonlarından doğan kromozom değişikliklerine veya DNA'daki diğer bozukluklara bağlıdır. İyonize edici radyasyonla oluşan serbest radikaller, DNA'yı etkileyerek hücrede mutasyona ve ölüme yol açarlar (Akkuş, 1995; Akkuş, 1995; Dünder ve Aslan, 2000).

2.4.5 Antioksidanlar

Toksik potansiyele sahip olan serbest radikallerin etkisizleştirilmesi amacı ile organizmalar savunma sistemleri geliştirmiştir. Bu savunma sistemleri kısaca “antioksidanlar” olarak adlandırılırlar. Antioksidanlar, hücrelere zarar veren serbest radikallerle reaksiyona girip onları etkisiz hale getirerek, kanser, kalp hastalıkları, diyabet ve komplikasyonları başta olmak üzere birçok hastalığa ve erken yaşlanmaya neden olabilecek zincir reaksiyonları önleyen, yok eden veya etkilerini azaltan moleküllerdir (Kahkönen vd., 1999; Nagai vd., 2005).

Antioksidanlar; endojen antioksidanlar, enzimler ve enzim olmayanlar olarak ayrılırlar. Katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GSH-Px) ve hidroperoksidaz enzimlere; melatonin, seruloplazmin, transferin ve miyoglobin ise enzim olmayanlara örnek olarak verilebilir.

Eksojen antioksidanlar, vitaminler, ilaçlar ve gıda antioksidanlarıdır. Vitamin olan eksojen antioksidanlar; α -tokoferol(vitamin E), β -karoten, Askorbik asit (vitamin C) ve Folik asit (folat) tir. İlaç olarak kullanılan eksojen antioksidanlar; ksantinoksidaz inhibitörleri, NADPH oksidaz inhibitörleri ve Trolox örnek olarak verilebilir. Gıdaların korunmasında en çok kullanılan sentetik antioksidanlar bütillenmiş hidroksi anisol (BHA), bütillenmişhidroksitoluen (BHT), propilgallat (PG) ve ter-bütillhidrokinon (TBHQ)'dur. Ayrıca Tokoferoller de gıdalarda antioksidant olarak kullanılır. Bunların düşük etkisi, yüksek maliyeti olmasına rağmen tokoferol gibi alternatif, doğal ve güvenilir daha fazla gıda antioksidantlarının tanımlanması gerekmiştir.

Enzimatik olmayan endojen antioksidanlardan glutatyon (GSH) bir peptid olup hücre içinde en önemli antioksidan moleküldür ve hemoglobinin oksitlenerek methemoglobine dönüşümünün engellenmesinde rol alır. Ayrıca proteinlerdeki

sülhidril (-SH) gruplarını indirgenmiş halde tutar ve bu grupları oksidasyona karşı korur. Melatonin (MLT) en zararlı serbest radikal olan hidroksil serbest radikalini ortadan kaldıran güçlü bir antioksidandır ve günümüze kadar bilinen antioksidanların en güçlüsü olarak kabul edilmektedir. Ürat; hidroksil, süperoksit, peroksit radikalleri ve singlet oksijeni temizler ve C vitamininin oksidasyonunu engelleyici etkisi vardır. Bilirubin, süperoksit ve hidroksil radikali toplayıcısıdır. Albümin LOOH ve HOCl toplayıcısıdır ve plazma osmotik basıncını düzenler. Aynı zamanda kan, bilirubin, hormon, aminoasit, steroid, yağ asitleri ve ilaçların taşınmasında rol oynar (İskefiyeli, 2010; Edge vd., 1997).

Sentetik olarak üretilen ve çoğunlukla antioksidan aktivite tayinlerinde standart olarak kullanılan Trolox, rutin, butillenmiş hidroksitoluen (BHT), butillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi antioksidanlar da vardır. Peroksi radikaliyle iki aşamada etkileşerek onu çok daha az reaktif ürünlere dönüştüren 2,6 di-tert-butil-4 metil fenol [butillenmiş hidroksitoluen (BHT)] önemli sentetik antioksidandır.

2.4.6 Antioksidanların sınıflandırılması

2.4.6.1 Enzimatik antioksidanlar

Süperoksit dismutaz (SOD), glutatyonredüktaz (GR), katalaz (CAT), selenyum bağımlı glutatyonperoksidaz (GSH-Px), glutatyon-S-transferaz (GST), hidroperoksidaz, mitokondrialsitokromoksidaz sistemi, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD), SOD, CAT ve GSH siklusu enzimleri (GSH-Px, GR, G6PD) reaktif oksijen radikallerini daha az toksik ürünlere dönüştüren antioksidan enzimlerdendirler (Özdem ve Şadan 1994). Solunum zincirinin son enzimi olan sitokrom oksidaz ise süperoksiti detoksifiye eden enzimdir. (Akkuş, 1995).

- Süperoksit dismutaz: Süperoksit dismutaz (SOD-EC1.15.1.1), süperoksit serbest radikalinin ($O_2 \cdot^-$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) dönüşümünü katalizleyen antioksidan enzimdir. Fizyolojik olarak metabolik aşamalarda üretimi oldukça fazla olan süperoksit, hücre içi aktivitesini düşük tutarak hücrel $O_2 \cdot^-$ düzeylerinin kontrolünde ve hücreleri $O_2 \cdot^-$ radikalinin etkilerinden korumada görev alır. Spontan

olarak da oluşabilen bu reaksiyon SOD katalizörlüğünde yaklaşık 4000 kez daha hızlı oluşur. Üç büyük SOD tipi bildirilmiştir. Cu, Zn ve Mn içeren birer enzim ökaryotik hücrelerde bulunmuştur. Cu, Zn içeren enzim sitoplazmada, Mn içeren enzim ise mitokondride bulunmaktadır (Kahraman, 1998).

- Katalaz: Katalaz (CAT-EC1.11.1.6) dört tane hem grubu bulunan bir hemoproteindir (Akkuş, 1995). Katalaz esas olarak peroksizomlarda daha az olarak sitozolde ve mikrozomal fraksiyonda bulunan ve yapısında demir bulunduran bir enzim olarak H_2O_2 'nin suya dönüştürülmesinden sorumludur (Erenelvd., 1992). İnsan eritrositlerinde önemli miktarda katalaz bulunmasına rağmen, hidrojen peroksite buradan uzaklaştırılmasındaki temel mekanizmanın NADPH, glutatyon redüktaz / peroksidaz yolu olduğu düşünülmektedir (Gaetanivd., 1989). Katalaz reaksiyonu için Michaelis sabiti (KM) nispeten yüksektir (Erenelvd., 1992).
- Glutatyon peroksidaz: Glutatyon peroksidaz (GSH-Px-EC1.11.1.9) hidroperoksitlerin indirgenmesinden sorumlu bir enzimdir. GSH-Px enzimi, sitozolda bulunan tetramerik yapıda 84000 dalton molekül kütlede olup her bir molekül başına 4 atom selenyum içerir. GSH-Px, hidrojen peroksidi glutatyon varlığında suya katalizler (Denekevvd., 1985). Bu arada redükte glutatyon ise okside forma geçer. GSH-Px enzimi etki için redükte glutatyon gereksinim duymasından dolayı okside glutatyon (GSSG) formunun, redükte formuna (GSH) dönüşümünü glutatyon redüktaz katalizler (Kahraman, 1998).
- Glutatyon -S- transferazlar: Glutatyon-S-transferaz (GST-EC2.5.1.18) kodlu ve her biri iki alt birimden oluşmuş bir enzim ailesidir. Başta araşidonik asit ve lineolathidroperoksidleri olmak üzere lipidperoksidlerine karşı GST'ler Se-bağımsız GSH peroksidaz aktivitesi göstererek bir savunma mekanizması oluştururlar. GST'ler, antioksidan aktivitelerine ilave olarak çok önemli başka biyokimyasal fonksiyonlara da sahiptir. GST, hem detoksifikasyon yapar hem de hücre içi bağlayıcı ve taşıyıcı rolleri vardır. Katalitik olarak; ksenobiyotikleri GSH'deki sisteine ait -SH grubu ile bağlanarak onların elektrofilik bölgelerini

nötralize eder ve ürünün daha fazla suda çözünür hale gelmesini sağlar. Oluşan bu GSH konjugatları böylece organizmadan atılabilir veya daha ileri metabolize olurlar (Akkuş, 1995).

- Glutasyon redüktaz: Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD) enzimi ile glutasyonredüktaz enzimi arasındaki ilişki ortaya çıkar. G6PD enziminin çalışmaması, NADPH üretimini; NADPH miktarının Azalması glutasyonredüktazın işlerliğini; GR aktivitesinin düşmesi de GSH oluşumunu etkiler (Akkuş, 1995; 2001; Keha ve Küfrevioğlu, 2004). GR aktivitesi, NADPH kullanılarak GSSG'ninGSH'a indirgenmesi sırasında NADPH'ın oksidasyonunun spektrofotometrik olarak izlenmesi ile belirlenir. Glutasyonredüktaz enzimi hücre içi GSH/GSSG oranını yükselterek özellikle eritrositleri hemolizden korur (Akkuş, 1995; Keha ve Küfrevioğlu, 2004; 1996; Bülbül ve Erat, 2008).
- Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz: Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD-EC1.1.1.49), pentoz fosfat yolunun ilk basamağını katalizleyen kilit bir enzimdir. G6PD'nin iki alt monomeri olup, her biri 515 aminoasit içerir. Her bir monomerin molekül kütlesi yaklaşık olarak 59 000 daltondur.%10'u pentoz fosfat yolunda metabolizesi sonucunda NADPH elde edilir. Pentoz fosfat yolunun aktivitesi oksidatif stres durumunda belirgin bir şekilde artmaktadır. Bu reaksiyon, glutasyonredüktaz tarafından katalizlenir (Büyükokuroğlu ve Süleyman, 2001).

2.4.6.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar

Glutasyon, melatonin, seruloplazmin, hemoglobin, metiyonin, transferin, bilirubin, sistein, urat, albumin, miyogloblin, laktoferrin enzimatik olmayan antioksidanlardır. CAT ve GSH-Px gibi enzimler oldukça reaktif hidroksil türlerinin hasar verici etkilerine karşı sadece sınırlı bir koruma sağlayabilirler. Bununla birlikte bir seri düşük molekül kütleli serbest radikal temizleyiciler (antioksidanlar), direkt reaksiyona girerek onları daha az zararlı ve daha stabil türevlerine dönüştürebilirler (Erenelvd., 1992). Nonenzimatik karakterdeki redoks reaksiyonlarında serbest radikal oluşumu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bir serbest radikal, iki bağlı molekülün bir tek bağının bir molekül yardımcı ile yükseltgenmesi veya indirgenmesi sonucu meydana gelir

(Thurnham, 1990). Nonenzimatik yapıdaki bu maddeler, GSH, ürik asit, β karoten (provitamin A), taurin ve yüksek molekül kütleli antioksidanlar olan mukus ve albümindir (Özdem ve Şadan, 1994). Diğer nonenzimatik antioksidanlar, melatonin, seruloplazmin, askorbik asit, alfa tokoferol, transferin, laktoferrin, miyoglobin, hemoglobindir (Akkuş, 1995).

- Melatonin: Ez zararlı radikal olarak bilinen OH^{\cdot} radikalinin ortadan kaldırılmasına zemin hazırlayan en güçlü antioksidan melatonindir. Bu doğrultuda, melatonin güncel durumda bilinmekte olan antioksidanlar içerisindeki en güçlü antioksidandır (Akkuş, 1995).
- Glutasyon (GSH): GSH, tripeptit yapısında olan, glutamik asit, sistein ve glisin aminoasitlerinden meydana gelen bileşiktir. Çok önemli bir antioksidan olan GSH, serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasara karşı korur. Proteinlerin $-SH$ gruplarını redükte halde tutarak, protein ve enzimlerin inaktivasyonuna engel olur. Bu görevleriyle beraber yabancı bileşiklerin detoksifikasyonunu ve aminoasitlerin membranlarda geçişini de sağlamaktadır (Akkuş, 1995; Büyükokuroğlu ve Süleyman, 2001). İndirgenmiş glutasyon, reaktif ksenobiyotiklere karşı hücrel membran yapılarını korumaya iştirak ettiği bilinen önemli hücrel redoks tepkimelerinde potansiyel biyolojik madde olarak görev alır. Bu önemli fonksiyonları, bize devamlı azalan GSH konsantrasyonunun yaşlanma prosesleri ve neoplastik hastalıklarda kolaylaştırıcı faktör olabileceğini göstermiştir (Laganiere ve Yu, 1989; Akkuş, 1995).

2.5 Sumak Bitkisinin Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidanlar yükseltgeme önleyici olarak bilinen, temel işlevi serbest radikalleri yakalamak olan maddelerdir. Canlılarda, kimyasal reaksiyonlar özellikle oksitlenme, serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu serbest radikaller nükleik asit, protein, lipid ve DNA moleküllerini okside etmenin yanı sıra dejeneratif yıkıma neden olabilmektedirler. Antioksidanlar hücrelerin anormalleşmesi sonucu tümör oluşumu riskini azalttıkları gibi, hücre yıkımını da azalttıkları için, daha sağlıklı bir hayat yaşama şansını yükseltmektedirler (Niki, 1987).

Antioksidanlar gıda maddelerinin besin değeri, renk, lezzet ve aromalarında meydana gelecek değişiklikleri minimuma indirmek için kullanılmaktadır. Sentetik antioksidan maddeler, ticari olarak etkin bir şekilde kullanılsa da, insan sağlığı açısından tamamen güvenli olmadığı için pek çok ülkede kullanımına sınırlama getirilmiştir (Berte vd., 2011). Yeni, güvenilir, doğal kaynaklı antioksidan madde üretimi günden güne önem kazanmaktadır. Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Koşar vd., 2007).

Antioksidan etkinin varlığını gözlemek ve gıdalardaki antioksidan aktiviteleri karşılaştırmak için geliştirilmiş pek çok metot vardır (DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), TEAC (Total Equivalent Antioxidant Capacities) vb.). Bu farklı yöntemlerde reaktant olarak kullanılan özel serbest radikale bağlı olarak, gıda maddelerinin antioksidan aktivitesi farklılık göstermektedir.

Antioksidan aktivitenin ölçümünde hızlı, basit ve pahalı olmayan bir metot olan DPPH yöntemi; bileşenlerin serbest radikali yakalama etkisini ya da hidrojen donör etkisini test ederek, gıdaların antioksidan etkisini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem son yıllarda kompleks biyolojik sistemlerde antioksidan maddelerin miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Katı ve sıvı maddelerde kullanılabildiği gibi belirgin bir antioksidan grubu için spesifik bir yöntem değildir. Örneklerin toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesini sağlamaktadır. Toplam antioksidan kapasitenin bilinmesi gıda maddesinin fonksiyonel özelliklerinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. DPPH yönteminin bilinen bu avantajlarının yanı sıra DPPH radikalinin sadece organik solventlerde çözünebilir oluşu, hidrofilik antioksidan bileşiklerin belirlenmesinde sınırlayıcı rol oynamaktadır (Wajdylo vd., 2007).

Antioksidan bileşenler suda ya da yağda çözünebilen özellikte olabilmektedir. Bu nedenle, radikal ile serbestçe reaksiyona giremeyebilir. Reaksiyon farklı hızda ve kinetikte olabilir ve belirlenen süre içerisinde reaksiyon tamamlanamayabilir. Reaksiyonun etkin bir şekilde gerçekleşebilmesi için ekstraksiyon tekniği ve örnek miktarı doğru seçilmelidir. Ekstraksiyon

verimliliği gıdaların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ekstraksiyon teknikleri farklı çözümleri ve ekstraksiyon sürelerini içermektedir. Yapılan çalışmalarda ekstraksiyon genellikle su, metanol veya etanolla yapılmaktadır. Suda çözünmeyen antioksidan maddelerin varlığında genelde birden fazla ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır.

Analiz edilecek örnek miktarı serbest radikalın yarısı ile reaksiyona girecek miktarda seçilmelidir. Bu değişim kullanılan standart referansın maddenin değişimiyle karşılaştırılarak örneğin antioksidan aktivitesi standart referans eşdeğerinin cinsinden verilmektedir.

Antioksidan etkinin belirlenmesinde trolox, askorbat, E vitamini, gallik asit, BHT veya diğer antioksidan etki gösteren maddeler referans madde olarak kullanılabilir.

Baharatların (biberiye, adaçayı, sumak, mercanköşk, fesleğen, susam, kekik, yabancı mercanköşk, zahter, sater, kişniş, karanfil, Girit sateri, nane, kuşburnu, tarçın, küçük hindistancevizi vb.) antioksidan etkisinin araştırıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır (Wajdylo vd., 2007; Dragland vd., 2003; Wang, 2003). Yapılan araştırmalar sonucunda baharatların yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Sumak meyvesinin antioksidan etkisinin incelendiği pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı türde sumak meyveleri kullanılsa da araştırmacılar sumak meyvesinin güçlü antioksidan etki gösterdiği sonucuna varmışlardır. Ancak yapılan çalışmalar daha çok *R. coriaria* (Akdeniz ve Orta Doğu), *R. typhina* (Çin), *R. hirta* (Kuzey Amerika) *R. verniciflula* ve *R.succedanea* (Asya), üzerinde yoğunlaşmıştır.

Sumak meyvesinin çeşitli türlerinin antioksidan etkisi incelendiğinde; *R. Verniciflula*'nin nöronal hücrelere karşı yüksek antioksidan etki gösterdiği (Lee vd., 2001), *R.succedanea* cinsinin beş kanser hücrelerine karşı antioksidan ve sitotoksik aktivite gösterdiği (Wu vd., 2002), *R. hirta*'nin yeşil çaya benzer süperoksit süpürme etkisi gösterdiği ve peroksil radikal süpürme etkisinin ise yeşil çay ve askorbik asitten daha üstün olduğu (McCune ve Johns, 2002) belirtilmiştir. Ayrıca, *Rhus typhina L.*'nin antioksidan etkisinin incelendiği bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda sumak ekstraktları kullanılmış (%0.01-1.0

mg/ml) ve yoğunlaşma arttıkça serbest radikal süpürme etkisinin arttığı gözlenmiştir. Konsantrasyon 0.01 mg/ml kadar düşük olduğunda serbest radikal süpürme etkisi kontrol olarak kullanılan askorbik asitten önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. IC50 değerinin (0.016 mg/ml) askorbik asitinkinden (0.019 mg/ml) daha düşük olduğu belirtilmiştir (Kossah vd., 2010).

Rhus coriaria cinsinin antioksidan aktivitesinin incelendiği pek çok çalışma literatürde mevcuttur. Koşar vd., (2007) yaptıkları çalışmada sumak meyvesinden (*R. coriaria*) elde edilen polifenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini ve bu aktiviteyi sağlayan bileşiklerin yapılarını belirlemek amacıyla, elde edilen fraksiyonların lipid peroksidasyonunu inhibe edici ve serbest süpürücü etkilerini incelemişlerdir. Aktif fraksiyonların içerdiği oldukları bileşikler sıvı kromatografisi- atmosferik basınç iyonizasyon elektron sprey kütle spektroskopisi yöntemi kullanılarak tayin etmişlerdir. Yapılan araştırma sonucu yüksek antioksidan etkinin antosiyanin ve tanen türevi bileşiklerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Toplam fenol miktarı yüksek olan fraksiyonlarda antioksidan aktivite yüksek bulunmuştur ve IC50 değerinin fenolik madde miktarıyla doğru orantılı değiştiği gözlenmiştir. Fraksiyonlar linoleik asit peroksidasyonuna karşı oldukça etkili koruma sağlamıştır. Fenolik hidroksil ve metoksil gruplarının sayısının antioksidan aktiviteyle doğru orantılı olduğunu ve ayrıca yapıdaki şeker grupları çözünürlüğü arttırdığı için antioksidan aktiviteyi de arttırdığını belirtmişlerdir.

Biberiye, adaçayı ve sumağın (*R. coriaria*) metanol ekstraktları, hem ayrı ayrı hem de birbirleri ile %4 oranında kombine edilerek; 80°C'de 24 saat depolanmış fıstık yağına ilave edilerek antioksidan etkileri açısından incelendiği bir çalışmada; Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) seviyesinde etkili olan adaçayı-sumak kombinasyonunun en etkili olduğu gözlenmiş ve sumağın biberiye ve adaçayı gibi antioksidan etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Özcan, 2003).

Sumak (*R. coriaria*) örneklerinin metanol ekstraktları (%1, %3 ve %5'lik) ve BHA (% 0.1, %0.3 ve %0.5'lik) fıstık yağına ilave edilerek; 65°C'de 35 gün depolama boyunca antioksidan etkileri incelenmiş ve sumak ekstraktlarının antioksidan etkisinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı ve 7. gün sonunda etkinin azaldığı gözlenmiştir. Etkideki azalmanın fenolik bileşiklerin zamanla azalmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Özcan, 2003).

Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) antioksidan etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise, sulu sumak ekstraktı 25°C’de 24 saat, depolama boyunca sucukta putresin, histamin, tiramin ve tiyobarbutik asit reaktif maddelerinin oluşumunu azaltmak için kullanılmıştır. Sumak ekstraktının BHT’ye göre daha iyi bir koruma sağladığı gözlenmiştir (Bozkurt, 2006).

Yapılan diğer bir çalışmada; sumağın (*R. coriaria*) etil asetat ekstraktının %1 ve % 0.02’lik konsantrasyonlarda BHA ve Bütilenmiş hidroksitoluen (BHT) kadar etkili antioksidan etki sağladığı, bazı fraksiyonlarının BHA ve BHT ekstraktlarından daha etkin bir serbest süpürücü etkide olduğu bildirilmiştir (Bozan vd., 2002). Candan ve Sökmen (2004), sumağın metanol ekstraktının güçlü bir antioksidan olduğunu ve yüksek serbest radikal süpürücü etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Sumak örnekleri

Sumak bitkisinden, farklı çözücülerle ve farklı yöntemlerle elde edilen ekstraktların toplam fenolik madde miktarı tayini, toplam flavonoid madde miktarı tayini, antioksidan aktivite tayini ve İçerdiği fenolik asit çeşit ve miktarını tayin etmek ve elde edilen sonuçlara göre hem aynı yöre içinde en iyi sonuç alınan çözücü ve ekstrakt çeşidini bulmak hem de bu farklı dört yöreyi birbirleri ile karşılaştırmak amacıyla çalışıldı. Bu çalışmada materyal olarak ülkemizin Aydın, Gaziantep, Silifke ve Van yörelerine ait sumak örnekleri kullanıldı. Aydın sumacı, Aydın'da öğrenci olan yeğenim aracılığıyla; Gaziantep sumacı orada öğretmenlik yapmakta olan kuzenim aracılığıyla; Silifke Sumacı, Silifkeli arkadaşımın annesi aracılığıyla; Van sumacı, Van' da hemşirelik yapmakta olan yeğenim aracılığıyla temin edildi.



Şekil 3.1: Aydın Sumacı



Şekil 3.2: Gaziantep Sumağı



Şekil 3.3: Silifke Sumağı



Şekil 3.4: Van Sumağı

3.1.2 Kullanılan ekipmanlar

Yapılan alışmada İstanbul Aydın Üniversitesi Teknocenter Gıda Mühendisliği Laboratuvarlarında bazı cihazlar kullanılmıştır.

Bu cihazlar, UV Spektrofotometre (Jenway 6315) , Magnetik Karıştırıcı, HPLC Agilent 1200 cihazı, MX-50 Moisture Analyzer, Hassas Teraziler, Ultrasonik Su Banyosu, Su Banyosu, Santrifüj, Mikropipetler, Cam Tüpler, Filtre Kağıdı, Erlanmayer, Beher başlıca kullanılan ekipmanlardır.

3.2 Metod

3.2.1 Ekstraktların hazırlanışı

Dört farklı ilden temin edilen sumak örneklerinin her biri için hem su hem de etanol çözücüleri ile çözeltiler hazırlanmıştır.

- 1. Ekstrakt (Etanol Ekstrakt): Öncelikle % 20 lik etanol hazırlandı. 20 g sumak ve 200 ml etanol (% 20'lik) ile çözeltili hazırlandı. Bu çözeltiliye maserasyon yöntemi uygulandı. 400 °C ile 450 °C arası değişen sıcaklıkta su banyosunda 4 saat bekletildi. Soğutulduktan sonra süzgeç kağıdından geçirildi. Daha sonra 30 dakika santrifüj edildi ve etanol ekstrakt diye adlandırılan ekstrakt koyu renkli cam şişe içinde, kullanıma kadar buzdolabı şartlarında muhafaza edildi.
- 2. Ekstrakt (Etanol+Ultrasonik): % 20 lik etanol hazırlandı. 20 g sumak ve 200 ml etanol (% 20'lik) ile çözeltili hazırlandı. Çözeltili ultrasonik su banyosunda 1 saat tutuldu. Süzgeç kağıdından süzüldü. Daha sonra 30 dk santrifüj edildi. Etanol + ultrasonik diye adlandırılan ekstrakt koyu renkli cam şişeye konulup kullanıma kadar buzdolabı şartlarında muhafaza edildi.
- 3. Ekstrakt (Su Ekstrakt): 20 g sumak ve 200 ml distile su ile çözeltili hazırlandı. Bu çözeltili magnetik karıştırıcıda 10 dakika kaynatıldı. Soğutulduktan sonra süzgeç kağıdından süzüldü. Daha sonra 30 dakika santrifüj edildi. Su ekstrakt diye adlandırılan ekstrakt koyu renkli cam şişeye konulup kullanıma kadar buzdolabı şartlarında muhafaza edildi.
- 4. Ekstrakt (Su+Ultrasonik): 20 g sumak ve 200 ml distile su ile çözeltili hazırlandı. Hazırlanan çözeltili ultrasonik su banyosunda bir saat bekletildi. Süzgeç kağıdından süzüldü. Daha sonra 30 dk santrifüj edildi.

Su + Ultrasonik ekstrakt diye adlandırılan ekstrakt koyu renkli cam şişeye konulup kullanıma kadar buzdolabı şartlarında muhafaza edildi.

Ekstrakt hazırlığı sonrasında yapılan deneyler, her ekstrakt çeşidi için en az 2 kez olmak üzere setler halinde tekrarlanıp nihai hesaplamalar buna göre yapıldı.

3.2.2 Sumak örneklerinde nem tayini

Sumak örneklerinin nem miktarları ölçüldü. Buna göre: Aydın sumağı %31,2; Gaziantep sumağı % 29,3; Silifke sumağı % 9,3; Van sumağı % 36 nem içermektedir. Deneylerden elde edilen verilerle yapılan hesaplamalarda sumakların nem oranları dikkate alındı.

3.2.3 Toplam fenolik madde miktarı tayini

Folin-Ciocalteu ayıracağı(FCR) ile toplam fenolik madde tayini yöntemi çalışıldı. Bu yöntem Singleton ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir(Lussignoli ve ark.,1999). FC yöntemi fenolik bileşikler ve diğer indirgeyici bileşiklerden molibdenyum'a elektron transfer edilmesine dayanır. Mavi renkli kompleks oluşumu 750-765 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenir. Standart bileşik olarak genellikle gallik asit kullanılır ve sonuçlar gallik asit eşiti olarak verilir (Albayrak, 2010). Bu çalışma için ekstrakt örneklerinden distile su ile 1/8 dilüsyonlarda hazırlandı. Deney için distile su ile 1/3 oranında seyreltilmiş olan Folin-Ciocalteu ayıracağı kullanıldı. %2'lik Na_2CO_3 hazırlandı. Bu çözelti hazırlanışında 2 g Na_2CO_3 distile su ile 100 mililitreye tamamlanıp çözelti elde edildi. Cam tüplere, kontrol için 0,1 ml distile su diğerlerine 0,1 ml örnek konuldu. Üzerine 4,4 ml distile su eklendi. Üzerine 0,1 ml Folin-Ciocalteu Ayıracağı (1/3'lük) eklendi. Üzerine 0,3 ml Na_2CO_3 eklendi. Deney sırasında tüplere eklenen maddelerin homojen karışıyor olmasına özen gösterildi. 2 saat karanlık ortama bırakıldı. 2 saatin sonunda 760 nm dalga boyuna ayarlanmış olan spektrofotometrede oluşan renk absorbansları okundu(Kuşoğlu, 2015). Deneyler en az 3 tekrarlı olarak yapıldı ve hesaplamalarda ortalama sonuç kullanıldı.

Genelde gallik asit olarak ifade edilen fenolik madde miktarı tayininde, analizin sonucunun değerlendirilmesinde gallik asit(100-400 $\mu\text{g/ml}$) standart eğrisi çizildi. Gallik aside eşdeğer olarak ($\mu\text{g GAE}$) bulunan sonuçlar, örneğimizden

1/8 dilüsyonda çalışıldığı için 8 ile çarpıldı. Başlangıçta ekstrakt eldesinde kullanılan sumak oranı 1/ 10 olduğu için; 10 katı alındı. Yörelere göre sumak nem miktarları farklı olduğu için nem miktarları da dikkate alınıp hesaplama yapılarak örneklerdeki fenolik madde miktarı mg GAE / g sumak olarak ifade edildi.

3.2.4 Toplam flavonoid madde miktarı tayini

Deneyle en az 3 tekrarlı olarak yapıldı ve hesaplamalarda ortalama sonuç kullanıldı. Deneyde kullanılacak olan ekstraktlar metanolla 1/10 oranında seyreltildi. Deneyde kullanılmak üzere %5'lik NaNO₂ çözeltisi (Balon jodede 5g NaNO₂ distile su ile 100 ml 'e tamamlandı), %10'luk AlCl₃ (10 g AlCl₃, distile su ile 100 ml 'e tamamlandı) ve 1 M NaOH (4 g NaOH, distile su ile 100 ml 'e tamamlandı) çözeltileri hazırlandı. Deneyde cam tüplere kontrol için 0,25 ml metanol; diğerlerinde 0,25 ml ekstrakt örneklerinden (1/10 seyreltilmiş) konuldu. Üzerine 1,25 ml distile su eklendi. Üzerine 0,075 ml Na₂CO₃ (% 5'lik) çözeltisi eklendi ve 6 dakika beklenildi. Üzerine 0,015 ml (%10'luk) AlCl₃ eklendi. 5 dakika beklenildi. Üzerine 0,5 ml 1M NaOH eklendi. Üzerine 0, 275 ml distile su eklendi (Kuşoğlu, 2015). Oluşan renk absorbansı 510 nm dalga boyuna ayarlanmış olan UV spektrofotometrede okundu. Standart olarak kateşin kullanıldı (Zhishen ve ark., 1999).

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kateşin (20-200 µg/ml) standart eğrisi çizildi. Kateşine eşdeğer olarak bulunan sonuçlar, ekstrakt çeşitlerinden 1/10 dilüsyonda çalışıldığı için okunan absorbans değerleriyle hesaplama yapılırken bu oran dikkate alındı ve elde edilen flavonoid madde miktarı 10 ile çarpıldı. Başlangıçta ekstrakt eldesinde kullanılan sumak oranı 1/ 10 olduğu için; ekstrakt çeşitlerimizde tespit edilen flavonoid miktarı, 10 ile çarpıldı. Yörelere göre sumak nem miktarları farklı olduğu için nem miktarları da dikkate alınıp hesaplama yapılarak örneklerdeki flavonoid madde miktarı mg kateşin eşdeğeri(KE) / g sumak olarak ifade edildi.

3.2.5 Antioksidan aktivite tayini

3.2.5.1 DPPH radikali giderme yöntemi

Ekstraktların antioksidan aktivitesi hidrojen bağlama kabiliyeti ya da başka bir deyişle DPPH radikalini yakalama kapasitesi ölçülür (Öztan, 2006). DPPH çözeltisi, molekül içindeki bir serbest elektronun yer değiştirmesiyle menekşe renk olur. DPPH çözeltisi hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile karıştırıldığı zaman koyu menekşe rengin kaybı ile indirgenmiş form oluşur. DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak elde edilebilen stabil organik nitrojen radikalidir. 515 nm’de maksimum absorbanza sahiptir. Antioksidan (A-H) tarafından DPPH serbest radikale proton transferi reaksiyonu 517 nm’de absorbanşın azalmasına neden olur. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorbanş sabitlenene kadar takip edilir (Albayrak, 2010). Deneyin yapılışında; 0,0023 g 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) tartıldı. Bir beher içinde 5-10 ml metanol ilavesi ile magnetik karıştırıcıda 1 dakika karıştırılarak homojen bir çözelti elde edildi. Daha sonra çözelti balon jøjeye alınarak metanolle 100 ml ‘e tamamlandı. Oluşan rengin absorbanşı, 517 nm dalga boyuna ayarlanmış olan spektrofotometrede ölçüldü ve spektrofotometrede ölçülen değer A_0 değeri diye kaydedildi. Hazırlanan çözelti dayanıksız olduğundan deneyin yapıldığı gün içinde hazırlanıp kullanıldı. Hazırlandıktan sonra kullanıma kadar geçen sürede karanlık ortamda muhafaza edildi. Ethanol, Etanol + Ultrasonik, Su, Su + Ultrasonik diye adlandırılan dört çeşit ekstraktan metanol ile 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 seyreltmeler yapıldı. Kontrol grubu ile çalışılan deneyde kontrol için 0,1 ml metanol; 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 dilüsyonda hazırlanan örneklerden 0,1 ml alınarak cam tüplere konuldu. Üzerlerine 3,9 ml DPPH çözeltisi ilave edildi. Oluşan çözelti 30 dakika karanlık ortama alındı. 30. dakikada 517 nm dalga boyuna ayarlanmış olan spektrofotometrede oluşan rengin absorbanşı okundu. 0. dakikadaki absorbanş olan A_0 değerinden, 30.dakikadaki absorbanş değeri olan A_{30} çıkarılarak ΔA değerleri elde edildi. (Brand-William ve ark. 1995)

Aşağıdaki formulle % İnhibisyon değerleri hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (A_0 - A_{30}) / A_0 * 100$$

3.2.6 Toplam fenolik asit içeriği tayini

Toplam Fenolik asit içeriği tayininde HPLC cihazı kullanıldı. Mobil faz A % 2,5 Asetik Asit ve mobil faz B % 100 aseton nitril kullanıldı. % 2,5 asetik asit hazırlanışında 2,5 gram asetik asit saf su ile 100 ml'e tamamlandı.

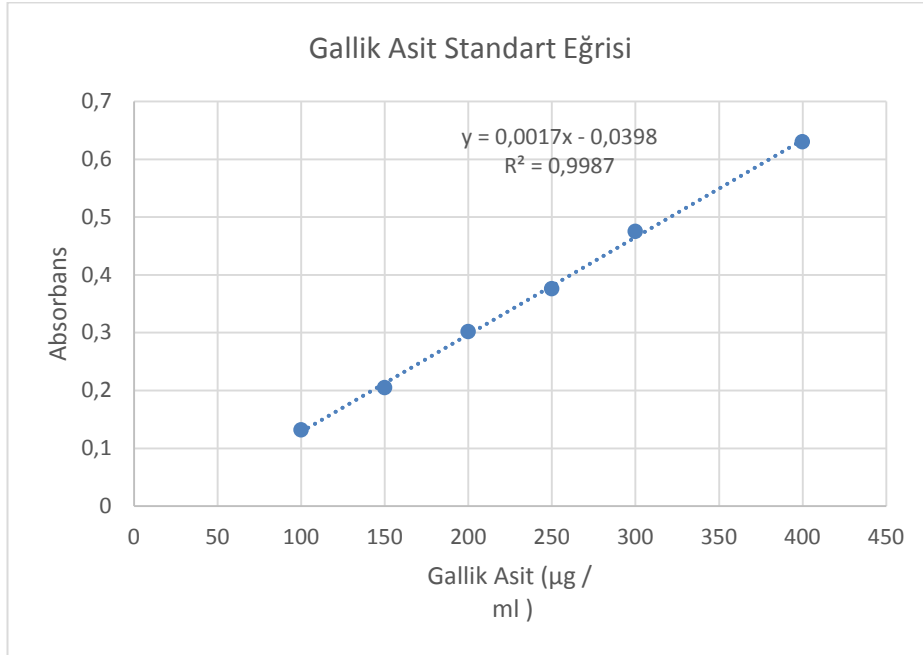
Agilent 1200 cihazı / RP-18 kolonu kullanılarak gradient elüsyon metodu ile 1 ml/dk akış hızında HPLC ile fenolik asitler analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar İstanbul Aydın Üniversitesi BAP 2018 /4 numaralı bilimsel araştırma projesinde elde edilen denklemlere göre hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Verilerin analizi SPSS 25 programı ile yapılmış ve %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Çalışmada ölçümlerin yöreye göre karşılaştırılmasında tek yönlü ANOVA testi, gruplar arasında çoklu karşılaştırma Tukey testi ile analiz edilmiştir.

4.1 Toplam Fenolik Madde Analizleri

Toplam fenolik madde tayini analizinde, örneklerin toplam fenolik madde miktarı gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verildi. Bu amaçla öncelikle gallik asit(100-400 µg/ml) kalibrasyon eğrisi çizildi. Gallik asit kalibrasyon eğrisi Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1: Gallik Asit Standart Eğrisi

Toplam fenolik madde analizi şekil 4.1.deki gallik asit kalibrasyon denkleminde yararlanılarak hesaplandı(Absorbans = 0,0017(Gallik Asit) – 0,0398).

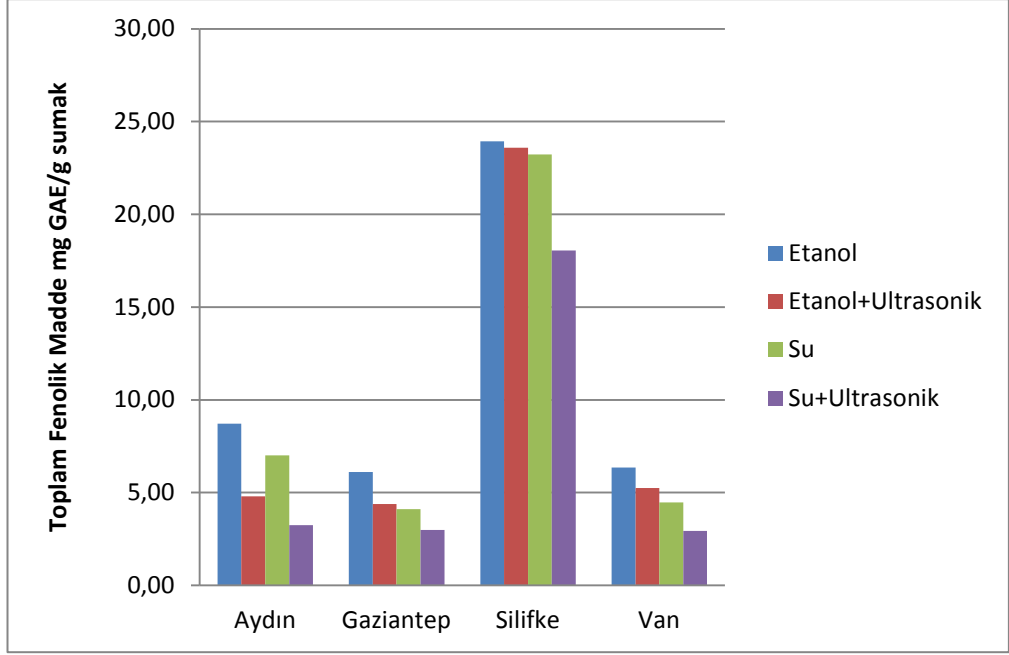
Çizelge 4.1: Toplam Fenolik Madde Tayini

Ekstrakt çeşitleri		Yöreye göre Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE / g Sumak)			
		Aydın	Gaziantep	Silifke	Van
Etanol	Etanol	8,71±0,29	6,12±0,89	23,94±1,48	6,36±0,07
	Etanol + Ultrasonik	4,79±0,29	4,36±0,19	23,58±0,05	5,26±0,27
Su	Su	7,00±0,43	4,12±0,09	23,22±1,92	4,48±0,09
	Su + Ultrasonik	3,26±0,01	2,99±0,26	18,06±1,80	2,93±0,17

Aydın yöresinde Fenolik Madde en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($8,71\pm 0,29$ mg GAE /g sumak), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($3,26\pm 0,01$ mg GAE/g sumak). Gaziantep yöresinde Toplam Fenolik Madde en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($6,12\pm 0,89$ mg GAE /g sumak), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($2,99\pm 0,26$ mg GAE /g sumak). Silifke yöresinde Toplam Fenolik Madde en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($23,94\pm 1,48$ mg GAE/g sumak), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($18,06\pm 1,80$ mg GAE/ g sumak). Van yöresinde Toplam Fenolik Madde en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($6,36\pm 0,07$ mg GAE/ g Sumak), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($2,93\pm 0,17$ mg GAE /g sumak).

Etanol ekstraktında en çok Toplam Fenolik Madde Silifke yöresinde ($23,94\pm 1,48$ mg GAE /g sumak) oluşmuş iken en az Gaziantep yöresinde ($6,12\pm 0,89$ mg GAE/g sumak) oluşmuştur. Etanol + Ultrasonik ekstraktında en çok Toplam Fenolik Madde Silifke yöresinde ($23,58\pm 0,05$ mg GAE/g sumak) oluşmuş iken en az Gaziantep yöresinde ($4,36\pm 0,19$ mg GAE /g sumak) oluşmuştur.

Su ekstraktında en çok Toplam Fenolik Madde Silifke yöresinde ($23,22\pm 1,92$ mg GAE /g sumak) oluşmuş iken en az Gaziantep yöresinde ($4,12\pm 0,09$ mg GAE /g sumak) oluşmuştur. Su + ultrasonik ekstraktında en çok Toplam Fenolik Madde Silifke yöresinde ($18,06\pm 1,80$ mg GAE/g sumak) oluşmuş iken en az Van yöresinde ($2,93\pm 0,17$ mg GAE /g sumak) oluşmuştur.



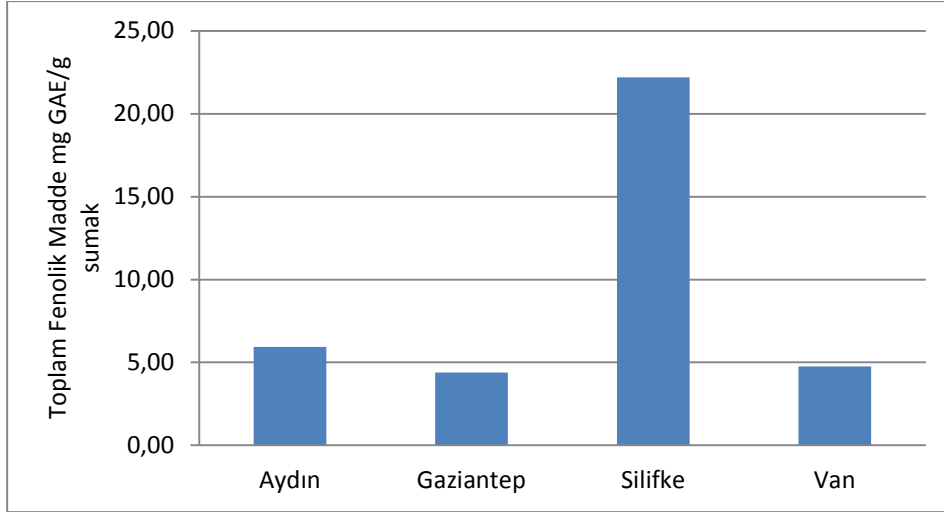
Şekil 4.2: Yörelere göre Toplam Fenolik Madde Miktarı Karşılaştırma

Çizelge 4.2: Toplam Fenolik Maddenin Yöreye göre Karşılaştırılması

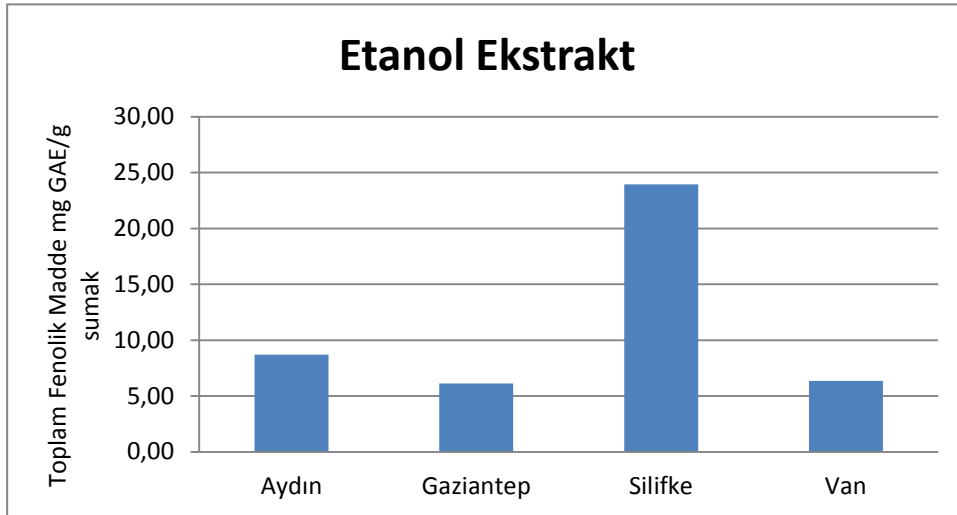
Yöre	Toplam Fenolik Madde	F	p*	Çoklu Karşılaştırma**
Aydın	5,94±0,51	82,485	0,000	Silifke-Aydın
Gaziantep	4,40±0,19			Silifke-Gaziantep
Silifke	22,20±1,44			Silifke-Van
Van	4,76±0,15			

*Tek yönlü ANOVA ; **Tukey

Toplam Fenonik Madde bakımından yöreler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p < 0,05$). Silifke sumağının Toplam Fenolik Madde miktarı en yüksek iken ($22,20 \pm 1,44$ mg GAE/g sumak) Gaziantep sumağının en düşüktür ($4,40 \pm 0,19$ mg GAE /g sumak). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre Silifke sumağı ile Aydın, Gaziantep, Van sumakları arasında Toplam Fenonik Madde bakımından fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

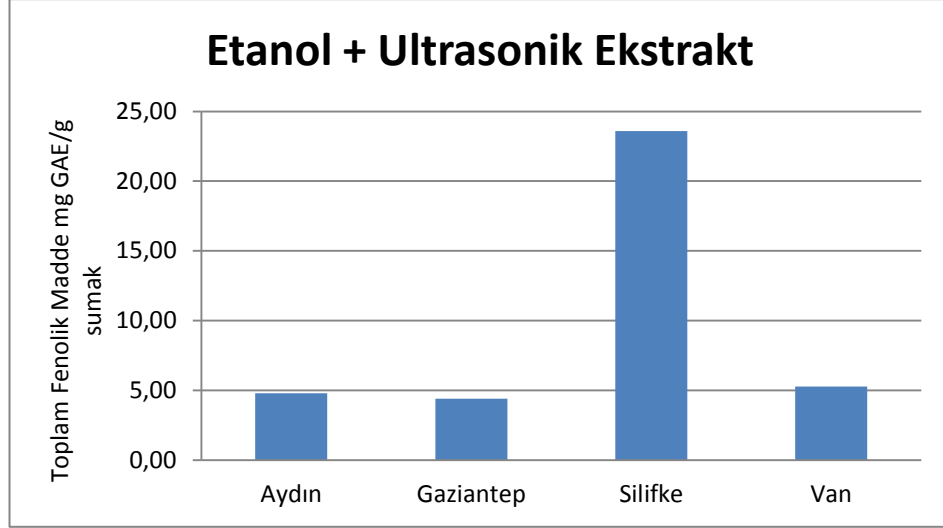


Şekil 4.3: Toplam Fenolik Madde Tayini



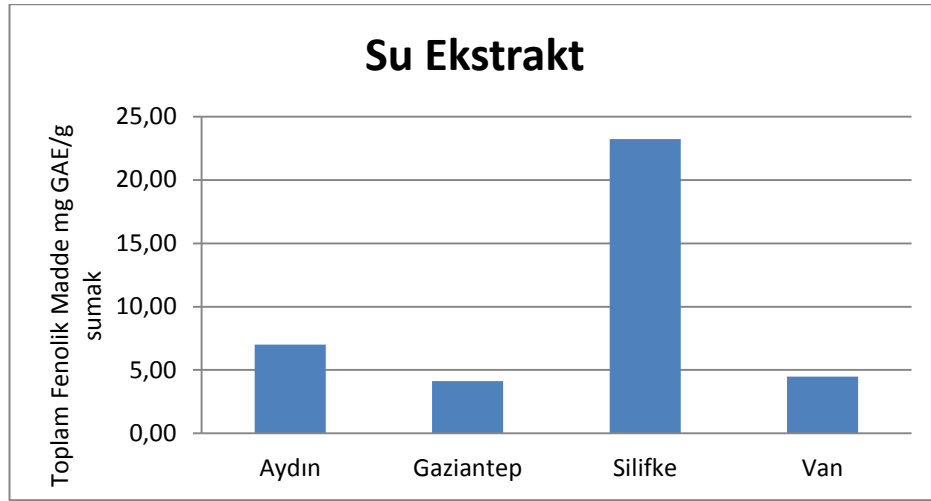
Şekil 4.4: Etanol Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini

Etanol ekstraktında Toplam Fenolik Madde en çok Silifke yöresinde iken ($23,94 \pm 1,48$ mg GAE /g sumak) Gaziantep yöresinde en azdır ($6,12 \pm 0,89$ mg GAE /g sumak).



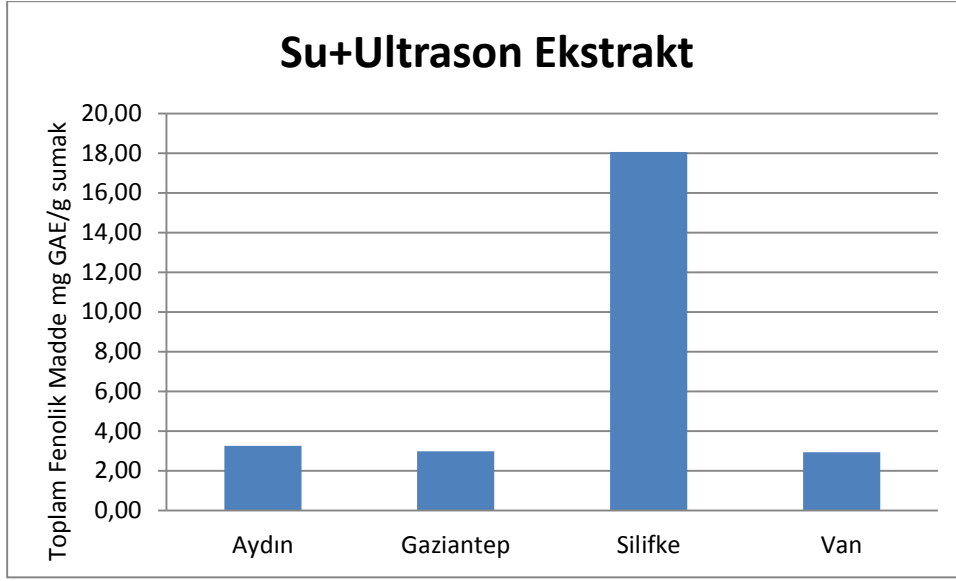
Şekil 4.5: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini

Etanol + su ekstraktında Toplam Fenolik Madde en çok Silifke yöresinde iken ($23,58 \pm 1,05$ mg GAE /g sumak) Gaziantep yöresinde en azdır ($4,36 \pm 0,19$ mg GAE /g sumak).



Şekil 4.6: Su Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini

Su ekstraktında Toplam Fenolik Madde en çok Silifke yöresinde iken ($23,22 \pm 1,92$ mg GAE /g sumak) Gaziantep yöresinde en azdır ($4,12 \pm 0,09$ mg GAE /g sumak).

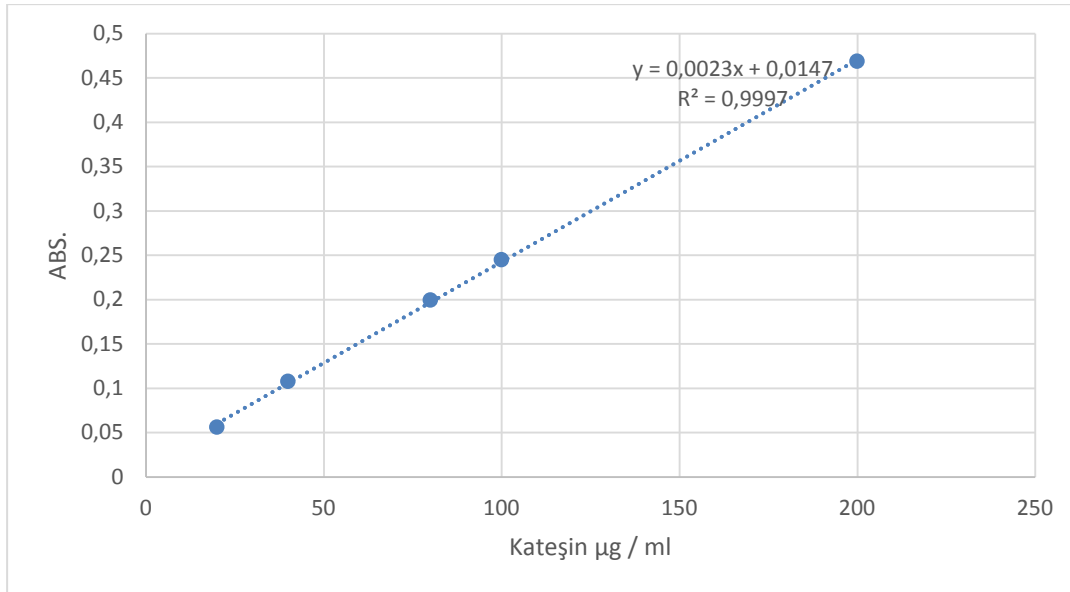


Şekil 4.7: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Madde Tayini

Etanol + su ekstraktında Toplam Fenolik Madde en çok Silifke yöresinde iken (18,06±1,80 mg GAE /g sumak), Van yöresinde en azdır (2,93±0,17 mg GAE /g sumak).

4.2.4.2 Toplam Flavonoid Madde Analizleri

Toplam flavonoid madde miktarı tayininde ekstraktların flavonoid madde miktarı, kateşin eşdeğeri olarak verildi. Bu amaçla öncelikle kateşin (20-200 µg/ml) kalibrasyon eğrisi çizildi.



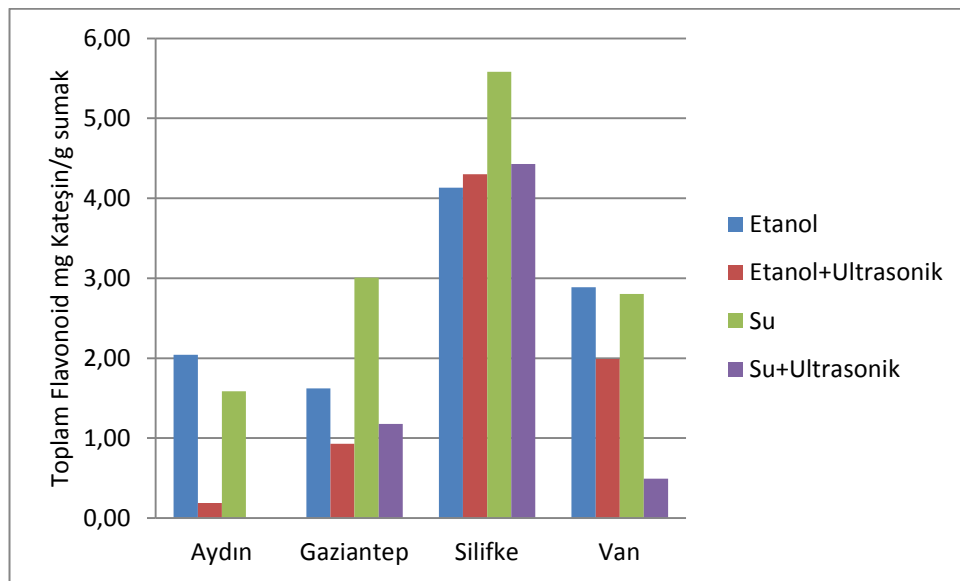
Şekil 4.8: Kateşin Standart Eğrisi

Toplam flavonoid madde tayini şekil 4.8.deki kateşin kalibrasyon denkleminden yararlanılarak hesaplandı (Absorbans=0,0023 (Kateşin) + 0,0147).

Çizelge 4.3: Toplam Flavonoid Madde Tayini

Ekstrakt çeşitleri		Yöreye göre Toplam Flavonoid Miktarı (mg Kateşin / g Sumak)			
		Aydın	Gaziantep	Silifke	Van
Etanol	Etanol	2,04±0,13	1,62±0,46	4,13±3,82	2,89±0,00
	Etanol + Ultrasonik	0,19±0,15	0,93±0,09	4,30±0,54	1,99±0,36
Su	Su	1,59±0,07	3,01±1,63	5,58±0,18	2,80±0,45
	Su + Ultrasonik	Te.	1,18±1,17	4,43±0,28	0,50±0,57

Aydın yöresinde Toplam Flavonoid en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken (2,04±0,13 mg kateşin / g sumak) su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (tayin edilemedi). Gaziantep yöresinde Toplam Flavonoid en çok su ekstraktında oluşmuş iken (3,01±1,63 mg kateşin / g sumak) , etanol + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (0,93±0,09 mg kateşin / g sumak). Silifke yöresinde Toplam Flavonoid en çok su ekstraktında oluşmuş iken (5,58±0,18 mg kateşin / g sumak), etanol ekstraktında en düşüktür (4,13±3,82 mg kateşin/ g sumak). Van yöresinde Toplam Flavonoid en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken (2,89±0,00 mg kateşin /g sumak), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (0,50±0,57 mg kateşin / g sumak).



Şekil 4.9: Toplam Flavonoid Madde Tayini

Etanol ekstraktında en çok Toplam Flavonoid Silifke yöresinde (4,13±3,82 mg kateşin/ g sumak)oluşmuş iken en az Gaziantep yöresinde (1,62±0,46 mg kateşin/ g sumak) oluşmuştur. Etanol + ultrasonik ekstraktında en çok Toplam Flavonoid Silifke yöresinde (4,30±0,54 mg kateşin/ g sumak) oluşmuş iken en az Aydın yöresinde (0,19±0,15mg kateşin/ g sumak) oluşmuştur. Su ekstraktında en çok Toplam Flavonoid Silifke yöresinde (5,58±0,18 mg kateşin/ g sumak) oluşmuş iken en az Aydın yöresinde (1,59±0,07 mg kateşin/ g sumak) oluşmuştur.

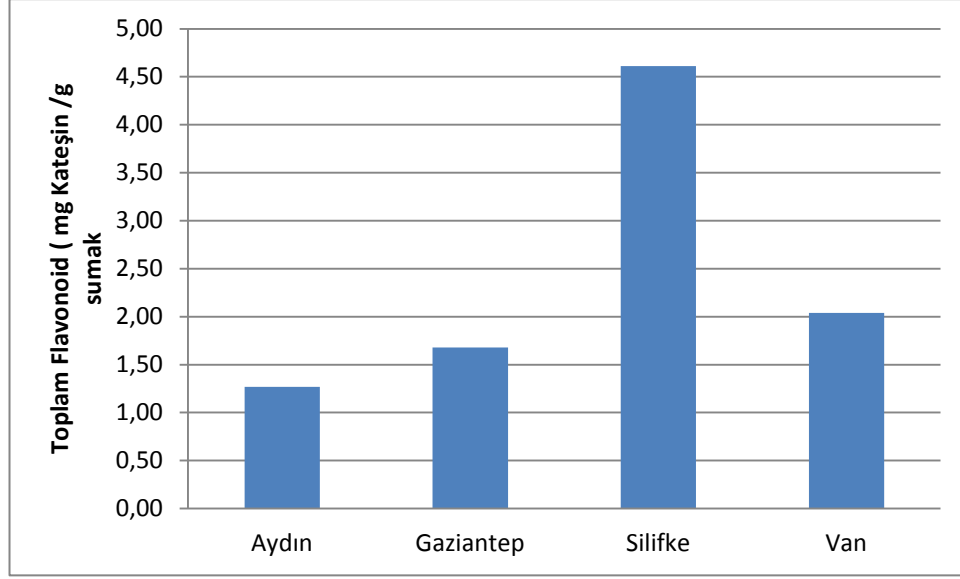
Su + ultrasonik ekstraktında en çok Toplam Flavonoid Silifke yöresinde (4,43±0,28 mg kateşin/ g sumak) oluşmuş iken en az Aydın yöresinde (tayı edilemedi)oluşmuştur.

Çizelge 4.4: Toplam Flavonoid Madde Miktarının Yöreye göre Karşılaştırılması

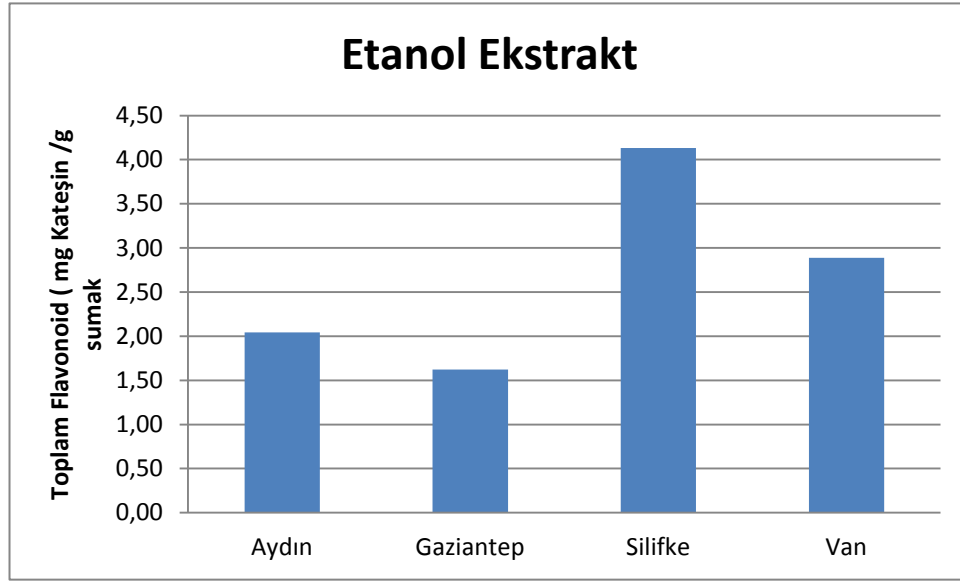
Yöre	Toplam Flavonoid	F	p*	Çoklu Karşılaştırma**
Aydın	1,27±0,12	5,608	0,005	Silifke-Aydın
Gaziantep	1,68±0,84			Silifke-Gaziantep
Silifke	4,61±1,21			
Van	2,04±0,35			

*Tek yönlü ANOVA ; **Tukey

Toplam Flavonoid miktarı bakımından yöreler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,05). Silifke sumağının Toplam Flavonoid miktarı en yüksek iken (4,61±1,21 mg kateşin/ g sumak) Aydın sumağının en düşüktür (1,27±0,12 mg kateşin/ g sumak). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre Silifke sumağı ile Aydın, Gaziantep sumakları arasında Toplam Flavonoid bakımından fark bulunmaktadır (p<0,05).

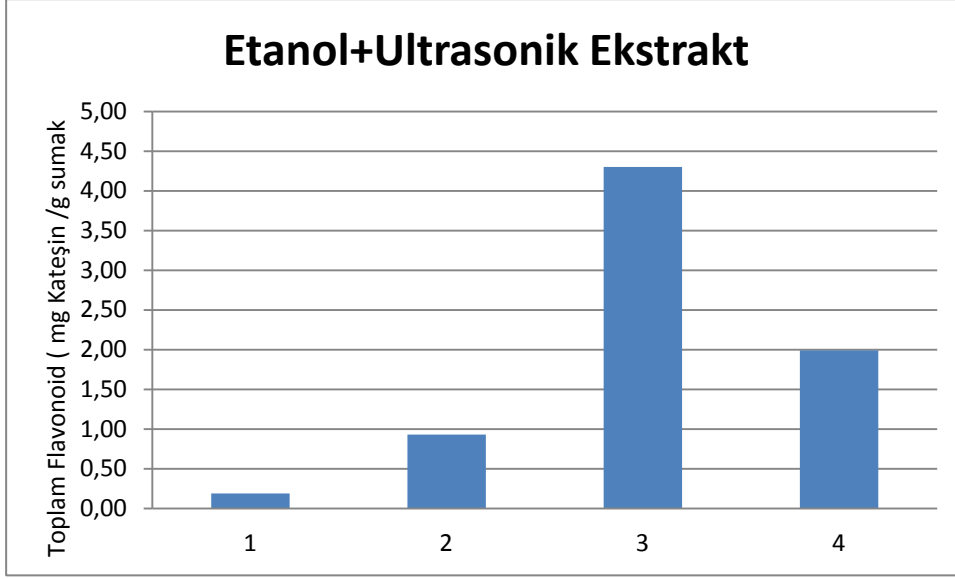


Şekil 4.10: Toplam Flavonoid Madde Miktarının Yöreye göre Karşılaştırılması



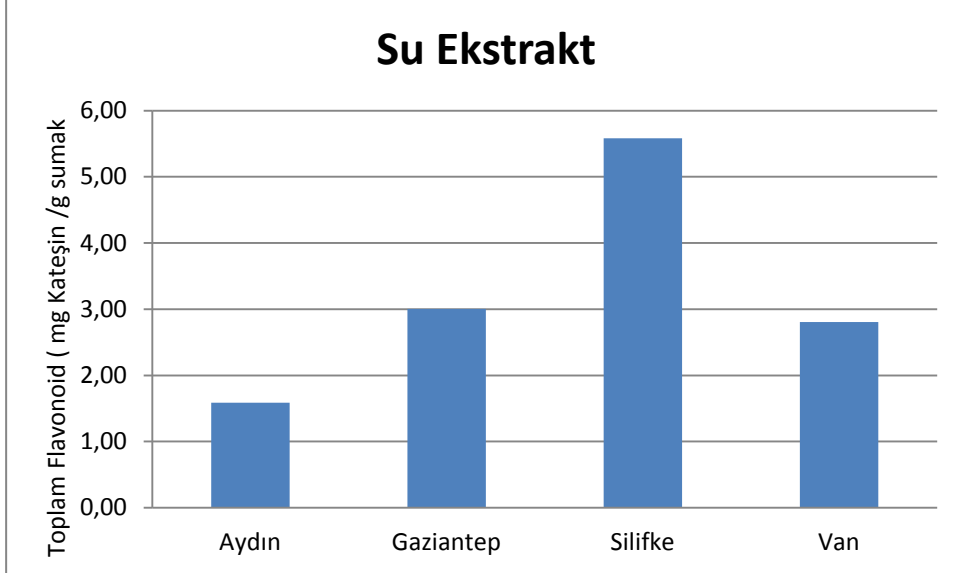
Şekil 4.11: Etanol Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini

Etanol ekstraktında Toplam Flavonoid Miktarı en çok Silifke yöresinde iken ($4,13 \pm 3,82$ mg kateşin / g sumak) Gaziantep yöresinde en azdır ($1,62 \pm 0,46$ mg kateşin / g sumak).



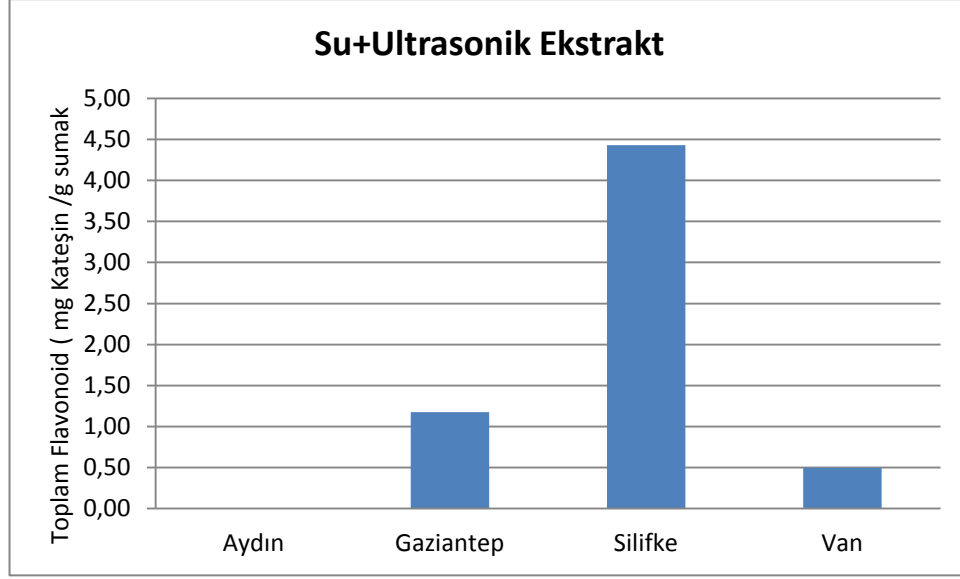
Şekil 4.12: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini

Etanol + ultrasonik ekstraktında Toplam Flavonoid Miktarı en çok Silifke yöresinde iken ($4,30\pm 0,54$ mg kateşin / g sumak) Aydın yöresinde en azdır ($0,19\pm 0,15$ mg kateşin / g sumak).



Şekil 4.13: Su Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini

Su ekstraktında Toplam Flavonoid Miktarı en çok Silifke yöresinde iken ($5,58\pm 0,18$ mg kateşin / g sumak) Aydın yöresinde en azdır ($1,59\pm 0,07$ mg kateşin / g sumak).



Şekil 4.14: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Flavonoid Madde Tayini

Su + ultrasonik ekstraktında Toplam Flavonoid Miktarı en çok Silifke yöresinde iken ($4,43 \pm 0,28$ mg kateşin / g sumak), Aydın yöresinde en azdır (Tayin edilemedi).

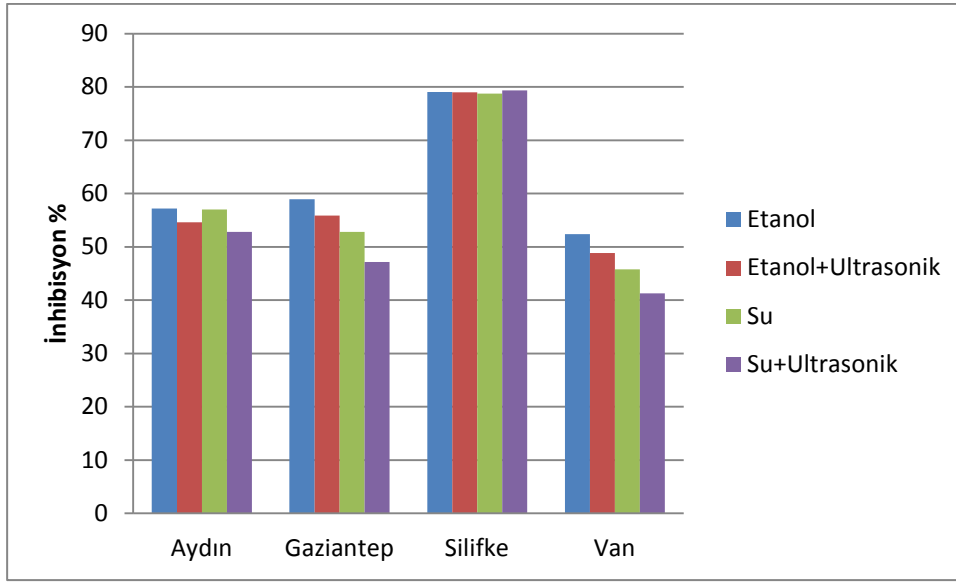
4.3 Antioksidan Aktivite Analizleri –DPPH Radikali Giderme Yöntemi

Çizelge 4.5: Antioksidan Aktivite Tayini

Ekstrakt çeşitleri	Yöreye göre % İnhibisyon			
	Aydın	Gaziantep	Silifke	Van
Etanol Etanol	$57,19 \pm 0,42$	$58,93 \pm 0,64$	$79,07 \pm 0,19$	$52,36 \pm 0,43$
	$54,60 \pm 0,56$	$55,89 \pm 0,44$	$79,01 \pm 0,71$	$48,81 \pm 0,66$
Su Su	$57,01 \pm 0,58$	$52,82 \pm 1,02$	$78,76 \pm 0,51$	$45,08 \pm 0,64$
	$52,82 \pm 0,47$	$47,18 \pm 0,74$	$79,36 \pm 0,80$	$41,25 \pm 0,36$

Aydın yöresinde İnhibisyon yüzdesi en yüksek etanol ekstraktında oluşmuş iken ($57,19 \pm 0,42$), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($52,82 \pm 0,47$). Gaziantep yöresinde İnhibisyon yüzdesi en yüksek etanol ekstraktında oluşmuş iken ($58,93 \pm 0,64$), su+ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($47,18 \pm 0,74$). Silifke yöresinde İnhibisyon yüzdesi en yüksek su + ultrasonik ekstraktında oluşmuş iken ($79,36 \pm 0,80$), su ekstraktında en düşüktür ($78,76 \pm 0,51$). Van yöresinde İnhibisyon yüzdesi en yüksek etanol ekstraktında oluşmuş iken ($52,36 \pm 0,43$), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($41,25 \pm 0,36$).

Etanol ekstraktında en çok İnhibisyon yüzdesi Silifke yöresinde ($79,07\pm 0,19$) oluşmuş iken en az Van yöresinde ($52,36\pm 0,43$) oluşmuştur. Etanol + ultrasonik ekstraktında en çok İnhibisyon yüzdesi Silifke yöresinde ($79,01\pm 0,71$) oluşmuş iken en az Van yöresinde ($48,81\pm 0,66$) oluşmuştur. Su ekstraktında en çok İnhibisyon yüzdesi Silifke yöresinde ($78,76\pm 0,51$) oluşmuş iken en az Van yöresinde ($45,08\pm 0,64$) oluşmuştur. Su + ultrasonik ekstraktında en çok İnhibisyon yüzdesi Silifke yöresinde ($79,36\pm 0,80$) oluşmuş iken en az Van yöresinde ($41,25\pm 0,36$) oluşmuştur.



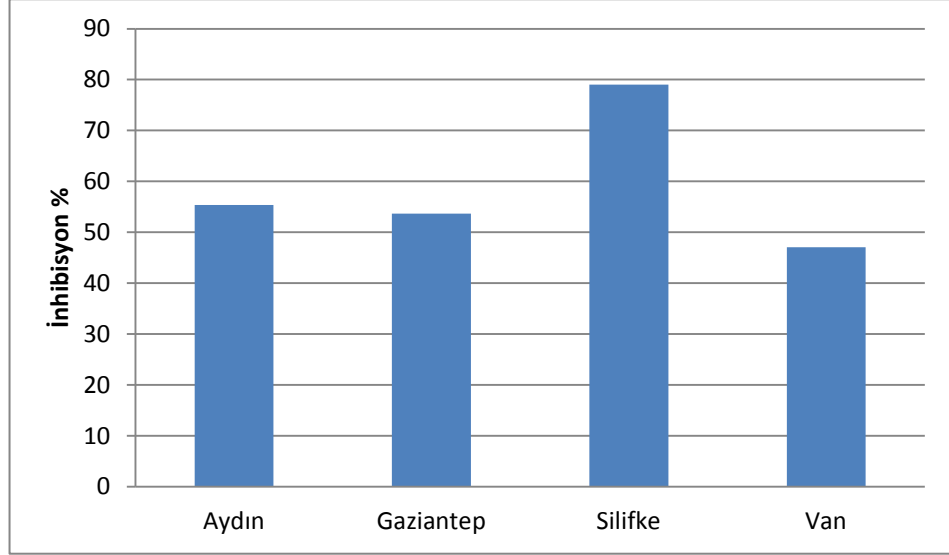
Şekil 4.15: Antioksidan Aktivite Tayini

Çizelge 4.6: İnhibisyon Yüzdesinin Yöreye göre Karşılaştırılması

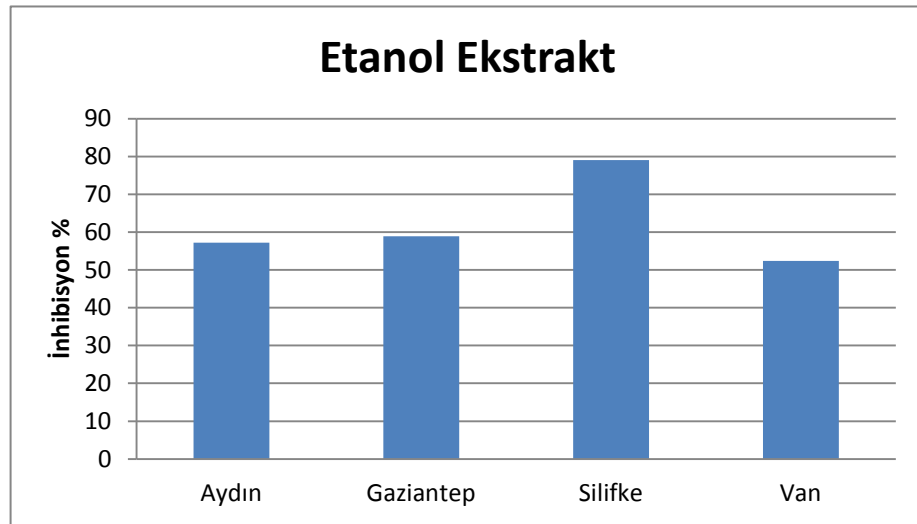
Yöre	İnhibisyon %	F	p*	Çoklu Karşılaştırma**
Aydın	55,40±0,50	9,645	0,001	Silifke-Van
Gaziantep	53,70±0,71			Silifke-Gaziantep Silifke-Aydın
Silifke	79,05±0,55			
Van	47,05±0,52			

*Tek yönlü ANOVA ; **Tukey

Inhibisyon yüzdesi bakımından yöreler arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). Silifke sumağının Inhibisyon yüzde miktarı en yüksek iken ($79,05 \pm 0,55$) Van sumağının en düşüktür ($47,05 \pm 0,52$). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre Silifke sumağı ile Gaziantep, Van ve Aydın sumakları arasında Inhibisyon yüzdesi bakımından fark bulunmaktadır ($p < 0,05$).

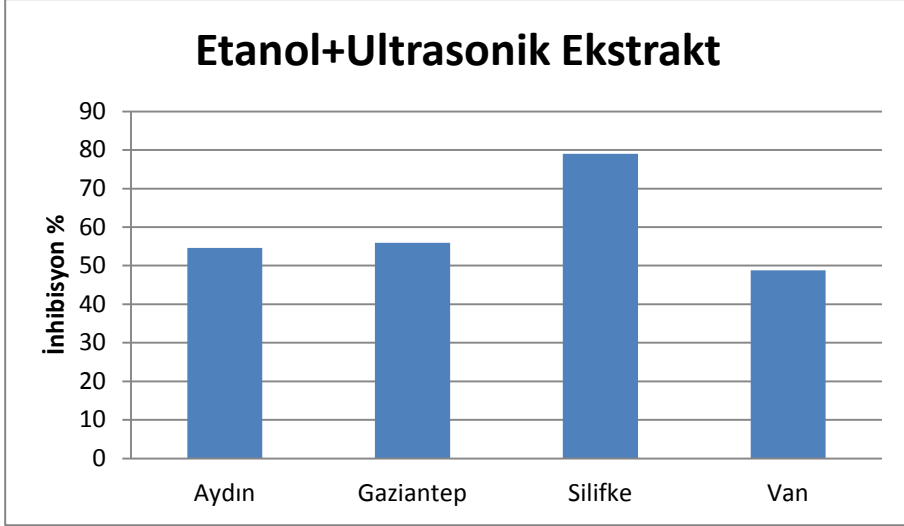


Şekil 4.16: Inhibisyon Yüzdesinin Yöreye göre Karşılaştırılması



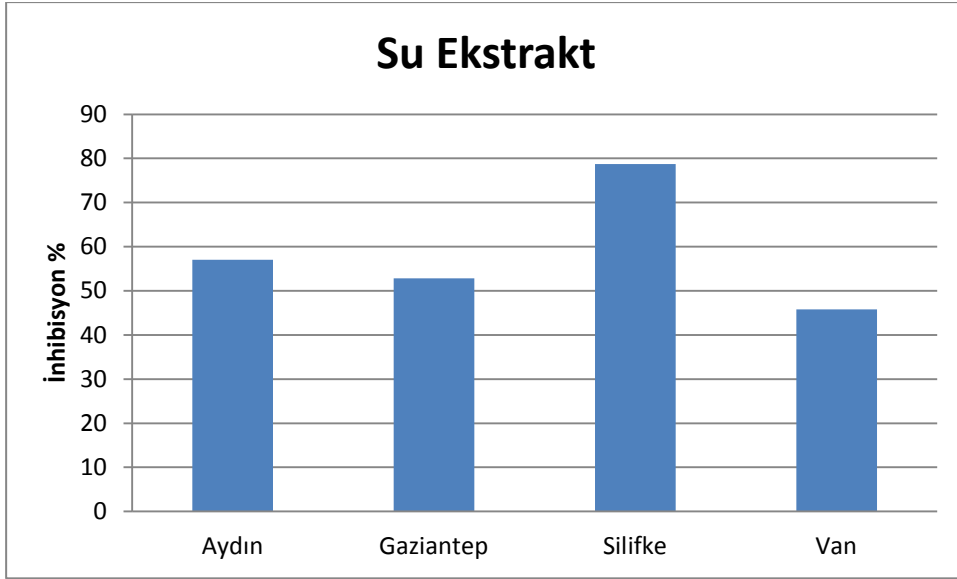
Şekil 4.17: Etanol Ekstraktında Inhibisyon Yüzdesi

Etanol ekstraktında Inhibisyon yüzdesi en çok Silifke yöresinde iken ($79,07 \pm 0,19$) Van yöresinde en azdır ($52,36 \pm 0,43$).



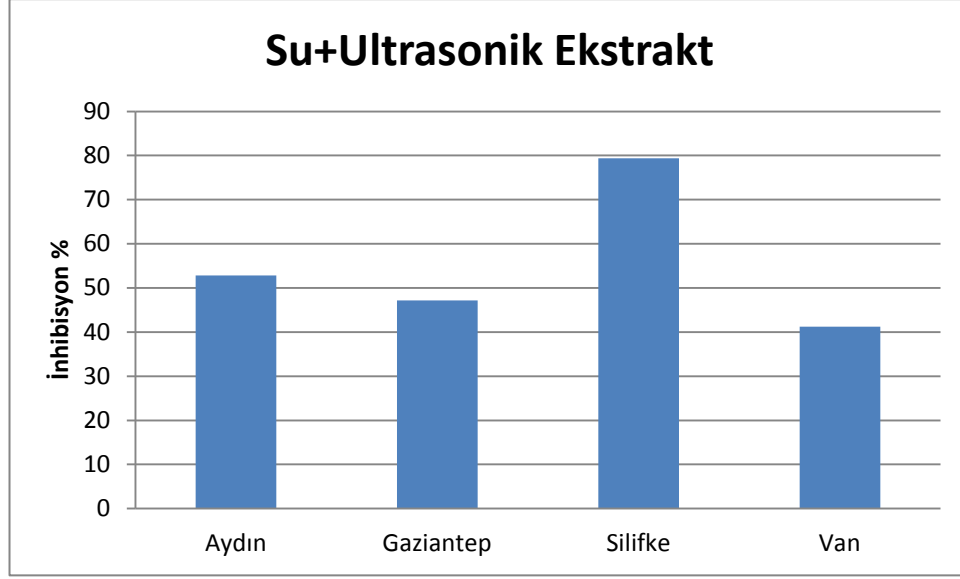
Şekil 4.18: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi

Etanol + ultrasonik ekstraktında İnhibisyon yüzdesi en çok Silifke yöresinde iken ($79,01\pm 0,71$) Van yöresinde en azdır ($48,81\pm 0,66$).



Şekil 4.19: Su Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi

Su ekstraktında İnhibisyon yüzdesi en çok Silifke yöresinde iken ($78,76\pm 0,51$) Van yöresinde en azdır ($45,08\pm 0,64$).

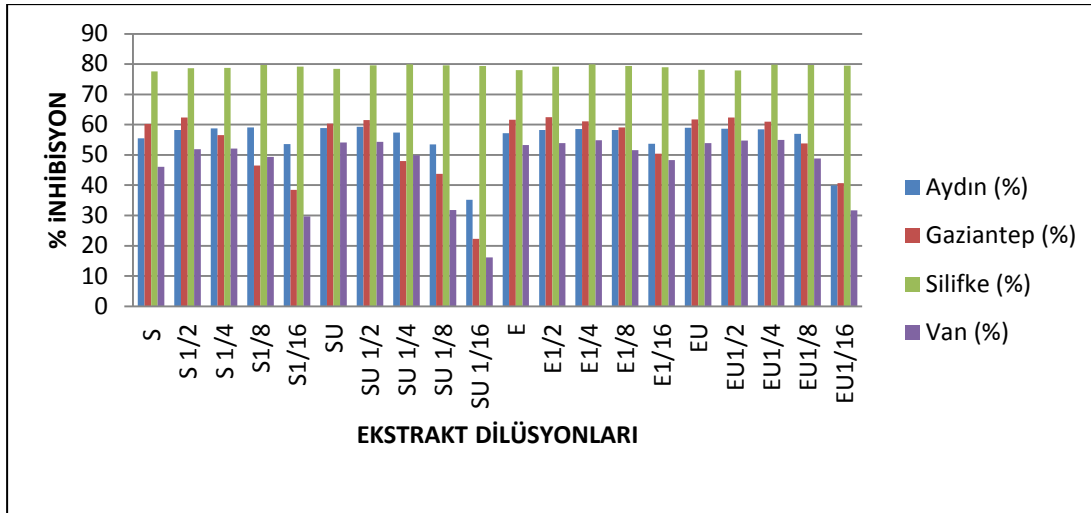


Şekil 4.20: Su + Ultrasonik Ekstraktında İnhibisyon Yüzdesi

Su+ultrasonik ekstraktında İnhibisyon yüzdesi en çok Silifke yöresinde iken ($79,36\pm 0,80$) Van yöresinde en azdır ($41,25\pm 0,36$).

Çizelge 4.7: Yöre Ekstrakt Dilüsyonlarına Göre İnhibisyon Yüzdeleri

Ekstraktlar	İller			
	Aydın (%)	Gaziantep (%)	Silifke (%)	Van (%)
S	56±1,45	60±0,43	78±0,64	46±0,86
S 1/2	58±0,28	62±0,35	79±0,31	52±0,61
S 1/4	59±0,84	57±0,69	79±0,22	52±0,29
S1/8	59±0,09	46±1,89	80±0,87	49±0,46
S1/16	54±0,23	38±1,72	79±0,50	30±0,98
SU	59±0,33	60±0,73	78±0,22	54±0,10
SU 1/2	59±0,86	62±0,89	80±1,48	54±0,07
SU 1/4	57±0,28	48±0,80	80±0,63	50±0,36
SU 1/8	53±0,57	44±0,99	80±1,11	32±0,44
SU 1/16	35±0,33	22±0,29	79±0,55	16±0,84
E	57±0,74	62±0,51	78±0,21	53±0,56
E1/2	58±0,16	62±0,44	79±0,32	54±0,26
E1/4	59±0,64	61±0,96	80±0,05	55±0,62
E1/8	58±0,01	59±0,41	79±0,03	52±0,56
E1/16	54±0,53	50±0,89	79±0,32	48±0,16
EU	59±0,28	62±0,39	78±0,02	54±0,81
EU1/2	59±0,79	62±0,13	78±1,96	55±0,55
EU1/4	58±0,57	61±0,91	80±0,44	55±0,26
EU1/8	57±0,67	54±0,52	80±0,39	49±1,24
EU1/16	40±0,49	41±0,23	79±0,74	32±0,46



Şekil 4.21: Yöre Ekstrakt Dilüsyonlarına Göre İnhibisyon Yüzdeleri

4.4 HPLC Cihazı ile Çalışma -Toplam Fenolik Asit Miktarı Tayini

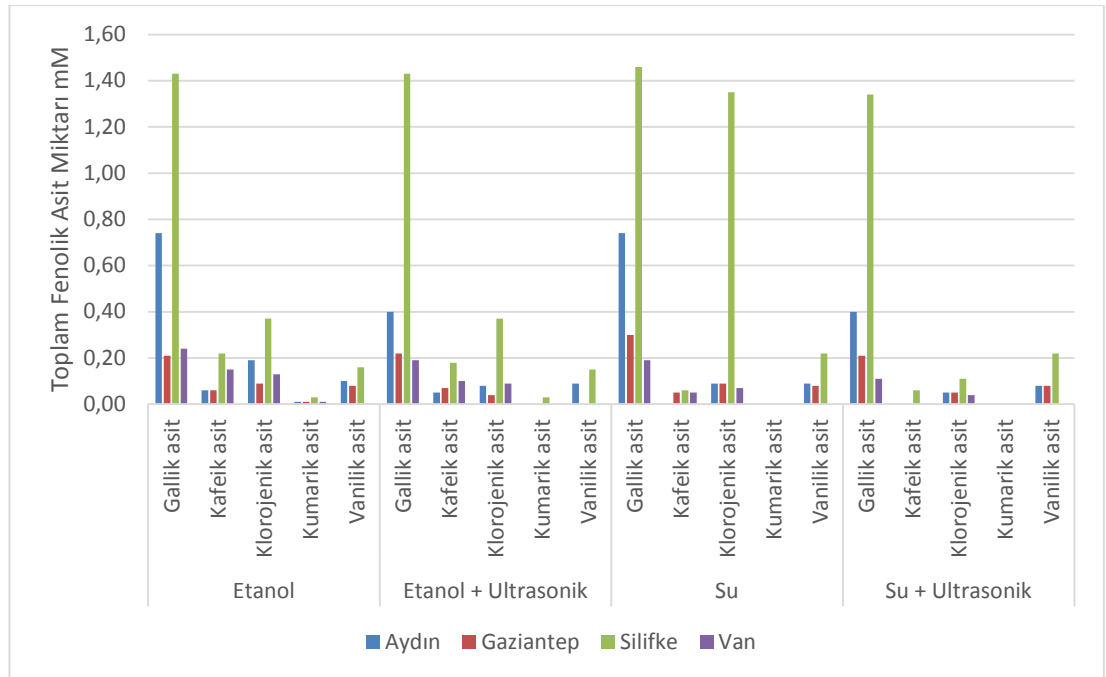
Çizelge 4.8: Toplam Fenolik Asit Tayini

Ekstrakt	Fenolik Asit Çeşiti	Yörelere göre Toplam Fenolik Asit Miktarı (mM)			
		Aydın	Gaziantep	Silifke	Van
Etanol	Gallik asit	0,74	0,21	1,43	0,24
	Kafeik asit	0,06	0,06	0,22	0,15
	Klorojenik asit	0,19	0,09	0,37	0,13
	P-Kumarik asit	0,01	0,01	0,03	0,01
	Vanilik asit	0,10	0,08	0,16	Te.
	Toplam	1,10	0,45	2,21	0,53
Etanol + Ultrasonik	Gallik asit	0,40	0,22	1,43	0,19
	Kafeik asit	0,05	0,07	0,18	0,10
	Klorojenik asit	0,08	0,04	0,37	0,09
	P-Kumarik asit	Te.	Te.	0,03	Te.
	Vanilik asit	0,09	Te.	0,15	Te.
	Toplam	0,62	0,33	2,16	0,38
Su	Gallik asit	0,74	0,30	1,46	0,19
	Kafeik asit	Te.	0,05	0,06	0,05
	Klorojenik asit	0,09	0,09	1,35	0,07
	P-Kumarik asit	Te.	Te.	Te.	Te.
	Vanilik asit	0,09	0,08	0,22	Te.
	Toplam	0,92	0,52	3,09	0,31
Su + Ultrasonik	Gallik asit	0,40	0,21	1,34	0,11
	Kafeik asit	Te.	Te.	0,06	Te.
	Klorojenik asit	0,05	0,05	0,11	0,04
	P-Kumarik asit	Te.	Te.	Te.	Te.
	Vanilik asit	0,08	0,08	0,22	Te.
	Toplam	0,53	0,34	1,73	0,15

Aydın yöresinde su ve su + ultrasonik ekstraktında Kafeik asit, p-kumarik asit tayin edilemedi. Aydın yöresi etanol +ultrasonik ekstraktında p-kumarik asit tayin edilemedi. Gaziantep yöresinde etanol + ultrasonik ekstraktında

p-kumarik asit ,vanilik asit; su ekstraktında p-kumarik asit,su + ultrasonik ekstraktında kafeik asit, p-kumarik asit tayin edilememiştir. Silifke yöresinde su ekstraktında p-kumarik asit, su+ultrasonik ekstraktında p-kumarik asit tayin edilemedi. Van yöresinde etanol ekstraktında vanilik asit, etanol+ultrasonik ekstraktında p-kumarik asit ve vanilik asit, su ekstraktında p-kumarik asit, vanilik asit, su+ultrasonik ekstraktında kafeik asit ,p-kumarik asit ve vanilik asit tayin edilemedi.

Aydın yöresinde en yüksek Toplam Fenolik Asit Miktarı etanol ekstraktında iken (1,10 mM), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (0,53 mM). Gaziantep yöresinde en yüksek Toplam Fenolik Asit Miktarı su ekstraktında iken (0,52 mM), etanol + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (0,33 mM). Silifke yöresinde en yüksek Toplam Fenolik Asit Miktarı su ekstraktında iken (3,09 mM), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (1,73 mM). Van yöresinde en yüksek Toplam Fenolik Asit Miktarı etanol ekstraktında iken (0,53 mM), su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (0,15mM).



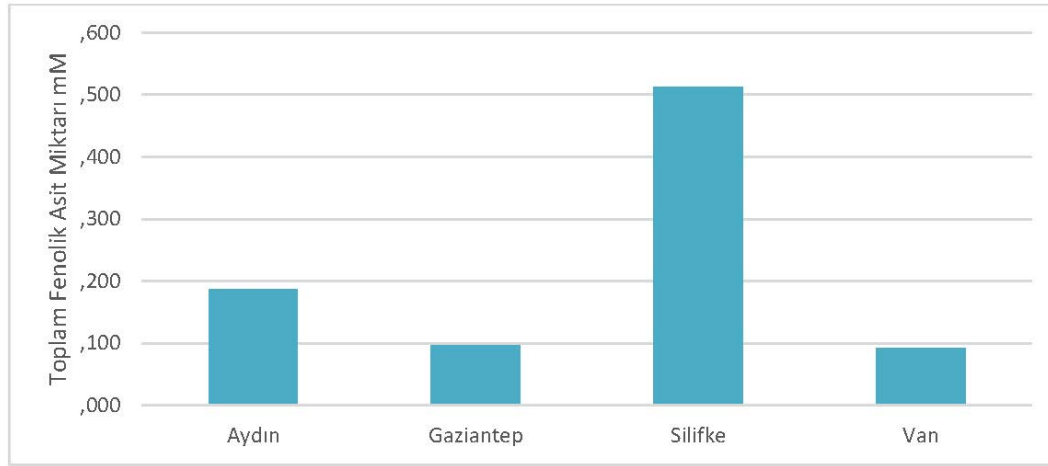
Şekil 4.22: Toplam Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreye göre Karşılaştırılması

Çizelge 4.9: Toplam Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreye göre Karşılaştırılması

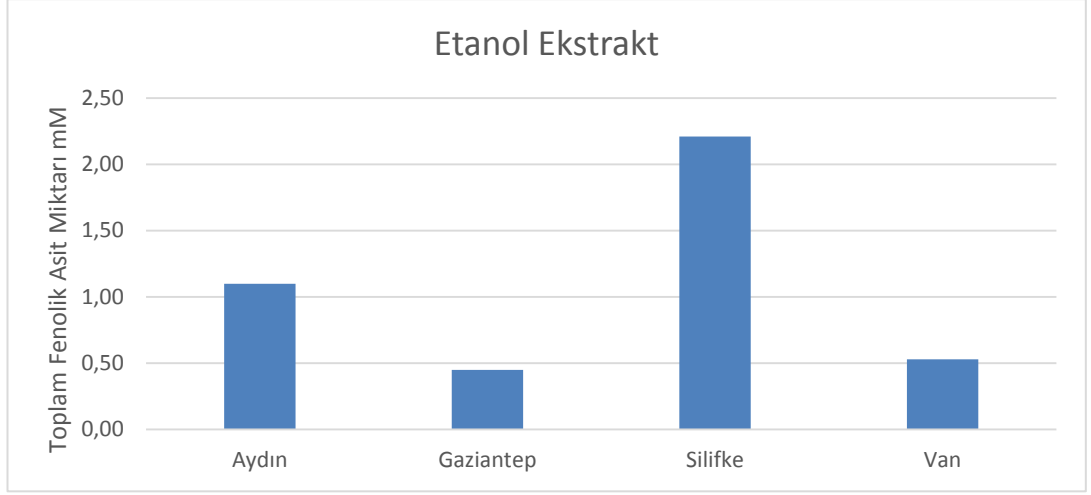
Yörelere	Toplam Fenolik Asit miktarı (mM)	F	p*	Çoklu Karşılaştırma**
Aydın	0,19±0,24	6,352	0,001	Silifke-Aydın
Gaziantep	0,10±0,09			Silifke-Gaziantep
Silifke	0,51±0,58			Silifke-Van
Van	0,09±0,08			

*Tek yönlü ANOVA ; **Tukey

Toplam Fenolik Asit miktarı bakımından yörelere arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Silifke sumağının Toplam Fenolik Asit miktarı en yüksek iken ($0,51±0,58$ mM) Van sumağının en düşüktür ($0,09±0,08$ mM). Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre Silifke sumağı ile Aydın, Gaziantep, Van sumakları arasında Toplam Fenolik Asit miktarı bakımından fark bulunmaktadır ($p<0,05$).

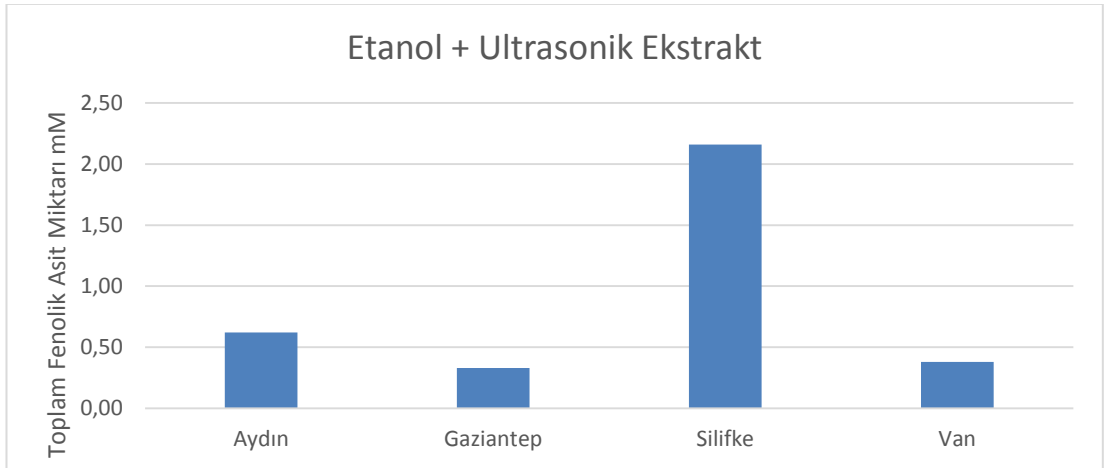


Şekil 4.23: Fenolik Asit Miktarı Ölçümünün Yöreye göre Karşılaştırılması



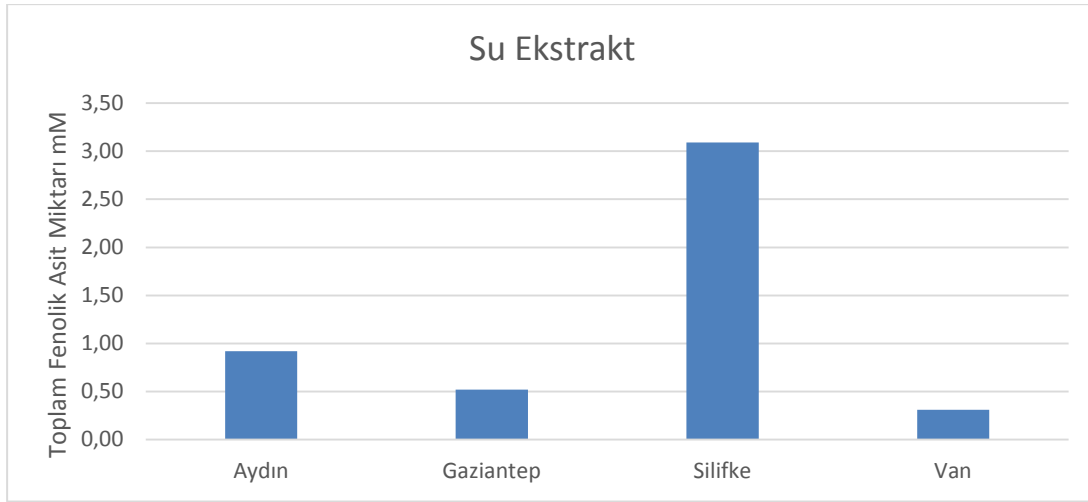
Şekil 4.24: Etanol Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı

Etanol ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı en çok Silifke yöresinde iken (2,21 mM) Gaziantep yöresinde en azdır (0,45 mM).



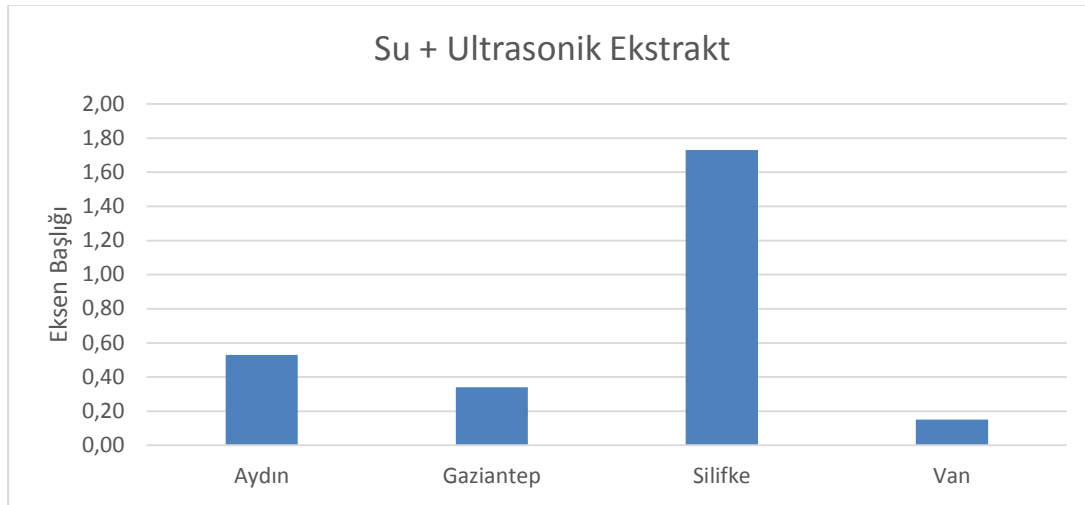
Şekil 4.25: Etanol + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı

Etanol+ultrasonik ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı en çok Silifke yöresinde iken (2,16 mM) Gaziantep yöresinde en azdır (0,33mM).



Şekil 4.26: Su Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı

Su ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı en çok Silifke yöresinde iken (3,09 mM) Van yöresinde en azdır (0,31mM).



Şekil 4.27: Su + Ultrasonik Ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı

Su + ultrasonik ekstraktında Toplam Fenolik Asit Miktarı en çok Silifke yöresinde iken (1,73 mM) Van yöresinde en azdır (0,15mM).

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Doğada ya da insan eliyle yetiştirilmiş bitkiler, insanlığın var olduğu ve yemek kültürünün oluşmaya başladığı zamanlardan bu yana yiyeceklerin aromalarının verilmesinde (Shelef, 1983), yiyeceklerde arzu edilmeyen kokuların ortadan kaldırılmasında (Giese, 1994) kullanılmıştır. Bitkilerin en önde gelen kullanım alanlarından bir tanesi de tedavi maksatlı kullanılmasıdır. Yakın döneme kadar geleneksel biçimde sürdürülen tedavi yöntemleri, 1900'lü yılların başı itibarıyla bir değişim geçirmiş, gıda ve tedavi sahalarında kullanılan bitkiler bilimsel yöntemlerle araştırılmaya ve üzerinde çeşitli deneyler yapılmaya başlanmıştır (Dığrak ve ark.,1998). Dünya coğrafyasında baharat ve tedavi maksatlı kullanımı olan bitki sayısının 20000 dolaylarında olduğu WHO (Dünya Sağlık Örgütü)'nun raporunda belirtilmiştir (Kalaycıoğlu ve Öner, 1994). Çeşitli kimyasal maddelerin yiyecek ve içeceklerde koruyucu ve tat verici olarak kullanılmasının insan sağlığı açısından sakınca doğurduğunun ortaya konulması ve baharat kullanımının faydalarının anlaşılması sonucunda yiyecek ve içecek ürünlerinde baharat kullanım alışkanlığının önemi artmıştır (Gürson ve Özçelikay, 2005; Allahghadri ve ark.,2010).

Alan yazında yer alan çalışmalarda sebze, meyve ve bitkilerin tüketilmesinin kardiyovasküler hastalıkları engellediği ve kanser ile karşılaşma olasılığını düşürdüğü ifade edilmiştir (Heinonen ve ark., 1996). Sebze, meyve ve bitkilerin sahip olduğu bu niteliklerin kendi içlerinde bulunan antioksidan maddeler sebebiyle olduğu belirtilmektedir. Söz konusu antioksidan maddeler içinde buldukları çeşitli besin gruplarının korunma durumlarını iyileştirmekte, depo edilmiş besin gruplarının bozunuma uğrama zamanlarını daha da uzatmaktadır. Bu sebeple pek çok antioksidan madde gıda endüstrisinde sağlamış olduğu faydalar göz önünde bulundurularak değerlendirilmektedir (Lee ve ark., 2000).

Bu çalışmada Türkiye sınırları içerisinde çeşitli bölgelerde (Aydın, Gaziantep, Silifke ve Van) yetiştirilen sumak çeşitlerinin fenolik bileşiklerinin miktarı, antioksidan aktivite seviyeleri, flavonoid madde miktarı ve fenolik bileşik

miktarları araştırılmıştır. Dört farklı bölgede yetişen sumak baharatından hazırlanmış örnekler, su, su-ultrasonik, etanol ve etanol-ultrasonik ekstratları alan yazında yer alan ve uygulama sahası olan yöntemlerle yapılmış olup, oluşturulan ekstratların ölçümleri ayrı olacak şekilde değerlendirmeye tabii tutulmuştur.

Çalışmamızda Aydın, Gaziantep, Silifke ve Van yörelerinde yetişen sumakta en çok fenolik madde etanol ekstratında tespit edilmiştir. Altıok ve ark. (2006)'nın sumak, nane, karabiber, kekik ve kırmızı biber baharatlarının fenolik bileşik miktarlarını araştırdığı çalışmalarında en çok fenolik bileşik miktarı sumakta tespit edilmiştir. Koşar ve ark. (Koşar ve ark., 2002)'nin çalışmasında sumak bitkisinde yer alan fenolik asitin %90'nı gallik asitten meydana geldiği ifade edilmiştir. Demirkol (2010)'un Türkiye'deki baharat türlerindeki antioksidan seviyelerini incelediği doktora çalışmasında sumak (*R.coriaria*) bitkisinin antioksidan düzeyinin yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Ünver (2006)'in sumak bitkisine ait perikarpların antioksidan aktiviteleri ve fenolik madde miktarlarının incelendiği çalışmasında gallik asit eşdeğeri fenolik maddenin en az Çanakkale (145,98 mg/ GE/g) ve Kastamonu (145,92 mg GE/g) yörelerinde yetişen sumak bitkisinde, en fazla Kahramanmaraş yöresinde yetişen sumak bitkisinde bulunmuştur. Yine aynı çalışmada bölgelere göre sumaklarda fenolik içeriğin yarı yarıya olacak şekilde değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Çalışmamızda Silifke yöresinde yetiştirilen sumak bitkisinin fenolik madde miktarı dört ekstratta da diğer bölgelerde yetiştirilen sumak bitkilerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Antioksidan içeriğinin etkin olarak tespit edilmesinde öne çıkan parametrelerden en önemlisi fenolik maddelerdir (Benavente-Garcia,2000). Bu madde çeşitleri gıdanın sahip olduğu antioksidan kapasitesinde farklılık yaratabilse de genellikle fenolik içerikle antioksidan aktivite arasında bir uyumluluk söz konusudur. Bu yüzden ekstratta yer alan fenolik maddelerin antioksidan aktivitesinden kaynaklı olduğu ifade edilmektedir (Odabaşoğlu ve ark.,2000; Halıcı, 2008; Odabaşoğlu ve ark., 2005). Çalışmamızda Silifke yöresinde yetiştirilen sumak bitkisinin fenolik asit madde miktarı dört ekstratta da diğer bölgelerde yetiştirilen sumak bitkilerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Buna göre Silifke yöresinde yetiştirilen sumak bitkisinin etanol

ekstraktında 1,43 mM Gallik asit, 0,22 mM Kafeik asit, 0,37mM Klorojenik asit, 0,03mM Kumarik asit ve 0,16 mM Vanilik asit bulunmuştur. Fenolik asit madde tayini, fenolik asit miktarı ve flavonoid madde miktarı sumak bitkisinde bulunan antioksidant aktivite seviyeleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu durumda sumağın fenolik ve flavonoid madde miktarları ile antioksidan tayinin anlaşılacağı literatürde belirtildiği üzere çalışmamızda da gözlemlenmiştir.

Aydın (2011)'in çalışmasında sumak bitkisi için su, su-etanol, metanol ve kloroform ekstraktlarında yüksek seviyede antioksidant aktiviteye rastlanmıştır. Bizim çalışmamızda metanol ve kloroform ekstraktları kullanılmamış olup, su, su-etanol ekstraktları kullanılmıştır. Yörelere ait sumakların antioksidan aktivite tayininde ekstraktların inhibisyon yüzdeleri birbirine yakın bulunmuş olup, ekstraktlar arasında ayırt ediciliğin olmadığı ifade edilebilir. Ayrıca çalışmamızda antioksidan aktivite tayini için uygulanan DPPH yöntemi sonucunda hazırlanan dört ekstrakt için Silifke yöresinde yetiştirilen sumağın inhibisyon yüzdesinin diğer bölgelerde yetiştirilen sumaktan daha fazla olduğu bulunmuş, diğer üç yörede yetişen sumağın inhibisyon yüzdesinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.

Ünver (2006)'in Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde (Hatay, Kastamonu, Çanakkale, İskenderun, Kahramanmaraş, Manisa, Silifke Mut, Hakkari, Siirt) yetişen sumak bitkisinin ve onun çekirdeklerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini araştırdığı doktora çalışmasında sumak bitkisi perikarpının metanol ve etanol olerezinleri sağlanmış, bunların antioksidan aktiviteleri ve fenolik madde miktarları da araştırılmıştır. Ünver (2006)'in çalışmasında en çok gallik asit miktarı Kastamonu bölgesinde (71,71 mg/g) yetiştirilen sumak bitkisinde, en az gallik asit miktarı ise Siirt ve Hatay bölgelerinden (19,29 mg/g ve 22,22 mg/g) alınan sumak örneklerinde tespit edilmiştir. Sumak bitkisinin yaprak kısımları %15-20 civarında fenolik bileşik içermektedir. Bu bileşik genellikle hidrolize edilebilen tanenler biçimindedir. Toplam fenolik madde miktarının %5-10'u arasındaki miktarlar flavonoid ya da tanendir. Baytop (1999) sumak bitkisinin ekstraktlarının %4 oranında flavonoid ihtiva ettiğini ifade etmiştir. Ünver (2006)'in çalışmasında Hakkari yöresine ait sumak ekstraktlarının Hatay ve Siirt örneklerinden daha düşük ve çalışmadaki diğer bölgelerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Güvenç ve Koyuncu (1984)'nin çalışmasında ise Derici Sumağının

(*R. coriaria*) çekirdek kısımlarında flavonoid olmadığı belirtilmiştir. Çalışmamızda Silifke yöresinde yetiştirilen sumak bitkisinin flavonoid madde miktarı dört ekstraktta da diğer bölgelerde yetiştirilen sumak bitkilerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Aydın yöresinde toplam flavonoid madde en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($2,04 \pm 0,13$ mg kateşin / g sumak) su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür (tayin edilemedi.). Gaziantep yöresinde toplam flavonoid en çok su ekstraktında oluşmuş iken ($3,01 \pm 1,63$ mg kateşin / g sumak) etanol + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($0,93 \pm 0,09$ mg kateşin / g sumak). Silifke yöresinde toplam flavonoid en çok su ekstraktında oluşmuş iken ($5,58 \pm 0,18$ mg kateşin / g sumak) etanol ekstraktında en düşüktür ($4,13 \pm 3,82$ mg kateşin/ g sumak). Van yöresinde toplam flavonoid en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken ($2,89 \pm 0,00$ mg kateşin / g sumak) su + ultrasonik ekstraktında en düşüktür ($0,50 \pm 0,57$ mg kateşin / g sumak). Bölgelerden alınan örneklere göre hazırlanan ekstraktlardan su ve ethanol ekstratlarının daha yüksek miktarda flavonoid madde miktarını tespit etmeye imkan verdiği söylenebilir.

Mavlyanov ve ark. (1997)'nin Düz Sumak (*R. glabra*), Derici Sumağı (*R. coriaria*) ve Amerikan Sumağı (*R. typhina*) perikaplarında saptadığı organik asit yüzdesi %5-7 arasında olup, *R. coriaria*'nın içinde en çok sitrik, malik, tartarik ve fumarik asit bulunmuştur. Ayrıca malik asit yüzdesi toplam asitler arasında %25'inin kapsadığı aktarılmıştır. Çalışmamızda dört ekstraktlardan gallik asit miktarı en çok Silifke yöresine ait sumak örneklerinde bulunmuştur. En düşük gallik asit miktarı ise etanol ekstraktı hariç diğer ekstraktlar arasında Van bölgesindeki sumak örneğinde tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmamızda Silifke yöresinde yetişen sumak bitkisinin diğer araştırma bölgelerinde yetişen sumak bitkilerinden daha yüksek antioksidan seviyesine sahip olduğu, flavonoid ve fenolik asit miktarlarının da daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre; Aydın, Gaziantep, Silifke, Van yörelerinde fenolik madde en çok etanol ekstraktında oluşmuştur. Tüm ekstraktlarda ise Silifke yöresinde en çok fenolik madde bulunmaktadır. Silifke sumağı ile Aydın, Gaziantep, Van sumakları toplam fenolik madde bakımından fark göstermektedir. Silifke sumağında en çok fenolik madde gözlenmiştir.

Aydın, Van yörelerinde en çok flavonoid etanol ekstraktında oluşmuş iken Gaziantep ve Silifke yörelerinde su ekstraktlarında oluşmuştur. Silifke sumacı ile Aydın ve Gaziantep sumakları toplam flavonoid madde bakımından fark göstermektedir. Silifke sumacında en çok toplam flavonoid gözlenmiştir.

Aydın, Gaziantep, Van yörelerinde inhibisyon yüzdesi en çok etanol ekstraktında oluşmuş iken Silifke yöresinden en çok su + ultrasonik ekstraktında oluşmuştur. Silifke sumacı ile Gaziantep, Van ve Aydın sumakları arasında inhibisyon yüzdesi bakımından fark bulunmaktadır. İnhibisyon yüzdesi Silifke sumacında en yüksektir.

Aydın, Gaziantep, Silifke yörelerinden Fenolik Asit en çok su ekstraktında oluşmuş iken Van yöresinde en çok etanol ekstraktında oluşmuştur. Tüm yörelerde ve ekstraktlarda fenolik asitlerden Gallik Asit miktarı en yüksektir. Toplam Fenolik Asit miktarı yöreye göre fark göstermektedir. Silifke sumacı ile Aydın, Gaziantep, Van sumakları arasında Toplam Fenolik Asit miktarı bakımından fark bulunmaktadır. Silifke sumacında Fenolik Asit miktarı en yüksektir.

KAYNAKLAR

- Abu-Reida, I. M., Jamous, R. M., & Ali-Shtayeh, M. S.** (2014). Phytochemistry, pharmacological properties and industrial applications of *Rhus coriaria* L. (Sumac). *Jordan Journal of Biological Sciences*, 147(1573), 1-12.
- Acar, J., & Gökmen, V.** (2005). *Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri, Gıda Kimyası*, Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi, Ankara.
- Akkuş, İ.** (1995). *Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri*. Mimoza Yayınları, Konya.
- Albayrak S., Sağıdıç O., Aksoy A.** (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Ben Bilimleri. Enstitü Dergisi* 26(4):401-409
- Allahghadri, T., Rasooli, I., Owlia, P., Nadooshan, M.J., Ghazanfari, T., Taghizadeh, M., Darvish, S. ve Astaneh, A.** (2010). Antimicrobial property, antioxidant capacity and cytotoxicity of essential oil from cumin produced in Iran. *J Food Sci*, 75(2): 54-61.
- Altıok, D., Altıok, E. ve Bayraktar, O.** (2006). Fonksiyonel gıda üretiminde kullanılan bazı baharatın antioksidan kapasiteleri, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 97-100.
- Ayaz, F. A., Kadiog, A., Reunanen, M., & Var, M.** (1997). Sugar Composition in Fruit of *Laurocerasus officinalis* Roem. and Its Three Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10(1), 82-86.
- Aydın, Ö.** (2011). Tarçın, kimyon ve sumak adlı baharat türlerinden elde edilen su, etanol-su, metanol ve kloroform ekstraktlarının in vitro antioksidan özelliklerinin belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bahar, B., & Altug, T.** (2009). Flavour characterization of sumach (*Rhus coriaria* L.) by means of GC/MS and sensory flavour profile analysis techniques. *International Journal of Food Properties*, 12(2), 379-387.
- Baytop, T.** (1999). Türkiye’de bitkiler ile tedavi: geçmişte ve bugün, 2. baskı. Nobel Kitabevi, İstanbul.
- Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuno, A., Del-Rio, J.A.** (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L-leaves. *Food Chem*, 68(4): 457-462.
- Berté, K. A., Beux, M. R., Spada, P. K., Salvador, M., & Hoffmann-Ribani, R.** (2011). Chemical composition and antioxidant activity of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., Aquifoliaceae) extract as obtained by spray drying. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(10), 5523-5527.
- Bozan, B., Koşan, M., Tunaher, Z., Öztürk, N. & Başer, K.H.C.** (2002). *Antioxidant and free radicals scavenging activities of R. Coriaria and Cinnamomum cassia extracts*, Int. Conf. Exhib. Nutraceut. Functional Foods, Houston, Texas.

- Bozkurt, H.** (2006). Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry fermented sausage). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(5), 849-856.
- Brinkman, K. A., & Schopmeyer, C. S.** (1974). Seeds of woody plants in the United States. *Agriculture handbook*, (450), 252-257.
- Brunke, E. J., Hammerschmidt, F. J., Schmaus, G., & Akgül, A.** (1993). The essential oil of *Rhus coriaria* L. fruits. *Flavour and fragrance journal*, 8(4), 209-214.
- Burt, S. A., & Reinders, R. D.** (2003). Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157: H7. *Letters in applied microbiology*, 36(3), 162-167.
- Bülbül, M., & Erat, M.** (2008). Investigation of the effects of some sulfonamide derivatives on the activities of glucose-6-phosphogluconate dehydrogenase, 6-phosphogluconate dehydrogenase and glutathione reductase from human erythrocytes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 23(3), 418-423.
- Büyükokuroğlu, M. E., & Süleyman, H.** (2001). Glukoz 6-Fosfat Dehidrogenaz Eksikliği. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 21(5), 415-419.
- Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L.** (1997). Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. *Free Radical Biology and Medicine*, 22(5), 749-760.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M.L., Páez-Hernández, M.E., Rodríguez, J.A., & Galán-Vidal, C.A.** (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review, *Food Chemistry* 113, 859-871.
- Chattopadhyay, I., Bandyopadhyay, U., Biswas, K., Maity, P., & Banerjee, R. K.** (2006). Indo methacinin activates gastric peroxidase to induce reactive-oxygen-mediated gastric mucosal injury and curcumin protects it by preventing peroxidase in activation and scavenging reactive oxygen. *Free radical biology and medicine*, 40(8), 1397-1408.
- Cheeseman, K. H., & Slater, T. F.** (1993). An introduction to free radical biochemistry. *British medical bulletin*, 49(3), 481-493.
- Cowan, M. M.** (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Davis, P. H.** (1967). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 2(2).
- Demirkol, G.** (2010). Türkiye’de yaygın olarak kullanılmakta olan elli baharat türünün antibakteriyel, antifungal ve antioksidan aktivitelerinin araştırılması, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Deneke, S. M., Lynch, B. A., & Fanburg, B. L.** (1985). Transient depletion of lung glutathione by diethyl maleate enhances oxygen toxicity. *Journal of Applied Physiology*, 58(2), 571-574.
- Dıġrak, M., Alma, M.H., İlçim, A. ve Şen, S.** (1998). Antibacterial and antifungal effects of various commercial plant extracts. *Pharma Biol*, 36(5): 1-5.
- Dorman, H. J. D., & Deans, S. G.** (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.

- Dragland, S., Senoo, H., Wake, K., Holte, K., & Blomhoff, R.** (2003). Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. *The Journal of nutrition*, 133(5), 1286-1290.
- Dündar Y, Aslan R.** (2009). *Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar*. 1st ed. Afyon: AKÜ Yayın, 1-35.
- Edge, R., McGarvey, D. J., & Truscott, T. G.** (1997). The carotenoids as antioxidants: a review. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 41(3), 189-200.
- Erenel, G., Erbaş, D., & Arıcıoğlu, A.** (1992). Serbest radikaller ve antioksidan sistemler. *Gazi medical journal*, 3(4), 243-250.
- Ertürk, Ö.** (2006). Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Biologia*, 61(3), 275-278.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L., & Paul, L. H.** (1998). *Dairy chemistry and biochemistry* (No. 637 F6.). London: Blackie Academic & Professional., 289-291.
- Freeman, B. A., & Crapo, J. D.** (1982). Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Laboratory investigation; a journal of technical methods and pathology*, 47(5), 412-426.
- Giancarlo S., Rosa L. M., Nadjafi, F., & Francesco, M.** (2006). Hypoglycaemic activity of two spices extracts: *Rhus coriaria* L. And *Bunium persicum* Boiss. *Natural product research*, 20(9), 882-886.
- Giese, J.** (1994). Spices and seasoning blends: A taste for all seasons. *Food Technol*, 48(4): 87-98.
- Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., & Durmaz, Y.** (2006). Algal antioksidanlar. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-1), 85-89.
- Gradinaru, G., Biliaderis, C. G., Kallithraka, S., Kefalas, P., & Garcia-Viguera, C.** (2003). Thermal stability of *Hibiscus abdariffa* L. anthocyanins in solution and in solid state: effects of copigmentation and glass transition. *Food Chemistry*, 83(3), 423-436.
- Gür, S.** (2010). *Antidiyabetik Aktivite Araştırma Yöntemleri*, Mised, 23-24, Mayıs
- Gürson, O. ve Özçelikay, G.** (2005). Tarçının tarih boyunca ve günümüzdeki kullanımı. *OTAM*, 18: 171-183.
- Güvenç, A. ve Koyuncu, M.** (1994). A study on the main active compounds of leaves and fruits of *Rhus coriaria* L. *Tr. J. Med. Sci*, 20:11-13.
- Halıcı M.** (2008). Bazı likenlerden izole edilen maddelerin sıçanlarda indometazin ile oluşturulan ülser modelinde antiülser mekanizmalarının araştırılması. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J.M.C.** (1991). Free radicals in biology and medicine. *Free Rad Bioand Med* 10(6), 449-450.
- Halpern, S. L.** (1987). Quick reference to clinical nutrition: a guide for physicians, 175-176.
- Hawkey, C. J.** (2001). COX-1 and COX-2 inhibitors. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 15(5), 801-820.
- Heinonen, M.I., Meyer, A.S. ve Frankel, E.N.** (1996). Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. *J Agric Food Chem*, 46: 4107-4112.
- Humphrey, E.G.** (1983). Smooth sumactested for growth on mine spoils. *USDA Soil Conservation Service* 4(6), 8-15.

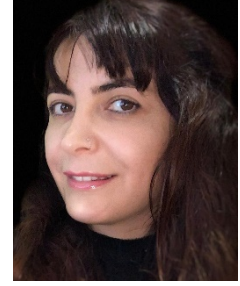
- İmİK, H., Fidancı, U. R., & Sel, T.** (1999). Ankara Keçisi oğlaklarında C ve E vitaminlerinin metabolik strese karşı etkisi. *Vet. Bil. Derg*, 15, 47-53.
- İskefiyeli, Z.** (2010). *Ormangülü (Rhododendron) uçucu yağ ve ekstraktların kimyasal bileşimleri ve biyolojik aktiviteleri*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kahkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M** (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agriand Food Chem* 47, 3954-3962.
- Kahraman, T.** (1998). *Elektrik Alanın Rat Eritrosit ve Dokularındaki Antioksidan Enzim (Süperoksid Dismutaz, Glutasyon Peroksidaz) Aktiviteleri, Lipit Peroksidasyon ve Glutasyon Seviyelerine Etkisi*, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kalaycıoğlu, A. ve Öner, C.** (1994). Bazı bitki ekstraksiyonlarının antimitojenik etkilerinin Amest-Salmonella test sistemi ile araştırılması. *Tr J Botany*, 18: 117-122.
- Kandaswami, C. & Middleton, J.** (1997). *Flavonoids as antioxidants.*, Shahidi, F. (Ed.) *Natural antioxidants*. AOCS Press, Champaign, IL, 174-204.
- Kanfer, J., Ashwell, G., & Burns, J. J.** (1960). Formation of L-lyxonic and L-xylonicacids from L-ascorbicacid in ratkidney. *J BiolChem*, 235(9), 2518-2521
- Kavas, G. Ö.** (1989). Serbest radikaller ve organizma üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of MedicalSciences*, 9(1), 1-8.
- Kayaalp, O.** (1997). *Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji*. 1. Baskı. Feryal Matbaacılık Sanayi ve TicLtd Şti, 2818-2856. .
- Keha, E., & Küfrelioğlu, Ö.** (2004). *Biyokimya*. Erzurum: Aktif yayımevi.
- Kehrer, J. P.** (1993). Freeradicals as mediators of tissueinjuryanddisease. *Critical reviews in toxicology*, 23(1), 21-48.
- Kızıl, S., & Turk, M.** (2010). Microelement contents and fattyacid compositions of Rhuscoriaria L. And Pistaciaterebinthus L. fruits spread commonly in the South eastern Anatolia region of Turkey. *Natural Product Research*, 24(1), 92-98.
- Kilinç, K.** (1986). Oxygen radicals: their production, function and toxic effects. *Biyokimya Dergisi*, 9(3), 59-76.
- Koşar, M., Bozan, B., Temelli, F., ve Baser, K. H. C.** (2007). Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (Rhuscoriaria L.) extracts. *Food chemistry*, 103(3), 952-959.
- Koşar, M., Bozan, B., Temelli, F., ve Baser, K. H.** (2002). Sumak (rhus coriaria)'ın fenolik bileşikleri ve antioksidan etkileri. *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, , 29-31 Mayıs 2002, Eskisehir.
- Krisch, J.** (2008). Effect of fruit juices and pomace extracts on the growth of Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(2), 267-270.
- Kurucu, S., Koyuncu, M., Güvenç, A., Baser, K. H. C., & Özek, T.** (1993). The essential oils of Rhuscoriaria L.(Sumac). *Journal of Essential Oil Research*, 5(5), 481-486.
- Kuşoğlu. E.** (2015). Aspir Bitkisinin Fenolik Bileşiklerinin ve Antioksidan Aktivitesinin Tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24-32

- Laganiere, S., & Yu, B. P.** (1989). Effect of chronic food restriction in aging rats II. Livercyto soliq antioxidants and related enzymes. *Mechanisms of ageing and development*, 48(3), 221-230.
- Lala, P. K., & Chakraborty, C.** (2001). Role of nitric oxide in carcinogenesis and tumour progression. *The Lancet Oncology*, 2(3), 149-156.
- Lee, J. C., Kim, J., Lim, K. T., Yang, M. S., & Jang, Y. S.** (2001). Ethanol extract of *Rhus verniciflua* Stokes showed both antioxidant and cytotoxic effects on mouse thymocytes depending on the dose and time of the treatment. *BMB Reports*, 34(3), 250-258.
- Lee, K.Y., Weintraub, S.T. ve Yu, B.P.** (2000). Isolation and identification of a phenolic antioxidant from *Aloe barbadensis*. *Free Radical Bio Med*, 28(2): 261-265.
- Lussignoli S., Fraccarolli M., Andriolli G., Brocco G., Bellavite P.,** (1999). A microplate based colorimetric assay of the total peroxyl radical trapping capability of human plasma, *Analytic Biochemistry*, 269: 38-44
- Macz-Pop, G. A., Rivas-Gonzalo, J. C., Pérez-Alonso, J. J., & González-Paramás, A. M.** (2006). Natural occurrence of free anthocyanin glycosides in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food chemistry*, 94(3), 448-456.
- Mavlyanov, S. M., Islambekov, S. Y., Karimdzhanov, A. K., & Ismailov, A. I.** (1997). Anthocyanins and organic acids of fruits of certain kinds of sumac. *Khimiya Prirodnykh Soedinenu*, (2), 279-280.
- McCune, L. M., & Johns, T.** (2002). Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous peoples of the North American boreal forest. *Journal of Ethnopharmacology*, 82(2-3), 197-205.
- Mohammadi, S., Kouhsari, S. M., & Feshani, A. M.** (2010). Antidiabetic properties of the ethanolic extract of *Rhus coriaria* fruits in rats. *Daru: journal of Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences*, 18(4), 270.
- Moslen, M. T.** (1994). Reactive oxygen species in normal physiology, cell injury and phagocytosis. In *Free Radicals in Diagnostic Medicine*, Boston: Springer Press.
- Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., & Wrolstad, R. E.** (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(3), 519-525.
- Mukherjee, P. K., Maiti, K., Mukherjee, K., & Houghton, P. J.** (2006). Leads from Indian medicinal plants with hypoglycemic potentials. *Journal of Ethnopharmacology*, 106(1), 1-28.
- Nagai, T., Myoda, T., & Nagashima, T.** (2005). Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (*tsukushi*) *Equisetum arvense* L. *Food chemistry*, 91(3), 389-394.
- Naidu, K. A.** (2003). Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutrition journal*, 2(1), 1-10
- Nasar Abbas, S. M., Halkman, A. K., & Al Haq, M. I.** (2004b). Inhibition of some food borne bacteria by alcohol extract of sumac (*Rhus coriaria* L.). *Journal of food safety*, 24(4), 257-267.
- Nasar-Abbas, S. M., & Halkman, A. K.** (2004a). Antimicrobial effect of water extract of sumac (*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne

- bacteria including pathogens. *International journal of food microbiology*, 97(1), 63-69.
- Neto, C. C., Amoroso, J. W., & Liberty, A. M.** (2008). Anticancer activities of cranberry phytochemicals: an update. *Molecular nutrition & food research*, 52(1), 18-27.
- Niki, E.** (1987). Antioxidants in relation to lipid peroxidation. *Chemistry and Physics of Lipids*, 44(2-4), 227-253.
- Nohynek, L. J., Alakomi, H. L., Kähkönen, M. P., Heinonen, M., Helander, I. M., Oksman-Caldentey, K. M., & Puupponen-Pimiä, R. H.** (2006). Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. *Nutrition and cancer*, 54(1), 18-32.
- Nordberg, J., & Arnér, E. S.** (2001). Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian thioredoxin system. *Free radical biology and medicine*, 31(11), 1287-1312.
- Odabaşoğlu, F., Aslan, A., Çakır, A., Süleyman, H. ve Karagöz.** (2005). Antioxidant activity, reducing power and total phenolic content of some lichen species. *Fitoterapia*, 76(2): 216-219.
- Odabaşoğlu, F., Çakır, A., Süleyman, H., Aslan, A., Bayır, Y., Halıcı, M., & Kazaz, C.** (2006). Gastroprotective and antioxidant effects of usnic acid on indomethacin-induced gastric ulcer in rats. *Journal of ethnopharmacology*, 103(1), 59-65.
- Odabaşoğlu, F., Güllüce, M., Çakır, A., Aslan, A., Bayır, Y., Halıcı, M. ve Yazıcı, K.** (2004). Investigation of antioxidant and antimicrobial properties of three lichen species growing in Turkey. *19th European Workshop on Drug Metabolism*, October 03-08. Antalya, Türkiye.
- Oral, N., Gulmez, M., Vatansever, L., & Guven, A.** (2007). Antibacterial activity of sumac extract, thyme water and lactic acid against *Escherichia coli* 0157: H7, *Listeria monocytogenes* 4b, *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica* 03. *Medycyna Weterynaryjna*, 8(63), 938-940.
- Ozkanli, O., & Tekin, A. R.** (2008). Rheological behaviors of sumac concentrate. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 213-222.
- Özcan, M.** (2003). Antioxidant activities of rosemary, sage, and sumac extracts and their combinations on stability of natural peanut oil. *Journal of medicinal food*, 6(3), 267-270.
- Özdem, S. S., & Şadan, G.** (1994). Serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve klinik açıdan önemi. *Akdeniz Ü. Tıp Fak. Dergisi*, 11, 63-7.
- Öztan, T.** (2006). Mor Havuç, Konsantresi, Şalgam Suyu, Nar Suyu ve Nar Ekşisi Ürünlerinde Antioksidan Aktivitesi Tayini ve Fenolik Madde Profilinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 37-47.
- Rayne, S., & Mazza, G.** (2007). Biological activities of extracts from sumac (*Rhus* spp.): a review. *Plant foods for human nutrition*, 62(4), 165-175.
- Rucker, R.B.** (2004). Vitamin C. *Encyclopedia of BiolChem*, 4: 367-371.
- Shelef, L.A.** (1983). Antimicrobial effects of spices. *J Food Safety*, 6: 29-44.
- Simonian, N. A., & Coyle, J. T.** (1996). Oxidative stress in neurodegenerative diseases. *Annual review of pharmacology and toxicology*, 36(1), 83-106.
- Sinclair, A. J., Barnett, A. H., & Lunec, J.** (1990). Free radicals and antioxidant systems in health and disease. *British journal of hospital medicine*, 43(5), 334-344

- Singh, A. P., Wilson, T., Kalk, A. J., Cheong, J., & Vorsa, N.** (2009). Isolation of specific cranberry flavonoids for biological activity assessment. *Food chemistry*, 116(4), 963-968
- Spranger, I., Sun, B., Mateus, A. M., de Freitas, V., & Ricardo-da-Silva, J. M.** (2008). Chemical characterization and antioxidant activities of oligomeric and polymeric procyanidin fractions from grape seeds. *Food Chemistry*, 108(2), 519-532.
- Suleyman, H., Demircan, B., & Karagoz, Y.** (2007). Anti-inflammatory and side effects of cyclo-oxygenase inhibitors. *Pharmacological reports*, 59(3), 247.
- Sullivan, M., & Yool, D. A.** (1998). Gastric disease in the dog and cat. *The veterinary journal*, 156(2), 91-106.
- Takeuchi, K., Kagawa, S., Mimaki, H., Aoi, M., & Kawauchi, S.** (2002). COX and NOS isoforms involved in acid-induced duodenal bicarbonate secretion in rats. *Digestive Diseases And Sciences*, 47(9), 2116-2124.
- Tiryaki, G. Y.** (2010). Kahramanmaraş İlinde Üretilen Simgesel Geleneksel Bir Ürün: Sumak Ekşisi, *Gıda Mühendisliği Dergisi* 31, 54-60.
- TSE** (2002), *Sumak (Somak) (Rhus coriaria L.) - Öğütülmüş*, Türk Standartları Enstitüsü, 3880/35 Mart - 164/40 Ankara.
- Ünver, A.**, (2006), Sumak (*Rhus coriaria L.*) Meyvelerinden Oleozin Üretimi Üzerine Araştırma, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Villegas, I., La Casa, C., de la Lastra, C. A., Motilva, V., Herrerías, J. M., & Martín, M. J.** (2004). Mucosal damage induced by preferential COX-1 and COX-2 inhibitors: role of prostaglandin and insandin inflammatory response. *Life sciences*, 74(7), 873-884.
- Wang, S. Y.** (2002). Antioxidant capacity of berry crops, culinary herbs and medicinal herbs. In *XXVI International Horticultural Congress: Asian Plants with Unique Horticultural Potential: Genetic Resources, Cultural* 620, 461-473.
- Wickens, A. P.** (2001). Ageing and the free radical theory. *Respiration Physiology*, 128(3), 379-391.
- Wojdyło, A., Oszmiański, J., & Czemerys, R.** (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food chemistry*, 105(3), 940-949.
- Yanbeyi, S.** (1999). *Aspirin ve antioksidant but hylated hydroxyanisole'ün Tavşanlarda eritrosit total katalaz, süperoksitdismutaz ve glutatyonperoksidaz aktiviteleri üzerine etkileri*, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yiğit, A.** (2007). *Sumak'ın Antimikrobiyel Özelliği Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yücedağ, C., Gültekin, H., & Pırlak, İ.** (2010). Sera ve açık alanda sumak (*rhus coriaria l.*) tohumları çimlenmesi üzerine ekim zamanı ve örtülemenin etkileri. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 11(1), 9-15.
- Zhao, L. G., Shu, X. O., Li, H. L., Zhang, W., Gao, J., Sun, J. W., ... & Xiang, Y. B.** (2017). Dietary antioxidant vitamins in take and mortality: A report from two cohort studies of Chinese adults in Shanghai. *Journal of epidemiology*, 27(3), 89-97.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgilerim

Ad-Soyad: Leyla TORUN
Doğum Tarihi ve Yeri: 08.09.1984 / ZİLE
Yabancı Dil: İngilizce
E-posta : leyla-torun@hotmail.com
Tel: 0506 854 36 70

Eğitim Durumu

Lise: 2002; Dinçerler 75. Yıl Anadolu Lisesi
Lisans: 2008; Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans: 2019 İstanbul Aydın Üniversitesi

İş Bilgileri

Darulaceze Başkanlığı 2009 halen Gıda Mühendisliği

Staj Bilgileri

Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Müdürlüğü Zeytinburnu / İSTANBUL
Karizma Beşler Et Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. Üretim Fabrikası
Kâğıthane / İSTANBUL

Yetenekler

Bilgisayar Microsoft Office Word , Excel , Power Point , Outlook

Sertifikalar

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanlığı Belgesi
Gıda Mühendisleri Odası Et Sektöründe Gıda Güvenliği Uygulamaları Katılım Belgesi
ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Belgesi
NLP Practitioner Eğitimi Belgesi
Şişli Başkent İletişim Bilimleri Akademisi Temel Oyunculuk Belgesi

