



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI *POTENTILLA* TAKSONLARININ ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ŞENGÜL UYSAL

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Haziran-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI *POTENTILLA* TAKSONLARININ ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şengül UYSAL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2017, 143 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Doç. Dr. Gökalp Özmen GÜLER
Doç. Dr. Yavuz Selim ÇAKMAK
Doç. Dr. Gökhan ZENGİN

Bu çalışma beş *Potentilla* taksonundan (*P. anatolica, P. argentea, P. recta, P. reptans, P. speciosa*) elde edilen farklı çözücü özütlerinin antioksidan özellikleri ve fitokimyasal profillerini değerlendirmek için tasarlanmıştır. Fitokimyasal profil (toplam fenolik, flavonoid, saponin ve triterpenoid içerik) spektrofotometrik metotlar tarafından değerlendirildi. Özütlerin antioksidan özellikleri serbest radikal süpürme (DPPH ve ABTS), indirgeme gücü (FRAP and CUPRAC), metal şelatlama aktivitesi ve fosfomolibdat testleri kullanılarak değerlendirildi.

Fitokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerine çözücü etkisi araştırıldı. Sonuçlar çözücülerin (etil asetat, metanol ve su) fitokimyasal profil ve antioksidan özellikleri üzerine farklı etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Antioksidan deneylerinin sonuçları *Potentilla* özütlerinin güçlü antioksidan aktivite sergilediğini ki bu da yüksek fitokimyasal içerikle ilişkili olabileceğini göstermiştir. Su özütleri en yüksek toplam fenolik içeriğe sahiptir. Ayrıca, su özütleri etil asetat ve metanol özütleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek indirgeme gücü ve metal şelatlama aktivitesi göstermiştir.

Bu çalışmanın bulguları *Potentilla* özütlerinin farmasötik ve nutrasötik amaçlar için umut verici kaynaklar olarak kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan özellikler, Fitokimyasal profil, *Potentilla*, Türkiye.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

EVALUATION OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SOME *POTENTILLA* TAXA GROWING IN TURKEY

Sengul UYSAL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELCUK UNIVERSITY
THE DEGREE DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOLOGY

Advisor: Prof. Dr. Abdurrahman AKTUMSEK

2017, 143 Pages

Jury
Prof. Dr. Abdurrahman AKTUMSEK
Assoc. Prof. Dr. Haluk OZPARLAK
Assoc. Prof. Dr. Gokalp Ozmen GULER
Assoc. Prof. Dr. Yavuz Selim CAKMAK
Assoc. Prof. Dr. Gokhan ZENGİN

This study was designed to evaluate the antioxidant properties and phytochemical profiles of the different solvent extracts (ethyl acetate, methanol and water) obtained from five *Potentilla* taxa (*P. anatolica*, *P. argentea*, *P. recta*, *P. reptans*, *P. speciosa*). The phytochemical profile (total phenolic, flavonoid, saponin, and triterpenoid content) was evaluated by spectrophotometric methods. The antioxidant properties of extracts were also assessed by using free radical scavenging (DPPH and ABTS assays), reducing power (FRAP and CUPRAC assays), metal chelating activity and phosphomolybdenum assays.

The effects of solvents were studied on phytochemical profile and antioxidant properties. The results indicated that the solvents (ethyl acetate, methanol and water) had different effects on phytochemical profile and antioxidant properties. The results of antioxidant assays showed that *Potentilla* extracts displayed higher antioxidant activity, which could be related to highest phytochemical content. Water extracts contained highest total phenolic content. Furthermore, water extracts showed higher reducing power and metal chelating activity compared with ethyl acetate and methanol extracts.

The findings of the this study highlight that *Potentilla* extracts could used be as promising sources for pharmaceutical and nutraceutical purpose.

Keywords: Antioxidant properties, Phytochemical profile, *Potentilla*, Turkey.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Fizyoloji-Biyokimya araştırma laboratuarında gerçekleştirilmiş olup Türkiye Florasında önemli bir konuma sahip olan *Potentilla* cinsinin bazı taksonlarının antioksidan özellikleri belirlenmiş ve Anadolu halk hekimliğinde kullanımı bilimsel olarak doğrulanmıştır.

Tez çalışmamın planlanmasında ve yürütülmesinde her türlü imkanı sağlayan, bilgi ve tecrübelerini paylaşan danışman hocam sayın Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e içtenlikle teşekkür ederim. Bu tezi hazırlama süreci boyunca engin bilgilerinden yararlandığım, değerli fikir ve bilgilendirmeleriyle bana yol gösteren kıymetli hocam Doç. Dr. Gökhan ZENGİN'e teşekkürü borç bilirim. Bitkilerin toplanmasında ve tehşisinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA ve Doç. Dr. Evren YILDIZTUGAY'a teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitesi üyeleri hocalarım Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK ve Doç. Dr. Gökalp Özmen GÜLER'e katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarında ve laboratuvar aşamasındaki desteklerinden dolayı arkadaşım doktora öğrencisi Ramazan CEYLAN'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam sürecinde hep yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Şengül UYSAL
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Serbest Radikaller ve Antioksidanlar 5
2.2. Fenolik Antioksidanlar 17
2.2.1. Sentetik Fenolik Antioksidanlar 19
2.2.2. Doğal Fenolik Antioksidanlar 20
2.3. Rosaceae Familyası ve *Potentilla* Cinsi 30

3. MATERYAL VE YÖNTEM **33**

3.1.Tez çalışmasında kullanılan *Potentilla* taksonları ve özellikleri 33
3.2. Bitkisel Özütlerin Hazırlanması 35
3.3. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemleri 37
3.3.1.Toplam Antioksidan Fenoliklerin Belirlenmesi 37
3.3.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi 37
3.3.1.2. Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi 37
3.3.1.3. Toplam Saponin Madde Miktarının Belirlenmesi 37
3.3.1.4. Toplam Triterpenoid Madde Miktarının Belirlenmesi 38
3.3.2. Serbest Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi 38
3.3.2.1. DPPH radikal süpürme aktivitesin belirlenmesi 38
3.3.2.2. ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi 38
3.3.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi 39
3.3.3.1. FRAP Testi 39
3.3.3.2. CUPRAC Testi 39
3.3.4. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi 39
3.3.4.1. Fosfomolibdat Testi 39
3.3.5. Metal Şelatlama Aktivitesi 40

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **41**

4.1. Fitokimyasal Profil 41
4.2. Serbest Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi 68
4.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi 82
4.4. Toplam Antioksidan Etkinin Belirlenmesi (Fosfomolibdat testi) 96
4.5. Metal Şelatlama Aktivitesi 104

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 113

5.1. Sonuçlar 113
5.2. Öneriler 114

KAYNAKLAR 115

ÖZGEÇMİŞ 130

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

BHA: Bütillenmiş hidroksianisol

BHT: Bütillenmiş hidroksitoluen

TBHQ: Tersiyerbutil hidrokinon

PG: Propilgallat

GAE: Gallik Asit Eşdeğer

RE: Rutin Eşdeğer

QE: Quillaja Eşdeğer

OAE: Oleanolik Asit Eşdeğer

TE: Troloks Eşdeğer

DPPH: 2,2,-Difenil-1-pikrilhidrazil

CUPRAC: Bakır (II) İyonu İndirgeme Antioksidan Kapasitesi

FRAP: Demir İndirgeme Gücü

1. GİRİŞ

Son yıllarda pek çok çalışma oksidatif stres, hücresel yaşlanma ve bazı hastalıklar arasındaki ilişkiyi göstermiştir (Finkel ve Holbrook, 2000). Buna ek olarak günümüzdeki yaşam tarzı organizmalardaki serbest radikallerin ve reaktif oksijen türlerinin aşırı üretilmesine neden olmaktadır. Singlet oksijen, hidroksil radikali, süperoksit anyon, peroksil radikalleri gibi reaktif oksijen türleri ve diğer serbest radikaller insan vücudundaki normal metabolizma sonucu üretilebilmekte ve DNA, proteinler, lipidler gibi fonksiyonel makromoleküllerde oksidatif hasara yol açmaktadırlar (Apel ve Hirt, 2004). Bu durum kanser, ateroskleroz, inflamasyon, nörodejeneratif ve yaşlanma ile ilişkili hastalıkların ortaya çıkma ihtimalini arttırmaktadır. Fakat antioksidanlar insan vücudunu serbest radikallerden koruyarak oksidatif stres ve ilişkili hastalıkları engellemektedir (Halliwell, 1996). Antioksidanlar sentetik ve doğal orjinli olabilmektedir. Karsinojenisite dahil olmak üzere sentetik antioksidanlar üzerine yapılan toksisite çalışmaları hayvan modellerinde gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar Avrupa Gıda Güveliği Otoritesi (EFSA) ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) gibi ajanslar tarafından gıdalarda kullanılan bu bileşiklerin düzenlenmesini desteklemiştir (Food ve Administration, 2015). Sentetik antioksidanların insanlar üzerinde uzun süreli olası toksikolojik etkilerinden dolayı son yıllarda doğal antioksidanlara ilgi artmıştır. Sonuç olarak sentetik antioksidanlar yerine kullanılabilmelerinden dolayı gıda, ilaç ve kozmetik sektörlerinde doğal antioksidanların bir kaynağı olarak bitkilere ilgi artmaktadır (Garcia-Alonso ve ark., 2004; Ferreira ve ark., 2006). Birçok çalışma tıbbi bitkilerin fenolik, alkoloid, vitamin gibi antioksidan bileşiklerin zengin kaynakları olduğunu göstermektedir. Bu bileşikler antioksidan/prooksidan dengesini korumada aktif ürünler olarak kullanılabilmektedir (Katalinic ve ark., 2006; Yoo ve ark., 2008).

Bitkiler tıp, gıda, kozmetik, boyama ve diğer endüstriyel amaçları içeren pek çok alanda kullanılmaktadır (Dahanukar ve ark., 2000; Exarchou ve ark., 2002). Bitkilerin popüler kullanımı ile ilgili bilgiler binlerce yıllık tecrübeye dayanmaktadır. Refahları için sürekli arayış içinde olan insanlar deneme yanılma yoluyla yararlı bitkileri tanımlamışlardır (Camejo-Rodrigues ve ark., 2003). Biriken deneysel bilgilerin bir sonucu olarak hastalıkların tedavisinde ya da kontrolünde en etkili bitkiler seçilmiştir (Proença da Cunha ve ark., 2010). Tıbbi amaçlar için bitkilerin kullanımı eski

medeniyetler içinde büyük ölçüde değerli olmuştur. Çok eski zamanlardan beri, tıbbi bitkilerin şifa gücü ve bunlarla ilgili bilgiler keşfedilmiştir. Mezopotamya'da bitkiler çeşitli sayıda hastalıkların tedavisinde, engellenmesinde ve sağlığın korunmasında önemli bir araç olarak kullanılmış ve birbirini izleyen medeniyetler boyunca uygulanmıştır. M.Ö. 3000'e kadar uzanan Sümer ve Babil farmasötik reçeteleri Eski Mezopotamya'daki bitkisel tıp uygulamaları için kanıt sağlamaktadır. M.Ö. 2500 gibi erken dönemlerde yazılmış eski Çin ve Hint kayıtları ile bunu takip eden yaklaşık M.Ö. 1550 yıllarında yazılmış olan Ebers papirüsü çok sayıda hastalıkların tedavisi için kullanılan sayısız bitkisel ilaçların koleksiyonlarını temsil etmektedir (Baydoun ve ark., 2015). Tıbbi bitkilere ilgi son on yıldır yeniden artmıştır ve çok sayıda bitki türü hem ilaç keşfindeki yeniliklerin geliştirilmesi hem de farmakolojik aktiviteleri için araştırılmıştır.

Kanser, diabet, mental bozukluklar, alerji gibi çeşitli hastalıkların tedavisi için uygun ve yeterli çözümler bulmadaki zorluklar, sağlığı teşvik etmesinin yanı sıra hastalıkları tedavi etmesi ve engellemesinde etkili olan yeni fitokimyasalların ve diğer doğal ürünlerin arayışı ile birlikte geleneksel ilaçlar kullanılmaya başlanmıştır (Slikkerveer ve ark., 2006). Gelişmekte olan pek çok ülkede, populasyonun büyük bir çoğunluğunun temel sağlık bakımı geleneksel uygulamalara ve tıbbi bitkilere dayanmaktadır. Bu ülkelerde modern tıp mevcut olmasına rağmen, bitkisel tedavi tarihi ve kültürel sebeplerden dolayı sıklıkla popülaritesini korumaktadır. Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık gibi gelişmiş ülkelerde, sentetik bileşiklerin popüler olduğu bir periyottan sonra 20. yy'ın son çeyreğinin başlarında bitkisel tedaviye ilgi yeniden başlamıştır. Daha sonra diğer Avrupa ülkeleri ve Kuzey Amerika da başlamış olup büyümeye devam etmektedir (Graça ve ark., 2016). Gıda ve Tarım Örğütü (FAO) dünyadaki tıbbi bitki sayısının 50 binden daha fazla olduğunu tahmin etmektedir (Schippmann ve ark., 2002). Dünya nüfusunun % 80'nin temel sağlık ihtiyaçları tıbbi bitkilere dayanmaktadır ve mevcut ilaçların %25'i bitkisel kökenlere dayanmaktadır (FAO, 2008; WHO, 2013). Son 30 yılda geleneksel tıp dünya pazarında bitkiler ve bitkisel ürünlerin önemli miktarda bir artış gösterdiği görülmektedir. Tıbbi bitkilerin talep ve ihracatındaki hızlı artış bu ürünlerin geleneksel sağlık sistemlerinin yanı sıra evrensel ilgiyi de kanıtlamaktadır (FAO, 2008).

Türkiye coğrafi konumu, jeomorfolojik yapısı ve çeşitli iklim tiplerinin etkisinden dolayı zengin bir floraya sahiptir. Türkiye florasındaki tür sayısı kültür bitkileri ve yabancı kökenli bitkiler dahil 9996 olarak tespit edilmiştir. Türkiye

florası'nın 11 'inci cildi dikkate alındığında, Türkiye'deki tür ve alttür takson sayısı 10.754 ve endemik türlerin sayısı ise 3708 dir. Bu değerler Türkiye'deki endemizm oranının %34.48 olduğunu göstermektedir (Davis ve ark., 1988; Güner ve ark., 2000). Daha sonra Türkiye'deki son kayıtlar ile birlikte 719 takson daha eklenerek Türkiye'deki toplam takson sayısı 11.473'e ulaşırken endemik takson sayısı ise 4207 'e yükselmiştir (Paksoy ve ark., 2016).

Rosaceae familyası Türkiye florasındaki en zengin familyalardan birisidir. Bu familyanın endemizm oranı oldukça yüksektir (%30.1). Rosaceae familyası çok önemli familyalardan birisi olup bu familyadaki pek çok popüler bitki Türkiye'de geleneksel tedavi için kullanılmaktadır (Dogan ve ark., 2016).

Potentilla, Rosaceae familyasının ait bir cinstir ve Dünya'da yaklaşık 500 tür içermektedir (Tomczyk ve Latte, 2009). Türkiye'de bu cins 70 taksonla temsil edilmektedir ve yaklaşık %28'i Türkiye için endemiktir (Güner ve ark., 2012). *Potentilla* türleri uzun yıllardan beri geleneksel tıpta kullanılmaktadır. Yunan hekim Pedanius, *Potentilla erecta*'nın toprak altı kısımlarının kaynatılarak iltihaplı yüz egzaması ve ağız ülserlerin tedavisinde kullanılmasını önermiştir. Ortaçağlarda H. Bock, L. Fuchs, Paracelsus, ve Tabernaemontanus gibi Avrupalı hekimler ve botanikçiler bitki kitaplarında *Potentilla* türlerini tasvir etmişlerlerdir. Örneğin Fuchs, 'New Kreüterbuch' (1543) eserinde *P. alba, P. reptans, P. neumanniana, P. anserina* ve *P. erecta* dahil beş *Potentilla* türünden bahsetmiştir. Bu *Potentilla* türlerinin özütleri süt, bal, su ve alkolik çözücüler ile hazırlanmış ve diş ağrısı için, yara iyileştirici olarak, ağız ülserinde, dizanteri ve boğaz iltihabı gibi pek çok rahatsızlığın tedavisinde uygulanmıştır. Çin'de geleneksel tıpta diyare, hepatit ve romatizma tedavisinde kullanılmaktadır. Tibet geleneksel tıbbında *P. anserina* kök özütü bazı viral enfeksiyonların tedavisinde uygulanmaktadır (Tomczyk ve Latte, 2009). Ayrıca *P. recta, P. reptans, P. speciosa* var. *speciosa, P. caucasicus, P. inclinata, P. anserina* subsp. *anserina*'nın dahil olduğu çeşitli *Potentilla* türleri Türkiye'de geleneksel halk hekimliğinde kullanılmaktadır. Örneğin *P. recta* diş ve ağız sağlığı için, çeşitli deri hastalıkları için, gastrointestinal bozukluklar için, nörolojik bozuklukları ve solunum hastalıklarını tedavi etmede kullanılmaktadır. *P. caucasicus* ağrı kesici olarak ve *P. inclinata* üriner ve kardiovasküler sistem hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Literatür taraması yapıldığında geleneksel tıpta büyük öneme sahip bu cins üzerine Türkiye'de bilimsel çalışmaların çok az sayıda olduğu görülmektedir (Şöhretoğlu ve Kırmızıbekmez, 2011; Sohretoglu ve ark., 2015). Bu cins üzerine yapılacak kimyasal,

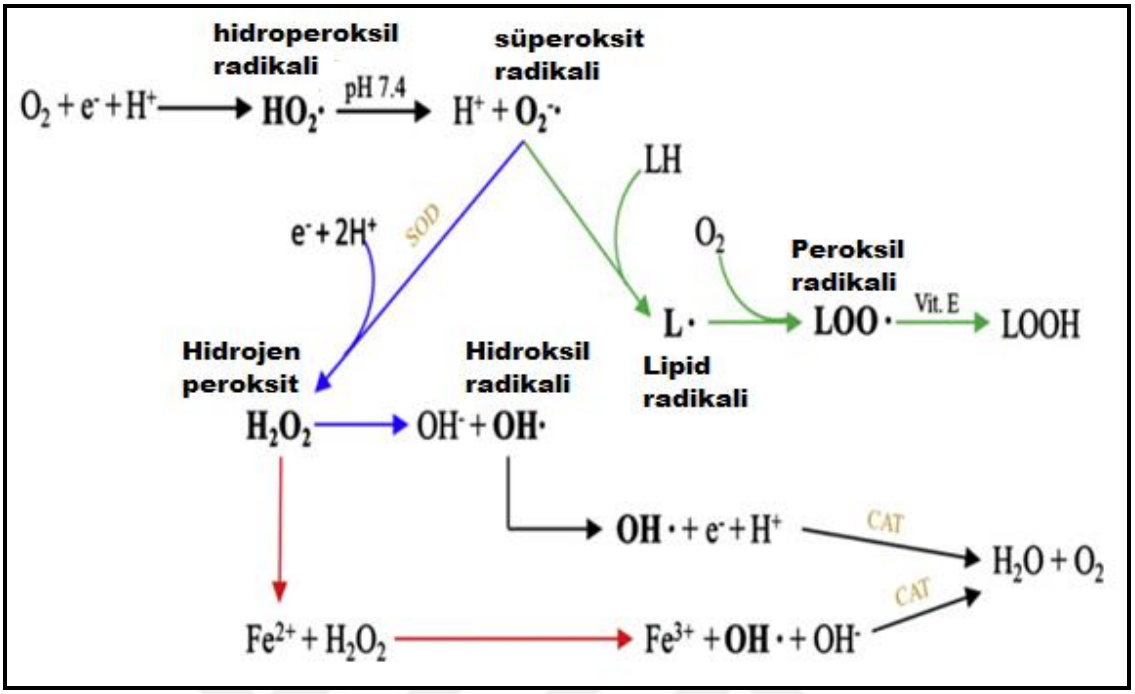
farmakolojik çalışmalar yeni ilaçların keşfine olanak sağlayacaktır. Ayrıca yeni bileşenlerin belirlenmesi ile gıda endüstrisinde doğal antioksidanlar olarak kullanılabilecektir. Yapılan bilimsel çalışmaların sonuçları tıp ve kozmetik alanlarında da büyük değere sahip olacaktır.

Bu doktora tez çalışması Anadolu halk hekimliğinde kullanılan beş farklı *Potentilla* türünün antioksidan aktivitelerini belirlemek için tasarlanmıştır. Bu *Potentilla* türlerinin antioksidan özellikleri farklı çözücüler kullanılarak araştırılmış ve antioksidan özellikler üzerine çözücünün etkisi değerlendirilmiştir. Ek olarak *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal profili toplam fenolik, flavonoid, saponin ve tritepenoid içerik hesaplanarak belirlenmiştir. Bu çalışma beş *Potentilla* üzerine yapılan ilk kapsamlı fitokimyasal çalışma özelliği taşımakta olup Türkiye'de bulunan diğer *Potentilla* türlerinin üzerine yapılacak olan çalışmalara yol açması açısından önem taşımaktadır.

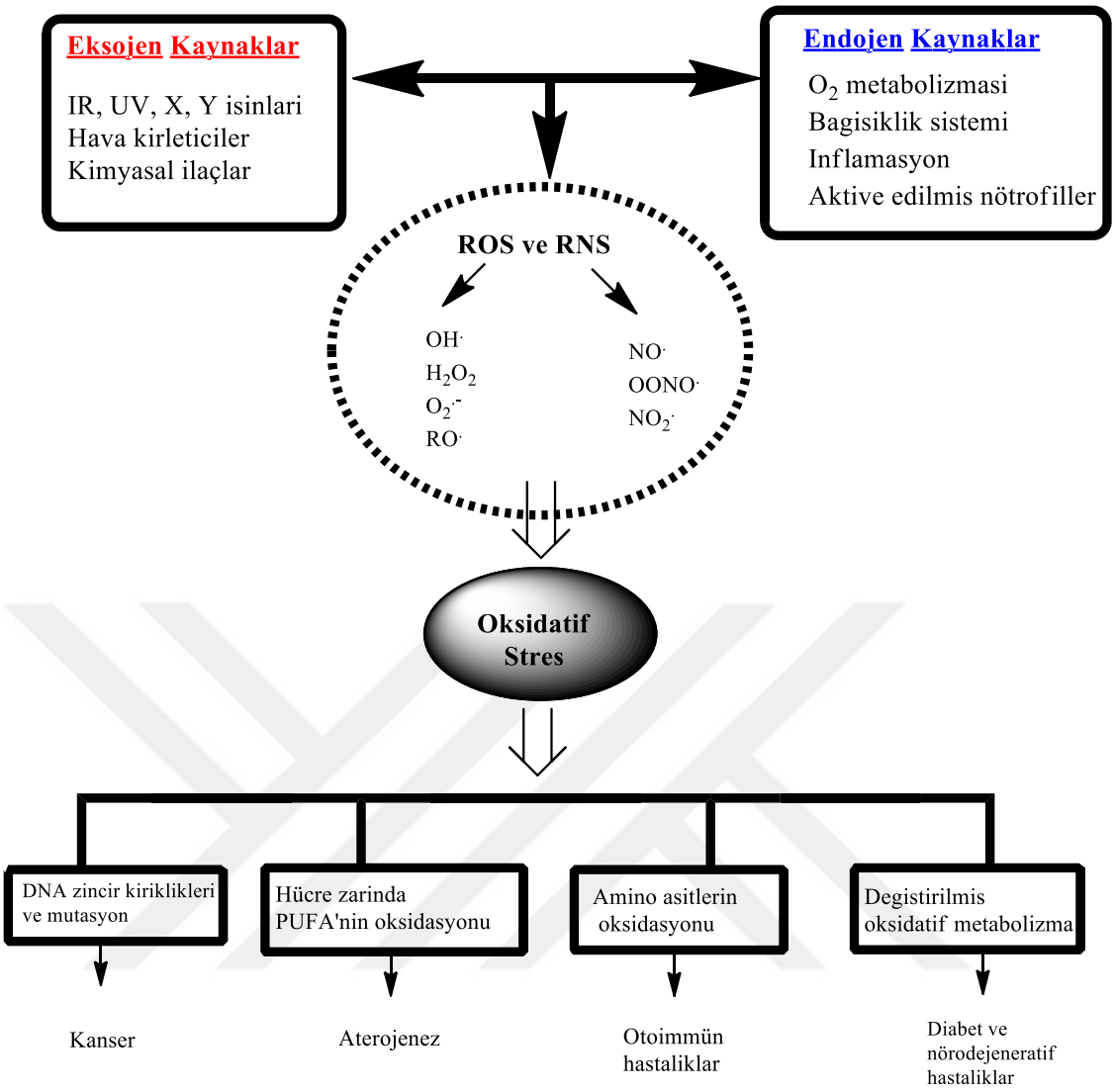
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Serbest Radikaller ve Antioksidanlar

Serbest radikaller eşleşmemiş elektronlara sahip olan atom, molekül veya iyonlar olup son derece kararsızdırlar ve diğer moleküllerle kimyasal reaksiyonlara girmede aktiftirler. Radikaller üç elementten türerler; oksijen, azot ve kükürt. Dolayısıyla reaktif oksijen türleri (ROS), reaktif azot türleri (RNS) ve reaktif kükürt türleri (RSS) oluşmaktadır. Reaktif oksijen türleri süperoksit anyon ($O_2^{-\cdot}$), hidroperoksil radikal ($HO_2^{\cdot}$), hidroksil radikal ($^{\cdot}OH$), nitrik oksit (NO), hidrojen peroksit (H_2O_2), peroksinitrit ($ONOO^-$), singlet oksijen ($^1O_2$) ve hipoklorik asit (HOCl) gibi türleri içermektedir. Reaktif azot türleri, $O_2^{-\cdot}$ ile reaksiyona giren NO den türevlenir ve $ONOO^-$ oluşmaktadır. Reaktif kükürt türleri ise tiyollerle ROS reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Lü ve ark., 2010). Reaktif oksijen türlerinin üretimine yol açan reaksiyonlar Şekil 2.1 de verilmiştir. Hidroperoksil radikali pH 7'de süperoksit anyon oluşturmak üzere ayrışmıştır. Bu anyon oldukça reaktiftir ve ROS üretmek için bir dizi molekül ile reaksiyona girebilmektedir. Süperoksit anyonu süperoksit dismutaz enzimi (SOD) ile bir dismutasyon reaksiyonu aracılığıyla hidrojen peroksite detoksifiye olabilir. ve son olarak katalaz (CAT) tarafından suya dönüştürülmektedir. Hidrojen peroksit Fe^{2+} gibi katalizör ile reaksiyona girerse, Fenton reaksiyonu hidroksil radikalinin oluşmasına sebep olmaktadır ($Fe^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow Fe^{3+} + OH^{\cdot} + OH^-$). Ayrıca hidrojen peroksit süperoksit anyonu varlığında Haber-Weiss reaksiyonu aracılığıyla hidroksil radikali oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. Reaktif oksijen türlerinin oluşumuna yol açan reaksiyonlar. Yeşil oklar lipid peroksidasyonunu temsil etmektedir, mavi oklar Haber-Weiss reaksiyonunu ve kırmızı oklar Fenton reaksiyonunu temsil etmektedir (Carocho ve Ferreira, 2013).

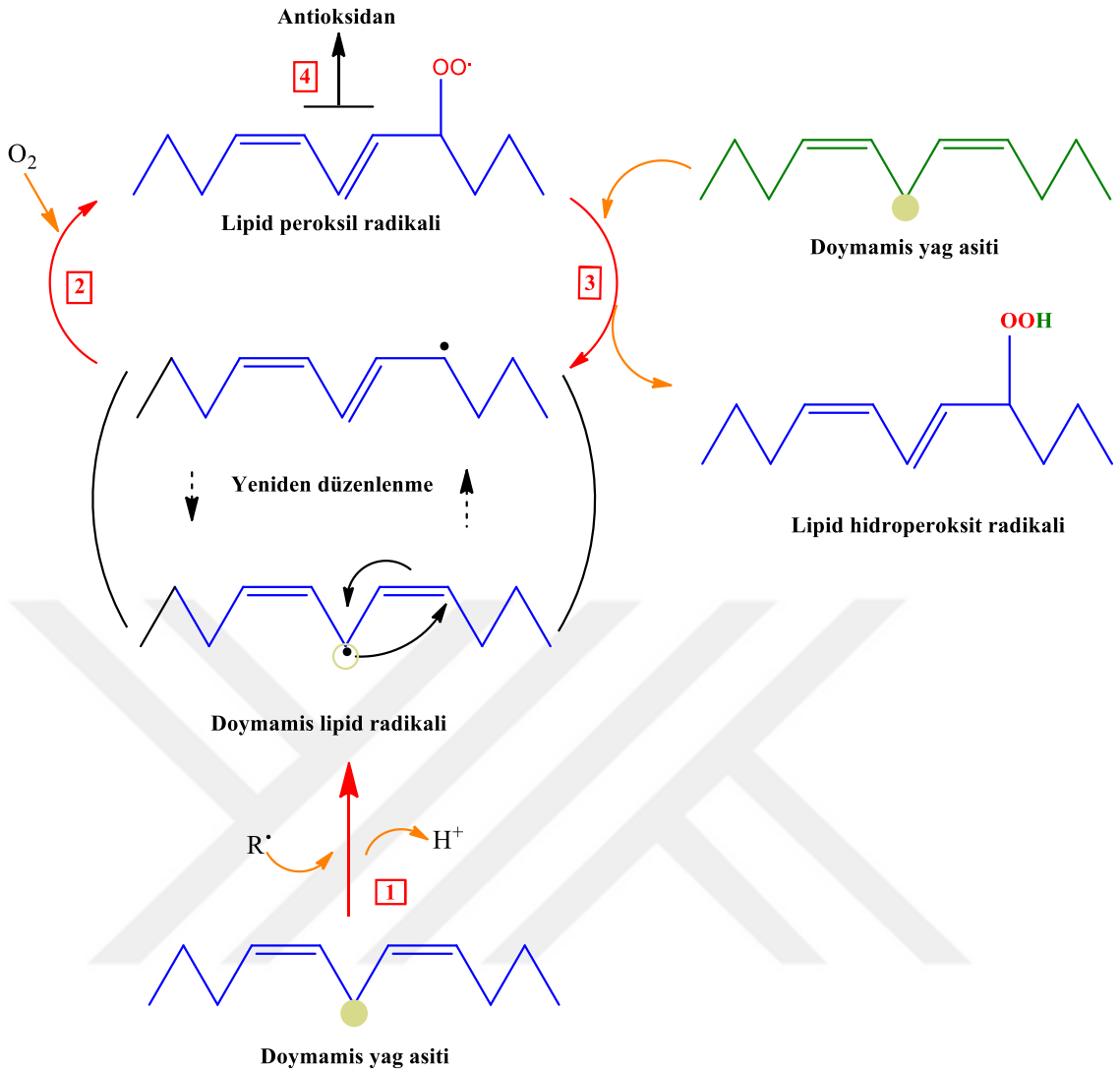


Şekil 2.2. Serbest radikallerin kaynakları, oksidatif stres ve kronik hastalıkların patagonezi (Kalam ve ark., 2015).

Serbest radikaller mitokondri, peroksizomlar, inflamasyon süreçleri, fiziksel egzersiz ve ksantin oksidaz ile metabolizmanın bir parçası olarak üretilmektedir. Serbest radikallerin üretimine yardımcı dış faktörler ise sigara, çevresel kirleticiler, radyasyon, pestisitler ve endüstriyel çözücülerdir (Şekil 2.2). Yaşam için gerekli olan elementler özellikle oksijen reaktif türler aracılığıyla insan vücudunda zararlı etkilere yol açmaktadır (Lobo ve ark., 2010). Reaktif oksijen türlerinin üretimi ve nötralizasyonu arasındaki denge çok hassastır ve denge ROS aşırı üretimi yönünde olursa hücreler oksidatif stresin sonuçlarına maruz kalmaktadır (Wiernsperger, 2003).

Reaktif oksijen türleri bütün biyomoleküllerin fonksiyonlarını etkilemektedir. Lipidler oksidasyona en yatkın olanlardır. Özellikle araşidonik ve dokosaheksaenoik asit gibi çoklu doymamış yağ asitleri daha eğilimlidir. ROS proteinlerin hem omurgasını hem de yan zincirlerini okside edebilmektedir. ROS nükleik asitlere DNA-protein çapraz bağlanması, pürin ve pirimidin baz yapılarında değişiklikler şeklinde etkileyerek sonuçta DNA mutasyonuna sebep olmaktadır (Gandhi ve Abramov, 2012). Serbest radikallerin endojen kaynakların en önemlisi mitokondride tanımlanmıştır ve temelde elektron taşıma zinciri ve nitrik oksit sentaz ile katalize edilmiş reaksiyonlardır. Nonmitokondriyal serbest radikallerin kaynakları fenton reaksiyonu, mikrozomal sitokrom P450 enzim kompleksi, peroksizomal beta oksidasyon, aktif fagositik hücrelerdir (Gutteridge ve Halliwell, 1993; Gilca ve ark., 2007; Poljsak ve ark., 2013). Bu hususlar dikkate alındığında, oksidatif stres için yeni görüş biyomoleküllerde hasara sebep olan serbest radikallerle sınırlı olmayıp hücresel redoks durumunun bozulmasını da kapsamaktadır (López-Alarcón ve Denicola, 2013). Dean Jones, redoks sinyal yolları, antioksidan mekanizma ve oksidatif stres belirteçleri üzerine yapılan son çalışmalara dayanarak, oksidatif stresi redoks sinyali ve kontrolünde bozulma olarak yeniden tanımlamıştır. Dolayısıyla antioksidan sistemlerin etkisi sadece reaktif serbest radikalleri engellemekten ziyade daha karmaşık olarak görülmektedir (Jones, 2006; Finley ve ark., 2011).

Lipidlerin oksidasyonu hücre membranlarına zarar verici bir potansiyele sahiptir. Doymamış yağ asitleri $OH^{\cdot}$ saldırısı tarafından kolayca peroksidasyona maruz kalırlar ve oksidasyona karşı hassas oldukları ispatlanmıştır (Liu ve ark., 1999; Milne ve ark., 2005). Lipid peroksidasyonu genel olarak üç aşamadan oluşmaktadır; başlatma, ilerleme ve sonlandırma. Şekil 2.3 Lipid peroksidasyon sürecini anlatmaktadır. Lipid peroksidasyonu doymamış yağ asidinden bir hidrojen atomunun ayrılması ile başlamaktadır (adım 1). İlerleme aşamasında, lipid radikali ($L^{\cdot}$) oksijen ile hızla reaksiyona girerek bir lipid peroksil radikali ($LOO^{\cdot}$) oluşturmaktadır (adım 2). Bu radikal diğer bir lipid molekülünden hidrojen alarak yeni bir lipid radikali (zincir reaksiyonunu devam ettirir) ve lipid hidroperoksit radikali (LOOH) oluşturmaktadır (adım 3). Sonlandırma reaksiyonunda, antioksidanlar lipid peroksil radikallerine ($LOO^{\cdot}$) bir hidrojen atomu vererek radikal olmayan ürünler oluşmaktadır (adım 4) (Ayala ve ark., 2014).



Şekil 2.3. Lipid peroksidasyon süreci

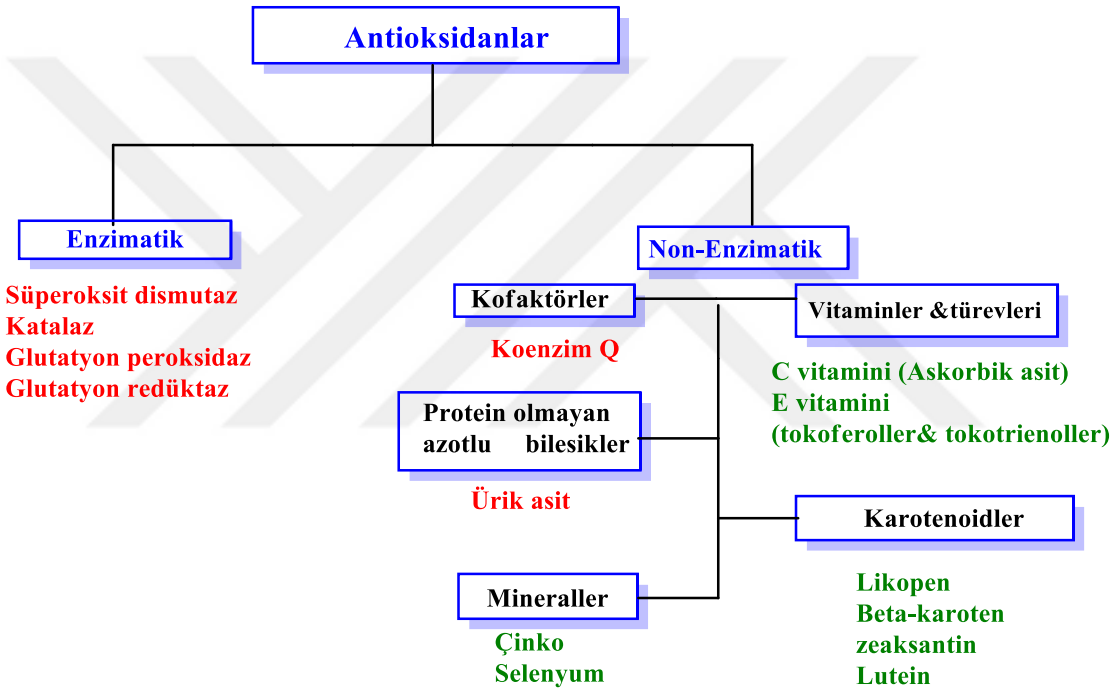
Proteinlerin oksidasyonu yan zincir oksidasyonu, omurga parçalanması, açılma ve yanlış katlanma ile oluşmaktadır (Headlam ve Davies, 2004). Plazma tiyol gruplarının oksidasyonu protein oksidatif zararı ile sonuçlanmaktadır (Sung ve ark., 2013). Bütün amino asitler oksidasyona karşı hassastır. Metiyonin ve sistein kolayca oksitlenebilir fakat bu oksidasyonların çoğu disülfid redüktaz aktivitesi nedeniyle geri dönüşümlüdür. Bir dizi S-karboksimetilsistein ve S-(2-süksinil) sistein oluşumu gibi geri dönüşümsüz değişikler de oluşabilmektedir (Zeng ve Davies, 2005; Alderson ve ark., 2006).

Kanser hücreleri sağlıklı hücrelere göre daha yüksek miktarda reaktif oksijen türleri ile karakterizedir (Raafat ve ark., 2011). Reaktif oksijen türleri Jun ve Fos genleri gibi onkogenlerin uyarıcısı olarak tanımlanmaktadır (Rahman ve ark., 2012). Jun geninin aşırı ifadesi akciğer kanseri ile sıkı bağlantılıdır (Volm ve ark., 1994; Szabo ve

ark., 1996). Azot oksitler tarafından oluşan ve yüksek aktiviteye sahip bir seri ara ürün karaciğer hücre nekrozu, mitokondrial fonksiyonların inhibisyonuna yol açarak DNA bozulmasına sebep olmaktadır. Hidrojen peroksit mitokondriyal solunum inhibisyonu ve kinaz fosforilasyonu inhibisyonunu başlatabilmektedir (Diesen ve Kuo, 2011).

Oksidatif stres ayrıca nörodejeneratif, diyabet, inflamatuvar hastalıklar, ve kardioyovasküler hastalıklar ile sıkı bağlantılıdır (Pisoschi ve Pop, 2015). Oksidasyon ateroskleroz patogenezinde önemli bir rol aldığı belirlenmiştir (Meagher ve Rader, 2001). Lipid peroksidasyonunun ana sonucu olarak membran fosfolipidlerinin tükenmesi Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların ana sebebi olarak görülmektedir (Markesbery, 1997; Feng ve Wang, 2012). Artmış oksidatif stres koşullarında, hücre hasarı pankreatik β hücre fonksiyonlarını etkileyebilmektedir (Valko ve ark., 2007; Bandeira ve ark., 2012). Reaktif oksijen türlerinin üretimindeki artış doku hasarına sebep olur ve inflamasyonla ilişkili olup romatoid artrit patogenezinde önemli bir rol oynamaktadır (Abbas ve Monireh, 2008). Biyolojik antioksidan kavramı maddelerin oksidasyonunu geciktiren veya engelleyen bileşikleri ifade etmektedir (Godic ve ark., 2014; Halliwell ve Gutteridge, 2015). Antioksidan fonksiyonlar oksidatif stres, DNA mutasyonları, zarar verici transformasyonlar ve diğer hücre hasarlarını azaltmakla ilişkilidir. Epidemiyolojik çalışmalar antioksidanların reaktif oksijen türlerini etkisiz hale getirdiğini, kanser ve diğer dejeneratif hastalıklara yakalanma riskini azalttığını rapor etmiştir (Godic ve ark., 2014). Oksidatif hasara karşı geliştirilen ilk antioksidan savunma sistemi tipleri reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellemek ya da oluşan radikalleri bloke etme şeklinde tanımlanmaktadır. Bu sistemler hücrelerde enzimatik ve non-enzimatik olarak bulunmaktadır. Hücrelerin diğer bir önemli antioksidan savunma sistemi hasar görmüş biyomoleküllerin hücre metabolizmasını değiştirmesine olanak vermeden uzaklaştırılması gibi tamir işlemleri ile temsil edilmektedir (Cheeseman ve Slater, 1993). Onarım sistemlerinin müdahalesi, spefik enzimler tarafından oksidatif olarak zarar görmüş nükleik asitleri onarmak (Poljsak ve ark., 2013), proteolik sistemler tarafından oksitlenmiş proteinlerin uzaklaştırılması, ve okside lipidlerin fosfolipazlar, peroksidazlar ya da açil transferazlar tarafından onarılması şeklindedir (Hitchon ve El-Gabalawy, 2004). Prooksidan ve antioksidan bileşikler arasındaki denge kısmen prooksidanlara kayarsa hafif bir oksidatif stres oluşur ve organizmanın endojen antioksidan sisteminin müdahale etmesi gerekir (Dröge, 2002). Bu koşullar altında, oksidatif stres sorunu yaş ile birlikte daha şiddetli olmaktadır ve onarım sistemleri onu etkili olarak yok edememektedirler. Bu saldırgan faktörleri engelleyen ya da sınırlayan

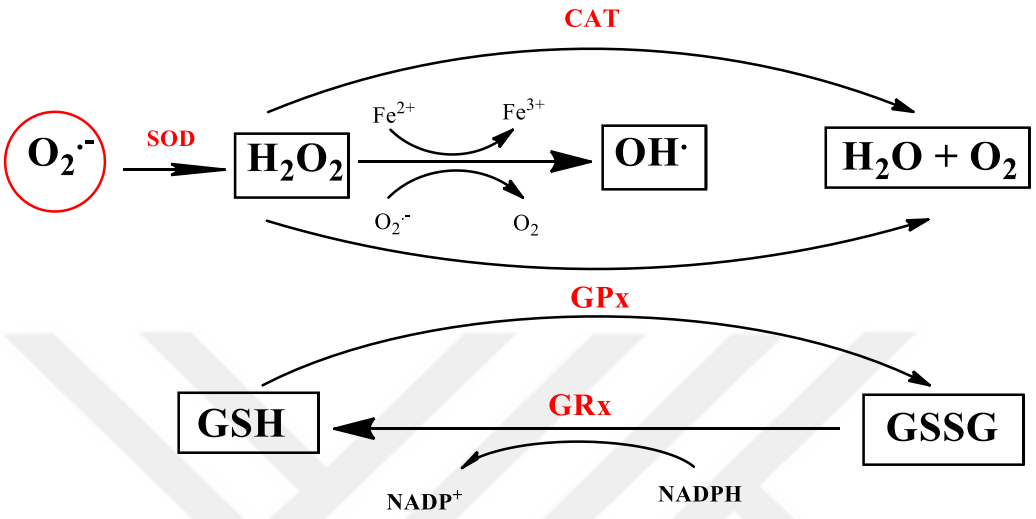
çeşitli müdahaleler direk olarak hastalığın insidansını düşürmeye yöneliktir. Fakat, örneğin kanserin engellenmesinde ve tedavisinde sentetik antioksidanların kullanımı hala tartışma konusudur (Cheeseman ve Slater, 1993; Godic ve ark., 2014). Hücrenin redoks homeostazı superoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyon redüktaz (GRx) gibi enzimler (Şekil 2.5) tarafından sağlanmaktadır. Buna ek olarak glutatyon, proteinler (ferritin, seruloplazmin, ve albümin gibi) ve ürik asit, koenzim Q ve lipoik asit gibi diğer endojen antioksidan savunma sistemi de desteklemektedir (Poljsak ve ark., 2013).



Şekil 2.4. Doğal antioksidanların sınıflandırılması. Yeşil renkler eksojen antioksidanları temsil etmek, kırmızı renkler endojen antioksidanları temsil etmektedir. (Carocho ve Ferreira, 2013)

Süperoksit dismutaz oksidatif bozulmaya karşı enzim savunma sisteminin bir parçası olup süperoksit radikal anyonunu hidrojen peroksite dönüştürür. Üç tip süperoksit dismutaz vardır; sitozolda bulunan bakır-çinko içeren süperoksit dismutaz (SOD1), mitokondriyal matriksde bulunan manganez içeren süperoksit dismutaz (SOD2), ve ekstraselüler süperoksit dismutaz (SOD3). Her üçü de ağırlıklı olarak sağlıklı böbreklerin renal tubulerinde bulunmaktadır (Ghezzi ve ark., 2005; Sung ve ark., 2013). Katalaz hidrojen peroksitin suya indirgenmesinde görev alan enzimdir. Bu enzim karaciğer ve eritrositlerde yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır (Sung ve ark., 2013). Glutatyon peroksidaz (GPx) selenyum içeren bir enzimdir. Glutatyon peroksidaz

hem H_2O_2 indirgenmesini hem de organik hidroperoksitleri suya yada ilgili alkollere katalize etmektedir. Bir flavoprotein enzim olan Glutatyon redüktaz (GRx) NADPH ile okside glutatyonu (GSSG) indirgenmiş glutatyona (GSH) dönüştürmektedir (Li ve ark., 2016).



Şekil 2.5. Enzimatik antioksidanlar (Rani ve ark., 2016)

Tiyoller neredeyse tüm fizyolojik antioksidanlarla etkileşerek temel antioksidan tamponlar olarak bilinmektedirler. Onların homeostatik hücre içi ve doku redoks durumunu koruma kapasitesi glutatyon, tioredoksin ve diğer sistein içeren proteinler gibi tiol/disülfat redoks çiftine dayanmaktadır. Glutatyon antioksidan ve sitoprotektan olarak tanımlanmış olup hidrojen peroksit, hidroksil anyonu ve klorlu oksidanları temizleyebilmektedir (Sung ve ark., 2013). Metalotiyoninler tarafından temsil edilen sisteince zengin sınıf –SH grubunun varlığından dolayı ağır metalleri bağlayabilmektedirler. Metalotiyoninler çinko iyonunun sinyalizasyonunu kontrol eder ve tümör baskılayı protein p53 düzenlenmesinde yer almaktadır (Ostrakhovitch ve ark., 2006; Babula ve ark., 2010).

Ürik asit insanlarda pürin nükleotid metabolizmasının son ürünüdür. Ürik asitin hemoglobin otooksidasyonu ya da makrofajlar tarafından peroksit üretimi gibi zararlı süreçlerden kaynaklanan reaktif radikalleri süpürme kabiliyeti ispatlanmıştır (Ames ve ark., 1981; Sautin ve Johnson, 2008). Ürik asit singlet oksijen, peroksil ve hidroksil için etkili bir radikal süpürücüdür ve eritrosit zarını lipid peroksidasyonundan korumaktadır. Plazma üratının lipid peroksidasyonuna karşı koyma kapasitesi sadece askorbik asit varlığında gerçekleşmektedir (Frei ve ark., 1988).

İndirgenmiş koenzim Q elektron taşıma zincirinde temel elektron taşıcıyısıdır ve radikal zararlarına karşı plazma lipoproteinlerine ve hücresel membranlara karşı koruyucu role sahiptir (Beyer, 1992; 1994). Ek olarak lipid peroksil radikallerini yakalama kapasitesine sahiptirler (Beyer, 1988). Koenzim QH_2 hem süperoksit hem de perferril radikalleri aşağıdaki gibi yakalamaktadır ;

$$CoQH_2 + O_2^{-\cdot} \longrightarrow CoQ^{-\cdot} + H_2O_2$$

$$CoQH_2 + Fe^{3+}\text{-}\ O_2^{-\cdot} \longrightarrow CoQ^{-\cdot} + Fe^{3+} + H_2O_2$$

Hidrojen peroksit daha sonra katalaz, peroksidaz veya glutatyon peroksidaz tarafından yok edilmektedir (Beyer, 1992).

Mineraller diyetsel antioksidanların küçük bir kısmıdır fakat metabolizmada önemli bir rol oynamaktadır. Antioksidan aktivitesi ile ilgili olarak en önemli mineraller selenyum ve çinkodur (Tabassum ve ark., 2010). Selenyum doğrudan bir reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin temizleyicisi değildir ve selenyum bileşiklerin *in vitro* antioksidan kapasitesi değerlendirildiğinde biyolojik ortamdaki selenyum fonksiyonları ile ilgili değildir. Selenyum temel olarak glutatyon peroksidazın kofaktörü olarak işlev görmektedir ve bu yüzden hidrojen peroksit ve peroksitlerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Huang ve ark., 2005). Çinko, metabolizmanın çeşitli yolları için temel bir mineraldir. Selenyum gibi, çinko da serbest radikallere doğrudan saldırmaz fakat serbest radikallerin oluşumunun önlenmesinde oldukça önemlidir (Prasad ve ark., 2004).

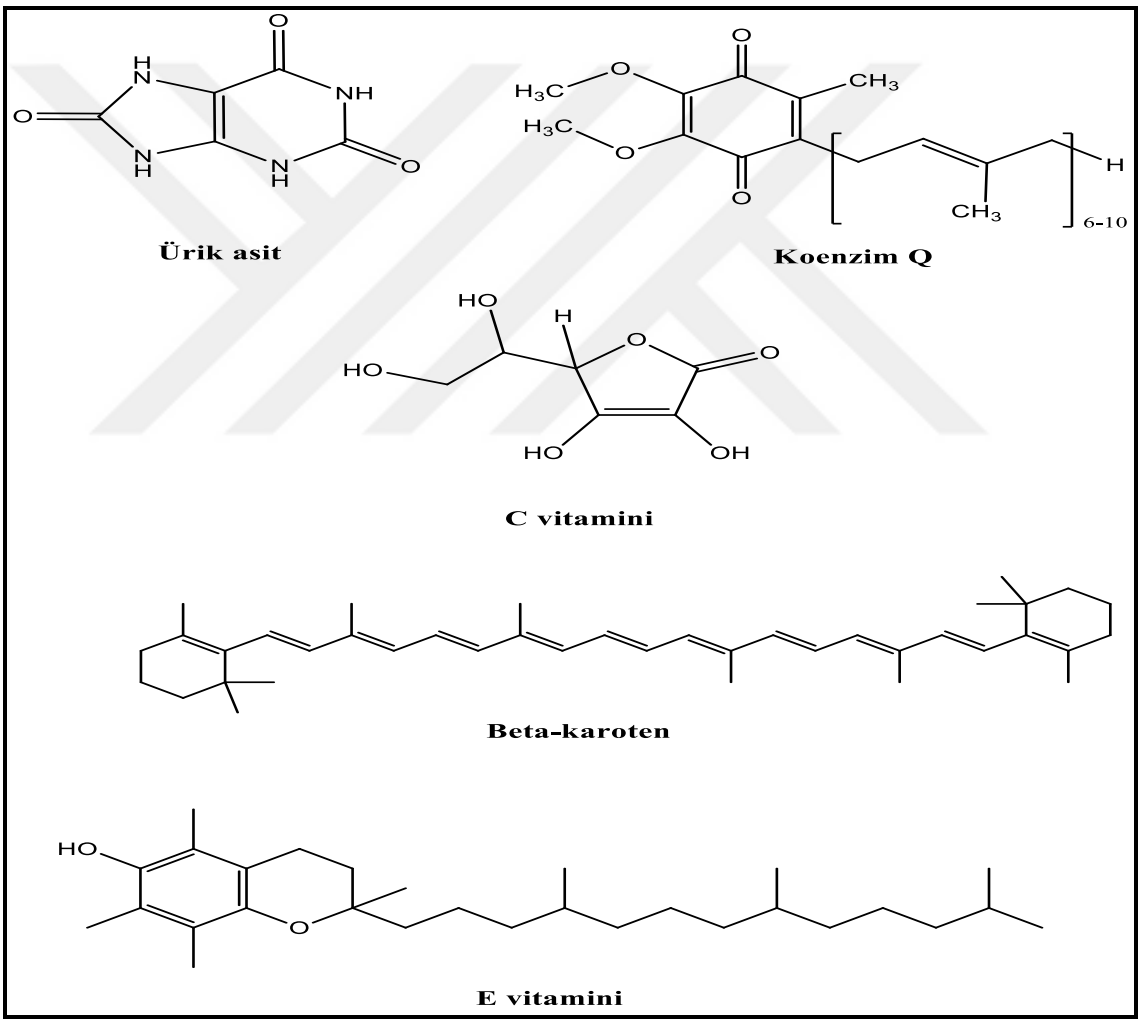
Askorbik asit (C vitamini) suda çözünen en yaygın antioksidanlardan birisidir. Askorbik asitin L-enantiomeri vasküler ve bağ dokusu bütünlüğünün korunmasında, demir emiliminde, kollajen biyosentezinde, nöroproteksiyon da önemli rol almaktadır (Hodges ve ark., 1971; Englard ve Seifter, 1986; Padh, 1990; Agus ve ark., 1997; Léger, 2008; May, 2012). C vitamini hidroksil, alkoksil, reaktif azotlu ve süperoksit anyon radikallerini temizlemektedir. Dolayısıyla temel biyomoleküllerin oksidatif bozunumunu engellemektedir (Descamps-Latscha ve ark., 2001; Du ve ark., 2012; Sung ve ark., 2013). Askorbik asit doğrudan lipofilik radikallerin temzileyicisi olmamasına rağmen lipid peroksil radikallerinin kaldırılmasında tokoferol ile kombinasyonu sinerjik bir etkiye sahiptir. Lipid-sulu interfazda, membrana bağlı oksitlenmiş tokoferoksil radikalleri ile reaksiyona girerek onları indirgemektedirler ve aktif tokoferolü yeniden üretmektedirler (Kojo, 2004; Olabisi, 2005; Du ve ark., 2012).

$$LOO^{\cdot} + TOH \longrightarrow LOOH + TO^{\cdot}$$

$$AscH^{-} + TO^{\cdot} \quad Asc^{\cdot -} + TOH$$

$TO^{\cdot}$, Tokoferol (TOH) ile peroksil radikalin ($LOO^{\cdot}$) reaksiyonu sonucu oluşan tokoferoksil radikalini temsil etmektedir. $AscH^{-}$ askorbat mono anyonu ve $Asc^{\cdot-}$ ise askorbat anyon radikalidir (Du ve ark., 2012).

E vitamini dört tokoferol (α-tokoferol, β-tokoferol, γ-tokoferol ve δ-tokoferol) ve dört tokotrienol (α-tokotrienol, β-tokotrienol, γ-tokotrienol ve δ-tokotrienol) olmak üzere sekiz izoformdan oluşmaktadır. α-tokoferol biyolojik sistemlerde en bol bulunan ve en güçlü olan izoformdur (Burton ve Traber, 1990). E vitamini (alfa-tokoferol) hücre membranlarını lipid peroksidasyonuna karşı korumaktadır ve radikal zincirleri durdurabilmektedirler (Descamps-Latscha ve ark., 2001).

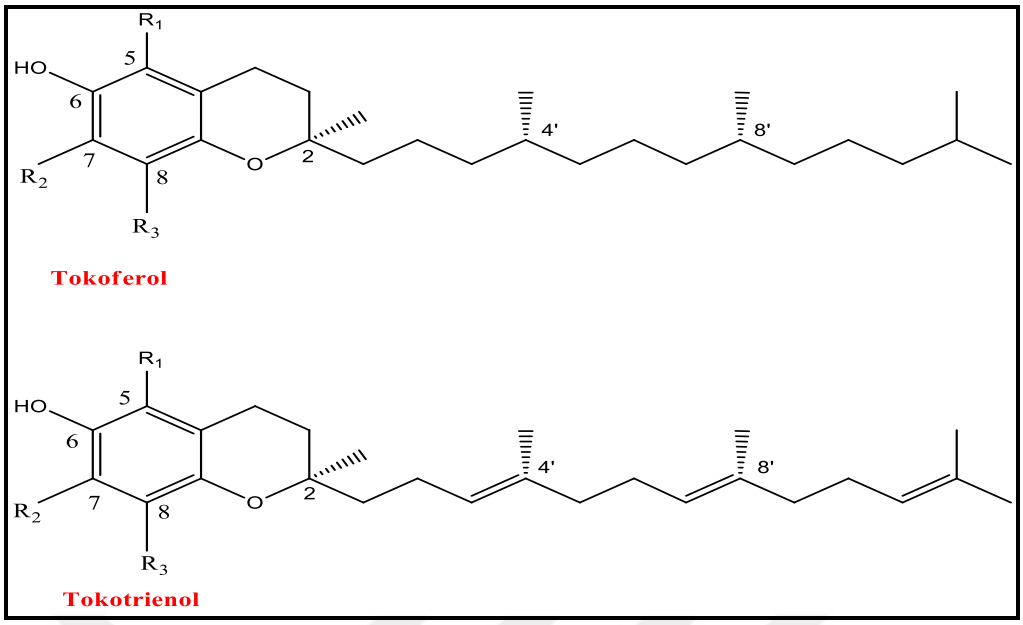


Şekil 2.6. Temel endojen ve eksojen antioksidanların yapıları

Karotenoidler bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen fakat hayvanlar tarafından sentezlenmeyen doğal pigmentler grubudur. İki büyük gruba ayrılabilmektedir; likopen ve β-karoten gibi spesifik grupları içeren karotenler olarak

bilinen karotenoid hidrokarbonlar, zeaksantin ve lutein gibi ksantofil olarak bilinen oksijenlenmiş karotenoidlerdir. Karotenoidlerin ana antioksidan özellikleri singlet oksijen süpürmesinden kaynaklanmaktadır (Paiva ve Russell, 1999). β-karoten oldukça etkili bir singlet oksijen süpürme ve ayrıca cildin UV ışınların zararlarından, katarak, makula dejenerasyondan sorumludur (Różanowska ve ark., 1998; Zigman, 2000; Sies ve Stahl, 2004; Huang ve ark., 2005). Sistemik fotokoruma da β-karoten'nin rolü antioksidan özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Godic ve ark., 2014). Çeşitli araştırmalar diğer güçlü bir karoten olan likopen üzerine odaklanmışlardır. Plazma ve serumda likopen varlığı kanser riskinde azalma ile ilişkili olduğu görülmüştür (Helzlsouer ve ark., 1989; Van Eenwyk ve ark., 1991; Franceschi ve ark., 1994; Gann ve ark., 1999; Yuan ve ark., 2004; Wakai ve ark., 2005). Likopenin koruyucu görevleri singlet oksijen süpürme kabiliyeti ve onların yapıları üzerine kurulmuştur (Krinsky, 1998; Kelkel ve ark., 2011) (Şekil 2.4 ve 2.6).

Tokoferol ve tokotrienoller (topluca tokollar olarak bilinmektedir) monofenol bileşiklerdir. Tokoferoller 6 kromonal grup ve bir apolar fitil zincirinden oluşurlar ve kroman halkalarına bağlı olan metil gruplarının sayısı ve pozisyonuna göre α, β, γ, ve δ formları vardır (Dziezak, 1986; Shahidi ve Wanasundara, 1992; Kiokias ve ark., 2008). Tokotrienoller 3', 7' ve 11' pozisyonlarda doymamış bir yan zincire sahip olmaları ile tokoferollerden farklıdırlar (Seppanen ve ark., 2010). Tokoferol ve tokotrienoller antioksidan olarak iki önemli rol oynalar; ilk olarak lipid peroksil radikallerini süpürme ve ikinci olarak singlet oksijen söndürme ve kimyasal süpürmedir (Munné-Bosch ve Alegre, 2002). Tokolların antioksidan aktiviteleri serbest lipid radikallerine fenolik hidrojenlerini verme kabiliyetindendir (Kamal-Eldin ve Budilarto, 2015). E vitamini aktivitesi ile α-tokoferol en güçlü üyedir (Shahidi ve Naczk, 2004), oysaki diğer tokollar daha düşük aktiviteye sahiptirler (Shahidi, 2000) (Şekil 2.19).

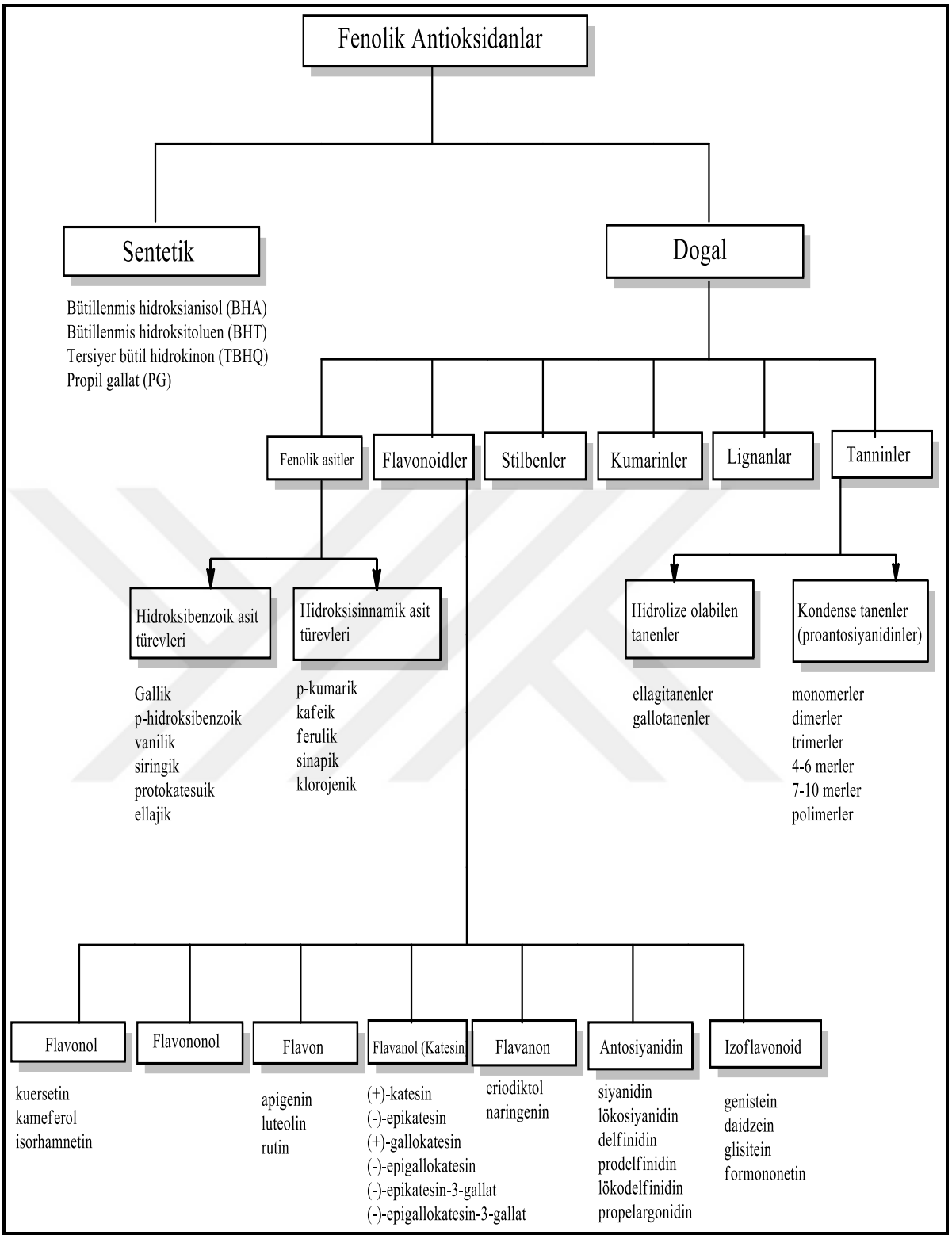


Bileşik	R_1	R_2	R_3
5,7,8-Trimetil tokoferol (α-tokoferol) 5,7,8-Trimetil tokotrienol (α-tokotrienol)	CH_3	CH_3	CH_3
7,8-Dimetil tokoferol (β-tokoferol) 7,8-Dimetil tokotrienol (β-tokotrienol)	H	CH_3	CH_3
5,8-Dimetil tokoferol (γ-tokoferol) 5,8-Dimetil tokotrienol (γ-tokotrienol)	CH_3	H	CH_3
8-Metil tokoferol (δ-tokoferol) 8-Metil tokotrienol (δ-tokotrienol)	H	H	CH_3

Şekil 2.7. Tokoferol ve tokotrienollerin kimyasal yapıları

2.2. Fenolik Antioksidanlar

İnsanlar yıllardır yiyecek için karbohidrat, yağ ve proteinlerin kaynağı olarak bitkilere bağlı olmuşlardır. Ek olarak bitkiler gıda katkı maddesi, renklendirici ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Bitkiler başta fenolikler olmak üzere çok çeşitli sekonder metabolitlerin değerli bir kaynağıdır (Rao ve Ravishankar, 2002). Fenolikler bir ya da daha fazla hidroksil grup ile bir ya da daha fazla aromatik halkaya sahip bileşiklerdir. Fenolik bileşikler bitkiler aleminde genişçe dağılmışlardır ve şu an yapısı bilinen 8 binden daha fazla fenolik bileşik ile en fazla bulunan sekonder metabolitlerdir. Fenolik bileşiklerin yapısı fenolik asitler gibi basit moleküllerden tanninler gibi çok polimerize maddelere kadar değişmektedir. Fenolik antioksidanlar sentetik ve doğal olarak sınıflandırılır (Şekil 2.8).

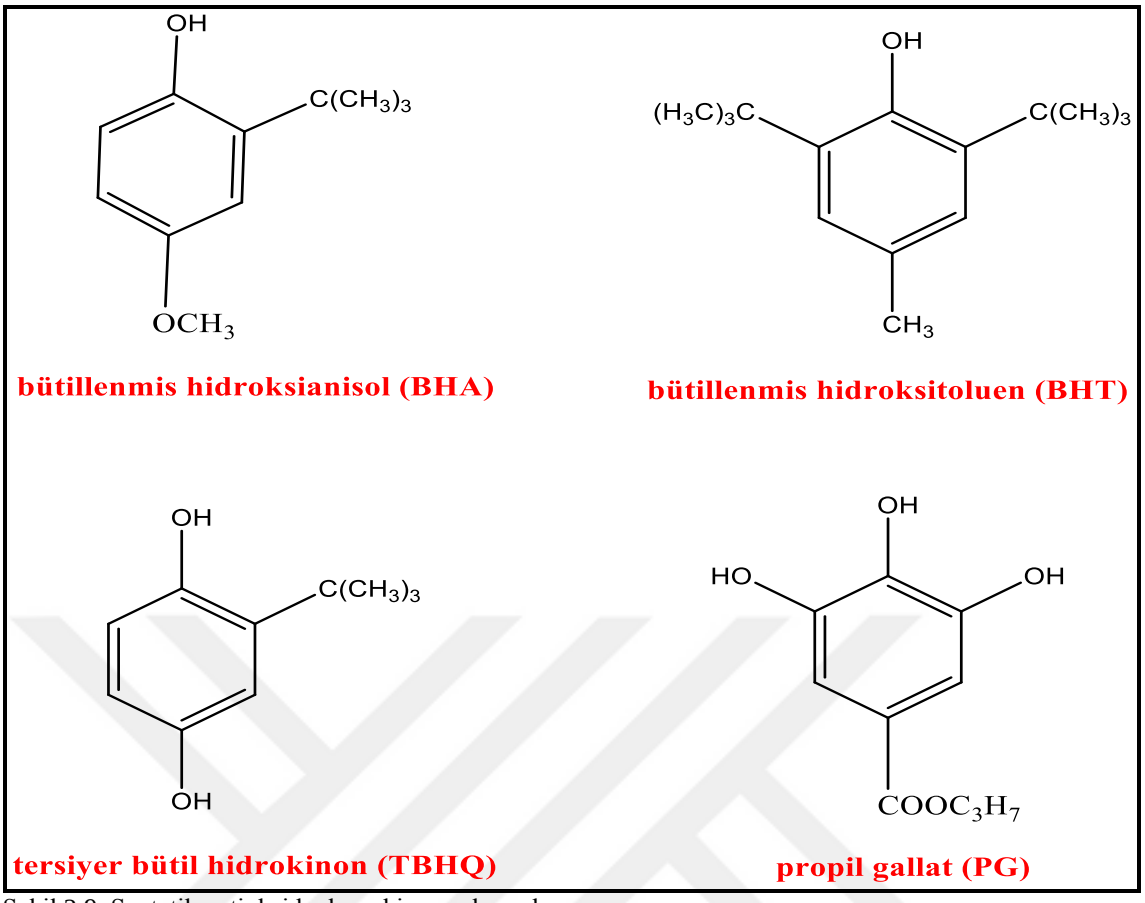


Şekil 2.8. Fenolik antioksidanların sınıflandırılması (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

2.2.1. Sentetik Fenolik Antioksidanlar

Günümüzde gıdalarda kullanılmasına izin verilen sentetik fenolik antioksidanlar bütillenmiş hidroksianisol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), propil gallat (PG), tersiyer bütil hidrokinondur (TBHQ) (Şekil 2.9). Ek olarak oktil gallat (OG) ve dedosil gallat (DG) sentetik antioksidanlar olarak kullanılmaktadır (Makahleh ve ark., 2015). Bu sentetik fenolik antioksidanlar lipid içeren gıdalar, katı ve sıvı yağların depolanmasında ve işlenmesinde lipid oksidasyonunun başlamasını geciktirmek ve engellemek için gıdalara eklenmektedir. Bu sentetik antioksidanlar yaklaşık 60 yıllık bir süredir gıda endüstrisi tarafından kullanılmaktadır (Saad ve ark., 2007).

BHA monofenolik bir antioksidandır (Hettiarachchy ve Kalapathy, 2000). Bu sentetik antioksidan yağda oldukça çözünür olup suda çözünmez ve daha çok uçucu yağların renginin ve kokusunun bozulmasını engellemede etkilidir. BHA özellikle hindistan cevizi ve palmiye yağında bulunan yağ asitleri gibi kısa zincirli yağ asitlerinin oksidasyonun kontrolünde etkilidir (Shahidi ve Wanasundara, 1992). BHA pişmiş ve kızarmış ürünlerin yanı sıra patates ürünleri, tahıllarda, içeceklerde ve tatlı karışımlarında kullanılmaktadır (Dolatabadi ve Kashanian, 2010; Makahleh ve ark., 2015). BHT'de monofenolik bir antioksidandır (Nanditha ve Prabhasankar, 2008). Yağlarda çözünür iken suda çözünmezler ve bitkisel yağlardan daha ziyade hayvansal yağların oksidasyonunun bastırılmasında daha etkilidir (Dziezak, 1986) Birçok çalışma BHT'nin yüksek dozda iç ve dış kanamalara sebep olabileceğini göstermiştir. Bu etki BHT'nin K vitaminine bağlı fıhtılaşma faktörlerini azaltma yeteneğinden kaynaklanmaktadır (Ito ve ark., 1986) TBHQ doymamış bitkisel yağlar ve et ürünleri için oldukça etkili bir koruyucudur (Kashanian ve Dolatabadi, 2009). Khan ve Shahidi (2001) sentetik antioksidanlar arasında TBHQ, BHA ve BHT den daha etkili olduğunu rapor etmiştir. Yüksek dozda, TBHQ laboratuvar hayvanlarında DNA zararı ve mide tümörleri gibi sağlık üzerine bazı olumsuz etkilerinin olduğunu görmüşlerdir (Kashanian ve Dolatabadi, 2009). Propil gallat gıda ambalaj malzemeleri ve mayonez, yenilebilir katı ve sıvı yağlar, pişmiş ürünlerde katkı maddesi olarak 1948 den beri kullanılmaktadır (Zurita ve ark., 2007). PG etanolde çözünür fakat pratikte suda çözünmez (Shahidi ve Naczk, 2004). PG mitokondrial bozulma ve ATP tükenmesine yol açmasından dolayı sitotoksik etkiye sahiptir (Nakagawa ve ark., 1995).

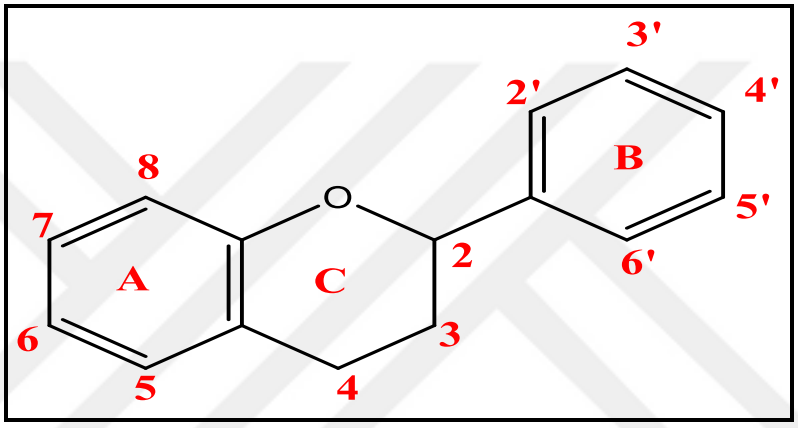


Şekil 2.9. Sentetik antioksidanların kimyasal yapıları

2.2.2. Doğal Fenolik Antioksidanlar

Son yıllarda sentetik antioksidanların olası toksisite üzerine kaygılar yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda, doğal ürünler serbest radikallerin sebep olduğu çeşitli hastalıklara karşı korunmada antioksidan olarak kullanılmaktadır (Hou ve ark., 2003). Serbest radikal süpürme aktivitesine ek olarak, antioksidanlar şelasyon tarafından metal katolizörleri deaktive etmek, diğer indirgeyici bileşikler ile sinerjik olarak etkileşme, hidroperoksitleri azaltma gibi çok sayıda aktiviteye sahiptirler (Frankel ve Finley, 2008). Gıda katkı maddelerinin artan popülaritesi gıda üreticilerini sentetik antioksidanlar yerine doğal gıda maddeleri içeren katkı maddelerine yönlendirmektedir. Bu yüzden doğal katkı maddeleri üzerine araştırmalar tüketiciler için sağlık riskine sahip olmamasından dolayı ivme kazanmıştır (Shahidi ve Wanasundara, 1995). Doğal olarak oluşan antioksidan bileşikler flavonoidler, fenolik asitler, lignanlar, terpenler ve tokoferollerdir. Doğal antioksidanların kaynakları birincil olarak bitkilerin bütün kısımlarında oluşan bitki fenolikleridir. Bu bileşikler meyve, sebze, yaprak, kök, kabuk ve tohumda bulunmaktadır (Wanasundara ve ark., 1995).

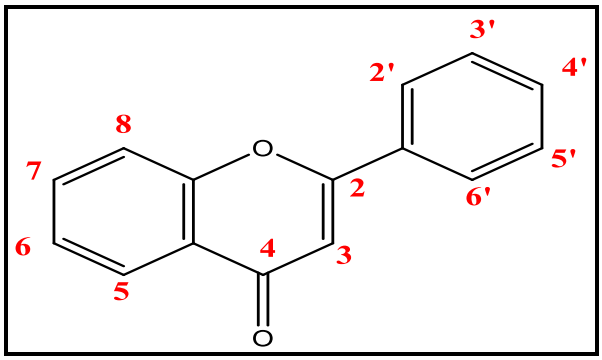
Tipik olarak, bitkisel gıdalarda fenolikler ele alındığı zaman, flavonoidler dietsel fenoliklerin yaklaşık üçte ikisini oluşturmasından temel sınıf olarak bilinmektedir (Robbins, 2003). Flavonoidler bitkilerde yaygın olarak oluşan difenilpropan halkalarıdır (Cao ve ark., 1997). Altı binden daha fazla flavonoid tanımlanmıştır (Harborne ve Williams, 2000). Flavonoid üyeleri flavon, flavonol, izoflavon, flavanon, flavononol, flavanol ve antosiyanidin içermektedir. Flavonoid türevlerinin heterosiklik oksijen halka etrafındaki yapısı değişiklik göstermektedir. Fakat hepsi karakteristik C_6-C_3-C_6 karbon iskeletine sahiptir (Shahidi ve Naczk, 2004; Yao ve ark., 2004). (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Flavonoid genel yapısı

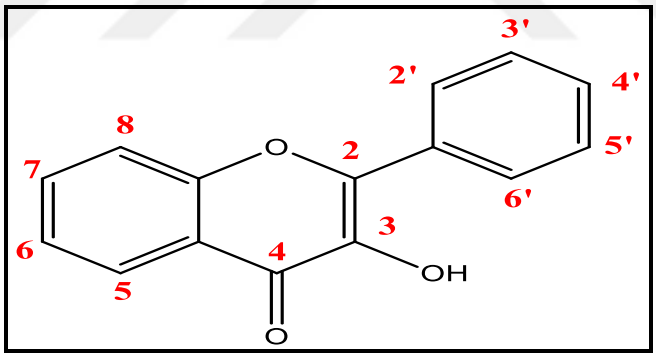
Flavonoidlerin biyokimyasal aktiviteleri onların kimyasal yapılarına ve moleküllerin çeşitli fonksiyonel gruplarının nispi yönelimine bağlıdır. İzoflavonoidler genel olarak Fabaceae familyasında bulunur ve bir fenil halkasının (A halkası) altı üyeli heterosiklik C halkası ve C_3 konumunda diğer bir fenil halkası (B halkası) birleşerek oluşmaktadır. Oysaki flavonoidler için B halkası C_2 konumundadır. Küçük yapısal farklılıklara rağmen bazı izoflavonoidler bunlara karşılık gelen flavonoidlerden antioksidan olarak daha aktiftirler (Han ve ark., 2009). Flavonlar ve flavonollar gıdalarda aglikon olarak oluşurlar. Bitkilerde yaklaşık 200 flavonol ve 100 flavon tanımlanmıştır. Bu bileşikler C_2 ve C_3 arasında çift bağa sahiptir. Flavonollar 3. konumda bir hidroksil gruba sahip olmalarından dolayı flavonlardan farklıdırlar ve 3-deoksiflavonol olarak görülebilir (Shahidi ve Naczk, 2004). (Şekil 2.11 ve Şekil 2.12). Aynı zamanda flavonon ve flavononollar doymuş bir C_2-C_3 bağın varlığı ve 4. konumda

bir oksijen atomu (karbonil grup) tarafından karakterizedir (Şekil 2.13 ve 2.14). Dolayısıyla, flavononlar dihidroflavonlar olarak ifade edilebilmektedir. Flavononollar 3. konumda bir hidroksil grubuna sahip olmasıyla flavononlardan farklıdırlar ve sıklıkla 3-hidroksiflavonon ya da dihidroflavonol olarak ifade edilmektedir (Shahidi ve Naczk, 2004). Flavonoidler arasında, antosiyanin ve kateşinler karbonil grubunun eksikliğinden dolayı topluca flavanlar olarak bilinmektedir (Şekil 2.15 ve 2.16). Flavonollar temelde kuersetin, kaempferol, mirisetin tarafından temsil edilmektedir. Bunlardan kuersetin en yaygınıdır. Son yapılan araştırmalarda yüksek konsantrasyonda flavonollar *Moringa oleifera*, çilek, ıspanak ve karnabaharda bulunmuştur (Sultana ve Anwar, 2008; Jaganath ve Crozier, 2010). Flavonolların tersine, flavonlar yaygın olarak dağılmamıştır ve yalnızca maydanoz, kereviz ve enginar da bulunmaktadır. Flavan-3 ol kayısı, vişne, üzüm ve böğürtlen gibi meyvelerde bulunurken flavanonlar sadece glikozid formunda naranciyede bulunmaktadır. Meyvelerde en yaygın bulunan antosiyanin siyanidin-3-glukosiddir. Kızılcık, böğürtlen, mürver antosiyanin tek tip türevini içerirken yaban mersini ve kuş üzümünde çok çeşitli antosiyaninler oluşmaktadır. Aynı zamanda soya izoflavonların tek dietsel kaynağıdır. Genistein, daidzein, glisitein gibi yaygın izoflavonoidler düşük seviyelerde börülce ve bezelyede bulunmaktadır (Jaganath ve Crozier, 2010).



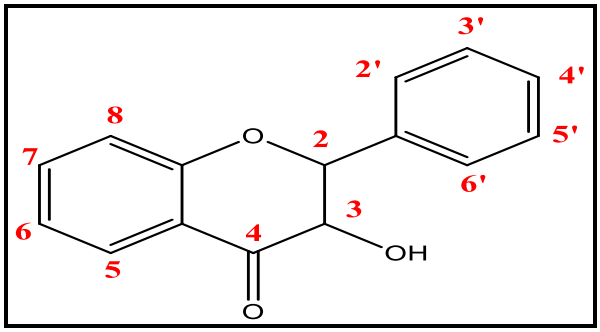
	Substitution					
İsim	**5**	**6**	**7**	**8**	**3'**	**4'**
Baicalein	OH	OH	OH	H	H	H
Baicalin	OH	OH	Glucuronide	H	H	H
Wogonine Glucuronide	OH	H	Glucuronide	OMe	H	H
Chrysin	OH	H	OH	H	H	H
Apigenin	OH	H	OH	H	H	OH
Luteolin	OH	H	OH	H	OH	OH

Şekil 2.11. Flavon genel yapısı ve çeşitli flavon türleri



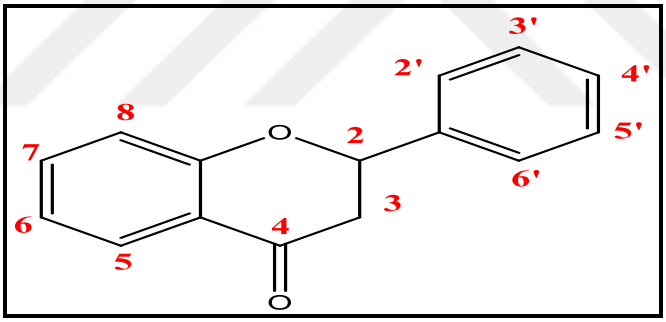
	Substitution						
İsim	**3**	**5**	**7**	**2'**	**3'**	**4'**	**5'**
Kaempferol	OH	OH	OH	H	H	H	OH
Quercetin	OH	OH	OH	H	OH	OH	H
Morin	OH	OH	OH	OH	H	OH	H
Myricetin	OH	OH	OH	H	OH	OH	OH
Hyperoside	Galactoside	OH	OH	H	OH	OH	H
Quercetin-3-galactouronide	Galactouronide	OH	OH	H	OH	OH	H
Quercetin-3- glucoside	Glucoside	OH	OH	H	OH	OH	H
Miquelianin	Glucuronide	OH	OH	H	OH	OH	H
Rutoside	-Rha-Glc	OH	OH	H	OH	OH	H
Trihydroxyethylrutoside	-Rha-Glc	OH			7;3';4'=OC_2H_5OH		
Tetrahydroxyethylrutoside	-Rha-Glc			5;7;3';4'= OC2H5OH			

Şekil 2.12. Flavonol yapısı ve çeşitli flavonol türleri



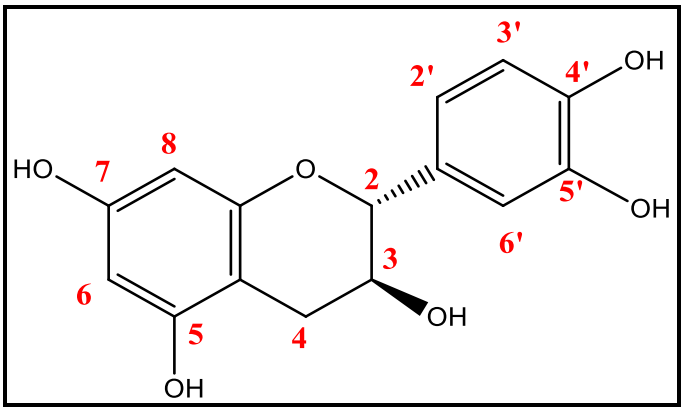
	Substitution					
İsim	**3**	**5**	**7**	**3'**	**4'**	**5'**
Fustin	OH	H	OH	OH	OH	H
Taxifolin	OH	OH	OH	OH	OH	H
Amelopsin	OH	OH	OH	OH	OH	OH

Şekil 2.13. Flavononol yapısı ve çeşitli flavononol türevleri



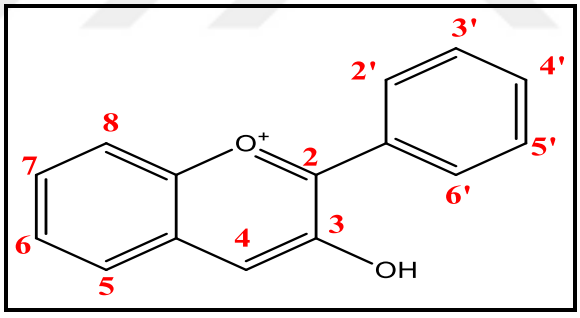
	Substitution						
İsim	**5**	**7**	**8**	**2'**	**3'**	**4'**	**5'**
Naringenin	OH	OH	H	H	H	OH	H
Eriodictyol	OH	OH	H	H	OH	OH	H
Lysinonotin	OH	OH	OMe	OMe	H	OMe	H
Hesperetin	OH	OH	H	H	OH	OMe	H
Dihydrotricin	OH	OH	H	H	OMe	OH	OMe
Naringin	OH	-Rha-Glc	H	H	H	OH	H
Hesperidin	OH	-Rha-Glc	H	H	OH	OMe	H

Şekil 2.14. Flavonon yapısı ve türleri



	Substitution		
İsim	**3**		**5**
(+)-Catechin	OH		H
(+)-Gallocatechin	OH		OH
(+)-Gallocatechin-3-*O*-gallate	Galloyl		OH
(-)-Epicatechin	OH		H
(-)-Epicatechin gallate	Galloyl		H
(-)-Epigallocatechin	OH		OH
(-)-Epigallocatechin gallate	Galloyl		OH
Procyanidin B2		Dimer of (-)-epicatechin	
Procyanidin C1		Trimer of (-)-epicatechin	
Tetrameric proanthocyanidin		Tetramer of (-)-epicatechin	
Procyanidin B4		(+)-Catechin-(4α-8)-(-)-epicatechin	

Şekil 2.15. Flavanol yapısı ve türleri



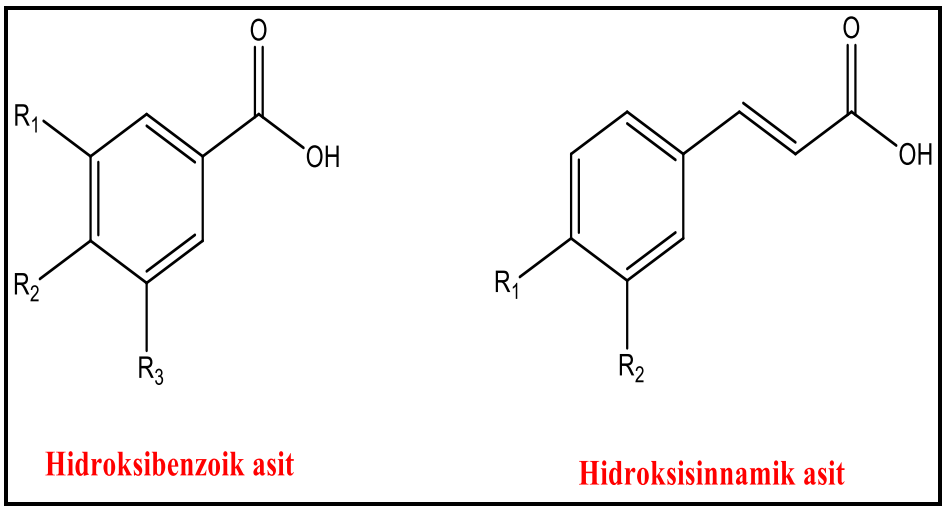
	Substitution					
İsim	**3**	**5**	**7**	**3'**	**4'**	**5'**
Pelargonidin	OH	OH	OH	H	OH	H
Cyanidin	OH	OH	OH	OH	OH	H
Delphinidin	OH	OH	OH	OH	OH	OH

Şekil 2.16. Antosiyanidin yapısı ve türleri

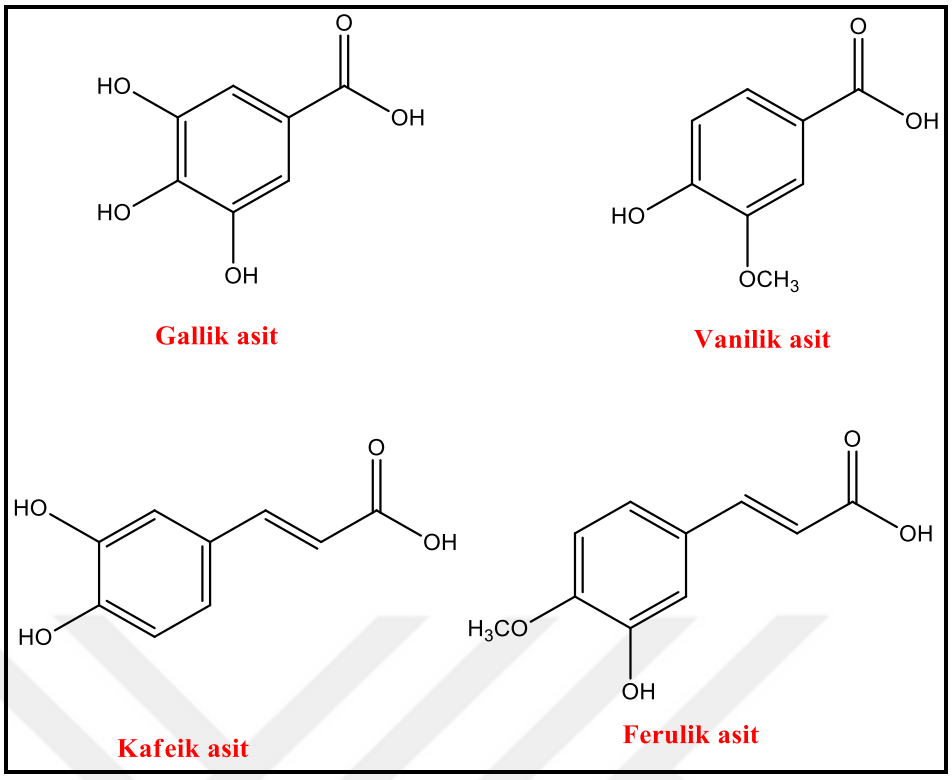
Genellikle flavonoidlerin etkili antioksidan yetenekleri üç faktöre bağlıdır; (I) moleküllerin etrafındaki hidroksil ve karbonil grubun düzenlenmesine bağlı olan metal şelatlama potansiyeli, (II) serbest radikalleri azaltma kabiliyetine sahip olan hidrojen/elektron verici maddelerin varlığı, (III) flavonoidlerin stabil bir radikal oluşumuna sebep olan eşleşmemiş elektronları delokalize etme kabiliyetidir. Ek olarak flavonoidlerin önleyici ve zincir kırma mekanizmaları yüksek aktivitelerinden sorumludur (Musialik ve ark., 2009). Genellikle flavonoidlerin mükemmel antioksidan özellikleri B halkasındaki katekol hidroksil gruplarının varlığından kaynaklanmaktadır (Rice-Evans ve ark., 1996; Zhou ve ark., 2005; Musialik ve ark., 2009). Naringenin ve hesperidin flavanonları B halkasında bir tane hidroksil gruba sahiptir ve düşük antioksidan aktiviteye sahiptir (Shahidi ve Wanasundara, 1992). Flavonoidlerin yüksek antioksidan aktivitesi şu yapılardan kaynaklanır; (I) B halkasındaki 3',4'-dihidroksi grup, (II) C halkasındaki 3-OH kısmı, (III) C halkasındaki C_2-C_3 bağlarının B halkasında elektron kaybolması sonucu oluşan 4-keto grup ile konjuge olması, (IV) C halkasındaki 3-OH ve A halkasındaki 5-OH bir 4-karbonil grup ile birleşmesi ve C_2-C_3 arasındaki çift bağın varlığı. Flavonoidler antiradikal özelliklerinin yanısıra metal şelatörleri olarak haraket ederler. Cu ve Fe iyonları için flavonoidlerin şelatlama aktivitesi araştırılmıştır (Brown ve ark., 1998; Engelmann ve ark., 2005). Shahidi ve Naczk (2004) Cu ile oluşan komplikasyonların flavonoidlerin antioksidan aktivitesine katkı sağlayabileceğini rapor etmiştir. Flavonodilerin antioksidan aktivitesi genellikle hidroksil grubunun sayısının artışı ve glikosilasyonun azalışı ile artmaktadır (Yao ve ark., 2004). Bazı flavonoidlerin anti-lipoperoksidaz (Terao ve ark., 1994), anti-tümöral (Deschner ve ark., 1991), anti-platelet (Tzeng ve ark., 1991), anti-iskemik, anti-alerjik, anti-inflamatuar (Middleton ve Kandaswami, 1992) aktivitelere sahip oldukları bulunmuştur.

Fenolik asitler çok amaçlı biyoaktif bileşikler olarak bilinirler ve bitkiler aleminde genişçe dağılmışlardır. Onların çoğu insan dietinin ayrılmaz bir parçasıdır ve tıbbi amaçlar içinde kullanılmaktadır. Fenolik bileşiklerin sağlığı koruyucu etkilerinin çoğu onların antioksidan, antimutajenik, antikanserojen, anti-inflamatuar, anti-mikrobiyal ve diğer biyolojik özellikleriyle ilişkilidir (Xu ve ark., 2008). Hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asit türevleri bitkiler aleminde en yaygın olan fenolik asitlerdir. Bu türevler hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asitten aromatik halkalarındaki hidroksilasyon ve metoksilasyon farklıdır (Şekil 2.17) (Shahidi ve

Naczk, 2004; Mattila ve Hellström, 2007). Fenolik asitler bazı bitkilerde çoğunlukla bağlı formda bulunurlar. En yaygın hidroksisinnamik asitler kafeik, p-kumarik, ferulik asittir ve sıklıkla bitkilerde glikoz ve kinik asit ile basit bir ester halinde bulunurlar. En yaygın olarak bilinen bağlı hidroksisinnamik asit kafeik ve kinik asitin birleşmesiyle oluşan klorojenik asittir. Hidroksisinnamik asitlerin tersine, hidroksibenzoik asit türevleri gıdalarda temelde glikozitler formundadır. Vanilik, p-hidroksibenzoik, protokateşuik asitler en yaygın formlarıdır (Herrmann ve Nagel, 1989; Shahidi ve Naczk, 2004; Shahidi ve ark., 2008; Shahidi ve Chandrasekara, 2010; Yeo ve Shahidi, 2015). Fenolik asitlerin antioksidan olarak hareket etmesi fenol kısmının (aromatik halkadaki hidroksil sübstitüentleri) reaktifliğinden dolayıdır. Çeşitli mekanizmalar olmasına rağmen, antioksidan aktivitenin en etkin mekanizması bir hidrojen atomu vererek radikal süpürme olduğuna inanılmaktadır (Shahidi ve Wanasundara, 1992). Aromatik halka üzerindeki sübstitüentler stabilizasyonu etkiler ve dolayısıyla bu fenolik asitlerin radikal giderme aktivitelerini etkilemektedir. Dolayısıyla farklı fenolik asitler farklı antioksidan aktiviteye sahiptirler (Rice-Evans ve ark., 1996). Kafeik asit en çok bilinen doğal olarak oluşan sinnamik asitlerden biridir. Kafeik asitin bağışıklık sistemi ile ilişkili hastalıkları, astım ve alerjik reaksiyonlara katılan bileşikler ve lökotrienlerin biyosentezini engellediği bilinmektedir. Diğer çalışmalar kafeik asitin ve bazı esterlerinin kolon kanserine karşı antitumör aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Olthof ve ark., 2001) (Şekil 2.18).

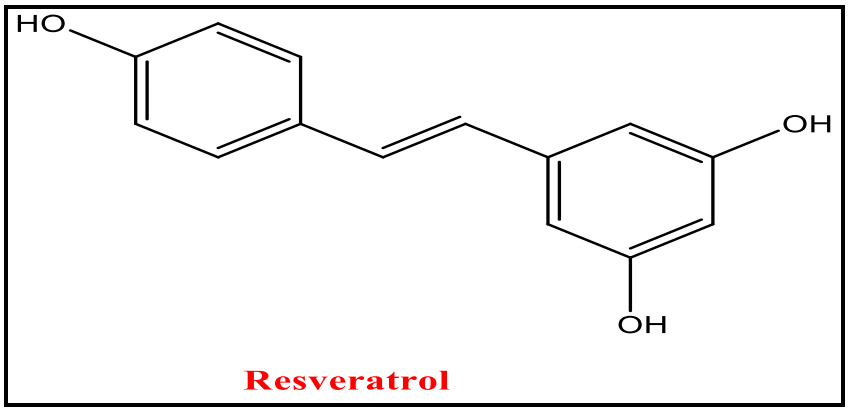


Şekil 2.17. Fenolik asitlerin kimyasal yapıları



Şekil 2.18. Bazı yaygın fenolik asitler

Stilbenler özellikle trans-resveratrol ve onun glikozidi antioksidan, antikanserojen ve antitümör özellikleri ile sağlığa faydalıdırlar (Burns ve ark., 2002; Jung ve ark., 2009; Torres ve ark., 2009). Resveratrol (3,5,4'-trihidroksistilben) özellikle üzümde (Langcake ve Pryce, 1976), çam ve baklagillerde (Soleas ve ark., 1997) zarara cevap olarak bitkiler tarafından üretilmektedir. Stilbenlerin ana kaynağı kırmızı şarap ve yer fıstığından elde edilen resveratroldur (Burns ve ark., 2002) (Şekil 2.19). Fakat antep fıstığı, çilek, kırmızı lahana, ıspanak ve diğer bitkilerde az miktarda bulunmaktadır (Jaganath ve Crozier, 2010). Trans-resveratrol kanser ve kardiovasküler hastalıklar gibi çeşitli hastalıkları engellenme ve geciktirme kabiliyetinden dolayı dünya çapında önemli dikkat kazanmıştır (Jaganath ve Crozier, 2010).



Şekil 2.19. Resveratrol

Tanenler kimyasal yapılarına bağlı olarak hidrolize olabilen ve kondense (proantosiyanidinler) olarak tanımlanır (Shahidi ve Naczk, 2004). Kondense tanenler flavonoidlerin özellikle flavan-3-ol oligomer ve polimerleri iken hidrolize olabilen tanenler gallik asitten glikolize edilmiştir (Ferreira ve Li, 2000; Khanbabaee ve van Ree, 2001). Genel anlamda proantosiyanidinler meyve, çilek, kakoa ve şarap, bira ve çay gibi içeceklerde bulunmaktadır. Meyve, baklagiller ve yapraklı sebzeler hidroliz olabilen tanenlerin başlıca kaynaklarıdır (Serrano ve ark., 2009). Tanenlerin *in vitro* lipoksijenazlar ve lipid peroksidasyonunu inhibe ettiği bilinmektedir ve hidroksil, peroksil, süperoksit radikallerini temizlemektedir (Gyamfi ve Aniya, 2002).

Fenoliklerin dietsel alımı bireylerin tercihleri ve beslenme alışkanlıkları tarafından büyük ölçüde etkilenmektedir (Shahidi ve Naczk, 2004). Fenoliklerin dietsel olarak ortalama günlük alım miktarı 1 gramdır. Temel kaynakları içecekler ve meyvelerdir. Daha az miktarda sebze ve bakliyattır (Scalbert ve Williamson, 2000). Hidroksisinnamik asit konjugatları ve flavonoid gibi fenolikler meyve, sebze ve içeceklerdeki önemli bileşenlerdir. Bu bileşikler *in vitro* olarak çok çeşitli antioksidan aktivite göstermiş olup (Rice-evans ve ark., 1995) kanser ve kardiovasküler hastalıklara karşı koruyucu olduğu düşünülmektedir (Boudet, 2007). Fenolik bileşikler antialerjik, antiinflamatuar, antimikrobial, antioksidan, kardioprotektif ve antitrombotik gibi geniş kapsamlı fizyolojik özellikler sergilemektedir (Benavente-García ve ark., 1997; Middleton ve ark., 2000; Puupponen-Pimiä ve ark., 2001; Manach ve ark., 2005). Son araştırma bulguları çay polifenollerinin karsinogenezin farklı aşamalarına karşı koruyabileceğini göstermiştir (Khan ve Mukhtar, 2010). EGCG (Epigallokateşin-3 gallat) yeşil çaydaki ana kateşindir ve antiobezite, kardiovasküler koruyucu bileşik olmasının yanı sıra kanser kemopreventif ajan (karaciğer, akciğer, deri ve prostat

kanseri) olarak hizmet etmektedir (Yang ve Wang, 1993; Klaus ve ark., 2005; Khan ve Mukhtar, 2010). Miyake ve ark. (2005) soya ve izoflavonların alerjik rinitin prevalansının azaltılması ile ilişkili olduğunu rapor etmiştir. Resveratrol güçlü antioksidan aktiviteye sahip bir fenolik bileşiktir ve tip 2 diabet, kardiovasküler hastalıklar, kanser ve nörolojik durumlar gibi yaşla ilişkili hastalıklarda faydalı etkilerinden dolayı artan bir ilgi çekmektedir (Marques ve ark., 2009).

2.3. Rosaceae Familyası ve *Potentilla* Cinsi

Türkiye bitki çeşitliği açısından Dünyadaki en zengin ülkelerden birisidir. Türkiye florasında yaklaşık 12 bin takson bulunmaktadır ve bu sayı bütün Avrupa kıtasının florasına eşittir (Uzun ve Kaya, 2016). Rosaceae familyası takson sayısı bakımından çok büyük bir familyadır ve dünya çapında geniş bir dağılıma sahiptir. Bu familya yaklaşık 150 cins ve 3200 tür içermektedir (Koc ve Hamzaoglu, 2014). *Potentilla* L. Rosaceae familyasındaki 150 cinsten birisidir ve bu cins yaklaşık olarak 500 tür içermektedir. *Potentilla* cinsinin doğal yaşam ortamları yaygın olarak Kuzey yarım kürenin ılıman, arktik, Alp bölgeleridir. Ayrıca birkaç tür Güney Amerika ve tropiklerin yüksek dağlık bölgelerinde bulunmaktadır. Türlerin çeşitliliğinin Kuzey Avrasya'da en yüksek olduğu görülmektedir. Birçok tür hatta dekoratif değerleri için yetiştirilmektedir (Tomczyk ve Latte, 2009). Türkiye'de bu cins 70 takson tarafından temsil edilmektedir ve bu taksonlardan yaklaşık 20 tanesi Türkiye için endemiktir (Güner ve ark., 2012).

Potentilla cinsinin adı bazı türlerin tıbbi özelliklerine atfen 'güçlü' anlamında latince terim potens'den gelmektedir (Tomczyk ve Latte, 2009). Bilim dünyası *Potentilla* cinsine özel bir ilgi duymaktadır. Modern farmakolojik çalışmalar *Potentilla* türlerinin diare, kanser, bakterial ve viral enfeksiyon tedavisi için kullanımlarını belirlemiştir (Gürbüz ve ark., 2005; Avcı ve ark., 2006; Tomczyk ve ark., 2007; Kalia ve ark., 2008; Tomczyk ve ark., 2008; Zhao ve ark., 2008b). *Potentilla* türleri üzerine fitokimyasal çalışmalar özellikle 1960'lı yıllarda başlamıştır ve daha çok tanenler üzerine odaklanmışlardır. Daha sonraki çalışmalarda triterpenoidlerin yapıları üzerine yoğunlaşmışlardır. Fitokimyasal analizler flavonoid, kondanse tanenler, hidrolize olabilen tanenler ve triterpenoidler gibi çeşitli bileşiklerin *Potentilla* türlerinden izole edildiğini göstermektedir (Goncharov ve ark., 1989; Xue ve ark., 2005; Li ve ark., 2006; Tomczyk, 2006; Şöhretoğlu ve Kırmızıbekmez, 2011). Fakat bu bileşikler sınırlı sayıda

Potentilla türü için tanımlanmıştır. Bu nedenle tıbbi açıdan önemli *Potentilla* türlerinin kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Potentilla türleri Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın farklı kültürlerinde geleneksel tıpta kullanılmaktadır. *Potentilla* türlerinin Dünyanın farklı bölgelerinde geleneksel kullanımı Tablo 2.1 de verilmiştir. *Potentilla* cinsi Tablo 2.1 de görüldüğü gibi Dünya'nın çok farklı bölgelerinde değişik kısımları pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Anadolu halk hekimliğinde de *Potentilla* türleri çeşitli hastalıkların tedavisi için kullanılmaktadır. Örneğin *P. erecta* ve *P. reptans* kabız, ateş düşürücü ve kuvvet verici olarak kullanılırken *P. recta* kabızlık, ateş düşürücü ve tonik olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999; Tosun ve ark., 2006). Ek olarak *P. reptans*'ın toprak üstü kısımlarından kan dolaşımı sorunlarını tedavi etmek için faydalanılmaktadır (Başer ve ark., 1986). Genel olarak *Potentilla* üzerine yapılan kimyasal ve biyolojik çalışmalara bakıldığında ülkemizde yetişen *Potentilla* taksonları üzerine çalışmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. *Potentilla* türlerinin çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan tanımlanmış kimyasal ilaçlara alternatif olabileceğinden ülkemizde yetişen *Potentilla* taksonlarının farmakolojik profillerinin ve kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Tablo 2.1. Dünyanın farklı bölgelerindeki *Potentilla* türlerinin kullanımı

Bölgeler	Bitki türü	Kullanılan parça	Geleneksel kullanımı	Kaynak
Avrupa (Örneğin, İtalya, Rusya, Bulgaristan, Türkiye, Sırbistan)	*P. erecta*	Kökler	Yara tedavisinde, enflamasyon, ishal, kanserin bazı formlarında, ağız ve boğaz için antiseptik, bakteriyel, fungal ve viral enfeksiyon	(Enge ve Hermann, 1957; Tunon ve ark., 1995; Ivancheva ve Stantcheva, 2000; Langmead ve ark., 2002; Subbotina ve ark., 2003; Spiridonov ve ark., 2005; Latté, 2006; Palombo, 2006)
	P. fruticosa	Toprak üstü	Viral enfeksiyon, bağışıklık sistemini güçlendirmede	(Evstropov ve ark., 2003)
	P. anseriana	Toprak üstü	Ağız ve boğaz mukozasının iltihabında, diş ağrısı,	(Frohne, 2004)
	P. speciosa	Toprak üstü, kökler	Enflamasyon, anti-ülser aktivite	(Kovzačević ve Ristić, 2007)
	P. recta	Toprak üstü	Mikrobiyal enfeksiyon	(Tosun ve ark., 2006)
	P. reptans	Toprak üstü, yapraklar	Diş ağrısı, ülser, diş iltihaplanması	(Fuchs, 1543; De Natale ve Pollio, 2007)
	P. fulgens	Kökler	Mide hastalıklarında, kanserin bazı formlarında, diabette	(Manandhar, 1995; Syiem ve ark., 2002; Syiem ve ark., 2003; Rosangkima ve Prasad, 2004; Chhetri ve ark., 2005)
	P. chinensis	Toprak üstü		(Liu ve ark., 2006; Li ve ark., 2007)
Asya (Örneğin, Çin, Kore, Japonya, Hindistan	*P. multicaulis*	Kökler	Kanserin bazı formlarında	
	P.atrosanguinea	Kökler	Yara iyileştirici	(Sharma ve ark., 2004)
	P. kleiniana	Toprak üstü	İshal, grip, öksürme, kabakulak, ülser, bacaklardaki uyuşuklukta, hepatit	(Okuda ve ark., 1984; Long ve Li, 2004)
	P. peduncularis	Yapraklar, tomurcuklar	Ateş, grip, öksürük	(Manandhar, 1995)
	P. freyniana	Kökler	Viral enfeksiyon	(Chen ve ark., 2005)
	P. discolor	Toprak üstü, kökler	İshal, kanamada, diabette	(Jang ve ark., 2007)
	P. multifida	Toprak üstü, kökler	Hepatit, Tip 2 Diabette, enterobiyaz,	(Xue ve ark., 2005)
Amerika (Örneğin, Kanada)	*P. arguta*	Kökler	Viral enfeksiyon	(McCutcheon ve ark., 1995)
	P. simplex	Yapraklar, Kökler	Mantar enfeksiyonu	(Webster ve ark., 2008)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Tez çalışmasında kullanılan *Potentilla* taksonları ve özellikleri

Tez çalışmasında kullandığımız *Potentilla* türleri çiçeklenme döneminde aşağıda belirtilen lokalitelerden toplandı ve bitkiler Iğdır Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Murad Aydın ŞANDA ve Selçuk Üniversitesi öğretim üyesi Doç. Dr. Evren YILDIZTUGAY tarafından teşhis edildi. *Potentilla* taksonlarının toplanma bilgileri şu şekildedir;

1. *P. anatolica* (Endemik): Konya: Konya-Beyşehir yolu
2. *P. argentea*: Bursa: Uludağ Süleymaniye Köyü
3. *P. recta*: Konya: Taşkent
4. *P. reptans*: Konya: Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsü
5. *P. speciosa*: Niğde: Çamardı Mazmılı Dağı

Tablo 3.1. *P. anatolica* hakkında bilgiler

Ömür	: Çok yıllık
Yapı	: Otsu
Çiçeklenme	: Mayıs-Ağustos
Habitat	: Sulu, yaş alpinli otlakları
Yükseklik	: 1900-3000 m
Endemik	: Endemik
Element	: İran-Turan
Türkiye dağılımı	: Doğu ve Güneydoğu Anadolu
Genel Dağılımı	: Türkiye

Tablo 3.2. *P. argentea* hakkında bilgiler

Ömür	: Çok yıllık
Yapı	: Otsu
Çiçeklenme	: Mayıs-Temmuz
Habitat	: kayalık yamaçlar, otlaklar
Yükseklik	: 1100-2400 m
Endemik	: Endemik değil
Element	: Bilinmiyor
Türkiye dağılımı	: Karadeniz ve Doğu Anadolu
Genel Dağılımı	: Avrupa, Kafkasya, İran, Kuzey ve Orta Asya, Kuzey Amerika

Tablo 3.3. *P. recta* hakkında bilgiler

Ömür	: Çok yıllık
Yapı	: Otsu
Çiçeklenme	: Mayıs-Temmuz
Habitat	: Çayırlar, meralar, ıslak ve gölgeli yerler
Yükseklik	: 0-2300 m
Endemik	: Endemik değil
Element	: Bilinmiyor
Türkiye dağılımı	: Türkiye
Genel Dağılımı	: Orta ve Güney Avrupa, Güney Rusya, Kafkasya, Suriye, İran, Orta Asya, Kuzeybatı Afrika

Tablo 3.4. *P. reptans* hakkında bilgiler

Ömür	: Çok yıllık
Yapı	: Otsu
Çiçeklenme	: Mayıs-Ağustos
Habitat	: Dere ve göl kenarları ve yaş gölgeli yerler
Yükseklik	: 0-2300 m
Endemik	: Endemik değil
Element	: Bilinmiyor
Türkiye dağılımı	: Türkiye
Genel Dağılımı	: Avrupa, Kuzey Afrika, Etiyopya, Kıbrıs, Suriye, Kafkasya, Kuzey Irak, İran

Tablo 3.5. *P. speciosa* hakkında bilgiler

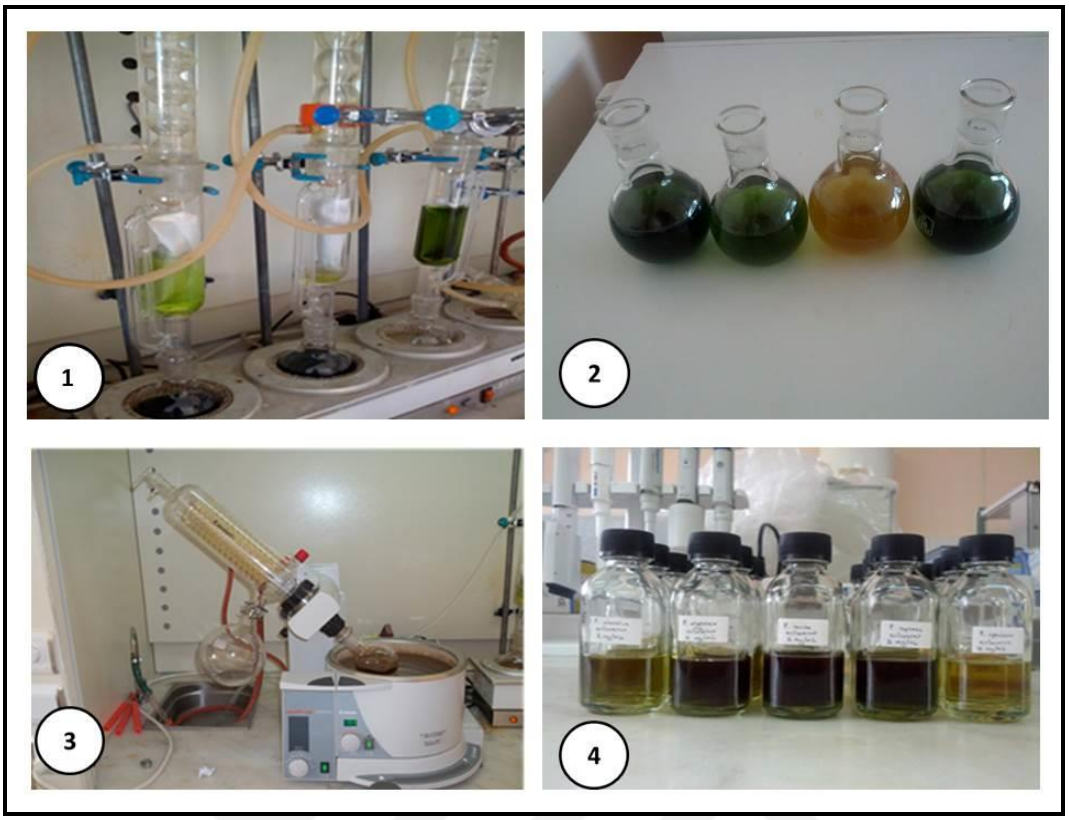
Ömür	: Çok yıllık
Yapı	: Otsu
Çiçeklenme	: Haziran-Ağustos
Habitat	: Kalkerli uçurumlar
Yükseklik	: 450-3200 m
Endemik	: Endemik değil
Element	: Bilinmiyor
Türkiye dağılımı	: K.uzey, Orta, Güney ve Doğu Anadolu
Genel Dağılımı	: Balkanlar, Girit, Suriye, Kuzey Irak

3.2. Bitkisel Özütlerin Hazırlanması

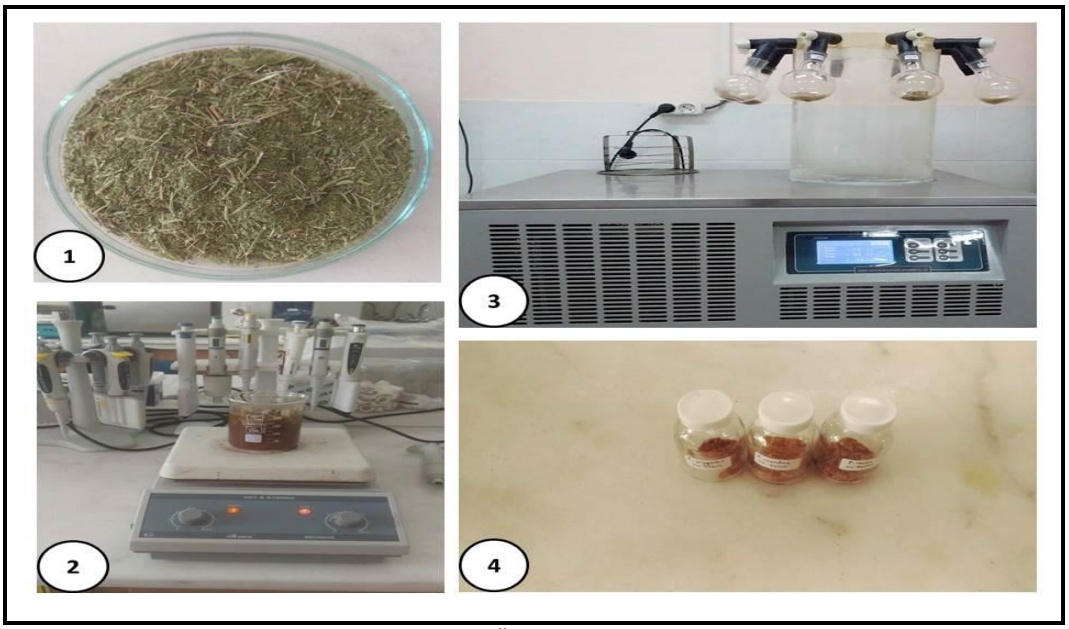
Toplanan *Potentilla* örneklerinin toprak üstü kısımları gölgede kurutuldu. Kurutulan örnekler değirmende toz haline getirildi. *Potentilla* taksonlarının her biri için etil asetat, metanol ve su özütleri çıkarıldı. Etil asetat ve metanol özütlerinin çıkarılması için 10 g öğütülmüş bitki örneği sokslet aparatında 6-8 saat süreyle ekstraksiyon yapıldı. Ekstraksiyondan sonra karışım mavi band filtre kağıdından süzüldü ve daha sonra rotary evaporator ile çözücü uzaklaştırıldı (Şekil 3.1). Su özütlerinin çıkarılması için ise 10 g öğütülmüş bitki 250 ml su ile 30 dakika kaynatıldı (Şekil 3.2). Daha sonra su özütü süzülerek dondurulduktan ve liyofilizasyon işlemi ile su uzaklaştırıldı. Bütün özütler analize kadar +4 °C'de saklandı. *Potentilla* taksonlarına ait özütlerin verimleri Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. *Potentilla* taksonlarına ait özütlerinin % verimleri

	Etil asetat özütü	**Metanol özütü**	**Su özütü**
P. anatolica	3.22	20.10	11.74
P. argentea	3.75	18.99	6.46
P. recta	2.40	17.43	11.10
P. reptans	3.29	20.61	13.95
P. speciosa	3.21	8.60	4.07



Şekil 3.1. Etil asetat ve metanol özütlerinin hazırlanma aşamaları: Sokslet aparatı (1), etil asetat ve metanol özütleri (2), rotary evaporator (3), konsantre etil asetat ve metanol özütleri (4)



Şekil 3.2. Su özütünün hazırlanma aşamaları: Öğütülmüş bitki öreneği (1) Kaynatma işlemi (2) Liyofilizasyon (3) liyofilize edilmiş su özütleri (4)

3.3. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemleri

3.3.1.Toplam Antioksidan Fenoliklerin Belirlenmesi

3.3.1.1. Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Bitki özütlerin konsantrasyonu 1 mg/ml olacak şekilde hazırlandı. Bitkisel droglarda 250 µl ayrı deney tüplerine alındı. Daha sonra her bir tüpe 1ml Folin-Ciocalteu reaktifi (1:9 oranında seyreltilmiş) ilave edildi. Ardından her bir tüpe 750 µl %1'lik Na_2CO_3 çözeltisinden eklendi. Karışımlar oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra 765 nm'de absorbansları ölçüldü. Tüm antioksidan kapasite tayin testlerinde spektrofotometrik ölçümler Shimadzu UV-1800 spektrofotometre cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Aynı işlemler standart olarak kullanılan gallik asit için de tekrarlandı. Bitkilerin fenolik madde içeriği gallik asit eş değeri (mg GAE/g) olarak verildi (Slinkard ve Singleton, 1977).

3.3.1.2. Toplam Flavonoid Madde Miktarının Belirlenmesi

Bitki özütlerdeki toplam flavonoid içeriği spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Buna göre %2'lik $AlCl_3$'ün metanolik çözeltisinden 1 ml alınarak aynı hacimde ve 1 mg/ml konsantrasyondaki bitki ekstraktı ile karıştırıldı. 10 dakika bekledikten sonra 415 nm'de karışımın köre karşı absorbansı belirlendi. Aynı işlemler standart flavonoid olan rutin için de yapılarak rutine ait kalibrasyon eğrisi çizildi. Sonuçta ekstraktların toplam flavonoid madde içerikleri rutin eş değer (mg RE/g) olarak verildi (Berk ve ark., 2011).

3.3.1.3. Toplam Saponin Madde Miktarının Belirlenmesi

Bitki özütlerin toplam saponin içeriği vanilin-sülfirik asit metodu kullanılarak belirlenmiştir. 0.25 mL bitki özütü (1mg/ml), 0.25 mL % 8' lik vanilin ve 2 mL % 72' lik sülfirik asit ile karıştırıldı. Karışımlar 60 °C'de 10 dakika inkübe edildi. Tüpler 15 dakika oda sıcaklığında soğutulduktan sonra 538 nm'de absorbansları ölçüldü. Aynı işlemler standart olarak kullanılan Quillaja için de yapılarak kalibrasyon eğrisi çizildi ve bitkilerin toplam saponin içerikleri Quillaja eşdeğer (mgQE/g) olarak verildi (Aktumsek ve ark., 2013).

3.3.1.4. Toplam Triterpenoid Madde Miktarının Belirlenmesi

Bitki özütlerinin toplam triterpenoid içeriği bazı hafif modifikasyonlarla Zhang ve ark. (2010) metoduna göre belirlenmiştir. 500 µL bitki özütü (1 mg/mL), 0.5 mL %5'lik vanilin-glasiyel asetik asit ve 1 mL perklorik asit ile karıştırıldı. Karışımlar 60 °C'de 10 dakika inkübe edildi. Daha sonra 15 dakika buzlu suda bekletildi ve sonrasında 5 mL glasiyel asetik eklenerek iyice karıştırıldı. 6 dakika sonra, absorbanslar 538 nm'de okundu. Oleanolik asit referans standart olarak kullanıldı ve total triterpenoid içerik oleanolik asite eşdeğer (mgOAE/g) olarak verildi.

3.3.2. Serbest Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

3.3.2.1. DPPH radikal süpürme aktivitesin belirlenmesi

Bitkisel özütlerin DPPH radikali süpürme aktivitesi Sarikurkcu (2011) göre yapıldı. Metanolik DPPH çözeltisi %0.004'lük olacak şekilde hazırlandı. Bitkisel özütlerin 1 mL'si hazırlanan DPPH çözeltisinin 4 mL'si ile karıştırıldı. Tüpler ağızları kapatılıp kuvvetlice karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbanslar 517 nm'de okundu. Aynı işlemler troloks içinde yapıldı ve bitkisel özütlerin DPPH radikalini süpürme aktiviteleri troloks eş değer olarak verildi (mgTEs/g).

3.3.2.2. ABTS radikal süpürme aktivitesinin belirlenmesi

Bu metotta ABTS.+ radikal katyonu, 7.4 mM ABTS solusyonu ile 2.45 mM potasyum persülfat reaksiyona girmesi ile direk olarak üretildi. Bu karışımının 12-16 saat karanlıkta bekletilerek aktif radikal oluşması sağlandı. Deneyden önce ABTS solusyonunun 734 nm'de absorbansı 0.700±0.02 olacak şekilde metanol ile seyreltildi. Bitkisel özütlerin 1 ml alındı ve 2 ml ABTS solusyonu ile karıştırıldı. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra örneklerin absorbansları 734 nm'de okundu (Re ve ark., 1999). Aynı işlemler troloks içinde yapıldı ve bitkisel özütlerin ABTS katyon radikalini süpürme aktiviteleri troloks eş değer olarak verildi (mgTEs/g).

3.3.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi

3.3.3.1. FRAP Testi

FRAP testinin uygulanmasında öncelikle FRAP reaktifi hazırlandı. FRAP reaktifi, 0.3 M, pH 3.6 asetat tamponu, 10 mM TPTZ ve 20 mM FeCl3'ün 10:1:1 oranında karıştırılması ile hazırlandı. Bitkisel özütlerin 0.1 ml'si hazırlanan FRAP reaktifinin 2 ml'si ile karıştırıldı ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. Karışımların absorbansları 593 nm'de okundu. Testin sonuçları troloks eşdeğer olarak değerlendirildi (mgTE/g) (Benzie ve Strain, 1996).

3.3.3.2. CUPRAC Testi

Bu test için öncelikle aşağıda belirtilen çözeltiler hazırlandı.

10 mM Cu(II) klorür çözeltisi;. $CuCl_2.2H_2O$'den 0.4262 g tartılarak su ile 250 ml'ye tamamlanarak hazırlandı.

Amonyum asetat tamponu; 1 M (pH=7). NH_4Ac'dan 19.27 g tartılarak su ile 250 ml'ye tamamlanarak hazırlandı.

Neokuproin çözeltisi: 7.5 mM, Neokuproin (2,9 dimethyl 1-10 phenantroline)'den 0.039 g tartılarak %96'lık etil alkolle 25 ml'ye tamamlanarak hazırlandı.

Metotta bitkisel özütlerden 0.5 ml alındı ve her bir deney tüpüne 1 ml $CuCl_2.2H_2O$, 1 ml amonyum asetat ile 1 ml neokuproin çözeltileri eklendi. Tüpler ağızları kapalı bir biçimde oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletildi. Bu süre sonunda absorbansları 450 nm'de okundu. Testin sonuçları troloks eşdeğer (mgTE/g) olarak yorumlandı (Apak ve ark., 2006).

3.3.4. Toplam Antioksidan Kapasitenin Belirlenmesi

3.3.4.1. Fosfomolibdat Testi

Metotta kullanılacak reaktif çözeltisi aşağıdaki gibi hazırlandı:

0.6 M H_2SO_4 çözeltisi: 0.83175 ml H_2SO_4 alınır ve 24.18825 ml saf su üzerine sızdırılarak ilave edildi.

28 mM $Na_2HPO_4.12H_2O$ çözeltisi: 0.025 gr $Na_2HPO_4.12H_2O$ tartılıp hacmi saf su ile 25 ml'ye tamamlandı.

4 mM Amonyum molibdat çözeltisi: 0.123585 gr amonyum molibdat tartılıp hacmi saf su ile 25 ml'ye tamamlandı.

Bu şekilde hazırlanan çözeltiler bir mezürde karıştırılarak reaktif çözeltisi hazırlandı. 1 mg/ml konsantrasyonunda bitkisel çözeltilerden 0.3 ml bir tüpe alındı ve bunun üzerine reaktif çözeltisinden 3 ml eklendi. Tüpler kuvvetlice karıştırılıp 95 °C'de 90 dakika inkübe edildi. İnkübasyon sonunda çözeltilerin absorbansı 695 nm'de okundu. Aynı işlemler standart antioksidan olarak kullanılan troloks için de yapıldı. Antioksidan aktivite troloks eşdeğeri (mgTE/g) olarak hesaplandı (Prieto ve ark., 1999).

3.3.5. Metal Şelatlama Aktivitesi

Örneklerin Fe^{2+} iyonlarını şelatlama kapasiteleri Dinis ve ark. (1994) yöntemine göre belirlendi. İçerisinde 2 ml bitkisel özüt (1 mg/ml) bulunan deney tüplerine 2 mM 0.05 ml $FeCl_2$ çözeltisi ilave edildi. Tepkime 0.2 ml 5 mM ferrozin ilavesiyle başlatıldı. Tüpler karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 10 dakika inkübasyona bırakıldı ve daha sonra 562 nm'de absorbans ölçümü yapıldı. Aynı işlemler şelatlayıcı ajan olan EDTA içinde yapıldı. Deney sonuçları EDTA eş değer olarak değerlendirildi (mg EDTA/g).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Günümüzde tıbbi bitkilere triterpenoid, flavonoid, fenolik bileşikler gibi fitokimyasalları içermeleri ve bu fitokimyasalların pek çok hastalığın önlenmesinde gıda koruyucu ve nutrasötik olarak potansiyel kullanımlarından dolayı ilgi artmaktadır. Tıbbi bitkilerin antioksidan özellikleri farklı fenolik bileşikleri bulundurmaları ve bu bileşiklerin konsantrasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla tez çalışmamızda kullandığımız *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal profilinin belirlenmesi antioksidan açıdan oldukça önemlidir. Bu tez çalışmamızda kapsamlı fitokimyasal içerik ve çeşitli metodlarla antioksidan özellik değerlendirilmiştir. Fitokimyasal içeriğin ve antioksidan özelliğin çözücüye bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmüştür.

4.1. Fitokimyasal Profil

P. anatolica özütlerinin toplam fenolik içeriği sırasıyla etil asetat (190.73 mgGAE/g) > metanol (186.33 mgGAE/g) > su (136.39 mgGAE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.1). Özütler içinde en yüksek fenolik içerik etil asetat özütünde, en düşük fenolik içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. argentea özütlerinin toplam fenolik içeriği sırasıyla su (113.29 mgGAE/g) > metanol (89.81 mgGAE/g) > etil asetat (17.44 mgGAE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.2). Özütler içinde en yüksek fenolik içerik su özütünde, en düşük fenolik içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür.

P. recta özütlerinin toplam fenolik içeriği sırasıyla su (96.51 mgGAE/g) > metanol (93.00 mgGAE/g) > etil asetat (28.50 mgGAE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.3). Özütler içinde en yüksek fenolik içerik su özütünde, en düşük fenolik içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür.

P. reptans özütlerinin toplam fenolik içeriği sırasıyla su (135.73 mgGAE/g) > metanol (111.68 mgGAE/g) > etil asetat (42.13 mgGAE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.4). Özütler içinde en yüksek fenolik içerik su özütünde, en düşük fenolik içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür. Potentilla özütlerinin toplam fenolik içeriklerinin karşılaştırılması Şekil 4.21'de verilmiştir.

P. speciosa özütlerinin toplam fenolik içeriği sırasıyla su (138.45 mgGAE/g) > metanol (102.58 mgGAE/g) > etil asetat (24.98 mgGAE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo

ve Şekil 4.5). Özütler içinde en yüksek fenolik içerik su özütünde, en düşük fenolik içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür (Şekil 4.21).

P. anatolica özütlerinin toplam flavonoid içeriği sırasıyla metanol (40.18 mgRE/g) > etil asetat (31.23 mgRE/g) > su (22.08 mgRE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.6). Özütler içinde en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde, en düşük flavonoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. argentea özütlerinin toplam flavonoid içeriği sırasıyla metanol (63.77 mgRE/g) > etil asetat (41.53 mgRE/g) > su (32.95 mgRE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.7). Özütler içinde en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde, en düşük flavonoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. recta özütlerinin toplam flavonoid içeriği sırasıyla metanol (54.26 mgRE/g) > etil asetat (28.20 mgRE/g) > su (24.91mgRE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.8). Özütler içinde en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde, en düşük flavonoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. reptans özütlerinin toplam flavonoid içeriği sırasıyla metanol (37.95 mgRE/g) > su (30.56 mgRE/g) > etil asetat (25.10 mg RE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.9). Özütler içinde en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde, en düşük flavonoid içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür.

P. speciosa özütlerinin toplam flavonoid içeriği sırasıyla metanol (29.83 mgRE/g) > su (16.30 mgRE/g) > etil asetat (9.34 mgRE/g) (Tablo 4.10). Özütler içinde en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde, en düşük flavonoid içerik ise etil asetat özütünde görülmüştür (Şekil 4.10). *Potentilla* özütlerinin toplam flavonoid içeriklerinin karşılaştırılması Şekil 4.22'de verilmiştir.

P. anatolica özütlerinin toplam triterpenoid içeriği sırasıyla etil asetat (2.01 mgOE/g) > metanol (1.98 mgOE/g) > su (0.14 mgOE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.11). Özütler içinde en yüksek triterpenoid içerik etil asetat özütünde, en düşük triterpenoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. argentea özütlerinin toplam triterpenoid içeriği sırasıyla metanol (3.45 mgOE/g) > etil asetat (3.30 mgOE/g) > su (0.70 mgOE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.12). Özütler içinde en yüksek triterpenoid içerik metanol özütünde, en düşük triterpenoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. recta özütlerinin toplam triterpenoid içeriği sırasıyla etil asetat (3.78 mgOE/g) > metanol (2.99 mgOE/g) > su (0.19 mgOE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve

Şekil 4.13). Özütler içinde en yüksek triterpenoid içerik etil asetat özütünde, en düşük triterpenoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. reptans özütlerinin toplam triterpenoid içeriği sırasıyla etil asetat (4.21 mgOE/g) > metanol (2.39 mgOE/g) > su (0.64 mgOE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.14). Özütler içinde en yüksek triterpenoid içerik etil asetat özütünde, en düşük triterpenoid içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. speciosa özütlerinin toplam triterpenoid içeriği sırasıyla metanol (5.17 mgOE/g) > etil asetat (2.20 mgOE/g) > su (2.04 mgOE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.15). Özütler içinde en yüksek triterpenoid içerik metanol özütünde, en düşük triterpenoid içerik ise su özütünde görülmüştür. *Potentilla* özütlerinin toplam triterpenoid içeriklerin karşılaştırılması Şekil 4.23'te verilmiştir.

P. anatolica özütlerinin toplam saponin içeriği sırasıyla etil asetat (249.51 mgQE/g) > metanol (200.59 mgQE/g) > su (79.42 mgQE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.16). Özütler içinde en yüksek saponin içerik etil asetat özütünde, en düşük saponin içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. argentea özütlerinin toplam saponin içeriği sırasıyla metanol (519.70 mgQE/g) > etil asetat (432.30 mgQE/g) > su (238.87 mgQE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.17). Özütler içinde en yüksek saponin içerik metanol özütünde, en düşük saponin içerik ise su özütünde görülmüştür.

P. recta özütlerinin toplam saponin içeriği sırasıyla etil asetat (358.41 mgQE/g) > metanol (337.12 mgQE/g) > su (88.22 mgQE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.18). Özütler içinde en yüksek saponin içeriği etil asetat özütünde, en düşük saponin içeriği ise su özütünde görülmüştür.

P. reptans özütlerinin toplam saponin içeriği sırasıyla etil asetat (506.81 mgQE/g) > metanol (459.93 mgQE/g) > su (268.96 mgQE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.19). Özütler içinde en yüksek saponin içeriği etil asetat özütünde, en düşük saponin içeriği ise su özütünde görülmüştür.

P. speciosa özütlerinin toplam saponin içeriği sırasıyla metanol (928.05 mgQE/g) > su (575.58 mgQE/g) > etil asetat (347.56 mgQE/g) olarak belirlenmiştir (Tablo ve Şekil 4.20). Özütler içinde en yüksek saponin içeriği metanol özütünde, en düşük saponin içeriği ise etil asetat özütünde görülmüştür. *Potentilla* özütlerinin toplam saponin içeriğinin karşılaştırılması Şekil 4.24'te verilmiştir.

Son yıllarda polifenolik bileşikler güçlü antioksidan aktiviteye sahip olmaları, insan sağlığı üzerine koruyucu etkileri ve çeşitli hastalıkları önlemelerinden dolayı gıda

ve tıp alanında büyük ilgi görmektedirler. Literatürde çeşitli çalışmalar *Potentilla* cinsinde polifenolik bileşiklerin varlığını göstermiştir ve bu bağlamda bu cins ilgi çekici hale gelmiştir. Bu çalışmalarda genel olarak *Potentilla* cinsi polifenolikler ve triterpenoid bileşikleri içermesi ile karakterize olduğu görülmüştür (Xue ve ark., 2005) ve *Potentilla* taksonlarının güçlü biyolojik aktiviteleri yüksek miktarda fenolik maddenin varlığı ile açıklanabilir.

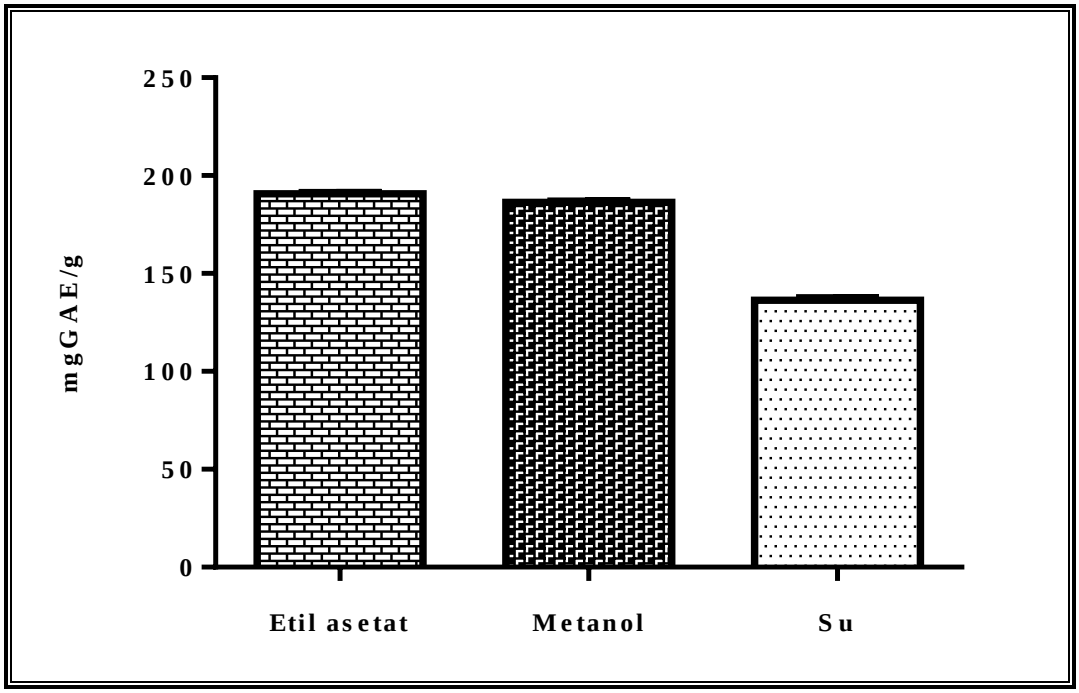
Bu tez çalışmamızda kapsamlı fitokimyasal profili belirlemek için toplam fenolik, flavonoid, triterpenoid ve saponin içerikler analiz edilmiştir. Literatür taraması yapıldığında tez çalışmamızda kullanılan *Potentilla* taksonları üzerine fitokimyasal içerik bakımından herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Bazı *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal içerikleri çeşitli araştırıcılar tarafından rapor edilmiştir. Örneğin Wang ve ark. (2013) üç *Potentilla* (*P. fruticosa, P. glabra, P. parvifolia*) türünün toplam fenolik ve flavonoid içeriklerini sırasıyla 84.93, 69.21, 55.22 mmol GAE/100g ve 84.14, 72.76, 41.87 mmol QUE/100 g olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde 10 farklı *Potentilla* türünün toplam fenolik (49.9 ile 116.3 mgGAE/g dw arasında değişmektedir), flavonoid (1.9 ile 7.0 Qmg/g dw arasında değişmektedir), tannin (59.7 ile 167.3 mg/g dw arasında değişmektedir) içerikleri belirlenerek fitokimyasal profil ortaya konulmuştur (Tomczyk ve ark., 2010). Ayrıca Sohretoglu ve ark. (2015) *Potentilla recta* ve *Potentilla astracanica*'dan elde edilen altı özütün toplam fenolik ve flavonoid içeriğini belirlemişlerdir. *P. recta* özütleri için fenolik içerik 277.05 mgGAE/g (etilasetat), 157.42 mgGAE/g (butanol), 118.70 mgGAE/g (su) ve flavonoid içerik 134.29 mgQE/g (etilasetat), 98.88 mgQE/g (butanol), 88.60 mgQE/g (su) olarak bulunmuştur. *P. astracanica* için ise fenolik içerik 32.25 mgGAE/g (etilasetat), 25.55 mgGAE/g (butanol), 9.25 mgGAE/g (su) ve flavonoid içerik 94.07 mgQE/g (etilasetat), 64.99 mgQE/g (butanol) ve 21.91 (su) mgQE/g olarak tespit edilmiştir ve bu araştırmada toplam fenolik içerik etilasetat özütlerinde daha yüksek seviyede bulunmuştur. Bizim sonuçlarımızda ise genel olarak su özütleri daha fazla fenolik içeriğe sahip olduğu görülmüştür. Zhang ve ark. (2010) *Potentilla discolor* 'un yüksek seviyede toplam triterpenoid (% 45.9 w/w) ve flavonoid (%51.9 w/w) içeriğe sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızda, *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal içerikleri karşılaştırıldığında içeriğin çözücüye bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Çalışılan *Potentilla* taksonları içinde su özütünün diğerlerine kıyasla daha yüksek miktarda fenolik içeriğe sahip olduğu bulunmuştur. Bu yüzden suyun *Potentilla* taksonlarından fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için uygun bir çözücü olduğu

söylenebilir. Benzer yaklaşımlar değişik yazarlar tarafından da rapor edilmiştir. (Hoon ve ark., 2015; Kuo ve ark., 2015). Flavonoid içeriğe gelince, en yüksek flavonoid içerik metanol özütünde tespit edilmiştir. Benzer şekilde Ashraf ve ark. (2015) *Eucalyptus camaldulensis*'in yapraklarının biyolojik aktiviteleri üzerine yaptıkları bir çalışmada toplam flavonoid içeriğin metanol özütünde hekzan ve kloroform özütlerine göre daha yüksek seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada *Meyna spinosa* yaprak özütünün toplam flavonoid içeriği metanol özütünde etil asetat ve petrol eteri özütlerinden daha yüksek seviyede bulunmuştur (Sen ve ark., 2013). Yine sonucumuzu doğrulayan bir başka çalışma Karahan ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada *Arum dioscoridis* yapraklarından elde edilen farklı özütlerin toplam flavonoid içerikleri 1.23 ile 72.64 mgQE/g olarak değişmektedir ve en yüksek toplam flavonoid değeri metanol özütünde belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan *Potentilla* taksonlarının toplam tritepenoid içeriği en düşük olarak su özütlerinde görülmüştür. Kuo ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada *Canarium album*'dan elde edilen farklı özütler içinde en düşük toplam triterpenoid miktarı su özütünde bulunmuştur ve bu çalışma bizim sonucumuzu destekler niteliktedir. Çalışmamızda toplam saponin değerlerinin bitkiye ve kullanılan çözücüye bağlı olarak değişiklik gösterdiği görülmektedir. Toplam saponin miktarı *P. anatolica, P. recta ve P. reptans*'da etil asetat özütlerinde yüksek iken *P. argentea ve P. speciosa* da metanol özütünde yüksek miktarda olduğu görülmektedir. *Strobilanthes crispus* yapraklarından elde edilen farklı özütlerinin fitokimyasal ve biyolojik aktiviteleri üzerine yapılan bir çalışmada toplam saponin içerik su özütünde etanol özütüne göre daha yüksek bulunmuştur (Ghasemzadeh ve ark., 2015). Diğer bir çalışmada *Carpobrotus edulis* 'un yapraklarının saponin içeriği etanol, su, aseton ve hekzan özütlerinde araştırılmış ve en fazla içerik etanol özütünde bulunmuştur (Omoruyi ve ark., 2012). Bu tez çalışmamızda fitokimyasal içerik bitkiye ve özütleme işleminde kullanılan çözücüye bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Sonuç olarak bitkiye uygun çözücünün seçimi fitokimyasal ve antioksidan aktivite çalışmalarında önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 4.1. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Çözücü	**Toplam fenolik içerik (mgGAE/g)***
Etil asetat	190.73±0.68**
Metanol	186.33±0.64
Su	136.39±1.15

* GAE, gallik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

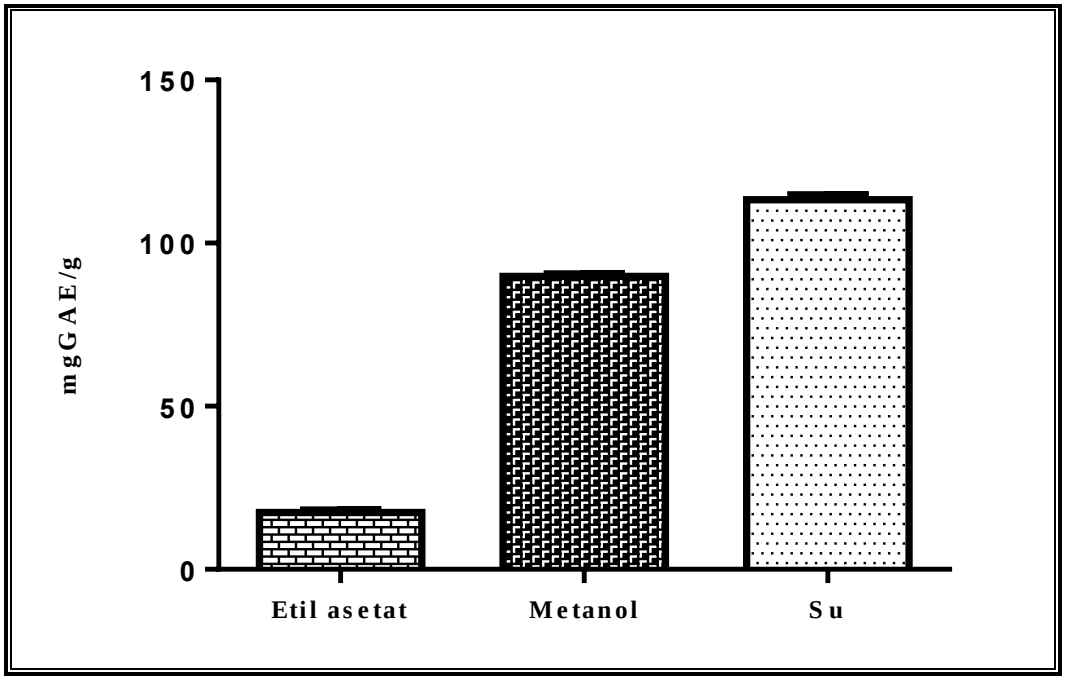


Şekil 4.1. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Tablo 4.2. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Çözücü	**Toplam fenolik içerik (mgGAE/g)***
Etil asetat	17.44±0.76**
Metanol	89.81±0.79
Su	113.29±1.51

* GAE, gallik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

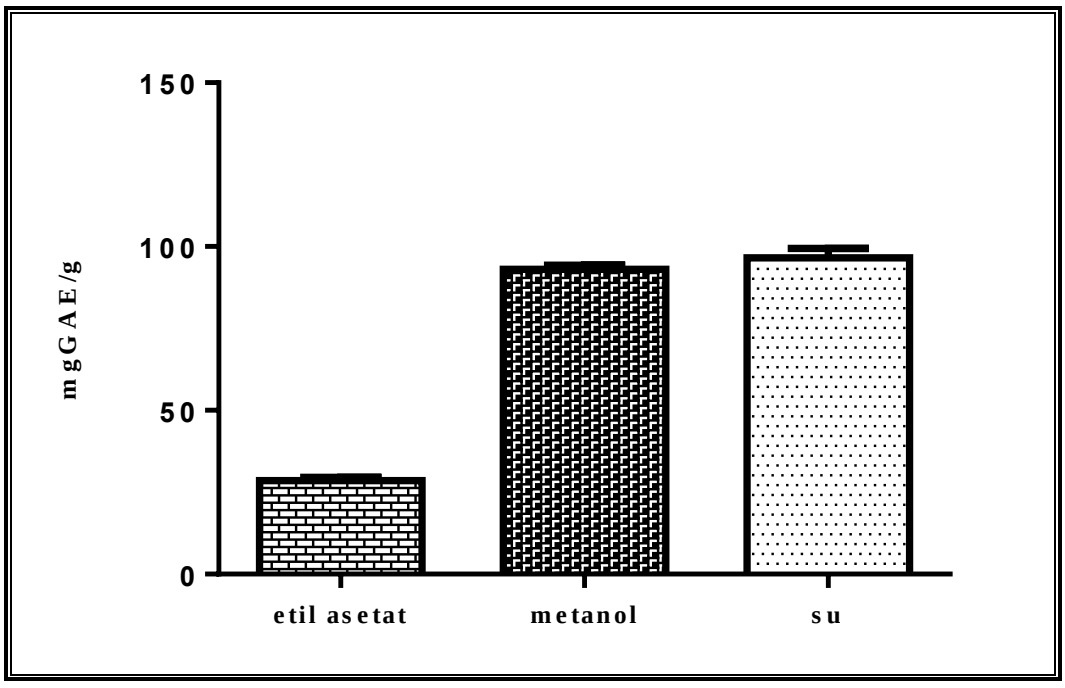


Şekil 4.2. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Tablo 4.3. *Potentila recta* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Çözücü	Toplam fenolik içerik (mgGAE/g)*
Etil asetat	28.50±1.00**
Metanol	93.00±1.26
Su	96.51±2.96

* GAE, gallik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

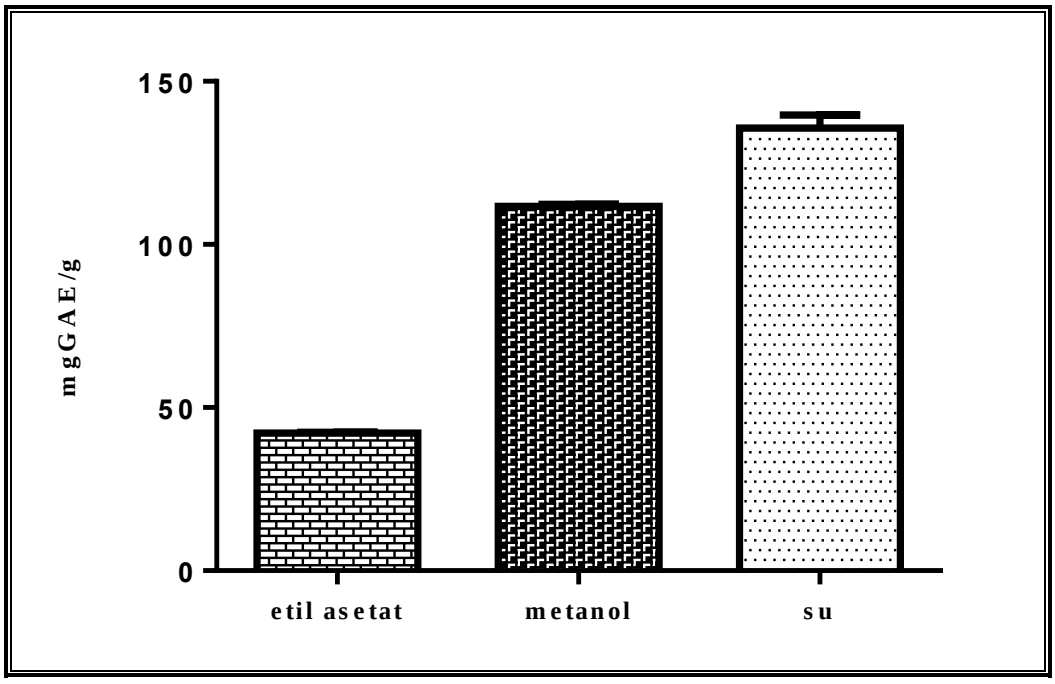


Şekil 4.3. *Potentilla recta* özütlerinin fenolik içeriği

Tablo 4.4. *Potentilla reptans* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Çözücü	**Toplam fenolik içerik (mgGAE/g)***
Etil asetat	42.13±0.36**
Metanol	111.68±0.65
Su	135.73±3.94

* GAE, gallik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

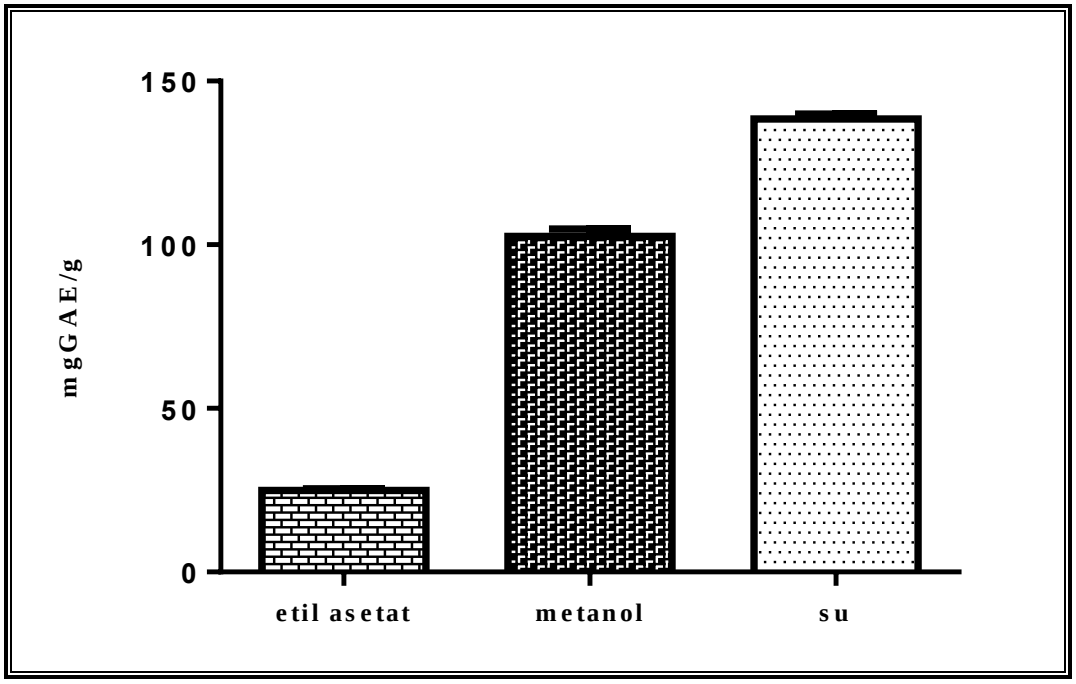


Şekil 4.4. *Potentilla reptans* özütlerinin fenolik içeriği

Tablo 4.5. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Çözücü	**Toplam fenolik içerik (mgGAE/g)***
Etil asetat	24.98±0.50**
Metanol	102.58±2.27
Su	138.45±1.54

* GAE, gallik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

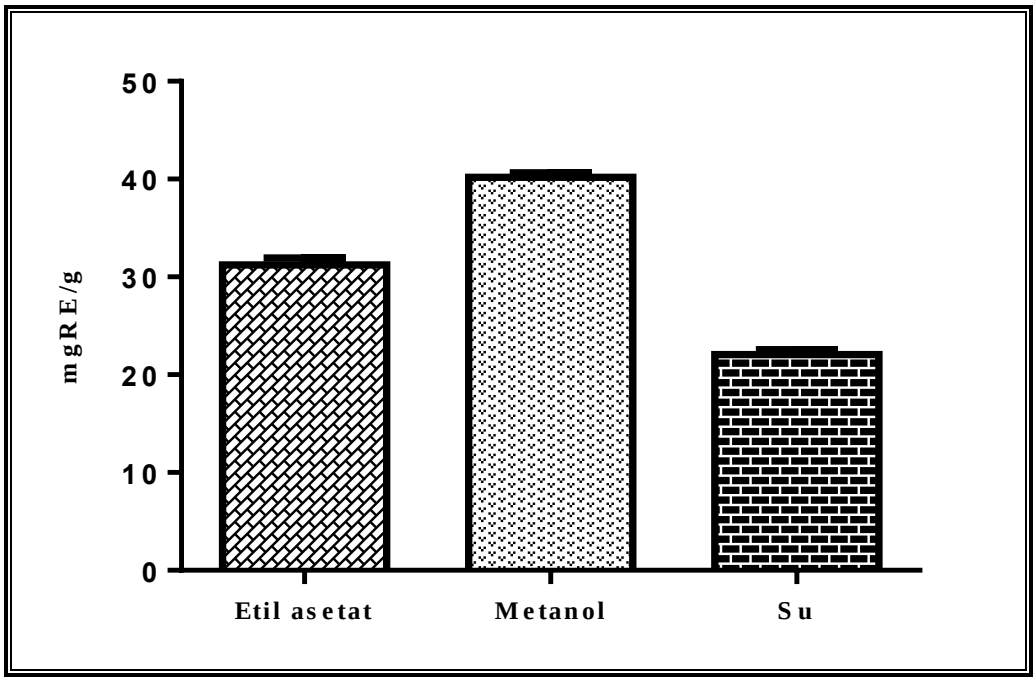


Şekil 4.5. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam fenolik içeriği

Tablo 4.6. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Çözücü	**Toplam flavonoid içerik (mgRE/g)***
Etil asetat	31.23±0.72**
Metanol	40.18±0.47
Su	22.08±0.49

* RE, rutin eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

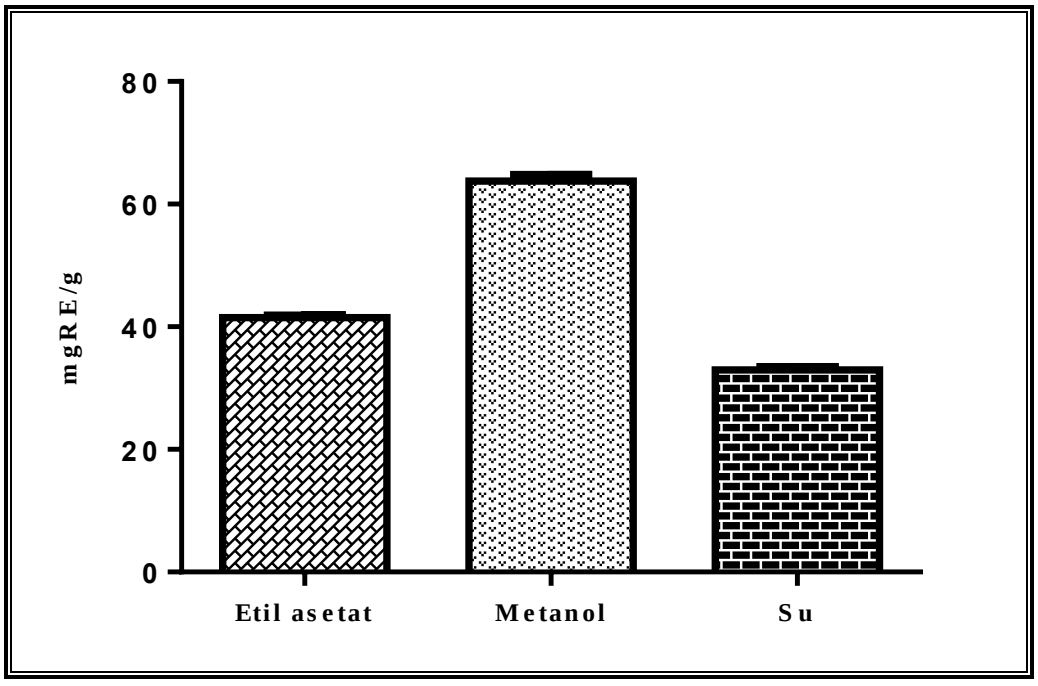


Şekil 4.6. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Tablo 4.7. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Çözücü	Toplam flavonoid içerik (mgRE/g)*
Etil asetat	41.53±0.39**
Metanol	63.77±1.08
Su	32.95±0.52

* RE, rutin eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

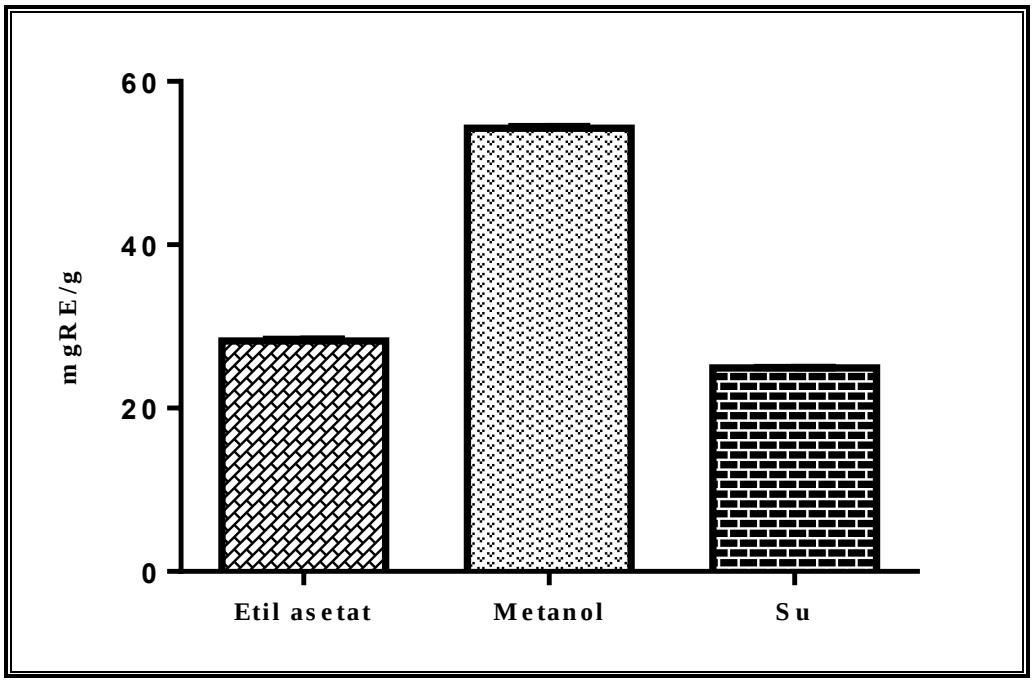


Şekil 4.7. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam flovonoid içeriği

Tablo 4.8. *Potentilla recta* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Çözücü	**Toplam flavonoid içerik (mgRE/g)***
Etil asetat	28.20±0.22**
Metanol	54.26±0.21
Su	24.91±0.08

* RE, rutin eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

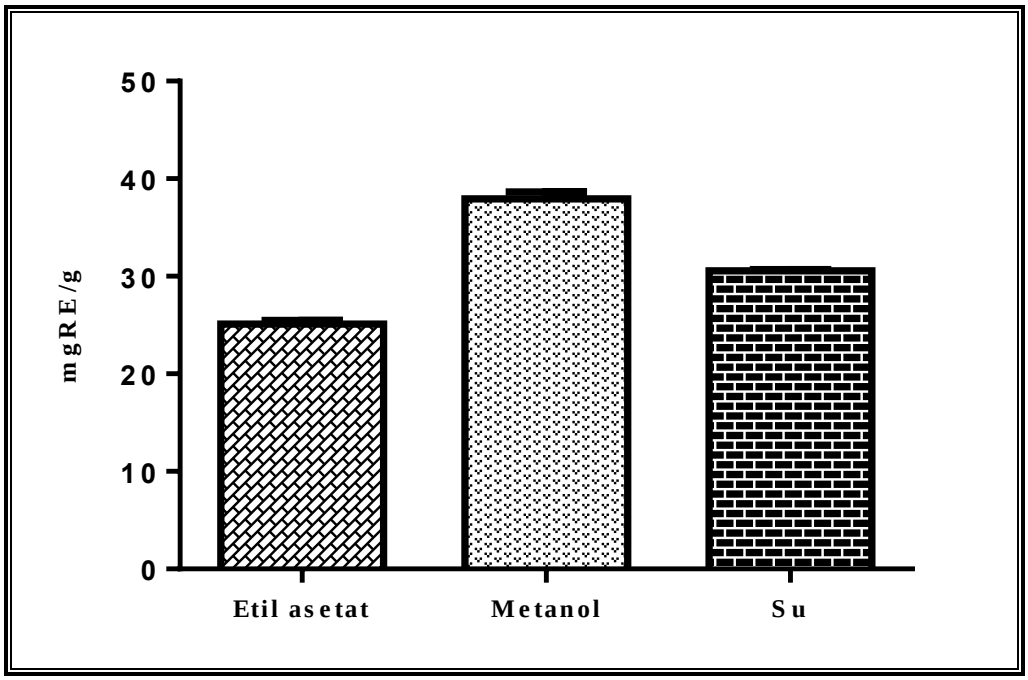


Şekil 4.8. *Potentilla recta* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Tablo 4.9. *Potentilla reptans* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Çözücü	Toplam flavonoid içerik (mgRE/g)*
Etil asetat	25.10±0.38**
Metanol	37.95±0.70
Su	30.56±0.11

* RE, rutin eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

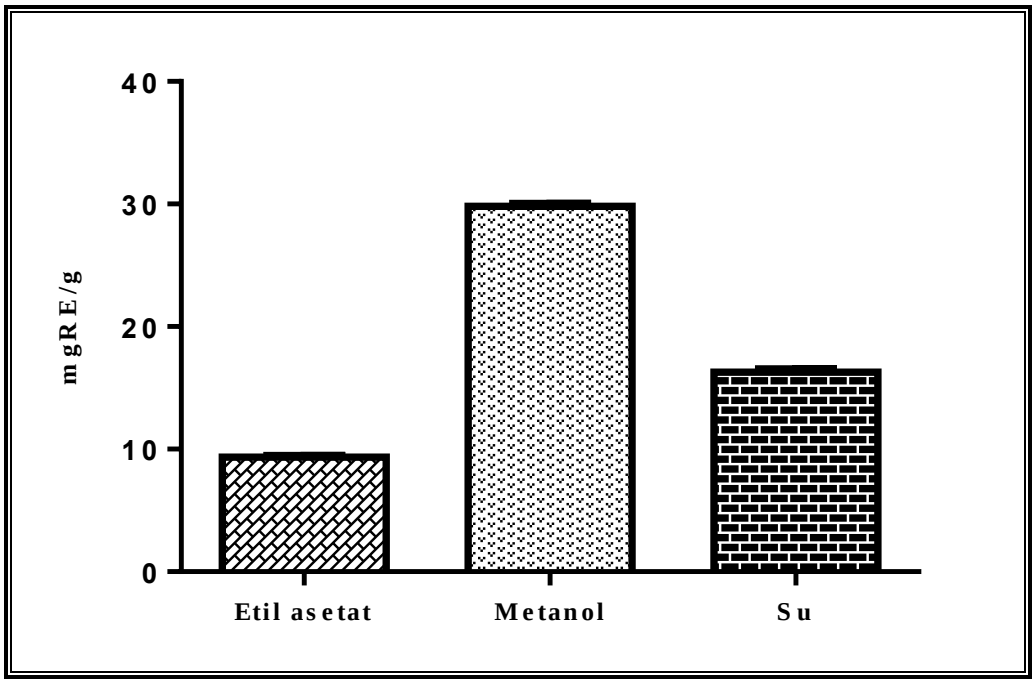


Şekil 4.9. *Potentilla reptans* toplam flavonoid içeriği

Tablo 4.10. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Çözücü	Toplam flavonoid içerik (mgRE/g)*
Etil asetat	9.34±0.13**
Metanol	29.83±0.21
Su	16.30±0.24

* RE, rutin eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

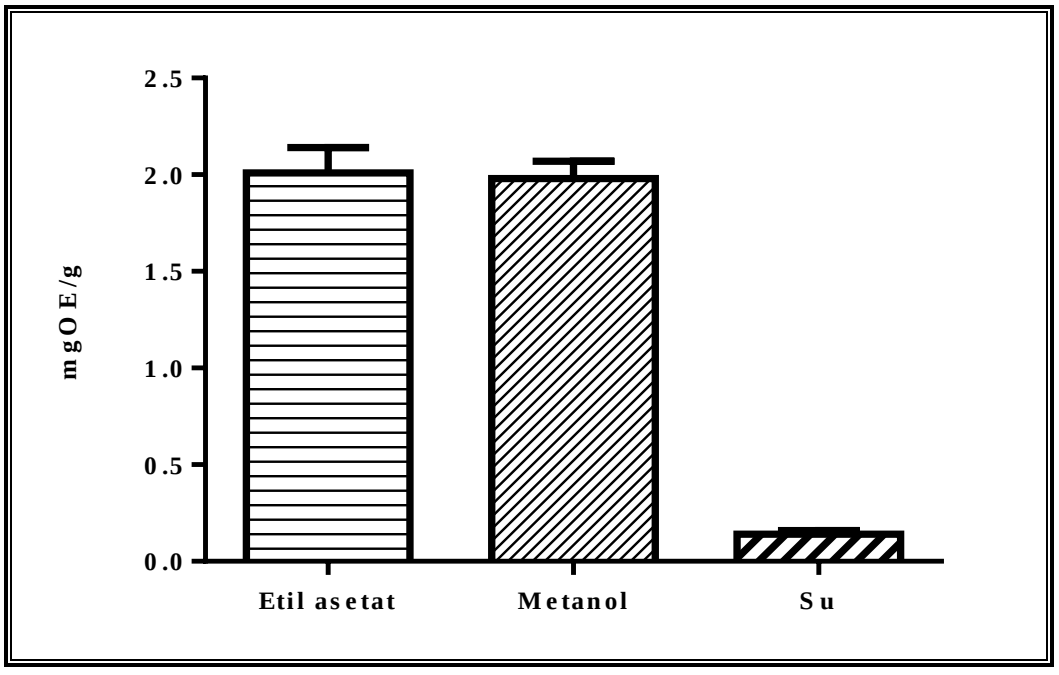


Şekil 4.10. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam flavonoid içeriği

Tablo 4.11. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam triterpenoid içeriği

Çözücü	Toplam triterpenoid içerik (mgOE/g)*
Etil asetat	2.01±0.13**
Metanol	1.98±0.09
Su	0.14±0.02

* OE, oleanolik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

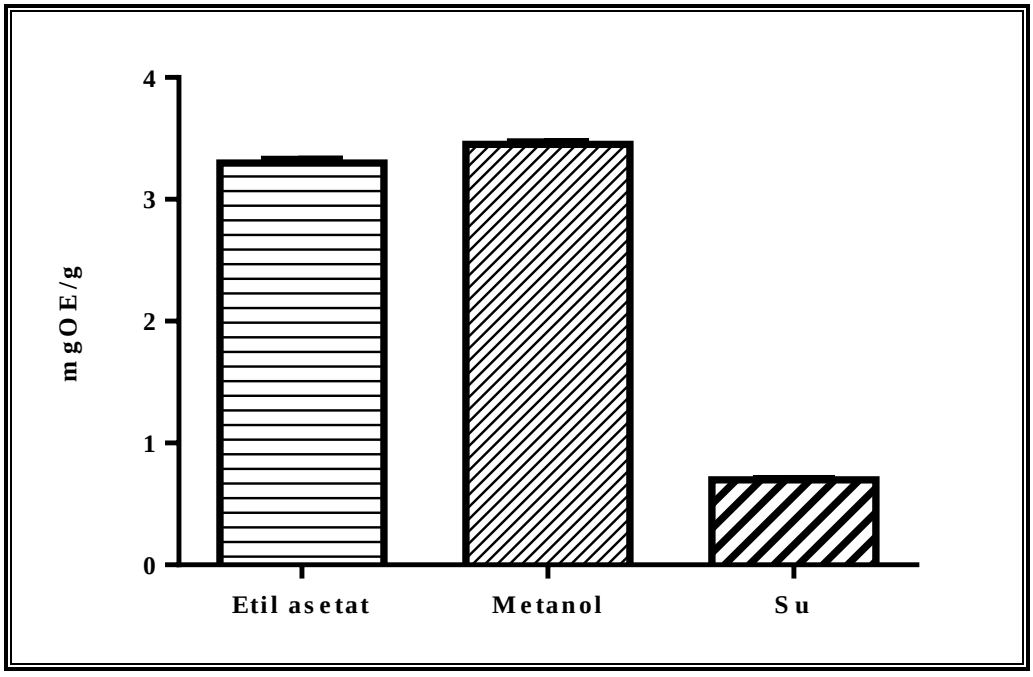


Şekil 4.11. *Potentilla anatolica* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Tablo 4.12. *Potentilla argentea* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Çözücü	Toplam triterpenoid içerik (mgOE/g)*
Etil asetat	3.30±0.03**
Metanol	3.45±0.02
Su	0.70±0.01

* OE, oleanolik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

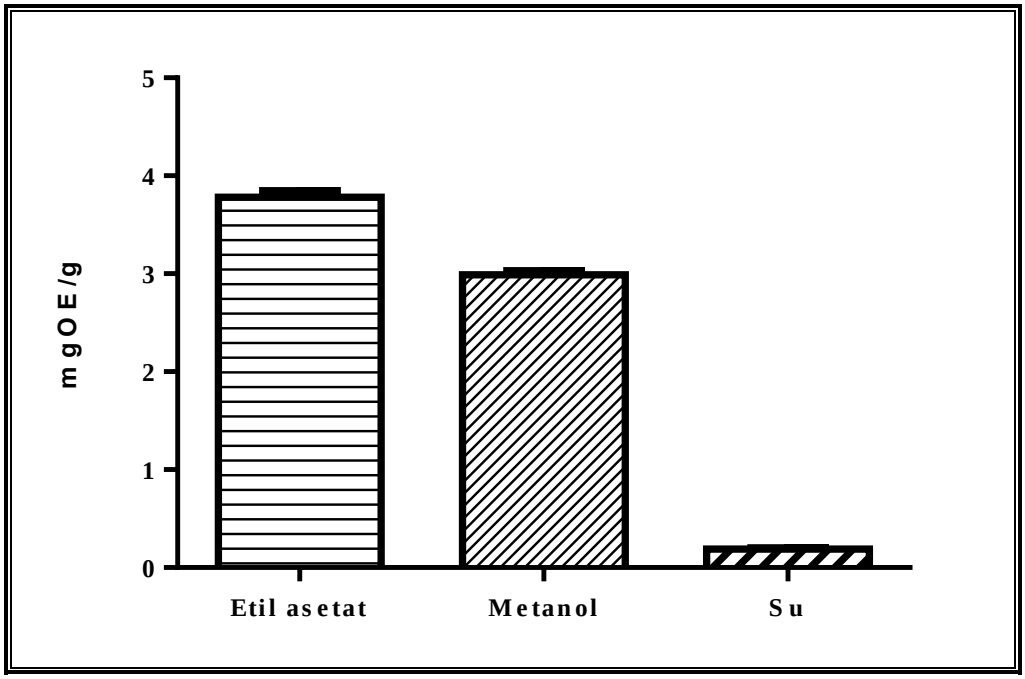


Şekil 4. 12. *Potentilla argentea* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Tablo. 4.13. *Potentilla recta* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Çözücü	Toplam triterpenoid içerik (mgOE/g)*
Etil asetat	3.78±0.07**
Metanol	2.99±0.04
Su	0.19±0.01

* OE, oleanolik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

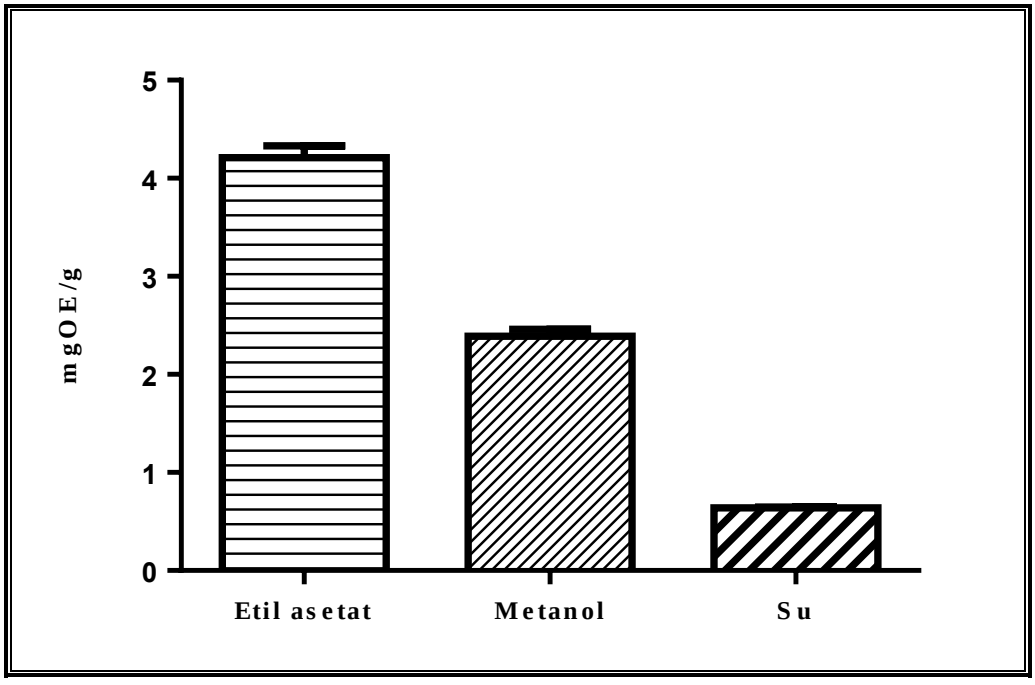


Şekil 4. 13. *Potentilla recta* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Tablo. 4.14. *Potentilla reptans* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Çözücü	**Toplam triterpenoid içerik (mgOE/g)***
Etil asetat	4.21±0.12**
Metanol	2.39±0.07
Su	0.64±0.01

* OE, oleanolik asit eşdeğer ** Ortalama değer ± standart sapma

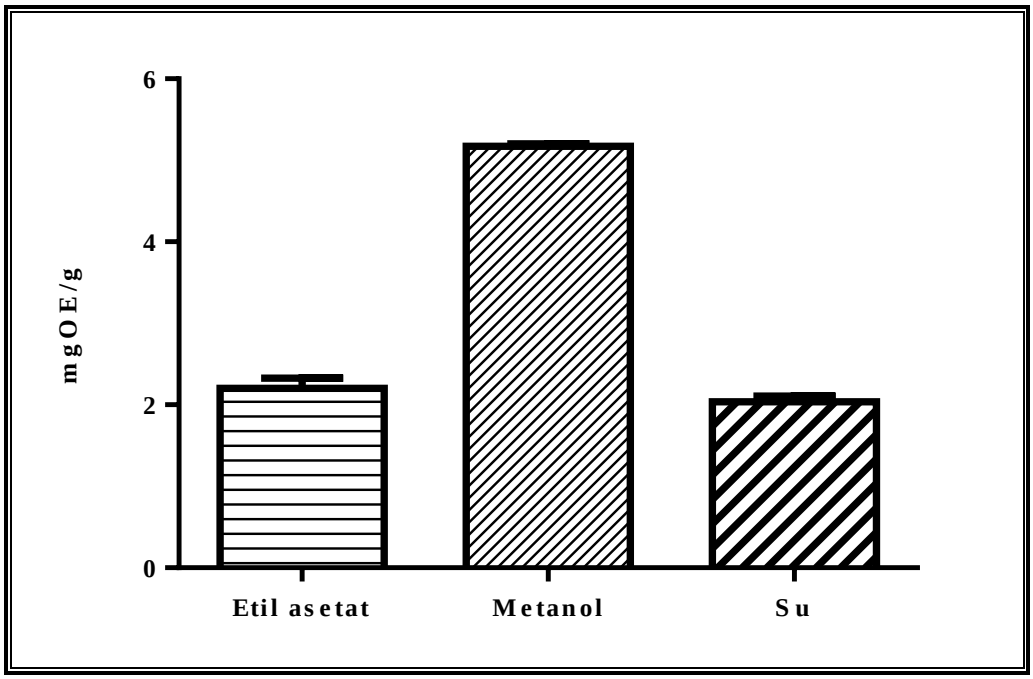


Şekil 4. 14. *Potentilla reptans* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Tablo 4.15. *Potentilla speciosa* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Çözücü	Toplam triterpenoid içerik (mgOE/g)*
Etil asetat	2.20±0.13**
Metanol	5.17±0.03
Su	2.04±0.07

* OE, oleanolik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

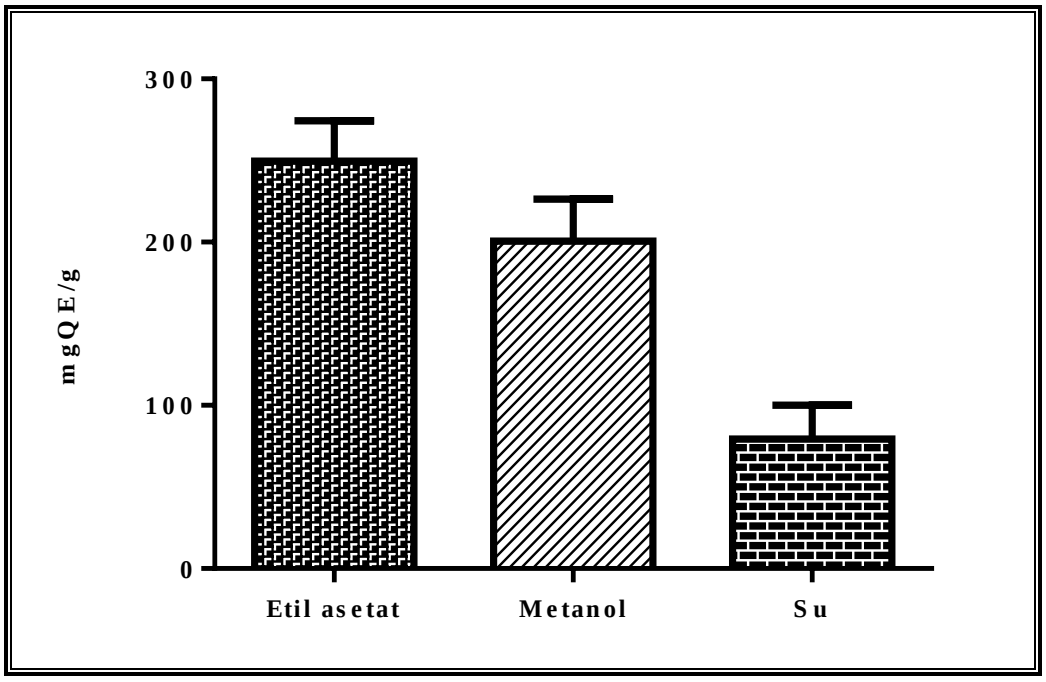


Şekil 4.15. *Potentilla speciosa* özütlerinin total triterpenoid içeriği

Tablo 4.16. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam saponin içeriği

Çözücü	Toplam saponin içerik (mgQE/g)*
Etil asetat	249.51±24.87**
Metanol	200.59±25.85
Su	79.42±20.61

* QE, Quillaja eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

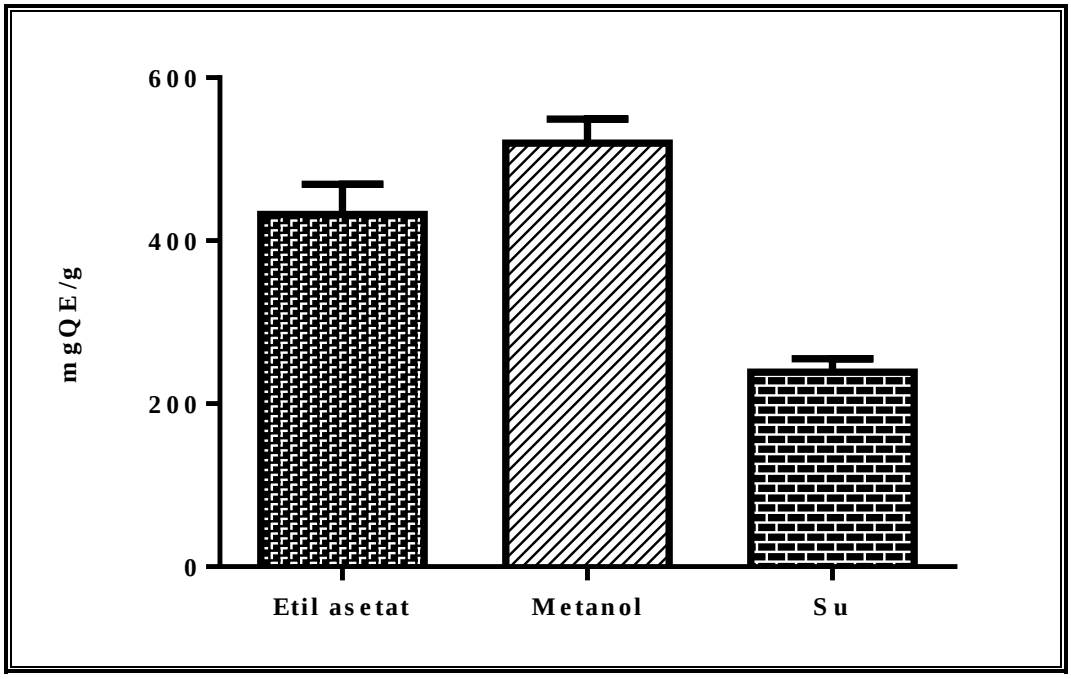


Şekil 4. 16. *Potentilla anatolica* özütlerinin toplam saponin içeriği

Tablo 4.17. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam saponin içeriği

Çözücü	Toplam saponin içerik (mgQE/g)*
Etil asetat	432.30±36.80**
Metanol	519.70±29.36
Su	238.87±16.52

* QE, Quillaja eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

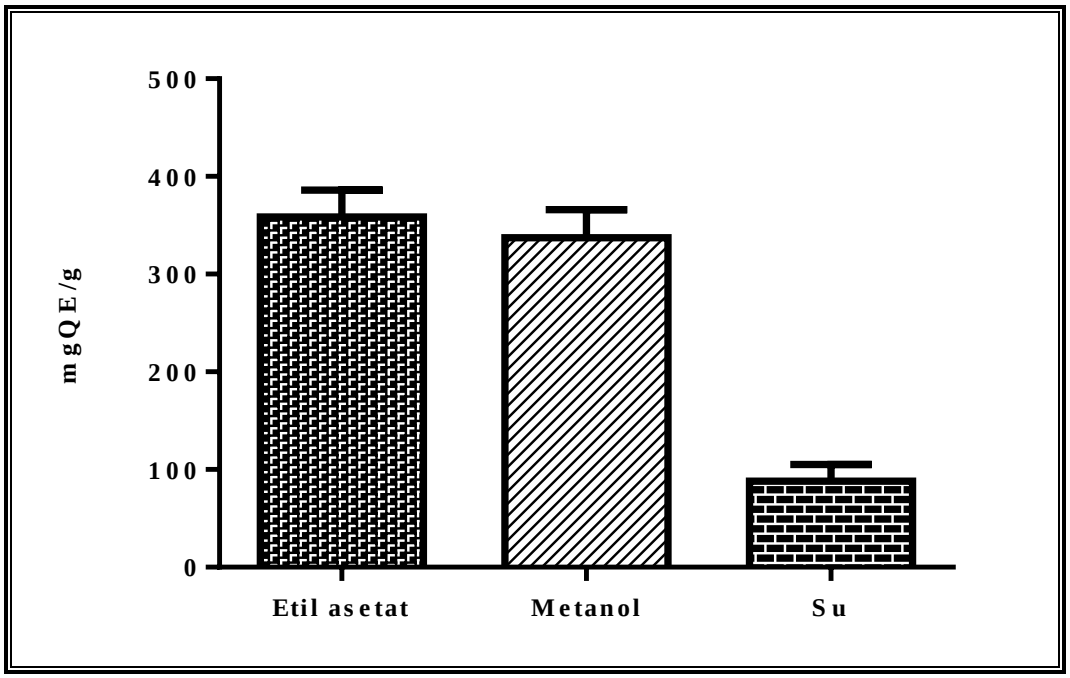


Şekil 4.17. *Potentilla argentea* özütlerinin toplam saponin içeriği

Tablo 4.18. *Potentilla recta* özütlerinin toplam saponin içeriği

Çözücü	**Toplam saponin içerik (mgQE/g)***
Etil asetat	358.41±27.51**
Metanol	337.12±28.78
Su	88.22±17.07

* QE, Quillaja eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

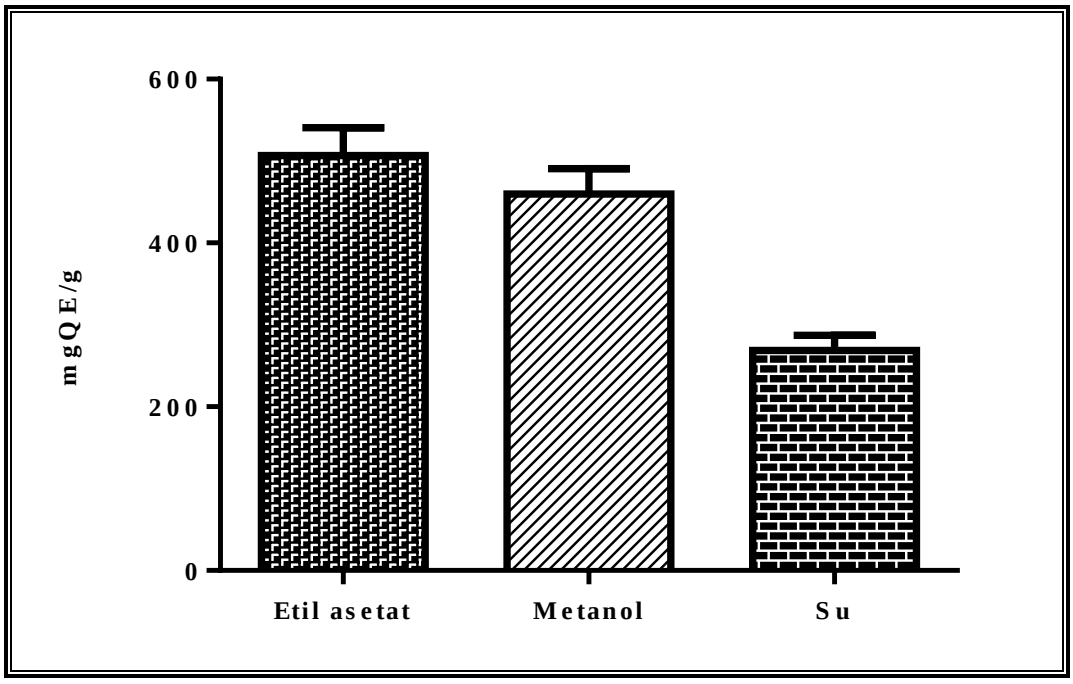


Şekil 4.18. *Potentilla recta* özütlerinin toplam saponin içeriği

Tablo 4.19. *Potentilla reptans* özütlerinin toplam saponin içeriği

Çözücü	**Toplam saponin içerik (mgQE/g)***
Etil asetat	506.81±33.84**
Metanol	459.93±30.68
Su	268.96±18.09

* QE, Quillaja eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

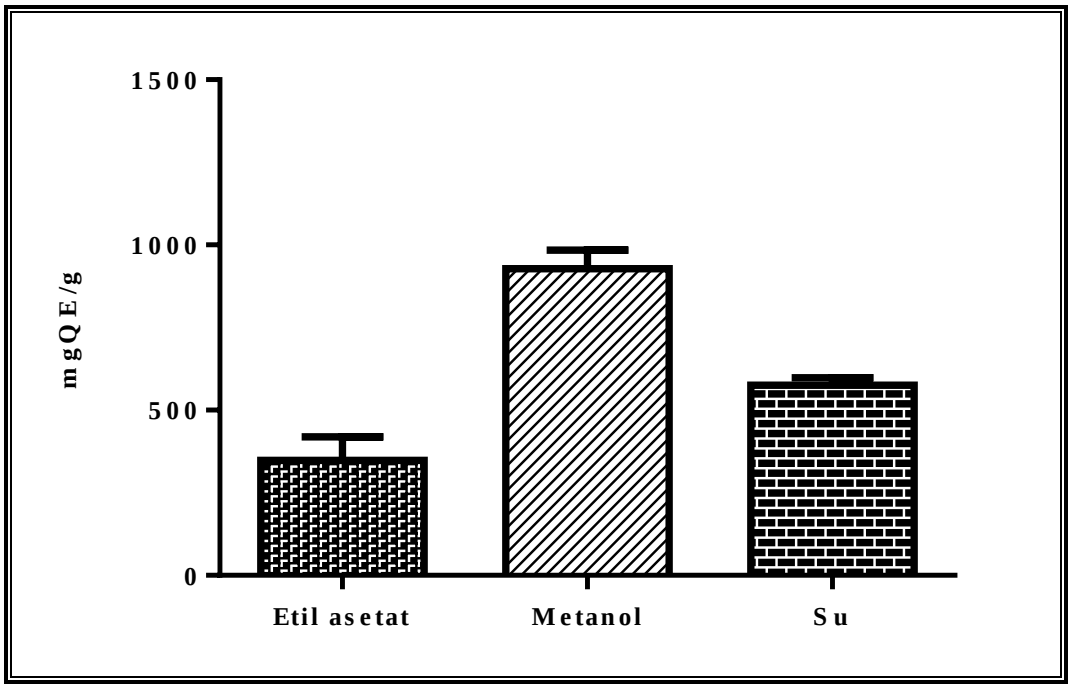


Şekil 4. 19. *Potentilla reptans* toplam saponin içeriği

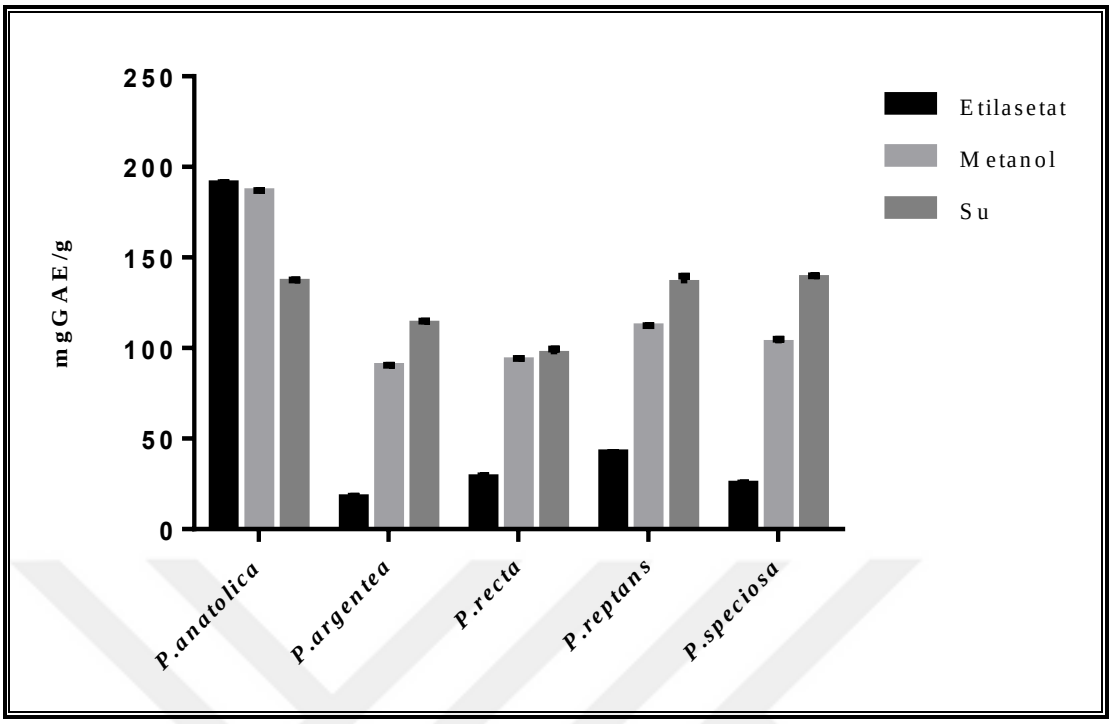
Tablo 4.20. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam saponin içeriği

Çözücü	**Toplam saponin içerik (mgQE/g)***
Etil asetat	347.56±71.26**
Metanol	928.05±56.65
Su	575.58±22.41

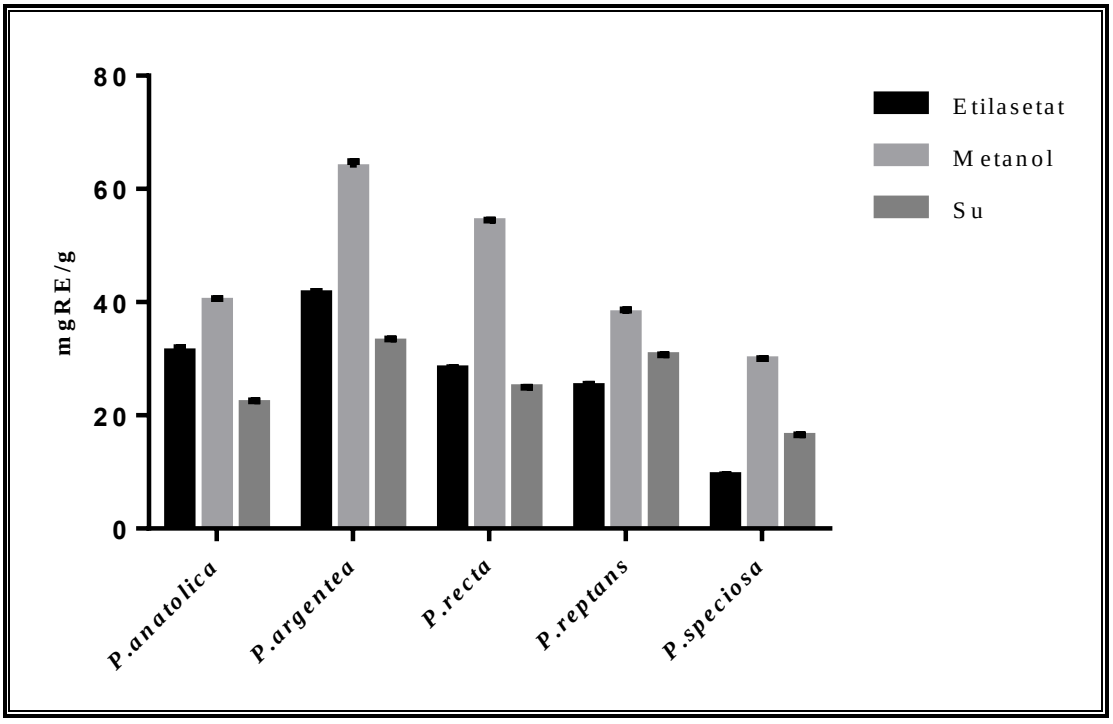
* QE, Quillaja eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma



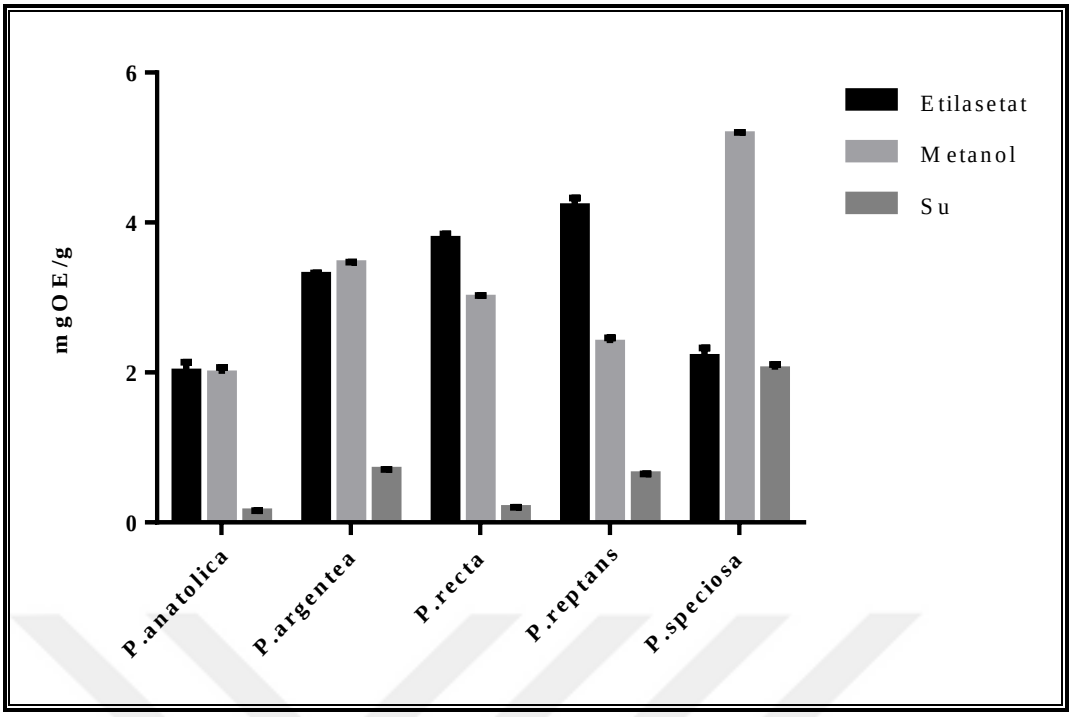
Şekil 4.20. *Potentilla speciosa* özütlerinin toplam saponin içeriği



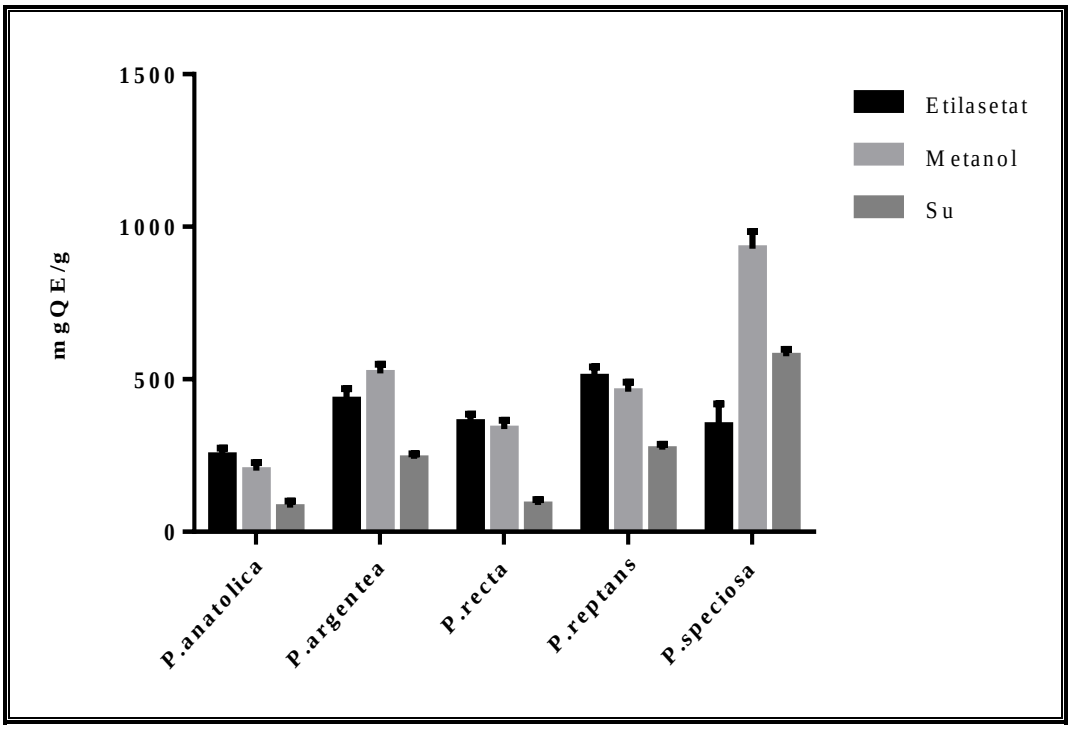
Şekil 4.21. *Potentilla* özütlerinin toplam fenolik içeriklerinin karşılaştırılması



Şekil 4.22. *Potentilla* özütlerinin toplam flavonoid içeriklerinin karşılaştırılması



Şekil 4.23. *Potentilla* özütlerinin toplam triterpenoid içeriklerinin karşılaştırılması



Şekil 4.24. *Potentilla* özütlerinin toplam saponin içeriklerinin karşılaştırılması

4.2. Serbest Radikal Süpürme Aktivitesinin Belirlenmesi

P. anatolica özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla etil asetat (334.66 mgTE/g) > metanol (331.87 mgTE/g) > su (302.76 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.21 ve Şekil 4.25). Özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesi solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Etil asetat özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, su özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. argentea özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla metanol (319.60 mgTE/g) > su (209.09 mgTE/g) > etil asetat (21.90 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.22 ve Şekil 4.26). Özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. recta özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla metanol (327.65 mgTE/g) > su (263.35 mgTE/g) > etil asetat (41.80 mg TE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.23 ve Şekil 4.27). Özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla metanol (331.98 mgTE/g) > su (292.10 mgTE/g) > etil asetat (119.54 mgTE/g) şeklinde azalmaktadır (Tablo 4.24 ve Şekil 4.28). Özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi sırasıyla metanol (334.66 mgTE/g) > su (200.54 mgTE/g) > etil asetat (46.51 mgTE/g) şeklinde azalmaktadır (Tablo 4.25 ve Şekil 4.29). Özütlerin DPPH radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir. *Potentilla* özütlerinin DPPH süpürme aktivitesinin karşılaştırılması Şekil 4.35'te verilmiştir.

P. anatolica özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi sırasıyla etil asetat (5.19 mmolTE/g) > metanol (5.05 mmolTE/g) > su (4.86 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.26 ve Şekil 4.30). Özütlerin ABTS radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Etil asetat özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, su özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. argentea özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi sırasıyla su (4.37 mmolTE/g) > metanol (3.75 mmolTE/g) > etil asetat (1.26 mmolTE/g) şeklinde azalmaktadır (Tablo 4.27 ve Şekil 4.31). Özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. recta özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi sırasıyla su (3.85 mmolTE/g) > metanol (2.84 mmolTE/g) > etil asetat (0.48 mmolTE/g) şeklinde azalmaktadır (Tablo 4.28 ve Şekil 4.32). Özütlerin ABTS radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi sırasıyla su (4.55 mmolTE/g) > metanol (4.39 mmolTE/g) > etil asetat (2.06 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.29 ve Şekil 4.33). Özütlerin ABTS radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi sırasıyla su (4.17 mmolTE/g) > metanol (3.62 mmolTE/g) > etil asetat (0.61 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.30 ve Şekil 4.34). Özütlerin ABTS radikal süpürme aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek radikal süpürme aktivitesi, etil asetat özütü ise en düşük radikal süpürme aktivitesi sergilemiştir. *Potentilla* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi 4.36'da verilmiştir.

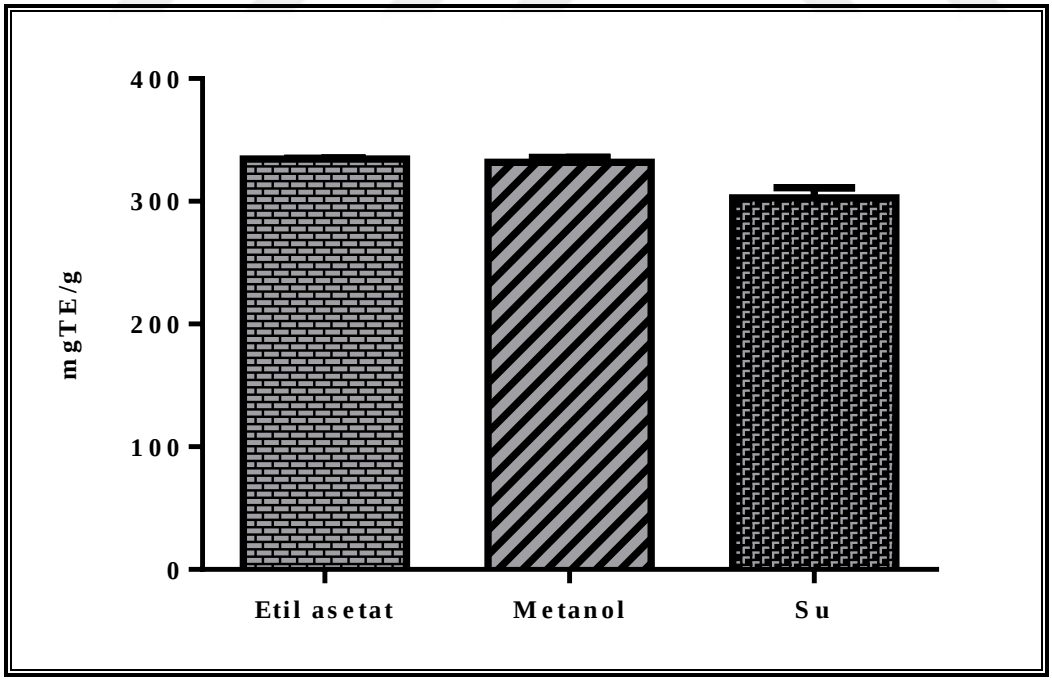
Bu tez çalışmamızda *Potentilla* taksonlarının radikal giderme aktivitesi DPPH ve ABTS testleri tarafından belirlenmiştir. DPPH radikal giderme testi antioksidan kapasiteyi belirlemede hızlı, basit ve kararlı olmasından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Prior ve ark., 2005). Tez çalışmamızda kullanılan *Potentilla* taksonlarının radikal giderme aktiviteleri üzerine oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Wang ve ark. (2013) üç *Potentilla* türünün (*P. fruticosa*, *P. glabra*, *P. parvifolia*) DPPH ve ABTS testleri kullanarak radikal giderme aktiviteleri belirlenmiştir. En yüksek DPPH aktivite *P. fruticosa*'da (IC_{50}: 16.87 µg/ml) en düşük aktivite ise *P. parvifolia*'da (IC_{50}: 23.87 µg/ml) belirlenmiştir. ABTS radikal giderme aktivitesinin ise 2140 ile 2763 µmolTE/g arasında değiştiği rapor edilmiştir. Her iki teste de en yüksek radikal giderme aktivitesi *P. fruticosa*'da görülmüştür. Yine başka bir çalışmada Çin'in farklı bölgelerinden toplanan *P. fruticosa*'ların DPPH ve ABTS

radikal giderme aktivitelerini çalışmışlar ve *P. fruticosa*'ın radikal giderme aktivitesi bölgelere göre değiştiği görülmüştür (Liu ve ark., 2016). *P. recta* ve *P. astracanica* farklı konsantrasyonlarda (50, 100 ve 250 µg/ml) DPPH radikal giderme aktiviteleri çalışılmıştır ve *P. astracanica* butanol (en yüksek konsantrasyonda % 60.3) ve su (en yüksek konsantrasyonda % 60.4) özütü diğer özütlere göre daha yüksek radikal giderme aktivitesi göstermiştir (Sohretoglu ve ark., 2015). Başka bir çalışmada *Potentilla fulgens*'in DPPH radikal giderme aktivitesi hekzan (IC_{50}: 74.6 µM), etil asetat (IC_{50}: 5.8 µM), butonal (IC_{50}:8.4 µM) ve su özütlerinde (IC_{50}: 28.6 µM) belirlenmiştir. Aynı çalışmada ABTS radikal giderme aktivitesi hekzan (IC_{50}: 86.9 µg/ml), etil asetat (IC_{50}: 12.5µg/ml), bütanol (IC_{50}: 20.3 µg/ml) ve su özütlerinde (IC_{50}: 42.2 µg/ml) belirlenmiştir. En etkili radikal giderme aktivitesi etil asetat özütünde rapor edilmiştir (Choudhary ve ark., 2013). Benzer olarak çalıştığımız *Potentilla* taksonlarının içinde *P. anatolica*'da etil asetat özütünde DPPH ve ABTS radikal giderme aktivitesi en yüksek çıkmıştır. Diğer bitkilerde metanol özütleri en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi göstermiştir. Metanol özütünün yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi literatürde çeşitli çalışmalar tarafından rapor edilmiştir. Örneğin Hassim ve ark. (2015) *Polygonum minus*'un antioksidan ve antibakteriyal aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada metanol özütünde en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesini rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada *Eucalyptus camaldulensis*'in yapraklarının DPPH giderme aktivitesi metanol özütünde hekzan ve kloroform özütlerine göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Ashraf ve ark., 2015). Tez çalışmamızda ABTS radikal giderme aktivitesinde ise *P. anatolica* haricindeki çalışılan bitkilerde su özütünde yüksek ABTS radikal giderme aktivitesi görülmüştür. Benzer olarak *Commelina nudiflora*'ın farklı çözücülerden (su, hekzan, etilasetat, kloroform, etanol) elde edilen özütlerin aktioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları bir çalışmada özütler içinde en yüksek ABTS radikal giderme aktivitesi su özütünde tespit edilmiştir (Kuppusamy ve ark., 2015). Hoon ve ark. (2015) *Pinus gerardania*'dan elde edilen diklorometan, etanol, etil asetat, hekzan, metanol ve su özütlerinin ABTS radikal giderme aktivitesini çalışmışlar ve su özütünün en yüksek ABTS radikal giderme aktivitesine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmalar bizim sonuçlarımıza benzerlik göstermiştir.

Tablo. 4.21. *Potentilla anatolica* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**DPPH radikal süpürme aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	334.66±0.45**
Metanol	331.87±4.08
Su	302.76±8.28

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

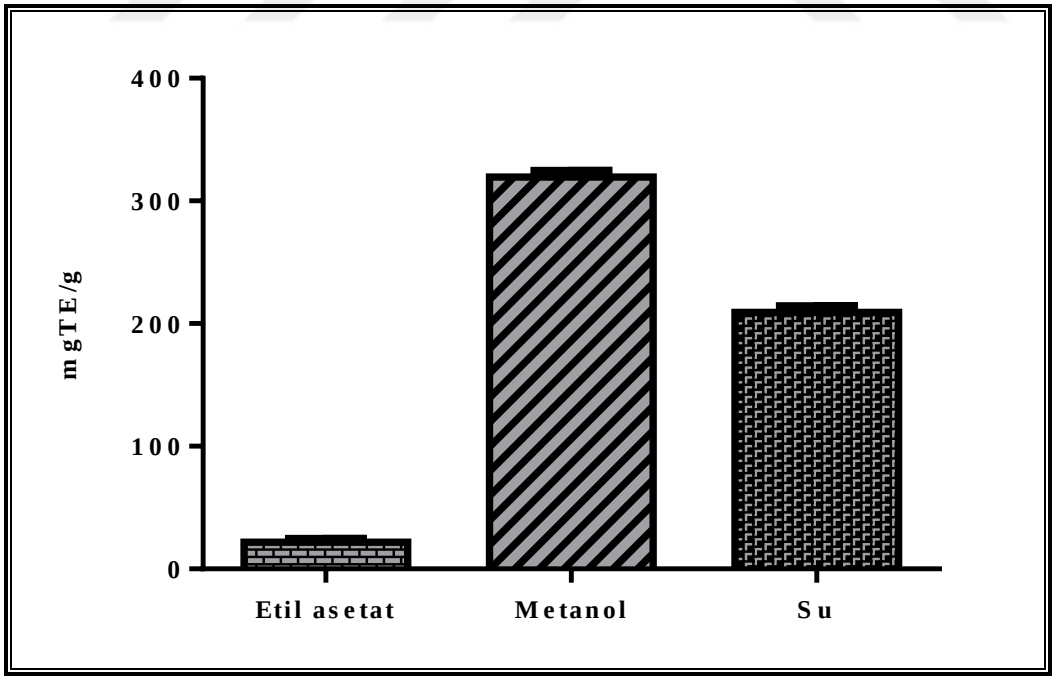


Şekil 4.25. *Potentilla anatolica* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.22. *Potentilla argentea* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**DPPH radikal süpürme aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	21.90±2.91**
Metanol	319.60±5.21
Su	209.09±5.39

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

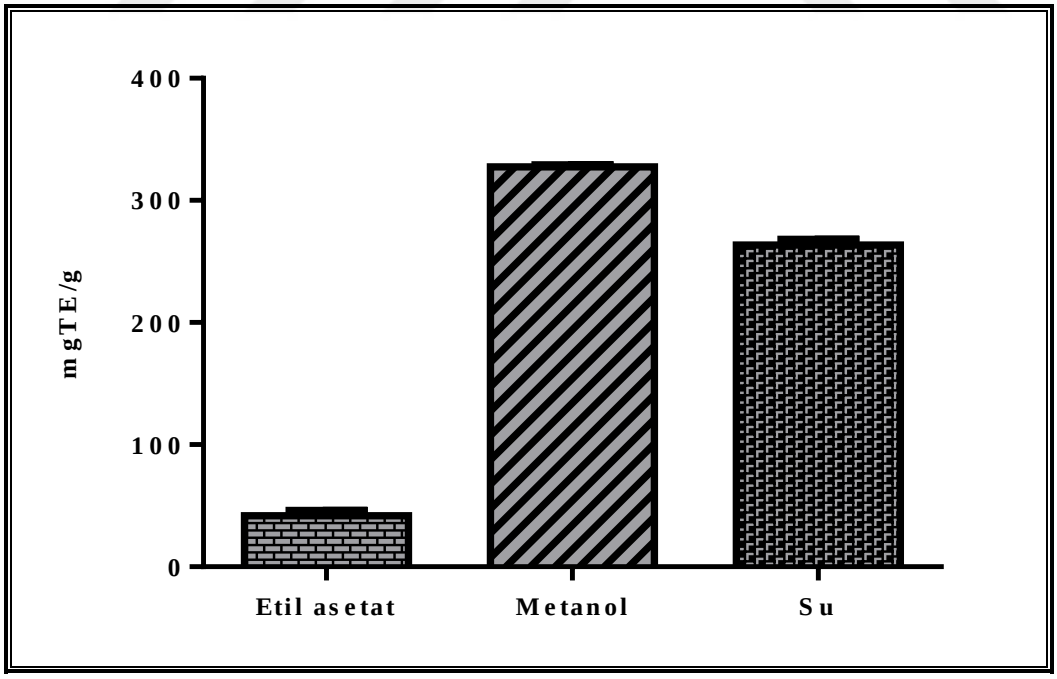


Şekil 4.26. *Potentilla argentea* DPPH radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.23. *Potentilla recta* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	DPPH radikal süpürme aktivitesi (mgTE/g)*
Etil asetat	41.80±4.32**
Metanol	327.65±1.57
Su	263.35±4.87

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

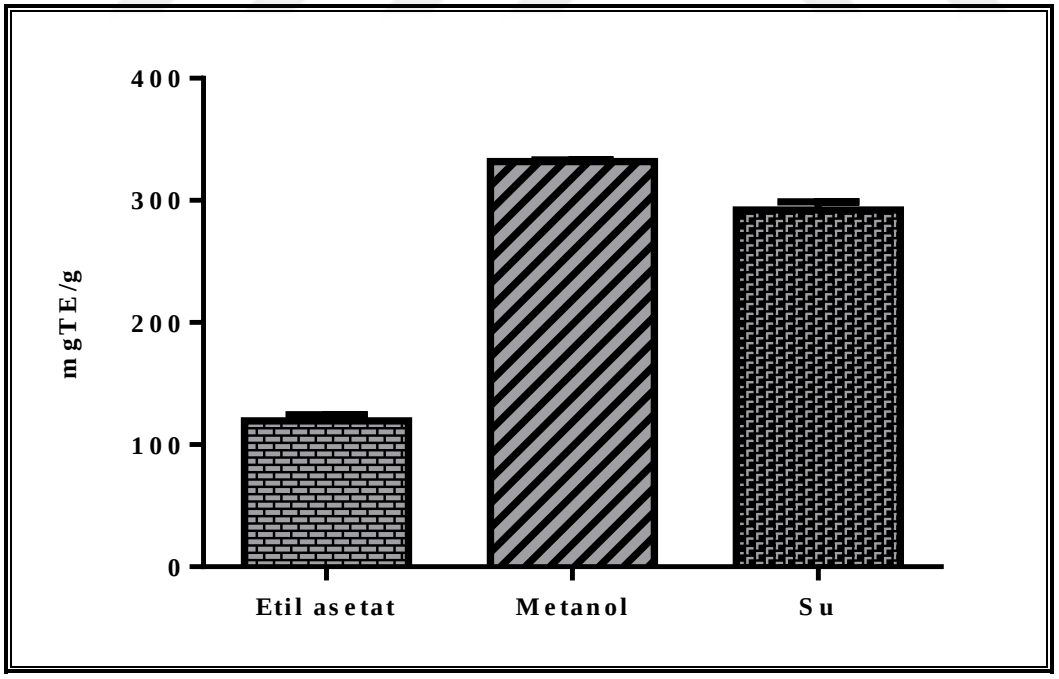


Şekil 4.27. *Potentilla recta* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.24. *Potentilla reptans* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**DPPH radikal süpürme aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	119.54±4.97**
Metanol	331.98±1.26
Su	292.10±6.57

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

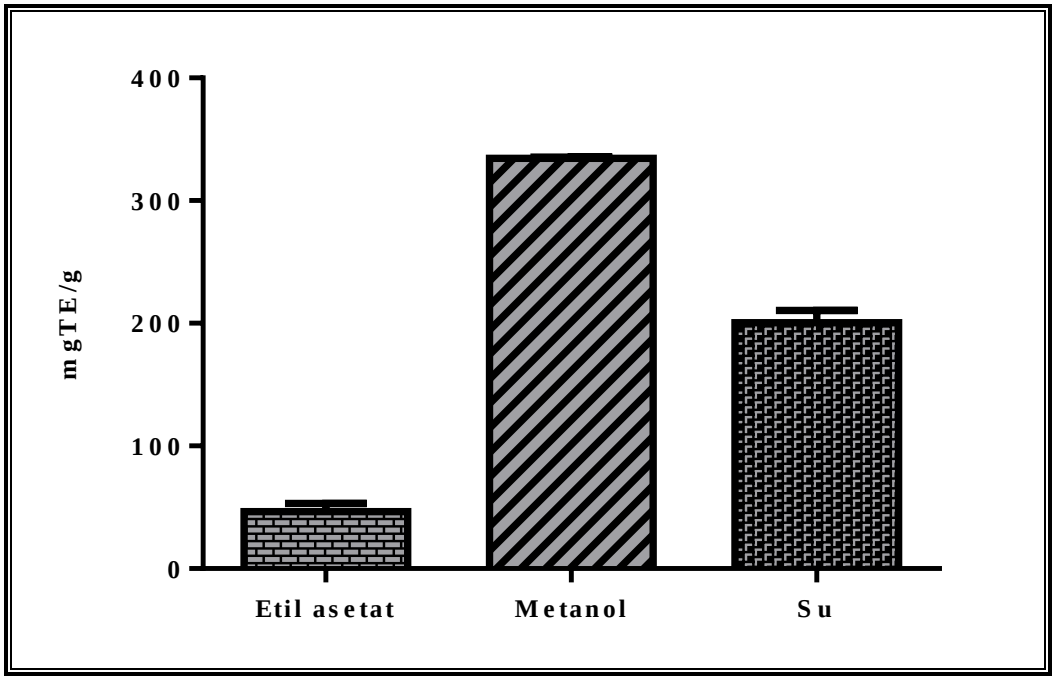


Şekil 4.28. *Potentilla reptans* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.25. *Potentilla speciosa* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	DPPH radikal süpürme aktivitesi (mgTE/g)*
Etil asetat	46.51±6.82**
Metanol	334.66±0.70
Su	200.54±9.88

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

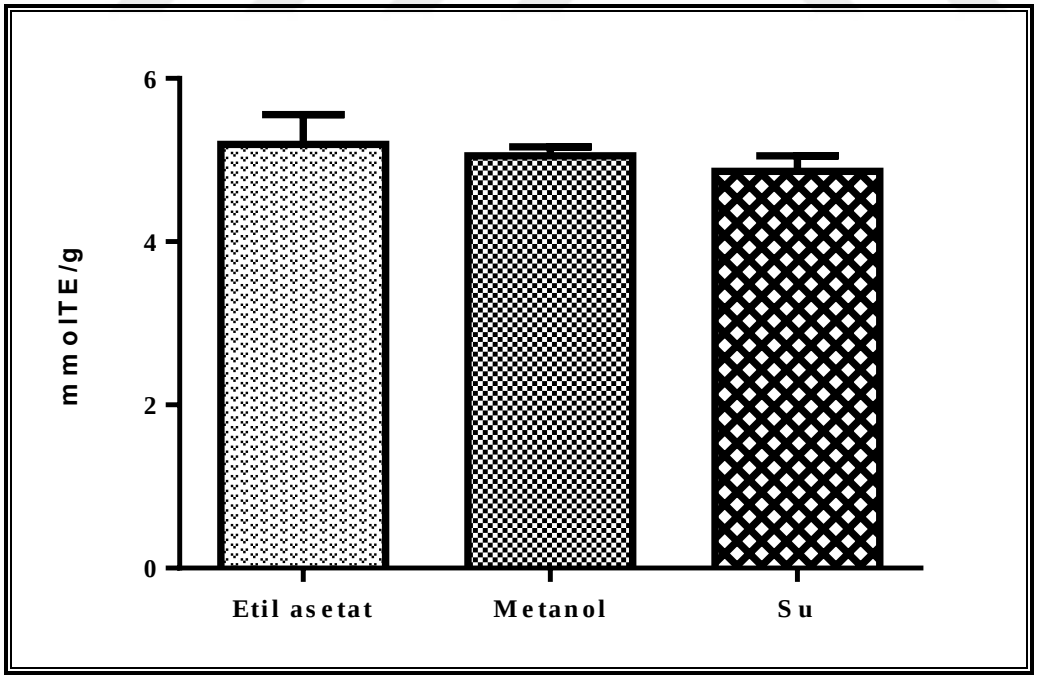


Şekil 4.29. *Potentilla speciosa* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.26. *Potentilla anatolica* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**ABTS radikal süpürme aktivitesi (mmolTE/g)***
Etil asetat	5.19±0.37**
Metanol	5.05±0.11
Su	4.86±0.19

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

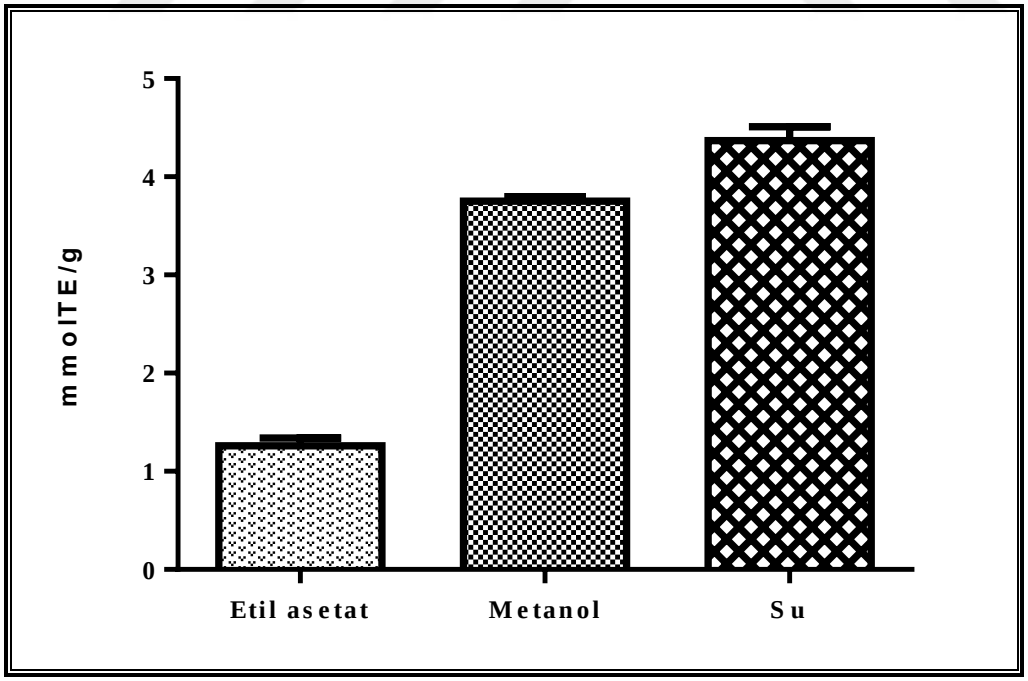


Şekil 4.30. *Potentilla anatolica* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.27.*Potentilla argentea* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**ABTS radikal süpürme aktivitesi (mmolTE/g)***
Etil asetat	1.26±0.08**
Metanol	3.75±0.05
Su	4.37±0.14

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

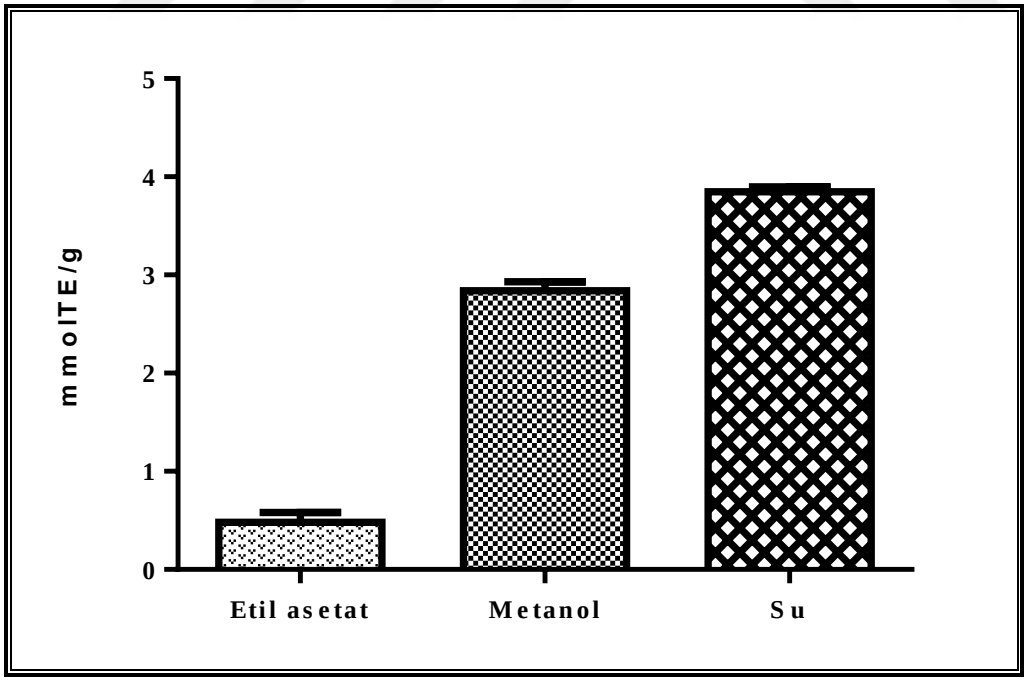


Şekil 4.31. *Potentilla argentea* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.28. *Potentilla recta* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**ABTS radikal süpürme aktivitesi (mmolTE/g)***
Etil asetat	0.48±0.10**
Metanol	2.84±0.09
Su	3.85±0.05

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

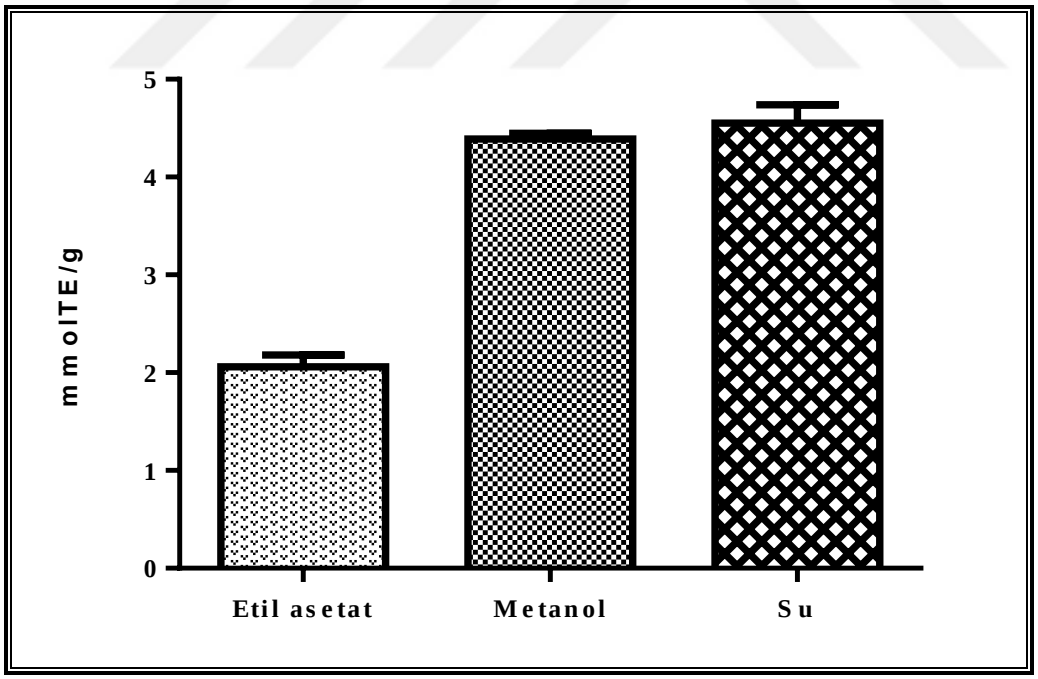


Şekil 4.32. *Potentilla recta* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Tablo 4.29. *Potentilla reptans* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**ABTS radikal süpürme aktivitesi (mmolTE/g)***
Etil asetat	2.06±0.12**
Metanol	4.39±0.06
Su	4.55±0.19

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

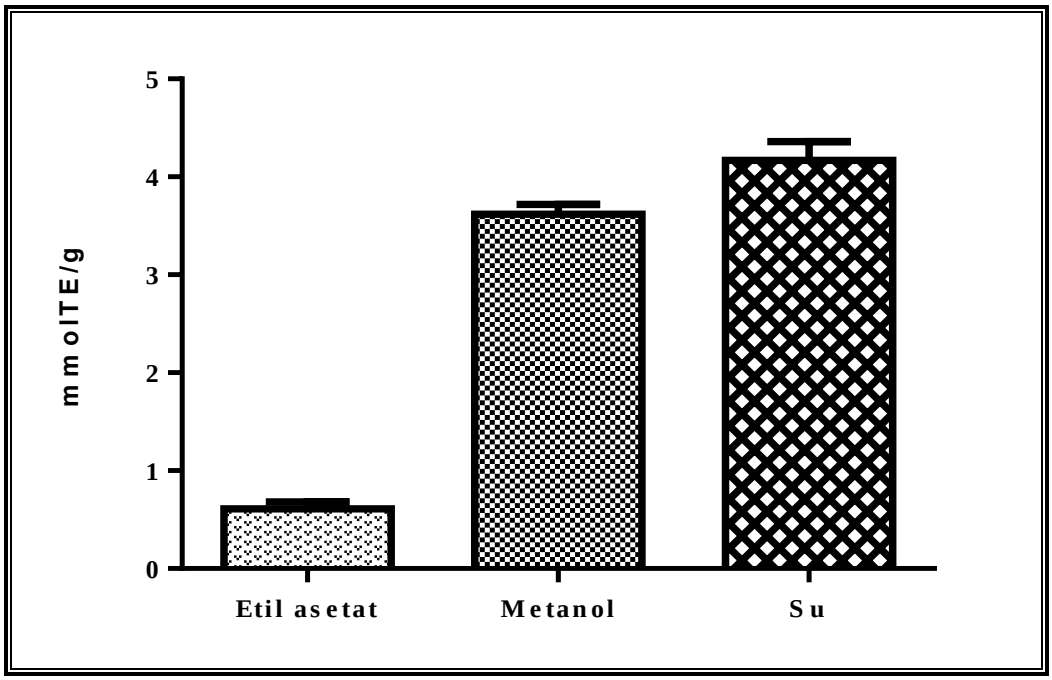


Şekil 4.33. *Potentilla reptans* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

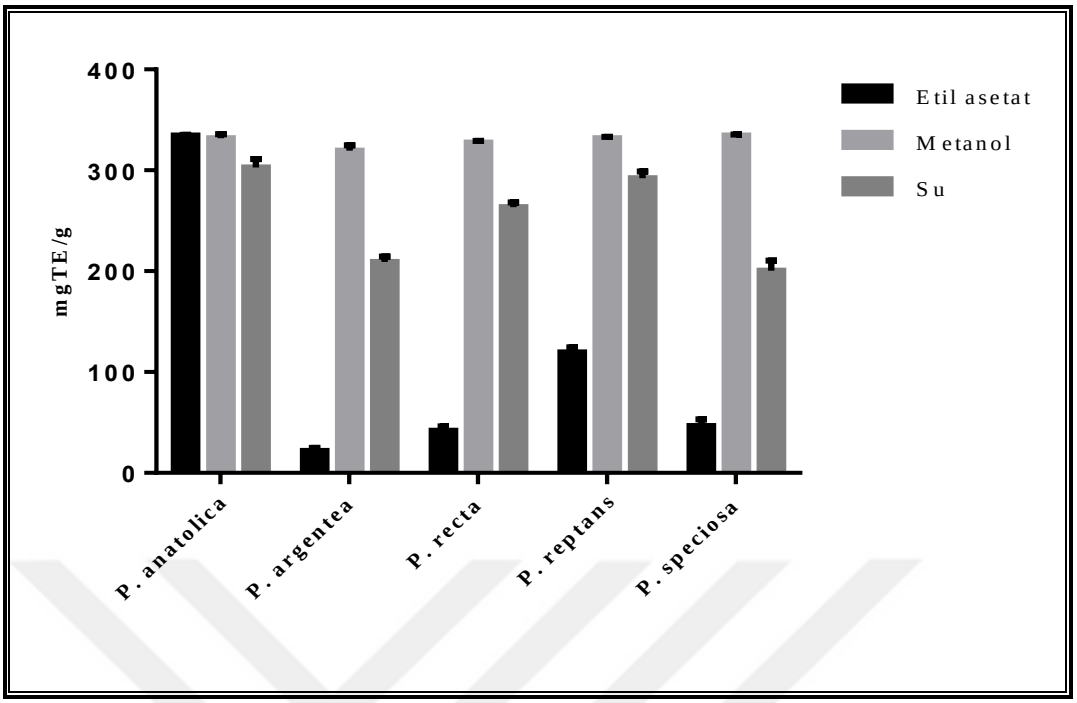
Tablo 4.30. *Potentilla speciosa* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi

Çözücü	**ABTS radikal süpürme aktivitesi (mmolTE/g)***
Etil asetat	0.61±0.07**
Metanol	3.62±0.10
Su	4.17±0.19

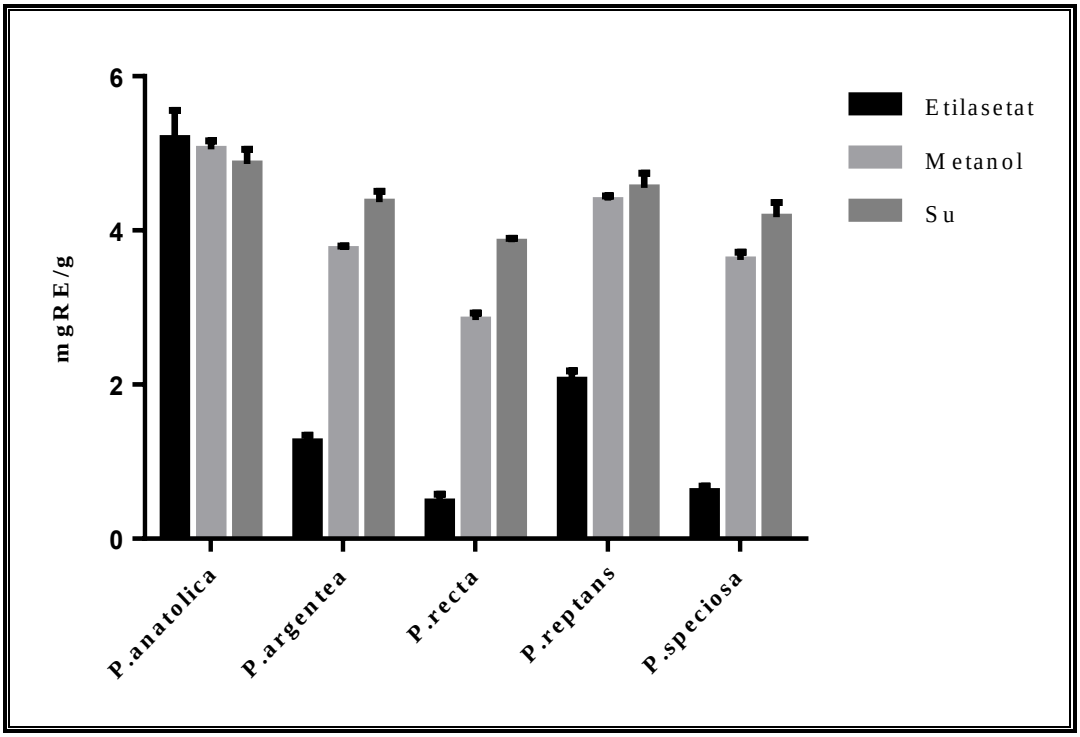
* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma



Şekil 4.34. *Potentilla speciosa* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesi



Şekil 4.35. *Potentilla* özütlerinin DPPH radikal süpürme aktivitesinin karşılaştırılması



Şekil 4. 36. *Potentilla* özütlerinin ABTS radikal süpürme aktivitesinin karşılaştırılması

4.3. İndirgeme Gücünün Belirlenmesi

P. anatolica özütlerinin FRAP aktivitesi sırasıyla etil asetat (233.02 mgTE/g) > metanol (223.57 mgTE/g) > su (222.62 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.31 ve Şekil 4.37). Özütlerin FRAP aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Etil asetat özütü en yüksek aktivite, su özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. argentea özütlerinin FRAP aktivitesi sırasıyla su (210.81 mgTE/g) > metanol (166.09 mgTE/g) > etil asetat (45.63 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.32 ve Şekil 4.38). Özütlerin FRAP aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. recta özütlerinin FRAP aktivitesi sırasıyla su (216.77 mgTE/g) > metanol (175.60) > etil asetat (58.17 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.33 ve Şekil 4.39). Özütlerin FRAP aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin FRAP aktivitesi sırasıyla su (219.97 mgTE/g) > metanol (204.10 mgTE/g) > etil asetat (81.59 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.34 ve Şekil 4.40). Özütlerin FRAP aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin FRAP aktivitesi sırasıyla su (214.49 mgTE/g) > metanol (191.53 mgTE/g) > etil asetat (56.97 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.35 ve Şekil 4.41). Özütlerin FRAP aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite göstermiştir. *Potentilla* özütlerinin FRAP aktivitesinin karşılaştırılması Şekil 4.47'de verilmiştir.

P. anatolica özütlerinin CUPRAC aktivitesi sırasıyla metanol (340.80 mgTE/g) > etil asetat (332.52 mgTE/g) > su (291.67 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.36 ve Şekil 4.42). Özütlerin CUPRAC aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek aktivite, su özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. argentea özütlerinin CUPRAC aktivitesi sırasıyla su (239.99 mgTE/g) > metanol (223.75 mgTE/g) > etil asetat (86.66 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.37 ve Şekil 4.43). Özütlerin CUPRAC aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. recta özütlerinin CUPRAC aktivitesi sırasıyla su (228.13 mgTE/g) > metanol (226.91 mgTE/g) > etil asetat (95.81 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.38 ve Şekil 4.44). Özütlerin CUPRAC aktivitesinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise düşük aktivite sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin CUPRAC aktivitesinin sırasıyla metanol (263.39 mgTE/g) > su (261.41 mgTE/g) > etil asetat (131.03 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.39 ve Şekil 4.45). Özütlerin CUPRAC aktivitesi solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü en düşük aktivite sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin CUPRAC aktivitesinin sırasıyla su (269.18 mgTE/g) > metanol (264.62 mgTE/g) > etil asetat (91.85 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.40 ve Şekil 4.46). Özütlerin CUPRAC aktivitesi solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü en düşük aktivite sergilemiştir. *Potentilla* özütlerinin CUPRAC aktivitesinin karşılaştırılması Şekil 4.48'de verilmiştir.

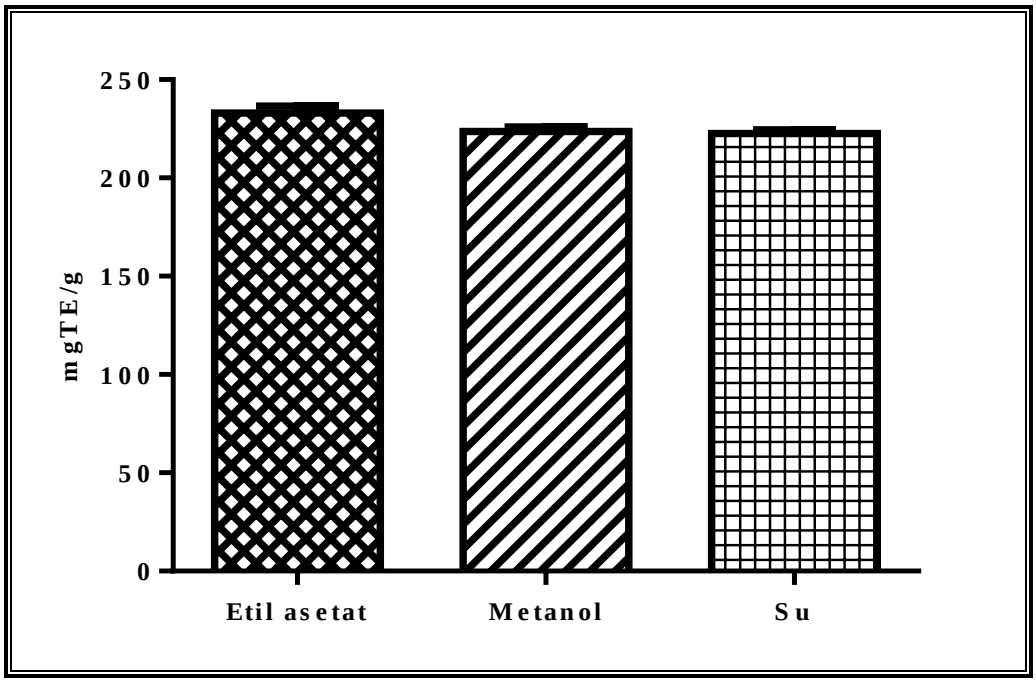
Tez çalışmamızda kullanılan *Potentilla* taksonlarının indirgeme gücü FRAP ve CUPRAC testleri kullanılarak belirlenmiştir. *Potentilla* türlerinin indirgeme gücü üzerine çalışmaların literatürde oldukça sınırlı olduğu görülmekte olup, bakır indirgeme yeteneği (CUPRAC) üzerine hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Wang ve ark. (2013) üç *Potentilla* türünün antioksidan aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada *P. fruticosa* (1398.70 µmolTE/g), *P. glabra* (1142.22 µmolTE/g) ve *P. parvifolia*'nın (1291.76 µmolTE/g) FRAP aktivitelerini belirlemişlerdir. Bu araştırmada *P. fruticosa*'nın yüksek indirgeme gücü aktivitesine sahip olduğu görülmektedir. Başka bir diğer çalışmada *P. atrosanguinea*'nın FRAP aktivite değeri 41.43 mgTE/g olarak bulunmuştur (Kalia ve ark., 2008). *Potentilla* ile aynı familyada olan çeşitli bitki türlerinin indirgeme gücü aktivitesi çeşitli yazarlar tarafından belirlenmiştir. Rosaceae familyasına ait olan 34 farklı örnek üzerine yapılan kapsamlı bir çalışmada örneklerin indirgeme gücünü belirlemek için FRAP testi kullanılmıştır. Bu çalışmada örneklerin FRAP aktiviteleri absorbans verilerine (700 nm de) bakılarak değerlendirilmiştir ve en yüksek aktivite *Sorbus subfusca* (absorbans değeri: 1.62) ve *S. umbellata* (absorbans değeri: 1.63) etanol özütlerinde görülmüştür (Ekin ve ark., 2016). Diğer bir çalışmada Rosaceae üyesi olan *Laurocerasus officinalis*'in yaprak ve meyvelerinin indirgeme gücü aktivitesi FRAP testi kullanılarak hesaplanmış ve üç farklı konsantrasyon (500, 1000 ve 2000 ug/ml) ile beş farklı çözücü (diklorometan, etil asetat, aseton, metanol ve su)

kullanılarak belirlenen indirgeme gücü aktivitesinde en aktif özütlerin yaprağa ait metanol ve su özütleri olduğu görülmüştür (Orhan ve Akkol, 2011). Bizim sonuçlarımıza baktığımızda, genel olarak hem FRAP hem de CUPRAC testlerinde su özütleri yüksek indirgeme aktivitesi göstermiştir. Rosaceae familyasına ait olan *Sorbus torminalis*'in antioksidan ve antikolinesteraz aktivitesi üzerine yapılan bir çalışmada FRAP testinin bizim çalışmamıza benzer şekilde su özütünün etil asetat, aseton ve metanol özütlerine göre daha iyi indirgeme gücü sergilediği rapor edilmiştir (Hasbal ve ark., 2015). Başka bir çalışmada aynı familyadan olan *Pyracantha coccinea* 'nın taze meyvelerinden elde edilen etanol ve su özütlerinin indirgeme gücü demir indirgeme gücü, FRAP ve CUPRAC testleri kullanılarak belirlenmiştir. Demir indirgeme testinde etanol özütü 3.99 mgTE/g taze meyve ve su özütü 0.78 mgTE/g taze meyve olarak hesaplanmıştır. CUPRAC testinde etanol özütü 6.68 mgTE/g taze meyve olarak su özütü 2.21 mgTE/g taze meyve olarak belirlenmiştir. FRAP testinde ise etanol özütü 3.18 mgTE/g taze meyve ve su özütü 0.73 mgTE/g taze meyve şeklinde bulunmuştur. Sonuçlara göre, bizim sonuçlarımıza ters olarak etanol özütünün suya kıyasla daha yüksek indirgeme gücüne sahip olduğu görülmüştür (Sarikurkcu ve Tepe, 2015). *Pinus gerardiana*'dan elde edilen farklı özütlerin ORAC, ABTS, DPPH ve FRAP testlerini kullanarak antioksidan aktivitelerini belirledikleri çalışmada FRAP testinde özütler içinde en yüksek aktivite su özütünde bulunmuştur (Hoon ve ark., 2015). Lee ve ark. (2015) *Brassica nigra* üzerine yaptıkları farklı bir çalışmada FRAP testinde en yüksek aktiviteyi yine su özütünde bulmuşlardır. Zengin ve ark. (2014) *Sideritis galatica*'dan elde edilen su özütünün FRAP ve CUPRAC testlerinde en yüksek değere sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Tablo 4.31. *Potentilla anatolica* özütlerinin FRAP aktivitesi

Çözücü	**FRAP aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	233.02±3.62**
Metanol	223.57±2.47
Su	222.62±1.95

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

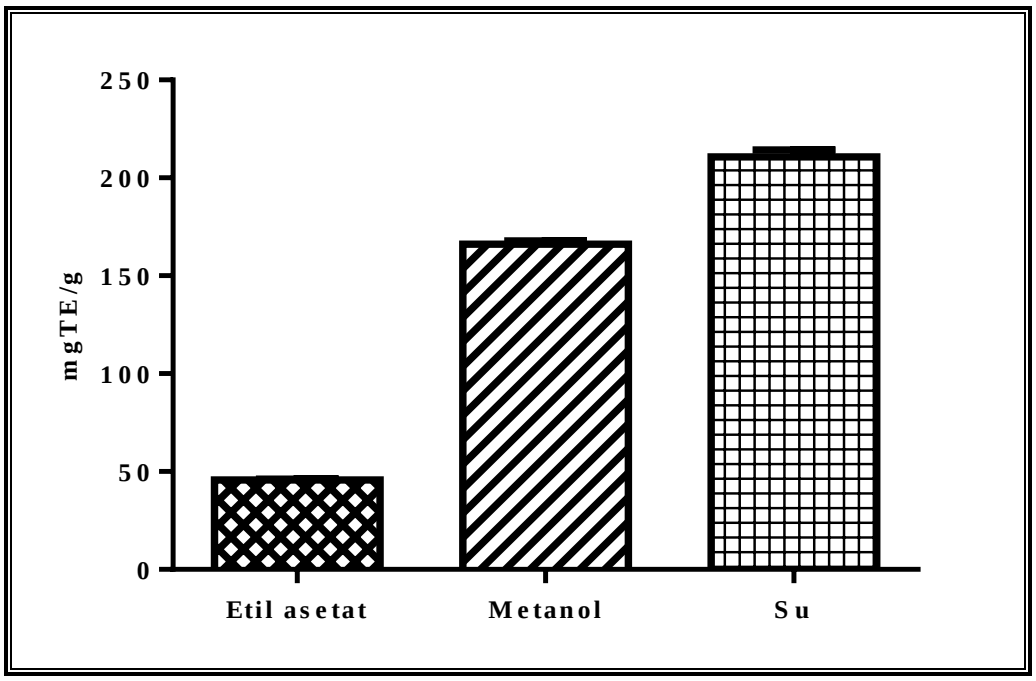


Şekil 4.37. *Potentilla anatolica* özütlerinin FRAP aktivitesi

Tablo 4.32. *Potentilla argentea* özütlerinin FRAP aktivitesi

Çözücü	**FRAP aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	45.63±0.57**
Metanol	166.09±1.79
Su	210.81±3.37

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

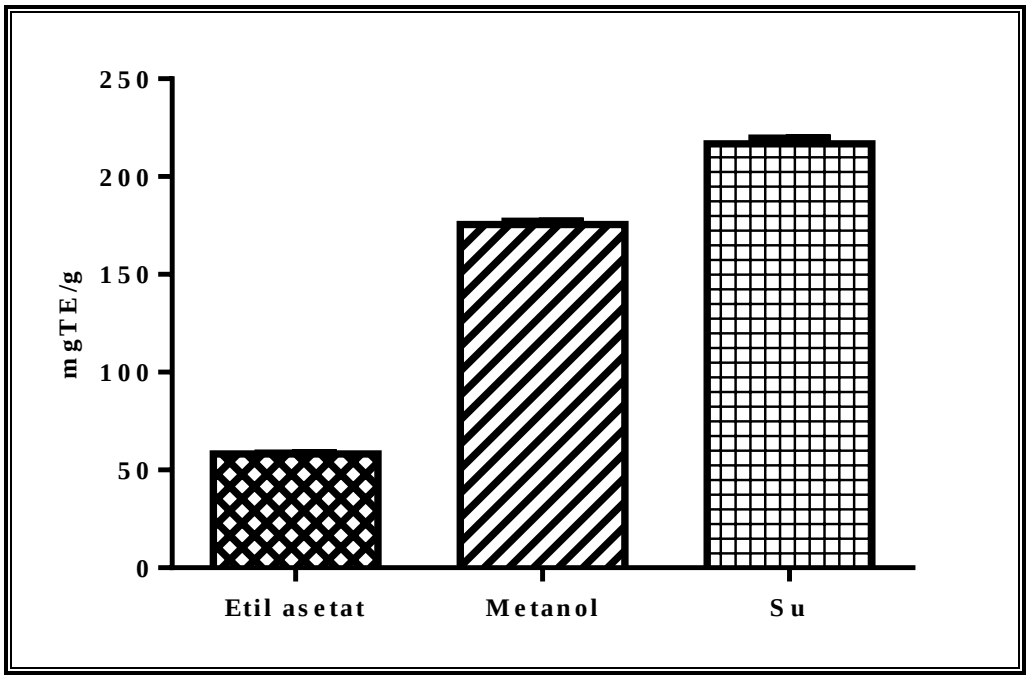


Şekil 4.38. *Potentilla argentea* özütlerinin FRAP aktivitesi

Tablo 4.33. *Potentilla recta* özütlerinin FRAP aktivitesi

Çözücü	**FRAP aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	58.17±0.40**
Metanol	175.60±1.55
Su	216.77±2.87

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

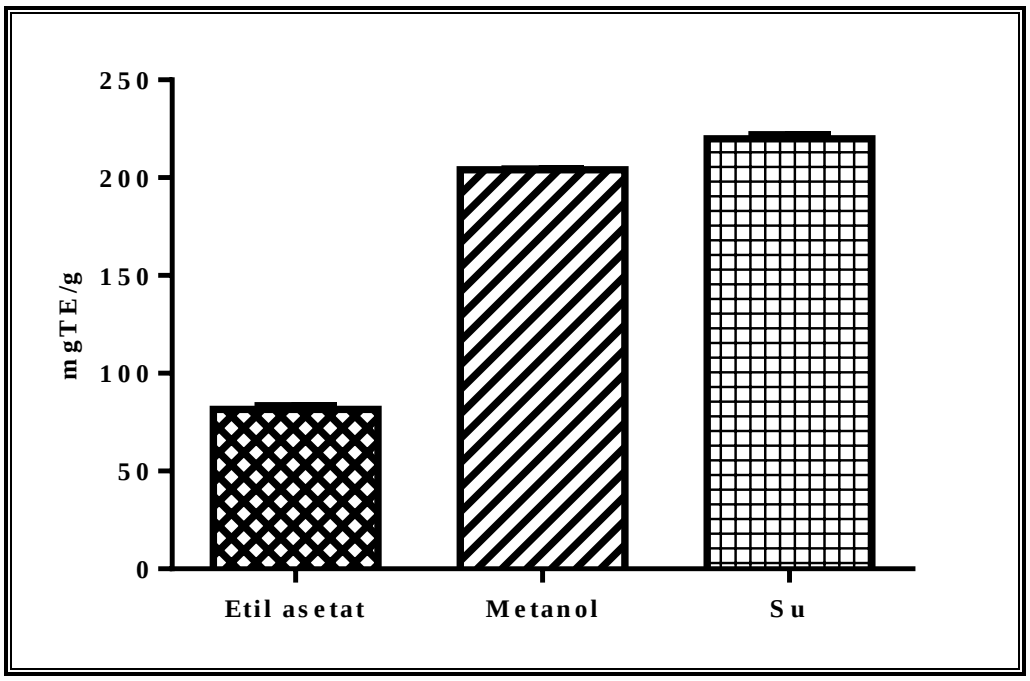


Şekil 4.39. *Potentilla recta* özütlerinin FRAP aktivitesi

Tablo 4.34. *Potentilla reptans* özütlerinin FRAP aktivitesi

Çözücü	**FRAP aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	81.59±1.76**
Metanol	204.10±0.39
Su	219.97±2.06

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

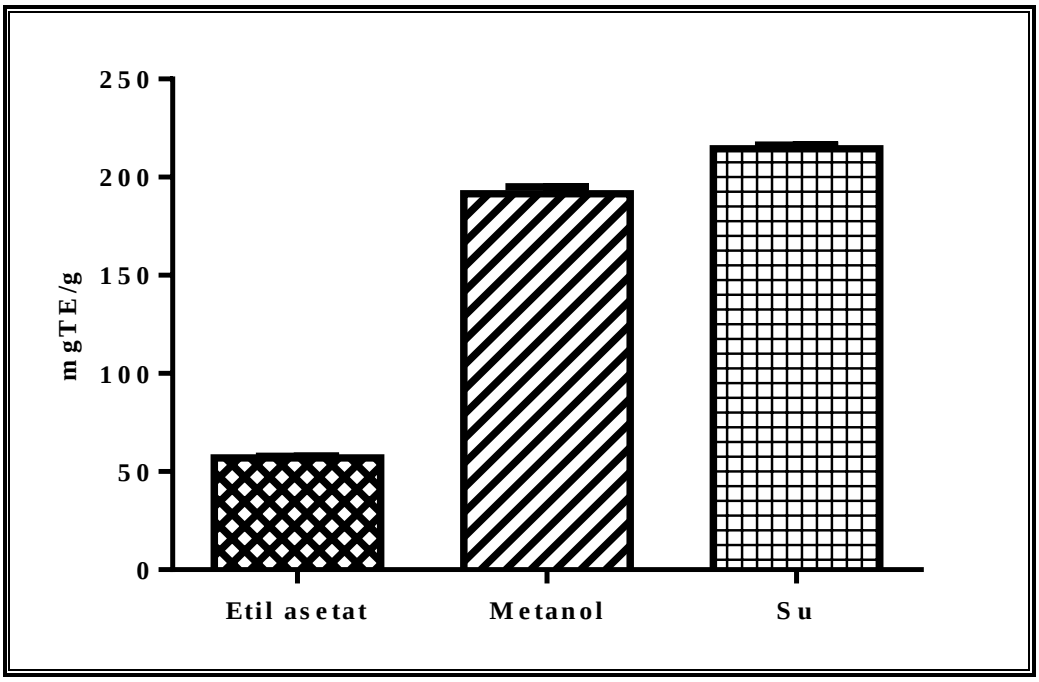


Şekil 4.40. Pot*entilla reptans* özütlerinin FRAP aktivitesi

Tablo 4.35. *Potentilla speciosa* özütlerinin FRAP aktivitesi

Çözücü	**FRAP aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	56.97±0.82**
Metanol	191.53±3.47
Su	214.49±1.84

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

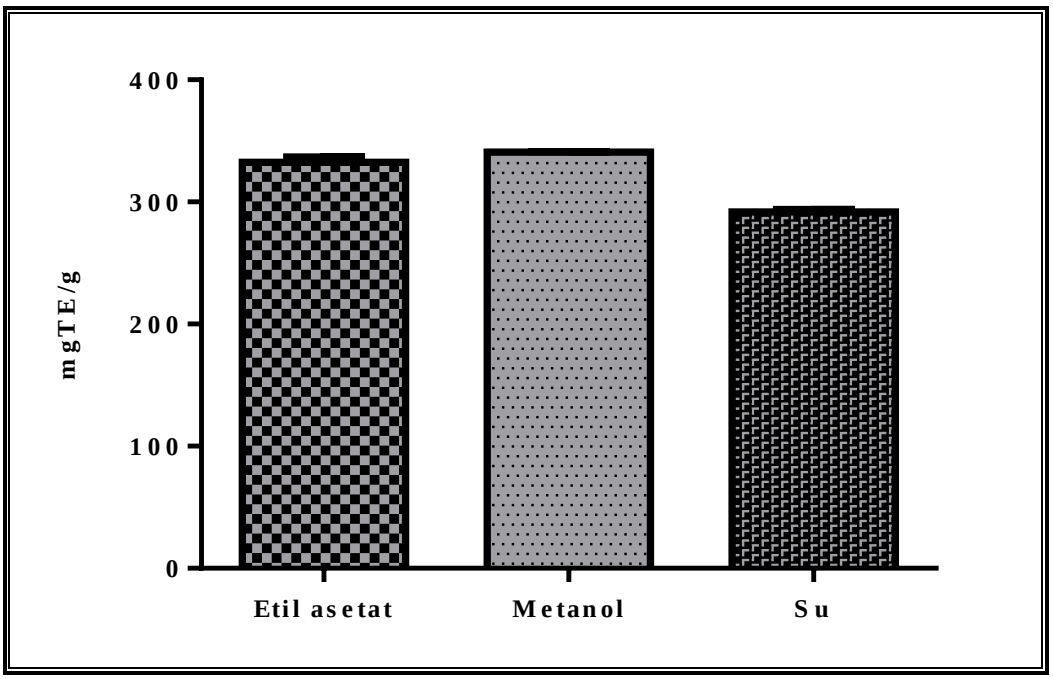


Şekil 4.41. *Potentilla speciosa* özütlerinin FRAP aktivitesi

Tablo 4.36. *Potentilla anatolica* CUPRAC aktivitesi

Çözücü	**CUPRAC aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	332.52±4.38**
Metanol	340.80±0.43
Su	291.67±2.27

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

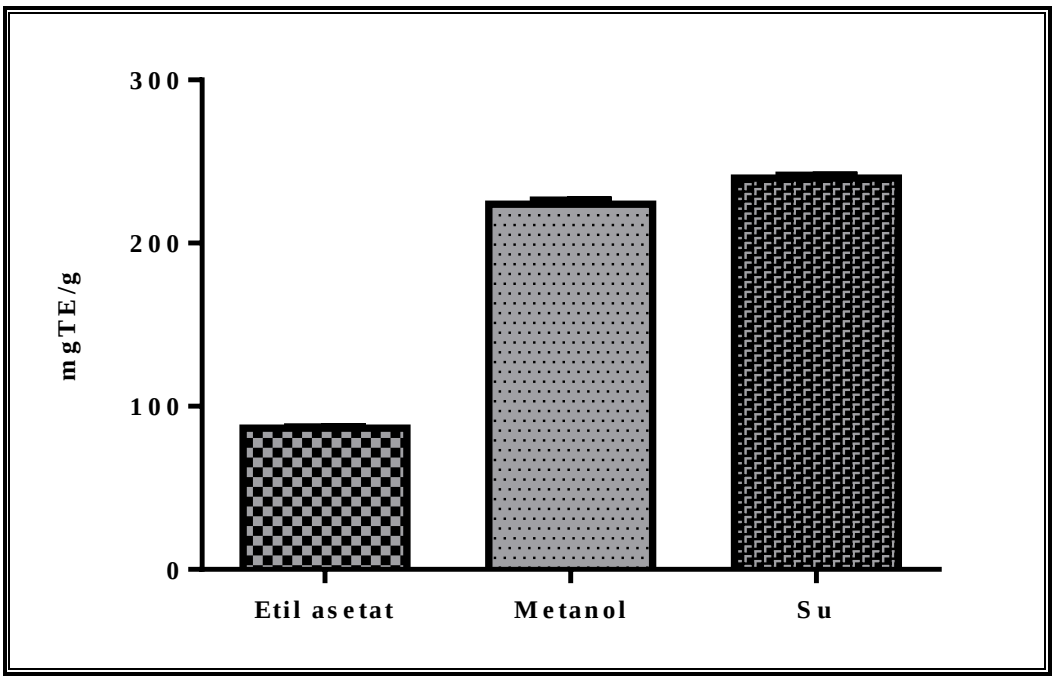


Şekil 4.42. *Potentilla anatolica* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Tablo 4.37. *Potentilla argentea* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Çözücü	CUPRAC aktivitesi (mgTE/g)*
Etil asetat	86.66±0.63**
Metanol	223.75±2.72
Su	239.99±1.53

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

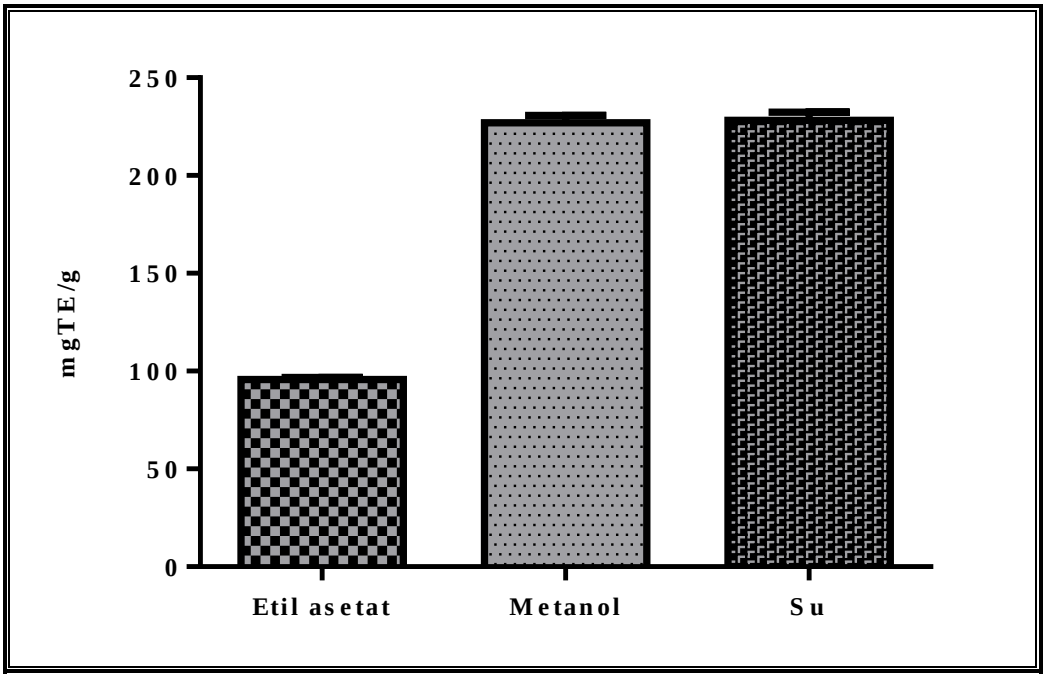


Şekil 4.43. *Potentilla argentea* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Tablo 4.38. *Potentilla recta* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Çözücü	CUPRAC aktivitesi (mgTE/g)*
Etil asetat	95.81±1.02**
Metanol	226.91±3.82
Su	228.13±4.21

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

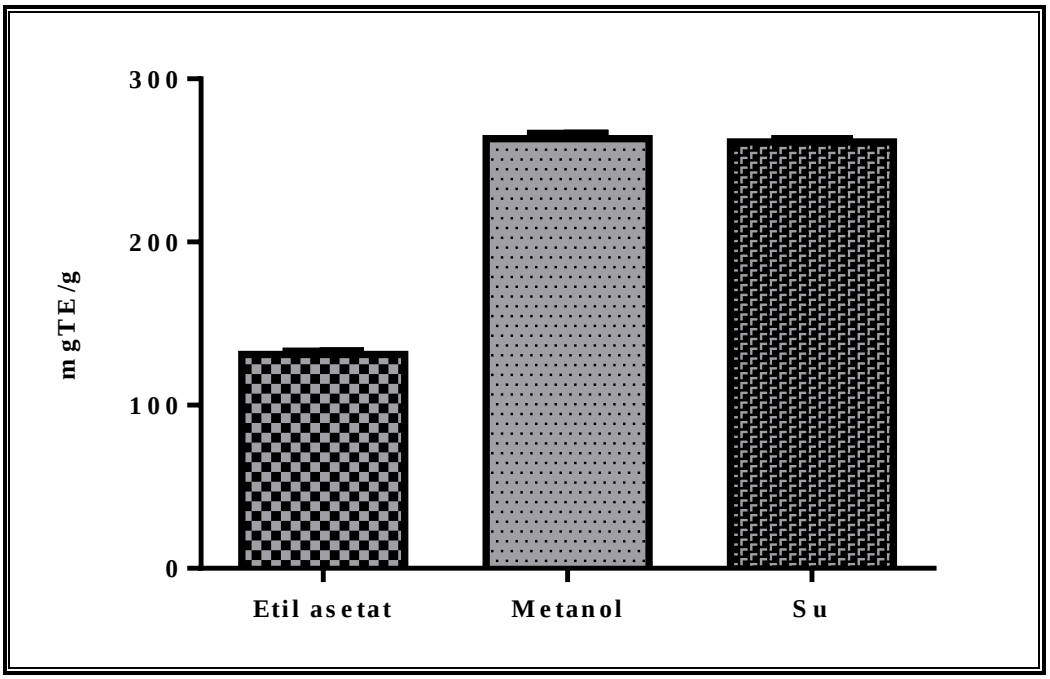


Şekil 4.44. *Potentilla recta* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Tablo 4.39. *Potentilla reptans* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Çözücü	**CUPRAC aktivitesi (mgTE/g)***
Etil asetat	131.03±2.18**
Metanol	263.39±3.11
Su	261.41±1.88

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

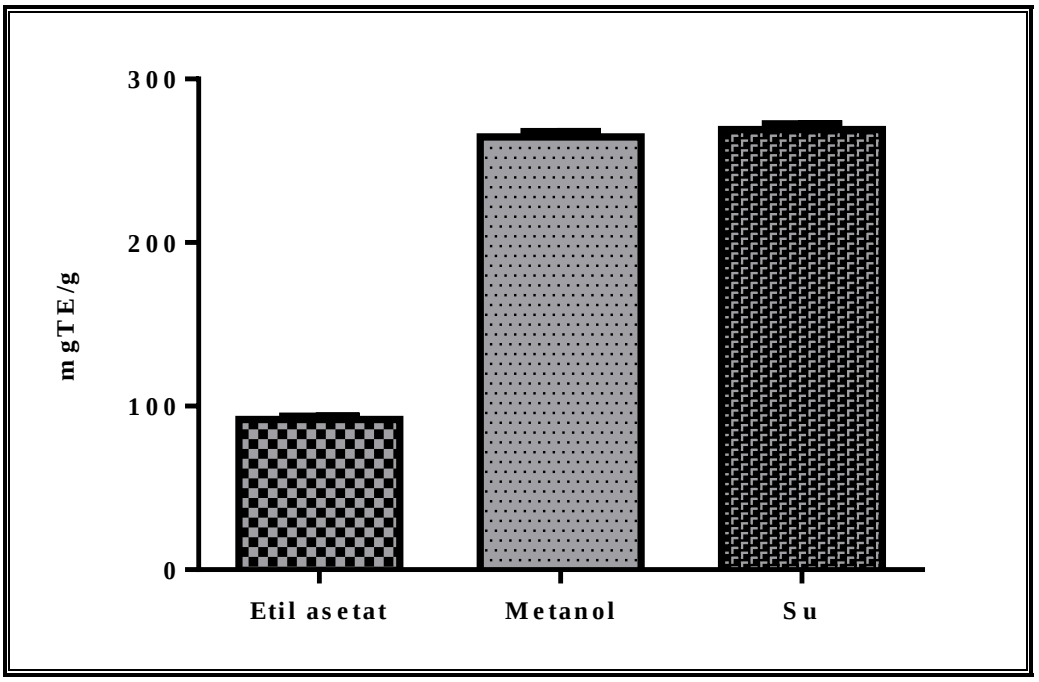


Şekil 4.45. *Potentilla reptans* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

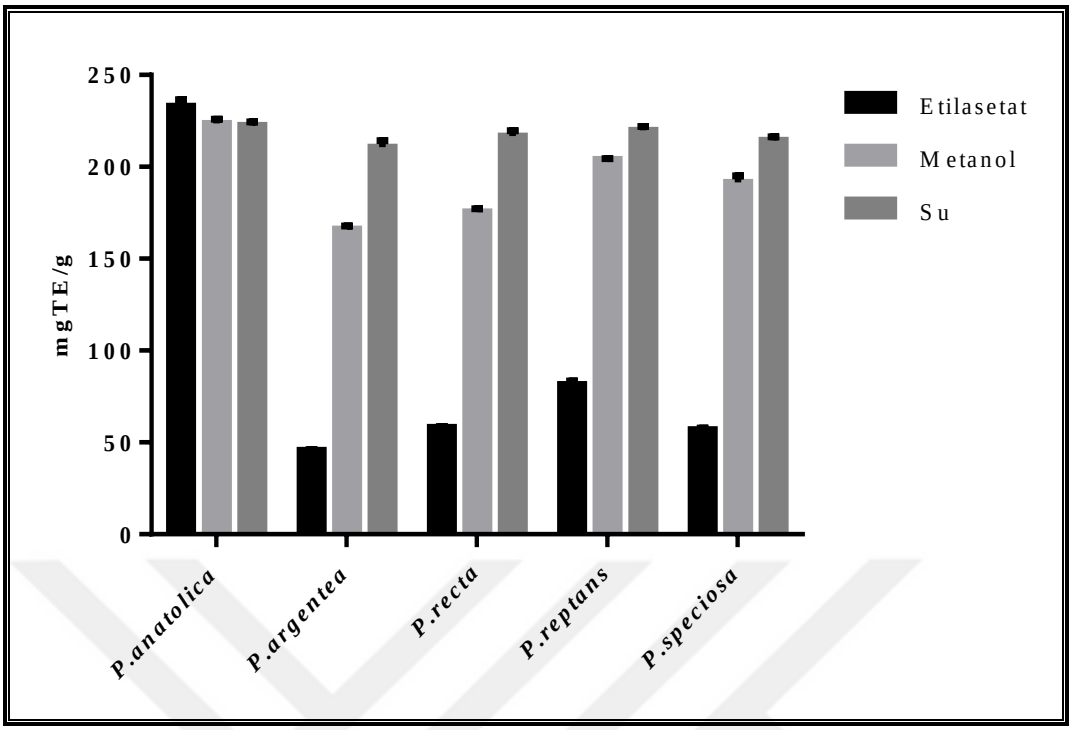
Tablo 4.40. *Potentilla speciosa* özütlerinin CUPRAC aktivitesi

Çözücü	CUPRAC aktivitesi (mgTE/g)*
Etil asetat	91.85±1.93**
Metanol	264.62±3.25
Su	269.18±3.37

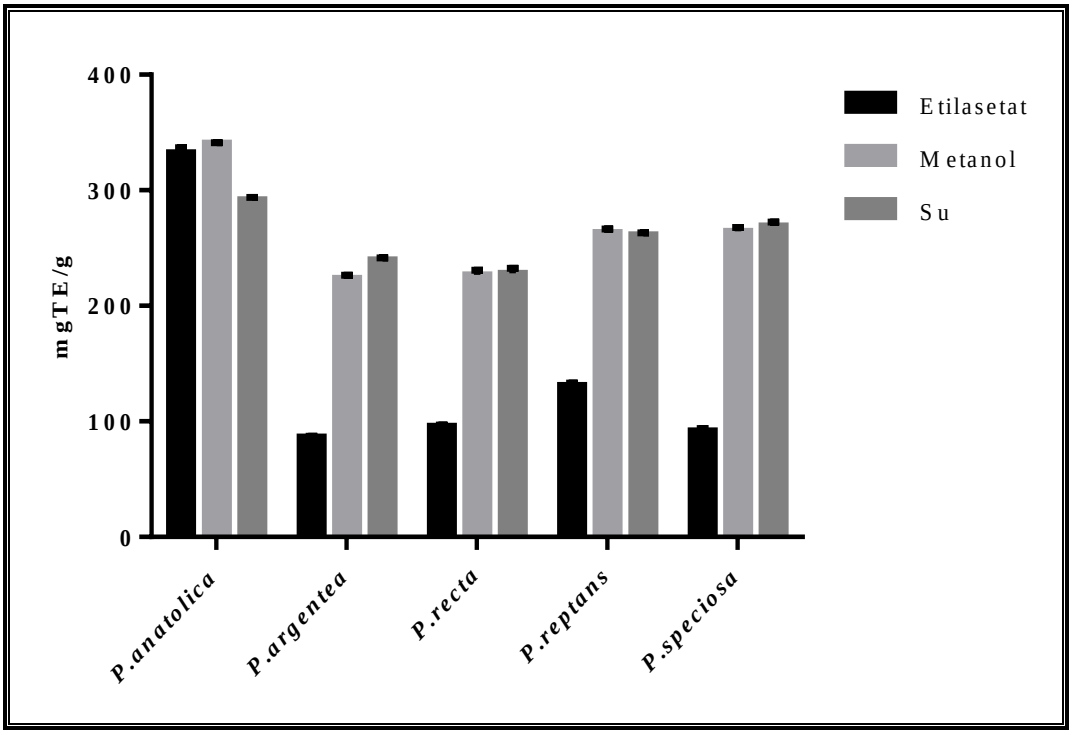
* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma



Şekil 4.46. *Potentilla speciosa* özütlerinin CUPRAC aktivitesi



Şekil 4.47. *Potentilla* özütlerinin FRAP aktivitesinin karşılaştırılması



Şekil 4.48. *Potentilla* özütlerinin CUPRAC aktivitesinin karşılaştırılması

4.4. Toplam Antioksidan Etkinin Belirlenmesi (Fosfomolibdat testi)

P. anatolica özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri sırasıyla etil asetat (4.77 mmolTE/g) > metanol (4.62 mmolTE/g) > su (3.28 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.41 ve Şekil 4.50). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Etil asetat özütü en yüksek aktivite, su özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

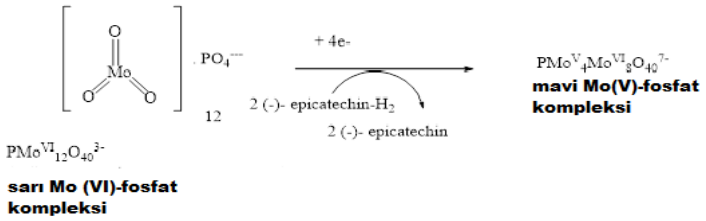
P. argentea özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri sırasıyla metanol (2.56 mmolTE/g) > su (2.55 mmolTE/g) > etilasetat (1.20 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.42 ve Şekil 4.51). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek aktivite, etilasetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. recta özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri metanol (3.51 mmolTE/g) > su (2.50 mmolTE/g) > etil asetat (2.07 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.43 ve Şekil 4.52). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek aktivite, etilasetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri su (2.73 mmolTE/g) > metanol (2.62 mmolTE/g) > etil asetat (1.64 mmolTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.44 ve Şekil 4.53). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin toplam antioksidan aktiviteleri su (3.03 mgTE/g) > metanol (2.34 mgTE/g) > etil asetat (1.12 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.45 ve Şekil 4.54). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir. *Potentilla* özütlerinin toplam antioksidan aktivitesinin karşılaştırılması Şekil 4.55'te verilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız *Potentilla* taksonlarının toplam antioksidan aktiviteleri fosfomolibdat testi tarafından belirlenmiştir. Fosfomolibdat testi asidik ortamda antioksidan bileşikler tarafından Mo (VI)'yi Mo (V)'e indirgemesine ve yeşil renkli fosfat/Mo(V) kompleksinin 695 nm'de spektrofotometrik olarak hesaplanmasına dayanır.



Şekil 4.49. Fosfomolibdat testi mekanizması

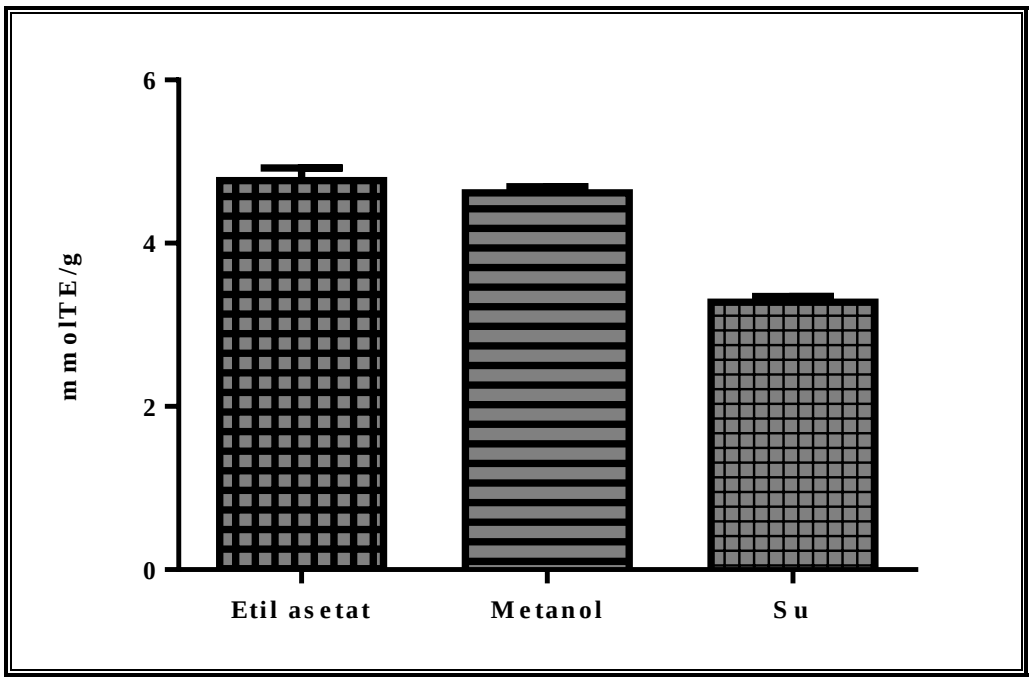
Sonuçlarımıza göre toplam antioksidan aktivite taksonlara ve çözücülere göre oldukça değişiklik gösterdiği görülmüştür. *P. anatolica*'da en yüksek değer etil asetat özütünde görülürken, *P. argentea* ve *P. recta*'da en yüksek aktivite metanol özütlerinde ve *P. reptans* ile *P. speciosa* da ise su özütü en yüksek aktivite göstermiştir. Genel olarak etil asetat düşük toplam antioksidan aktivite göstermiştir. Toplam antioksidan aktivitenin kullanılan çözücüye ve bitkiye bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Örneğin, *Potentilla* ile aynı familyadan olan *Pyracantha coccinea*'nın antioksidan aktivitesinin değerlendirildiği araştırmada toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat metodu tarafından belirlenmiştir. *P. coccinea*'ya ait meyvenin toplam aktioksidan aktivitesi etanol özütü için 6.69 mgAE/g taze meyve ve su özütü için 1.96 mgAE/g taze meyve olarak bulunmuş ve etanol özütünün daha iyi aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Sarikurkcu ve Tepe, 2015). Akdeniz Bölgesi'nden toplanan farklı meyve ağaçlarının yaprakları üzerine yapılan kapsamlı bir çalışmada Rosaceae familyasından olan *Eriobotrya japonica* (yenidünya) yapraklarının toplam antioksidan aktivitesi fosfomolibdat testi kullanılarak hesaplanmıştır. Metanol ve su özütleri için değerler 79.10 mgAE/g ile 54.52 mgAE/g şeklinde bulunmuştur (Uysal ve ark., 2016). Murugan ve ark. (2012) *Ficus amplissima*'nın antioksidan ve anti-inflamatuar aktiviteleri belirlemişler ve fosfomolibdat testinde aseton özütü yüksek aktivite göstermiştir. *Dillenia indica* meyvelerinin antioksidan aktivitelerinin belirlendiği bir çalışmada metanol özütünün yüksek aktiviteye sahip olduğu görülmüştür (Abdille ve ark., 2005). Benzer olarak, Negi ve ark. (2003) nar kabuğunun antioksidan aktiviteleri üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek toplam antioksidan aktiviteyi metanol özütünde belirlemişlerdir.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, toplam fenolik içerik ve fosfomolibdat testi arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Literatür taraması yapıldığında fenolik içerik ve fosfomolibdat arasındaki ilişkiye benzeyen (Uysal ve ark., 2016) ve benzemeyen (Zengin ve ark., 2015) çalışmaların olduğu görülmektedir.

Tablo 4.41. *Potentilla anatolica* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Çözücü	**Toplam antioksidan etkinliği (mmolTE/g)***
Etil asetat	4.77±0.15**
Metanol	4.62±0.07
Su	3.28±0.07

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

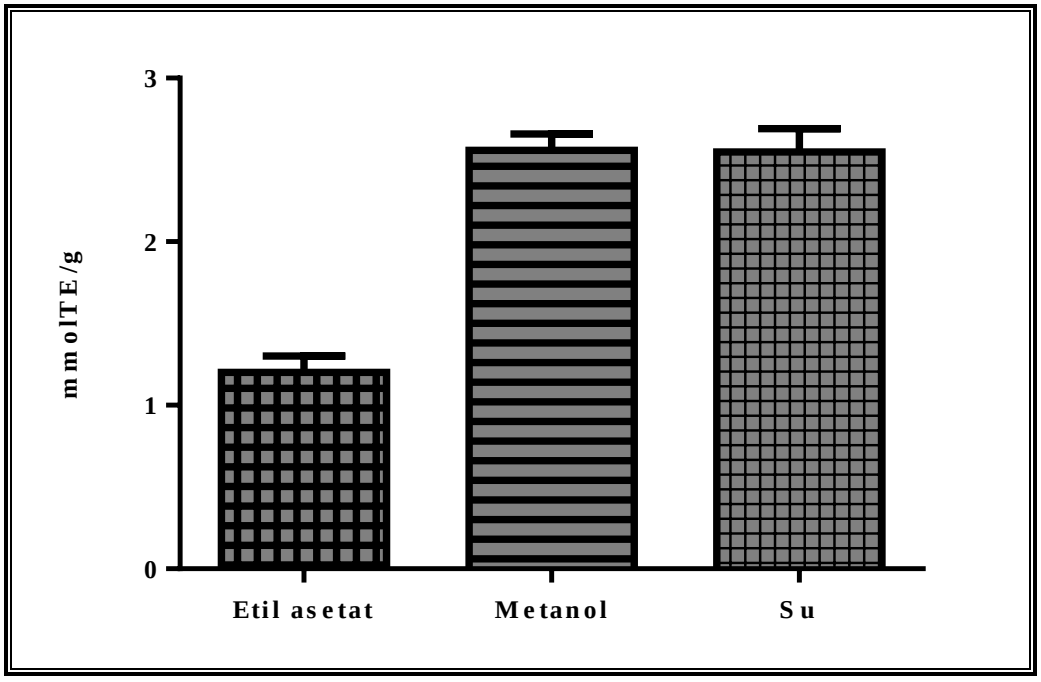


Şekil 4.50. *Potentilla anatolica* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Tablo 4.42. *Potentilla argentea* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Çözücü	**Toplam antioksidan etkinliği (mmolTE/g)***
Etil asetat	1.20±0.10**
Metanol	2.56±0.10
Su	2.55±0.14

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

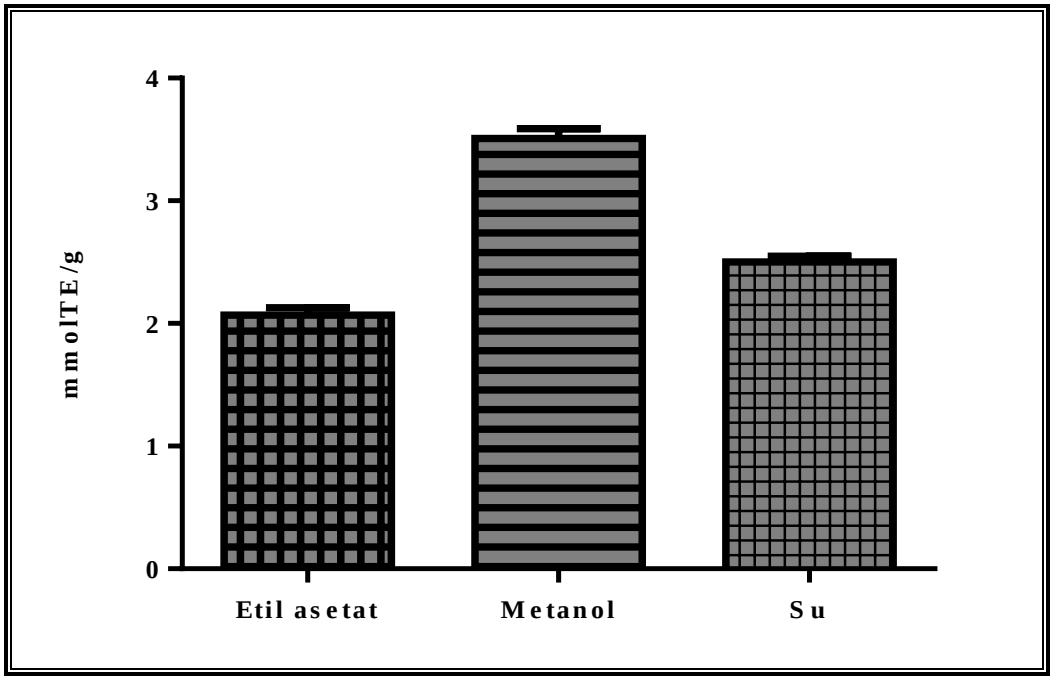


Şekil 4.51. *Potentilla argentea* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Tablo 4.43. *Potentilla recta* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Çözücü	**Toplam antioksidan etkinliği (mmolTE/g)***
Etil asetat	2.07±0.06**
Metanol	3.51±0.08
Su	2.50±0.05

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

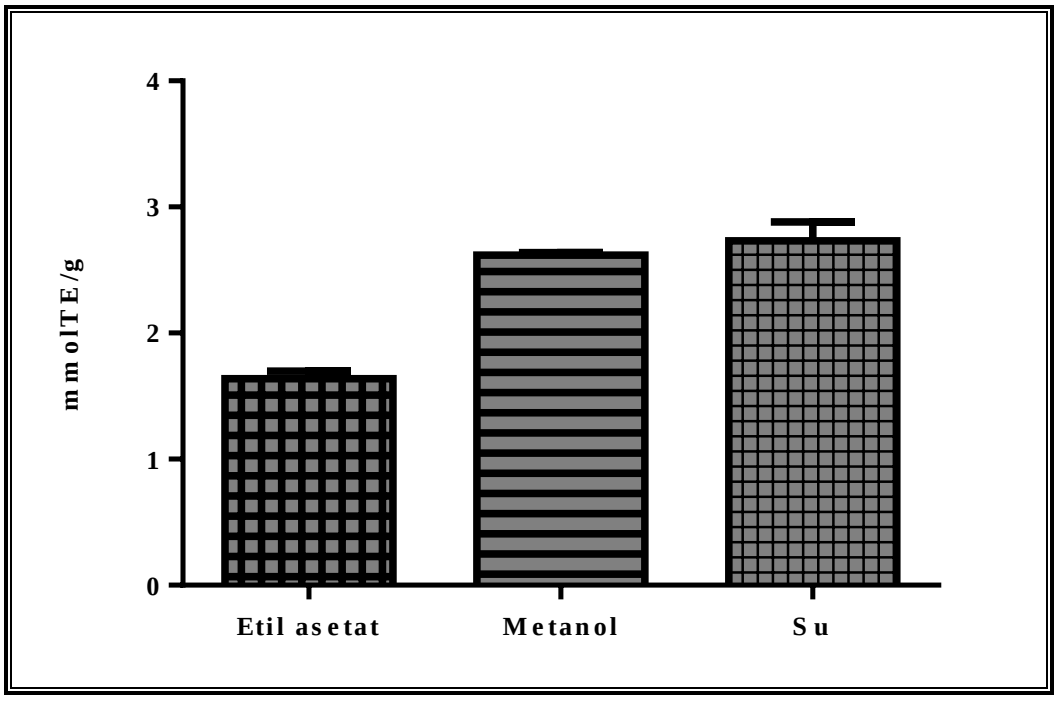


Şekil 4.52. *Potentilla recta* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Tablo 4.44. *Potentilla reptans* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Çözücü	**Toplam antioksidan etkinliği (mmolTE/g)***
Etil asetat	1.64±0.06**
Metanol	2.62±0.02
Su	2.73±0.15

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

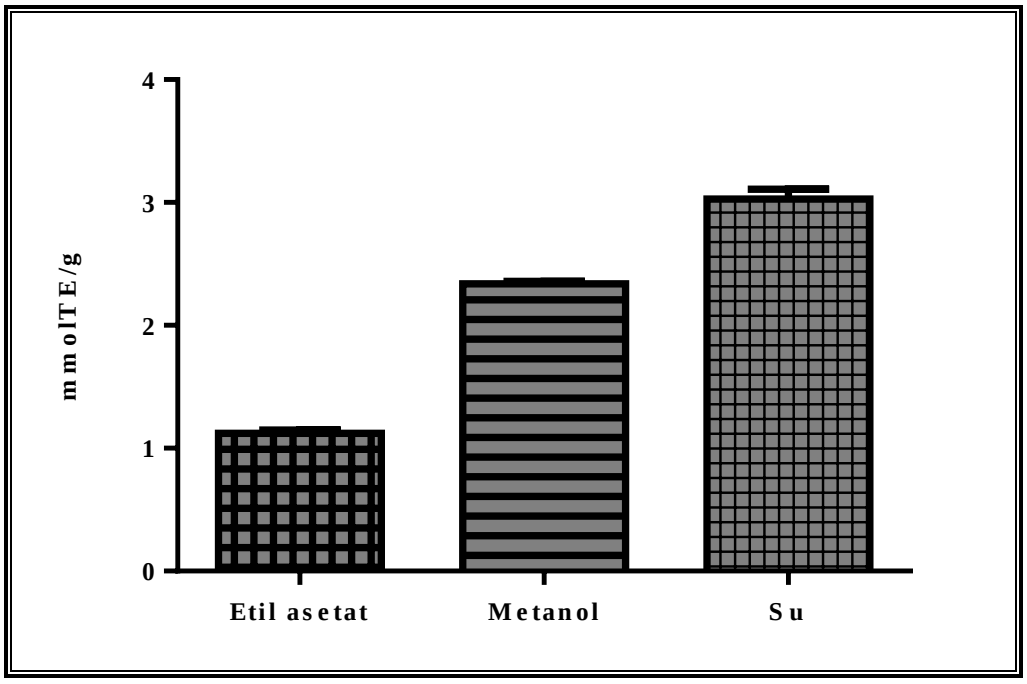


Şekil 4.53. *Potentilla reptans* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

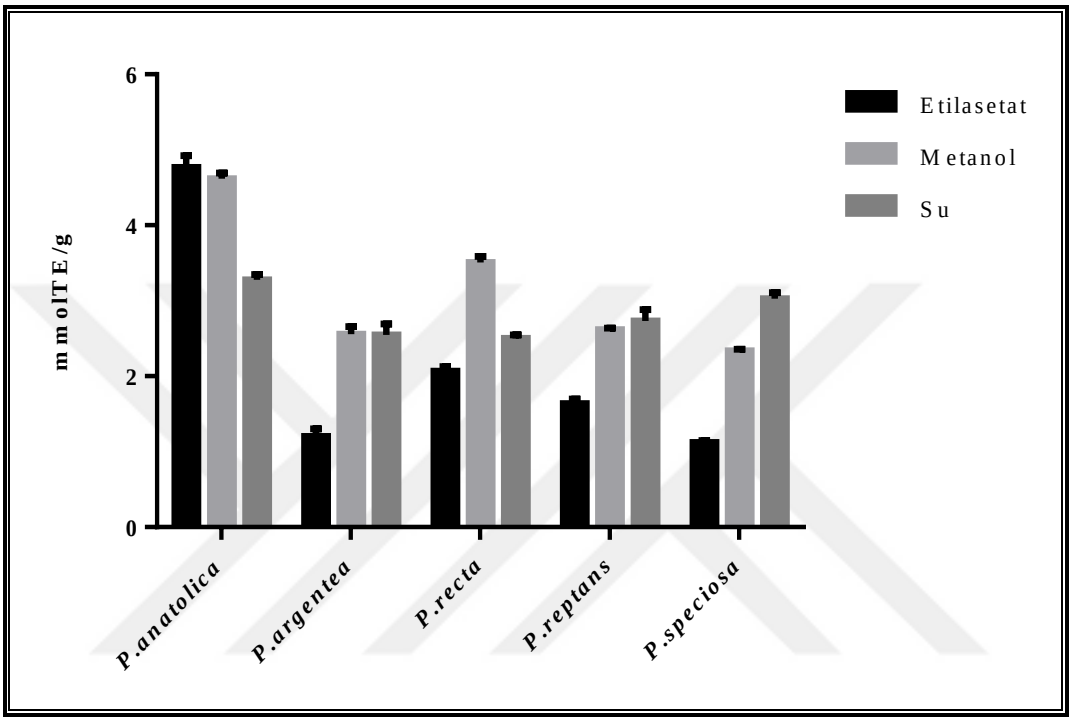
Tablo 4.45. *Potentilla speciosa* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği

Çözücü	**Toplam antioksidan etkinliği (mmolTE/g)***
Etil asetat	1.12±0.03**
Metanol	2.34±0.02
Su	3.03±0.08

* TE, Troloks eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma



Şekil 4.54. *Potentilla speciosa* özütlerinin fosfomolibdat testi ile toplam antioksidan etkinliği



Şekil 4.55. *Potentilla* özütlerinin Toplam antioksidan aktivitesinin karşılaştırılması

4.5. Metal Şelatlama Aktivitesi

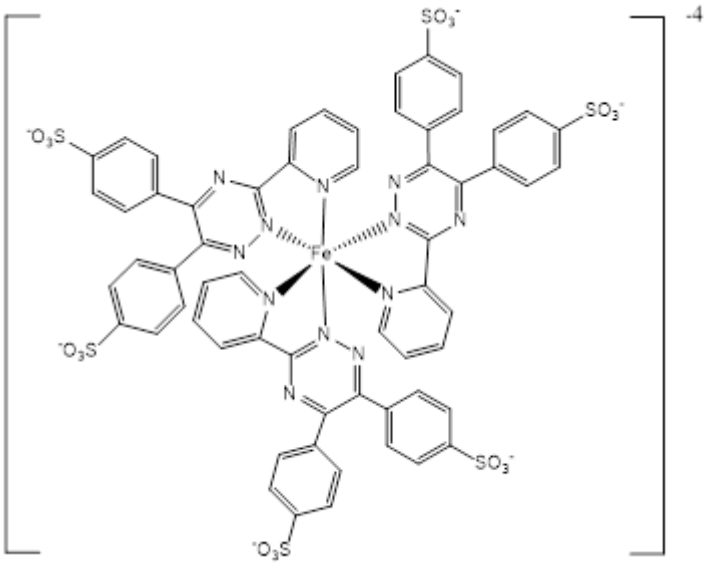
P. anatolica özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri sırasıyla metanol (32.89 mgEDTA/g) > su (32.85 mgEDTA/g) > etil asetat (27.44 mgEDTA/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.46 ve Şekil 4.57). Özütlerin metal şelatlama aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Metanol özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. argentea özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri sırasıyla su (35.97 mgEDTA/g) > metanol (29.73 mgEDTA/g) > etil asetat (11.52 mgEDTA/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.47 ve Şekil 4.58). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. recta özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri sırasıyla su (35.19 mgEDTA/g) > metanol (33.61 mgEDTA/g) > etil asetat (23.01 mgEDTA/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.48 ve Şekil 4.59). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. reptans özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri sırasıyla su (32.86 mgTE/g) > metanol (20.04 mgTE/g) > etil asetat (6.87 mgTE/g) şeklinde azalmıştır (Tablo 4.49 ve Şekil 4.60). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir.

P. speciosa özütlerinin metal şelatlama aktiviteleri sırasıyla su (26.94 mgTE/g) > metanol (9.09 mgTE/g) > etil asetat (3.45 mgTE/g) şeklinde sergilenmiştir (Tablo 4.50 ve Şekil 4.61). Özütlerin toplam antioksidan aktivitelerinin solvente bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Su özütü en yüksek aktivite, etil asetat özütü ise en düşük aktivite sergilemiştir. *Potentilla* özütlerinin metal şelatlama aktivitesinin karşılaştırılması Şekil 4.62'de verilmiştir.



Şekil 4.56. Ferrozin-Fe^{+2} kompleksi

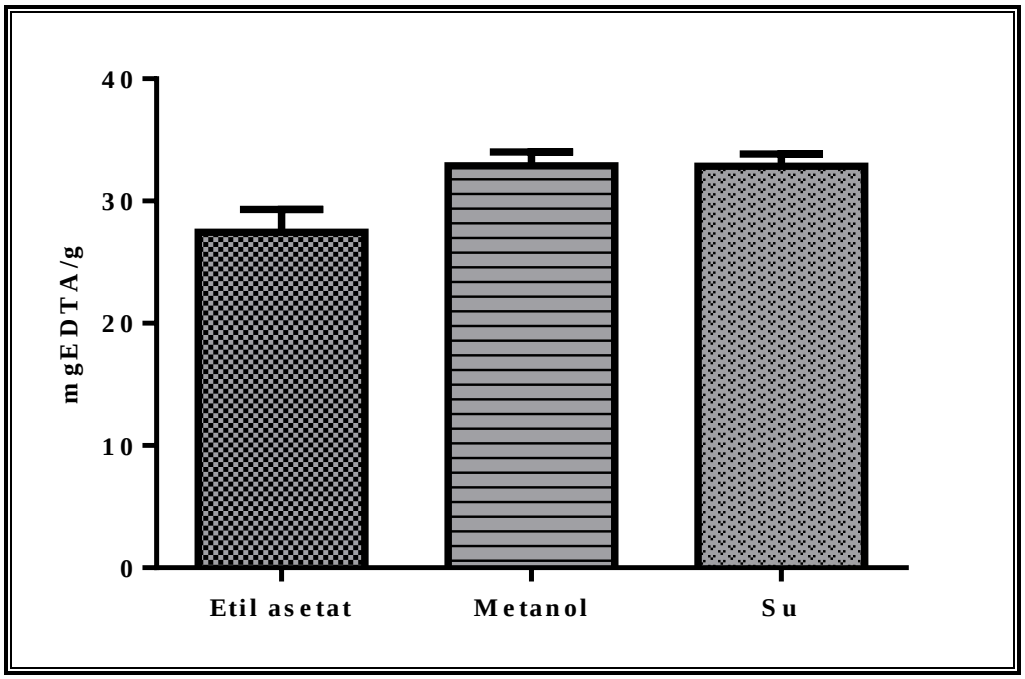
Bu tez çalışmasında kullanılan *Potentilla* taksonlarının şelatlama aktiviteleri belirlenmiş ve genel olarak en yüksek şelatlama aktivitesi su özütünde görülmüştür. Bizim sonucumuza benzeyen çeşitli çalışmalar literatürde rapor edilmiştir. *Potentilla* gibi Rosaceae familyasının üyesi olan bitkilerinde şelatlama aktivitesi su özütlerinde yüksek görülmüştür. Örneğin Bir Rosaceae üyesi olan *Pyracantha coccinea*'nın taze meyvelerinin etanol (0.36 mg EDTAE/g) ile su (2.15 mg EDTAE/g) özütlerinin şelatlama aktivitesi değerlendirilmiş ve su özütünün daha yüksek değere sahip olduğu bulunmuştur (Sarikurkcu ve Tepe, 2015). Yine aynı familyadan olan *Laurocerasus officinalis*'in (karayemiş) meyve ve yapraklarının 2000 µg/ml konsantrasyondaki diklorometan, etil asetat, aseton, metanol ve su özütlerinin şelatlama aktivitesi çalışılmıştır. Sadece meyve diklorometan (% 50.32), meyve su (% 50.97) ve yaprak su (% 36.45) özütlerinin şelatlama aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur ve yine en yüksek şelatlama değeri su özütüne görülmüştür (Orhan ve Akkol, 2011). Ayrıca farklı bitkiler üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda da su özütlerinin yüksek şelatlama aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. Örneğin, Ghimire ve ark. (2012) *Betula alnoides* üzerine yaptıkları çalışmada su özütünün hekzan, metanol, etil asetat, butanol özütlerine göre daha yüksek seviyede şelatlama aktivitesi sergilediğini rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada *Hibiscus cannabinus*'un tohumlarının antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Metanol, su, kloroform ve hekzan özütleri içinde su özütü en yüksek şelatlama aktivitesi göstermiştir (Yusri ve ark., 2012). Üç *Centaurea* türünün antioksidan ve antikolinesteraz aktivitesinin belirlendiği bir çalışmada su özütlerinin metanol özütlerinden daha yüksek

şelatlama aktivitesine sahip olduğu rapor edilmiştir (Aktumsek ve ark., 2013). Çalışmamızda metal şelatlama aktivitesi sonuçlarına benzer olarak genellikle fenolik içerik su özütlerinde yüksek seviyede bulunmuştur. Fenolik ve metal şelatlama aktivitesi arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda da görülmüştür. Lazarova ve ark. (2014), Türkiye ve Bulgaristan orijinli *Asphodeline lutea* üzerine yaptıkları çalışmada Bulgaristan orjinli *A. lutea* hem yüksek fenolik içerik hem de yüksek şelatlama aktivitesi gösterdiği rapor edilmiştir. Annonaceae familyasına ait olan *Annona cherimola* 'nın antioksidan aktivitesinin belirlendiği bir başka çalışmada yüksek seviyede fenolik içeriğe sahip olan meyve kabuğu güçlü şelatlama aktivitesi göstermiştir (Loizzo ve ark., 2012). Bununla birlikte kapsamlı literatür taraması yapıldığında pek çok çalışma fenolik içerik ve metal şelatlama aktivitesi arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını göstermektedir (Rice-Evans ve ark., 1996; Zhao ve ark., 2008a). Bu durum şelatlama aktivitesinin askorbik asit, sitrik asit ve bazı aminoasitler gibi fenolik olmayan şelatlayıcılardan kaynaklandığını göstermektedir (Lee ve ark., 2009).

Tablo 4.46. *Potentilla anatolica* özütlerinin metal şelatma aktivitesi

Çözücü	Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTA/g)*
Etil asetat	27.44±1.86**
Metanol	32.89±1.14
Su	32.85±0.99

* EDTA, Etilendiamin tetraasetik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

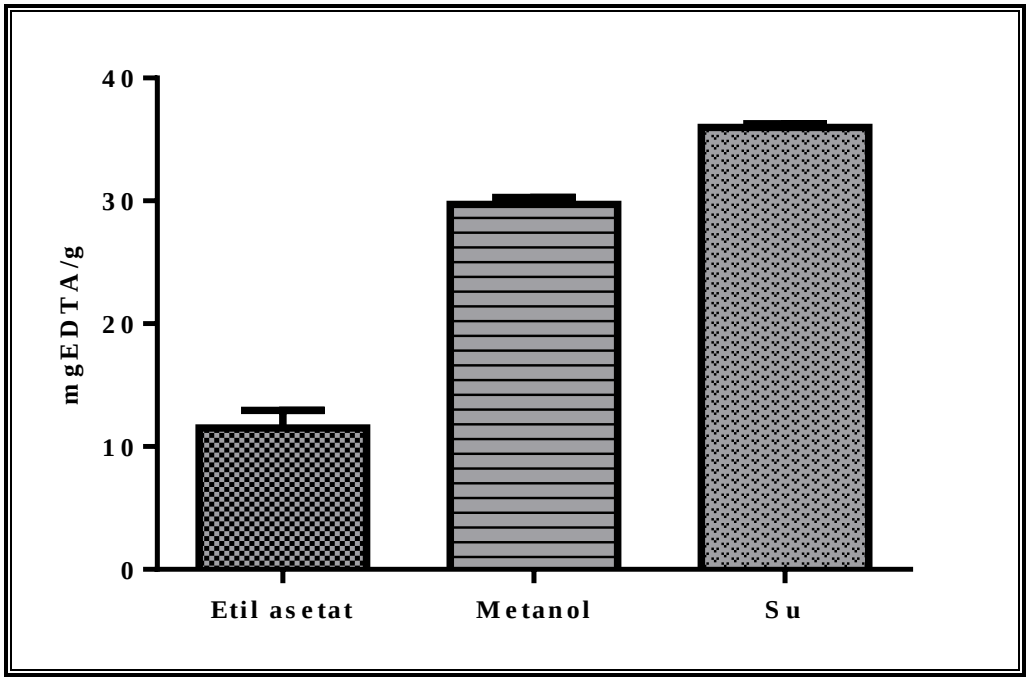


Şekil 4.57. *Potentilla anatolica* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Tablo 4.47. *Potentilla argentea* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Çözücü	Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTA/g)*
Etil asetat	11.52±1.43**
Metanol	29.73±0.54
Su	35.97±0.32

* EDTA, Etilendiamin tetraasetik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

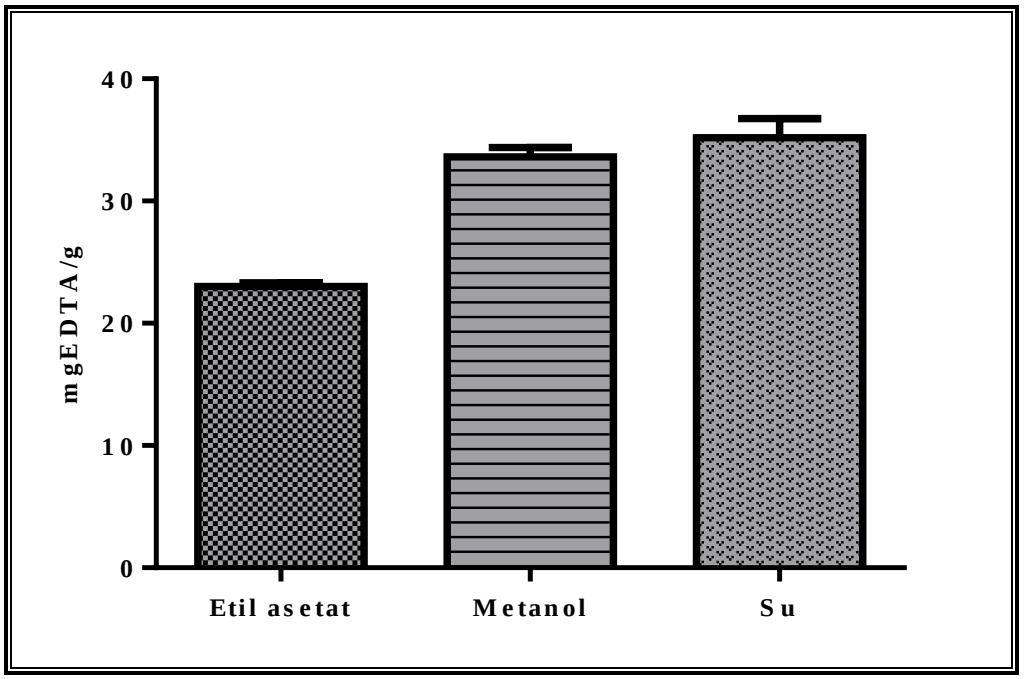


Şekil 4.58. *Potentilla argentea* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Tablo 4.48. *Potentilla recta* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Çözücü	Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTA/g)*
Etil asetat	23.01±0.32**
Metanol	33.61±0.77
Su	35.19±1.56

* EDTA, Etilendiamin tetraasetik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

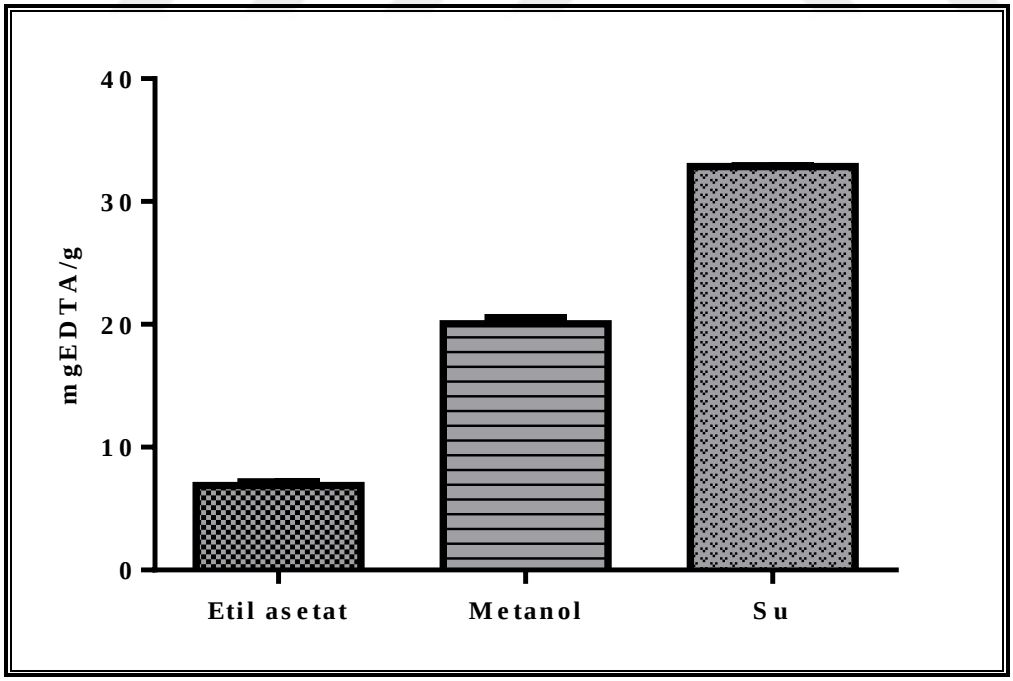


Şekil 4.59. *Potentilla recta* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Tablo 4.49. *Potentilla reptans* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Çözücü	Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTA/g)*
Etil asetat	6.87±0.33**
Metanol	20.04±0.51
Su	32.86±0.07

* EDTA, Etilendiamin tetraasetik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma

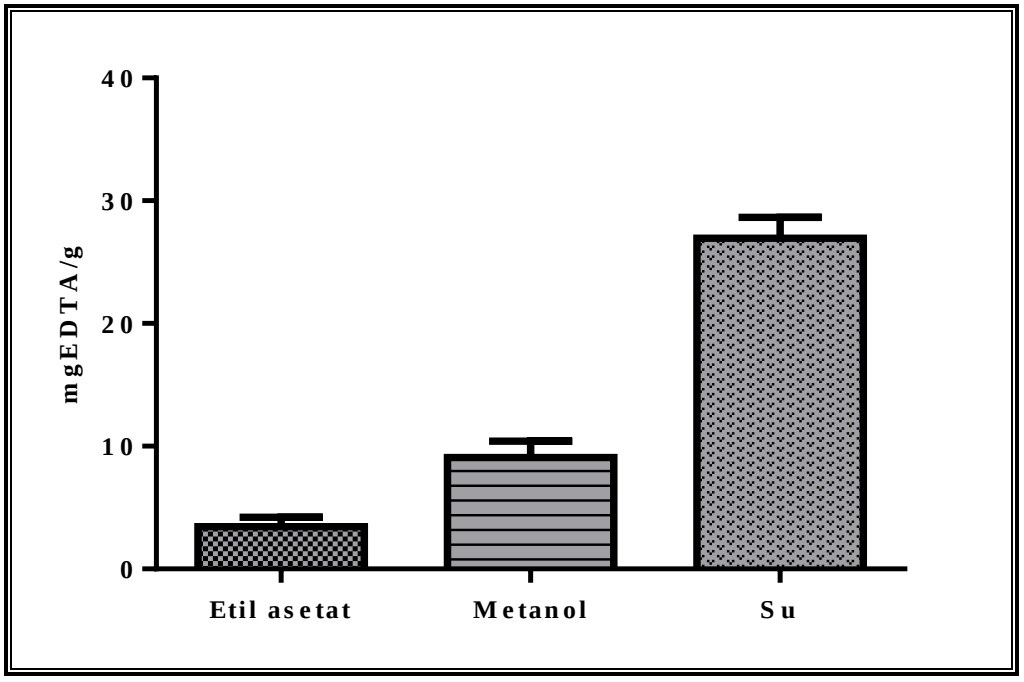


Şekil 4.60. *Potentilla reptans* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

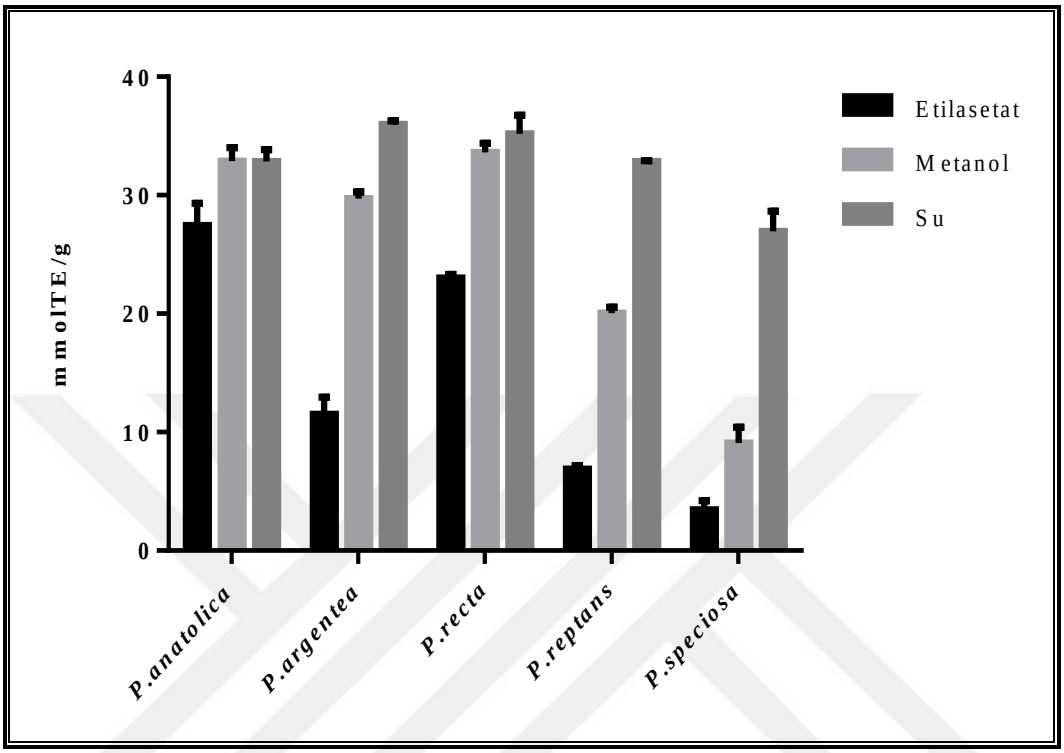
Tablo 4.50. *Potentilla speciosa* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi

Çözücü	**Metal şelatlama aktivitesi (mgEDTA/g)***
Etil asetat	3.45±0.76**
Metanol	9.09±1.33
Su	26.94±1.70

* EDTA, Etilendiamin tetraasetik asit eşdeğer **Ortalama değer ± standart sapma



Şekil 4.61. *Potentilla speciosa* özütlerinin metal şelatlama aktivitesi



Şekil 4.62. *Potentilla* özütlerinin metal şelatlama aktivitesinin karşılaştırılması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Potentilla türleri Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da farklı kültürlerde geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılmasına rağmen bu cins için fitokimyasal ve farmakolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu tez çalışmamızda kullanılan *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal ve antioksidan aktiviteleri ilk rapor niteliği taşımaktadır. Bu tez çalışmasında *P. anatolica, P. argentea, P. recta, P. reptans,* ve *P. speciosa* olmak üzere toplam beş *Potentilla* taksonunun fitokimyasal profilleri ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. *Potentilla* taksonlarının fitokimyasal profilleri toplam fenolik, flavonoid, saponin ve triterpenoid içerikleri hesaplanarak belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteyi belirlemek için radikal süpürme aktivite testleri (ABTS ve DPPH testleri), indirgeme gücü belirleme testleri (FRAP ve CUPRAC testi), toplam antioksidan kapasite belirleme testi (Fosfomolibdat testi) ve metal şelatlama aktivite testleri gibi farklı testler kullanılarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite kullanılan çözücü, ekstraksiyon tipi, fitokimyasal içerik gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu yüzden antioksidan aktiviteyi belirlemede tek bir metod yerine farklı mekanizmalara dayanan birden fazla metod kullanmak daha güvenilirdir.

Bu tez çalışmasının verileri beş farklı *Potentilla* taksonunun fitokimyasal profilinin ve antioksidan aktivitesinin kullanılan çözücüye bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Sonuçlara bakılıdığında, genel olarak *Potentilla* taksonlarının aktioksidan aktivitesi için uygun çözücülerin metanol ve su olduğu belirlenmiştir. Diğerlerinden farklı olarak *P. anatolica* için ise aktif çözücünün etil asetat olduğu görülmektedir. Ayrıca fenolik içeriğin toplam antioksidan kapasite ve metal şelatlama testleri ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Fitokimyasal ve antioksidan test değerlerine göre *Potentilla* taksonlarının zengin fitokimyasal içeriğe ve güçlü antioksidan aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Bitkisel tıp ve onların türevi ürünler dünya çapında geleneksel tıp da yeni bir çağ açmıştır. Bitkiler ve fitokimyasallar alternatif ya da tamamlayıcı ilaç olarak çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Fakat çoğu durumda, onların tedavi edici etkileri ve sağlık için potansiyel riskleri hakkında bilimsel veriler oldukça az sayıdadır. Bitkilerde mevcut olan fitokimyasallar genellikle pek çok tıbbi özellikleri içermektedir. Antioksidanlar ve fenolik bileşikler aktiviteleri bakımından birbiri ile ilişkilidir. Gıda endüstrisinde doğal antioksidanların gıda koruyucu olarak kullanımına ilgi son zamanlarda artmaktadır. Araştırmamızın bulguları *Potentilla* taksonlarının antioksidan ve fitokimyasal içeriğinin çözücülere bağlı olarak önemli oranda değiştiğini göstermektedir. Bu gösteriyor ki çözücü bütün antioksidan testlerde önemli bir rol oynamaktadır.

Potentilla taksonları yüksek antioksidan özellik, yüksek seviyede fenolik, flavonoid içermesinden dolayı bitkisel tıp alanında ilerleyen araştırmalar için önemlidir. Ayrıca *Potentilla* taksonları yakın gelecekte sentetik antioksidanlara alternatif olabilecek etkinliktedir. Sonuçlarımız *Potentilla* taksonlarının fonksiyonel ve farmakolojik içerikle ilişkili endüstrilerde kullanımı ile birlikte gıda koruyucu ve oksidatif stresle ilişkili hastalıkların engellenmesinde ya da geciktirilmesinde doğal antioksidanların kaynağı olarak önemini vurgulamaktadır.

Çalıştığımız *Potentilla* özütlerinin biyolojik aktivitelerinden sorumlu bileşikleri tanımlanması için ek araştırmalara ihtiyaç vardır. *In vivo* çalışmalara dayanan farmakolojik profiller de ek olarak araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Abbas, M. ve Monireh, M., 2008, The role of reactive oxygen species in immunopathogenesis of rheumatoid arthritis, Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology, 7 (4), 195-202.

Abdille, M., Singh, R., Jayaprakasha, G. ve Jena, B., 2005, Antioxidant activity of the extracts from fruits, Food Chem, 90 (4), 891-896.

Agus, D. B., Gambhir, S. S., Pardridge, W. M., Spielholz, C., Baselga, J., Vera, J. C. ve Golde, D. W., 1997, Vitamin C crosses the blood-brain barrier in the oxidized form through the glucose transporters, Journal of Clinical Investigation, 100 (11), 2842.

Aktumsek, A., Zengin, G., Guler, G. O., Cakmak, Y. S. ve Duran, A., 2013, Antioxidant potentials and anticholinesterase activities of methanolic and aqueous extracts of three endemic *Centaurea* L. species, Food Chem Toxicol, 55, 290-296.

Alderson, N. L., Wang, Y., Blatnik, M., Frizzell, N., Walla, M. D., Lyons, T. J., Alt, N., Carson, J. A., Nagai, R. ve Thorpe, S. R., 2006, S-(2-Succinyl) cysteine: a novel chemical modification of tissue proteins by a Krebs cycle intermediate, Archives of Biochemistry and Biophysics, 450 (1), 1-8.

Ames, B. N., Cathcart, R., Schwiers, E. ve Hochstein, P., 1981, Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant-and radical-caused aging and cancer: a hypothesis, Proceedings of the National Academy of Sciences, 78 (11), 6858-6862.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Esin Karademir, S. ve Erçağ, E., 2006, The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas, International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57 (5-6), 292-304.

Apel, K. ve Hirt, H., 2004, Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction, Annu. Rev. Plant Biol., 55, 373-399.

Ashraf, A., Sarfraz, R. A., Mahmood, A. ve Din, M. u., 2015, Chemical composition and in vitro antioxidant and antitumor activities of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. leaves, Industrial Crops and Products, 74, 241-248.

Avcı, G., Kupeli, E., Eryavuz, A., Yesilada, E. ve Kucukkurt, I., 2006, Antihypercholesterolaemic and antioxidant activity assessment of some plants used as remedy in Turkish folk medicine, Journal of Ethnopharmacology, 107 (3), 418-423.

Ayala, A., Muñoz, M. F. ve Argüelles, S., 2014, Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal, Oxidative medicine and cellular longevity, 2014.

Babula, P., Kohoutkova, V., Opatrilova, R., Dankova, I., Masarik, M. ve Kizek, R., 2010, Pharmaceutical importance of zinc and metallothionein in cell signalling, Chim Oggi-Chem Today, 28, 18-21.

Bandeira, S. d. M., Guedes, G. d. S., Fonseca, L. J. S. d., Pires, A. S., Gelain, D. P., Moreira, J. C. F., Rabelo, L. A., Vasconcelos, S. M. L. ve Goulart, M. O. F., 2012, Characterization of blood oxidative stress in type 2 diabetes mellitus patients: increase in lipid peroxidation and SOD activity, Oxidative medicine and cellular longevity, 2012.

Başer, K. H. C., Honda, G. ve Miki, W., 1986, Herb drugs and herbalists in Turkey, 27, Institute for the Study of Languages and Cultures of Asia and Africa, p.

Baydoun, S., Chalak, L., Dalleh, H. ve Arnold, N., 2015, Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in traditional medicine by the communities of Mount Hermon, Lebanon, Journal of Ethnopharmacology, 173, 139-156.

Baytop, T., 1999, Therapy with medicinal plants in Turkey (Past and Present), Istanbul, Nobel Tip Basimevi: 375.

Benavente-García, O., Castillo, J., Marin, F. R., Ortuño, A. ve Del Río, J. A., 1997, Uses and properties of citrus flavonoids, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45 (12), 4505-4515.

Benzie, I. F. ve Strain, J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay, Analytical biochemistry, 239 (1), 70-76.

Berk, S., Tepe, B., Arslan, S. ve Sarikurkcu, C., 2011, Screening of the antioxidant, antimicrobial and DNA damage protection potentials of the aqueous extract of *Asplenium ceterach* DC, African Journal of Biotechnology, 10 (44), 8902-8908.

Beyer, R. E., 1988, Inhibition by coenzyme Q of ethanol-and carbon tetrachloride-stimulated lipid peroxidation in vivo and catalyzed by microsomal and mitochondrial systems, Free radical biology and medicine, 5 (5), 297-303.

Beyer, R. E., 1992, An analysis of the role of coenzyme Q in free radical generation and as an antioxidant, Biochemistry and Cell Biology, 70 (6), 390-403.

Beyer, R. E., 1994, The role of ascorbate in antioxidant protection of biomembranes: interaction with vitamin E and coenzyme Q, Journal of bioenergetics and biomembranes, 26 (4), 349-358.

Boudet, A.-M., 2007, Evolution and current status of research in phenolic compounds, Phytochemistry, 68 (22), 2722-2735.

Brown, E. J., Khodr, H., Hider, C. R. ve Rice-evans, C. A., 1998, Structural dependence of flavonoid interactions with Cu^{2+} ions: implications for their antioxidant properties, Biochemical Journal, 330 (3), 1173-1178.

Burns, J., Yokota, T., Ashihara, H., Lean, M. E. ve Crozier, A., 2002, Plant foods and herbal sources of resveratrol, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (11), 3337-3340.

Burton, G. W. ve Traber, M. G., 1990, Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability, Annual review of nutrition, 10 (1), 357-382.

Camejo-Rodrigues, J., Ascensão, L., Bonet, M. À. ve Vallès, J., 2003, An ethnobotanical study of medicinal and aromatic plants in the Natural Park of "Serra de São Mamede"(Portugal), Journal of Ethnopharmacology, 89 (2), 199-209.

Cao, G., Sofic, E. ve Prior, R. L., 1997, Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships, Free radical biology and medicine, 22 (5), 749-760.

Carocho, M. ve Ferreira, I. C., 2013, A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives, Food and chemical toxicology, 51, 15-25.

Cheeseman, K. ve Slater, T., 1993, An introduction to free radical biochemistry, British medical bulletin, 49 (3), 481-493.

Chen, K., Plumb, G. W., Bennett, R. N. ve Bao, Y., 2005, Antioxidant activities of extracts from five anti-viral medicinal plants, Journal of Ethnopharmacology, 96 (1), 201-205.

Chhetri, D., Parajuli, P. ve Subba, G., 2005, Antidiabetic plants used by Sikkim and Darjeeling Himalayan tribes, India, Journal of Ethnopharmacology, 99 (2), 199-202.

Choudhary, A., Mittal, A. K., Radhika, M., Tripathy, D., Chatterjee, A., Banerjee, U. C. ve Singh, I. P., 2013, Two new stereoisomeric antioxidant triterpenes from *Potentilla fulgens*, Fitoterapia, 91, 290-297.

Dahanukar, S., Kulkarni, R. ve Rege, N., 2000, Pharmacology of medicinal plants and natural products, Indian journal of pharmacology, 32 (4), S81-S118.

Davis, P., Mill, R. ve Tan, K., 1988, Flora of Turkey and the East Eagean Islands (Supplement), Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

De Natale, A. ve Pollio, A., 2007, Plants species in the folk medicine of Montecorvino Rovella (inland Campania, Italy), Journal of Ethnopharmacology, 109 (2), 295-303.

Descamps Latscha, B., Drüeke, T. ve Witko- Sarsat, V., 2001, Dialysis induced oxidative stress: biological aspects, clinical consequences, and therapy, Seminars in dialysis, 193-199.

Deschner, E. E., Ruperto, J., Wong, G. ve Newmark, H. L., 1991, Quercetin and rutin as inhibitors of azoxymethanol-induced colonic neoplasia, Carcinogenesis, 12 (7), 1193-1196.

Diesen, D. L. ve Kuo, P. C., 2011, Nitric oxide and redox regulation in the liver: part II. Redox biology in pathologic hepatocytes and implications for intervention, Journal of Surgical Research, 167 (1), 96-112.

Dinis, T. C., Madeira, V. M. ve Almeida, L. M., 1994, Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate, and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxyl radical scavengers, Archives of Biochemistry and Biophysics, 315 (1), 161-169.

Dogan, A., Bulut, G., Senkardes, I. ve Tuzlacı, E., 2016, An Ethnopharmacological Analysis of Rosaceae Taxa in Turkey.

Dolatabadi, J. E. N. ve Kashanian, S., 2010, A review on DNA interaction with synthetic phenolic food additives, Food Research International, 43 (5), 1223-1230.

Dröge, W., 2002, Free radicals in the physiological control of cell function, Physiological reviews, 82 (1), 47-95.

Du, J., Cullen, J. J. ve Buettner, G. R., 2012, Ascorbic acid: chemistry, biology and the treatment of cancer, Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer, 1826 (2), 443-457.

Dziezak, J. D., 1986, Preservatives: antioxidants, Food Technol, 40 (9), 94-102.

Ekin, H. N., Gokbulut, A., Aydin, Z. U., Donmez, A. A. ve Orhan, I. E., 2016, Insight into anticholinesterase and antioxidant potential of thirty-four Rosaceae samples and phenolic characterization of the active extracts by HPLC, Industrial Crops and Products, 91, 104-113.

Enge, W. ve Hermann, K., 1957, Über Rizoma Tormentillae und die Beständigkeit des Gerbstoffs in der Droge, Pharmazie, 12, 162-168.

Engelmann, M. D., Hutcheson, R. ve Cheng, I. F., 2005, Stability of ferric complexes with 3-hydroxyflavone (flavonol), 5, 7-dihydroxyflavone (chrysin), and 3', 4'-dihydroxyflavone, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (8), 2953-2960.

Englard, S. ve Seifter, S., 1986, The biochemical functions of ascorbic acid, Annual review of nutrition, 6 (1), 365-406.

Evstropov, A., Burova, L., Orlovskaia, I., Grek, O., Zakharova, L. ve Volkhonskaia, T., 2003, [Anti-enterovirus and immunostimulating activity of the polyphenol complex extracted from Pethaphylloides fruticosa (L.) O. Schwarz], Voprosy virusologii, 49 (6), 30-33.

Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanassis, I., Troganis, A. ve Boskou, D., 2002, Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from Greek oregano, Greek sage, and summer savory, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 (19), 5294-5299.

FAO, 2008, Trade in Medicinal Plants. , Raw Materials, Tropical and Horticultural Products Service Commodities and Trade Division Economic and Social Department.

Feng, Y. ve Wang, X., 2012, Antioxidant therapies for Alzheimer's disease, Oxidative medicine and cellular longevity, 2012.

Ferreira, A., Proença, C., Serralheiro, M. ve Araujo, M., 2006, The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal, Journal of ethnopharmacology, 108 (1), 31-37.

Ferreira, D. ve Li, X.-C., 2000, Oligomeric proanthocyanidins: naturally occurring O-heterocycles, Natural product reports, 17 (2), 193-212.

Finkel, T. ve Holbrook, N. J., 2000, Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing, Nature, 408 (6809), 239-247.

Finley, J. W., Kong, A.-N., Hintze, K. J., Jeffery, E. H., Ji, L. L. ve Lei, X. G., 2011, Antioxidants in foods: state of the science important to the food industry, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59 (13), 6837-6846.

Food, U. ve Administration, D., 2015, CFR Code of Federal Regulations, Title 21. h ttp.

Franceschi, S., Bidoli, E., Vecchia, C. L., Talamini, R., D'Avanzo, B. ve Negri, E., 1994, Tomatoes and risk of digestive tract cancers, International Journal of Cancer, 59 (2), 181-184.

Frankel, E. N. ve Finley, J. W., 2008, How to standardize the multiplicity of methods to evaluate natural antioxidants, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56 (13), 4901-4908.

Frei, B., Stocker, R. ve Ames, B. N., 1988, Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma, Proceedings of the National Academy of Sciences, 85 (24), 9748-9752.

Frohne, D., 2004, Anserinae herba Herbal Drugs and Phytophar-maceuticals, CRC Medpharm Scientific Publishers, Stuttgart,, In: Wichtl, M. (Ed.), 48-50.

Fuchs, L., 1543, Von Tormentill, New Kreüterbuch, Basel. Kapitel, 98.

Gandhi, S. ve Abramov, A. Y., 2012, Mechanism of oxidative stress in neurodegeneration, Oxidative medicine and cellular longevity, 2012.

Gann, P. H., Ma, J., Giovannucci, E., Willett, W., Sacks, F. M., Hennekens, C. H. ve Stampfer, M. J., 1999, Lower prostate cancer risk in men with elevated plasma lycopene levels results of a prospective analysis, Cancer Research, 59 (6), 1225-1230.

Garcia-Alonso, M., de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. ve Rivas-Gonzalo, J. C., 2004, Evaluation of the antioxidant properties of fruits, Food Chem, 84 (1), 13-18.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. ve Rahmat, A., 2015, Phytochemical constituents and biological activities of different extracts of *Strobilanthes crispus* (L.) Bremek leaves grown in different locations of Malaysia, BMC Complement Altern Med, 15 (1), 422.

Ghezzi, P., Bonetto, V. ve Fratelli, M., 2005, Thiol-disulfide balance: from the concept of oxidative stress to that of redox regulation, Antioxidants & redox signaling, 7 (7-8), 964-972.

Ghimire, B. K., Tamang, J. P., Yu, C. Y., Jung, S. J. ve Chung, I. M., 2012, Antioxidant, antimicrobial activity and inhibition of alpha-glucosidase activity

by Betula alnoides Buch. bark extract and their relationship with polyphenolic compounds concentration, Immunopharmacol Immunotoxicol, 34 (5), 824-831.

Gilca, M., Stoian, I., Atanasiu, V. ve Virgolici, B., 2007, The oxidative hypothesis of senescence, Journal of postgraduate medicine, 53 (3), 207.

Godic, A., Poljšak, B., Adamic, M. ve Dahmane, R., 2014, The role of antioxidants in skin cancer prevention and treatment, Oxidative medicine and cellular longevity, 2014.

Goncharov, N., Stupakova, E. ve Komissarenko, N., 1989, Flavonoids of Potentilla erecta, Chemistry of Natural Compounds, 25 (2), 251-252.

Graça, V. C., Ferreira, I. C. ve Santos, P. F., 2016, Phytochemical composition and biological activities of *Geranium robertianum* L.: A review, Industrial Crops and Products, 87, 363-378.

Gutteridge, J. M. ve Halliwell, B., 1993, Invited review free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence, Free radical research communications, 19 (3), 141-158.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. ve Başer, K., 2000, Flora of Turkey and the East Aegean Islands,(supple. 2), Vol. 11, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M., 2012, Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul, 47-83.

Gürbüz, I., Özkan, A. M., Yesilada, E. ve Kutsal, O., 2005, Anti-ulcerogenic activity of some plants used in folk medicine of Pinarbasi (Kayseri, Turkey), Journal of Ethnopharmacology, 101 (1), 313-318.

Gyamfi, M. A. ve Aniya, Y., 2002, Antioxidant properties of Thonningianin A, isolated from the African medicinal herb, *Thonningia sanguinea*, Biochemical pharmacology, 63 (9), 1725-1737.

Halliwell, B., 1996, Antioxidants in human health and disease, Annual review of nutrition, 16 (1), 33-50.

Halliwell, B. ve Gutteridge, J. M., 2015, Free radicals in biology and medicine, Oxford University Press, USA, p.

Han, R.-M., Tian, Y.-X., Liu, Y., Chen, C.-H., Ai, X.-C., Zhang, J.-P. ve Skibsted, L. H., 2009, Comparison of flavonoids and isoflavonoids as antioxidants, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57 (9), 3780-3785.

Harborne, J. B. ve Williams, C. A., 2000, Advances in flavonoid research since 1992, Phytochemistry, 55 (6), 481-504.

Hasbal, G., Yilmaz-Ozden, T. ve Can, A., 2015, Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (wild service tree) fruits, Journal of Food and Drug Analysis, 23 (1), 57-62.

Hassim, N., Markom, M., Anuar, N., Dewi, K. H., Baharum, S. N. ve Mohd Noor, N., 2015, Antioxidant and Antibacterial Assays on *Polygonum minus* Extracts: Different Extraction Methods, International Journal of Chemical Engineering, 2015, 1-10.

Headlam, H. A. ve Davies, M. J., 2004, Markers of protein oxidation: different oxidants give rise to variable yields of bound and released carbonyl products, Free radical biology and medicine, 36 (9), 1175-1184.

Helzlsouer, K. J., Comstock, G. W. ve Morris, J. S., 1989, Selenium, lycopene, α-tocopherol, β-carotene, retinol, and subsequent bladder cancer, Cancer Research, 49 (21), 6144-6148.

Herrmann, K. ve Nagel, C. W., 1989, Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods, Critical reviews in food science & nutrition, 28 (4), 315-347.

Hettiarachchy, N. S. ve Kalapathy, U., 2000, Food additivesIn G.L. Christen & J. S. Smith (Eds.), Food chemistry: Principles and applications, West Sacramento, CA: Science Technology System., 261-273.

Hitchon, C. A. ve El-Gabalawy, H. S., 2004, Oxidation in rheumatoid arthritis, Arthritis Res Ther, 6 (6), 1.

Hodges, R. E., Hood, J., Canham, J. E., Sauberlich, H. E. ve Baker, E. M., 1971, Clinical manifestations of ascorbic acid deficiency in man, The American journal of clinical nutrition, 24 (4), 432-443.

Hoon, L. Y., Choo, C., Watawana, M. I., Jayawardena, N. ve Waisundara, V. Y., 2015, Evaluation of the total antioxidant capacity and antioxidant compounds of different solvent extracts of Chilgoza pine nuts (*Pinus gerardiana*), Journal of Functional Foods, 18, 1014-1021.

Hou, W.-C., Lin, R.-D., Cheng, K.-T., Hung, Y.-T., Cho, C.-H., Chen, C.-H., Hwang, S.-Y. ve Lee, M.-H., 2003, Free radical-scavenging activity of Taiwanese native plants, Phytomedicine, 10 (2), 170-175.

Huang, D., Ou, B. ve Prior, R. L., 2005, The chemistry behind antioxidant capacity assays, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (6), 1841-1856.

Ito, N., Hirose, M., Fukushima, S., Tsuda, H., Shirai, T. ve Tatematsu, M., 1986, Studies on antioxidants: their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis, Food and chemical toxicology, 24 (10-11), 1071-1082.

Ivancheva, S. ve Stantcheva, B., 2000, Ethnobotanical inventory of medicinal plants in Bulgaria, Journal of Ethnopharmacology, 69 (2), 165-172.

Jaganath, I. B. ve Crozier, A., 2010, Dietary flavonoids and phenolic compounds, Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology, 1-49.

Jang, D. S., Kim, J. M., Yoo, J. L. ve Kim, J. S., 2007, An ellagic acid rhamnoside from the roots of *Potentilla discolo*r with protein glycation and rat lens aldose reductase inhibitory activity, Natural Product Sciences, 13 (2), 78-81.

Jones, D. P., 2006, Redefining oxidative stress, Antioxidants & redox signaling, 8 (9-10), 1865-1879.

Jung, J.-C., Lim, E., Lee, Y., Kang, J.-M., Kim, H., Jang, S., Oh, S. ve Jung, M., 2009, Synthesis of novel trans-stilbene derivatives and evaluation of their potent antioxidant and neuroprotective effects, European journal of medicinal chemistry, 44 (8), 3166-3174.

Kalam, S., Gul, M. Z., Singh, R. ve Ankati, S., 2015, Free Radicals: İmplications in Etiology of Chronic Diseases and Their Amelioration through Nutraceuticals, Pharmacologia.

Kalia, K., Sharma, K., Singh, H. P. ve Singh, B., 2008, Effects of Extraction Methods on Phenolic Contents and Antioxidant Activity in Aerial Parts of *Potentilla atrosanguinea* Lodd. and Quantification of its Phenolic Constituents by RP-HPLC, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 10129-10134.

Kamal-Eldin, A. ve Budilarto, E., 2015, Tocopherols and tocotrienols as antioxidants for food preservation, Handbook of antioxidants for food preservation, 141-159.

Karahan, F., Kulak, M., Urlu, E., Gozuacik, H. G., Boyumez, T., Sekeroglu, N. ve Doganturk, I. H., 2015, Total phenolic content, ferric reducing and DPPH scavenging activity of *Arum dioscoridis*, Nat Prod Res, 29 (17), 1678-1683.

Kashanian, S. ve Dolatabadi, J. E. N., 2009, DNA binding studies of 2-tert-butylhydroquinone (TBHQ) food additive, Food Chem, 116 (3), 743-747.

Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T. ve Jukic, M., 2006, Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols, Food Chem, 94 (4), 550-557.

Kelkel, M., Schumacher, M., Dicato, M. ve Diederich, M., 2011, Antioxidant and anti-proliferative properties of lycopene, Free radical research, 45 (8), 925-940.

Khan, M. A. ve Shahidi, F., 2001, Effects of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of borage and evening primrose triacylglycerols, Food Chem, 75 (4), 431-437.

Khan, N. ve Mukhtar, H., 2010, Green tea catechins: Anticancer effects and molecular targets. In C. G. Fraga (Ed.), Plant phenolics and human health, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 1-49.

Khanbabaee, K. ve van Ree, T., 2001, Tannins: classification and definition, Natural product reports, 18 (6), 641-649.

Kiokias, S., Varzakas, T. ve Oreopoulou, V., 2008, In vitro activity of vitamins, flavonoids, and natural phenolic antioxidants against the oxidative deterioration of oil-based systems, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48 (1), 78-93.

Klaus, S., Pültz, S., Thöne-Reineke, C. ve Wolfram, S., 2005, Epigallocatechin gallate attenuates diet-induced obesity in mice by decreasing energy absorption and increasing fat oxidation, International journal of obesity, 29 (6), 615-623.

Koc, M. ve Hamzaoglu, E., 2014, *Herniaria caucasica* (Caryophyllaceae), *Rumex cyprius* (Polygonaceae), and *Potentilla multifida* (Rosaceae); 3 new records for Turkey, Turkish Journal of Botany, 38 (4), 819-825.

Kojo, S., 2004, Vitamin C: basic metabolism and its function as an index of oxidative stress, Current medicinal chemistry, 11 (8), 1041-1064.

Kovzačević, N. N. ve Ristić, M. S., 2007, Composition of *Potentilla speciosa* herb essential oil, Journal of Essential Oil Research, 19 (5), 416-418.

Krinsky, N. I., 1998, The antioxidant and biological properties of the carotenoidsa, Annals of the New York Academy of Sciences, 854 (1), 443-447.

Kuo, C. T., Liu, T. H., Hsu, T. H., Lin, F. Y. ve Chen, H. Y., 2015, Antioxidant and antiglycation properties of different solvent extracts from Chinese olive (*Canarium album* L.) fruit, Asian Pac J Trop Med, 8 (12), 1013-1021.

Kuppusamy, P., Yusoff, M. M., Parine, N. R. ve Govindan, N., 2015, Evaluation of in-vitro antioxidant and antibacterial properties of *Commelina nudiflora* L. extracts prepared by different polar solvents, Saudi J Biol Sci, 22 (3), 293-301.

Langcake, P. ve Pryce, R., 1976, The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae as a response to infection or injury, Physiological Plant Pathology, 9 (1), 77-86.

Langmead, L., Dawson, C., Hawkins, C., Banna, N., Loo, S. ve Rampton, D., 2002, Antioxidant effects of herbal therapies used by patients with inflammatory bowel disease: an in vitro study, Alimentary pharmacology & therapeutics, 16 (2), 197-205.

Latté, K. P., 2006, *Potentilla erecta*-Das Aufrechte Fingerkraut, Zeitschrift für Phytotherapie, 27 (04), 198-206.

Lazarova, I., Zengin, G., Aktumsek, A., Gevrenova, R., Ceylan, R. ve Uysal, S., 2014, HPLC–DAD analysis of phenolic compounds and antioxidant properties of *Asphodeline lutea* roots from Bulgaria and Turkey, Industrial Crops and Products, 61, 438-441.

Lee, W.-C., Wang, C.-J., Chen, Y.-H., Hsu, J.-D., Cheng, S.-Y., Chen, H.-C. ve Lee, H.-J., 2009, Polyphenol extracts from *Hibiscus sabdariffa* Linnaeus attenuate

nephropathy in experimental type 1 diabetes, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57 (6), 2206-2210.

Lee, Y. H., Choo, C. ve Waisundara, V. Y., 2015, Determination of the Total Antioxidant Capacity and Quantification of Phenolic Compounds of Different Solvent Extracts of Black Mustard Seeds (*Brassica nigra*), International Journal of Food Properties, 18 (11), 2500-2507.

Léger, D., 2008, Scurvy Reemergence of nutritional deficiencies, Canadian Family Physician, 54 (10), 1403-1406.

Li, J.-K., Liu, X.-D., Shen, L., Zeng, W.-M. ve Qiu, G.-Z., 2016, Natural plant polyphenols for alleviating oxidative damage in man: Current status and future perspectives, Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 15 (5), 1089-1098.

Li, L.-z., Zhang, L., Gong, H.-y., Li, J., Chen, Y., Zhang, L., Zhu, Y., Li, G. ve Zhao, C., 2006, Anti-hypoxia and anti-oxidation effect of Potentilla anserina L. petroleum fraction and its mechanism, Chinese Pharmaceutıcal Journal-Beıjıng-, 41 (19), 1462.

Li, P. L., Lin, C. J., Zhang, Z. X. ve Jia, Z. J., 2007, Three new triterpenoids from *Potentilla multicaulis*, Chemistry & biodiversity, 4 (1), 17-24.

Liu, P., Duan, H., Pan, Q., Zhang, Y. ve Yao, Z., 2006, [Triterpenes from herb of *Potentilla chinesis*], Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica, 31 (22), 1875-1879.

Liu, T., Stern, A., Roberts, L. J. ve Morrow, J. D., 1999, The isoprostanes: novel prostaglandin-like products of the free radical-catalyzed peroxidation of arachidonic acid, Journal of biomedical science, 6 (4), 226-235.

Liu, W., Wang, D., Liu, J., Li, D. ve Yin, D., 2016, Quality Evaluation of *Potentilla fruticosa* L. by High Performance Liquid Chromatography Fingerprinting Associated with Chemometric Methods, PLoS One, 11 (2), e0149197.

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A. ve Chandra, N., 2010, Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health, Pharmacognosy Reviews, 4 (8), 118.

Loizzo, M. R., Tundis, R., Bonesi, M., Menichini, F., Mastellone, V., Avallone, L. ve Menichini, F., 2012, Radical scavenging, antioxidant and metal chelating activities of *Annona cherimol*a Mill. (cherimoya) peel and pulp in relation to their total phenolic and total flavonoid contents, Journal of Food Composition and Analysis, 25 (2), 179-184.

Long, C.-l. ve Li, R., 2004, Ethnobotanical studies on medicinal plants used by the Red-headed Yao People in Jinping, Yunnan Province, China, Journal of Ethnopharmacology, 90 (2), 389-395.

López-Alarcón, C. ve Denicola, A., 2013, Evaluating the antioxidant capacity of natural products: A review on chemical and cellular-based assays, Analytica chimica acta, 763, 1-10.

Lü, J. M., Lin, P. H., Yao, Q. ve Chen, C., 2010, Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems, Journal of cellular and molecular medicine, 14 (4), 840-860.

Makahleh, A., Saad, B. ve Bari, M., 2015, Synthetic phenolics as antioxidants for food preservation, Handbook of antioxidants for food preservation, 51-78.

Manach, C., Mazur, A. ve Scalbert, A., 2005, Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases, Current opinion in lipidology, 16 (1), 77-84.

Manandhar, N. P., 1995, A survey of medicinal plants of Jajarkot district, Nepal, Journal of Ethnopharmacology, 48 (1), 1-6.

Markesbery, W. R., 1997, Oxidative stress hypothesis in Alzheimer's disease, Free radical biology and medicine, 23 (1), 134-147.

Marques, F. Z., Markus, M. A. ve Morris, B. J., 2009, Resveratrol: cellular actions of a potent natural chemical that confers a diversity of health benefits, The international journal of biochemistry & cell biology, 41 (11), 2125-2128.

Mattila, P. ve Hellström, J., 2007, Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products, Journal of Food Composition and Analysis, 20 (3), 152-160.

May, J. M., 2012, Vitamin C transport and its role in the central nervous system, In: Water Soluble Vitamins, Eds: Springer, p. 85-103.

McCutcheon, A., Roberts, T., Gibbons, E., Ellis, S., Babiuk, L., Hancock, R. ve Towers, G., 1995, Antiviral screening of British Columbian medicinal plants, Journal of Ethnopharmacology, 49 (2), 101-110.

Meagher, E. ve Rader, D. J., 2001, Antioxidant therapy and atherosclerosis: animal and human studies, Trends in cardiovascular medicine, 11 (3), 162-165.

Middleton, E. ve Kandaswami, C., 1992, Effects of flavonoids on immune and inflammatory cell functions, Biochemical pharmacology, 43 (6), 1167-1179.

Middleton, E., Kandaswami, C. ve Theoharides, T. C., 2000, The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer, Pharmacological reviews, 52 (4), 673-751.

Milne, G. L., Musiek, E. S. ve Morrow, J. D., 2005, F2-isoprostanes as markers of oxidative stress in vivo: an overview, Biomarkers, 10 (sup1), 10-23.

Miyake, Y., Sasaki, S., Ohya, Y., Miyamoto, S., Matsunaga, I., Yoshida, T., Hirota, Y. ve Oda, H., 2005, Soy, isoflavones, and prevalence of allergic rhinitis in Japanese women: the Osaka Maternal and Child Health Study, Journal of allergy and clinical immunology, 115 (6), 1176-1183.

Munné-Bosch, S. ve Alegre, L., 2002, The function of tocopherols and tocotrienols in plants, Critical Reviews in Plant Sciences, 21 (1), 31-57.

Murugan, R., Arunachalam, K. ve Parimelazhagan, T., 2012, Antioxidant, anti-inflammatory activity, and phytochemical constituents of ficus (*Ficus amplissima* Smith) bark, Food Science and Biotechnology, 21 (1), 59-67.

Musialik, M., Kuzmicz, R., Pawłowski, T. S. ve Litwinienko, G., 2009, Acidity of hydroxyl groups: an overlooked influence on antiradical properties of flavonoids, The Journal of organic chemistry, 74 (7), 2699-2709.

Nakagawa, Y., Nakajima, K., Tayama, S. ve Moldeus, P., 1995, Metabolism and cytotoxicity of propyl gallate in isolated rat hepatocytes: effects of a thiol reductant and an esterase inhibitor, Molecular pharmacology, 47 (5), 1021-1027.

Nanditha, B. ve Prabhasankar, P., 2008, Antioxidants in bakery products: a review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49 (1), 1-27.

Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K. ve Jena, B. S., 2003, Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranatepeel extracts, Food Chem, 80, 393-397.

Okuda, T., Yoshida, T., Kuwahara, M., Memon, M. U. ve Shingu, T., 1984, Tannins of rosaceous medicinal plants. I. Structures of potentillin, agrimonic acids A and B,and arimoniin, a dimeric ellagitannin, Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 32, 2165-2173.

Olabisi, A. O., 2005, The Chemistry of L-Ascorbic Acid Derivatives in the Asymmetric Synthesis of C2-and C3-Substituted Aldono-γ-lactones, Wichita State University.

Olthof, M. R., Hollman, P. C. ve Katan, M. B., 2001, Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans, The Journal of nutrition, 131 (1), 66-71.

Omoruyi, B. E., Bradley, G. ve Afolayan, A. J., 2012, Antioxidant and phytochemical properties of

Carpobrotus edulis (L.) bolus leaf used for the management of common infections in HIV/AIDS patients in Eastern Cape Province, BMC Complementary and Alternative Medicine, 12, 215.

Orhan, I. E. ve Akkol, E. K., 2011, Estimation of neuroprotective effects of *Laurocerasus officinalis* Roem. (cherry laurel) by in vitro methods, Food Research International, 44 (3), 818-822.

Ostrakhovitch, E. A., Olsson, P.-E., Jiang, S. ve Cherian, M. G., 2006, Interaction of metallothionein with tumor suppressor p53 protein, FEBS letters, 580 (5), 1235-1238.

Padh, H., 1990, Cellular functions of ascorbic acid, Biochemistry and Cell Biology, 68 (10), 1166-1173.

Paiva, S. A. ve Russell, R. M., 1999, β-Carotene and other carotenoids as antioxidants, Journal of the American college of nutrition, 18 (5), 426-433.

Paksoy, M. Y., Selvi, S. ve Savran, A., 2016, Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Ulukışla (Niğde-Turkey), Journal of Herbal Medicine, 6 (1), 42-48.

Palombo, E. A., 2006, Phytochemicals from traditional medicinal plants used in the treatment of diarrhoea: modes of action and effects on intestinal function, Phytotherapy Research, 20 (9), 717-724.

Pisoschi, A. M. ve Pop, A., 2015, The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review, European journal of medicinal chemistry, 97, 55-74.

Poljsak, B., Šuput, D. ve Milisav, I., 2013, Achieving the balance between ROS and antioxidants: when to use the synthetic antioxidants, Oxidative medicine and cellular longevity, 2013.

Prasad, A. S., Bao, B., Beck, F. W., Kucuk, O. ve Sarkar, F. H., 2004, Antioxidant effect of zinc in humans, Free radical biology and medicine, 37 (8), 1182-1190.

Prieto, P., Pineda, M. ve Aguilar, M., 1999, Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E, Analytical biochemistry, 269 (2), 337-341.

Prior, R. L., Wu, X. ve Schaich, K., 2005, Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 4290-4302.

Proença da Cunha, A., Teixeira, F., da Silva, A. P. ve Roque, O. R., 2010, Plantas na terapêutica–farmacologia e ensaios clínicos, 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Puupponen Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A. ve Oksman Caldentey, K. M., 2001, Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries, Journal of applied microbiology, 90 (4), 494-507.

Raafat, Y., Eman, N., Omama El, S., Nadia, F. ve Maha, G., 2011, Evaluation of Anti-Oxidant Status and Radioprotective Activity of a Novel Anti-Cancer Drug in Mice, Journal of Cancer Therapy, 2011.

Rahman, T., Hosen, I., Islam, M. T. ve Shekhar, H. U., 2012, Oxidative stress and human health, Advances in Bioscience and Biotechnology, 3 (7A), 997.

Rani, V., Deep, G., Singh, R. K., Palle, K. ve Yadav, U. C., 2016, Oxidative stress and metabolic disorders: Pathogenesis and therapeutic strategies, Life Sciences, 148, 183-193.

Rao, S. R. ve Ravishankar, G. A., 2002, Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites, Biotechnology advances, 20 (2), 101-153.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C., 1999, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, Free radical biology and medicine, 26 (9), 1231-1237.

Rice-evans, C. A., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley, P. M. ve Pridham, J. B., 1995, The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids, Free radical research, 22 (4), 375-383.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J. ve Paganga, G., 1996, Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids, Free radical biology and medicine, 20 (7), 933-956.

Robbins, R. J., 2003, Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (10), 2866-2887.

Rosangkima, G. ve Prasad, S., 2004, Antitumour activity of some plants from Meghalaya and Mizoram against murine ascites Dalton's lymphoma, Indian J Exp Biol, 42 (10), 981-988.

Różanowska, M., Wessels, J., Boulton, M., Burke, J. M., Rodgers, M. A., Truscott, T. G. ve Sarna, T., 1998, Blue light-induced singlet oxygen generation by retinal lipofuscin in non-polar media, Free radical biology and medicine, 24 (7), 1107-1112.

Saad, B., Sing, Y. Y., Nawi, M. A., Hashim, N., Ali, A. S. M., Saleh, M. I., Sulaiman, S. F., Talib, K. M. ve Ahmad, K., 2007, Determination of synthetic phenolic antioxidants in food items using reversed-phase HPLC, Food Chem, 105 (1), 389-394.

Sarikurkcu, C., 2011, Antioxidant activities of solvent extracts from endemic *Cyclamen mirabile* Hildebr. tubers and leaves, African Journal of Biotechnology, 10 (5), 831-839.

Sarikurkcu, C. ve Tepe, B., 2015, Biological activity and phytochemistry of firethorn (*Pyracantha coccinea* M.J. Roemer), Journal of Functional Foods, 19, 669-675.

Sautin, Y. Y. ve Johnson, R. J., 2008, Uric acid: the oxidant-antioxidant paradox, Nucleosides, Nucleotides, and Nucleic Acids, 27 (6-7), 608-619.

Scalbert, A. ve Williamson, G., 2000, Dietary intake and bioavailability of polyphenols, The Journal of nutrition, 130 (8), 2073S-2085S.

Schippmann, U., Leaman, D. J. ve Cunningham, A., 2002, Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues, Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries.

Sen, S., De, B., Devanna, N. ve Chakraborty, R., 2013, Total phenolic, total flavonoid content, and antioxidant capacity of the leaves of *Meyna spinosa* Roxb., an Indian medicinal plant, Chinese Journal of Natural Medicines, 11 (2), 149-157.

Seppanen, C. M., Song, Q. ve Csallany, A. S., 2010, The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems, Journal of the American Oil Chemists' Society, 87 (5), 469-481.

Serrano, J., Puupponen Pimiä, R., Dauer, A., Aura, A. M. ve Saura Calixto, F., 2009, Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects, Molecular nutrition & food research, 53 (S2), S310-S329.

Shahidi, F. ve Wanasundara, J. P. D., 1992, Phenolic antioxidants., Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 32, 67-103.

Shahidi, F. ve Wanasundara, U., 1995, Effect of natural antioxidants on the stability of canola oil, Developments in Food Science, 37, 469-479.

Shahidi, F., 2000, Antioxidants in food and food antioxidants, Food/Nahrung, 44 (3), 158-163.

Shahidi, F. ve Naczk, M., 2004, Phenolic in food and nutraceutical (pp. 1–558), Boca Raton, FL: CRC Press.

Shahidi, F., McDonald, J., Chandrasekara, A. ve Zhong, Y., 2008, Phytochemicals of foods, beverages and fruit vinegars: chemistry and health effects, Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 17 (S1), 380-382.

Shahidi, F. ve Chandrasekara, A., 2010, Hydroxycinnamates and their in vitro and in vivo antioxidant activities, Phytochemistry Reviews, 9 (1), 147-170.

Shahidi, F. ve Ambigaipalan, P., 2015, Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects–A review, Journal of Functional Foods, 18, 820-897.

Sharma, P. K., Chauhan, N. ve Lal, B., 2004, Observations on the traditional phytotherapy among the inhabitants of Parvati valley in western Himalaya, India, Journal of Ethnopharmacology, 92 (2), 167-176.

Sies, H. ve Stahl, W., 2004, Carotenoids and UV protection, Photochemical & Photobiological Sciences, 3 (8), 749-752.

Slikkerveer, L., Bogers, R., Craker, L. ve Lange, D., 2006, The challenge of non-experimental validation of MAC plants: towards a multivariate model of transcultural utilization of medicinal, aromatic and cosmetic plants, Medicinal and aromatic plants: agricultural, commercial, ecological, legal, pharmacological and social aspects, 1-28.

Slinkard, K. ve Singleton, V. L., 1977, Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods, American Journal of Enology and Viticulture, 28 (1), 49-55.

Sohretoglu, D., Unal, Z. ve Sabuncuoglu, S., 2015, Assessment of Radical Scavenging Activities and Antiproliferative Properties of Two Cinquefoil (*Potentilla*) species with Their Phytochemical Contents, Acta Medica, 4, 73-79.

Soleas, G. J., Diamandis, E. P. ve Goldberg, D. M., 1997, Resveratrol: a molecule whose time has come? And gone?, Clinical biochemistry, 30 (2), 91-113.

Spiridonov, N. A., Konovalov, D. A. ve Arkhipov, V. V., 2005, Cytotoxicity of some Russian ethnomedicinal plants and plant compounds, Phytotherapy Research, 19 (5), 428-432.

Subbotina, M. D., Timchenko, V. N., Vorobyov, M. M., Konunova, Y. S., Aleksandrovih, Y. S. ve Shushunov, S., 2003, Effect of oral administration of tormentil root extract (*Potentilla tormentilla*) on rotavirus diarrhea in children: a randomized, double blind, controlled trial, The Pediatric infectious disease journal, 22 (8), 706-711.

Sultana, B. ve Anwar, F., 2008, Flavonols (kaempeferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants, Food Chem, 108 (3), 879-884.

Sung, C.-C., Hsu, Y.-C., Chen, C.-C., Lin, Y.-F. ve Wu, C.-C., 2013, Oxidative stress and nucleic acid oxidation in patients with chronic kidney disease, Oxidative medicine and cellular longevity, 2013.

Syiem, D., Syngai, G., Khup, P., Khongwir, B., Kharbuli, B. ve Kayang, H., 2002, Hypoglycemic effects of *Potentilla fulgens* L. in normal and alloxan-induced diabetic mice, Journal of Ethnopharmacology, 83 (1), 55-61.

Syiem, D., Syngai, C., Kharbuli, B., Kayang, H. ve Khongwir, B., 2003, Anti-tumor activity of crude root extract of Potentilla fulgens, Indian drugs, 40 (2), 124-125.

Szabo, E., Riffe, M. E., Steinberg, S. M., Birrer, M. J. ve Linnoila, R. I., 1996, Altered cJUN expression: an early event in human lung carcinogenesis, Cancer Research, 56 (2), 305-315.

Şöhretoğlu, D. ve Kırmızıbekmez, H., 2011, Polyphenols from *Potentilla recta*, Biochemical Systematics and Ecology, 39 (2), 132-134.

Tabassum, A., Bristow, R. ve Venkateswaran, V., 2010, Ingestion of selenium and other antioxidants during prostate cancer radiotherapy: a good thing?, Cancer treatment reviews, 36 (3), 230-234.

Terao, J., Piskula, M. ve Yao, Q., 1994, Protective effect of epicatechin, epicatechin gallate, and quercetin on lipid peroxidation in phospholipid bilayers, Archives of Biochemistry and Biophysics, 308 (1), 278-284.

Tomczyk, M., 2006, Secondary metabolites from *Potentilla argentea*, Biochemical Systematics and Ecology, 34 (10), 770-773.

Tomczyk, M., Leszczyńska, K., Tomczykowa, M. ve Jakoniuk, P., 2007, Screening of antimicrobial activity of aqueous extracts of selected *Potentilla* L. species, Planta Medica, 73 (09), P_100.

Tomczyk, M., Drozdowska, D., Bielawska, A., Bielawski, K. ve Gudej, J., 2008, Human DNA topoisomerase inhibitors from *Potentilla argentea* and their cytotoxic effect against MCF-7, Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences, 63 (5), 389-393.

Tomczyk, M. ve Latte, K. P., 2009, *Potentilla*-A review of its phytochemical and pharmacological profile, Journal of Ethnopharmacology, 122 (2), 184-204.

Tomczyk, M., Pleszczynska, M. ve Wiater, A., 2010, Variation in Total Polyphenolics Contents of Aerial Parts of *Potentilla* Species and Their Anticariogenic Activity, Molecules, 15 (7), 4639-4651.

Torres, P., Poveda, A., Jimenez-Barbero, J. s., Ballesteros, A. ve Plou, F. J., 2009, Regioselective lipase-catalyzed synthesis of 3-O-acyl derivatives of resveratrol and study of their antioxidant properties, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58 (2), 807-813.

Tosun, A., Bahadir, Ö. ve Altanlar, N., 2006, Antimicrobial activity of some plants used in folk medicine in Turkey, Turk. J. Pharm. Sci, 3 (3), 167-176.

Tunon, H., Olavsdotter, C. ve Bohlin, L., 1995, Evaluation of anti-inflammatory activity of some Swedish medicinal plants. Inhibition of prostaglandin biosynthesis and PAF-induced exocytosis, Journal of Ethnopharmacology, 48 (2), 61-76.

Tzeng, S.-H., Ko, W.-C., Ko, F.-N. ve Teng, C.-M., 1991, Inhibition of platelet aggregation by some flavonoids, Thrombosis research, 64 (1), 91-100.

Uysal, S., Zengin, G., Aktumsek, A. ve Karatas, S., 2016, Chemical and biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Turkey, Journal of Functional Foods, 22, 518-532.

Uzun, M. ve Kaya, A., 2016, Ethnobotanical research of medicinal plants in Mihalgazi (Eskişehir, Turkey), Pharm Biol, 54 (12), 2922-2932.

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M. ve Telser, J., 2007, Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease, The international journal of biochemistry & cell biology, 39 (1), 44-84.

Van Eenwyk, J., Davis, F. G. ve Bowen, P. E., 1991, Dietary and serum carotenoids and cervical intraepithelial neoplasia, International Journal of Cancer, 48 (1), 34-38.

Volm, M., van Kaick, G. ve Mattern, J., 1994, Analysis of c-fos, c-jun, c-erbB1, c-erbB2 and c-myc in primary lung carcinomas and their lymph node metastases, Clinical & experimental metastasis, 12 (4), 329-334.

Wakai, K., Ando, M., Ozasa, K., Ito, Y., Suzuki, K., Nishino, Y., Kuriyama, S.-i., Seki, N., Kondo, T. ve Watanabe, Y., 2005, Updated information on risk factors for lung cancer: findings from the JACC Study, Journal of Epidemiology, 15 (Supplement_II), S134-S139.

Wanasundara, U. N., Amarowicz, R. ve Shahidi, F., 1995, Partial characterization of natural antioxidants in canola meal, Food Research International, 28 (6), 525-530.

Wang, S. S., Wang, D. M., Pu, W. J. ve Li, D. W., 2013, Phytochemical profiles, antioxidant and antimicrobial activities of three *Potentilla* species, BMC Complementary and Alternative Medicine, 13, 321.

Webster, D., Taschereau, P., Belland, R. J., Sand, C. ve Rennie, R. P., 2008, Antifungal activity of medicinal plant extracts; preliminary screening studies, Journal of Ethnopharmacology, 115 (1), 140-146.

WHO, W. H. O., 2013, WHO Traditional medicine strategy, http://www.who.int/medicines/publications/traditional/trm_strategy14_23/en/

Wiernsperger, N., 2003, Oxidative stress as a therapeutic target in diabetes: revisiting the controversy, Diabetes & metabolism, 29 (6), 579-585.

Xu, G., Ye, X., Liu, D., Ma, Y. ve Chen, J., 2008, Composition and distribution of phenolic acids in Ponkan (*Citrus poonensis* Hort. ex Tanaka) and Huyou (*Citrus paradisi* Macf. Changshanhuyou) during maturity, Journal of Food Composition and Analysis, 21 (5), 382-389.

Xue, P.-F., Luo, G., Zeng, W.-z., Zhao, Y.-Y. ve Liang, H., 2005, Secondary metabolites from *Potentilla multifida* L. (Rosaceae), Biochemical Systematics and Ecology, 33 (7), 725-728.

Yang, C. S. ve Wang, Z. Y., 1993, Effect of tea polyphenols and EGCG on nasopharyngeal carcinoma cell proliferation and the mechanisms involved., Journal of National Cancer Institute, 85, 1038-1049.

Yao, L. H., Jiang, Y., SHI, J., Tomas-Barberan, F., Datta, N., Singanusong, R. ve Chen, S., 2004, Flavonoids in food and their health benefits, Plant foods for human nutrition, 59 (3), 113-122.

Yeo, J. ve Shahidi, F., 2015, Critical evaluation of changes in the ratio of insoluble bound to soluble phenolics on antioxidant activity of lentils during germination, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63 (2), 379-381.

Yoo, K. M., Lee, C. H., Lee, H., Moon, B. ve Lee, C. Y., 2008, Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs, Food Chem, 106 (3), 929-936.

Yuan, J.-M., Ross, R. K., Gao, Y.-T., Qu, Y.-H., Chu, X.-D. ve Mimi, C. Y., 2004, Prediagnostic levels of serum micronutrients in relation to risk of gastric cancer in Shanghai, China, Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention, 13 (11), 1772-1780.

Yusri, N. M., Chan, K. W., Iqbal, S. ve Ismail, M., 2012, Phenolic content and antioxidant activity of *Hibiscus cannabinus* L. seed extracts after sequential solvent extraction, Molecules, 17 (11), 12612-12621.

Zeng, J. ve Davies, M. J., 2005, Evidence for the formation of adducts and S-(carboxymethyl) cysteine on reaction of α-dicarbonyl compounds with thiol groups on amino acids, peptides, and proteins, Chemical research in toxicology, 18 (8), 1232-1241.

Zengin, G., Sarikurkcu, C., Aktumsek, A. ve Ceylan, R., 2014, *Sideritis galatica* Bornm.: A source of multifunctional agents for the management of oxidative damage, Alzheimer's's and diabetes mellitus, Journal of Functional Foods, 11, 538-547.

Zengin, G., Uysal, S., Ceylan, R. ve Aktumsek, A., 2015, Phenolic constituent, antioxidative and tyrosinase inhibitory activity of *Ornithogalum narbonense* L. from Turkey: A phytochemical study, Industrial Crops and Products, 70, 1-6.

Zhang, L., Yang, J., Chen, X. Q., Zan, K., Wen, X. D., Chen, H., Wang, Q. ve Lai, M. X., 2010, Antidiabetic and antioxidant effects of extracts from *Potentilla discolor* Bunge on diabetic rats induced by high fat diet and streptozotocin, Journal of Ethnopharmacology, 132 (2), 518-524.

Zhao, H., Fan, W., Dong, J., Lu, J., Chen, J., Shan, L., Lin, Y. ve Kong, W., 2008a, Evaluation of antioxidant activities and total phenolic contents of typical malting barley varieties, Food Chem, 107 (1), 296-304.

Zhao, Y.-L., Cai, G.-M., Hong, X., Shan, L.-M. ve Xiao, X.-H., 2008b, Anti-hepatitis B virus activities of triterpenoid saponin compound from *Potentilla anserina* L, Phytomedicine, 15 (4), 253-258.

Zhou, B., Miao, Q., Yang, L. ve Liu, Z. L., 2005, Antioxidative Effects of Flavonols and Their Glycosides against the Free Radical Induced Peroxidation of Linoleic Acid in Solution and in Micelles, Chemistry–A European Journal, 11 (2), 680-691.

Zigman, S., 2000, Lens UVA photobiology, Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics, 16 (2), 161-165.

Zurita, J. L., Jos, Á., del Peso, A., Salguero, M., López-Artíguez, M. ve Repetto, G., 2007, Ecotoxicological effects of the antioxidant additive propyl gallate in five aquatic systems, Water research, 41 (12), 2599-2611.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Şengül UYSAL
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Silifke 15.09.1989
Telefon : 05063749056
Faks :
e-mail : sennguluysal@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Atayurt Gazi Ç.P.L., Silifke, MERSİN	2006
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü	2011
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı	2013
Doktora	:	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı	2017

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi

UZMANLIK ALANI: Biyoloji

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR

1-**Uysal, S.,** Zengin, G., Locatelli, M., Bahadori, M.B., Mocan, A., Bellagamba, G., De Luca, E., Mollica, A., Aktumsek, A. **2017**. Cytotoxic and enzyme inhibitory potential of two *Potentilla* species (*P. speciosa* L. and *P. reptans* Willd.) and their chemical composition. Frontiers in Pharmacology, 8, 290.

2-Llorent-Martinez, E.J., Ortega-Barrales, P., Zengin, G., Mocan, A., Simirgiotis, M.J., Ceylan, R., **Uysal, S.,** Aktumsek, A. **2017**. Evaluation of antioxidant potential, enzyme inhibition activity and phenolic profile of *Lathyrus cicera* and *Lathyrus digitatus*: Potential sources of bioactive compounds for the food industry. Food and Chemical Toxicology, 1-11 (In Press).

3-Grochowski, D., **Uysal, S.,** Aktumsek, A., Granica, S., Zengin, G., Ceylan, R., Locatelli, M., Tomczyk, M. **2017**. *In vitro* enzyme inhibitory properties, antioxidant activities, and phytochemical profile of *Potentilla thuringiaca*. Phytochemistry Letters (In Press).

4-Llorent-Martínez, E.J., Zengin, G., Fernández-de Cordova, M.L., Bender, O., Atalay, A., Ceylan, R., Mollica, A., Mocan, A., **Uysal, S.,** Guler, G.O., Aktumsek, A. **2017**. Traditionally used *Lathyrus* species: Phytochemical composition, antioxidant activity, enzyme inhibitory properties, cytotoxic effects and in silico studies of *L. czeczottianus* and *L. nissolia*. Frontiers in Pharmacology, 8, 83.

5- Rauf, A., **Uysal, S.,** Hadda, T.B., Uddin, G., Khan, H., Siddiqui, B.S., Raza, M., Bawazeer, S., Zengin, G. **2017**. In vivo and in silico sedative-hypnotic like activity of 7-methyljuglone isolated from *Diospyros lotus* L. Biomedicine & Pharmacotherapy, 87, 678-682.

6- Rauf, A., **Uysal, S.,** Hadda, T.B., Siddiqui, B.S., Khan, H., Khan, M.H., Ijaz, M.I., Mubarak, M.S., Bawazeer, S., Abu-Izneid, T., Khan, A., Farooq, U. **2017.** Antibacterial, cytotoxicity, and phytotoxicity profiles of three medicinal plants collected from Pakistan, Marmara Pharmaceutical Journal, 21, 261-268.

7- Zengin, G., Ceylan, R., Guler, G.O., Carradori, S., **Uysal, S.,** Aktumsek, A. Enzyme Inhibitory Effect and Antioxidant Properties of *Astragalus lagurus* Extracts. **2016.** Current Enzyme Inhibition, 12, 177-182, DOI: 10.2174/1573408012666160127231058

8- **Uysal, S.,** Zengin, G., Aktumsek, A. **2016.** Antioxidant properties and enzyme inhibitory effects of extracts from *Mandragora autumnalis* and its fatty acid composition. Marmara Pharmaceutical Journal, 20, 144-151.

9- **Uysal, S.,** Zengin, G., Aktumsek, A., Karatas, S. **2016.** Chemical and Biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Trukey. Journal of Functional Foods. 22, 518-532.

10- Zengin, G., Menghini, L., Malatesta, L., De Luca, E., Bellagamba, G., **Uysal, S.,** Aktumsek, A., Locatelli, M. **2016.** Comparative study of biological activities and multicomponent pattern of two wild Turkish species: *Asphodeline anatolica* and

Potentilla speciosa. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry,31, 203-208.

11- Zengin, G., Aktumsek, A., Boga, M., Ceylan, R., **Uysal, S. 2016.** Essential Oil Composition of an Uninvestigated Centaurea Species from Turkey: Centaurea patula DC. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 19, 485-491.

12- **Uysal, S.,** Cvetanović, A., Zengin, G., Duravic, S. **2016.** Optimization of the extraction process of antioxidants from loquat leaves using response surface methodology. Journal of Food Processing and Preservation, 1-8,
DOI: 10.1111/jfpp.13185

13- Llorent-Martinez, E.J., Ortega-Barrales, P., Zengin, G., **Uysal, S.,** Ceylan, R., Guler, G.O., Mocan, A., Aktumsek, A. **2016.** *Lathyrus aureus* and *Lathyrus pratensi*s : characterization of phytochemical profiles by liquid chromatography-mass spectrometry, and evaluation of their enzyme inhibitory and antioxidant activities, RSC Advances. 6, 88996.

14- Zengin, G., Nithiyanantham, S., Sarıkurkcu, C., **Uysal, S.,** Ceylan, C., Ramya, K.S., Maskovic,P., Aktumsek, A. **2016.** Identification of phenolic profiles, fatty acid compositions, antioxidant activities and enzyme inhibition effects of seven wheat cultivars grown in Turkey: A phytochemical approach for their nutritional value, International Journal of Food Properties, (In Press).

15- Sarıkurkcu C., Zengin G., Aktumsek A., Ceylan O., **Uysal S. 2015**. Screening of possible in vitro neuroprotective, skin care, antihyperglycemic and antioxidative effects of Anchusa undulata L. subsp. hybrida (Ten.) Coutinho from Turkey and its fatty acid profile, International Journal of Food Properties, 18, 1491-1504.

16- **Uysal S.,** Zengin G., Aktumsek A., Karatas S. **2015**. Fatty acid composition, total sugar content and anti-diabetic activity of methanol and water extracts of nine different fruit tree leaves collected from Mediterranean Region of Turkey, International Journal of Food Properties, 18,2268-2276.

17- Zengin G., **Uysal S.,** Ceylan C., Aktumsek A. **2015.** Phenolic constituent, antioxidantive and tyrosinase inhibitory activity of Ornithogalum narbonense L. from Turkey: A phytochemical study. Industrial Crops and Products, 70, 1-6.

18- Sarikurkcu C., Zengin G., Oskay M., **Uysal S.,** Ceylan R., Aktumsek A. **2015.** Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two Origanum vulgare subspecies (subsp. vulgare and subsp. hirtum) essential oils. Industrial Crops and Products, 70, 178-184.

19- Lazarova I., Zengin G., Bender O., Zheleva-Dimitrova D., **Uysal S.,** Ceylan, R., Gevrenova R., Aktumsek A., Acar M., Gunduz M. **2015.** A comporative study of Bulgarian and Turkish Asphodelina lutea root extracts: HPLC-UV profiles, enzyme inhibitory potentials and anti-proliferative activities against MCF-7 and MCF-10A cell lines. Journal of Functional Foods. 15, 254-263.

20- Zengin G., Sarikurkcu C., Aktumsek A., **Uysal S.,** Ceylan R., Anwar F., Solak M.H. **2015.** A Comparative Fatty Acid Compositional Analysis of Different Wild Species of Mushrooms from Turkey. Emirates Journal of Food and Agriculture, 27, 532-536.

21- Zengin, G., Sarikurkcu, C., Gunes, E., Uysal, A., Ceylan, R., **Uysal, S.,** Gungor, H., Aktumsek, A. **2015.** Two Ganoderma species: Profiling of phenolic compounds by HPLC- DAD, antioxidant, antimicrobial and inhibitory activities on key enzymes linked to Diabetes mellitus, Alzheimer's disease and skin disorders. Food & Function, 6, 2794-2802.

22- Zengin, G., Sarikurkcu, C., Uyar, P., Aktumsek, A., **Uysal, S.,** Kocak, M.S., Ceylan, R. **2015.** Crepis foetida L. Subsp. Rhoeadifolia (Bieb.) Celak. as a source of multifunctional agents: Cytotoxic and phytochemical evaluation. Journal of Functional Foods.17, 698-708.

23- Ceylan, R., Zengin, G., **Uysal, S.,** Ilhan, V., Aktumsek, A., Kandemir, A., Anwar, F. **2015.** GC-MS analysis and in vitro antioxidant and enzyme inhibitory activities of essential oil from aerial parts of endemic Thymus spathulifolius Hausskn. et Velen. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, DOI: 10.3109/14756366.2015.1077822, 1-8.

24- **Uysal, S.,** Aktumsek, A. **2015.** A phytochemical study on Potentilla anatolica: An endemic Turkish plant. Industrial Crops and Products. 76, 1001-1007.

25- Zengin, G., Nithiyanantham, S., Locatelli, M., Ceylan, R., **Uysal, S.,** Aktumsek, A., Selvi, P., Maskovic, P. **2015.** Screening of in vitro Antioxidant Inhibitory Activities of Different Extracts from Two Uninvestigated Wild Plants: *Centranthus longiflorus* subsp. longiflorus and Cerinthe minör subsp. auriculata. European Journal of Integrative Medicine, 8, 286-292.

26- Zengin, G., Ceylan, R., **Uysal, S.,** Aktumsek, A. **2015.** Biological Activities of Three Extracts from *Artedia squamata*: A Study on Antioxidant and Enzyme Inhibitory Potential.Current Bioactive Compounds, 11, 152-155.

27- **Uysal, S.,** Zengin, G., Aktumsek, A. **2015.** Studies on in vitro antioxidant activities of nine different fruit tree leaves collected from Mediterranean region of Turkey. Journal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine, 1, 97-102.

28- **Uysal, S.,** Ceylan, R., Zengin, G., Aktumsek, A. **2015.** Traditionally Used Centaurea Species in Turkey: EthnoPharmacological Review. Environmental Aspects of Biodiversity.

29- **Uysal, S.,** Ceylan, R., Zengin, G., Aktumsek, A., Zengin, N., Guler, G.O., Cakmak, Y.S., Yildiztugay, E., Karatas, S. **2014.** Phytochemical Characterization of an endemic plant used as foodstuff in Turkey: *Centaurea urvillei* subsp. *stepposa* and its antioxidant properties, International Research Journal of Pharmacy, 5, 8.

30- Lazarova I., Zengin G., Aktumsek A., Gevrenova R., Ceylan R., **Uysal S. 2014.** HPLC-DAD Analysis of Phenolic compounds and antioxidant properties of Asphodeline lutea roots from Bulgaria and Turkey, Industrial Crops and Products, 61, 438-441