



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Phytolacca americana* L. Bitkisinin Farklı Habitatlardaki Bazı
Ekolojik ve Kimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması**

ARZU SAĞLAM

YÜKSEKLİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

ARZU SAĞLAM

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

***Phytolacca americana* L Bitkisinin Farklı Habitatlardaki Bazı Ekolojik ve Kimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması**

ARZU SAĞLAM

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 140 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. TUĞBA ÖZBUCAK)

Bu çalışmada Ordu ili Ünye ilçesinde farklı habitat özelliklerine sahip lokalitelerden (temiz, kirli ve sulak alan) bitkinin genç, olgun ve senesens dönemlerinde toplanan *P. americana* bitkisinin yapraklarında N (azot), P (fosfor) içerikleri bakılmış ayrıca toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi ile Demir (III) indirgenme antioksidan güç (FRAP) kapasite tayinleri incelenmiştir. Bitkinin olgun ve senesens döneminde toplanan meyve örneklerinde de fenolik, DPPH ve FRAP içerikleri belirlenmiştir. Çalışma yapılan habitatların toprak analizleri yapılmıştır. Tüm analiz edilen numuneler arasında en yüksek fenolik içerik değeri 263,25 mg GAE/g numune olarak senesens dönemde sulak alandan toplanarak oda sıcaklığında kurutulan ve su ile ekstrakte edilen bitki örneklerinin yaprak kısımlarının gözlenirken en düşük fenolik içerik değeri (0,22 mg GAE/g numune) ise yine aynı dönemde, aynı lokaliteden toplanılan bitki örneklerinin meyve kısımlarından aynı yolla hazırlanan ekstrakt durumunda saptanmıştır. 2,2-difenil-1-pikril hidrazil (DPPH) radikali giderme aktivitesi ve ferrik indirgeme antioksidan gücü yöntemlerine dayanılarak saptanan antioksidan aktivite değerleri içinde en yüksek ve en düşük bulgular söz konusu örneklerle aittir.

Yapılan çalışma sonucunda temiz, kirli ve sulak alan olarak belirlenen farklı habitatlar arasında N (azot) ve P (fosfor) değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında temiz ve sulak alan habitatlarındaki değerler kirli olarak belirlenen habitatteki değerlerden yüksek çıkmıştır. N (azot) verileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitkinin vejetatif dönemindeki genç yapraklarının yüksek N konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Meyve dönemi olan olgun dönemde ise azalmaya başlayıp senesens döneminde en düşük konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. İstatistiki olarak önemli bulunmayan P değerleri ise her üç lokalitede benzer sonuçlar göstermekle beraber en yüksek değerler sulak alan bölgesine aittir. Toprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde her üç habitatın killi-tınlı, hafif alkali, az tuzlu ve kireçli özellikte olduğu görülmüştür. Bununla beraber, kirli alanın azot, fosfor ve organik madde açısından yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Azot, Antioksidan, Büyüme Mevsimi, DPPH, Fenolik, Fosfor, FRAP

ABSTRACT

Comparison of Some Ecological and Chemical Parameters of *Phytolacca americana* L Plant in Different Habitats

ARZU SAĞLAM

MOLECULAR BIOLOGY VE GENETIC

MASTER'S THESIS, 140 PAGES

(PROF. DR. TUĞBA BAYRAK ÖZBUCAK)

In this study, N (nitrogen) and P (phosphorus) content and total phenolic content and (DPPH) radical scavenging activity and ferric reduction antioxidant power (FRAP) capacity were compared in *P. americana* leaves samples collected in young, mature and senescence period from localities (clean, dirty and wetland) with different habitat characteristics in Unye district of Ordu province. Phenolic, DPPH and FRAP contents were also determined in the fruit samples collected in the mature and senescence period of the plant. Among all tested samples, the highest phenolic content value was observed as 263.25 mg GAE/g sample in the case of extract prepared by extracting the leaf parts of the plant samples collected from the wetland during the senescence period with water after drying at room temperature, while the lowest phenolic content value (0.22 mg GAE / g sample) was determined in the case of extract prepared in the same way from fruit parts of plant samples collected from the same locality in the same period. The highest and lowest results for the antioxidant activity values determined based on the 2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and ferric reduction antioxidant power methods belong to the same samples.

As a result of the study, when the mean values of N (nitrogen) and P (phosphorus) were compared among different habitats identified as clean, dirty and wetland, the values in clean and wetland habitats were higher than the values in the habitat determined as dirty. The N (nitrogen) data were found statistically significant. It has been determined that the young leaves of the plant in the vegetative period have high N concentration. It started to decrease in the mature period, which is the fruit period, and it was found to be at the lowest concentration during the senescence period. P (phosphorus) values which are not statistically significant, show similar results in all three localities, but the highest values belong to the wetland region. When the soil analysis results were evaluated, it was seen that all three habitats were clay loam, slightly alkaline, less salty and calcareous. However, it has been determined that the dirty area is sufficient in terms of nitrogen, phosphorus and organic matter.

Keywords: Antioksidant, DPPH, FRAP, Growth Season, Phenolic, Phosphorus, Nitrogen

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazımı esnasında bilgi birikimi ve deneyimi ile bana yol gösteren, yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Tuğba ÖZBUCAK**'a teşekkür ederim.

Tezde yer alan kimyasal çalışmaların yapılmasındaki katkılarından dolayı Kimya bölümü öğretim üyesi Sayın **Doç. Dr. Melek ÇOL AYVAZ** 'a, tezimin istatistiki analizlerinin gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesindeki yardımlarından dolayı Sayın **Doç. Dr. Yeliz KAŞKO ARICI**'ya, bitki materyalimizin teşhisindeki katkılarından ötürü Sayın **Doç. Dr. Sevda TÜRKİŞ**'e, laboratuvar çalışmalarındaki her türlü destek ve yardımlarından ötürü arkadaşım Doktora öğrencisi **Gülaycan POLAT KESKİN**'e teşekkür ederim.

Aynı zamanda, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim ailem ve sevgili dedem **Ali Kemal SAĞLAM**'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
EKLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1 Aromatik Bitkilerin Tarihsel Kullanımı	9
2.2 Bitki Kimyasalları	12
2.2.1 Primer Metabolitler	13
2.2.2 Sekonder Metabolitler	13
2.2.2.1 Terpenler ve Terpenoidler	17
a) Hemiterpenler:	20
b) Monoterpenler:	20
c) Seskiterpenler:	22
d) Diterpenler	22
e) Sesterpenler:	23
f) Triterpenler:	23
g) Tetraterpenler:	24
ğ) Politerpenler:	24
h) Uçucu Yağlar:	25
2.2.2.2 Fenolik Bileşikler	26
a) Fenolik asitler:	28
b) Polifenoller:	29
d) Tanenler:	31
e) Ligninler:	32
2.2.2.3 Azotlu Bileşikler	34
2.3 Sekonder Metabolit Üretimini Etkileyen Faktörler	36
2.4 Antioksidan	37
2.5 Makroelementler	40
2.5.1 Azot (N)	40
2.5.2 Fosfor (P)	42
2.6 Önceki Çalışmalar	45
3. MATERYAL ve METOT	49
3.1 Materyal	49
3.1.1 Phytolaccaceae Familyası	49
3.1.2 Phytolacca Cinsi	49
3.1.3 Phytolacca americana Türü	49
3.1.2 <i>Phytolacca americana</i> Bitkisinin Genel Özellikleri	51
3.2 Metot	52
3.2.1 Örneklerin Toplanması	52

3.2.2 Bitki Ekstraktlarının Hazırlanışı	53
3.2.3 Çalışma Alanlarının Genel Özellikleri.....	53
Ünye Merkez Çimento Fabrikası Cıvarı:	54
Çaybaşı İlçesi Fındık Bahçesi:.....	55
Çaybaşı İlçesi Sulak Alan Kenarı:	56
3.1.4. Araştırma alanının iklimsel özellikleri.....	57
3.2.5 Laboratuvar Çalışmaları	61
3.2.5.1 Azot (N) Analizi	61
3.2.5.2 Fosfor (P) Analizi	61
3.2.5.3 Toprak Analizleri	63
3.2.5.4 Toplam Fenolik Madde Tayini	63
3.2.5.5 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini.....	64
3.2.5.6 Demir (III) İndirgeme Antioksidan Güç (FRAP) Kapasite Tayini	65
3.2.5.7. İstatistiksel Değerlendirme	66
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	67
4.1 BULGULAR.....	67
4.1.1 Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları.....	67
4.1.1.1 Meyvedeki Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları	67
4.1.1.2 Yapraktaki Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları	68
4.1.2 DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları	69
4.1.2.1 Meyvedeki DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları	70
4.1.2.2 Yapraktaki DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları	71
4.1.3 Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları	73
4.1.3.1 Meyvedeki Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları	73
4.1.3.2 Yapraktaki Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları	75
4.1.4 N ve P Analiz Sonuçları.....	75
4.1.5 Toprak Analiz Bulguları	76
4.2 TARTIŞMA	76
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	86
6. KAYNAKLAR.....	87
EKLER	113
ÖZGEÇMİŞ.....	128

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Sekonder Metabolitlerin Biyosentez Yolları	15
Şekil 2.2 Alkalodin Kimyasal Yapısı.....	34
Şekil 2.3 Serbest Radikallerin Hücresel Hedefleri.....	38
Şekil 2.4 Antioksidan'ın Serbest Oksijen Radikali İlişkisi.....	39
Şekil 3.1 <i>Phytolacca americana</i> L. Taksonu Türkiye Üzerindeki Dağılımı.....	50
Şekil 3.2 <i>Phytolacca americana</i> Taksonunun Genel Görünüşü	51
Şekil 3.3 Kurumaya Bırakılan Bitki Örnekleri	52
Şekil 3.4 Su Banyosunda Çalkalamaya Bırakılan Örnekler ve Süzme İşlemi.....	53
Şekil 3.5 Evaporatörde Uçurulan Bitki Örnekleri.....	53
Şekil 3.6 Bitki Örneklerinin Toplandığı Alanların Haritadaki Konumu.....	54
Şekil 3.7 Ordu İli Ünye İlçesi Çimento Fabrikası Uydu Görüntüsü.....	55
Şekil 3.8 Ordu İli Çaybaşı İlçesi Fındıklık Bahçesi Uydu Görüntüsü.....	56
Şekil 3.9 Ordu İli Çaybaşı İlçesi Nehir Kenarının Uydudan Görüntüsü.....	57
Şekil 3.10 Ordu İli Ünye İlçesi 1961–2019 Yıllarına Ait İklim Diyagramı	59
Şekil 3.11 Ordu İli Çaybaşı İlçesi 2015–2020 Yıllarına Ait İklim Diyagramı	60
Şekil 3.12 Demir (III)'ün İndirgenme Reaksiyonu	65
Şekil 4.1 Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği.....	67
Şekil 4.2 Askorbik Asit Kalibrasyon Grafiği.....	70
Şekil 4.3 Troloks Kalibrasyon Grafiği	73

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Sekonder Metabolit Çeşitleri	17
Çizelge 2.2 Terpen Çeşitleri.....	20
Çizelge 3.1 <i>Phytolacca americana</i> L. Taksonunun Sistematığı.....	50
Çizelge 3.2 Ordu İli Ünye İlçesi 1961–2019 Yılları Sıcaklık Değerleri.....	58
Çizelge 3.3 Ordu İli Çaybaşı İlçesi 2015–2020 Yılları İklim Ortalama Değerler	60
Çizelge 3.4 Standart Fosfor ve Kör Örneklerinin Hazırlanışı.....	62
Çizelge 3.5 Toplam Fenolik Madde Tayininde Yapılan Pipetleme İşlemleri	64
Çizelge 3.6 FRAP Tayininde Yapılan Pipetleme İşlemleri	66

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

°C	: Derece Celcius
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DPPH	: 1,1-difenil 2-pikril hidrazil
FRAP	: Demir (III) İndirgeme Antioksidan Kapasitesi
g	: Gram
GA	: Gallik Asit
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
mL	: Mililitre
TÜİK	: Türk İstatistik Kurumu
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
ROS	: Serbest Oksijen Radikali

EKLER LİSTESİ

Ek 1 Meyvedeki Fenolik madde için varyans analizi çizelgesi.....	113
Ek 2 Meyvedeki Fenolik madde için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları	114
Ek 3 Yapraktaki Fenolik madde için varyans analizi çizelgesi	115
Ek 4 Yapraktaki Fenolik madde için tanıtıcı istatistik değerleri karşılaştırma sonuçları	116
Ek 5 Meyvedeki DPPH için varyans analiz çizelgesi.....	117
Ek 6 Meyvedeki DPPH için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları.	118
Ek 7 Yapraktaki DPPH için varyans analiz çizelgesi.....	119
Ek 8 Yapraktaki DPPH için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları.	120
Ek 9 Meyvedeki FRAP için varyans analizi çizelgesi.....	121
Ek 10 Meyvedeki FRAP için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları	122
Ek 11 Yapraktaki FRAP için varyans analizi tablosu	123
Ek 12 Yapraktaki FRAP için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları	124
Ek 13 %N için varyans analizi çizelgesi.....	125
Ek 14 %P için varyans analizi çizelgesi	125
Ek 15 %P ve N sonuçları için tanıtıcı istatistik değerleri (n=3)	126
Ek 16 Toprak analiz sonuçları	127

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun var oluşundan itibaren bitkiler ile olan ilişkisi başlamıştır. Çok eski çağlara ait arkeolojik bulgulara göre, insanlar bitkilerden öncelikle tıbbi ve gıda amaçlı olarak yararlanmışlardır. Fakat 19. yüzyılda kimya sanayiinin gelişmesine paralel olarak sentetik ilaçlar öne çıkmış ve bitkisel ilaçlar önemini yitirmiştiştir. Ancak 20. yüzyılın ortalarından itibaren doğal ve sağlıklı beslenmenin öneminin anlaşılmasıyla bitkisel tedavi uygulamaları yeniden ilgi odağı olmayı başarmıştır. Günümüzde bitkiler katkı maddesi, içecek, boya, parfüm, kozmetik ve süs gibi değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Sahip oldukları antimikrobiyal, antioksidan ve farmasötik özelliklerinden dolayı ziraat, tıp, boya, eczacılık gibi farklı alanlarda kullanılmışlar ve kullanmaya devam etmektedirler (Kıralan ve ark., 2012; Kırıcı, 2015; Gökteş ve Gıdık, 2019).

Bitkiler yetiştiği bölgelerde halk tarafından çoğunlukla tanınmakta ve çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bitkilerin hangi kısmının faydalı olduğu ve nerelerde kullanılabileceği halk kültürünün önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bitkilerin kullanılması yönünde etnobotanik çalışmalar bu noktada önem arz etmektedir (Tuzlacı, 2011; Urhan ve ark., 2016). Bitkiler, yeni terapötik ajanlar için önemli kaynaklar olup, geçmişten günümüze kadar hastalıkların tedavisi veya hastalıklardan korunmak amacıyla kullanılmıştır (Uzun, 2017).

Türkiye bulunduğu coğrafyası, konumu ve geçirmiş olduğu jeolojik devirler sonucunda kazandığı nitelikleriyle florası zengin bir ülkedir. Türkiye florasına bakıldığında; 11959 civarında damarlı bitki taksonu bulunmaktadır (Erik ve Tarıkahya, 2004; Özhatay ve Kültür 2006; Özhatay ve ark., 2009). Türkiye’de 3240 endemik tür bulunması Türkiye florasının önem kazanmasını sağlar. %31.12’lik endemik bitki oranı ile Türkiye Avrupa kıtasının sahip olduğu endemik tür miktarından (2778) daha fazla endemik türe sahiptir. Sahip olduğu taksonların %40’lık bölümü İç ve Doğu Anadolu’yu kapsamakta olan İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinde, %34’lük kısmı Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesinde, %10’luk kısmı ise Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesinde dağılış göstermekte olup %16’lık bir bölümü endemik türler oluşturmaktadır (Gemici, 1994; Göktürk ve Sümbül, 2014; Keskin ve Savran, 2020).

Ülkemiz iklimsel, coğrafi ve topografik çeşitliliğinden kaynaklanan habitat çeşitliliği ile jeolojik devirler süresince Anadolu kara parçasının geçirdiği evrimsel süreç nedeniyle bitki türü çeşitliliği ve endemik bitkiler bakımından dünyanın önde gelen ülkelerinden birisidir. Türkiye Florası tür miktarı oldukça zengin cinslerden, cins miktarı oldukça zengin familyalardan meydana gelmektedir (Güner ve ark., 2012). Sahip olunan bu tür zenginliği sayesinde tıbbi, gıda ve aromatik amaçla kullanılan çok sayıda bitki vardır. Ülkemizin sahip olduğu bu zengin floradan tıbbi, gıda, endüstriyel ve ekonomik amaçlarla çok uzun senelerdir yararlanılmaktadır. Bitkilerin farklı amaçlarla kullanım avantajı onlara duyulan ilgi ve talebi daha da arttırmaktadır.

Bitkiler büyüme ve gelişme esnasında rolleri olmayan birçok organik maddeler meydana getirirler. Bunlar sekonder metabolitler ya da doğal ürünler olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerde bulunan başlıca sekonder metabolitler; alkaloidler, fenolik bileşikler, uçucu yağlar, taninler, terpenoidler, antosiyaninler ve saponinlerdir. Bu maddeler bitkilerin savunma güçlerini artırarak hayatta kalmalarını ve ortama adaptasyonlarını sağlarlar. Ayrıca bitki dokularının ve organlarının işlevlerine olumlu etki yaparlar ve rekabet yeteneği de kazandırır (Taiz ve Zeiger, 2002; Oluk, 2006; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Fenolik bileşikler bitkilerde en yaygın bulunan sekonder metabolizma ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Fenolik bileşiklerin bitkileri UV ışınları gibi zararlı ışıklardan ve patojenlerden korumak gibi görevleri vardır ve bu bileşikler tahıl, sebze ve meyvelerde yaygın olarak bulunmaktadır (Demir ve ark., 2017). Günümüzde çok sayıda fenolik bileşiğin yapısı belirlenmiş olup bunlara devamlı olarak yeni tanımlananlar eklenmektedir (Cemeroğlu, 2004; Kafkas ve ark., 2006). Ortalama 8000 çeşit fenolik madde olduğu düşünülmektedir. Bu bileşikler bitkilerin tohum, sebze, meyve, çiçek, yaprak, göve arke, dal gibi kısımlarında bulunur (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999; Coşkun, 2006; Aydın ve Üstün, 2007; Galasso ve ark., 2014; Demir ve ark., 2017; Zivanovic ve ark., 2017).

Serbest radikaller, çeşitli yaşamsal faaliyetler, enzim reaksiyonları, otooksidasyon reaksiyonları gibi endojen kaynaklar ile hava kirliliği, UV ışınları, sigara dumanı, radyasyon ve ksenobiyotikler gibi çeşitli çevresel etkenler nedeniyle meydana gelebilmektedirler (Young ve Woodside, 2001; Eken, 2007). Nötralize

olmadıklarında hücre fonksiyonunu engelleyen serbest radikaller, çekirdekdeki genetik materyale etki ederek DNA'yı kırıp mutasyonlara açık hale getirebilmektedirler. Ayrıca bağışıklık sistemindeki hücreleri yok ederek bağışıklık sistemini zayıflatma gibi ciddi hasarlara neden olabilirler (Gök ve Serteser, 2003).

Antioksidan olarak isimlendirilen maddeler serbest oksijen radikallerinin oluşumunu engeller. Ayrıca oluşmuş olan radikalleri yok eder ve bu sayede hücreyi hasar almaktan korur (Kahkönen ve ark., 1999; Nagai ve ark., 2005; Ardağ, 2008; Oviasogie ve ark., 2009). Bu kimyasal maddelerin özelliği vücutta savunma görevi yapmaktır. Bu savunma görevini kendi elektronları ile serbest radikalleri nötralize ederek gerçekleştirir (Prior ve Cao, 1999). Antioksidanların insan sağlığında önemli olmasını sağlayan en önemli etkenler bu bileşiklerin kimyasal yapıları, çözünürlükleri, gösterdikleri aktiviteler ve doğal kaynaklardan çok rahat bir şekilde elde edilebilmeleridir (Kaur ve Kapoor, 2001). Bitki fenolikleri genel itibariyle doğal antioksidan kaynaklarını oluştururlar (Atoui ve ark., 2005; Huang ve ark., 2005; Skerget ve ark., 2005; Mathew ve Abraham, 2006). Doğal antioksidanların insan sağlığı için yararlı etkileri üzerine çok sayıda çalışma olduğu bildirilmiştir (Zivanovic ve ark., 2017).

Fenolik maddelerin sahip olduğu biyoyararlığı, bu maddelerin çözünürlüklerine ve molekül büyüklüklerine bağlı olarak belirlenen absorblanma ve metabolize olma yetenekleri sayesinde (Balasundram ve ark., 2006). Farmasötik ve gıda endüstrileri gibi farklı alanların biyoaktif bileşenlere olan talepleri üzerine, doğal bileşiklerin antioksidan aktiviteleri bilim insanları tarafından yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Bitkisel kaynaklar sahip oldukları çeşitlilik ile canlılarda ve gıdalarda meydana gelen oksidatif hasara karşı koruma sağlayabilecek daha güvenilir ve sağlıklı antioksidanlar sunabilirler. Bu yüzden de yapılan çalışmalar ile doğal kaynaklardan elde edilebilen yüksek antioksidan aktiviteli ekstraktların sentetik antioksidanların yerine kullanması hedeflenmektedir (İşbilir, 2008).

Genetik, fizyolojik ve çevresel faktörler bitkilerin kimyasal kompozisyonunu belirlemede önemli rol oynayabilir. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitler buldukları ortamın sıcaklık, ışık, nem gibi abiyotik faktörleri ile yükseklik gibi topografik faktörlerinden etkilenmektedirler.

Örneğin yüksek rakımlarda yüksek UV-B radyasyonu ve düşük sıcaklıkların bitki sekonder metabolizmasını etkilediği bildirilmiştir. Bununla beraber yüksek bitkilerin yükseltiye bağlı olarak kimyasal profilinde görülen çeşitlilik birkaç tür dışında detaylı olarak çalışılmamıştır (Rieger ve ark., 2008; Albert ve ark., 2009; Jaakola ve Hohtola, 2010; Bernal ve ark., 2013). Sonrasında pek çok araştırmacı yüksek kesimlerde yetişen bitkilerin bitki gelişimi, morfolojisi ve fizyolojisi üzerinde pleiotropik etkiye sahip olan daha fazla derecede UV-B radyasyonuna maruz kaldıklarını ve bu ışık altında uyarılan en etkili koruma mekanizmasının flavonoid ve fenollerin biyosentezi olduğunu kanıtlamışlardır (Frohnmeier ve Staiger, 2003). Bu bilgiler yine aynı şekilde yüksek kesimlerde yetişen bitkilerde yüksek oranda fenolik ve flavonoid içerik olmasını açıklamaktadır. Literatürde rapor edilen tam tersi durumlarda söz konusudur. Düşük plantasyon yüksekliğinden elde edilen siyah çayın yüksek rakımdan elde edilene oranla %22-28 oranında daha fazla polifenol içerdiği Zhang ve Tsao (2016) tarafından rapor edilmiştir.

Bitkilerde bulunan polifenoller ile diğer fitokimyasalların dağılımını etkileyen biyotik ve abiyotik ekolojik faktörler bulunmaktadır. Özellikle abiyotik faktörlerin bitkinin büyüme ve gelişim ile ilgili biyokimyasal proseslerinde azalmaya, reaktif oksijen ve azot türleri ile bitkinin savunmada görev yapan fenolik bileşiklerinde artmaya yol açabileceği bilinmektedir. Bunların yanı sıra mevsimsel varyasyonun da bitkinin kimyasal profilini etkileyebileceği yapılan bilimsel çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Lemos ve ark., 2017). Galasso ve ark. (2014) farklı gelişme dönemlerinde toplanan *Thymus longicaulis* C. Presl örneklerinin fenolik profillerinin varyasyon gösterdiğini rapor etmiştir (Galasso ve ark., 2014). *Vaccinium myrtillus* bitkisinin kullanılan kısımlarının fenolik bileşiklerinin genetik faktörler, çevresel şartlar ile gelişme döneminden etkilendiği belirtilmiştir (Bujor ve ark., 2015).

Damarlı bitkilerin çoğunda yapraklar primer fotosentetik organlardır (Chen ve ark., 2012). Yaprak besin elementi konsantrasyonları, yaprakların fotosentez, solunum, terleme, gaz değişimi ve besin depolaması gibi temel fizyolojik aktivitelerin meydana geldiği yerler olması sebebiyle yaygın olarak bitkilerin beslenme durumunun etkin bir ölçüsü olarak kabul edilir. Yaprak besin elementlerindeki mevsimsel değişiklikler senesensden önce yeniden translokasyona ve rezorbsiyona yanıt olarak

meydana gelir (Özbucak ve ark., 2008). Yapraklar aynı zamanda stres, UV radyasyonu, reaktif oksijen çeşitleri (ROS) gibi olumsuz koşullara karşı etkin cevap oluşturma ve antioksidan bileşikler üretme gibi işlevlere de sahiptirler (Yalçın, 2018).

Yapraklar bitkilerde besin elementi konsantrasyonunun belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Bilgin ve ark., 2004; Özbucak ve ark., 2013; Güzel, 2017). Azot (N) ve Fosfor (P) ekosistem fonksiyonları ve dinamiklerinde önemli rol oynayan iki önemli yaprak besin elementidir. Hem karasal hem de sucul ekosistemlerde bitki büyüme ve gelişimini sınırlayan iki önemli bileşendir (Milosevic ve ark., 2009; Özbucak ve ark., 2011; Kılıç ve ark., 2012; Bilgin ve Güzel, 2017). Bunlar bitki büyümesini teşvik eden elementlerdir. Bitkilerin fotosentetik performansını etkileyen azot ve fosforun bitkinin beslenme durumunu ortaya koyduğu bilinmektedir (Orgeas ve ark., 2002; Demirayak ve ark., 2011). Aynı zamanda azot ve fosfor hücreden ekosisteme kadar bütün biyolojik sistemlerde önemli fonksiyonlara sahiptir. Farklı ekosistemler arasında birlikte ve karşılıklı etkileşimleri yaygındır (Bilgin ve Güzel, 2017).

Azot ve fosfor elementleri yüksek yapılı bitkilerde gelişme ve büyüme fazlarında fazla miktarda aktifken, yaslanma fazında kök ve göve arkeye depolanmak için taşındıklarından yani resorbe olduklarından aktiflikleri büyük oranda düşmektedir. Yaprak besin element içerikleri, toprak verimliliği, yağış miktarı, sıcaklık gibi faktörler bu geri taşınımında yani rezorbsiyon üzerinde etkilidirler (Chapin, 1980; Milosevic ve ark., 2009; Türkiş ve Özbucak 2010; Özbucak ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalara göre çalıştığımız bitkini Mn ve Cd ile kirlenmiş toprakların ıslahı için büyük bir potansiyele sahip, iyi bir Mn ve Cd hiperakümülatörüdür (Min ve ark., 2007; Bidwell ve ark., 2002; Peng ve ark., 2008; Zhao ve ark., 2011).

Bitkinin vejetatif gelişmesi ve bitkide yeni hücrelerin meydana gelebilmesi için gerekli olan azot elementinin eksikliğinde büyüme miktarı azalır, bitki zayıf ve cılız kalır. Toprak üstü aksamında olduğu gibi bitkinin kök yapısında da zayıflıklar oluşarak kök dallanmaları azalır. Azot noksanlığında, bitki rengi koyu yeşilden açık yeşil renge dönüşür ve fotosentez azalır. Noksanlığın daha ileri boyutlara ulaşması durumunda, yapraklarda klorozis görülür ve bu noksanlığın devam etmesi halinde, yapraklar kahverengiye dönüşür ve ölüm gerçekleşir (Kacar ve Katkat, 2010).

Azot fazlalığında ise, bitkideki vejetatif gelişme zamanı uzar, çiçeklenme gecikir ve bitkide karbonhidrat miktarı azaldığından bitkide şeker miktarı azalarak acı bir tat oluşur. Meyveler geç olgunlaşmaya başladığı gibi bitkilerin hastalıklara karşı direnci de azalır (Aktaş ve Ateş, 1998). Fosfor eksikliğinde de genel olarak azot eksikliğinde ortaya çıkan belirtiler görülmekte olup bitkideki gelişim süreçleri etkilenmektedir. Ayrıca bitkilerdeki yaprak yüzey alanı ile gelişimi önemli miktarda azalma göstermektedir (Bayram ve ark., 2004).

Çalışmamızın materyalini oluşturan *Phytolacca americana* L. bitkisi özellikle doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır (Tubives, 2014). Yörede Şekerciboyası, Acımur, Dünya güzeli isimleri ile bilinir (Baytop, 1994). İstilacı bir yabancı ot olan bitki tarla bitkileri, çayır ve mera alanları gibi farklı yerlerde sorun oluşturabilmektedir. *Phytolacca americana* L. Amerika'nın yerel halkı tarafından tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır. İlkbaharda oluşan genç sürgünleri toplanarak yenmekte, kökleri ise sonraki zamanlarda tüketilmek amacıyla sonbaharda toplanarak kurutulup saklanmaktadır. Bitkinin iki defa suyu değiştirilerek kaynatılmasıyla kuşkonmaza benzer bir tad meydana gelmekte ve meyvelerinin kaynatılmasıyla oluşan renkli madde de gıda sektöründe renk vermek amacıyla kullanılmaktadır (Ravikiran ve ark., 2011).

İstilacı türler arasında yer alan *P. americana* tohumları kuşlar vasıtasıyla kolayca uzak mesafelere ve geniş alanlara dağılabilmektedir (Mullekum, 2011). Hafriyat, güçlü rüzgarlar, tarım cihazları, bazı yaban hayvanları gibi farklı yollarla da kısa mesafelere dağılırlar. Bitkinin yeni bölgelere taşınarak orada yayılması genel olarak tek bir seferde meydana gelmemektedir. Kuzey Amerika orjin olmak üzere farklı bölgelerden sürekli yeni bulaşmalar meydana gelmektedir. Bitkinin yeni taşındığı alanlardaki genetik çeşitliliğinden bunu anlamak mümkün olmaktadır (Semaga ve ark., 2001). Bu da bitkinin adaptasyon gücünü arttıran önemli bir faktördür (Chun ve ark., 2011).

P. americana L. taksonunun tedavi, gıda ve hayvan yemi olarak kullanıldığı ancak zehirli olduğu için kullanımına dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Baytop 1994; Nabavi ve ark., 2009a). Kaynatılmış yaprakları Amerika mutfağında popüler bir salata (büyükkanne salatası) olarak kullanılmaktadır. Çiçekleri tek veya diğer bitki

kısımları ile beraber ağrı kesici ve ateş düşürücü etki göstermektedir (Nabavi ve ark., 2009a). Toksisitesine rağmen, özellikle hepatotoksisiteye rağmen, birçok tıbbi özelliği bilinmektedir (Stein,1979). Bitki en yaygın olarak müshil olarak kullanılmıştır. Ağrı giderici, antiinflamatuvar, anti romatizma ve antiartritlik aktivitelere sahip olduğu gösterilmiştir, ayrıca çeşitli cilt hastalıklarının tedavisi için de uygundur (Goldestein ve ark.,1973; Mumcu ve Korkmaz, 2018). Kuzey Amerika'da, dünyanın diğer bölgelerinde ve İran'ın kuzeybatı bölgelerinde acı çeken ve ateşin azalması için kullanılan 150 tür *Phytolacca* kurutulmuş çiçeği bulunmaktadır (Goldestein ve ark., 1973). Bu türler veya izole edilmiş bileşenlerinin, mitojenik (Farnes,1964), antiviral (Irvin, 1975), translasyonel inhibitör aktivite (Bjorn ve ark.,1984), nörotrofik aktivitelere (Fukuyama ve ark., 1992), antimikrobiyal (Minami ve ark., 1998) ve antifungal aktivite (Quiroga ve ark., 2001) sahip olduğu bilinmektedir (Nabavi ve ark., 2009b).

Phytolacca americana L., AIDS, kanser, herpes (uçuk), kötü nefes kokusu ve daha birçok hastalığın tedavisinde ve güneş enerjisi sanayisinde kullanılmaktadır. (Bununla birlikte, bu bitkilerde Mn'in detoksi bağlantı mekanizması hala açık değildir. Çin'in Xiangxi bölgesindeki kirlenmiş alanlarındaki bitkilerin sürgünlerinde yüksek Mn ve Cd konsantrasyonlarının ortak birikim potansiyelinin yüksek olduğu bulunmuştur (Peng ve ark., 2006).

Aromatik bitki, sebze, meyve ve çeşitli baharatların tohum, meyve, yaprak, kök, kabuk gibi kısımları kullanılarak antioksidanca zengin ekstraktlar tanımlamak üzere yapılmış çok sayıda çalışma vardır (Tepe ve ark., 2006, Chen ve ark., 2007; Yılmaz, 2019). Bitkilerde farklı ekolojik koşulların ve farklı gelişme dönemlerinin oluşturabileceği değişimlerin belirlenebilmesi veya haritalanabilmesi terapötik açıdan önemli ikincil metabolitlerin artan talebinin güvenli bir şekilde karşılanabileceğinin teminatını oluşturmaktadır (Choudhary ve ark., 2014). Bu nedenle bitki sekonder metabolitlerinin değişen ekolojik faktörler tarafından tetiklenen varyasyonunun değerlendirilmesi önemlidir.

Bu çalışmanın amacı Ordu ili Ünye ilçesinde farklı habitat özelliklerine sahip lokalitelerden toplanan *P. americana* bitkisinin bazı ekolojik ve biyoaktif bileşenlerindeki değişimi karşılaştırmaktır. Farklı ekolojik ortamların bitkinin

kimyasal profili üzerindeki değişimini belirlemek için yapılan bu çalışmanın bu ve benzer konularda yapılacak çalışmalar ile bitkiden farklı şekillerde faydalanılması üzerine yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Aromatik Bitkilerin Tarihsel Kullanımı

İlk insanlar aromatik bitkileri farklı amaçlar için sıklıkla kullanmışlardır. Örneğin, Paleolitik dönemde insanlar, çiğ eti saklamak için aromatik bitkilerden faydalanmışlardır. Sümerlere ait antik kentte yapılan kazılarda MÖ 3000 senesine ait olan bir kitabe rastlanmıştır ve bunun 145 satırdan oluşan 15 reçeteyi kapsayan bir tıbbi eser olduğu anlaşılmıştır. Yine Çin imparatoru ve hekim Şi-Non MÖ 3000 sene önce yazmış olduğu Ben-tsoo adlı eserinde ‘Senin vücudunun sağlığı bitki öz suyundandır’ demiştir ve bu kitap bitkiler hakkında ilk kitap olmuştur (Mammadov, 2014).

1957-1961 senelerinde Kuzey Irak’ta bulunan Şanidar Mağarası’nda birtakım kazılar yapılmış ve bu kazılarda Neandertal insan kalıntıları bulunmuş ayrıca mezarda bulunan kalıntılar, bitki ile insanın arasındaki bağlantının başlangıç verisi kabul edilir. 60 bin yıl öncesinden itibaren günümüze kadar ulaşmış olan ve bir şamana ait olduğu varsayılan mezarda, gülhatmi, peygamber çiçeği, kanarya otu, sümbül ve civanperçemi gibi bitki türleri tespit edilmiştir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

İlk çağlara ait arkeolojik bulgulara göre insanlar, bitkilerden özellikle besin elde etmek ve sağlık sorunlarını gidermek için faydalanmışlardır (Koçyiğit, 2005). Bitkilerin tedavi amacıyla kullanılması insanlığın tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Bitkilerle yapılan tedavilerle ilgili ilk kayıtlar M.Ö. 5000’lerde Mezopotamya uygarlığında tespit edilmiştir. Burada 250 adet bitkisel droğun kullanıldığı belirlenmiştir.

Ölülerini gömen toplumlarda ölen kişinin tekrar yaşama döndüğüne inanılır. Bu yüzden tekrar hayata dönen kişinin kullanması amacıyla mezarına bitkiler konmaktadır. Bu bitkilerin yenen ve şifa veren bitkiler olarak ikiye ayrıldığı düşünülmektedir. Çünkü bu bitki türleri günümüzde tıbbi bitki olarak önem arz etmektedir (Lewin, 2000; Heinrich ve ark., 2004)

MÖ 3000 yılında Mısır’da, MÖ 2700’de Çin’de insanlar tarçını kullanmışlardır. Eski Yunanlılar ise baharatları kokulu aromatik bitkiler olarak adlandırmışlardır. Yine aynı dönemlerde dünyanın farklı yerlerindeki insan toplumlarında bitkiler gıda, tıbbi, boya ve kozmetik gibi değişik amaçlar için kullanılmış. MÖ 1500 yılında Mısır

kraliçesi gemiyle gezi düzenleyerek aromatik bitkileri toplatıp bir yerde yetiştirilmesini sağlaması, MÖ 2000’li yıllarda kokulu bitkilerden eterik yağ, örneğin gül yağı eldesi, eski Yunanlıların yere sermiş oldukları hasırları bitki boyaları ile boyamaları ve tıbbi bitkiler için hazırlanmış olan reçeteler örnek olarak verilebilir. 695 yılında Çin bilim adamları 844 tür bitkiyi içeren bir eser yazmışlar ve bu kitap dünya çapında kollektif bir şekilde yazılan ilk devlet farmokopisi olmuştur. İlaç hammaddesi olarak ve alternatif tıp yöntemlerinde kullanılan bitki bileşenleri, gıda ve kozmetik sektörlerinde de kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler geleneksel tıpta hastalıklardan korunmak ve tedavi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Mammadov, 2014; Çelik ve Uysal 2020).

Neolitik dönemler ve şifalı bitkiler hala dünyada kullanılan başlıca ilaç türleri olmaya devam ediyor (Akın, 2020) Eski zamanlarda insanlar hastalıklarla savaşmak için doğada ilaç arıyorlardı. O dönem bitkilerle hastalıklar ve tedavi yöntemleri hakkında yeterli bilgi bulunmadığı için insanlar bir bitkinin tedavide nasıl kullanılabileceğini tecrübe ederek öğrenmişlerdir (Petrovska, 2012; Pan ve ark., 2014; Akın, 2020).

İslam döneminde yapılan çalışmaların çoğu arap ve acem dillerinde olmuştur. Bu konuda 800-1000 yılları arasında en iyi eserler yazılmış ancak Moğol istilaları ile yakılarak ortadan kaldırılmıştır. İslam bilim adamları kendi yaptıkları çalışmaların yanısıra eski Yunan, Roma ve diğer uygarlıkların eserlerini kendi dillerine çevirerek hem bilime hem de bu eserlerin korunmasına katkıda bulunmuşlardır (Mammadov, 2014).

İnsanlığın yerleşik düzene geçmesiyle beraber Anadolu’daki mevcut zengin bitki çeşitliliği ile beslenen kültürel zenginliği günümüze dek ulaşmıştır. Anadolu; şifalı bitkilerden faydalanma konusunda önemli ve zengin bir birikime sahiptir. Çevresinde bulunan bitkilerin şifalı yönlerini deneme yanılma yoluyla öğrenerek yeni kuşaklara aktarmıştır. Bu coğrafyanın insanların bu konulardaki bilgi birikimleri yapılan etnobotanik çalışmalarla ortaya konulmaktadır (Alpınar, 2010; Kırıcı, 2015).

Ülkemizin bitki çeşitliliği açısından zengin olması, farklı ekolojik ve iklimsel şartlara sahip olması, Avrupa-Sibirya, Akdeniz, İran-Turan fitocoğrafik bölgelerinin kesişim noktasında olması, topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik ve toprak çeşitlilikleri

ile 0-5000 metreler arasında değişen yükselti farklılıkları, çok farklı ekosistem tiplerine sahip olması ve Avrupa ülkelerine göre buzul döneminden daha az etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Floranın zengin bitki türü ve çeşitliliği nedeniyle doğadan toplanan ve kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler açısından büyük bir ekonomik potansiyele sahiptir (Kırıcı, 2015). Coğrafya değiştirikle aynı aromatik bitki türlerinin kimyasal bileşimleri değişmekte yani çeşitlilik göstermektedir (Zygodlo ve Juliani, 2003).

Modern tıbbın henüz gelişmediği eski çağlarda, insanlar tedavi olmak için günümüzde adına "Halk Hekimliği" dediğimiz geleneksel tıbbi uygulamalara başvurmuşlardır. Bu sayede, her toplumun kendine özgü örf, adet, gelenek ve görenekleri ile şekillenen halk hekimliği uygulamaları ortaya çıkmıştır. Eski dönemlerde tıbbi alanlarda şifalı bitkiler kullanılmış ve bu bitkilerden oluşturulan preparatların bazılarının iyileştirici özellikleri bilimsel yöntemlerle ispatlanmış ve resmi farmakopelere eklenmiştir. Mesela; *Ginkgo biloba* bitkisinin hafıza güçlendirici etkisinin klinik deneylerle saptanmasıyla bitkinin kullanımında artış olmuştur (Baydar, 2019).

Geçmişte olduğu gibi günümüzde de bitkiler pek çok hastalık için kullanılmaktadır."Tıbbın babası" olarak da bilinen Hipokrat "Yiyecekleri ilacınız yapın, ilacınızı yemeğiniz" demiştir. Ayrıca, kitaplarında pek çoğu tıbbi ve aromatik özellikte olan 400 kadar bitkiden söz etmiştir. Günümüzde tıbbi ve aromatik özellikteki bitkiler, ilaç, baharat, renklendirici, koruyucu ve diğer birçok benzer ürün için hammadde haline gelmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen veriler bugüne kadar, tıbbi ve aromatik bitkilerin en eski ve en yaygın ilaçlar olduğunu ispat etmektedir (Solomou ve ark., 2016; Varlı ve ark., 2020).

Sentetik olarak oluşturulan ilaçların zamanla hastalıklara karşı yetersiz olması, her soruna çözüm olamaması ve yan ve toksik etkilerinin yüksek olabilmesi sebebiyle bitkisel kökenli ilaçlara yönelişi hızlanmıştır. Örneğin; kanser tedavisinde öne çıkan sekonder metabolitler büyük önem kazanmıştır. Porsuk ağacından (*Taxus brevifolia*) elde edilen taksen alkaloidinden Taxol adıyla, kamptotesa ağacından (*Camptotheca accuminate*) elde edilen kamptotesin alkaloidinden yapılan ve ticari olarak satılan kanser ilaçları üretilmiştir (Baydar, 2019).

Gelişen teknolojilerin katkısıyla bitkilerin kullanım alanlarının belirlenmesi, içerdikleri etken maddelerin tanımlanması ve ilaç haline getirilmesi gerekmektedir (Şener, 2010).

2.2 Bitki Kimyasalları

Bitki kimyasalları primer ve sekonder metabolitler olarak ikiye ayrılır (Oskay ve Oskay, 2009). Primer metabolitler (protein, karbonhidrat, yağ, vitamin) canlılar için büyüme, metabolizma faaliyetleri ve üreme gibi yaşamsal faaliyetlerde rol alırken, sekonder metabolitler (fenolik bileşikler, terpenler-steroidler, alkaloidler, kükürtlü bileşikler) primer metabolitlerden biyosentetik yolla üretilirler. Bu bileşikler canlıların yaşamsal süreçlerinde yer alırlar (Ülger ve Ayhan, 2020). Doğada oldukça yaygın bulunan primer metabolitler, yüksek bitkilerin tohum ve vejetatif dokularında oldukça fazladırlar (Cowan, 1999, Theis ve Lerdau, 2003). Bitkinin fizyolojik gelişimi için gereklidirler. İnsanoğlunun yaşamını sürdürülebilmesi için gerekli olan karbonhidrat, protein ve yağların, yani primer metabolitlerin temel kaynağını bitkiler oluştururlar. Sekonder metabolitler ise bitki tarafından üretilen ilaç, kimya, gıda, tekstil, kozmetik sanayi ve tarımsal mücadele gibi farklı sektörlerde kullanılan kimyasallardır (Ramachandra ve Ravishankar, 2002).

Çoğu yüksek bitki, ekonomik olarak önemli olan organik kimyasalları içermektedir. Bu organik kimyasallar; alkaloid, terpen, fenolik bileşikler, nadir amino asitler, bitki aminleri ve glikosidlerdir. Bitkinin bünyesinde birikerek çok sayıda teknolojik, ticari ve bilimsel uygulamalara ham madde kaynağı olan sekonder metabolitler canlıların yaşamsal fonksiyonlarında doğrudan rolü olmasa da sağlığın korunmasında ve sürdürülmesinde önemli görevler üstlenirler (Babaoğlu ve ark., 2001). Biyoaktif özellikli kimyasal bileşikler olan sekonder metabolitler özellikle tıp ve eczacılık alanlarında sıklıkla kullanılsa da, fonksiyonel gıda bileşeni ve besin takviyesi olarak kullanılabilirler dolayısıyla da önemlidir (Güven ve Gürsul, 2014; Ülger ve Ayhan, 2020).

Özellikle yağlar, taninler, saponinler, doğal plastikler, yapışkanlar, balmumu, boya ve ilaçların kaynağı olan doğal bitki ürünleri (fitokimyasallar) çok sayıda endüstride doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmaktadır (Balandrin ve ark., 1985)

2.2.1 Primer Metabolitler

Karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asitler gibi maddeler doğada yaygın olup primer metabolitler olarak isimlendirilmekte ve bu metabolitler yüksek bitkilerin tohum ve vejetatif dokularında yüksek oranda bulunmaktadır. Bu kimyasallar hücre metabolizmasında temel görev alırlar. Bitkinin fizyolojik gelişimi için zorunludurlar. Bütün bitkilerde bulunan primer metabolitler beslenme ve üreme gibi faaliyetlere katılıp matabolik işleve arke bulunurlar (Croteau ve ark., 2000). Primer metabolitler solunumun Krebs döngüsünde karboksilik asitleri üreten süreçleri ifade eder (Bakır, 2020).

2.2.2 Sekonder Metabolitler

Sekonder metabolit kavramı ilk olarak 1891 yılında Kossel tarafından primer metabolitlerin zıttı olarak tanımlanmıştır. Theis ve Lerdau (2003) ise sekonder metabolitleri bitkilerce üretilen, birtakım fizyolojik mekanizmaların fonksiyonlarıyla oluşan ve solunum ya da fotosentez gibi hayati fizyolojik olaylar için mutlak gerekli olmayan maddeler şeklinde tanımlanmıştır.

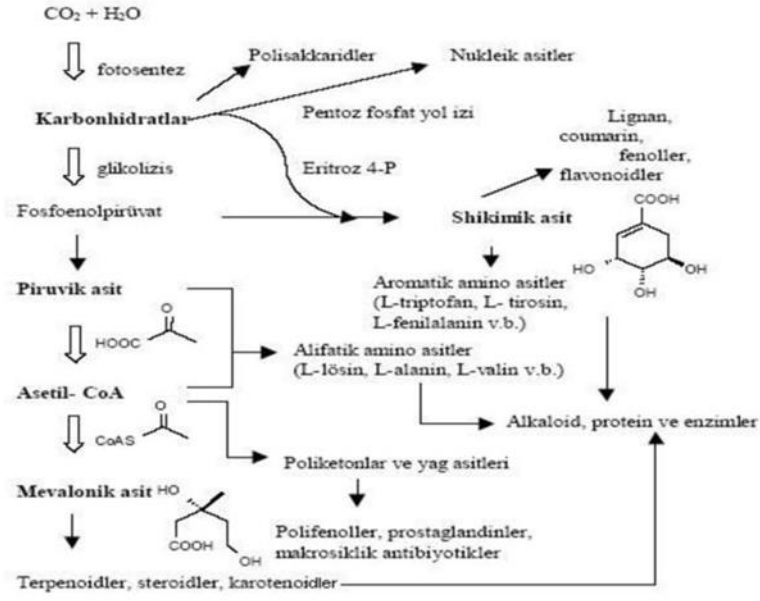
Önceleri bitkilerin sahip olduğu sekonder ürünler aktif olmayan atık ve depo ürünleri olarak düşünölmekteydi. Fakat sonraki dönemlerde bazı polimerler dışında (tanen, lignin ve kauçuk gibi) bütün sekonder ürünlerin dönüşebildiği anlaşıldı. Son yapılan araştırmalar çeşitli sekonder ürünlerin oluştuktan bir süre sonra primer metabolik ürünlere indirgenebileceğini ve böylece C ve N enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Alaca ve Arslan, 2012).

Sekonder metabolitler bitkiler için önemli fonksiyonları olan karmaşık kimyasal bileşenlerdir. Bitki yaşamı için elzem olmamasına rağmen bitki için stres oluşturan herhangi bir olumsuz koşulla (utraviyole ışını, herbisit, kuraklık, tuzluluk vb.) karşılaştığı durumda sentezlenmeye başlayan, savunma mekanizması işlevi görevini yapan metabolitlerdir (Sönmez ve Okkaoğlu, 2019).

Bitkilerde patojen, virüs ve böceklerle karşı savunmada sekonder metabolitler önem arz etmektedir. Ayrıca bitkinin üreme döngüsünde çiçek tozlarını taşımada veya tohumları taşımakta görev alan böcekleri çeken özellikte sekonder metabolitler bulunmaktadır (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2017). Ayrıca bitkiyi büyüme koşullarındaki

olumsuz etkilerden koruyarak bitki gelişimine yardım ederler (Güven ve Gürsul, 2014). Ayrıca bu metabolitler bitkileri yalnızca farklı streslerden korumazlar, aynı zamanda bitkilerin dayanıklılığını ve gücünü de arttırmaları (War ve ark., 2012). Sekonder metabolitler bitkiler aleminde sınırlı dağılım gösterirler. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerin çoğu cinse hatta bitki türüne özgüdür, diğer bitkiler tarafından üretilmezler (Ramachandra, 2002; Yılmaz, 2012). Sekonder metabolitler vakuolde veya hücre çeperinde depolanırlar.

Son yıllarda sekonder metabolitlerin ekolojik fonksiyonlara sahip olduğu yönündeki düşünceler yaygınlaşmaktadır. Bu maddeler çevre ile temasın en önemli elementleri olup, biyokimyasal adaptasyonu gerçekleştiren faktörlerdir. Çevre faktörlerinin değişmesi sonucunda bitkilerin adaptasyon yolu ile bu koşullara uyum sağlaması, sekonder metabolitlerin çeşitliliği, bitki türlerinin onları gerektiği zamanda üretmesi, fenolojik dönemin süresi gibi faktörlerden ileri gelmektedir. Sekonder metabolitlerin sentezi plastidlerde ve sitozolde (tamamen endoplazmik retikulumda) yapılmaktadır. Sentezlenen sekonder metabolitler ya vakuolde ya da hücre duvarında depolanmaktadır. Alkoloidler ve glikozitler, tuzlar oluşturarak vakuollerde; izoterpenler ve fenolik bileşenler ise hem vakuollerde hem de hücre duvarında depo edilir (Mammadov, 2014). Kimyasal olarak birbirlerinden farklı özellikte olan bu gruplar glikoliz, fotosentez ve krebs döngüsü boyunca gerçekleşen yan basamaklardan üretilmektedirler. Primer metabolizmanın ana yollarından ve bu süreçlerin ara ürünleri olan asetil coA, şikimik asit, mevlonik asit ve deoksiksiloz-5-fosfat üzerinden (Şekil 2.1) sekonder metabolitler sentezlenmektedir (Dewick, 2002).



Şekil 2.1 Sekonder Metabolitlerin Biyosentez Yolları

Sekonder metabolitlerin sentezlenmesi değişik şekilde organize edilen biyosentez olaylarıyla bağlantılıdır:

- 1) Az miktarda primer metabolit harcanarak çok miktarda sekonder metabolit elde edilir.
- 2) Hücrenin farklı kısımlarında sekonder metabolitlerin farklı bölümleri sentezlenir.
- 3) Çok sayıda spesifik ve spesifik olmayan enzim ile sekonder metabolitler sentezlenir.

Sekonder metabolitler bilhassa fenolik bileşikler biyoaktif maddelerdir ve bu özellikleri sayesinde ilaç sanayinde, kozmetik alanlarda ve tıbbi bileşiklerin eldesinde çok önemli kullanım potansiyeline sahiptir. Antioksidan ve antikanser aktiviteleri yüksek olan fenolik bileşikler gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır.

Bitkilerde sekonder metabolitlerin yapısına çevre faktörlerinin, coğrafi, iklim, edafik (toprak), orografik (relyef) ve biyolojik faktörlerin etkisi büyüktür. Dünyanın güney kısmında yetişmekte olan bitkilerde genelde eterik yağlar ve alkaloidler, soğuk bölgelerde ise flavonoidler ve tanenler daha çok bulunmaktadır. Sıcak ve nem oranının

artması sonucunda karotenoidler, düşük sıcaklıklarda glikozitler, nemin düşüşünde ise flavonoidler oluşmaktadır. Sekonder metabolitlerin yapısı toprak koşullarından (nemi, asitliği vb.) etkilenmektedir. Örneğin; topraktaki asit miktarı arttığında, *Datura* bitkisinin yapraklarındaki alkaloid miktarında düşüş ortaya çıkmaktadır. Sert kireçli topraklarda yetişmekte olan bitkilerde tanen fazla iken, siyah ve kumlu topraklarda yetişenlerde azdır. Kök kaynaklı metabolit verimini etkileyen en önemli faktörler sıcaklık ve ışıktır. Bu faktörlerden sıcaklık stresi, bitkilerde protein moleküllerinin denatüre olarak yapılarının bozulması, lipid yapının sıvılaşması ve hücrenin sahip olduğu membran yapısının bozulması gibi birçok moleküler, fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açar. Bu değişikliklerin yol açtığı stres sinyallerinin sonucunda sekonder metabolitlerin üretimi artar (Zobayed ve ark., 2005; Mammadov, 2014; Demirci ve ark., 2015).

Orografik faktörler (yükseklik, siklonların hareketi) sekonder metabolitlerin salınmasını etkilemektedir. Örneğin; Kore cinsengi (*Panax ginseng*) bitkisi biyolojik aktif bileşenlerini, doğu ve batı kuşağında, sedir (*Cedrus sp.*) veya geniş yapraklı ormanlarda 700 m yüksekliklerde daha iyi salgılamaktadır (Mammadov, 2014). Işığın, bitkilerin büyüme ve gelişmesine etkisinin yanı sıra primer ve sekonder metabolitlerin oluşmasında da etkisi olduğu bilinmektedir (Vanquez-Flota ve De Luca, 1998; Liu ve ark., 2002; Halliday ve Fankhauser, 2003; Hemm ve ark., 2004). Işığın antosiyanin birikimini artırdığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır ve ışığın fotooksidatif strese yol açarak hücrelerde tepki amacıyla antosiyanin sentezini artırdığı tespit edilmiştir (Song ve Lee, 1998). Karanlık koşullarda kültüre alınan köklerin daha kalın olduğu saptanmıştır ayrıca aydınlık koşullarda kültüre alınan köklerde kafeik asit türevleri ile antosiyanin birikiminin daha fazla olduğu saptanmıştır (Abbasi ve ark., 2007; Demirci ve ark., 2015).

1868 yılında Darwin, iklim şartlarının etkisi yüzünden türlerin kimyasal yapılarında değişimlerin olduğunu söylemiştir. Darwin bitkilerin kimyasal yapısının, çiçeklerinin kokusunun ve dokuların değişim göstermiş olsa da bunların hiçbirisinin bizim dikkatimizi çekmediğini ve bize önemsiz gözüktüğünü belirtmiştir. Baldıran otu (*Conium sp.*) Şotland'da çok iyi gelişmez, Kurtboğan (*Aconitum sp.*) bitkisi ise soğuk iklimde zehirli değildir. Yüksük otu (*Digitalis sp.*) tıbbi özellikleri kültür ortamında değişir. Defne (*Laurus sassafras*) bitkisi Avrupa ortamında rengini, Kuzey Amerika

ortamında ise kendi genetik özelliklerini kaybeder. Yukarıda ifade edildiği gibi çevre koşullarının değişimi sonucunda bitki yapılarında oluşabilen kimyasal değişimler sadece bitkilerin sayısını değil, onların kalitesini de etkilemektedir (Mammadov, 2014).

Primer metabolizma yollarının ana ürünlerinden olan ve özel metabolik yollarla üretilen sekonder metabolitler genel olarak biyosentez yollarına göre sınıflandırılırlar (Bourgand ve ark., 2001). Bitki sekonder metabolitleri terpenoidler, fenolikler ve alkaloidler olmak üzere üç ana grup altında toplanmaktadır. Fenolik bileşikler diyet uygulamaları yönüyle bu üç grup arasında (Çizelge 2.1) en uygun olan ve üzerinde en detaylı araştırmaların yapıldığı gruptur (Do ve ark., 2014; Karataş ve ark., 2019).

Çizelge 2.1 Sekonder Metabolit Çeşitleri

A-TERPENLER	B)FENOLİK BİLEŞİKLER	C)AZOTLU BİLEŞİKLER
1)Hemiterpenler	1) Fenolik Asitler	1)Alkaloidler-Siyanojenik Glikozitler
2)Monoterpenler	2) Polifenoller	
3)Seskiterpenler	3)Tanenler	
4)Diterpenler	4) Ligninler	
5)Sesterpenler		
6)Triterpenler		
7)Tetraterpenler		
8)Politerpenler		
9)Uçucu yağlar		

2.2.2.1 Terpenler ve Terpenoidler

Terpenler izopren birimlerinden (C₅) meydana gelmektedir. İzoprenin sistematik adı 2-metil-1,3-bütadien olarak bilinmektedir. Terpenlerin çoğu halka şeklinde birbirine bağlanmış izopren birimlerinden oluşur (Özyağcı, 2015).

Yapısı itibarı ile izopren türevi olan, genel formülü (C₅H₈)_n ile ifade edilen birçok bileşenler bitki aleminde geniş şekilde bulunmaktadır. Uçucu yağların yapısında 2000'den çok kimyasal bileşiğin olduğu gösterilmiş olup, bunların büyük bir kısmı terpenik maddelerden oluşmuştur. Yapılarında monoterpen, seskiterpen ile diterpenler bulunmuştur. Uçucu yağların kendisine özgü kokusu ve tadı, terpenlerin oksitlenmesi sonucu oluşan oksijenli türevlerden ileri gelir (Güzel, 2019).

Terpenoitler hidrokarbon yapısında olan sekonder metabolitlerdir. Terpenoitlerin biyosentezi metileritritolfosfat (MEP) veya mevalonik asit (MVA) üzerinden izopentenil pirofosfat (IPP) yolu ile gerçekleşir (Baydar, 2019). Başlangıçta bu bileşenler terpenler (terpen adı terebentin yağından gelir) olarak adlandırılmıştır. Terebentin yağı özellikle Çamgiller (Pineacea)'in doğal olarak salgıladıkları, Filiz veya kabuklarının kesilmesi ya da soyulması ile ortaya çıkabilen güzel kokuya sahip ve viskoz bir maddedir (Mammadov, 2014). Yapısında oksijen atomu barındıran terpenler ise, terpenoidler veya izoterpenoidler olarak adlandırılmıştır. Oksijen içeren terpen türevli maddeler (esterler, alkoller ve aldehytler) terpenoidler olarak isimlendirilirler (Yaylı, 2013).

Terpenler bitki dokularında proteinlerle birleşmiş şekilde, glikozit veya organik esterleri halinde ve çoğunlukla serbest halde bulunurlar. Terpenlerin karbon sayısı 10-15 arasındadır. Bitkiden su buharı distilasyonu ile yüksek miktarda, karbon içerenler ise ekstraksiyon yöntemi ile ayrılır (Güzel, 2019).

Terpenler değişik yapısal özellikler gösteren, yaygın olarak bulunan ve biyolojik önemi olan en geniş doğal bileşik sınıfındadır. Çoğu bitkisel kaynaklı olan bu bileşikler oldukça yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Reçine ve eterik yapısında terpenoidler bulunur ve bunlar selülozun biyosentezinde kritik rol oynarlar. Birçok terpenoid allelopatik bileşendir (Mammadov, 2014). Birincil metabolizmada (bazı bitki hormonları ve çok yaygın olan bitki terpenoidi olan fitol) ve ekolojik etkileşimde (cezbetme, allelopati, koruma vb.) terpenlerin büyük rolü vardır. Bazı fitohormonlar (giberallin) terpenoidler sınıfına dahildir ya da yapılarında izoprenoid yan zincir (sitokinin) vardır. Aromatik özelliğe sahip bitki terpenoidleri geniş bir kullanım alanına sahip olup geleneksel ilaç tedavilerinde önemli rol oynarlar (Özer, 2010; Kaya, 2020).

Terpenler; polen tozlayıcı böcekleri kendine çekmek, otobur hayvanları ve böcekleri kendilerinden uzak tutmak, başka türden bitki tohumlarının çimlenmesini ve etraflarını saran yabancı otların gelişmesini engellemek, bakteri, mantar ve virüs gibi patojenik mikroorganizmaları kaçırmak gibi fonksiyonları olan kimyasallardır (Baydar, 2019). Dünyada kozalaklıların çok ciddi zararlıları olan kabuk böcekleri için, birçok kozalaklı ağaç türü ilave ekstra monotermen üreterek istilaya gelen kabuk böceklerine karşılık vermektedir (Trapp ve Croteau, 2001). Ayrıca yırtıcı ve parazit böcekleri bitki ile beslenmesine fırsat vermeden öldürerek zararı en aza indirmeye yardımcı olurlar (Kessler ve Baldwin, 2001). Böylelikle uçucu terpenler sadece kendi başına savunmayı sağlamakla kalmaz aynı zamanda bitkiler için diğer organizmalara yardım çağırısı yaparlar (Taiz ve Zeiger, 2010).

Terpenler ayrıca hayvanlar aleminde, özellikle de böceklerde koruyucu madde olarak işlev görür. Burada direkt savunma rolüne bürünürler. Terpenler genellikle doğrudan düşmana püskürtülür. Çünkü mikroplar ve diğer canlılar gibi kolay şekilde görünmezler (Gershenzon ve Dudareva, 2007). Terpenler ksilem ve floemde bulunan reçine hücreleri, kanalları ve parankima hücreleri içinde depolanmaktadır. Terpenler, epitelyum hücreleri tarafından salgılanır (Hudgins ve Vincent 2004). Terpen içeren bitkiler alternatif tıpta ilaç olarak kullanılır. Çünkü antiparositik, antihiperemisik, antimikrobiyal, antifungal, antiviral, antihiperemisik etkiye sahiptirler. Esans yağları gıda sektörü, aroma terapi ve parfümlerde kullanılır (Güzel, 2019).

Terpenler yaygın olarak izopren birimlerinin sayısına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Terpen Çeşitleri

SINIFI	İZOPREN ÜNİTESİ	KAPALI FORMÜLÜ
Hemiterpenler	1	(C ₅ H ₈)
Monoterpenler	2	(C ₁₀ H ₁₆)
Seskiterpenler	3	(C ₁₅ H ₂₄)
Diterpenler	4	(C ₂₀ H ₃₂)
Sesterpenler	5	(C ₂₅ H ₄₀)
Triterpen	6	(C ₃₀ H ₄₈)
Tetraterpenler	8	(C ₄₀ H ₆₄)
Meroterpenler	9	
Politerpenler	100-500	(C _n H _n)

a) Hemiterpenler:

Bir izopren birimi yani izoprenin kendisi bir tane hemiterpen olarak kabul edilmektedir. 50 çeşit hemiterpen bilinmektedir. Örneğin: prenol. Terpenlerin en küçük birimleri hemiterpenlerdir ve yapılarında oksijen varsa hemiterpenoidler olarak isimlendirilirler. Çoğunlukla bitkş dokularında alkaloid ve flavonoid gibi yapılara bağlı bir şekilde bulunurlar. Doğal bir alkol olan prenol (3-metil-2-büten-1-ol) ile doğal bir yağ asidi olan izovalerik asit (3-metil bütanoik asit) hemiterpenoidlere örnek verilebilir (Albay, 2008).

b) Monoterpenler:

10 karbonlu bileşikler ve iki izopren grup taşırlar. Monoterpenlerin uçuculuğu çok yüksektir (Güzel, 2019). Monoterpenler karayosunları (Bryophyta), bakteri, mantar (fungus), fitoplankton, zooplankton, yumuşakçalar, böcek ve bazı eklem bacaklılarda bulunur. Bunların yanısıra kunduz ile timsah gibi ileri yapılı canlılarda salgı organlarında monoterpen ile türevleri bulunmuştur. Monoterpenler, aromatik bitkilerde salgılanan uçucu yağların en önemli koku molekülleri olup asiklik, monosiklik ve bisiklik üç formu vardır (Baydar, 2019).

Limon otu, gül, zencefil, lavanta, kişniş ve diğerleri dahil olmak üzere geraniol, doğal bir asiklik monoterpen alkoldür çeşitli bitki bazlı uçucu yağlar (Carvalho ve ark., 2014). Ek olarak, geraniolün geniş bir kullanım alanı vardır. Örneğin, meyve aromalı bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir ve aynı zamanda bir ester aroması haline getirilebilir (Çakmakçı ve ark., 2020). Geraniolün antitümör, antibakteriyel, antiinflamatuvar ve antioksidan aktiviteler gibi geniş bir biyolojik ve farmakolojik özelliklere sahip olduğunu belirtmek gerekir (Carnesecchi ve ark., 2004; Carvalho ve ark., 2014; İbrahim ve ark., 2018). Örneğin geraniyol, lipopolisakkarit tarafından indüklenen RAW 264.7 makrofajlarda COX₂, PGE₂ ve iNOS ekspresyon seviyelerini aşağı regüle ederek antiinflamatuvar aktivite gösterdi (Su ve ark., 2010). Dekstran sülfat sodyum (DSS) ile indüklenen fare ülseratif kolitinde geraniyol, NF-κB yolağının aktivasyonunu inhibe ederek inflamatuvar yanıtı ve oksidatif stresi azaltmıştır (Medicherla ve ark., 2015). Travmatik omurilik hasarının sıçan modellerinde, geraniyolün ayrıca NF-κB ve p38 MAPK'ı düzenleyerek inflamatuvar yanıtı, oksidatif stresi ve apoptozu inhibe ettiği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2016; Faridi ve ark., 2016; ; Wu ve ark., 2020).

Lavandula officinalis (Lamiaceae) bitkisinin taze çiçekli dal sürgünlerinden su buharı distilasyonu ile lavanta esansı elde edilir. Bu lavanta esansında (*Oleum lavandulae*) linalool (%30-40) olarak isimlendirilen asiklik bir monoterpen olan bulunur. Bu bileşik çok sayıda çiçek ve baharatta da bulunur. Parfümeri ve kozmetikte sabun, deterjan, şampuan ve losyon gibi ürünlere hoş koku vermek amacıyla bu bileşikler kullanılmaktadır (Anonim, 2017).

Diğer bir monoterpen çeşidinde monosiklik monoterpenlerdir. Bunlar çoğunlukla p-mentan iskeletine sahiptirler ve yapılarında 1 halka ile 2 tane çift bağ bulunmaktadır. Uçucu yağlarda bulunan α-terpinen, β-terpinen ve D-limonen gibi bileşikler monosiklik monoterpenlere örnek oluştururlar. Timol bileşiği de monosiklik monoterpenoit sınıfından bileşiklere örnek oluşturmaktadır (Tanker ve Tanker, 1990).

Monoterpenlerin daha çok dışa dönük hücre yapılarında sentezlenip depolanması, bitkilerin hastalıklara, böceklere ve otoburlara karşı korunması ve tozlayıcı böceklere karşı çekici olunması bakımından önemli bir stratejik tasarımdır (Baydar, 2019).

c) Seskiterpenler:

Seskiterpenler üç izopren birime sahip bileşiklerdir. Seskiterpenler monosiklik, bisiklik ve trisiklik olarak dört alt gruba ayrılırlar (Umay 2007). Seskiterpenler doymamış bileşiklerdir bu yüzden çabuk bozunurlar. Yoğun bir kokuları olduğu için istenmeyen bileşiklerdir (Gök, 2012; Topcan, 2017).

Bazı bitkiler kendine has koku veren uçucu ya da eterik yağlar olarak bilinen mono ve seskiterpen karışımı içerirler. Bunlar bitkilerin yüzeyindeki salgı tüylerinde bulunur. Seskiterpenler, kimi uçucu yağların temel koku molekülleridir. Örneğin, sandal ağacı (*Santalum album*) yağında santalol seskiterpen yapılıdır. Bazı seskiterpenler örneğin juvosimen ve juvabion gibi böceklerde metamorfoza neden olan seks hormonlarına benzer özellikler gösterir. Bazı seskiterpenler de “Fitoaleksinler” olarak adlandırılan stres metabolitlerin yapısına katılır (Baydar, 2019).

Seskiterpenler, terpenlerin en yoğun olduğu sınıftır. Doğada yaygın olarak görülürler ve farklı bitkilerden izole edilebilirler. Bunlara örnek olarak; β -cadinene ve trans- β -caryophyllene’i verebiliriz. Seskiterpenlerin birçoğu α - ve β - doymamış karbonil grubuna sahiptir. Yapılarında bulunan halka numaralarına göre dört çeşitleri vardır izopren kuralı uygulandığında, izopren üniteleri birbirine bağlandığı zaman bir asiklik seskiterpen hidrokarbon formu oluşur, sonuncu dört tane çift bağ içerecektir. Her izopren ünitesi çift bağ içerecektir. Her izopren ünitesi iki çift bağ içerir, fakat bir tanesi her parça bağlandığında kaybolur (Özer, 2010; Güzel, 2019).

Seskiterpenoidlerden birisi de absisik asittir (ABA). Bu madde bitkilerde yaşlanmayı ve yaprak dökümünü regüle eden bir hormondur. ABA miktarı bitkinin iklim koşulları (sıcaklık, kuraklık vb.) etkisinde kalmasından dolayı hızla yükselebilir. Bu hormon bitkilerde dengesiz boy artışını önlemenin yanında, tohumların olgunlaşmasını, stomaların işleyişini, tomurcuk ve yumruların oluşmasını regüle eder (Mammadov, 2014).

d) Diterpenler

Diterpenler, geranil geranil pirofosfat (GGPP)’tan sentezlenen ve 20 C’lu 4 izopren ünitesi içeren terpenlerdir. Bitkilerde daha çok reçineler (resinler) olarak adlandırılan maddelerin yapısında bulunur (Baydar, 2019).

Reçineler bitkilere has, normal metabolizma sonucunda oluşmuş olan ve bitkilerdeki hasarlarda ortaya çıkabilen bileşiklerdir. Bazı önemli diterpenler alkol ve fenolik yapıda olduğundan, doğal ortamda serbest halde bulunmaz. Klorofilin yapısında bulunabilmektedir (Mammadov, 2014).

Diterpenler ayrıca önemli bir bitki büyüme hormonu olan giberallinin yapısını oluşturur. Diterpenlerin antioksidan, antimutajenik ve antikanser etkileri üzerine çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Baydar, 2019).

e) Sesterpenler:

5 izopren ünitesinin birleşmesi ile oluşmuşlardır. Çoğunlukla mantar kaynaklarından elde edilirler. Sesterpenlerin oksijen içerenleri sesterpenoidler olarak isimlendirilirler (Albay, 2008). Bu bileşikler diğer terpenlere göre daha ender bulunurlar. 150'den fazla sesterterpen bilinmektedir (Breitmeier, 2006).

f) Triterpenler:

Üç terpen ünitesinden oluşan bir kimyasal bileşik sınıfıdır; ayrıca altı izopren birimlerinden oluştuğu düşünülebilir. Hayvanlar, bitkiler ve mantarların tümü, tüm steroidlerin öncüsü olan skualen de dahil olmak üzere triterpenleri üretir. Steroidler triterpenlere dahildir. Bitki ve hayvanlarda hücre zarının önemli komponentleridir. Bitki steroidleri koruyucu olarak görev yapmaktadır. Bitki hormonları brassinosteroidler ve steroidler grubuna dahildir.

Yaklaşık 5000 kadar doğal triterpen literatürde belirtilmiştir. Bunların çoğu skualen ve skualen türevleridir (Breitmeier, 2006). Steroidal alkaloidler, fitosteroller, saponinler bu sınıftan bileşiklerdir. Uçucu olmadıklarından bitkilerde resin, süberin ve kütin maddeleri olarak da görev yaparlar (Kar, 2007).

Bir triterpen çeşidi olan glikozitler taze bitkilerde primer halde iken kuruyunca sekonder hale dönüşürler. Bu nedenle, glikozitçe zengin olan bitkiler taze olarak toplandıktan hemen sonra kurutulmaları gerekir. Aksi takdirde aktifleşen enzimlerin etkisiyle kısa sürede parçalanarak yararsız hale gelirler. Fitosteroller, kolesterole benzer kimyasal yapıları olan triterpen grubu sterollerdir. Fitosterollerin kolon kanserine karşı koruyucu ve yüksek kolesterol seviyesini düşürücü etkisi vardır (Baydar, 2019).

g) Tetraterpenler:

Tetraterpenoidler bitkilerde karotenoidler (sarı, kırmızı, turuncu) olarak bilinen sekiz izopren molekülünden oluşan maddelerdir. 40 kadar karbon atomu içerirler. Tetraterpenlerin en önemli bileşiklerinden birini çok sayıda bitkide bulunan sarı ve kırmızı renkleredeki karotenoidler oluşturmaktadır. Ayrıca havuca turuncu rengini veren bileşik olan β -karotenlerde bu gruptadır (Hanson, 2003). Doğada 600 kadar karotenoid bileşiği mevcuttur, bunlardan sadece 40 kadarı insan gıdalarında bulunur. Bitkiler ve mikroorganizmalar karotenoidleri sentezlemektedir.

Memelilerde çok az bir kısmı provitamin A olarak görev yapar ve bağırsak ile karaciğerlerinde vitamin A (retinol)'ya dönüşür. Karotenoidlerin bitkilerde pigment bileşikleri olduğu, bitkiye renk verdiği (sarı, turuncu vb.) bilinmektedir. Ayrıca karotenoidler fotosentez sırasında kullanılan ışığın zararlı etkilerinden hücreleri korumaktadır.

ğ) Politerpenler:

Politerpenler çok sayıda izopren moleküllerinin birleşmesiyle oluşur. Politerpenoid bileşiklerin endüstriyel sanayinin gelişmesinde çok büyük payı vardır. Yeryüzünde hızla gelişmekte olan inşaat sektörü, motorlu taşıtlar, uzay teknolojisi vb. gibi dev sanayi alanları bu maddeleri yerini hiçbir ham maddenin dolduramayacağı kadar önemli duruma getirmiştir. Politerpenoid bileşenlerine poliprenol, kauçuk ve güta-perka dahildir.

Poliprenol tip bileşenler yapısında 4-10 izopren molekülü olan politerpenoidlerdir. Poliprenoller bitki yapraklarında, aynı zamanda bakteri, mantar vb. bazı canlı organizma dokularında bulunabilmektedir. Son zamanlarda farmakolojik alanda poliprenol bileşenlerine karşı merak artmıştır. Bu bileşenlerin antivirüs, antiülser, hepatoprotektif, antitümör, immünmodülatör aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Poliprenol bileşenleri sayesinde kalp-damar, sindirim sistemi ve kanser hastalıklarına karşı kullanılan birçok ilaç elde edilmiştir. Kauçuk ve güta-perka yapı itibarıyla poliizoprenil zincirlerinden oluşmuşlardır. Bunların farkı, kauçukta zincirlerin *cis*-, güta-perkada ise *trans*- konfigürasyonda olmasıdır. Kauçuk normal sıcaklıklarda elastik ve amorf bir yapıya sahiptir. Güta-perka ise plastiktir. Güta-perka

asitlere ve elektriğe çok dayanıklıdır ve deniz suyunun etkisine karşı da dayanıklı olduğu için su altı kablolarının ve izolasyon malzemelerinin yapılması alanında gütaperkanın yerini doldurabilecek başka bir malzeme yoktur (Mammadov, 2014).

Kauçuk değişik familyalardan olan bitkilerden salgılanmaktadır. Kauçuk açık tohumlularda, sporlu ve monokotillerde bulunmaz. Asteracea, Rubiaceae kauçuk bulunduran familyalara örnek verilebilir. Doğal kauçuğun kaynağı olan ve Euphorbiaceae familyasına ait bitkilerden elde edilen ilk kez XIX. yüzyılın ortalarında lateks tıp alanında takma dişleri yapmak amacıyla kullanılmıştır. 1900'lü yılların başlarında sağlık çalışanlarının hizmetine ilk cerrahi eldivenler sunulmuştur. Günlük hayatta otomobil lastikleri, yüzme gözlükleri, ayakkabı tabanları, bulaşık eldiveni, halı, balon, emzik, biberon, tenis raketleri, sıcak su şişeleri, silgi ve kemer; tıp alanında ise, enjeksiyon portları, eldivenler, turnikeler, enjektörler, cerrahi maskeleri, stetoskoplar, koruyucu gözlükleri, respiratörler, anestezi maskeleri, kateterler, yara direnleri ve diş malzemeleri lateksin kullanıldığı bazı ürünlerdir. Amerika Birleşik Devletlerinde doğal kauçuk "Ekonominin, savunmanın ve ulusun genel refahı için hayati öneme sahip bir mal" olarak tanımlanmıştır (Ramirez-Cadavid ve ark., 2017; Korkut ve ark., 2020). Gütaperkanın ham maddesi ise bitkilerden elde edilen gütadır. Sapotacea familyasına dahil *Palaquium guta* bitkisinden elde edilmektedir (Mammadov, 2014).

h) Uçucu Yağlar:

Bitkilerin kök, göve arke, yaprak, meyve, çiçek ve kabuk gibi kısımlarından farklı yöntemlerle elde edilen, oda sıcaklığında sıvı bir şekilde bulunan, uçucu özellikte ve kuvvetli bir kokuya sahip, kolay bir şekilde kristalleşebilen, çoğunlukla renksiz veya açık sarı renkte bulunan, bitkinin sahip olduğu kendine has lezzet ve kokusunu veren, çok sayıda bileşikten meydana gelen, azot veya kükürt içeren, genel olarak terpenlerden oluşan karışımlardır (Adams, 2004; Bayrak, 2006 ; Yaylı, 2013; Kaya ve Ergönül, 2015). Uçucu ve kokulu bir yapıya sahip olan bu bileşiklerin sabit yağlardan ayrılan en önemli özellikleri ise sulu etanolde çözünebilmesidir (Cellat, 2011; Nour ve ark., 2014).

Bitkilerin farklı kısımlarında (yaprak, meyve, kök, kabuk, göve arke vb.) bulunan, açık renkli veya renksiz olan, hoş kokulu, uçuculuk oranları yüksek doğal bileşenler, esansiyel yağlar veya uçucu yağlar olarak adlandırılırlar (Cellat, 2011).

Çiçeklerde ve meyvelerde yüksek oranda bulunurlar. Antimikrobiyal, antiseptik ve antioksidan özelliklerinin yanı sıra sindirim uyarıcı ve enzimatik etkileride bulunur (Oraby ve ark., 2013; Tiên Do, 2014; Kaya ve ark., 2015). Yer aldıkları familyalara bağlı olarak salgı tüyü, cebi, kanalı veya salgı hücrelerinde bulunmaktadırlar (Çelik ve Çelik, 2007).

Uçucu yağların önemli bir bölümünü terpenler oluştururlar. Bu özelliklerinden ötürü uçucu yağlar son zamanlarda kimyasal herbisitlere karşı bir alternatif allelokimyasal maddeler olarak yer almaktadırlar (Abraham ve ark., 2000).

Depolama sürecinde bütün uçucu yağlar uzun bir süre ışık, ısı ve havaya maruz bırakıldıkları takdirde çoğunlukla polimerizasyona, hidrolizasyona veya oksidasyona uğramaktadırlar. Bu sebepten ötürü uçucu yağlar koyu renkli, hava geçirmez bir cam veyahutda alüminyum kaplarda ağzı sıkıca kapatılmış olarak ve mümkünse azot altında, soğuk ve karanlık yerlerde depo edilmelidirler (Bayrak, 2006; Rather ve ark., 2014; Kaya ve ark., 2015).

Uçucu yağlar hangi yöntemle (damıtma, tüketme ve sıkma gibi) elde edilirse edilsin çoğu uzun süre ışık ve hava ile temas ettiğinde oksidasyon ve polimerleşmeye uğrayarak bozulurlar (Ceylan 1995; Baydar 2009). Sadece tek bir bitki organında veya tüm bitki organlarında bulunabilirler. Uçucu yağlar kara çam, sarı çam gibi türlerin göve arke kabuklarında bulunan reçine kanallarında, kimyon, rezene, kişniş gibi bitkilerin meyvelerinde bulunan salgı kanallarında, biberiye, fesleğen, adaçayı gibi bitkilerin yapraklarında bulunan salgı tüylerinde, portakal, limon gibi türlerin kabuklarında bulunan salgı ceplerinde salgılanmaktadırlar (Handa ve ark., 2008; Özen ve ark., 2017).

2.2.2.2 Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler benzen halkası bulunduran organik yapıllı maddelerdir. Fenolik bileşiklerin en basit şekli “Fenol” olarak bilinen bir tane hidroksil grubu içeren benzen bulundurandır. Diğer tüm fenolik bileşikler hidrosibenzenden türemiştir (Hulme, 1971; Cemeroğlu ve Acar., 1986). Fenolik bileşikler bir (Fenol) ya da birden fazla (Polifenol) hidroksil grubu bulunduran ve yapısında bulunan aromatik halkanın karbon atomları birbirleriyle birleşmiş halde bulunan doğal yapıllı bileşiklerdir. Fenolik bileşikler bitkilerde çeşitli kısımlarda (sebze, tohum, meyve, yaprak, dal, çiçek ve göve

arkelerinde) bulunabilirler (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999; Coşkun, 2006; Aydın ve Üstün, 2007).

Fenolik bileşikler metil, metoksil, amino grup veya glikosil gruplarıyla farklılaşabilirler (Beckman, 2000). Fenolik bileşikler asidiktir ve kolay parçalanabilirler (Kalkan, 2018). Bitkiler vasıtasıyla üretilen ve bir sekonder metabolit çeşidi olan fenolik bileşikler bitki adaptasyonunda kritik bir rol oynamaktadır. Bitkiyi farklı stres koşullarından (kuraklık, patojenler, hastalıklar, UV radyasyonu) muhafaza etmektedir (Dietrich ve ark., 2004; Szajdek ve Borowska., 2008; Çağlar ve Demirci., 2017).

Özellikle doksanlı yıllardan itibaren fenolik bileşiklere karşı görüşler değişmiştir. Günümüzde hala işleme sırasında belirli sorunlar ortaya çıkarsada fenolik bileşikler sağlık açısından çok önem arz eden bir besin bileşeni olarak bilinmektedir (Manach, 2004; Shahidi ve Nacz, 2004; Yao ve ark., 2004; Borowska ve ark., 2005; Scalbert ve ark., 2005; Çağlar ve Demirci, 2017).

Fenolik bileşiklerin çeşitli tipleri (adrenalin, serotonin, ubikinon, tiroksin gibi) organizmaların çeşitli dokularında büyük ve kritik görevler üstlenmektedir. Çoğu ülkede yapılmış olan bir dizi epidemiyolojik çalışma göstermektedir ki meyve ve sebze bakımından zengin bir diyet yaşlanma sürecini geciktiriyor ve yaşam tarzına bağlı olarak oluşabilen çeşitli hastalıklara karşı (kalp damar, kanser, akciğer hastalıkları, katarakt, romatoid artrit, parkinson, alzheimer gibi) koruyucu etki göstermektedir. Bu koruyucu etkinin gerçekteşmesini sağlayan bileşikler antioksidan yapılı fitokimyasal maddelerdir ve de C ve E vitaminleridir. (Szajdek ve Borowska, 2008). Bu bileşikler oksidasyon reaksiyonlarını kataliz eden enzim ve metal komplekslerinin aktivitesini inhibe ederler (Heim ve ark., 2002). Sebze ve meyvenin bu belirtilen özellikleri onların sağlığı teşvik etmesini sağlar (Szajdek ve Borowska, 2008; Çağlar ve Demirci, 2017). Fenolik bileşenler beslenme yönünden çok fazla olumlu etkiye sahiptir bundan ötürü '**biyoflavonoid**' olarak da adlandırılmaktadır. Hatta bazı kaynaklarda bir vitamin olarak (P vitamini) veyahut da P faktörü (permeabilite faktörü) denilmektedir.

Fenolik bileşikler bitkinin hayatını idame ettirmelerini sağlayan bir enerji kaynağıdır. Özellikle boy gelişimi ve tohum oluşumunu stimule ve inhibe ederler. Bu olay fitohormonların etkisiyle bağlantılıdır. Fenolik bileşenler epidermis hücrelerde

bulunarak UV ışınlarını absorbe eder bu sayede de hücre zarını UV radyasyonundan korur. Bazı bitki türlerinde kutikula sisteminde de bulunabilmektedirler. Yani fenolik bileşikler lokalize oldukları yerler sayesinde bitkileri UV ışınlarından ayrıca çeşitli hastalık ve zararlılardan korurlar (Braun ve Tevini, 1993). Fenolik bileşiklerin, bitkileri bakteriyel ve fungal etmenler gibi biyotik stres etkenlerine karşı ayrıca abiotik stres faktörlerine karşı da korudukları bilinmektedir. Fenolik bileşikler bitkinin karakteristik renk ve aromasına da katkıda bulunurlar ayrıca büyümeye ve çoğalmaya yardımcı olurlar (Frank, 2004).

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin karakteristik buruk veya acı tadının oluşmasında rol alırlar. Fenolik bileşiklerin çok büyük bir kısmı bitkilerin lezzetinin oluşmasını sağlar. Ayrıca antosiyaninler gibi bir takım fenolik maddeler meyve ve sebzelerin karakteristik renklerini oluşturur. Her meyve ve sebze mutlaka az veya çok miktarda bulunmaktadırlar. Fenolik bileşikler açısından meyveler, sebzelerden daha zengindirler. Bu meyve ve sebzeler ile bunlardan elde edilen ürünler için son derece önemli bir husustur (Cemeroğlu ve ark., 2001). Bitki fenolik bileşiklerinin farklı kromatografik teknikler ile analizi sayesinde çeşitli türlerde tanımlama ve taksonomik amaçlı araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Erdman ve ark., 2007).

Basit fenolik bileşiklerin çok büyük bir bölümü ile fenolik asitler, fenilpropanoidlerin çoğu ve flavonoidler şikimik asit ve fenilpropanoid sentez yollarının ara ve son ürünleridir (Mann, 1978; Floss, 1979; Cemeroğlu, 2004).

Fenolik Bileşikler 4 temel gruba ayrılır;

A) Fenolik Asitler

B) Polifenoller

C) Tanenler

D) Ligninler

a) Fenolik asitler:

Fenolik asitler C₆-C₁ sırası karbohidrogenlerinin oluşturmuş oldukları bileşiklerdir. Fenolik asitler, benzoik asitin türevleridir ve bitkilerin yapısında yaygın olarak bulunurlar. Kimyasal olarak benzoik (gallik asit, gentisik asit, salisik asit, vanilik asit ve ark.) ve sinnamik (sinapik asit, kafeik asit, kumarik asit, ferulik asit,

klorogenil asit gibi) asitlerin türevleridir (Baydar, 2020). Genel olarak serbest halde bulunmayan fenolik asitler hidroksi benzoik asitler ve hidroksi sinamik asitler olmak üzere iki kategoride incelenirler. Bu bileşiklere OH ve CH₃ grupları bağlanarak önemli fenolik asit türevleri oluşmaktadır (Yıldız ve Baysal, 2003).

Sinnamik asitler: C₆-C₃ karbon iskeletli yapılardır. Başlıca sinnamik asit çeşitleri kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asittir. Bunlardan kafeik ve kumarik asit meyvelerde yaygın olarak bulunurlar (Hulme, 1971). Sinnamik esterler şeker esteri ya da diğer organik asitlerin esterleri olarak bulunurlar (Bakkali, 2007).

Genel itibariyle serbest halde bulunmayan fenoliklerin karboksil grupları glikozid aminoasit, protein veya karbohidratlarla reaksiyon oluşturabilirler ve de alkollerle fenol esterleri, amino bileşikleriyle de amidleri meydana getirirler.

b) Polifenoller:

Aromatik halka üzerinde birden fazla hidroksil grubu bulunduran fenollere polifenol denir. Benzokinonlar, stilbenler, ksantonlar ve flavonoidler polifenollere örnektir (Baydar, 2019). Bitkilerdeki fenolik bileşiklerin en önemli grubu flavonoidlerdir. Flavonoidler ya da bir başka deyişle türevleri difenilpropan iskeletiyle kurulmuş kimyasal yapıları bileşiklerdir. Ortasında bulunan piran halkasındaki değişikliklere bağlı olarak 5 alt grupta incelenirler (Söylemezoğlu, 2003). Flavonoid iskeleti heterosiklik (C) halka ile bir zincirle bağlanmış iki fenolik halka içeren 15 karbon iskeletine bağlıdır. Bazen bu üç karbonlu zincir açık olabilir (Atınç ve ark., 2018).

Flavonoidlerin kendine has özelliklerini flavonoid iskeleti denilen heterosiklik halka oluşturur (Kocabaş, 2008). Flavonoidler bitkilerde birçok görev üstlenmiş bileşiklerdir. İnsan beslenmesindeki en yaygın fenolik bileşiklerdir. Günümüzde 5000'den fazla farklı özellikte flavonoid tanımlanmıştır (Bronze ve ark., 2012). Flavonoidler, bitkilerde bulunan bileşiklerin en önemli grubunu oluşturmaktadır. Renklerinin sarı olmaları nedeniyle latince "sarı" anlamına gelen "flavus" sözcüğünden türetilerek flavonoid adını almışlardır. İlk flavonoid bir meşe ağacı türünün köklerinden izole edilmiştir. Daha sonraları bu madde kuersetin olarak adlandırılmıştır (Mammadov, 2014). Tıbbi olarak önemli olan pek çok bitki türünde flavonoidlerin aktif içerikler olduğu düşünülür. Flavonoidler hidroliz aktivite ve

kimyasal stabiliteye sahip bileşikler olup bitkilerde genellikle glikozitler halinde bulunurlar (Oğuz, 2008). Şeker kısmını içermeyen aglikon formlarına daha az rastlanmaktadır (Crozier ve ark., 2000).

Son zamanlarda flavonoidlere olan ilgi Serbest radikalleri önleyici özellikleri, yaygın olarak tükettiğimiz sebze, meyve ve çay gibi yiyecek ve içeceklerde bulunmaları, hücre çoğalmasını baskılayıcı, enzim aktivitelerini düzenleyici, antibiyotik ve antiallerjen özellikleri nedeniyle oldukça artmıştır (Virgili ve ark., 2003; Rasmussen, 2004; Coşkun, 2005).

Flavonoidler düşük molekül ağırlığı olan, önemli antioksidan ve şelatlama kapasitesine sahip olan bitki fenoliklerinin en geniş sınıfıdır. 6 karbonlu A, B ve C halkalarından meydana gelen heterosiklik bileşikler, hetero halkanın yükseltgenme miktarına bağlı olarak farklılık gösterirler (Heim ve ark., 2002).

Antosiyaninler polifenolik bileşikler olup, meyve, sebze ve çiçeklerin kendilerine has kırmızı, pembe, mor ve mavi tonlarındaki farklı renklerinden sorumludurlar (Cemeroğlu ve ark., 2001; Chen ve ark., 2007). Bu özelliklerinden dolayı gıda ve farmakoloji alanlarında doğal renklendirici olarak kullanılmaktadırlar (Demirdöven ve ark., 2021).

Flavonoidlerin antioksidan özellikleri dışındaki özelliklerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Kahraman, 2002).

- 1) Antitümör etkisi
- 2) Antiviral etkisi
- 3) Antrombotik etki
- 4) Antiinflamatuvar etki
- 5) Antialerjik etki
- 6) Aterosklerosis ve kronik kalp hastalıklarından koruma etkisi
- 7) Vasodilatasyon etkisi
- 8) Hücrel immünitinin sitümlasyonu etkisi

Ayrıca; flavonoidlerin doğrudan bağırsak mukozası üzerinde bir etkisi olabileceği ve oksidatif stres, kalp-damar hastalıkları ve kansere karşı koruma sağladığı düşünülmektedir (Hollman ve Katan, 1999; Scalbert ve ark., 2002).

Fenolikler bakımından zengin olan bitkilerin (başta kırmızı ve mor renklere meyveler ve sebzeler, üzüm ile üzümü meyveler, yenilebilir otlar ve bitkisel çaylar) antioksidan etkileri güçlüdür. Polifenolik bileşikler, hücrelerin yaşlanmasını (antiaging), kanser oluşumunu (antikanserojen), virüs ve bakteri gibi mikroorganizmaların çoğalmasını (antimikrobiyal) önlerler (Baydar, 2019).

c) Tanenler:

“Tanen” terimi ilk olarak 1976 yılında Seguin tarafından kullanılmıştır. Bu ad hayvan derisindeki proteinlerle birleşebilen maddelere verilmiştir. Söz konusu olaya deri “tabaklama” denir. Tanenler bitkilerin değişik dokularında bulunmaktadır. Kimyasal yapılarından daha çok protein ve polisakkarit gibi polimerlerle birleşme yeteneklerinden dolayı bu ismi almışlardır (Cheynier, 2006). Tanenler bitki aleminde oldukça geniş bir dağılıma sahip, suda çözünen kompleks organik bileşiklerdir. Farklı aromatik yapıların karışımından meydana gelen çoğu glikozitlenmiş maddelerdir. Hemen hemen bütün bitkiler veya ağaçlar değişik tanen formlarını içerirler.

Tanenler hücrede farklı formlarda bulunabilirler; erimiş olarak hücre içinde, amorf tanecikler veya farklı büyüklükte kümeler halinde sitoplazmaya yayılmış durumda gibi. Bazı hallerde hücre çeperine de nüfuz edebilir. Molekül büyüklükleri farklıdır. Suda çözünenleri buruk bir tat verirler, ancak sıcak suda çözünmeyen tanenler de vardır (Kalaycı, 2017).

Tanenin bitkilerdeki fonksiyonu yeterince iyi bilinmemektedir. Meyveler olgunlaştıkça tanen miktarının azalması bitkinin bu maddeyi kullandığının ispatıdır. Tanenlerin nişasta oluşumu ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Tanen içeriği fazla olan bitkiler oldukça acıdır; otçul hayvanlar ve böcekler için iticidir (Baydar, 2019). Bitkilerin mikroorganizmalardan, zararlı böceklerden ve hayvanlardan korunmasında tanenler önemlidir. Özellikle de albuminlerle kompleks oluşturabildikleri için bitkinin yara almış dokularından patojen mikroorganizmaların girmesi önlenmiş olur.

Tanenli madde içeren bitkiler, bitkiler aleminde fazlaca yayılmış bir durumdadır. Birçok familyaya dahil olan bitkilerin farklı kısımlarında tanenli maddeler bulunmakla beraber, tanenin en çok bulunduğu yer bitkinin kabuklarıdır. Yapraklarda tanen nadir olarak fazla miktarda bulunur (Özdemir, 2010).

Tanenin en geniş kullanım alanı dericiliktir. Derilerin sepilenmesinde büyük oranda tanenden yararlanır. Şarab, bira gibi içeceklerin berraklaştırılmasında, kumaş boyalarının sabitlenmesinde, sıkıştırıcı, büzücü, kan durdurucu özellikleri ile tıpta, faranjit ve bademcik tedavisinde kullanılır. Ayrıca bazı maden ve alkaloid zehirlenmelerinde panzehir olarak kullanılır (Kalaycı, 2017). Tanenlerin iştembede bazı hidrojen üreten protozoolar ile doğrudan hidrojen kullanan metan üretici organizmaları engellediği ve sera gazı salınımını azalttığı bilinmektedir (Martin ve ark., 2016). Diğer taraftan kondanse tanenler antihelmintik etki göstererek hayvan iç parazitlerini azaltmakta ve hayvanlarda verim artışı sağlamaktadır (Lüscher ve ark., 2016; Yıldız ve ark., 2020).

Acer taneni gibi bazı tanen ekstralarının mantar, bakteri ve bazı virüslerin gelişimini durdurduğu tespit edilmiştir. Böylece tanen droglarının bilhassa akciğer hastalıklarında antiseptik olarak kullanılması doğrulanmış bulunmaktadır (Kalaycı, 2017). Tanenler genellikle iç kabukta yani kambiyum tabakasında bulunmaktadır. Yaşlı bir ağaçta genç ağaca kıyasla daha fazla tanen bulunmaktadır ve ağacın alt kısımları üst kısımlarına göre daha yüksek derişimlerde tanen ihtiva etmektedir (Tırak, 2006).

d) Ligninler:

Lignin, 4 hidroksifenilpropanoidin oksidatif kombinatoryal bağlanmasından kaynaklanan geniş bir aromatik polimer grubu için genel bir terimdir (Boerjan ve ark., 2003; Ralph ve ark., 2004). Bu polimerler, ağırlıklı olarak ikincil olarak kalınlaştırılmış hücrelerin duvarlarında birikerek onları sert ve geçirimsiz hale getirir. Gelişimsel olarak programlanmış lignin birikimine ek olarak, biyosentezi, yaralama, patojen enfeksiyonu, metabolik stres ve hücre duvarı yapısındaki karışıklıklar gibi çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarında da indüklenebilir (Tronchet ve ark., 2010).

Lignin, hücre duvarı polisakkaritlerini mikrobiyal bozunmadan koruduğu ve böylece çürümeye karşı direnç sağladığı için, bitki biyokütlesinin posa veya

biyoyakıtlara dönüştürülmesinde en önemli sınırlayıcı faktörlerden biridir. Bitki biyokütlesinden ligninin uzaklaştırılması maliyetli bir süreçtir; bu nedenle, araştırma çabaları artık ya daha az lignin biriktiren ya da kimyasal bozunmaya daha yatkın olan odunözleri üreten bitkileri tasarlamayı amaçlamaktadır (Sticklen, 2008; Weng ve ark., 2008; Mansfield, 2009).

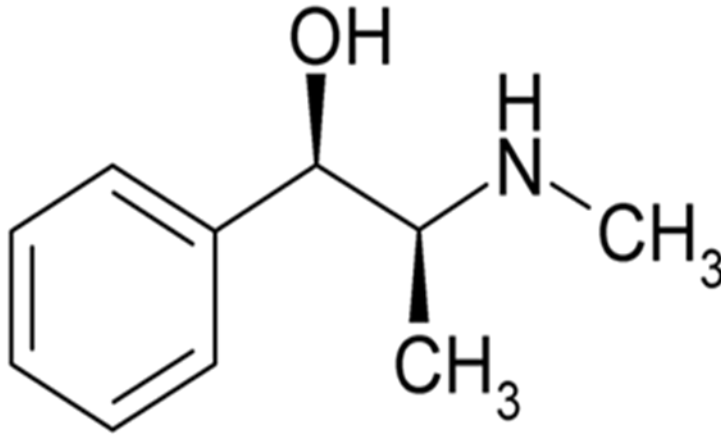
Ligninin ana yapı taşları hidroksisinamil alkoller (veya monolignoller) koniferil alkol ve sinapil alkoldür ve tipik olarak az miktarda p-kumaril alkol içerir. Monolignoller, Fenilalanin'den genel fenilpropanoid ve monolignole özgü yollarla sentezlenir. Fenilalanin, plastiddeki shikimat biyosentetik yoldan türetilir (Rippert ve ark., 2009).

Lignin oldukça kompleks fenolik bir makromoleküldür. Lignin bitkilerde selülozdan sonra en bol bulunan organik maddedir. Lignin ksilem gibi çeşitli iletim ve destek doku hücrelerinin çeperlerinde bulunur. Lignin ve selüloz bitkinin sahip olduğu odunsu yapıyı meydana getiri ve bitkinin dayanıklılığını artırır. Lignin odunda metabolizmanın son ürünüdür. Bu ürün, polisakkaritlerle, kompleks esterlerle, glikozitlerle ve basit benzil esterlerle bağlantılıdır. Lignin daha çok ağaç ve ağacimsı bitkilerde bulunmakla beraber ayrıca buğday sapı, şeker ve bambu kamışları, eğrelti otu vb. gibi bitkilerin dokularında bulunmaktadır (Mammadov, 2014). Lignin, hücre duvarları arasında ve içindeki dağılımı yoluyla ağaç liflerini bağlama ve sertleştirme gibi ikili bir amaca hizmet eder. Lignin, bitkinin ömrü için gerekli olan çok sayıda işlevi yerine getirir. Lignin, iletken ksilem dokularında hücre duvarından su geçirgenliğini azaltarak su, besin ve metabolitlerin dahili taşınmasında önemli bir rol oynar. Hücre duvarlarına sertlik kazandırır ve ahşap hücreler arasında bir bağlayıcı görevi görerek, sıkıştırmaya, darbeye ve bükülmeye karşı olağanüstü dirençli bir kompozit malzeme oluşturur. Aynı zamanda biyolojik bozulmaya karşı direnç kazandırır (Lebo ve ark., 2000). Lignin kuşkonmaz, pancar, havuç ve etli kökleri yenilen birçok bitkide de bulunmakla beraber o bitkilere de spesifik odunumsu bir koku vermektedir. Canlı bitkilerde ligninin biyolojik fonksiyonu, hücre çeperinin selüloz ve diğer karbonhidratlarla çok iyi bir direnç ve dayanıklılığa sahip bir doku meydana getirebilmesidir. Lignin atıkları yakıt gibi, aktif kömür üretilmesinde, plastik kütle ve reçineler elde edilmesinde kullanılır (Mammadov, 2014).

2.2.2.3 Azotlu Bileşikler

Alkaloitler; yapısında C, H ve O ile N bulunduran maddelerdir. Şikimik asit yoluyla üretilen aromatik aminoasitlerden veya trikarboksilik asit döğüsüyle üretilen alifatik aminoasitlerden sentezlenirler (Baydar, 2019).

Alkaloitler çok az miktarlarda dahi yüksek oranda farmakodinamik ve fizyolojik etki gösterme kabiliyetine sahip, aminoasitlerden köken alan dolayısıyla azot(N) atomu bulunduran, doğal kaynaklar sayesinde elde deilebilen ve bazik özelliğe sahip maddelerdir. Genel itibariyle doğada tuz halinde bulunan alkaloitlere gerçek alkaloitler, aminoasitlerden köken almayanlara psödoalkaloitle ve azot atomu heterosiklik halkanın parçası olmayanlara ise protoalkaloit adı verilir (Fendoğlu ve ark., 2018).



Şekil 2.2 Alkalodin Kimyasal Yapısı

Normalde alkaloitler angiospermlerde bulunurlar ancak mantarlarda, pteridophytalarda hatta bakterilerde de çok nadir olmakla beraber bulunabilmektedir (Dewick, 2002; Heinrich ve ark., 2012). Ayrıca hayvanlar ve mantarlar tarafından üretilen aminler de alkaloit olarak isimlendirilmektedir. Haşhaş, tütün, çay, kahve ve kakao alkaloitce zengin bitkilerdir (Baydar, 2019).

Alkaloitler çok önem arz eden farmakolojik etkilere sahip bileşiklerdir ve bunlara duyulan ilgi 1805 yılında Serturmer ile başlamış olup günümüzde ise hala alkaloitlere

olan ilgi devam etmektedir (Henry, 1949; Tatlıdede, 2013). Bu farmakolojik etkilerden birkaçı şöyle özetlenebilir:

- Serotonin- ve dopamin-reseptör agonistleri ve/veya antagonistleri
- Vazokonstriktör
- Nörotoksik etki
- Halüsinojenik etki

■ Bir alkaloit türevi olana Ergot alkaloitleri düz kasların kasılmasını sağlar. Bu nedenle rahimde kontraksiyon ve damarlarda dilatasyon meydana getirirler. Bu alkaloitlerin adrenalinin etkisini tersine çevirerek, α -adrenerjik reseptörleri bloke ederler böylece önceden daralmış damarları genişletirler. Santral sinir sistemi üzerine de etkileri vardır. Çeşitli ergot alkaloitlerinin ve türevlerinin farmakolojik etkileri sahip oldukları tetrasiklik halka sisteminin noradrenalin, dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterlere olan yapısal benzerliklerine dayanmaktadır.

Yüksek yapılı bitkilerin en az %25'lik bir kısmı alkaloit moleküllerini içermektedir. Genel itibariyle bakıldığında %0.01 den daha az alkaloit içeren bitkiler, alkaloit içeren bir bitki olarak tanımlanmamaktadır. Günümüzde yaklaşık olarak bin dolayında alkaloit çeşidinin olduğu bilinmektedir (Zulak ve ark., 2006). Genel olarak bitkilerde tek bir alkaloit çeşidi bulunması nadir rastlanan bir durumdur. Bitkilerin belirli organlarında özellikle de kökte sentezlenirler fakat çoğunlukla sentezlendikleri yerde değil, taşındıkları yerde depolanırlar (Baydar, 2019).

Genel olarak, alkaloitler suda az çözünürlük gösterirken organik çözücülerde daha fazla çözünürlük gösterirler (Crozier ve ark., 2006). Alkaloitler zehirli maddelerdir. Yapıları çok karmaşıktır. En yaygın bilinen alkaloitlere örnek olarak; Morfin, Nikotin, Striknin, Efedrin ve Kinin verilebilir. Genellikle benzer yapıya sahip alkaloit grupları, çok az farklılıklarla bir arada bulunur. Bu alkaloit grupları, birinin diğerlerinden daha fazla olması veya daha aktif olmasıyla birbirinden ayrılır (Crozier ve ark., 2006).

Alkaloitlerin farmakolojik etkisi çok yüksektir; kan yoluyla hücre ve dokulara temas ederek, hücre fonksiyonlarını arttırırlar (uyarıcı etki) veya azaltırlar (yatıştırıcı etki). Düşük dozlarda değerli, birer ilaç iken yüksek dozlarda hepatotoksiktir. Tarih

boyunca alkaloitler zehir ve ilaç olarak kullanılmıştır. Örneğin Eski Roma'da bayanlar göz bebeklerini büyütmek için gözlerine güzelavrat otu damlatırlardı ve fazla damlatınca zehirlenirlerdi. Günümüzde ise bu bitkideki atropin tıpta göz bebeklerini büyütmek için kullanılıyor (Baydar, 2019).

2.3 Sekonder Metabolit Üretimini Etkileyen Faktörler

Sekonder metabolitler; bitkinin genetik yapısına, organlarına, hayat devrelerine ve bitkinin gün içindeki fizyolojik durumuna ayrıca yetiştiği yerin iklim, toprak, rakım ve topoğrafya gibi çevresel faktörlerine göre değişiklik gösterir. Bitkiler ise içinde buldukları ekolojik koşullardan olumlu veya olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu durum üretilen sekonder metabolitlerin aynı kalite ve standartta olmasını engellemektedir (Açıkgöz, 2017; Baydar, 2019). Bitkilerin farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde sekonder metabolit oranı değişmektedir. Bitkiler üreme ve çiçeklenme döneminde tozlaşma ve savunma amaçlı sekonder metabolit oranını arttıırırlar.

Aynı bitkide günün farklı saatlerinde sekonder metabolit oranı farklı olabilir. Sekonder metabolitler bitkinin bulunduğu ortam yani çevre koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir; sıcaklık ve ışık dalgalanmaları antioksidanların sentezini, su stresi prolin gibi bazı aminoasitlerin sentezini, bakteriyel enfeksiyonlar fenoliklerin ve flavanoitlerin sentezini, böcekler ve otçul hayvanlar bazı acılık veren alkaloitler, tanenler ve saponinlerin sentezini teşvik eder. Sekonder metabolitler bitkilerin en önemli savunma ürünleri olduklarından örneğin patojenik mikroorganizmaların, otobur böceklerin ve hayvanların saldırıları durumunda daha fazla sentezlenirler. Çevre faktörleri (sıcaklık, yağış, toprak, rakım vb.) etkin madde sentezi ve birikimi üzerinde etki eder. Sıcak ve kurak bölgelerde yetişen tıbbi ve aromatik bitkilerin alkaloit ve uçucu yağ içerikleri serin ve yağışlı bölgelerde yetişenlere göre daha yüksektir (Baydar, 2019).

Yabani otların buldukları toksik maddeler canlı organizmaların zehirlenmesine neden olabilmektedirler. Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerin toksik etkisi ve miktarı; bitkinin türüne, yaşam döngüsüne, yaşına, fizyolojik yapısına, mevsime, toprak özellikleri gibi coğrafik ve ekolojik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Özçelik ve Sağmanlıgil, 1993; Muca ve ark., 2012). İklim elementlerinin sekonder bileşenlere etkisi tür ve genotip özelliklerine göre farklılık

göstermektedir. Havanın sıcaklığı ile CO2 miktarının değişimi bitki büyüme ve gelişmesi de etki etmektedir (Robinson ve ark., 2012). Yapılan birçok çalışma ile sıcaklık stresinin de bu bileşenleri etkilediği belirlenmiş olsa da mekanizması hala tam olarak açıklanamamıştır. Ancak bu konudaki çalışmalar devam etmektedir (Parmesan ve Yohe, 2003). Toksik bileşenler bitkinin bütün kısımlarında bulunacağı gibi, bazen bitkinin belli kısımlarında hatta belli gelişme dönemlerinde bulunabilmektedir (Seçmen ve Leblebici, 1987; Yücel, 2002; Sokat, 2020).

Ayrıca sekonder metabolitler (fitokimyasallar), bitki söküldükten veya biçildikten hemen sonra hızla değişim geçirmeye başlarlar. Çünkü ölüme giden hücre veya dokularda açığa çıkan enzimler fitokimyasalların hızla parçalanmasına veya dönüşmesine yol açarlar. Bu nedenle, ekstraksiyon veya damıtma işlemlerine kadar kimyasal yapılarının en doğal haliyle korunması gerekir. Enzimatik faaliyetleri en aza indirmek için bitkisel droglar kilitli poşetlere konularak 4°C gibi düşük bir sıcaklıkta muhafaza edilebilir (Baydar, 2019).

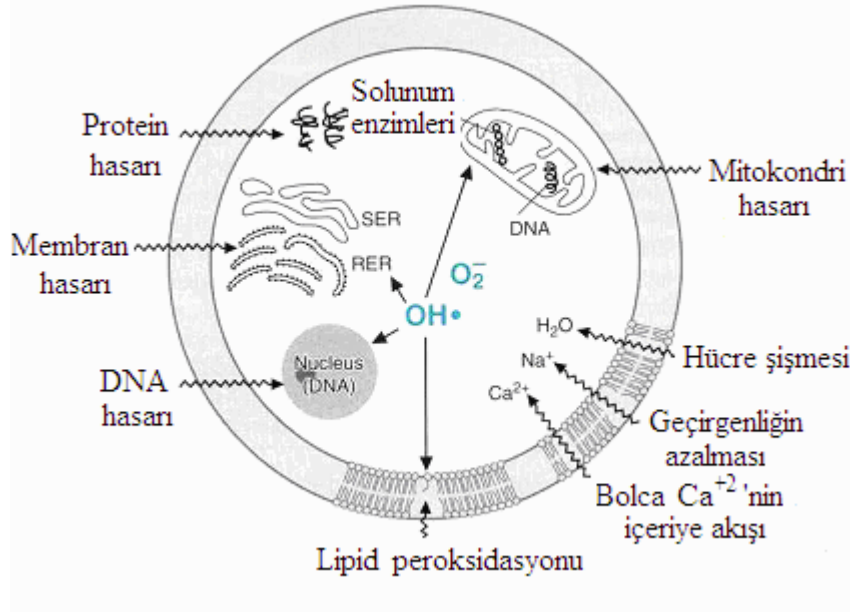
2.4 Antioksidan

Oksijen insan yaşamı için çok elzem olmasına karşın, normal metabolizma sırasında üretilen bazı reaktif oksijen türleri vücuda yoğun bir zarar verme potansiyeline sahiptir (Diplock 1998). Serbest radikaller, dış yörüngesinde bir veya daha fazla eşleşmemiş elektron bulunduran yüksek oranda reaktif moleküllerdir (Valko ve ark., 2006). Serbest radikallerin miktarı hücrede çevresel veya sistemik etkiler altında artmaktadır. Fakat doğal olarak hücrede devam eden reaksiyonlarda meydana geldiklerinde mitokondrial aktivite, enerji ve bölünme gibi bazı hücresel metabolizma faaliyetlerinin kontrolünü sağlarlar. Diğer yandan oksidatif ya da nitrosatif stres oluşumu durumunda hücrenin yapısını oluşturan yapılarda çoğu zaman tamiri mümkün olmayan hasarlar meydana getirirler. Hücrede en fazla hasar gören biyomoleküler yapılar lipidler, proteinler ve nükleik (DNA ve RNA) asitlerdir. Oksidatif stres sonucu meydana gelen bu hasarlar ROS ve RNS'leri katarakt, romatoid artrit (Hadjigogos, 2003), kanser (Khanna ve ark., 2014), akciğer hasarı (Erol ve ark., 2019), nörodejeneratif hastalıklar (Rekatsina ve ark., 2020), diyabet (Yaribeygi ve ark., 2020) gibi birçok hastalıklarla doğrudan ilişkili hale getirmektedir. Hastalıkların

patofizyolojisinin büyük kısmında inflamasyon kadar ROS ve RNS'ler de önemli rol oynarlar (Erol, 2020).

Canlı hücredeki oksijen metabolizması, çevre kirleticileri, böcek öldürücüler, kirli sular ve kanserojen kimyasalların gıda yoluyla alınması gibi birçok faktör oksijen türevi serbest radikallerin oluşumuna neden olmaktadır (Ebadi, 2001; Teğın ve ark., 2018)

İnsan metabolizmasında vücudun oksijen kullanımındaki normal faaliyetler sırasında bazı faktörlerin tetiklenmesi ile aktif oksijen formları oluşmaktadır. Bu aktif oksijen formları engellenmediği takdirde, DNA, protein, karbonhidrat ve lipit gibi organik moleküllerde yapısal bozulmalara yol açmaktadır. Bundan dolayı, hücre membranının hem yapısı hem de fonksiyonlarının bozulması (Şekil 2.4), birçok dejeneratif hastalığın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Katiyar ve Mukhtar, 1997; Sivritepe, 2000).



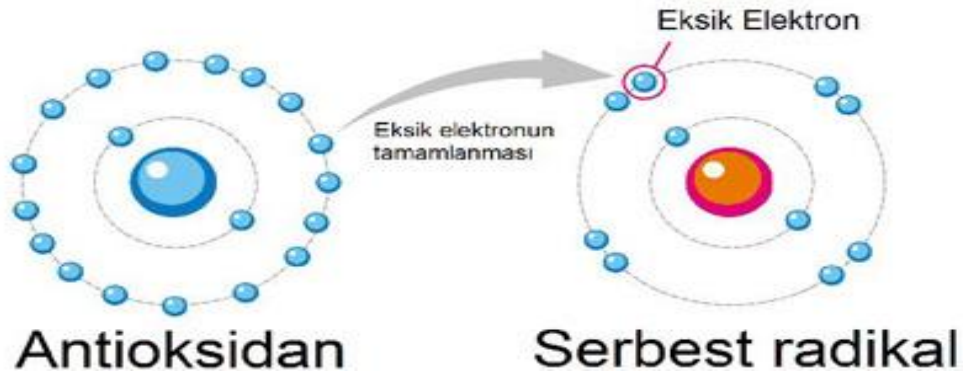
Şekil 2.3 Serbest Radikallerin Hücresel Hedefleri (Burnaz, 2007)

Serbest radikaller pek çok kaynağa sahip olsa da bu kaynaklar endojen ve eksojen olarak ikiye ayrılmaktadır. Eksojen kaynaklar uygun olmayan beslenme ve gıda kaynakları, sigara ve alkol gibi kötü alışkanlıklar, toksik kimyasallar, ağır metaller, anormal çevresel şartlar, hastalıklar, UV ışınları ve radyoaktivite olarak kısaca sıralanabilir. Ancak endojen kaynaklar mitokondri, peroksisom ve endoplazmik

retikulum gibi organellerin yanı sıra hücrede hayatı devam ettiren çeşitli reaksiyonlardır (Erol, 2020). Serbest radikalleri yakalayıp yok etme kapasitesine sahip maddelere “antioksidan” denilmektedir (Elliot, 1999).

Antioksidan maddeler canlılarda serbest radikalleri nötralize ederek hücrelerin onlardan zarar görmesini önleyen maddelerdir (Gök ve Serteser, 2003). Antioksidan maddeler vücutta bulunan bütün hücreleri etkileyebilme kapasitesine sahip maddelerdir ve bu sayede kanser, kardiyovasküler hastalıklar ile katarakt ve yaşlanma (Harman, 2009) gibi hastalıkları baskılama etkisi olduğundan, serbest radikallerin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirir. Bunu serbest radikallerin gerçekleştirdiği reaksiyonları durdurarak, oksijeni ve metalleri bağlayarak oksidasyonun sebep olduğu zararları engelleyerek gerçekleştirirler (Tunalıer ve ark., 2002; Covas ve ark., 2006; Kolaç ve ark., 2017).

Antioksidanlar serbest radikallerle reaksiyona girerek hücre zararını ve tümör oluşumunu önleyerek (Şekil 2.4.) sağlıklı ve kaliteli bir yaşam sağlayan maddelerdir. Antioksidanlar kararlı bileşenlerdir çünkü kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri etkisizleştirirken elektron verdikleri halde serbest radikallere dönüşmezler (Oğuz, 2008). Dolayısıyla aktif oksijen oluşumunu engellemek suretiyle oksidasyonun neden olduğu zararlanmaları hücre bazda inhibe ederek dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (Baublis ve ark., 2000; Sivritepe, 2000).



Şekil 2.4 Antioksidan’ın Serbest Oksijen Radikali İlişkisi (Anonim 2020a)

İnsan sağlığı bakımından antioksidan fonksiyonları ile ön plana çıkan maddeler E ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenolik maddelerdir (Sivritepe, 2000). Fenolikler bitkisel gıdalarda özellikle meyve, sebze, baharat, tahıl ve içeceklerde yaygın olarak bulunmaktadır. Örneğin çay, fenolik maddelerce zengin içeceklerden bir tanesidir.

Doğal antioksidan maddeler; sebze ve meyvelerde, yapraklarda ve köklerde kuruyemişler ve tohumlar ile kabuklarda oluşabilen fenolik özellikteki maddelerdir (Anwar ve ark., 2018; Yıldız ve ark., 2020).

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkisinin nedenleri arasında serbest radikalleri temizleme (Rice-Evans ve ark., 1995; Pekkarinan ve ark., 1999), metal iyonlarla bileşik oluşturma (metal şelatlama) ve singlet (tekli) oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma (Rice-Evans ve ark., 1995) gibi özellikleri sayılabilir. Bu bileşikler, lipidlerin ve diğer biyomoleküllerin (protein, karbonhidrat, nükleik asitler) serbest radikallerce okside olmalarını engellemek için aromatik halkalarındaki hidroksil gruplarda bulunan hidrojeni verebilmektedirler (Burda ve Oleszek, 2001). Aynı zamanda fenolik bileşikler hidrojen atomu vererek serbest radikalleri nötralize eden primer antioksidanlar olarak görev yaparlar (Yıldız ve ark., 2020).

2.5 Makroelementler

2.5.1 Azot (N)

Azot bitkilerde bulunan temel yapı taşlarından biridir. Bitkilerin azot içerikleri oldukça değişken bir yapı gösterir. Azot aminoasit, protein, nükleik asit gibi organik bileşiklerin yapısında bulunur. Bitkide yeni hücrelerin meydana gelebilmesi için azot zorunlu bir elementtir. Eğer bitkide azot eksikliği varsa bitkideki büyüme oranı azalır. Bilhassa da bitkinin vejetatif gelişmesi olumsuz olarak etkilenir. Bitkini sahip olduğu yaprak ve göve arke sistemi büyük oranda zayıf bir hal alır. Aynı şekilde kök gelişmesi ile kök dallanması da zayıflar. Çiçeklenme oranı ve meyve tutma kapasitesi azalır oluşan meyveler ise küçük kalır. Azot erken büyüme döneminde, karbonhidratların daha iyi asimilasyonuna ve protein sentezine yardımcı olur. Ayrıca proteini artırır ve yağ konsantrasyonunu azaltarak tohum kalitesini de etkilemektedir (Gudade ve ark., 2009; Erbaş ve ark., 2020).

Azot su ile beraber bitkilerde kıtlığı çok olan besin elementidir. Bundan dolayı daha çok bitki büyüme ve gelişmesini kontrol eden bir besin nutrienti olarak önümüze gelir (Çepel, 1996; Gardiner ve Miller, 2008; Fageria, 2009). Çünkü toprağın anakayasası ile anakayadan oluşan anorganik yapıları ana materyallerde azot bileşikleri bulunmaz. Doğadaki azot kaynağımız atmosferdir. Ayriyetten hidrosfer ile canlı organizmalarda

da yüksek oranda azot vardır. Toprakta bulunmakta olan azotun esas deposu organik maddedir. Organik maddenin zamanla parçalanır ve bunun sonucunda içinde bulunan azot açığa çıkar ve bitkiler de bundan istifade ederler (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000; Boşgelmez ve ark., 2001).

Azot, bitkilerin yaprak ve göve arke oluşumunu tetikler. Bitkinin yapısındaki önemli fizyolojik fonksiyonları ile ürün miktarını ve kalitesini etkiler. Bitkilerde proteinin esas maddesi olup güneş enerjisini bitki için faydalı enerji haline dönüştüren klorofil molekülünün temel yapı taşıdır. Bitkinin vejetatif aksamı byüme-gelişme döneminde fazla miktarda azot kullanır. Azot alkoloit oranını arttırırken, uçucu yağlar ve fenolikler üzerinde belirgin bir etkisi yoktur (Baydar, 2019).

Önemli bitki besin maddesi olan azot, çok yıllık bitkilerin dormansiden erken uyanmasına, yaprakların daha büyük, gevşek yapılı ve bol sulu olmalarına neden olmaktadır. Bunun başlıca nedeni bitkideki azotlu bileşiklerin su tutma özelliğinin fazla olması olabilir (Kacar, 1986). Yeteri kadar azotun sağlanmasıyla bitkiler koyu yeşil renkli ve kuvvetli bir vejetatif gelişme göstermektedirler. Bu nedenle azotun bitkinin yeniden büyümesi üzerinde doğrudan etkisi olmakta, bu da ondan alınabilecek biçim sayısını dolayısıyla toplam ot verimini değiştirebilmektedir (Baytekin ve Gül, 2009; Geren ve Candoğan, 2020).

Azot eksikliği durumunda bitkilerin genel görünümleri açık yeşil bir renk alır. Yaprak alan indeksi düşer ve fotosentez olayı daha az gerçekleşir. İleri boyutlarda noksanlığında, yaprağın homojen olarak sararması şeklinde ortaya çıkan kloroz görülür. Azot noksanlığı ilerlediğinde yapraklar kahverengiye dönüşür ve ölür (Foth, 1984; Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Güzel ve ark., 2004; Fageria, 2009; Kacar ve Katkat, 2010).

Azotun fazlalığı ise bitkinin vejetatif gelişme periyodunu uzatarak çiçeklenmeyi geciktirir ve şeker sentezini azaltır. Meyvelerin geç olgunlaşmasına neden olur. Azotun fazlalığı özellikle mantar hastalıklarına karşı dayanıklılığı azaltır (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001; Fageria ve ark., 2011). Ayrıca fazla azot bitkilerin kırılmaya karşı dirençlerini azaltırken, hasat zamanının gecikmesine de sebep olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2010).

Azot bitkilerde büyük oranda organik ve daha az oranda da inorganik (nitrat ve daha az miktarda amonyum) olarak bulunur. Bitki türü, çeşidi, yaşı, çevre koşulları, örneğin alındığı bitki aksamı vb. gibi etmenler bitkilerin azot içeriklerini etkiler. Genel olarak kuru madde ilkesine göre bitkilerde toplam azot %0.2-6.0 ve nitrat şeklinde azot ise %0-3.5 arasında değişmektedir (Kacar ve İnal, 2010).

2.5.2 Fosfor (P)

Tüm organizmalar için gerekli elementlerden birisi olan fosfor bitkilerde protein, enzim, koenzim, nükleik asit ve fosfolipid gibi moleküllerin önemli bileşenidir. Fosfor bitkilerde enerji molekülü olan ATP ile şekerlerin ve kalıtsal materyal olan nükleik asitlerin meydana gelmesi için zorunlu bir elementtir bundan dolayı bitkiler fosfora ihtiyaç duymaktadır. Bitkide enerji transferinden sorumlu ATP bu bileşiklerin en önemlilerinden birisidir. Bitkinin genetik özellikleri belirleyen DNA'nın oluşumu için gereklidir. Fosfor ayrıca çiçek ve meyve oluşumu ile hücre bölünmesinde kritik rol oynamaktadır. Ayrıca bitkilerin olgunlaşmasını (Kulaç ve Bildirici, 2020) erken büyüme, çiçeklenme, tohum bağlama ve kök oluşumunu teşvik ederek, tohum/meyve üretimini artırır. Besin elementleri ve diğer bileşiklerin taşınmasında görev alır. Bitki kuru ağırlığının yaklaşık %0.2'sini oluşturan fosfor bitkide cereyan eden birçok fizyolojik ve biyokimyasal faaliyette görev almaktadır.

Toprakta bulunan fosforun kaynağı apatit mineralidir. Ayrıca bazik magmatik kayalarda da yüksek oranda fosfor bulunmaktadır. Kaya ve mineraller parçalanarak fosforu serbest bırakırlar ve serbest hale geçen fosfor da bitkiler tarafından kullanılabilir. Organik maddelerin yapısında da fosfor bulunduğu için toprakta organik fosfor bileşikleri de bulunmaktadır (Çepel, 1996; Aktaş ve Ateş, 1998; Kantarcı, 2000).

Fosfor bitkilerde çiçeklenme, tohum, kök gelişimi ve meyve oluşumunda rol almasının yanı sıra bitki metabolizmasında enerji transferinde de büyük rol almakta ve basit şekerler ile depo maddesi olan nişasta gibi maddelerin oluşumunda etkin rol oynamaktadır. Genç bitkiler yaşlı bitkilere kıyasla fosfora daha çok gereksinim duyarlar bundan ötürü fosfor eksikliği genç bitkilerde daha çabuk hissedilir. (McCauley ve ark., 2009). Fosfor eksikliği en fazla çiçek, meyve, tohum gibi generatif yapılara hasar vermektedir. Fosfor eksikliğinde bitkilerde büyüme gerilemekte ve meyve ile ağaçlarda sürgün oluşumu ile tomurcuk oluşumu azalmaktadır. Fosfor

eksikliğinde yapraklar normal renginden daha koyu yeşil bir renk alır. Bitkilerin kök gelişimi zayıflayarak bitkinin don olaylarına ve hastalıklara karşı direnci azalmaktadır (Foth, 1984; Plaster, 1992; Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001).

Fosforun fazla olmasının bitkiler üzerinde meydana getirdiği etki daha çok dolaylı bir şekilde görülür. Bu durum sık karşılaşılan bir durum olmamakla birlikte fazlalığında çinko ve demir gibi mikro besin elementlerinin eksikliği oluşmaktadır. Kalsiyum, bor, bakır ve mangan gibi elementlerinde eksiklikleri meydana gelebilmektedir (Aktaş ve Ateş, 1998).

Bitkiler ihtiyaç duydukları fosforun önemli bölümünü gelişmelerinin ilk dönemlerinde alırlar ve bünyelerinde depo ederler. Bitkilerde oldukça hareketli olan fosfor, gelişmenin ileri dönemlerine doğru ihtiyaç duyulan diğer dokulara, tohum ve meyvelere taşınır. Özellikle metabolik aktivitenin yoğun olduğu hücre ve dokulara fosfor taşınım oranı da daha fazladır (Jeschke ve ark., 1997). Bitkilerin kök gelişiminde fosfor büyük önem göstermektedir. Artan fosfor miktarıyla beraber kök gelişimi de artmakta ve kökün topraktaki değinme yüzeyi genişlemektedir böylece bitkilerin ihtiyaç duydukları diğer besin elementlerinden yararlanma oranları da artmaktadır (Marschner, 2008; Kulaç ve Bildirici, 2020).

Genel olarak azot eksikliği belirtileri ile benzerlik gösteren fosfor eksikliğinde de bitki gelişimi etkilenmekte, bitkilerde yaprak gelişimi ile yaprak yüzey alanı önemli oranda azalmaktadır. Azot ve fosfor gibi besin elementleri bitkiler için gübre değerine sahiptirler. Bununla beraber, yüzey sularında ötrofikasyona ve içme için kullanılan yeraltı ve yerüstü sularında nitrat kirlenmesine neden olabilirler. Ortamda yeterince azotun bulunması ile bitkiler koyu yeşil renkli kuvvetli bir vejetatif gelişme gösterirler. Ortamda gerektiğinden fazla azotun olması halinde bitkinin gelişme devresi normalden daha uzun olacağı için olgunlaşma geriler ve meyvelerin tatlarında bir azalma meydana gelir (Kaçar, 1984; Ali, 1987; Görkem, 2006).

Senesens yaşa bağlı olarak hücre, doku, organ ve organizma düzeyinde ölümle ya da yaşam döngüsünün sona ermesiyle sonuçlanan bitki gelişimindeki son evredir (Ok Lim ve ark., 2007; Liu ve ark., 2008; Gregersen ve ark., 2013; Gully ve ark., 2015; Sağlam, 2015). Belirli bir yaşlanma kademesi olarak adlandırılan senesens genç ve olgun dönem ile devamlılık gösteren özel bir dönemdir. Fotosentez hızı ve etkinliğinin

arttığı bu evrede yaprağın gelişim ve genişlemesi de artarak devam eder. Sonra kademeli bir şekilde fotosentez hızı etkinliği düşerek yaprak giderek sararma ile belirginleşen senesens oluşumuna yönelir (Özbucak ve ark., 2008; Yalçın, 2018). Azot, kükürt, fosfor ve potasyum gibi önemli besinlerin taşınması ve geri dönüşümü açısından bir bitkinin gelişiminde senesens hayati önem taşımaktadır. Bu besinler senesens olan yapraklardan aktif olarak büyüyen dokulara taşınır, böylece bitkinin büyümesi ve çoğalması desteklenmiş olur (Gregersen ve ark., 2013; Gully ve ark., 2015; Sağlam, 2015). Bazı araştırmacılar senesensin, elverişsiz çevre koşulları (kuraklık, sıcaklık, azot eksikliği, yetersiz ışık, hastalık ve patojen saldırılar) sonucunda meydana gelmesinin (He ve Gan., 2002) yanında, en uygun büyüme koşullarında yetişen sağlıklı bitkilerde de genetik olarak meydana geldiğini bildirmişlerdir (Christiansen ve Gregersen., 2014). Yaprak yaşamında olgunlaşmadan yıpranmaya kadar olan son safha yaprak senesensi olarak adlandırılır. Yaprak sararması, yaprak senesensinin görünür bir işaretidir ve yeşil pigment olan klorofilin yıkımı ile sonuçlanırken, fotosentezde de görev alan sarı-kırmızı pigmentler olan karotenoidler parçalanmazlar (Wen ve ark., 2015). Bazı bitki türlerinde, antosiyaninler ve diğer pigmentlerin sentezi, senesens sürecine eşlik eder ve sonbahar yapraklarındaki çeşitli renklerin oluşumuna katkıda bulunurlar. Senesens sırasında klorofil kaybından dolayı, yaprağın fotosentetik kapasitesi ani bir şekilde düşer. Karbohidrat, aminoasit ve diğer moleküllerin yapımı protein, lipid ve nükleik asit (DNA ve RNA) gibi makromoleküllerin yıkımıyla yer değiştirir ve serbest kalan besinler yeni tomurcuklar, genç yapraklar, gelişen meyvalar ve tohumlar gibi bitkinin aktif olarak büyüyen bölgelerine taşınırlar ya da gelecek büyüme sezonu için göve arkelerinde depo edilirler (Avila-Ospina, 2015; Sağlam, 2015).

Yaprak senesensi gelişme mevsiminin sonunda başlayan çeşitli mekanizmalar serisi olup makro moleküllerin koordineli bir şekilde yıkımı ile sonuçlanmaktadır. Senesens sonucunda yapraklardan besin elementleri diğer bitki kısımlarına çekilir ve gelişme mevsiminin bitmesi ile uyumlu fizyolojik ve ekolojik mekanizmalar çalışmaya başlar (Çakır, 2005; Çakmak, 2011).

Yaprak yaşlanma sürecinin çoğu türde meydana geldiği görülmektedir. Besin emilimi, yaprak düşmesiyle kaybolmak yerine yapraktaki besinlerin yeniden kullanılmasına izin verir, böylece besinlerin bitkide kalma süresini uzatır (Wright ve Westoby, 2003). Azot ve fosfor, büyük ölçüde yaşlanan yapraklardan absisyondan

önce çekilir ve yeni büyüme için kullanılır veya vejetatif dokuda bir sonraki büyüme mevsimine kadar depolanır (Van Heer Waarden ve ark., 2003; Özbucak ve ark., 2008).

2.6 Önceki Çalışmalar

Yapılan literatür çalışmasında *P. americana* bitkisine ait bazı ekolojik ve kimyasal parametrelerinin çalışıldığı literature rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışma materyalimiz ve çalışma konumuz ile ilgili literatür taranarak aşağıda verilmiştir:

Tekin (2017) tarafından yapılan çalışmada *Phytolacca americana* L. bitkisini meyve, yaprak ve göve arke kısımlarının esansiyel yağ ve çözücü ekstraktının GC-MS analizini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda *Phytolacca americana* L. bitkisinin meyve, yaprak ve göve arke kısımlarının su buharı destilasyonu ve kloroform ekstraksiyonu ile elde edilen bileşenlerinin GC-MS sonuçlarını karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, mevcut bitkiden toplam 82 adet bileşiğin yapısı belirmiştir. Esansiyel yağa ait 71 adet bileşen ve kloroform ekstraktına ait 41 adet bileşen olduğu gözlemlenmiştir. Kloroform ekstraksiyonunun genellikle esansiyel olmayan sabit yağ dediğimiz yağ asitleri ve hidrokarbon türevleri gibi bileşikler izole etmede daha iyi olduğu görülmüştür. Bu yöntemin terpen sınıfı uçucu ve kokulu yağimsı bileşikler elde etmede uygun bir yöntem olmadığı bildirilmiştir. Bu tip bileşiklerin eldesinde Clevenger tipi su buharı destilasyon düzeneği kullanımının daha uygun olduğu ifade edilmiştir.

Yuan ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada bir mangan hiperakümülatörü olduğu bilinen ve nadir elementlerin fitoekstraksiyon potansiyeline sahip *P. americana* bitkisi hidroponik ortamda yetiştirilerek bu mekanizma aydınlatılmaya çalışılmıştır. Sonuçta *P. americana*'daki nadir elementlerin düşük konsantrasyonlarında birikimin arttığı, yüksek konsantrasyonlarda arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçların nadir elementlerin fitoekstraksiyonunun geliştirilmesine yardımcı olacağı bildirilmiştir.

Demir ve ark. (2017) 'nın yaptığı çalışmada deri mamulün *Phytolacca americana* bitkisinden elde edilen doğal boya ile boyanmasını incelemiştir. Çalışmanın sonucunda boyamaların renk kuvvet değerlerine (K/S) göre en iyi renk veriminin 360 nm dalga

boyunda, sırasıyla salisilik asit ve oksalik asitle mordanlandıktan sonra boyanan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Wang ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada bir biyomateryal türü olarak *P. americana* 'nın, metal iyonları ile kirlenmiş atık sudan Pb (II) giderimi için potansiyel bir biyoabsorbent olabilme potansiyeli incelenmiş ve bitkinin biyokütlesinin atık sudan Pb giderimi için potansiyel bir biyosorbent olduğu belirlenmiştir.

Kalkan (2018)'in yaptığı çalışmada *Phytolacca americana* (L.) bitkisinin biyoaktif bileşenlerinin HPLC-DAD ile aydınlatılmasını incelemiştir. Çalışmanın sonucunda bitkinin genel olarak flavonoid ve fenolik asit içerikleri açısından zengin olduğu belirlenmiştir. Fenolik asitlerden, benzoik asit, vanilik asit, kafeik asit, ferulik asit ve şirincik asit flavonoidlerden ise, rutin ve kuersetinin yanısıra, rutin, kuersetin, apigenin, luteolin ve kateşin türevleri gözlenmiştir. HPLC-DAD analizlerine göre hidroliz organik fraksiyonunun toplam fenolik madde miktarı, eter ve etil asetat fraksiyonlarına göre yaklaşık 4,5 kat daha az olduğu gözlenmiştir. *P. americana*'nın meyvelerinin fenolik asitler ve flavonoidlerce oldukça zengin içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bu meyvelere mor renklerini veren betalain türü bileşiklerin özellikle polar ekstraktlarda yüksek miktarlarda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu bitkinin biyoaktif bileşenlerinin zengin olması onu antioksidan, antimikrobiyal, antikanser gibi pek çok özellikler açısından incelenmeye değer kılmaktadır. Bu bitkinin meyvelerinin çeşitli ekstraktlarında biyoaktivite çalışmaları uygulamaya değer olduğu bildirilmiştir.

Kayış ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada bitki materyalimiz olan *P. americana* bitkisinin olgun meyvelerinden elde edilen özütlerin farklı iki konsantrasyonu uygulanarak gökkuşağı alabalığının yumurtalarında kuluçka döneminde görülen kayıpların önlenmesi için alternatif dezenfektan denemesi yapılmıştır. Ancak çalışma sonucunda alternatif olabilecek etkide olmadığı tespit edilmiştir.

Özbucak ve Akçin (2019) tarafından yapılan çalışma ile *P. americana* bitkisinin Ordu İli'nin doğal florası içinde bulunan otsu, çok yıllık, istilacı ve zehirli bir tür olduğu bildirilmiştir.

Tutar (2019) tarafından yapılan çalışmada *Phytolacca americana* L. bitkisinden elde edilen pigmentlerin boya duyarlı güneş pillerinde kullanımlarını incelenmiştir. Çalışmada ticari silikon ve metal içerikli sentetik boyalara göre hem ekonomik hem de çevre dostu olan doğal boyalarla BDGP (Boya duyarlı güneş pili) üretimi ve testleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre şekeriboyası meyvesinde ve şekeriboyası salkımında başlıca betalain bileşenlerinin sırasıyla prebetanin ve betanidin türevi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan optik ve elektrokimyasal çalışmalar sonucunda meyveler ve salkımlardan elde edilen ekstraktlar ile orta derecede fotovoltaj performansı, düşük maliyetli ve çevre dostu BDGP'ler için söz konusu doğal boyaların uygun olabilecekleri ortaya konmuştur.

Bakır (2020) tarafından sekonder metabolitler ve rollerinin incelendiği çalışmada bitki sekonder metabolizmasının önemi, ekolojik işlevleri, konuları derlenmiştir. Çalışmada bitkileri otoburlar tarafından tüketilmeye ve mikrobiyal patojenler tarafından enfekte edilmeye karşı koruyan, tozlayıcılar ve tohum dağıtıcı hayvanlar için çekici (koku, renk, tat) kılan, bitki-bitki rekabeti ve bitki-mikroorganizma simbiyozlarının ajanları olarak faaliyet gören, bitkilerin rekabet edip hayatta kalmasına katkı sağlayan sekonder metabolitlerin pekçok ekolojik işlevi olduğu bildirilmektedir.

Olaru ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada *P. americana* bitkisi ekstraktlarının *Zea mays* (mısır) bitkisi üzerindeki fitotoksik, sitotoksik ve genotoksik etkisi araştırılmıştır. Labaratuvarında mısır tohumlarına farklı konsantrasyonlarda ekstraktlar uygulandıktan sonra makroskobik ve mikroskobik incelemeler yapılmıştır. Sonuçta bitkinin ekstraktlarının sahip olduğu allelopatik özellikteki kimyasallardan dolayı mısır bitkisi üzerinde yüksek oranda toksik etkisi olduğu belirlenmiştir.

Liu ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada *P. americana* bitkisinin kullanıldığı saksı denemelerinde maden atıklarından nadir toprak elementlerinin fitoekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Hiperakümülatör özellikte olan bitkinin kullanılmasıyla toprakta eser miktarda bulunan elementlerin fitoekstraksiyon verimliliğini arttırmayı amaçlayan çalışma sonucunda toprağın fiziko-kimyasal özelliklerinin iyileştiği ve toprakta değişebilir Al konsantrasyonunun azalarak *P. americana* bitkisinin büyümesinin teşvik edildiği tespit edilmiştir.

Orgeas ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışma ile bitki besin elementi miktarlarının yaprağın yaşı ve bitkinin fenolojik durumu ile değişebileceği ifade edilmiştir. Bu çalışmadaki çalışılan taksonların makroelement içeriklerinde fenolojik ve fizyolojik gelişme mevsimi boyunca farklılıkların olduğu gözlenmiş olup bu farklılıkların yaprakların ilk çıkışından senesens dönemine kadar gerçekleştiği belirtilmektedir.

Özbucak ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada bitki gelişme durumu, toprak tipi, sulama, gübreleme ve iklim gibi faktörlerin bitki kompozisyonunu etkilediği belirtilmiştir.

Karahasan ve Özbucak (2015) tarafından yapılan *Typha latifolia* L. taksonunun farklı bitki kısımlarındaki ağır metal ve makro elementlerinin belirlendiği çalışmada bitkinin kök, göve arke ve rizom kısımlarındaki makro elementlerin N>P>K şeklinde olduğu belirtilmiştir.

Özbucak ve ark. (2016) tarafından yapılan *Helleborus orientalis* Lam. (Ranunculaceae) türünün farklı yükseltilerdeki örneklerinde azot ve fosfor içeriklerinin de karşılaştırıldığı çalışmada N ve P içeriğinin yükseltiye bağlı değiştiği tespit edilmiştir.

Bilgin ve Güzel (2017) tarafından yapılan *Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Linden) taksonunun farklı gelişim sezonlarında yükseklik gradient boyunca yapraklarındaki N ve P besin elementi değişimlerinin de incelendiği çalışmada bu besin elementlerinin yüksekliğe bağlı olarak artış gösterdiği, yeşil yapraklarda senesens yapraklardan daha yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Phytolacca americana bitkisi **Phytolaccaceae** Familyasına ait **Phytolacca** cinsine ait bir taksondur.

3.1.1 Phytolaccaceae Familyası

Phytolaccaceae familyası çoğunlukla tropikal ve subtropikal Kuzey Amerika ve Afrika'ya özgü 18 cins ve 65 tür ot, çalı ve ağaçtan oluşan çiçekli bitkilerden oluşan pokeweed ailesidir. Yapraklar spiral, basit ve bütündür (yani, düzgün kenarlı). Çiçekler tipik olarak dallı veya dalsız salkım şeklinde salkım şeklinde düzenlenmiştir ve genellikle biseksüeldir; dişi kısım, her biri tek bir yumurtaya sahip birden fazla birimden oluşur. Meyvesi küçük ve etlidir (Anonim, 2014a).

3.1.2 Phytolacca Cinsi

Phytolacca yaklaşık 22 tür içeren bir cinsdir. Yaklaşık 1 m uzunluğunda, kalın ve etli napiform kökleri bulunan, göve arkesi mor, içi boş, dik, düz ve üst tabakada dallı bir bitkidir. Koyu yeşil renkte olan yaprakları bütün bir kenarı olan ve oval-mızrak şeklinde veya dikdörtgen şeklindedir. Yaprakları yaklaşık 13x7cm ebatlarındadır.

Etimolojik olarak bitkinin cinsinin adı, meyvelerinden elde edilen karmin boyası nedeniyle "bitkisel cila" anlamına gelmektedir. Guaba, karmin otu, köpek mısırı, yılan otu, Amerikan üzümü, Amerikan ıspanağı, Hint greyfurtu gibi yerel isimlerle bilinmektedir. Tıbbi kullanımı bu cinsin tüm türleri ile aynı şekildedir. Antiinflamatuvar, haşarat kovucu, arındırıcı ve kusturucu olarak kullanılır. Bu cinse ait taksonlar organik madde açısından zengin yerlerde, mutedil iklimlerde, deniz seviyesinden 2000 metre yüksekliğe kadar olan yerlerde gelişebilir (Anonim, 2020b)

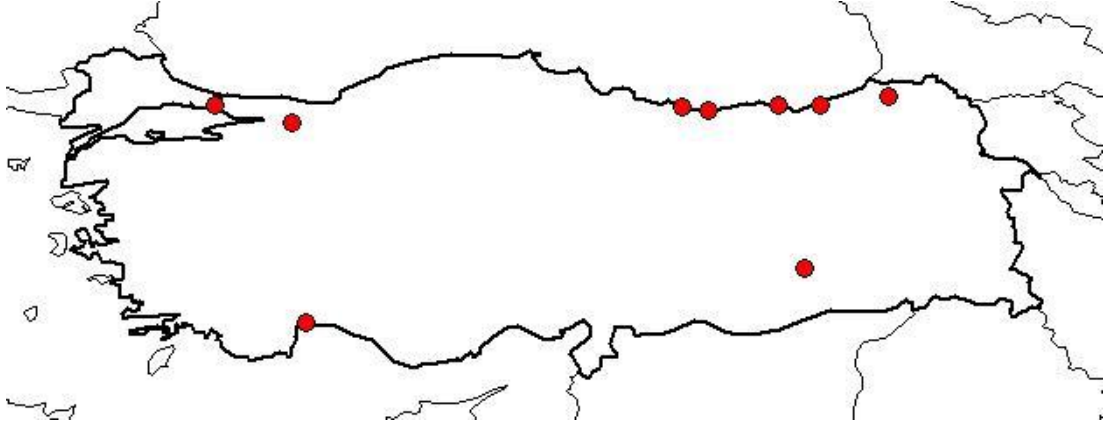
3.1.3 Phytolacca americana Türü

Phytolacca americana L. taksonunun sistematığı aşağıda (Çizelge 3.1) verilmiştir.

Çizelge 3.1 *Phytolacca americana* L. Taksonunun Sistematığı

Alem	Plantae
Altalem	Tracheobionta
Şube	Magnoliophyta
Sınıf	Magnoliopsida
Alt sınıf	Caryophyllidae
Takım	Caryophyllales
Aile	Phytolaccaceae
Cins	Phytolacca
Tür	<i>Phytolacca americana</i> L.

Phytolacca americana L. taksonu 0-500 m rakımları arasında yayılış gösteren, Haziran-Eylül ayları arasında çiçeklenen, çok yıllık, otsu formunda yamaçlar, tarlalar ve çalılık habitatları yaşam alanı olarak tercih eden bir bitkidir (Davis, 1984). Takson Tubives kayıtlarına göre ülkemizde kuzey ve güney Anadolu'da yayılış göstermektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 *Phytolacca americana* L. Taksonunun Türkiye Üzerindeki Dağılımı (Istanbul, Antalya, Artvin, Diyarbakır, Giresun, Ordu, Rize, Sakarya, Trabzon)



Şekil 3. 2 *Phytolacca americana* Taksonunun Genel Görünüşü

3.1.2 *Phytolacca americana* Bitkisinin Genel Özellikleri

Şekerci boyası olarak da bilinen *Phytolacca americana* L. Phytolaccaceae familyasına ait bir taksondur (Su-Youn ve Su-Youn, 2014). Şekerci boyası olarak bilinen bitki genelde 1-3 metre boyunda ve dalları 1-2 metre çapında yayılabilen otsu bir bitkidir. Yaprakları genellikle büyük, saplı veya sapsız, çiçeklenmesi çok çiçekli olup, çiçekler hermafrodit veya işlevsel olarak unisexual, periant segmentleri küçük, stamenleri 10 veya nadiren daha fazladır. Bitki çabuk büyüyen ve yayılan kazık bir köke sahiptir. Yaprakları pinnat, karşılıklı, halka şeklinde dizilmiştir. Yaprakları kendine has hoş olmayan bir kokuya sahiptir. Üzümsü ve sulu olan meyveleri yuvarlak olup alttan üsten basıktır. Başlangıçta kırmızımsı renkte olan meyve ilerki dönemde siyaha dönmektedir. (Sellers ve Ferrell, 2013; Anonim, 2014b). Parlak siyah renkte, yuvarlağımsı olan tohumları 10 mm çapındadır. Tohumları yaklaşık 40 yıl çimlenmeden dormant halde canlılığını koruyabilmektedir.

P. americana 4.7- 8.0 aralığında pH'ya sahip kaba, ince tekstürlü topraklarda ve orta seviyede nem içeriğine sahip topraklarda rahatlıkla gelişebilmektedir. Bitki yüksek kalsiyum içeriğine toleranslı olup düşük tuz konsantrasyonlarına da dayanabilmektedir. Hem güneş hem de gölgelik alanlarda rahatlıkla büyüeyebilen bitki sahip olduğu güçlü ve derin kök sistemi sayesinde yangınlardan dahi etkilenmez. Yangından sonra köklerinden yeniden büyüyerek hayatını devam ettirir. Genellikle sulak alan ve orman kenarlarında, ruderal alanlarda, sahile yakın yerlerde ve yerleşim yerlerinin civarında bitkinin yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Terk edilmiş tarla ve bahçelerde de

bitkiye rastlanmasına rağmen, tarım yapılan alanlarda bitkiye yoğun olarak rastlanmamıştır. Tarım alanlarının etrafında ve tarım dışı alanlarda yoğun olarak bulunmaktadır.

3.2 Metot

3.2.1 Örneklerin Toplanması

Bu çalışmada Ordu İli Ünye İlçesinde farklı habitat özelliklerine sahip üç farklı lokaliteden toplanan *P. americana* örnekleri ile çalışılmıştır. Çalışmada örnekler Ünye merkezde bulunan Çimento fabrikası yakınından, Çaybaşı ilçesindeki fındıklık alandan ve Çaybaşı ilçesindeki bir sulak alan kenarından alınmıştır. Ayrıca bu habitatlardan çimento fabrikası yakını kirli alan olarak belirlenmiştir. Örnek parsellerin seçiminde yön, yükseklik, vejetasyonun örtü durumu ile parsellerde en az 15 tane bireyin bulunmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca bitkiler genç, olgun ve senesens olmak üzere üç farklı gelişme döneminde toplanmıştır.

Çalışmada araştırma materyalini oluşturan bitki örneklerinin bir kısmı 65 °C' de 72 saat kurutulup ve hassas bir terazi yardımıyla toplam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulmuş bitki örneklerine ait bu kısımlar bitki öğütme değirmeninde öğütülerek azot ve fosfor analizine hazır hale getirilmiştir. Taze materyalin bir kısmı ise oda sıcaklığında kurutulup (Şekil 3.4) öğütülerek kimyasal analize hazır hale getirilmiştir. Numunelerin nihai nem miktarları belirlenecek ve tüm sonuçlar kuru ağırlık esasında verilmiştir.



Şekil 3.3 Kurumaya Bırakılan Bitki Örnekleri

3.2.2 Bitki Ekstraktlarının Hazırlanışı

Su ve metanol ekstraktları hazırlamak için uygun miktarda tartılan kurutulup, öğütülmüş bitki örnekleri üzerine uygun hacimde su/metanol ilave edilmiş ve 12-16 saat oda sıcaklığında çalkalamalı su banyosunda ekstrakte edilmesi sağlanmıştır. Ardından süzgeç kâğıdı kullanılarak süzölmüştür. Bu işlemin birkaç kez tekrarlanması ile birleştirilen süzöntüler metanol durumunda evaporatör, su durumunda ise liyofilizatör kullanılarak çözücüsünden uzaklaştırılmıştır. Bu işlem sonunda kalan katı madde hassas bir şekilde tartılmış ve bilinen miktarda çözücü eklenerek konsantrasyonu bilinen stok numuneler hazır hale getirilmiştir ve analiz edilinceye kadar renkli şişelerde +4 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.4 Su Banyosunda Çalkalamaya Bırakılan Örnekler ve Süzme İşlemi

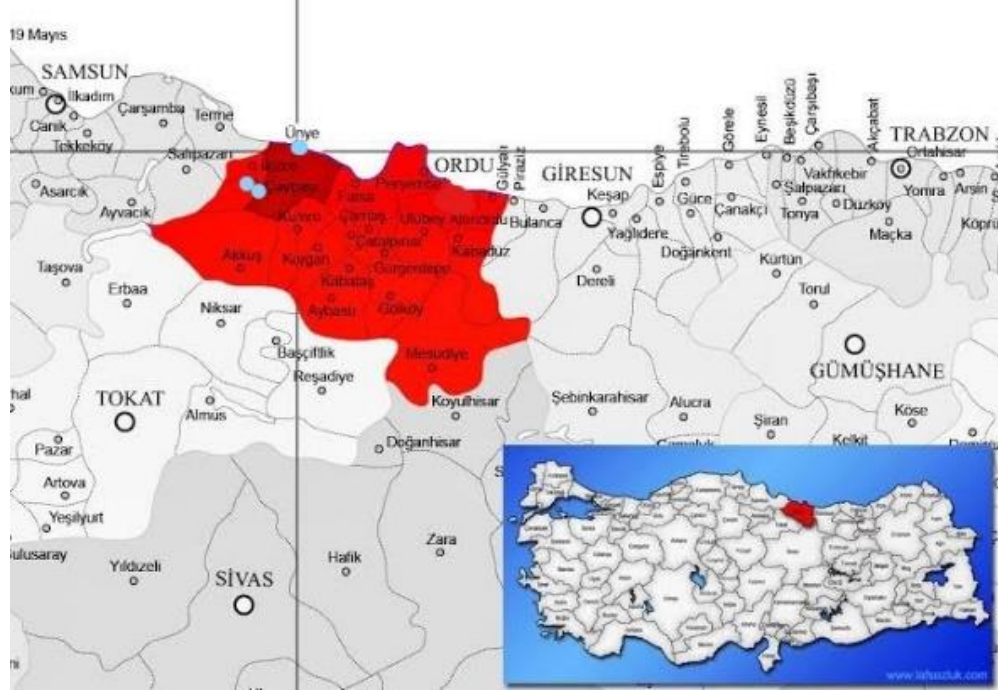


Şekil 3.5 Evaporatörde Uçurulan Bitki Örnekleri

3.2.3 Çalışma Alanlarının Genel Özellikleri

Bu çalışma Ordu İlinin Ünye ve Çaybaşı ilçelerinde belirlenen aşağıdaki üç farklı özellikteki habitatta bulunan *P. americana* örnekleri ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7) Çalışmada habitat özelliklerinin belirlenmesinde bitkinin seçilen bütün alanlarda

yaygın olarak bulunması, bir/birden çok çevresel kirleticiye maruz olması (kirli alan), kirleticilerden uzak olması (temiz alan) ile su ekosistemine yakın olması (sulak alan) kriterleri esas alınmıştır.

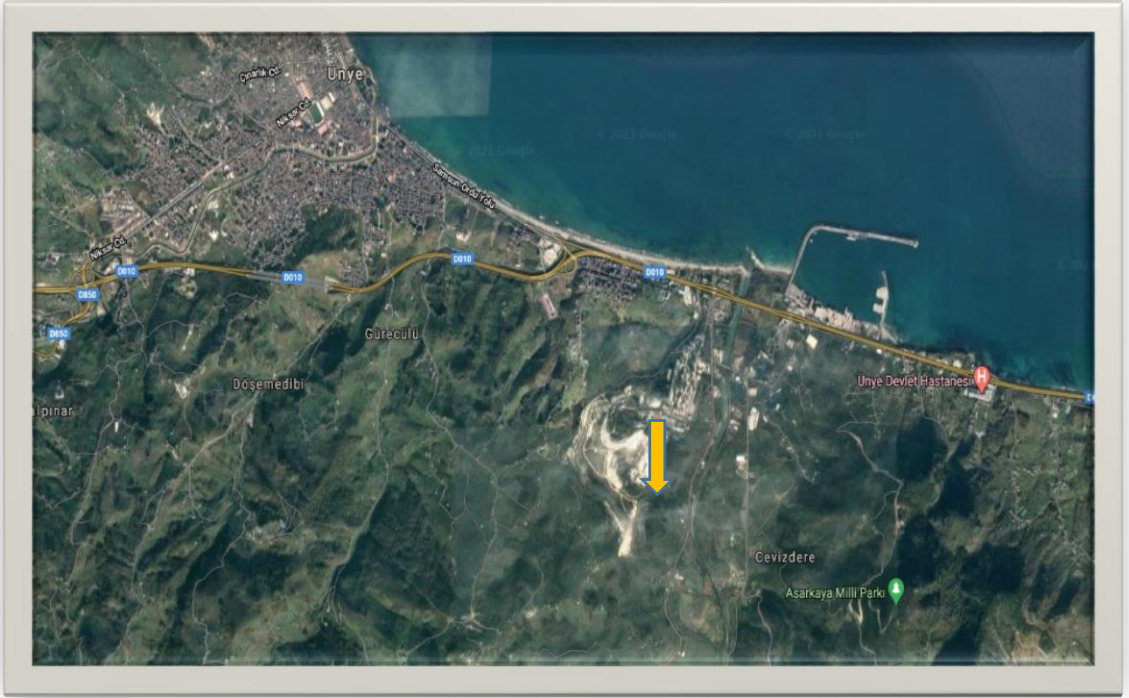


Şekil 3.6 Bitki Örneklerinin Toplandığı Alanların Haritadaki Konumu

Ünye Merkez Çimento Fabrikası Civarı:

Çalışma materyalini topladığımız “kirli alan” olarak belirlediğimiz bu lokalite deniz seviyesi rakımında $41^{\circ}11'34.28''$ kuzey paralelleri ile $37^{\circ}32'72.76''$ doğu meridyenleri arasındadır (Şekil 3.8). Ünye Çimento fabrikası 1969 yılında kurulmuş ve ülkemizin 500 büyük sanayi kuruluşu arasında yer almaktadır. Yıllık olarak 1,5 milyon ton/yıl klinker ve 2,6 milyon ton/yıl çimento kapasitesine sahiptir.

Bu lokalitede bitki genellikle yol kenarını ve ot ile çalıkların bol bulunduğu alanları tercih etmektedir. Çimento fabrikasına yaklaşık 300-400 m mesafede bulunmaktadır. Bitki hem çimentodan salınmakta olan gazlara (toz, sülfür dioksit, azot oksitler, ağır metaller gibi) maruz kalmakta hem de yoldan geçmekte olan motorlu taşıtların egzoz gazlarına maruz kalmaktadır.



Şekil 3.7 Ordu İli Ünye İlçesi'nde Bulunan Çimento Fabrikasının Uydudan Görüntüsü

Çaybaşı İlçesi Fındık Bahçesi:

Çalışma materyalini topladığımız “temiz alan” olarak belirlediğimiz bu lokalite 350 m yükseklikte, 40°98'42.43" kuzey paralelleri ile 37°10'766.81" doğu meridyenleri arasındadır (Şekil 3.9). Bu lokalitede bitki genellikle çalı ile fındık, meşe, gürgen gibi ağaç formlarının bol bulunduğu alanları tercih etmektedir. Bitki gübreleme yapılmayan fındık bahçesinin etrafından toplanmıştır. Fındık bahçesi orman alanıyla bitişik olarak bulunduğu için bu lokalitedeki bitki bol oksijene ve gölgeye maruz kalmaktadır.



Şekil 3.8 Ordu İli Çaybaşı İlçesi'nde Bulunan Fındıklık Bahçesinin Uydudan Görüntüsü

Çaybaşı İlçesi Sulak Alan Kenarı:

Çalışma materyalini topladığımız ‘sulak alan’ olarak belirlediğimiz bu 200 m yükseklikte, $40^{\circ}99'29.86''$ kuzey paralelleri ile $37^{\circ}09'15.19''$ doğu meridyenleri arasındadır (Şekil 3.10). Bu lokalitede bitki genellikle çalılıkların alt kısımlarını ve kenarını tercih etmektedir. Bitkinin örneğinin alındığı alan bir nehir kenarı olup etrafı çalılıklar ve mısır tarlasıyla çevrilidir.



Şekil 3.9 Ordu İli Çaybaşı İlçesi'nde Bulunan Nehir Kenarının Uydudan Görüntüsü

3.1.4. Araştırma alanının iklimsel özellikleri

Ordu İli kıyı kesiminde her mevsimde bol yağışlı olan tipik Karadeniz iklimi görülür. Yaz aylarında bunaltıcı sıcakların olmadığı bölgede bol yağışlar zengin bir bitki örtüsünün oluşmasına imkân vermiştir. Buna karşılık ilin güney kısımları, İç Anadolu'ya yakın olması nedeniyle karasal iklim özellikleri gösterebilmektedir. Kıyı ve iç kesimlerde Canik dağlarının da etkisiyle farklı iklimsel özellikler görülebilmektedir. Kışların ılık yazların serin geçtiği bölge bol yağışlı ve sislidir (Polat, 2015).

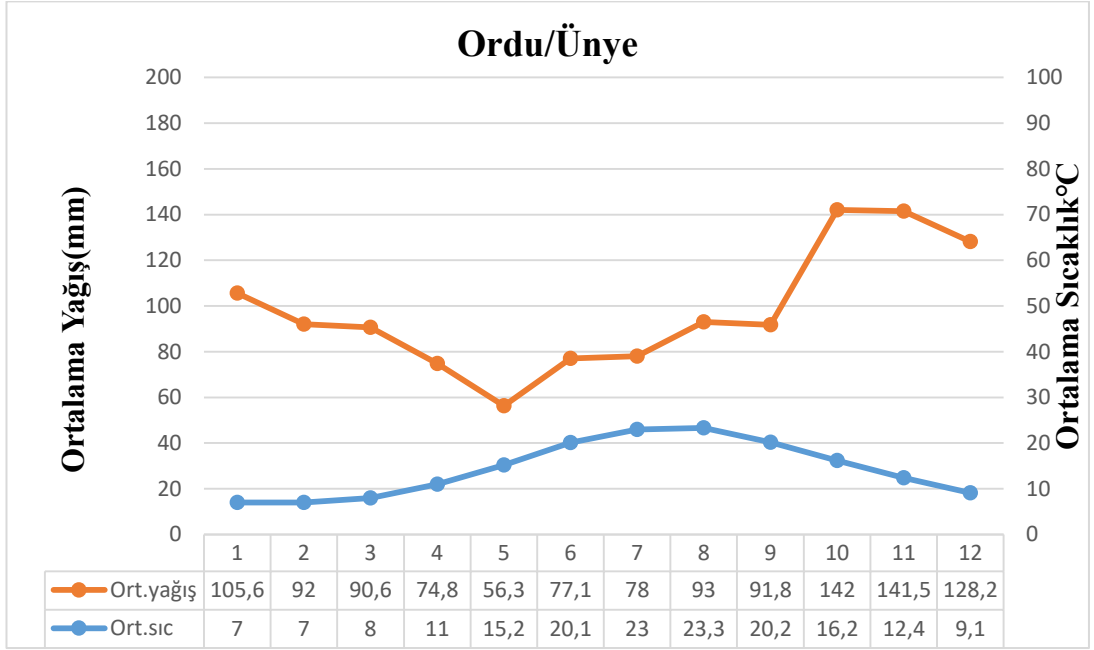
Araştırma alanlarına ait iklimsel veriler Ordu Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden alınmıştır. Ordu İli SKYİ (Sonbahar, Kış, Yaz, İlkbahar) Doğu Karadeniz Oseyanik yağış rejiminin 1.tipinin etkisinde bulunmaktadır. Bu iklim kurak mevsimin olmaması ile karakterize edilir (Akman, 2011).

Ordu ili Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'ne ait Ünye ilçesine ait iklimsel veriler ve iklim diyagramı sırasıyla Çizelge 3.2 ve Şekil 3.11'de gösterilmiştir. Ünye İlçesi'nin 1961–2020 yıllarına ait verileri bulunmaktadır. Buna göre Ünye'de 1961-2020 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık 14.3 °C'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık 23.3 °C ile

Ağustos ayında gerçekleşmiştir. En düşük sıcaklık ise 7 °C ile Ocak ve Şubat aylarında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 97.64 mm dir. Ortalama en yüksek yağış 142 mm ile Ekim ayında en düşük yağış ise 56.3 mm ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. 1961 ile 2020 yılları arasında Ünye’de kaydedilen en yüksek sıcaklık 1994 yılının Haziran ayında 37.3°C’dir (06.06.1994). En düşük sıcaklık ise 1964 yılının Ocak ayında -7.2°C olarak gerçekleşmiştir (29.01.1964).

Çizelge 3.2 Ordu İli Ünye İlçesi’nin 1961–2019 Yıllarına Ait Sıcaklık Değerleri

ORDU/ÜNYE	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1961-2019)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	7.0	7.0	8.0	11.0	15.2	20.1	23.0	23.3	20.2	16.2	12.4	9.1
Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.7	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.8
Ortalama Yağış (mm=kg÷m²)	106	92.0	90.6	74.8	5.3	77.1	78.0	93.8	91.8	142	141.5	128.2
Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler (1961-2019)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	24	27.3	30.4	34.5	30.0	33.2	32.9	34.5	35.0	36.1	30.5	26.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6.7	-6.5	-4.5	-1.5	3.3	9.0	13.3	13.7	8.2	4.1	-1.0	-2.6



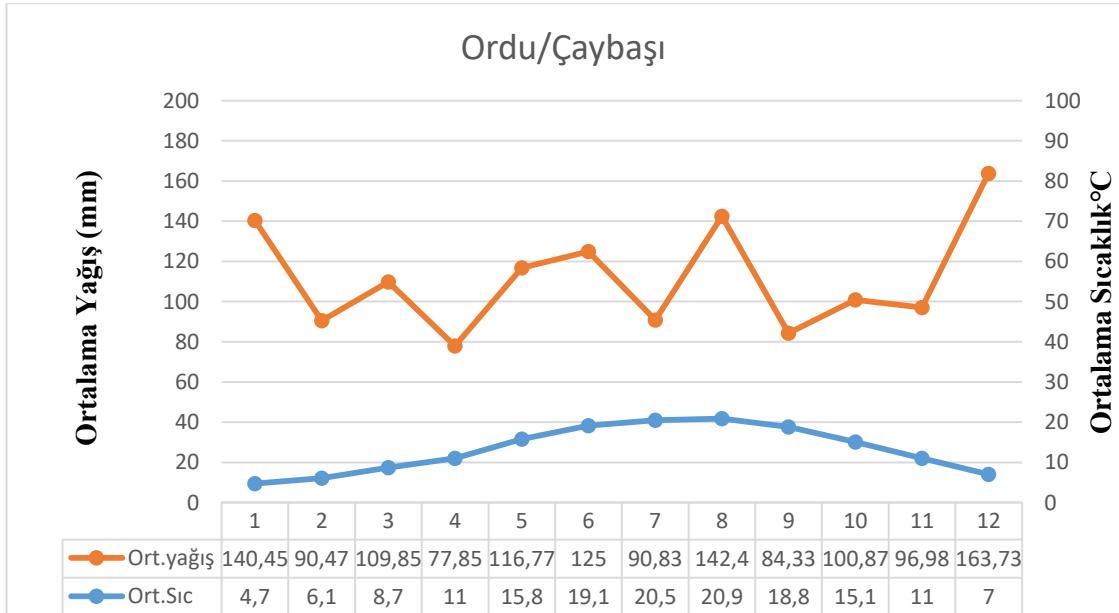
Şekil 3.10 Ordu İli Ünye İlçesi'nin 1961–2019 Yıllarına Ait İklim Diyagramı

Ordu İli Çaybaşı ilçesine ait iklimsel veriler ve iklim diyagramı ise sırasıyla Çizelge 3.3 ve Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Çaybaşı İlçesi'nin bölgedeki meteoroloji istasyonu yakın tarihte kurulduğu için 2015-2020 yıllarına ait verileri bulunmaktadır.

Çaybaşı İlçesinde 2015-2020 yılları arasındaki yıllık ortalama sıcaklık 11.22 °C'dir. Ortalama yüksek sıcaklıklar 20.9 °C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklıklar ise 4.7 °C ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 111.63 mm dir. Ortalama en yüksek yağış 163.73 ile Aralık ayında en düşük yağış ise 77.85 mm ile Nisan ayında gerçekleşmiştir. 1961 ile 2020 yılları arasında Ünye Çaybaşı'nda kaydedilen en düşük sıcaklık ise 2020 yılının Ocak ayında -9.4°C olarak gerçekleşmiştir (10.02.2020).

Çizelge 3.3 Ordu İli Çaybaşı İlçesi'nin 2015–2020 Yıllarına Ait İklim Ortalama Değerler

ORDU/ ÇAYBAŞI	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (2015–2020)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	4.7	6.1	8.7	11.0	16	19.1	20.5	20.9	18.8	15.1	11.0	7.0
Ortalama Rüzgâr Hızı (m÷sn)	2.9	2.8	2.4	1.9	1.6	1.4	1.4	1.6	1.4	1.4	2.0	2.3
Ortalama Yağış (mm= kg÷m ²)	140.5	90.5	110	77.9	117	125	90.9	143	84.3	101	97.0	163.8
Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük değerler (2015 - 2020)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	13.3	15.2	23.0	28.0	31.3	31.1	36.7	32.0	34.0	30.5	21.4	15.9
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.8	-9.4	-2.3	0.0	5.0	10.8	12.5	13.7	8.2	4.4	0.0	-5.3



Şekil 3.11 Ordu İli Çaybaşı İlçesi'nin 2015–2020 Yıllarına Ait İklim Diyagramı

3.2.5 Laboratuvar Çalışmaları

Azot ve fosfor analizleri için kullanılacak yaprak örnekleri etüvde 65-70°C’de 48 saat kurutulduktan sonra bitki öğütücüsünde parçalandıktan sonra analize hazır hale getirilmiştir. Kimyasal analizleri yapılacak olan bitki örnekleri gölgede oda sıcaklığında kurutulmuştur.

3.2.5.1 Azot (N) Analizi

N analizi yönteminin prensibi, yapraklardaki serbest azotun amonyuma çevrilmesidir. Bu nedenle önce örnek, konsantre HCl asit ile yüksek sıcaklıkta parçalanır. Organik karbonlu bileşikler okside olarak karbondioksit, hidrojenler suyla, hidrojene bağlı N amonyum haline dönüşür. Elde edilen çözelti ağırlıkça % 30-40 ‘lık sodyum hidroksit çözeltisi ile destile ediler. Serbest hale geçen amonyak % 4’lük borik asit içinde tutularak kesin normalitesi belirlenmiş HCl ile titre edilir. Bitki numunelerindeki N konsantrasyonlarının belirlenmesi mikro Kjeldahl metodu ile yapılmıştır. Bu amaçla 0.25’er gr kuru ve öğütülmüş bitki numunesi alınarak üzerine Sülfirik asit (H₂SO₄) ve katalizör tablet eklenmiştir. Kjectec Auto 1030 Analyser (Tecator, Sweden) cihazında çağla yeşili renk alıncaya kadar yaklaşık 400°C’de yakılmıştır. Bir süre soğutulduktan sonra örneklerin üzerine distile su ve NaOH eklenmiştir. Daha sonra bir erlene %40’lık borik asit ve metil red indikatörü eklenip alete yerleştirilerek distilasyon yapılmıştır. Daha sonra erlendeki sıvı 0,1N HCl ile titrasyon yapılarak indikatörün pembe renginin gözlendiği anda harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir.

Kaydedilen HCl miktarı aşağıdaki denkleme uygulanarak bitkideki %N konsantrasyonları belirlenmiştir (Kaçar, 1984).

$$\%N / 1\text{gr. Bitki örneği} = \frac{\text{Harcanan HCl miktar} \times 0,14}{0,25}$$

3.2.5.2 Fosfor (P) Analizi

Fosfor analiz yönteminin prensibi, yaş yakma yöntemi ile yakılmış bitki örneğinin Barton çözeltisi ile renklendirildikten sonra oluşan rengin indensitesinin standart seriye karşılık spektrofotometrede belirlenmesi esasına dayanır. Barton

çözeltilsinin hazırlanması: 25 gr amonyum mobildat 400 ml saf suda çözüldü. Çözünmeyi kolaylaştırmak için 50 °C 'a kadar ısıtıldı.1.25 gr amonyum monovanadat 1000 ml 'lik ölçü balonu içerisinde 300ml 'lik kaynar saf suda çözüldü. Oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra üzerine 250 ml konsantre nitrik asit konuldu ve çalkalandı. Her ikisi soğuduktan sonra karıştırılıp çözelti 1 lt'ye saf su ile tamamlandı.

Standart P çözeltilsinin hazırlanması: 1000 ml'lik ölçü balonu içerisinde 40°C 'de kurutulmuş 0.5 g KH₂PO₄ bir miktar saf suda çözülmüştür. Balon saf su ile 1lt ye tamamlanmıştır. Bu çözelti 100 ppm P kapsamaktadır. Daha sonra 100 ppm'lik P çözeltilsinden, 20ppm'lik çözelti elde edilmiştir.

Çizelge 3.4 Standart Fosfor ve Kör Örneklerinin Hazırlanışı

1	Kör		2 ml Barton	18 ml saf su
2	1 ppm'lik standart	1 ml 20 ppm standart	2 ml Barton	17 ml saf su
3	2 ppm'lik standart	2 ml 20 ppm standart	2 ml Barton	16 ml saf su
4	4 ppm'lik standart	4 ml 20 ppm standart	2 ml Barton	14 ml saf su
5	6 ppm'lik standart	6 ml 20 ppm standart	2 ml Barton	12 ml saf su
6	8 ppm'lik standart	8 ml 20 ppm standart	2 ml Barton	10 ml saf su
7	Örnek	2 ml örnek	2 ml Barton	16 ml saf su

Bitki örneklerinde P analizinden önce yaş yakma metodu uygulanmıştır (Kaçar, 1984). 0.3'er gr. Alınan bitki numuneleri Nitrik asit (3ml) – Perklorik asit (5 ml) karışımı ile organik kısımları tamamen uzlaşana kadar çözülmüştür. Çözülen numuneler Whatman 42 filtre kağıdı ile süzölmüş ve distile su ile 100 mililitreye tamamlanmıştır.

P analizinde 1,2,4,6,8 ppm.lik standart fosfor ve kör numuneler hazırlanmış (Çizelge 3.4) ve bunların absorbands değerleri spektrofotometrede okunmuştur. Bitki numunelerinden 2'şer ml. Barton ve 16'şar ml. Distile su konularak çözeltiler hazırlanmış ve bunların absorbands değerleri spektrofotometrede 430 nm. de okunmuştur.

Aşağıdaki denklemlerle P konsantrasyonları belirlenmiştir (Kaçar, 1984).

Ppm P/1gr. Bitki örneği = Okunan değer (absorbans) x Kurve faktörü x Sulandırma faktörü (100/0,3)

$$\frac{1ppm}{Abs} + \frac{2ppm}{Abs} + \frac{4ppm}{Abs} + \frac{6ppm}{Abs} + \frac{8ppm}{Abs}$$

$$\text{Kurve Faktörü} = \frac{\quad}{n (5)}$$

$$\% P/1 \text{ gr. Bitki örneği} = \text{ppm P}/10.000$$

3.2.5.3 Toprak Analizleri

Çalışılan her üç lokalateden araziyi temsil edebilecek şekilde toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneği almak amacıyla öncelikle üstteki organik tabaka kaldırılarak açılan çukurlardan A horizonuna ait olmak üzere 30 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri polietilen poşetler ile laboratuvara getirilip hava kurusu durumuna gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan toprak örnekleri analizlerin yapılması amacı ile 2 ve 0.5 mm'lik elekten geçirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Organik madde miktarı (%) Walkkey – Black metodu ile, N (%) miktarı mikro-Keldal metodu ile, P (%) miktarı Amonyum-molibdat- Stannus klorid metodu ile K (%) miktarı, Ca (%) ve Mg (%) miktarları ise atomik absorpsiyon spektrofotometre ile belirlenmiştir. Topraktaki % nem miktarının belirlenmesi toprağın yaş ve kuru ağırlık farkının tespiti ile ortaya konulmuştur. Bouyoucus hidrometre metodu ile toprak ie toprak tekstür analizi, pH metre ile de pH'sı ölçülmüştür (Kaçar, 1984).

3.2.5.4 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayininin temeli fenolik bileşiklerin bazik ortamda oksitleyici olarak rol oynayan Folin-Ciocalteu ayıracını indirgeyip kendilerinin oksitlenmiş forma dönüştüğü bir redoks reaksiyonuna dayanmaktadır. Reaksiyon tamamlanınca indirgenmiş ayıracın oluşturduğu mavi renk spektrofotometrik olarak

ölçülerek, analizi yapılan örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarlarının hesaplanması mümkün olmaktadır. Oluşan kompleksin renk şiddeti fenolik maddelerin konsantrasyonu ile doğru orantılı olup, 760 nm’de maksimum absorpsiyon vermektedir.

Çalışmada, standart kalibrasyon grafiğinin hazırlanması amacıyla standart olarak kullanılan bir fenolik olan gallik asit kullanıldı (Singleton ve Rossi, 1965). Gallik asitin farklı konsantrasyonları (0.5; 0.25; 0.125; 0.0625; 0.03125 ve 0.015625 mg/mL) hazırlanıp aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3.5) belirtilen miktarlarda 1/10 oranında seyreltilmiş Folin reaktifi (FCR) ve %2’lik Na₂CO₃ eklenmesi ve ilk adımda 10 dakika 2. adımda da bir saat oda sıcaklığında karanlıkta beklemenin ardından gelişen rengin absorpsiyonları 760 nm de okunarak konsantrasyona karşılık absorpsiyon değerleri ile grafik çizildi. Aynı şartlar altında test edilen numuneler için bulunan absorpsiyon değerleri ve grafiğin doğru denkleminde yararlanılarak bitki ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarı mg GAE (Gallik asit eş değeri) /g bitki olarak hesaplanır.

Çizelge 3.5 Toplam Fenolik Madde Tayininde Yapılan Pipetleme İşlemleri (hacimler mikrolitre birimindedir)

	Kör	Standart	Numune
Ekstrakt	-		10
GA (0.125 mg/ml) Çözeltisi	-	0-150	
FCR	600	600	600
Na₂CO₃ Çözeltisi	500	500	500
Su	150	150-0	140

3.2.5.5 DPPH Radikali Giderme Aktivitesinin Tayini

Serbest radikal yakalama etkinliği deneyi 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak Blois’in metoduna göre çalışılmıştır (Blois, 1958). Metod ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğinin, mor renkli DPPH çözeltisinin rengini açması esasına dayanır. Reaksiyon karışımının absorpsiyonunun düşmesi yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin göstergesidir. İlk olarak standart olarak kullanılan askorbik asidin farklı konsantrasyonları metanolde hazırlanmış olan

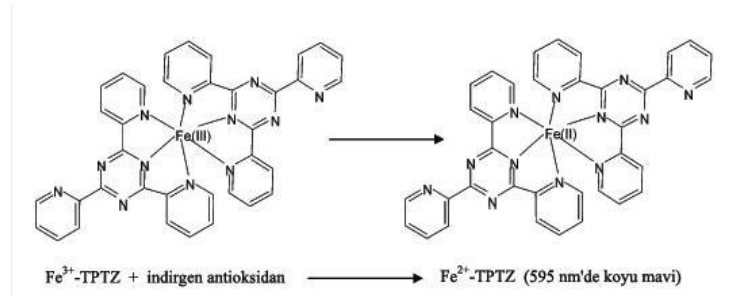
DPPH çözeltisi ile bir araya getirilip vortekslendikten sonra oda koşullarında karanlıkta 30 dakika bekletilir ve bu süre sonunda tüp içeriklerinin 517 nm’de absorbansları metanole karşı okunur. % DPPH radikali giderme aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır. Bu eşitlikte $ABS_{k\ddot{o}r}$ numune içermeyecek şekilde sadece çözücü ve DPPH çözeltisi içerecek şekilde hazırlanan karışımın absorbansını ifade etmektedir.

$$\% \text{ S\ddot{u}p\ddot{u}rme aktivitesi} = (ABS_{k\ddot{o}r} - ABS_{numune}) / ABS_{k\ddot{o}r}$$

Askorbik asidin farklı konsantrasyonları için hesaplanan % s\ddot{u}p\ddot{u}rme aktivitesi değerlerinin konsantrasyona karşı grafiğe geçirilmesi ile oluşturulan grafik yardımıyla numunelerin DPPH radikallerini s\ddot{u}p\ddot{u}rme aktivitesi mgAA/g numune şeklinde ifade edilmiştir.

3.2.5.6 Demir (III) İndirgeme Antioksidan G\ddot{u} (FRAP) Kapasite Tayini

Y\ddot{o}ntem, Fe (III)-TPTZ (2,4,6-tris (2-piridil)-S-triazin) kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe (II)-TPTZ oluşturması ve bu kompleksin 593 nm’de maksimum absorbans vermesi esasına dayanmaktadır (Benzie , 1999). FRAP y\ddot{o}ntemi nispeten basit bir y\ddot{o}ntem olup, kolaylıkla standardize edilebilmektedir. Bitkisel ekstraktlardaki antioksidan kapasitenin \ddot{o}l\ddot{u}lmesinde FRAP metodu geçerli bir y\ddot{o}ntem olarak kabul edilmektedir (Benzie ve Strains, 1996).



şekil 3.12 Demir (III)’\ddot{u}n İndirgenme Reaksiyonu

Standart kalibrasyon grafiği için Troloks[®]’un değişen konsantrasyonları (0-0.002-0.004-0.01-0.02 mM) uygun miktarda taze hazırlanmış FRAP reaktifi [300 mM pH 3.6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM FeCl₃ (10: 1: 1)] ile karıştırılarak, 37 °C’de 30 dakika bekletilmesinin ardından tüp içeriklerinin 593 nm’de absorbansları okundu (izelge 3.6).

Aynı deneme koşullarında numunelerde test edildi ve Troloks için ölçülen absorbansların karşılık gelen konsantrasyona karşı grafiğe geçirilmesi ile elde edilen eğriden yararlanarak numuneler için FRAP değeri $\mu\text{molTXE/g}$ numune olarak ifade edildi.

Çizelge 3.6 FRAP Tayininde Yapılan Pipetleme İşlemleri

	Kör	Standart	Numune
FRAP Reaktifi	1200	1200	1200
Su/Metanol	100	100-0	90
Numune	-	-	10
Troloks (0,0625 mg/ml)	-	0-100	-

3.2.5.7 İstatistiksel Değerlendirme

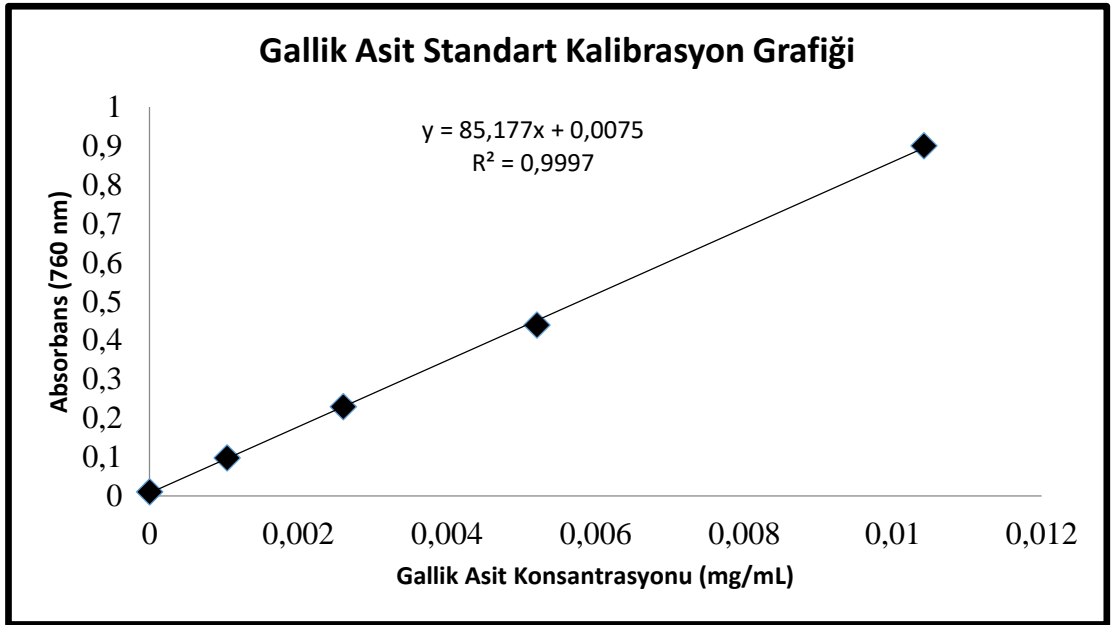
%P ve N sonuçları tek-yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. DPPH, FRAP ve FENOLİK miktarları ise meyve kısmında iki-yönlü varyans analizi (two-way ANOVA) ile, yaprak kısmında üç-yönlü varyans analizi (three-way ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonrasında gerekli olması durumunda farklı ortalamalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Varyans analizleri öncesinde varsayımların kontrolü Levene testi ve Kolmogorov-Smirnov testi ile yapılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önemlilik düzeyi dikkate alınmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 19 (Minitab LLC., USA) istatistik programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 BULGULAR

4.1.1 Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları

Bitki ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri gallik asit eşdeğeri olarak mgGAE/g numune şeklinde ifade edilmiştir. Bu amaçla ilk olarak belirli konsantrasyon aralığında gallik asit çalışma grafiği oluşturulmuş (Şekil 4.1) ve bu grafikten yararlanarak bilinmeyen örneklerdeki toplam fenolik madde hesaplanmıştır.



Şekil 4.1 Örneklerin Toplam Fenolik İçerik Miktarlarının Hesaplanması İçin Çizilen Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği

Bu işlem tüm ekstraktlar durumunda tekrarlanmış olup meyve kısımları için ham dönem için alınan bir veri bulunmamasıyla birlikte diğer kısımlar içinde etüvde kurutma tercih edilmemiştir. Diğer numuneler durumunda elde edilen sonuçlar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiş ve ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

4.1.1.1 Meyvedeki Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları

Meyvedeki Fenolik (mg GAE/g numune) için üç-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.1'de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Zaman üçlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

($p < 0.001$). Yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.2). En yüksek fenolik içerik değerinin temiz alan olarak nitelendirilen alandan senesens dönemde toplanan *P. americana* bitkisinin meyve kısımlarının su ekstraktları durumunda elde edildiği, en düşük fenolik içeriğin ise sulak alandan senesens dönemde temin edilen örneklerin su ekstraktları durumunda elde edildiği görülmektedir. Kirli alandan olgun dönemde, sulak alandan senesens dönemde ve temiz alandan hem olgun hem de senesens dönemde toplanan örneklerin metanol ve su ekstraktlarının fenolik içeriği arasında fark görülmektedir. Diğer taraftan olgun ve senesens dönemde kirli ve sulak alandan toplanan örneklerin su, temiz alandan toplanan örneklerin ise hem su hem de metanol ekstraktları durumunda elde edilen fenolik içerik miktarları arasında fark vardır. Ayrıca olgun dönemde sulak alandan toplanan numunelerin metanol ekstraktının fenolik içeriği diğer alanlardan elde edilenlere göre farklıdır. Senesens dönemde ise kirli alandan toplanan meyvenin metanol ekstraktı ile temiz alandan toplanan meyvenin su ekstraktı diğerlerine göre istatistiksel olarak farklıdır.

4.1.1.2 Yapraktaki Toplam Fenolik (mg GAE/g numune) Madde Bulguları

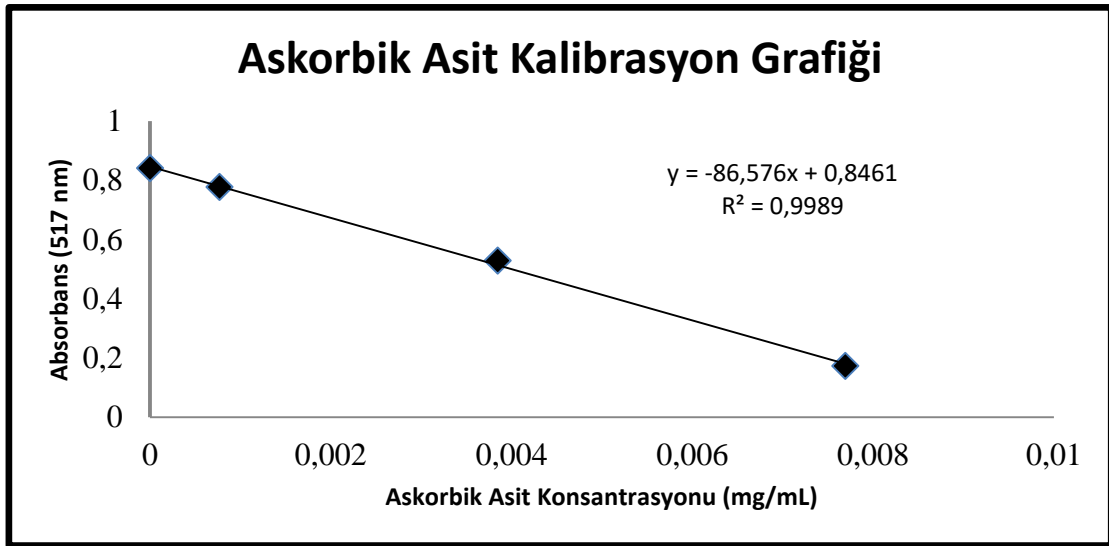
Her bir alandan farklı dönemlerde toplanan bitki numunelerinin yaprak kısımlarının hem etüvde hem de oda sıcaklığında kurutulması sonrasında su ve metanolde hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içeriklerinin hesaplanması sonucu elde edilen değerler ile dört-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.3'te verilmiştir. Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Zaman×Kurutma dördümlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.001$). Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.4). Bu tablodan açıkça görüldüğü gibi yaprak numuneleri durumunda en yüksek fenolik içerik sulak alandan senesens dönemde toplanan numunelerin oda sıcaklığında kurutulması ve su ile ekstrakte edilmesi durumunda elde edilirken en düşük değer ise temiz alandan olgun dönemde toplanan numunelerin etüvde kurutulması sonrasında su ile ekstrakte edilmesi durumunda elde edilmiştir. Ayrıca bu tablodan şu sonuçlar çıkarılabilir: Senesens dönemde her 3 alandan da toplanan numunelerin yaprak kısımlarının etüv ve oda sıcaklığında kurutulması yoluyla su ile hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içerik değerleri arasında fark vardır ($p < 0.05$).

Senesens döneminde kirli ve sulak alandan elde edilen ve oda sıcaklığında kurutulan yaprak numunelerinin metanol ve suda hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0.05$). Aynı dönemde temiz alandan toplanmış olan etüvde kurutulan yaprak numunelerinin de farklı çözücülerde hazırlanmış olan ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Kirli ve Sulak alandan senesens döneminde toplandıktan sonra oda sıcaklığında kurutulan yaprak kısımlarının su ve metanol kullanılarak hazırlanan ekstraktların toplam fenolik içerik değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Aynı dönemde temiz alandan toplanan ve etüvde kurutulan yaprak kısımlarının da su ve metanol kullanılarak hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içerik değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Kirli ve sulak alandan olgun dönemde toplanan, etüvde kurutulduktan sonra metanol kullanılarak ekstrakte edilen yaprak numunelerinin fenolik içeriklerinin değerleri arasında fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Öte yandan sulak alandan olgun dönemde elde edilip, etüvde kurutulan ve su ile hazırlanan ekstraktlarda hesaplanan fenolik içerik değerleri arasında fark bulunmaktadır ($p<0.05$). Senesens döneminde her 3 alandan da toplanan ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra su ile ekstrakte edilen her 3 numunenin de fenolik değerleri arasında fark vardır ($p<0.05$). Ayrıca senesens döneminde temiz alandan elde edilen ve etüvde kurutulduktan sonra su ile hazırlanan ekstraktın fenolik içeriği diğer iki lokaliteden aynı zamanda elde edilip aynı koşullarda ekstrakte edilen numunelere göre farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Senesens döneminde hem kirli hem de sulak alandan toplanan bitkilerin yaprak kısımlarının oda sıcaklığında kurutulması sonrasında su ile hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içeriği diğer aynı özelliklere sahip ancak ham ve olgun dönemde toplanan numunelerden hazırlanan ekstraktların fenolik içeriğinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca yine senesens döneminde temiz alandan toplanmış ve etüvde kurutulduktan sonra su ile hazırlanan ekstraktların toplam fenolik içeriği de diğer iki dönemde toplanan karşılıklarına göre istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

4.1.2 DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları

Serbest radikal süpürme antioksidan aktivite için kabul edilen mekanizmaların en önemlilerinden biridir. DPPH kararlı serbest radikalleri süpürme metodu spesifik

bir bileşimin veya ekstraktın kısa sürede antioksidan aktivitesini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu nedenle hazırlanan ekstraktların antioksidan aktivitesini değerlendirmek için ilk olarak DPPH radikali süpürme aktivitesi incelendi. Çünkü radikal yakalama, zincir kıran antioksidan türlerinin en önemli özelliklerinden biridir (Masuda ve ark., 1999; Hosseinimehr ve ark., 2007). Hem meyve hem de yaprak kısımlarının DPPH radikalini süpürme aktivitesi incelendi ve aktivite aynı şartlarda test edilen standart antioksidan askorbik asit cinsinden ifade edildi (mg AAE/g numune). Bu amaçla ilk olarak belirli bir konsantrasyon aralığında kullanılan askorbik asit (0-0,008 mg/mL) ile deneme gerçekleştirildi ve 517 nm de ölçülen aborbanslar ile konsantrasyon değerleri arasında grafik çizildi (Şekil 4.2). Oluşturulan bu grafikten yararlanarak aynı koşullar altında test edilen numunelerin DPPH radikali süpürme aktivitesi mg AAE/g numune şeklinde hesaplandı.



Şekil 4.2 Örneklerin DPPH Radikal Süpürme Aktivitelerinin Hesaplanması İçin Çizilen Askorbik Asit Kalibrasyon Grafiği

4.1.2.1 Meyvedeki DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları

Meyve kısımlarının hem metanol hem de su da hazırlanan ekstraktlarının DPPH radikali süpürme aktivitelerinin hesaplanması sonucunda elde edilen değerler için üç-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.5'te verilmiştir. Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Dönem üçlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). Yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.6). Ek 4. 6'nın

detaylı incelenmesi ile farklı dönemlerde farklı alanlardan toplanılan bitkinin meyve kısımlarına ait DPPH serbest radikalini süpürmesine dayanan antioksidan aktivite verilerine ilişkin şu yorumlar yapılabilir: Hem olgun hem de senesens dönemde sulak alandan toplanılan bitkilerin meyve kısımlarının oda sıcaklığında kurutulması sonrasında metanol ve su ile hazırlanan ekstraktlarının DPPH radikalini süpürme aktiviteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Temiz alandan olgun ve senesens dönemde toplanılan meyve numunesinin hem metanol hemde su ekstraktlarının DPPH radikalini süpürme aktivitelerine ilişkin hesaplanan değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Olgun dönemde sulak alandan toplanılan bitkinin meyve kısımlarının metanol ile hazırlanan ekstraktının DPPH radikalini süpürme aktivitesi diğer iki alandan toplanılarak aynı şartlarda hazırlanan ekstraktın gösterdiği aktiviteden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Senesens dönemde ise kirli alandan toplanılan metanolla ekstrakte edilen meyve kısımları diğer alanlardan toplanılan meyve kısımlarının metanol ekstraktlarına göre farklı DPPH radikali süpürme etkinliğine sahiptir. Yine senesens dönemde temiz alandan toplanılan ve su ile ekstrakte edilen numunenin DPPH aktiviteside diğer iki alandan toplanılarak aynı şartlarda analiz edilen ekstraktlara göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

4.1.2.2 Yapraktaki DPPH (SC50:mg/ml) Radikali Giderme Aktivitesi Bulguları

3 farklı dönemde toplanan bitki numunelerinin yaprak kısımlarının DPPH için dört-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.7’de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Zaman×Kurutma dörtlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.8).

DPPH radikali giderme aktivitesi genel olarak senesens dönemde toplanılan bitkinin yaprak kısmında yüksek olarak hesaplanmakla birlikte istatistiksel olarak farklılıklarda genellikle bu dönemdeki farklı parametreler arasında göze çarpmaktadır. Senesens dönemde sulak alandan toplanılan ve etüvde kurutulduktan sonra metanol kullanılarak ekstrakte edilen numunenin DPPH radikali süpürme aktivitesi diğer iki alandan aynı dönemde toplanılan ve benzer şekilde analize hazırlanan numunelere göre farklı bulunmuştur. Benzer şekilde aynı dönemde temiz alandan toplanılan oda

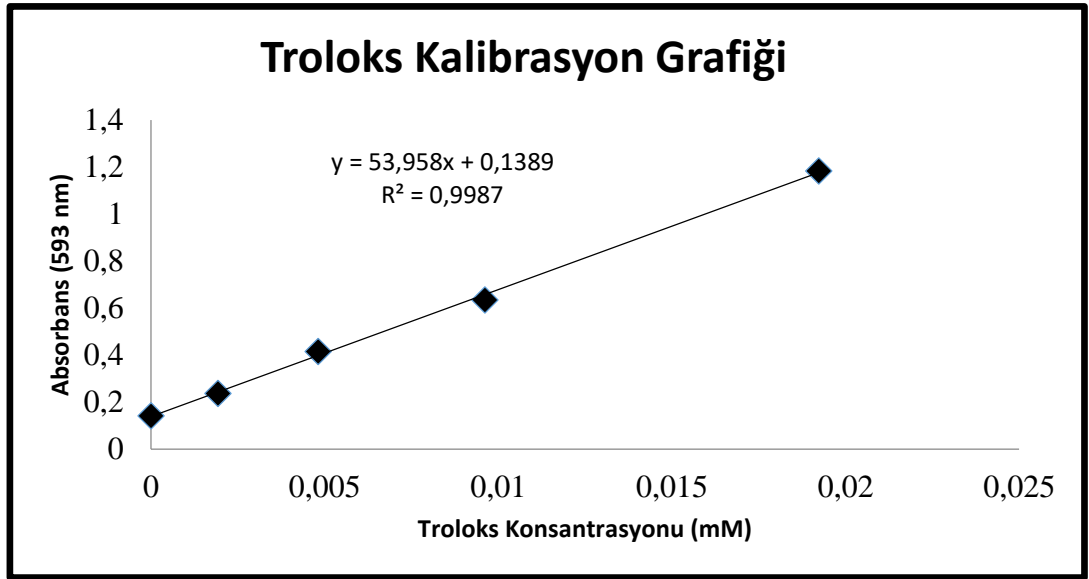
sıcaklığında kurutulan yaprak kısımlarının metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi diğer alanlardan toplanıp aynı koşullarda hazırlanan ekstraktlar için hesaplanan değere göre farklılık göstermektedir. İlginçtir ki her 3 alandan toplanan bitkilerin yaprak kısımlarının etüvde kurutup su ile ekstrakte edilmesi ile hazırlanan 3 numunenin DPPH radikali giderme aktivitesi birbirlerine göre istatistiksel olarak farklı bulunmuşlardır. Aynı şekilde yine 3 alandan toplanan oda sıcaklığında kurutulup su ile ekstrakte edilen 3 numunenin de aktiviteleri birbirlerinden farklıdır. Olgun dönemde ise sulak ve temiz alandan toplanılan ve etüvde kurutulduktan sonra su ile ekstrakte edilerek hazırlanan numunelerin DPPH radikali giderme aktiviteleri birbirlerinden istatistiksel olarak farklıdır. Bu bulgular bitkinin yetiştirildiği çevrenin antioksidan aktiviteye önemli derecede etki ettiğinin göstergesidir.

Senesens dönemde kirli ve sulak alandan toplanan ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra metanol ve su ile hazırlanan ekstraktların DPPH radikalini süpürme aktiviteleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. Ayrıca temiz alandan toplanılan ve etüvde kurutulan örneklerin farklı çözücülerde hazırlanan ekstraktları için hesaplanan DPPH radikali giderme aktiviteleri de istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$). Senesens dönemde kirli alandan toplandıktan sonra etüvde kurutulup metanol ile ekstrakte edilen, oda sıcaklığında toplandıktan sonra ise su ile ekstrakte edilen numunelerin hesaplanan DPPH radikali giderme aktivitesi değerleri aynı koşullarda ekstraksiyona hazırlanan ancak farklı zamanlarda toplanılan numunelere göre farklı bulunmuştur. Benzer fark sulak alandan senesens dönemde toplanılan ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra su ile ekstrakte edilen numunenin diğer dönemlerde toplanılan karışıklarına göre de gözlenmiştir. Ayrıca temiz alandan senesens dönemde toplanılan hem etüvde hem de oda sıcaklığında kurutulan ve gerek metanol gerek ise su ile hazırlanan ekstraktların aynı koşullarda hazırlanan ancak ham ve olgun dönemde toplanmış numuneler göre farklı derecede DPPH süpürme aktivitesine sahip olduğu sonucuna varılmıştır ($p < 0.05$). Senesens dönemde kirli, sulak ve temiz olmak üzere 3 alandan da toplanılan bitkinin yaprak kısımlarının etüvde ve oda sıcaklığında kurutulmasının ardından su ile hazırlanan ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir ($p < 0.05$). Kirli alandan senesens dönemde toplanılan bitkinin de yaprak kısımlarının etüvde ve oda

ısıcılığında kurutulmasının ardından hazırlanan metanol ekstraktlarının DPPH radikali süpürme aktivitesi için hesaplanan değerleri arasında fark saptanmıştır.

4.1.3 Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları

Tüm ekstraktların antioksidan gücü FRAP testi kullanılarak da düşük pH da ferrikten ferröz iyonla indirgeme sonucu renkli bir ferröz-tripiridiltriazin kompleksinin oluşmasının takip edilmesi ve 593 nm de kaydedilen absorbanlardan yararlanarak da ortaya konuldu (Fahim ve ark., 2021). Bu amaçla da ilk olarak materyal-metod kısmında anlatılan deneysel prosedür standart olarak kullanılan troloksun değişen konsantrasyonları için gerçekleştirildi ve uygun işlemlerin ardından meydana gelen renk yoğunlukları 593 nm de kaydedildi. Bu absorban değerlerinin troloks konsantrasyonlarına göre grafiğe geçirilmesinin (Şekil 4.3) ardından elde edilen grafiğin doğru denkleminde yararlanarak aynı koşullar altında test edilen tüm numuneler için de FRAP değerleri troloks eşdeğeri olarak yani $\mu\text{molTXE/g}$ numune olarak hesaplandı.



Şekil 4. 3 Troloks Kalibrasyon Grafiği

4.1.3.1 Meyvedeki Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları

Olgun ve senesens olmak üzere 2 farklı dönemde farklılık teşkil eden lokalitelerden toplanan *Phytolacca americana* bitkisinin meyve kısımlarının sadece oda sıcaklığında kurutulması sonrasında hazırlanan su ve metanol ekstraktlarının FRAP

değerlerinin troloks eşdeğeri olarak hesaplanmasının ardından elde edilen değerler için üç-yönlü varyans analizi yapılmıştır (Ek 4.9). Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Zaman üçlü interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Buna uygun olarak yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.10).

Ek 4.10 detaylı bir şekilde incelendiğinde en yüksek FRAP değerinin sulak alandan olgun dönemde toplanan ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra metanol ile hazırlanan ekstrakt durumunda elde edildiği görülmektedir. Hemen hemen çok yakın bir değerle onu izleyen ikinci numune ise temiz alandan senesens dönemde elde edilen oda sıcaklığında kurutulmuş ve su ile hazırlanan ekstrakttır. Söz konusu numunenin toplam fenolik içeriği de kıyaslanan diğer numuneler arasında en yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla sonucun beklenildiği gibi olduğunu söyleyebiliriz. En düşük değer ise senesens dönemde sulak alandan temin edilen numunenin su ekstraktı durumunda kaydedilmiştir. Beklenildiği üzere toplam fenolik içeriği en düşük olan numunede aynıdır. O halde meyve numunelerinin toplam fenolik içerik değerleri ile FRAP değerleri arasında bir korelasyon olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca kirli alandan olgun dönemde toplanan ve sulak alandan hem olgun hem de senesens dönemde toplanan numunelerin meyve kısımlarından su ve metanol ile hazırlanan ekstraktların hesaplanan FRAP değerleri arasında istatistiksel olarak fark saptanmıştır ($p<0.05$). Aynı lokaliteden toplanıp aynı çözücü kullanılarak ekstrakte edilen numunelerin hemen hemen hepsinde zamana bağlı olarak istatistiksel farklılık vardır ($p<0.05$). Sadece kirli alandan toplanan ve metanol ile ekstrakte edilen meyve kısımlarının FRAP değerleri ile su ile ekstrakte edilenler durumunda hesaplanan FRAP değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Olgun dönemde sulak alandan elde edilip metanol ile ekstrakte edilen meyve kısımlarının FRAP değeri kirli ve temiz alandan elde edilen ve aynı işlemlere maruz bırakılan ekstraktlara göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Aynı şekilde senesens dönemde kirli alandan elde edilip metanol ile ekstrakte edilen ve temiz alandan elde edilen su ile ekstrakte edilen örnek eşleniklerine göre istatistiksel olarak farklı sonuçlar vermiştir ($p<0.05$).

4.1.3.2 Yapraktaki Demir (III) İndirgeme / FRAP Yöntemi ile Antioksidan Kapasite Tayini Bulguları

Yapraktaki FRAP (mikromol troloks/g numune) için dört-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.11’de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda Lokalite×Kimyasal×Zaman×Kurutma dörtlü interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Buna uygun olarak yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.12).

Ek 4.12’nin detaylı incelemesi göstermektedir ki belirgin dercede en yüksek ilk 3 değer senesens dönemde toplanan numuneler durumunda elde edilmiştir. Olgun ve ham dönemde toplanan numunelere ilişkin elde edilen değerler benzerlik göstermekle birlikte yaprak numuneleri durumunda en düşük FRAP değeri olgun dönemde toplanan bitkinin etüvde kurutulması sonrasında su ile ekstrakte edildiği durumda elde edilmiştir. Her 3 alandan da senesens dönemde toplandıktan sonra etüvde ve oda sıcaklığında kurutulup metanol ile ekstrakte edilen numunelerin hesaplanan FRAP değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Kirli alandan senesens dönemde toplanan ve hem etüvde hem de etanolde kurutulan örneklerin su ile hazırlanmış olan ekstraktlarının aynı koşullar altında hazırlanan farklı dönemlerde toplanan karışımlarına göre FRAP değerleri açısından istatistiksel olarak farklı sonuçlara sahip olduğu söylenebilir ($p<0.05$). Benzer şekilde sulak alandan 3 farklı dönemde elde edilen ve etüvde kurutulup metanol ile ekstrakte edilen tüm numunelerin FRAP değerleri de istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Senesens dönemde sulak alandan toplanan etüvde kurutulan ve temiz alandan toplanan oda sıcaklığında kurutulan numunelerin çözücü olarak suyun kullanılması ile hazırlanan ekstraktlarının FRAP değerlerinin de aynı koşullar altında deneye hazırlanmış ancak farklı dönemlerde toplanan numunelerin FRAP değerlerinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Bu tür bir istatistiksel farklılık olgun dönemde de toplanan numuneler durumunda sadece temiz alandan elde edilen ve etüvde kurutulup su ile ekstrakte edilen numune durumunda ortaya çıkmıştır ($p<0.05$).

4.1.4 N ve P Analiz Sonuçları

%N ve %P için tek-yönlü varyans analizi yapılmış ve varyans analizi tablosu Ek 4.13 ve 4.14’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda %P için gruplar

arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmazken ($p>0.05$), %N için gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Gruplar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir (Ek 4.15).

Ek4.15'e bakıldığında temiz ve sulak alanların N değerlerinin ortalamalarının kirli alan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

İstatistiki olarak önembulunmayan P değerleri ise her üç lokalitede benzer sonuçlar göstermekle beraber, en yüksek değerler sulak alan bölgesine aittir.

4.1.5 Toprak Analiz Bulguları

Farklı lokalitelerden alınan toprak örnekleriyle ilgili su ile doygunluk, toplam tuz, suyla doymuş toprakta pH, bitkiye yararışlı fosfor ve potasyum, organik madde, ekstrakte edilebilir kalsiyum ve magnezyum, toplam azot, kireç ve bünye özelliklerine ait değerler Ek 4.16 ' da gösterilmiştir.

4.2 TARTIŞMA

“Farklı ekolojik şartlarda yaşayan aynı türe ait örneklerin bazı ekolojik ve fitokimyasal özelliklerinde değişme olabileceği” hipotezi ile başladığımız bu çalışmada Ordu ili Ünye ilçesinde belirlenen farklı özelliklerdeki üç farklı habitattan bitkinin genç, olgun ve senesens dönemlerinde toplanan *P. americana* bitkisinin yapraklarında azot, fosfor içerikleri ile toplam fenolik madde, DPPH radikali giderme aktivitesi ile Demir (III) indirgenme antioksidan güç (FRAP) kapasite tayinleri yapılmıştır. Bitkinin olgun ve senesens döneminde toplanan meyve örneklerinde de fenolik, DPPH ve FRAP içerikleri belirlenmiştir.

Oksijen, yaşam için zorunlu bir element olmakla birlikte oksidatif olaylarla hücre içindeki hasarı da şiddetlendirebilir (Shinde ve ark., 2012). Serbest radikallerin oluşumu, aerobik hücrelerin normal doğal metabolizmasıyla ilişkilidir. Çünkü hidroksil radikalleri, süperoksit anyon radikali ve hidrojen peroksiti içeren reaktif oksijen türleri yaşam boyunca oksijenin metabolizması sonucu sürekli olarak oluşmaktadır (Hosseinimehr ve ark., 2007). Serbest radikaller, vücudun sağlıklı hücrelerine saldırarak yapılarını ve işlevlerini kaybetmelerine neden olur. Serbest radikaller nükleik asitleri, lipidleri ve DNA'yı oksitleyerek hücre hasarı, yaşlanma ve

kanser, kardiyovasküler hastalık, katarakt, bağışıklık sistemi düşüşü ve beyin disfonksiyonu gibi yaşlanma ile gelişen dejeneratif hastalıklara önemli bir katkıda bulunmaktadır. Neyse ki, serbest radikal oluşumu, antioksidanlar olarak bilinen çeşitli yararlı bileşikler tarafından doğal olarak kontrol edilir. Antioksidanların mevcudiyeti sınırlı olduğunda, bu hasar kümülatif ve zayıflatıcı hale gelebilir. Serbest radikaller, elektrik yüklü moleküllerdir, yani eşleşmemiş bir elektrona sahiptirler, bu da kendilerini nötralize etmek için diğer maddelerden elektron aramalarına ve yakalamalarına neden olur (Muthiah ve ark., 2012; Brasileiro ve ark., 2015). Uzunca bir süredir bitki ürünlerinin serbest radikallerin neden olduğu çeşitli hastalıklara karşı antioksidan olma potansiyelleri araştırılmaktadır.

Butillenmiş hidroksi anisol (BHA) ve Butillenmiş hidroksi toluen (BHT) gibi sentetik antioksidanlar gıda ve kozmetik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır ve BHT'nin yüksek dozda kullanımı akciğer ve karaciğer hasarını indüklerken, uzun dönem kullanımı ise bazı patolojik bozukluklara benzer şekilde kalpte oksidatif ve metabolik değişiklikleri indükleyebilir (Hosseinimehr ve ark., 2007). Bu sebeplerden dolayı kullanımları kısıtlanan sentetik antioksidanların yerine doğal olarak oluşan antioksidanların keşfi önemlidir. Bitkiler yıllardır çeşitli hastalıkları ve durumları tedavi etmek için geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Zheleva-Dimitrova, 2013). Bitki ürünlerinin antioksidan etkileri esas olarak içeriklerindeki flavonoidler, fenolik asitler, tanenler ve fenolik diterpenler gibi fenolik bileşiklere atfedilmektedir (Nabavi ve ark., 2009). Fenoller onların hidroksil grupları sayesinde süpürme kabiliyetleri sebebiyle antioksidan aktiviteye katkıda bulunabilir (Hosseinimehr ve ark., 2007). Uzunca bir süredir bitki ürünlerinin serbest radikallerin neden olduğu çeşitli hastalıklara karşı antioksidan olma potansiyelleri araştırılmaktadır.

Söz edilen bu aktif maddeler uzun evrim sürecinde bitkiler ve çevre arasındaki etkileşimin bir sonucudur ve bunların üretimi ve değişiklikleri, çevre ile güçlü bir korelasyona ve ilişkiye sahiptir. Çevresel faktörler, aktif maddelerin türlerini ve içeriklerini etkileyebilir. Aynı bitki türünde bulunan aktif maddeler, yetiştirme yerlerindeki çevresel farklılıklar nedeniyle bileşenlerin türleri, içerikleri ve oranları bakımından farklı olabilir. Belirli maddeler yalnızca belirli ortamlarda sentezlenirken belirli maddelerin içerikleri belirli ortamlarda belirgin şekilde artış gösterir. Bu şekilde farklı üretim yerlerindeki çevresel farklılıklar (rakım, sıcaklık, aydınlatma, yağış, nem,

toprak gibi) bitkilerin etken madde içerikleri ve antioksidan aktivitesindeki farklılıklara katkıda bulunur. Kimyasal bileşimlerdeki ve antioksidan aktivitedeki bu zengin çeşitlilik sayesinde ilaçlar, fonksiyonel gıdalar ve besin takviyeleri türünden farklı kaynaklar temin edilmiş olunur (Liu ve ark., 2016).

Farklı çevresel stres koşulları altında, bitkilerde reaktif oksijen türlerinin konsantrasyonunda artış meydana gelir ve oksidatif stres gelişir. Buna göre, bitkilerde abiyotik strese verilen genel tepkilerden biri, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan sistemlerin aktivasyonuna dayanmaktadır (Bautista ve ark., 2016). Bununla birlikte, bitki materyalinden hedeflenen nutrasötiklerin verimli bir şekilde ekstraksiyonunu sağlamak için uygun bir ekstraksiyon yöntemi ve çözücü seçimi de çok önemlidir (Goli ve ark, 2005).

Fenolik bileşiklerin serbest radikal sonlandırıcılar olarak bir sınıf antioksidan ajan olduğu ve fenoller ve polifenolik bileşiklerin, bitki kaynaklarından elde edilen gıda ürünlerinde yaygın olarak bulunduğu ve önemli antioksidan aktivitelere sahip oldukları gösterilmiştir (Hosseinimehr ve ark., 2007; Nabavi ve ark., 2009).

Bu tez çalışması kapsamında araştırılan parametrelere ilişkin benzer araştırmalar literatürde de mevcuttur. Wojdyło ve Oszmiański 2020 yılında gerçekleştirdikleri çalışma da meyve gelişimi ve olgunlaşması süresince elma ve yapraklarının polifenol içeriği ile modüle edilen antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Elma fenoliklerinin konsantrasyonunun mevsim başında yüksek iken meyve gelişimi sırasında azaldığını, yaprak fenoliklerinin ise meyvelere göre toplama süresinin tamamı boyunca daha sabit bir seviyeye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Yaprakların olgunlaşmamış meyvelerden çok daha yüksek polifenolik bileşik içeriği ve antioksidan kapasite sergilediğini gözlemlemişlerdir. Söz konusu çalışmada DPPH ve ABTS radikallerini giderme teknikleri ile araştırılan antioksidan aktivitenin elma henüz olgunlaşmadığında ve yapraklar gençken daha yüksek olduğu sonucuna erişmişlerdir. Bu sonuçlarla birlikte elmanın fenolik profilinin kimyasal karmaşıklığı ve varyasyonlarının, büyüme döneminden, büyüme mevsiminden, coğrafi konumdan ve en önemlisi genetik varyasyondan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Genel olarak tüm sonuçlar değerlendirildiğinde senesens dönemde toplanılan bitki numunelerinin her iki kısmından da hazırlanan numunelere ait ekstraktların daha

yüksek fenolik içerik ve antioksidan aktivite gösterdiği görülmektedir. Bilindiği gibi senesens, bitkilerin gelişimlerini tamamlayabilmek için bazı hücre, doku ve organlarının ölmesi olayına denilmektedir. Bazı araştırmacılar senesensin, kuraklık, sıcaklık, azot eksikliği, yetersiz ışık, hastalık ve patojen saldırılar gibi elverişsiz çevre koşullarına maruz kalması durumunda meydana gelebileceği gibi, en ideal büyüme şartlarında yetişen sağlıklı bitkilerde de genetik olarak meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Senesens sırasında etilen hormonu gibi bitki hormonları ile hidrolazlar gibi bazı enzim aktivitelerinde artışlar olduğu bilinmektedir.

Anlaşıldığı üzere senesens süreci çevreyle ilişkili stres faktörlerine göre değişebilmektedir. Stres, erken senesensi tetkleyebilir ve ürün veriminin azalmasına neden olabilir. Bitkiler dış ortamda soğuk, kuraklık ve UV-B gibi abiyotik stresleri ve mikrobiyal ve fungal saldırı gibi biyotik stresleri içeren sayısız streslere maruz kalabilirler. Dışsal faktörler olarak ifade edebileceğimiz gün uzunluğu, sıcaklık değişimleri, ışık akışı, kuraklık, ozon, gölge, yaralanma, UV-B ve patojen enfeksiyonunu içeren çeşitli faktörler senesensin başlangıcı üzerinde etkili olabilirler. Bitkiler de bu strese cevap olarak çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bunlar erken senesens, pigment sentezi, salisilik asit ve jasmonik asit gibi sinyal moleküllerinin birikimini içermektedir. Strese karşı oluşan bitki cevapları fotosentezde görev alan proteinler, pigmentler, antioksidanlar ve patojenler ile ilişkili proteinleri kodlayan genler gibi çok sayıda genin transkripsiyonel aktivasyonu ile sonuçlanmaktadır. Örneğin senesense uğrayan bezelye yapraklarının peroksizomlarında H₂O₂ seviyesinin ve superoksit dismutaz (SOD), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR) ve manganez-superoksit dismutaz (Mn-SOD) aktivitelerinin gibi enzimatik antioksidanların arttığına ilişkin bulgular vardır (Sağlam, 2015).

Öte yandan çeşitli antioksidan enzimlerin aktivitelerinde yaşlanma sırasında hem artış hem de azalma olabileceğini gösteren raporlar da vardır (Prochazkova ve ark., 2001). Örneğin *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh (Brassicaceae) 'da gelişimsel süreçte çiçeklenmeye geçiş sırasında askorbat peroksidaz aktivitesinde beş kat azalmanın meydana geliş lipid peroksidasyonunda artışa neden olmaktadır (Ye ve ark., 2000). Yaşlanma sırasında mitokondriyal ve peroksizomal oksidanlarda ve antioksidan aktivitede artış hali de bildirilmiştir (Jimenez ve ark., 1998; del Rio ve ark., 1998).

Tez çalışması kapsamında bitkinin yaprak ve meyve kısımları her bir parametre açısından ayrı ayrı test edilmiş olup herhangi birinin diğerine göre belirgin bir farklılık oluşturduğuna ilişkin bir yorum yapmak imkansızdır. İstatistiksel olarak da bir incelemeye tabii tutulmamıştır. Literatürde de bulgularımızı destekleyen raporlar vardır. *Cudrania tricuspidata* (Carr.) Bur. ex Lavalley (Moraceae) bitkisinin meyve ve yaprak kısımlarının antioksidan aktivitesinin incelendiği çalışmada toplam fenolik içerik yaprak kısmında, DPPH radikal süpürme aktivitesi ise meyve kısmında daha fazla bulunmuştur (Kim ve Chin, 2020).

Pistacia lentiscus L. (Anacardiaceae) bitkisinin yaprak ve meyve kısımlarının mikrodalga ile ekstraksiyonunun optimize edilmesi ile polifenolik içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin değerlendirildiği çalışmanın sonucu olarak meyve kısımlarının yaprağa göre daha şiddetli ekstraksiyon işlemi gerektirdiği ortaya konulmuştur. Yapraklar ve meyveler arasında gözlenen bu optimal özütlenme koşullarındaki farklılıklar, bitki özelliklerine, özellikle meyve ve yapraklar arasındaki morfoloji ve yapı farklılıklarına bağlanmıştır (Garoflulić ve ark., 2020).

Başka bir çalışmada ise *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) bitkisinin yaprak ve meyve kısımları maserasyon ve sonikasyon teknikleri ile ekstrakte dildikten sonra fenolik içerik ve antioksidan aktivite açısından incelenmiş ve ekstraksiyon metodunun fenolik ve flavonoidleri ekstrakte etmek de çok önemli olduğu yaprak kısmında maserasyon tekniğinin meyve kısmında ise sonikasyonun daha etkili olduğu sonucu çıkarılmıştır. Ayrıca maserasyon ile elde edilen ekstraktların test edilen 3 yöntemine göre de daha yüksek antioksidan aktivite sergilediği ve yaprak kısımlarının antioksidanca daha zengin olduğu tespit edilmiştir (Fahim ve ark., 2021).

Literatürde farklı alanlardan toplanılan aynı tür bitki üzerinde yapılan biyolojik çalışmalar vardır. Örneğin Andriani ve arkadaşları 2017 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada farklı çevre ve habitat, metabolitlerin tıbbi özelliklerinde muhtemel farklılıklara neden olacaktır görüşüyle Setiu Wetland (Malaysia) ve Muara Rupit (Indonesia) ten temin edilen *Hydnophytum formicarum* Jack. (Rubiaceae) bitkisinin yumru kısımlarının antibakteriyel, antioksidan ve antikanser özelliklerini incelemişlerdir. Her iki lokasyondan da elde edilen örneklerin antioksidan ve antibakteriyel etkinliğinin güçlü olduğunu ortaya koymuş olmalarına rağmen anti

kanser aktiviteleri farklılık göstermiştir ve yazarlar *H. formicarum*'un farklı coğrafi alanı, çevresi ve habitatu, ürettikleri metabolitleri ve aktiviteleri üzerinde etkili olabileceği görüşüne varmışlardır.

Çalışmada incelediğimiz aktivitelerden sorumlu fenolik bileşikler fonksiyonel gruplarının tipi, sayısı ve pozisyonuna göre farklı özellikler göstermektedirler, bu farklılıklar da bu bileşiklerin farklı çözeltilerde çözünürlüğünü etkileyebilecek kimyasal özelliklerde değişikliklere neden olmaktadır. Ayrıca test edilecek materyalden ekstrakte edilen fenolik bileşiklerin profilinin ekstraksiyon için kullanılan çözücülerin polaritesine de bağlı olduğu da bildirilmektedir. Bu nedenle, en iyi çözücünün seçilmesi, ekstrakte edilen fenolik bileşiklerin kalitesini ve miktarını etkileyen önemli bir faktördür. Tüm bunlara rağmen tüm bitki kaynaklarından tüm fenolik bileşik türlerinin geri kazanımının sağlanabilmesi için genel bir ekstraksiyon tekniği önerilemez. Bazı araştırmalara göre, saf su polifenollerini çıkarmak için etkili bir çözücü değildir çünkü bu bileşikler çözücüler içinde sudan daha az polar çözülürler. Kısaca söylemek gerekirse özütleme çözücüsünün fitokimyasal profilini ve bu özütlerin antioksidan aktivitesini etkileyebileceği bilinmektedir (Sepahpour ve ark., 2018). Ekstraksiyon çözücüsünün farklı seçilmesinin etkinliğinin önemine değinen bir başka çalışma daha vardır. *Datura metel* L. (Solanaceae) bitkisinin yapraklarından fitokimyasalların ekstraksiyonu için çözücülerin karşılaştırıldığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Dhawan ve Gupta, 2016). Denenen 6 çözücü (aseton, kloroform, distile su, etil asetat, hekzan ve metanol) arasında en yüksek ekstraksiyon verimi metanol (%85.36) ve su (%78.00) durumunda elde edilmiştir. Ama bu doğrudan fenolik içerik ve antioksidan kapasiteye yansımamıştır. Şöyle ki en yüksek fenolik içerik etil asetat ekstaraktı durumunda elde edilirken, en yüksek DPPH radikali süpürme aktivitesi ise metanol durumunda elde edilmiştir. Su ekstraktı durumunda fenolik içerik hayli düşük olarak hesaplanmış olmasına rağmen DPPH radikalini süpürme aktivitesi orta düzeydedir. Ancak daha evvelde belirtmiş olduğumuz gibi bu konuda bir genelleme yapılamaz. Çünkü bir başka çalışmada bira yapımındaki atık tahıldan biyoaktif maddeleri ekstrakte edebilmek için test edilen çözücüler arasında en iyi ekstaksiyon çözücüsü olarak sulu aseton ve etanol karışımı tespit edilmiştir.

Bitkilerin başlıca makroelementlerinden olan N ve P, hem sucul hem de karasal ekosistemlerde büyümeyi sınırlayan önemli elementlerdir (Li ve ark., 2013). Azot ve

fosfor varlığının/kullanılabilirliğinin birlikte ve karşılıklı etkileri farklı ekosistemler arasında yaygındır (Bilgin ve Güzel, 2017). Bitkinin hayat döngüsü sırasında oluşan farklı fizyolojik olaylar bitkinin besin elementi içeriğinde mevsimsel değişiklikler meydana gelmesine neden olmaktadır (Güzel, 2017). Bitkiler bazen aynı toprak ve çevre şartlarında büyüseler de buldukları topraktan farklı oranlarda yararlanabilirler (Wrona, 2006). Yapılan çalışmada temiz, kirli ve sulak alan olarak belirlenen farklı habitatlar arasında azot değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında temiz ve sulak alan habitatlarındaki azot değerleri kirli olarak belirlenen habitatteki değerlerden yüksek çıkmıştır. Aynı zamanda sonuçlar Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre de yüksek olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen veriler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Besin elementi açısından fakir habitatlardaki bitkilerde düşük gelişim nedeniyle düşük besin elementi ihtiyacı olması durumu göze çarpmaktadır Clarkson (1967), Grime (1977), Chapin (1980), De Mars ve Boerner (1997) tarafından çevresel stress şartlarının azot emilimini azaltabileceği bildirilmiştir. Kirli alan olarak belirlenen habitatın bir fabrika yakınında olması bölgenin kirlilik yükünü arttırmakta olup bitkiyi strese sokmuş olabilir. Bununla beraber, ağır metaller, bitkinin stoma iletkenliğini etkileyerek fotosentez üzerinde olumsuz etki oluşturmaktadır. Artan ağır metal toksisitesi ile toprakta su yeterince bulursa dahi bitki su alamamaktadır. Yapraklardaki suyun azalması ile stomalar kapanmakta, artan yaprak sıcaklığıyla membran sistemleri zarar görmekte ve hücre ölümleri gerçekleşmektedir. Ayrıca ağır metaller N ve karbonhidrat metabolizmalarını değiştirerek birçok fizyolojik değişikliğe neden olmaktadır (Sheoran ve ark., 1990; Dağhan ve ark., 2013). Bu da yapraklarda bulunan N elementinin fotosentetik kapasite ile yakın ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Yaprakların besin elementi içeriği yaprağın alındığı ortama, sürgünün ait olduğu döneme, mevsime, yükseltiye, bitkinin meyveli ya da meyvesiz oluşuna, yaprağın büyüklüğü ile sağlıklı olup olmaması gibi faktörlere göre değişebilmektedir (Bhargava ve Dhandar, 1987; Roche ve ark., 2004). Bununla beraber farklı ekolojik şartlar, bitkinin yaşı, gelişme durumu, gibi faktörler bitkilerin topraktan alacağı besin elementi miktarlarını farklı oranlarda etkileyebilir (Erdal ve ark., 2008). Temiz ve sulak alan olarak belirlediğimiz alanların etrafı ormanlarla (Felek Dağı Ormanı) çevrilidir. Bu durum bu habitatlardaki örneklerde azot içeriğinin yüksek çıkmasının sebebi olabilir.

Bu bölgelerden yağışlar ile gelebilecek besin elementleri bitkinin farklı gelişim dönemlerinde azotun yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Çaybaşı ilçe sınırları içerisinde bulunan bu bölgeye ait iklim verilerine bakıldığında yağışın fazla, sıcaklığın daha düşük olduğu görülmektedir. Karasal ekosistemler içerisinde ormanların mekansal dağılımı oldukça geniş bir alan kaplamaktadır. Farklı habitatları bünyesinde bulunduran ormanlar önemli biyolojik çeşitlilik kaynaklarıdır (Hunter ve Jr., 1999; Klenner ve ark., 2009; Mori ve ark., 2017). Karasal ve denizel ekosistemde yaklaşık olarak 4×10^{15} , atmosferde ise 2×10^{15} ton azot bulunmaktadır. Bunun yanında her yıl toprağa %70'i biyolojik azot fiksasyonu ile %15'i yapay gübrelerle, %15'i doğal gübrelerle, %10'u çevresel kirleticiler yoluyla 200-300 milyon-ton azot kazandırılmaktadır. Dünyada biyolojik yolla toprağa sağlanan toplam azotun büyük bir kısmı orman, çayır gibi alanlardan, diğer kısmı ise okyanus ve denizlerden sağlanmaktadır. Bitkinin farklı gelişim dönemlerine ait azot içeriklerinde de benzer sonuçlar görülmüştür. Bununla beraber, bütün habitatlarda bitkinin genç olduğu dönemlerdeki azot değerleri senesens değerlerinden yüksek bulunmuştur. Bitkilerin genç yaprakları yüksek fotosentez kapasitesine sahip olduğu için daha fazla azot içeriğine sahip olma gibi bir stratejiye sahiptirler (Pastor-Pastor ve ark., 2015). Bizim çalışmamızda da bitkinin vejetatif dönemindeki genç yapraklarının yüksek N konsantrasyonuna sahip olduğu, meyve dönemi olan olgun dönemde azalmaya başlayıp senesens döneminde en düşük konsantrasyonda olduğu tespit edilmiştir. Kılıç ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada da yaprak döken türlerde besin elementi içeriğinin genç yaprak fazında oldukça yüksek, senesens döneminde ise düştüğü belirtilmiştir. İstatistiki olarak önemli farklılıklar görülmeyen fosfor değerlerine bakıldığında en yüksek değer sulak alan habitatında daha sonra kirli ve temiz alan habitatında belirlenmiştir. Bu durum genç ve olgun döneme ait veriler ile de benzerlik göstermektedir. Senesens döneminde ise en yüksek fosfor değerleri temiz alan ve sulak alanda, en düşük değerler ise kirli alanda tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Fosfor sonuçları Jones ve ark. (1991) tarafından belirtilen sınır değerlere göre yüksek olarak değerlendirilmektedir. Fosfor sulak alanların verimliliğini etkileyen besin elementlerinin en önemlisi olup su ortamlarında meydana gelen ötrofikasyonun en temel nedenidir. Doğal sularda fosforun miktarı bölgenin topografik özelliklerine, suya karışan organik madde miktarı ile evsel ve endüstri atık miktarına göre değişmektedir

(Taş ve ark., 2010). Çalışmamızda sulak alan olarak belirlenen habitat riparian alan özelliğindedir. Riparian alan ekolojide akarsu, göl ve sulak alanların kenarında doğal vejetasyona sahip taşkın yatakları olarak tanımlanmaktadır. Geçiş zonu özelliğindeki bu ekosistemler bitişiklerindeki sucul ekosistem ile etkileşim halindedirler (Özbucak ve Taş, 2016). Bu alanlar sahip oldukları yoğun bitki örtüsü ile akarsu kenarlarında bir bariyer gibi fonksiyon göstererek suları süzer, akarsu kenarlarını tutar ve alanın kirliliğini hafifletirler (Yılmaz ve Çiçek, 2002). Su akış havzasından gelen besin elementlerini sudan uzaklaştırarak biyolojik arıtım yapmaktadırlar. Bu da bu habitatların ötrofikasyonunu arttırarak istilacı türlerin kolonizasyonuna uygun bir hale getirmektedir (Taş ve ark., 2015). Bu durum çalışma materyalimiz olan istilacı *P. americana* taksonunun belki de bu habitatlarda yayılış göstermesinde etkisi olmuş olabilir. Kirli alan olarak seçtiğimiz fabrika yakınındaki habitatta fosfor değerlerinin genç ve olgun dönemde yüksek çıkmasının nedeni alanın özellikle fındık tarım alanlarına yakın olması olabilir. Bölge aynı zamanda Ordu-Samsun karayoluna yakın bir mevkidedir. Ayrıca fabrikadan ortama bırakan ve bölgeyi kirleten ağır metal gibi çevresel kirleticilerin bitkilerde temel besin maddelerinin eksikliğinden dolayı kök, göve arke, yaprak gibi morfolojik özelliklerinde küçülme ve azalma meydana getirdiği bildirilmiştir (Mengoni ve ark., 2000; Jayakumar ve ark., 2007). Aynı zamanda ağır metallerin etkisiyle kloroplast yapısında meydana gelen değişiklik bitkide klorofil miktarının azalmasına neden olmaktadır (Tunç ve Şahin, 2015). Dağhan ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada Zn, Cu, Cd, Ni gibi ağır metallerinin artan dozlarının bitkilerin N, P ve K alımını azalttığı belirlenmiştir. Çalışmamızda kirli alandan almış olduğumuz yaprak örneklerimizin diğer alanlardan aldığımız örneklerle göre kahverengiye dönük bir renge sahip olmaları bitkinin ağır metale maruz kaldığının bir göstergesi olabilir.

Bitki yapraklarındaki besin elementi miktarlarının belirlenmesi aynı zamanda bitkinin besin elementi döngüsü ve iklim koşullarına tepkisinin bir ölçütüdür (Baxter ve Dilkes, 2012). Yapılan çalışmada temiz ve sulak alan habitatları yağışın daha fazla, sıcaklığın daha düşük olduğu Çaybaşı İlçesinde, kirli alan habitatı ise yağışın daha az ve sıcaklığın daha yüksek olduğu Ünye İlçesi'nde bulunmaktadır. Yaprak özellikleri üzerinde iklimin etkilerini belirlemek için yapılan çalışmalarda yaprak azotunun (kütle bazında) yağış ile spesifik bir eğilim göstermediği, yaprak fosforu ile ortalama yıllık

yağış arasında güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Wright ve ark., 2005; Ordóñez ve ark., 2009).

Çizelge 4.16'daki toprak analiz sonuçlarına bakıldığında her üç habitatın topraklarının su ile doygunluk değerleri sınır değerleri arasında olmakla beraber en yüksek değer kirli alan habitatında görülmüştür. Tüm habitatların toprakları hafif alkali, az tuzlu özellikte olup kireçli, killi- tınlı toprak tipindedir. Bitkiye yararlı fosfor temiz alan ve sulak alanda yetersiz iken kirli alanda yeterli bulunmuştur. Bitkiye yararlı potasyum, kalsiyum ve magnezyum ise yeterli ve yüksek düzeydedir. Organik madde açısından kirli alanın temiz ve sulak alana göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kirli alan habitatında organik madde miktarının yüksek çıkmasının nedeni alanın fındık tarımı yapılan arazilere yakın olması olabilir.

%N konsantrasyonu da kirli bölgede yeterli iken temiz ve sulak alanda yetersizdir. Azot açısından yetersiz olan temiz ve sulak alan habitatlarındaki bitkilerin azot içerikleri yüksek, kirli alan topraklarındaki bitkilerde ise düşük çıkmıştır. Bu sonuç literatür ile paralellik göstermektedir. Yapılan çeşitli bilimsel çalışmalarda düşük verimliliğe sahip toprakların besin elementlerini daha etkili bir şekilde kullandığını, yüksek verimliliğe sahip topraklarda ise daha az verimli kullanıldığı bildirilmiştir (Kutbay ve ark. 2003; Kılıç ve ark., 2010; Özbucak ve ark., 2011; Bilgin ve Güzel, 2017).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma kapsamında farklı ekolojik şartlara sahip olduğu düşünülen kirlili alan olarak nitelendirilen Ünye Merkez Çimento Fabrikası Civarından, temiz alan olarak nitelendirilen Çaybaşı İlçesi Fındık Bahçesinden ve sulak alan olarak nitelendirilen Çaybaşı İlçesi Sulak Alan Kenarından 3 farklı dönemde (ham, olgun, senesens) toplanan *Phytolacca americana* türünün yaprak ve meyve kısımlarının oda sıcaklığında ve etüvde kurutulması sonucunda toz haline getirilen örneklerinin metanol ve su ile hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri, DPPH, FRAP yöntemlerine dayanan antioksidan aktiviteleri ile yaprak örneklerindeki azot, fosfor içerikleri ve toprak özellikleri araştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçları 'Farklı ekolojik şartlarda yaşayan aynı türe ait örneklerin bazı ekolojik ve fitokimyasal özelliklerinde değişme olabileceği''hipotezini destekler niteliktedir.

Elde edilen tüm bilgiler literatürle birlikte değerlendirildiğinde endüstriyel ve tıbbi alanda gerekli olan ihtiyacı karşılamak üzere bitkisel kaynaklardan etkin olarak yararlanmak amacıyla bitkinin yetiştiği alan, yetiştiği dönem, bitkinin ekstrakte edilen kısmı, ekstraksiyon koşulları (kurutma tekniği, ekstraksiyon tekniği, çözücü seçimi vb.), gibi parametreler değiştirilebilir. Böylelikle gerekli talebi karşılayacak yeterli veri temin edilmiş hatta ileri düzeyde çalışmalar için sekonder metabolitler açısından zengin doğal kaynakların farklı varyasyonlarının üretilmesi mümkün olabilecektir. Bu açıdan mevcut çalışma literatüre önemli bir katkı sunma niteliği taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abbasi, BH., Tian, CL., Murch, SJ., Saxena, PK.& Liu, CZ. (2007). Light-enhanced caffeic acid derivatives biosynthesis in hairy root cultures of *Echinacea purpurea*. *Plant Cell Rep.*, 26: 1367–1372. Doi 10.1007/s00299-007-0344-5.
- Abraham, D., Braguini, WL., Kelmer-Brach, AM.& Ishii Wamoto, EL. (2000). Effect of four monoterpenes on germination, primary root growth, a mitochondrial respiration of maize. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 611-624.
- Açıkgöz, MA. (2017). "Achillea gypsicola türünde kallus kültürü ile sekonder metabolit üretim potansiyelinin belirlenmesi."
- Adams, RP. (2004). Identification of essential oil components by gas chromatography / quadrupole mass spectroscopy. *Allured publishing Co*, Carol Stream, IL, USA, pp.1-456
- Akın, B. (2020) Tissue culture techniques of medicinal and aromatic plants: history, cultivation and micropropagation. *Journal of Scientific Reports-A*, (045), 253-266.
- Aktaş, M & Ateş, A. (1998). Bitkilerde beslenme bozuklukları nedenleri tanınmaları. Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara
- Alaca, F. & Arslan, N. (2012). "Sekonder Metabolitlerin Bitkiler Açısından Önemi." *Ziraat Mühendisliği* 358: 48-55.
- Albay, M. (2008). Bazı Anthemis (Asteraceae) türlerinin uçucu yağ analizleri ve antimikrobiyal aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon.
- Albert, A., Sareedenchai, V., Heller, W., Seidlitz, HK. & Zidorn, C. (2009). Temperature is the key to altitudinal variation of phenolics in *arnica montana* L. cv. ARBO. *Oecologia*, 160(1), 1-8.
- Ali, I. (1987). Wastewater criteria for irrigation in arid regions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 113(2):173–183.
- Alpınar, K. (2010). Halk arasında kullanılan tıbbi bitkilerin derlenmesi, Bitkilerle Tedavi Sempozyumu 5-6 Haziran 2010 Zeytinburnu/İstanbul Bildiri Kitabı, 19-28.
- Andriani, Y., Mohamad, H., Kassim, MNI., Rosnan, ND., Syamsumir, DF., Saidin, J. & Amir, H. (2017). Evaluation on *Hydnophytum formicarum* tuber from setiu wetland (malaysia) and muara rupit (indonesia) for antibacterial and antioxidant activities, and anti-cancer potency against mcf-7 and hela cells. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(09), 30-37.
- Anonim,(2020a). Serbest radikaller ve oksidatif stres. <http://www.oksimer.net/Serbest-Radikaller-Oksidatif-Stres-32>-(Erişim tarihi:30.05.2020)
- Anonim, (2014a).Phytolaccaceae familyası ve *Phytolacca americana*. <https://www.britannica.com/plant/Phytolaccaceae>-(Erişim tarihi:10.09.2019)

- Anonim, (2020b). Phytolacca: özellikler, tıbbi kullanımlar, temsili türler.
<https://tr.warbletoncouncil.org/phytolacca-4904> - (Erişim tarihi:10.09.2020)
- Anonim, (2021). Monoterpenler ve seskiterpenler.
<https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=11696>-(Erişim tarihi:20.05.2021)
- Anonim, (2014b). The free encyclopedia, Wikipedia, Phytolacca americana, 2014.
[http://en.wikipedia.org/wiki/Phytolacca americana](http://en.wikipedia.org/wiki/Phytolacca_america) -(10.09.2019)
- Anonim, (2017). The free encyclopedia,
Wikipedi, <http://en.wikipedia.org/wiki/Terpene>
- Anwar, H., Hussain, G. & Mustafa, I. (2018). Antioxidants from natural sources. *Antioxidants in Foods and its Applications*, 3-28.
- Ardağ, A. (2008). Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Analitik Anabilim Dalı, Aydın.
- Atınc, M. & Kalkan, İ. (2018). "Flavonoids in food and their health benefits." *Aydın Gastronomy* 2.1: 31-38.
- Atoui, AK., Mansouri, A., Boskou, G. & Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry*, 89, 27-36.
- Avila-Ospina, L., Marmagne, A., Talbotec, J., Krupinska, K. & Masclaux-Daubresse, C. (2015). The identification of new cytosolic glutamine synthetase and asparagine synthetase genes in barley and their expression during leaf senescence. *J. Exp. Bot.*, doi:10.1093/jxb/erv003.
- Aydın, SA. & Üstün, F. (2007). Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 33 (1), 21-31.
- Babaoğlu, M., Gürel, E. & Özcan, S. (2001). Bitki biyoteknolojisi 1. doku kültürü ve uygulamaları. Konya: *Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları*; ss.211–61.
- Bakır, Ö. (2020). "Sekonder metabolitler ve rolleri." *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi* 2.4: 39-45.
- Balandrin, MF., Klocke, JA., Wurtele, ES. & Bollinger, WH. (1985). "Natural plant chemicals: Sources of industrial and medicinal materials", *Science*, 228: 1154–1160,
- Balasundram, N., Sundram, K. & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99:191-203
- Baublis, AJ., Clydesdale, FM. & Decker, EA. (2000). Antioxidants in wheat-based breakfast cereals. *Cereals Foods World*. 45:71-74.
- Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Llinares, JV., Lull, C., Donat, MP., Mayoral, O. & Vicente, O. (2016). Environmentally induced changes in antioxidant phenolic

- compounds levels in wild plants. *Acta Physiol Plant*. 38:9 DOI 10.1007/s11738-015-2025-2
- Baydar, H. (2009). Tıbbi, aromatik ve keyf bitkileri bilimi ve teknolojisi. Isparta. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın Evi*.
- Baydar, H. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkiler bilimi ve teknolojisi (7. Basım). *Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın*, (2328).
- Bayrak, A. (2006). Gıda aromaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:32*, Ankara, Türkiye, 497 s
- Bayram, G., Mevlüt, T., Budaklı, E. & Çelik, N. (2004). Azot, fosfor, potasyum ve çinko eksikliklerinin mısır bitkisinin kök ve göve arke gelişimi üzerine etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 18(33), 23-27.
- Baytekin, H. & Gül, İ. (2009.) Yembitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.1, yembitkilerinde hasat, kuru ot üretimi ve depolama, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, *TÜGEM*, Cilt:1, 121-141s.
- Baytop, T. (1994). Türkçe bitki adları sözlüğü. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu. *Türk Dil Kurumu Yayınları: 578*, Ankara.
- Beckman, CH. (2000). Phenolic-storing cells: keys to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defence responses in plants? *Physiological and molecular plant pathology*. 57: 101-110 belirlenmesi. *Gıda*, 27(2), 93-98.
- Benzie, IF. (1996). An automated, specific, spectrophotometric method for measuring ascorbic acid in plasma (EFTSA). *Clin Biochem*; 29:111-6
- Bernal, M., Llorens, L., Julkunen-Tiitto, R., Badosa, J. & Verdaguer, D. (2013). Altitudinal and seasonal changes of phenolic compounds in *Buxus sempervirens* leaves and cuticles. *Plant physiology and biochemistry*, 70, 471-482.
- Bidwell, SD., Batianoff, GN., Sommer-Knudsen, J. & Woodrow, IE. (2002). Hyperaccumulation of manganese in the rainforest tree *Austromyrtus bidwillii* (Myrtaceae) from Queensland, Australia. *Funct Plant Biol* 29:899–905.
- Bhargava, BS. & Dhandar, DG. (1987). Leaf sampling technique for pomegranate(*Punica granatum* L.). *Progressive Horticulture*, 19, 96-199.
- Bilaloğlu, GV. & Harmandar, M. (1999). Flavonoidler. *Aktif Yayınevi*, İstanbul, 334-354.
- Bilgin, A. & Güzel, S. (2017). *Tilia rubra* subsp.'nin yapraklarında ve topraklarında yaprak emilimi ve besin maddesi değişiklikleri. *caucasica* (ıhlamur) büyüme mevsimi boyunca yüksek bir eğim boyunca. *Fresenius Environ Bull*, 26, 1607-1621.
- Bilgin, A., Yalçın, E., Kutbay, HG. & Kök, T. (2004). Foliar N and P dynamics of *Heracleum platytaenium* (Apiaceae) in relation to edaphic characteristics along an elevation gradient in northern Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 41, 85-93.

- Bjorn, MJ., Larrick, J., Piatak, M. & Wilson, KJ. (1984). Characterization of translational inhibitors from *Phytolacca americana*. Amino-terminal sequence determination and antibody-inhibitor conjugates. *Biochimica et biophysica acta*; 790(2):154-163.
- Blois , MS. (1958). Antioxidants determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 4617, 1199-1200.
- Boerjan, W., Ralph, J. & Baucher, M. (2003). Lignin biosynthesis. *Annu Rev Plant Biol* 54: 519–546
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S. & Paslı, N. (2001). Ekoloji – II (Toprak), Başkent Klîşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Bourgau, F., Gravot, A., Miles, S. & Gontier, E. (2001). Production of plant secondary metabolites; a historical perspective. *Plant Sci.*, 161: 839-851
- Brasileiro, BG., Leite, JPV., Casali, VWD., Pizziolo, VR. & Coelho, OGL. (2015). The influence of planting and harvesting times on the total phenolic content and antioxidant activity of *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.37, n. 2, p. 249-255. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v37i2.19130>.
- Braun, J. & Tevini, M. (1993). Regulation of uv protective pigment synthesis in the epidermal layer of rye seedlings, *Photochem*, 57:518-523.
- Breitmeier, E. (2006). “Terpenes: flavours, fragrances, pharmaca, pheromones”, *WileyVCH*, 1-3
- Bronze, M., Figueira, M. & Mecha, E. (2012). flavonoids and its contribution to a healthier life. handbook on flavonoids: dietary sources, properties and health benefits, *Nova Biomedical pp.* 197-247.
- Bujor, OB., Talmaciu, IA., Volf, I., & Popa, IV. (2015). Biorefining to recover aromatic compounds with biological properties. *Tappi Journal*, 14(3), 187-193
- Burda, S. & Oleszek, W. (2001). Antioxidant and antiradical activities of flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 2774-2779.
- Burnaz, NA. (2007). *Viburnum opulus ve V. orientale* bitki ekstraktlarının kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri. Diss. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon.
- Carnesecchi, S., Bras-Gonçalves, R., Bradaia, A., Zeisel, M., Gossé, F., Poupon, MF. & Raul, F. (2004) Geraniol, a component of plant essential oils, modulates DNA synthesis and potentiates 5-fluorouracil efficacy on human colon tumor xenografts, *Cancer Lett.* 215 ,53–59.
- Carvalho ,KI de., Bonamin, F., Santos ,RC Dos., Perico, LL , Beserra,FP., Sousa, DP de., Filho, JM., Rocha, LR da. & Hiruma-Lima, CA. (2014) Geraniol-a flavoring agent with multifunctional effects in protecting the gastric and duodenal mucosa, *Naunyn Schmiedebergs Arch. Pharmacol.* 387 ,355–365.
- Cemeroglu, B. & Acar, J. (1986). Meyve ve sebze isleme teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6*. Ankara.

- Cemeroğlu, B. (2004). Meyve ve sebze işletme teknolojisi 1. Cilt *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No:35, Ankara, 77-78.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A. & Özkan, M. (2001). Meyve ve sebzelerin bileşimi. soğukta depolanmaları (1). *Gıda*, 24 (3), 21-25.
- Cellat, K. (2011). Bazı endemik bitkilerin uçucu yağ bileşenlerinin ekstrakte edilmesi ve içeriklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana.
- Ceylan, A. (1995). Tıbbi bitkiler i.e.ü. *Ziraat Fakültesi Yayınları* III. Basım No:312. Bornova/İzmir
- Chapin, FS. (1980). The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 11, 233–260.
- Chen, HY., Lin, YC. & Hsieh, CL. (2007). Evaluation of antioxidant activity of aqueous extract of some selected nutraceutical herbs. *Food Chemistry*, 104, 1418- 1424.
- Chen, F., Sun Y., Zhao G., Liao X., Hu X., Wu J. & Wang Z. (2007). Optimization of ultrasoundassisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanins in extract using high-performance liquid chromatography–mass spectrometry. *Ultrasonics Sonochem*, 14(6): 767-78.
- Chen, FS., Niklas, JK., Chen, GS. & Guo, D. (2012). Leaf traits and relationships differ with season as well as among species groupings in a managed Southeastern China forest landscape. *Plant Ecology*, 213, 1489-1502.
- Cheynier, V., Paton, M., Salas, E., Maury, C., Souquet, J., Manchado, P. & Fulcrand, H. (2006). Structure and properties of wine pigments and tannins, From the ASEV 2005 Phenolics Symposium, USA
- Choudhary, N., Singh, S., Siddiqui, MB. & Khatoon, S. (2014). Impact of seasons and dioecy on therapeutic phytoconstituents of *Tinospora cordifolia*, a Rasayana drug. *Biomed Res Int*; 2014:11.
- Christiansen, MW. & Gregersen, PL. (2014). Members of the barley NAC transcription factor gene family show differential co-ulation with senescenceassociated genes during senescence of flag leaves. *J. Exp. Bot.*, 65, 4009-4022.
- Chun, YJ., Corre, VL. & Bretagnolle, FO. (2011). Adaptive divergence for a fitness-related trait among invasive *Ambrosia artemisiifolia* populations in France. *Molecular Ecology* 20, 1378–1388.
- Clarkson, DT. (1967). Phosphorus supply and growth rate in species of *Agrostis* L. *Journal of Ecology* 55: 111-118.
- Coşkun, F. (2006). Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, (2):27- 33.
- Covas, MI., Nyyssonen, K. & Poulsen, HE. (2006). The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: A randomized trial. *Ann Intern Med*; 145:333-41.

- Cowan, MM. (1999). "Plant products as antimicrobial agents clinical microbiology reviews", *Clin. Microbiol Rev.*, 12: 564–582.
- Croteau, R., Kutchan, TM. & Lewis, NG. (2000). Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry and molecular biology of plants*, 24: 1250-1319.
- Crozier, A., Clifford, N. & Ashihara, H. (2006). Plant secondary metabolites in: alkaloids. *Blackwell Publishing*.
- Çağlar, M. & Demirci, M. (2017). "Üzüksü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenmedeki önemi." *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 7.11: 18-26
- Çakmak, A. (2011). Ordu İlinde yayılış Gösteren *Castanea Sativa* Mill.(Fagaceae) yapraklarında yüksekliğe bağlı yaprak azot ve fosfor rezorbsiyonu .Yüksek Lisans Tezi,Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Ordu.
- Çakmakçı, S., Topdaş, EF., Kalın, P., Han, H., Şekerci, P., Köse, LP. & Gülçin, I. (2015). Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 472-481.
- Çakır, Y. (2005). Bafra ovasında yer alan bazı halofit bitkilerde azot (n) ve fosfor (p) dinamikleri ve n ve p rezorbsiyonu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü,Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,Samsun.
- Çalikoğlu, E., Kıralan, M. & Bayrak, A. (2006). Türkiye 9. gıda kongresi, uçucu yağ nedir, nasıl üretilir ve türkiye'deki durumuna genel bir bakış, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Çelik, E. & Çelik, GY. (2007). *Mikrobiyoloji Dergisi*, 5(2), 1-6
- Çelik, H. & Uysal, H. "Abietik asit ve guaiazulen terpenlerinin "sekonder metabolit" genotoksik potansiyellerinin in vitro mikronükleus testi ile belirlenmesi." *TÜBAV Bilim Dergisi* 13.2: 1-10.
- Çepel, N. (1996). Toprak ilmi. İÜ Yayın No 3945, *Orman Fakültesi Yayın No:* 438. İstanbul.
- Davis, PH. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 9 vols., University Press, Edinburgh (1965-1985) and Davis, P.H. et al. (eds.), Supplement, vol. 10 (1988).
- De Carvalho, KIM., Bonamin, F., Dos Santos, RC., Périco, LL., Beserra, FP., de Sousa, DP. & Hiruma-Lima, CA. (2014). Geraniol—a flavoring agent with multifunctional effects in protecting the gastric and duodenal mucosa. *Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology*, 387(4), 355-365.
- De Mars, BG. & Boerner, REJ. (1997). Foliar nutrient dynamics and resorption in naturalized *Lonicera maackii* (*Caprifoliceae*) populations in Ohio, USA. *American Journal of Botany* 84(1): 112-117.
- Demir, B., Merdan, N., Eyüboğlu, Ş. & Dayıoğlu, H. (2017). Deri mamulün *Phytolacca Americana* bitkisinden elde edilen doğal boya ile boyanması.

- Demirayak, A., Kutbay, HG., Kılıç, D., Bilgin, A. & Huseyinova, R. (2011). Heavy metal accumulation in some natural and exotic plants in samsun city. *Ekoloji* 20 (79): 1-11
- Demirci, T., Özdamar, P. & Baydar, NG. (2015)."In vitro applications for the increasing of root-related secondary metabolite production in medicinal plants and vegetables." *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 3.5: 261-270.
- Demirdöven, AD., Tokatlı, K. & Korkmaz, Y.(2021). Geleneksel ve ultrasonik yöntemlerle vişne posası antosiyaninlerinin ekstraksiyonu. *Gıda*, 46(1), 168-179.
- Dewick, PM. (2002). "Medicinal natural products", 2nd a biosynthetic approach, wiley & sons, *Chichester*, England, pp. 6-12
- Diplock, A. (1998). Healty lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. *ILSI Europe concise monograph series*, 59 p., Belgium.
- Dietrich, H., Rechner, A. & Patz, CD. (2004). Bioactive compounds in fruit and juice. *Fruit Process* 1:50–55
- Do, QD., Angkawijaya, AE., Tran-Nguyen, PL., Huynh, LH., Soetaredjo, FE., Ismadji, S. & Ju, YH. (2014). Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J Food Drug Anal.* 22(3):296-302. doi: 10.1016/j.jfda.2013.11.001.
- Dufour, R. & Dror, JM. (2012). Alien invasive plants in Israel. The Middle East nature conservation promotion association, Ahva, Jerusalem, 213pp
- Ebadi, M. (2001). Antioxidants and freeradicals in health and disease: An introduction to reactive oxygen species, oxidative injury, neuronal cell death and therapy in neurodegenerative diseases. *Arizona: ProminentPress*; . p. 13-5
- Eken, S. (2007). Bazı materyallerde antioksidan tayinleri. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Elliot, JG. (1999). Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Tech.* 53(2); 46-48.
- Erbaş, S. & Şenates, A. (2020) "Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)’nde azot ve kükürt gübrelemesinin verim ve kaliteye etkileri." *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 24.1 (2020): 217-225.
- Erdal, I., Askın, MA., Küçükyümük, Z., Yıldırım, F. & Yıldırım, A. (2008). Rootstock has an important role on iron nutrition of apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4, 173-177.
- Erdman, JW., Balentine, D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, JT., Folts, J., Hollman, J., Keen, P., Mazza, G., Messina, M., Scalbert, A., Vita, J., Williamson, G. & Burrowes, J. (2007). Flavonoids and heart health: proceedings of the 11th north america flavonoids workshop, *The Journal of Nutrition*, 137, 718-737.
- Eren, E. (2011). Bazı soğansız bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Sakarya.

- Erik, S. & Tarıkahya, B. (2004). Türkiye florası üzerine. *Kebikeç*. 17: 139-163.
- Erol, N., Sağlam, L., Sağlam, YS., Erol HS, Altun S. & Aktas MS. (2019). The protection potential of antioxidant vitamins against acute respiratory distress syndrome: a rat trial. *Inflammation*.;42(5):1585-94.
- Erol, HS. (2020)"İnflamasyon ve serbest radikaller." Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Alanında: 71.
- Fageria, NK .(2009). The use of nutrients in crop plants. *CRC Pres*, Boca Raton, Florida, New York
- Fageria, NK., Baligar ,VC. & Jones ,CA .(2011). Growth and mineral nutrition of field crops. 3rd Edition, *CRC Pres*, Boca Raton, FL, USA.
- Fahim,AM., Farag,AM., Mermer,A., Bayrak,H. & Şirin,Y. (2021). İrin, synthesis of novel β -lactams: antioxidant activity, acetylcholinesterase, *Journal of Molecular Structure*
- Faridi, U., Dhawan, SS., Pal, S., Gupta, S., Shukla, AK., Darokar, MP. & Shasany, AK. (2016). Repurposing L-menthol for systems medicine and cancer therapeutics? L-menthol induces apoptosis through caspase 10 and by suppressing HSP90. *Omic: a journal of integrative biology*, 20(1), 53-64.
- Floss, HG. (1979). The shikimate pathway, Rec. Adv. In *Phytochemistry*, 12: 59-90.
- Farnes, P., Barker, BE., Brownhill, LE. & Fanger, H. (1964). Mitogenic activity in *Phytolacca americana* (Pokeweed), *Lancet*.; 21(2):1100-1101.
- Faydaoğlu, E. & Sürücüoğlu, MS. (2011). Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniversitesi., *Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 52-67.
- Frank, J. (2004). Dietary Phenolic Compounds and Vitamin E Bioavailability-Model Studies in Rats and Humans. Doctoral Dissertation ISSN 1401-6249, ISBN 91-576-6453-6.
- Frohnmeier, H. & Staiger, D. (2003). Ultraviolet-B radiation-mediated responses in plants. Balancing damage and protection. *Plant Physiol*; 133:1420-1428.
- Foth, HD. (1984). Fundamentals of Soil Science. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Fukuyama, Y., Hasegawa, T., Kodama, M. & Okazaki, H. (1992). Structures of americanol a and isoamericanol a having a neurotrophic property from the seeds of *Phytolacca Americana*, *Chemical & pharmaceutical bulletin*; 40(1): 252-254.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M. (2007). Biological effects of essential oils-a review. France
- Galasso, S., Pacifico, S., Kretschmer, N., Pan, SP., Marciano, S., Piccolella, S. & Bauer, R. (2014). Influence of seasonal variation on *Thymus longicaulis* C. Presl chemical composition and its antioxidant and anti-inflammatory properties. *Phytochemistry*, 107, 80-90.

- Gardiner, DT. & Miller, RW. (2008). Soils in our environment. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA
- Gemici, Y. (1994). "Bolkar dağları'nın (Orta toroslar) flora ve vejetasyonu üzerine genel bilgiler", *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 18, 2: 81-89.
- Geren, H. & Candoğan, GÇ. (2020). "Farklı azot seviyelerinin dallıdırı (Panicum virgatum)'da yem verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi üzerine bir ön çalışma." *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 57.2: 165-172.
- Gershenzon, J. & Dudareva, N. (2007). "The function of terpene natural products in the natural world", *Nature Chem. Biol.*, 3(7), 408-414
- Goldestein ,SW., Jenkins, GL. & Thompson, MR. (1973). A chemical and pharmacological study of *Phytolacca americana*. *Journal of the American Pharmaceutical Association*; 26: 306-312.
- Gök, A. (2012). "Turunçgillerden farklı yöntemlerle uçucu yağ elde edilmesi ve kimyasal bileşiminin incelenmesi", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Gök, V. & Serteser, A. (2003). "Doğal antioksidanların biyoyararlılığı", 2-4 Ekim 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara
- Göktaş, Ö. & Gidik, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 145-151.
- Göktürk ,RS. & Sümbül, H. (2014). "A taxonomic revision of the genus *Cephalaria* (Caprifoliaceae) in Turkey" *Turk J Bot* 38: 927-968 © TÜBİTAK
- Görkem, FYİ. (2006). Tokat ilinde yapay sulakalanlar ile bu sistemde kullanılan typha latifolia l. bitkisinin evsel atıksu arıtmada kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Tokat.
- Gregersen, PL., Culetic, A., Boschian, L. & Krupinska, K. (2013). Plant senescence and crop productivity. *Plant Mol. Biol.*, 82, 603-622.
- Grime, JP. (1977). Evidence fort he existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111:1169-1194.
- Gudade, BA., Thakur, MR., Ulemale, RB., Imade, SR. & Bodhade, MS. (2009). Nutrient uptake, soil nutrient status and quality of new sunflower varieties as influenced by fertilizer levels. *Journal of Soils and Crops*, 19 (2), 355-359.
- Gully, K., Hander, T., Boller, T. & Bartels, S. (2015). Perception of arabidopsis atpep peptides, but not bacterial elicitors, accelerates starvationinduced senescence. *Front. Plant. Sci.*, doi:10.3389/ fpls.2015.00014.
- Gülçin, İ. (2006). Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217: 213-220.
- Gülçin, İ. (2011). Antioxidant activity of eugenol-a structure and activity relationship study. *Journal of Medicinal Food*, 14: 975-985.

- Gülçin, İ. (2012). Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology* 86:345-396.
- Gülçin, İ., Topal, F., Çakmakçı, R., Gören, AC., Bilsel, M. & Erdoğan, U. (2011). Pomological features, nutritional quality, polyphenol content analysis and antioxidant properties of domesticated and three wild ecotype forms of raspberries (*Rubus idaeus* L.). *Journal of Food Science*, 76: C585-C593.
- Güner, A. (2012). Türkiye bitkileri listesi-damarlı bitkiler. ANG Vakfı, Nezahat Gökyiğit
- Güven, A. & Gürsul, I. (2014). Bitki doku kültürlerinde sekonder metabolit sentezi. *Gıda / J Food*; 39:299–306.
- Güzel, Ş. (2017). Fırtına vadisi'nde bazı odunsu taksonların yüksekliğe bağlı makroelement değişimi ve rezorbsiyon, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,Rize.
- Güzel, N., Gülüt, KY. & Büyük, G. (2004). Toprak verimliliği ve gübreler. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 246, Ders Kitapları Yayın No: A-80, Adana.
- Güzel, C. (2019). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'da yüksekliğe bağlı terpen profillerinin varyasyonu. Pamukkale Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,Denizli.
- Hadjigogos, K. (2003). The role of free radicals in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. *Panminerva Med*;45(1):7-13.
- Handa SS., Khanuja SPS., Longo G. & Rakesh DD. (2008). Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. International Centre for Science and High Technology, Italy.
- Halliday, KJ. & Fankhauser, C. (2003). Phytochrome hormonal signaling networks. *New Phytol.*, 157: 449–493.
- Harman, D. (2009). Origin and evolution of the free radical theory of aging: a brief personal history, 1954– 2009. *Biogerontology*;10(6):773-81. Doi: 10.1007/S10522-009-9234-2.
- He, YJ. & Gan, S. (2002). A gene encoding an acyl hydrolase is involved in leaf senescence in arabidopsis. *Plant Cell*, 14, 805-815.
- Hemm, MR., Rider, SD., Ogas, J., Murry, DJ. & Chapple, C. (2004). Light induces phenylpropanoid metabolism in arabidopsis roots. *Plant J.*, 38: 765–778.
- Heim, KE., Tagliaferro, RA. & Bobilya, DJ. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(10): 572-584.
- Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S. & Williamson, E.M. (2004). Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy, Churchill Livingstone, Edinburgh
- Henry, T. (1949). The plant alkaloids (4th ed.). Philadelphia: Blakeston
- Hollman, PCH. & Katan, MB. (1999). Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. *Food Chem Toxicology*, 37, 937-942.

- Hosseinimehr, S.J., Pourmorad, F., Shahabimajd, N., Shahrbandy, K. & Hosseinzadeh, R. (2007). In vitro antioxidant activity of *Polygonum hyrcanicum*, *Centaurea depressa*, *Sambucus ebulus*, *Mentha spicata* and *Phytolacca americana*. *Pak J Biol Sci* . 10(4):637-640. doi: 10.3923/pjbs.2007.637.640.
- Hu, S., Qiao, C., Yuan, Z., Li, M., Ye, J., Ma, H., & Zhang, J. (2018). Therapy with high-dose long-term antioxidant free radicals for severe paraquat poisoning: A pilot study. *Experimental and therapeutic medicine*, 16(6), 5149-5155.
- Huang, D., Ou, B. & Prior, R.L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays, Reviews, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 53: 1841-1856.
- Hudgins, J.W. & Vincent R. (2004). "Methyl jasmonate-induced ethylene production is responsible for conifer phloem defense responses and reprogramming of stem cambial zone for traumatic resin duct formation", *Plant Physiol.*, 135(4), 2134-2149
- Hulme, A.C. (1971). The Biochemistry of fruits and their products. Vol: 2. Academic Press , Ny , USA , Pp. 377–460.
- Irvin, J.D . (1975). Purification and partial characterization of the antiviral protein from *Phytolacca americana* which inhibits eukaryotic protein synthesis. *Archives of biochemistry and biophysics*: 169(2):522-528 ,*İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 52- 53(2/1-2): 95-110
- İşbilir, ŞS. (2008). Yaprakları salata-baharat olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne.
- Jaakola, L. & Hohtola, A. (2010). Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. *Plant Cell Env*;33:1239-1247.
- Jayakumar, K., Jaleel, C.A. & Vijayarangan, P. (2007). Changes in growth, biochemical constituents, and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus* L.) under cobalt stress. *Turkish Journal of Biology*, 31(3), 127-136.
- Jeschke, W.D., Holobrada, M. & Hartung, W. (1997). Growth of *Zea mays* L. plants with their seminal roots only. Effects on plant development, xylem transport, mineral nutrition and the flow and distribution of abscisic acid (ABA) as a possible shoot to root signal. *Journal of Experimental Botany*, 48(1): 1229–1239.
- Jones, J.R., Wolf, B. & Mills, H.A. (1991). Plant analysis handbook. Micro Macro Publishing, inc.
- Kacar, B. (1984). Bitki besleme uygulama klavuzu. *A.Ü. Zir. Fak. Yayınları* No:900 Ankara.
- Kacar, B. (1986). Gübreler ve gübreleme tekniği (III. Basım), T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:20, Ankara, 439s.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2010). Bitki besleme. 5. Baskı, *Nobel Yayın Dağıtım* Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara
- Kacar, B. & İnal, A. (2010). Bitki analizleri. *Nobel Yayın Dağıtım* 2. Baskı, Bölüm:9-31, ISBN: 978-605-395-036-3, Yayın No:1241, Ankara, S: 171-697.

- Kafkas, E., Bozdoğan, A., Burgut, A., Türemiş, N., Paydaş Kargı, S. & Cabaroğlu, T. (2006). Bazı üzüksü meyvelerde toplam fenol ve antosiyanin içerikleri. II. Ulusal üzüksü meyveler sempozyumu, Tokat, 309-312.
- Kahkönen, MP., Hopia, AI., Vuorela, HJ., Rauha, JP., Pihlaja, K., Kujala, TS. & Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:3954-3962
- Kahraman, A., Serteser, M. & Köken T. (2002). Flavonoidler. *Kocatepe Tıp Der.*, 3:01-08.
- Kalaycı, G. (2017). Altın otu bitkisinden (*Helichrysum arenarium*) tanen ve kumarinin kimyasal kompozisyonu. Diss. Selçuk Üniversitesi ,Fen Bilimleri Enstitüsü
- Kalkan, Ü. (2018). *Phytolacca americana* (L.) bitkisinin biyoaktif bileşenlerinin HPLC-DAD ile aydınlatılması. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,Rize.
- Kantarcı, MD. (2000). Toprak ilmi. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, *Orman Fakültesi Yayın No. 462*, İstanbul, 420 s.
- Kar, A. (2007). Pharmacognosy and pharmacobiotechnology, New Delhi, p.
- Karahasan, F. & Özbucak, TB. (2015). Typha latifolia L. türünün farklı kısımlarındaki ağır metal ve makro element miktarlarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 151-160.
- Karataş, İ., Karataş, R. & Elmastaş, M. (2019). Yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin sıcak su infüzyonlarının sekonder metabolit içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(2), 49-57.
- Karpinska, M., Borovski, J. & Danowska-Qziewich. (2001). The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. *Food Chemistry*, 72: 5-9.
- Katiyar, SK. & Mukhtar, H. (1997). Tea antioxidants in cancer chemoprevention. *J Cellular Bioch Suppl.* 27: 59-67.
- Kaur, C. & Kapoor, HC. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables the millennium's health. *International Journal of Food Science & Technology*, 36: 703-725.
- Kaya, A. (2020). Abietan ve pimarane iskeletine sahip bileşiklerin elektronik, moleküler yapılarının ve titreşim özelliklerinin teorik olarak incelenmesi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,Balıkesir.
- Kayış, Ş., Kanlı, E., Akif, ER. & İpek, ZZ. (2019). Şekerciboyası (*Phytolacca americana*) ve sodyum hidroksit Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtalarında alternatif dezenfeksiyon uygulamaları. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 560-564.
- Keskin, A. & Savran, A. (2020). The flora of Kızıldağ Highlands (Adana) and environments (Adana/Turkey). *flora*, 121, 135.
- Kessler, A. & Baldwin, IT. (2001). Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature, *Science*, 291 (5511), 2141-2144.

- Khanna, R., Karki, K., Pande, D., Negi, R. & Khanna, R. (2014). Inflammation, free radical damage, oxidative stress and cancer. *Interdiscip J Microinflammation*. 2014;1(1):1-5.
- Kılıç, DD., Kutbay, HG. & Özbucak, TB. (2012). Hüseyinova, r. nitrogen and phosphorus resorption in two sympatric deciduous species along an elevation gradient. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 67, 409-422.
- Kırıcı, S. (2015). "Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu." *Türktob, Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi* 15: 4-11.
- Kim, H. & Chin, KB. (2020). Evaluation of Antioxidant Activity of *Cudrania tricuspidata* (CT) Leaves, Fruit Powder and CT Fruit in Pork Patties during Storage, *Food Sci Anim Resour*.Nov; 40(6): 881–895. Published online 2020 Nov 1. doi: 10.5851/kosfa. 2020.e56
- Kıralan, M., Bayrak, A., Abdulaziz, OF. & Özbucak, T. (2012). Essential oil composition and antiradical activity of the oil of Iraq plants. *Natural product research*, 26(2), 132-139.
- Kocabaş, N. (2008). Homosisteinin indüklediği oksidatif stres üzerinde quercetin koruyucu etkisi. Yüksek Lisans Tezi ,Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya A.B.D, , Afyonkarahisar.
- Koçyiğit, M. (2005). Yalova İlinde etnobotanik bir araştırma. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kolaç, T., Gürbüz, P. & Yetiş, G. (2017). Doğal ürünlerin fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 5(1), 26-42.
- Kolodziejczyk-Czepas ,J., Nowak, P., Moniuszko-Szajwaj, B., Kowalska, I. & Stochmal, A. (2015). Free radical scavenging actions of three Trifolium species in the protection of blood plasma antioxidant capacity in vitro. *Pharmaceutical Biology*, 53 (9): 1277-1284.
- Korkut, Ö. & Gerez, E. (2020). "Doğada kendiliğinden yetişebilen bitkilerden doğal kauçuk üretimi: derleme." *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi* 2.2: 216-228.
- Köksal, T. & Köksal, T. (2021). Puberte prekoksulu kız çocuklarında oksidan-antioksidan denge: vaka kontrol çalışması.Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Ankara.
- Köse, LP. (2020). "Mısır İpeği'nin (*Zea Mays* L.) antioksidan ve antiradikal özelliklerinin belirlenmesi." *Journal of the Institute of Science and Technology* 11.1: 402-412.
- Köse, PL., Gülçin, İ, Gören, AC., Namiesnik, J., Martinez-Ayala, AL. & Gorinstein, S. (2015). LC–MS/MS analysis, antioxidant and anticholinergic properties of galanga (*Alpinia officinarum* Hance) rhizomes. *Industrial Crops and Products*, 74: 712–721.

- Kulaç, O. & Bildirici, N. (2020). "Bursa-Gemlik ekolojik koşullarında farklı fosfor dozlarının azkan nohut (*Cicer arietinum* l.) çeşidinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi." *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23. 3 : 697-704.
- Kutbay, HG., Yalçın, E. & Bilgin, A. (2003). Foliar N and P resorption and foliar nutrient concentrations in canopy and subcanopy of a *Fagus orientalis* Lipsky forest, *Belgian Journal of Botany*. 136: 35-44.
- Lebo, JR., Stuart, E., Jerry, D., Gargulak. & Timothy, J. McNally. (2000). "Lignin." *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*
- Lemos, MF., Lemos, MF., Pacheco, HP., Guimarães, AC., Fronza, M., Endringer, DC. & Scherer, R. (2017). Seasonal variation affects the composition and antibacterial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris*. *Industrial Crops and Products*, 95, 543-548.
- Lewin, R. (2000). Modern insanın kökeni, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Çeviri: N. Özüaydın, 7. basım, TÜBİTAK, Ankara.
- Li, H., Li, J., He, Y., Li, S., Liang, Z., Peng, C., Polle, A. & Luo, Z.B. (2013). Changes in carbon, nutrients and stoichiometric relations under different soil depths, plant tissues and ages in black locust plantations. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 2951-2964.
- Liu, CZ., Guo, C., Wang, YC. & Quyang, F. (2002). Effect of light irradiation on hairy root growth and artemisinin biosynthesis of *Artemisia annua* L. *Process Biochem.*, 38: 581-585. DOI 10.1016/S0032-9592(02)00165-6
- Liu, L., Zhou, Y., Zhou, G., Ye, R., Zhao, L., Li, X. & Lin, Y. (2008). Identification of early senescence associated genes in rice flag leaves. *Plant Mol. Biol.*, 67, 37-55.
- Liu, WS., Chen, YY., Huot, H., Liu, C., Guo, MN., Qiu, RL. & Tang, YT. (2020). Phytoextraction of rare earth elements from ion-adsorption mine tailings by *Phytolacca americana*: effects of organic material and biochar amendment. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122959.
- Liu, W., Yin, D., Li, N., Hou, X., Wang, D., Li, D. & Li, J. (2016). Influence of environmental factors on the active substance production and antioxidant activity in *Potentilla fruticosa* l. and its quality assessment, *Scientific Reports* volume 6, Article number: 28591. <https://doi.org/10.1038/srep28591>
- Lüscher, A., Suter, M. & Finn, JA. (2016). Legumes and grasses in mixtures complement each other ideally for sustainable forage production. *The journal of the International Legume Society*, Issue 12, April 2016, 8-10.
- MacDonald-Wicks, LK., Wood, LG. & Garg, ML. (2006). Methodology for the determination of biological antioxidant capacity in vitro: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2046-2056.
- Mammadov, R. (2014). Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler, *Nobel Press*, 428,
- Mann, J. (1978). Secondary metabolism. *Clarendon Press*, Oxford,

- Mansfield, SD. (2009). Solutions for dissolution—engineering cell walls for deconstruction. *Curr Opin Biotechnol* 20: 286–294
- Marschner, H. (2008). Mineral nutrition of higher plants. Digitgal print. *Academic press.*, 889s.
- Martin, C., Copani, G. & Niderkorn, V. (2016). Impacts of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *The journal of the International Legume Society*, Issue 12, April 2016, 24-25.
- Mathew, S. & Abraham, TE. (2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum* L.) bark extracts, through various in vitro models, *Food Chemistry*, 94:520-528.
- Masuda, T., Yonemori, S., Oyama, Y., Takeda, Y., Tanaka, T., Andoh, T., Shinohara, A. & Nakata, M. (1999). Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: activity of the leaf extracts from seashore plants. *J. Agric. Food Chem.* 1999, 47, 1749–1754.
- Medicherla, K., Sahu, BD., Kuncha, M., Kumar, JM., Sudhakar, G. & Sistla, R. (2015). Oral administration of geraniol ameliorates acute experimental murine colitis by inhibiting pro-inflammatory cytokines and NF- κ B signaling. *Food & function*, 6(9), 2984-2995.
- Mengoni, A., Gonnelli, C., Galardi, F., Gabbrielli, R., & Bazzicalupo, M. (2000). Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of *Silene paradoxa* L.(Caryophyllaceae): a random amplified polymorphic DNA analysis. *Molecular Ecology*, 9(9), 1319-1324.
- McCauley, A., Jones ,C. & Jacobsen, J .(2009). Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.
- Milosevic, T., Milosevic, N., Glisic, I. & Paunovic, G. (2009). Leaf nutritional status and macronutrient dynamics in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) under western Serbian conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 3169-3178.
- Minami, Y., Higuchi, S., Yagi, F. & Tadera, K. (1998). Isolation and Some Properties of the Antimicrobial Peptide (Pa-AMP) from the Seeds of Pokeweed (*Phytolacca americana* L.). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*; 62(10): 2076-2078.
- Muca, B., Yıldırım, B., Özçelik, Ş. & Koca, A. (2012). Isparta's (Turkey) pisonous plants of public access places. *Biological Diversity and Conservation*, 5(1): 23-30.
- Mumcu, Ü., & Korkmaz, H. (2018). Ethnobotanical uses of alien and native plant species of Yeşilirmak Delta, Samsun, Turkey. *Türk Biyoloji Dergisi*, 31(3), 102-113.
- Mullekum, KV. (2011). Pokeweed's berries are poisonous to humans but birdslovethem, http://www.kentucky.com/2011/09/10/1876381_pokeweeds-berries-are-poisonous.html?rh=1

- Muthiah, PL., Umamaheswari, M. & Asokkumar, K. (2012). In vitro antioxidant activities of leaves, fruits and peel extracts of citrus. *International Journal of Phytopharmacy*. Vol. 2 (1), pp.13-20.
- Min, Y., Meizhen, T. & Aoyama, I. (2007). Accumulation and uptake of manganese in a hyperaccumulator *Phytolacca americana*. *Minerals Engineering*, 20(2), 188-190.
- Nabavi, SM., Ebrahimzadeh, MA., Nabavi, SF., Fazelian, M. & Eslami, B. (2009a). In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of *Diospyros lotus* and *Pyrus boissieriana* growing in Iran. *Pharmacog Mag*; 4(18):123-127.
- Nabavi, SM., Ebrahimzadeh, MA., Nabavi, SF. & Bahramian, F. (2009b). In vitro antioxidant activity of *Phytolacca americana* berries. *Pharmacologyonline*, 1(2009b), 81-88.
- Nagai, T., Myoda, T. & Nagashima, T. (2005). Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) *Equisetum arvense*. *Food Chemistry*, 91: 389-394.
- Nour, AH., Sulaiman, ZA., Nour, AH. & Raj, ST. (2014). A comparative study of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil extracted by microwaveassisted hydrodistillation (mahd) and conventional hydrodistillation (hd) method, *Int. J. of Chem. Eng. and App.*, 5, 2.
- Asmaa, N., Abdelaziz, G., Boulanouar, B., Carbonell-Barrachina, ÁA., Cano-Lamadrid, M. & Noguera-Artiaga, L. (2021). Chemical composition, antioxidant activity and mineral content of *Arbutus unedo* (Leaves and Fruits). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1335-1339.
- Oğuz, A. (2008). Bazı çerez gıdaların antioksidan kapasiteleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Ok Lim, P., Jung-Kim, H. & Nam, GH. (2007). Leaf senescence. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 58, 115-136.
- Olaru, AL., Bonea, D. & Bonciu, E. (2020). Phytotoxic and cyto-genotoxic potentiel of *phytolacca americana* on *zea mays*. *Romanian Agricultural Research*, (37), 107-114.
- Oluk, AE. (2006). Bitki hücre süspansiyon kültürleri ve sekonder metabolit üretimi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 303-310.
- Oraby, MM. & El-Borollosy, AM. (2013). Essential oils from some Egyptian aromatic plants as an antimicrobial agent and for prevention of potato virus Y transmission by aphids, *Annals Agric Sci* 58(1): 97-103.
- Ordóñez, JC., Van Bodegom, PM., Witte, JPM., Wright, IJ., Reich, PB. & Aerts, R. (2009). A global study of relationships between leaf traits, climate and soil measures of nutrient fertility. *Global Ecology and Biogeography*, 18, 137- 149.

- Orgeas, J., Ourcival, JM. & Bonin, G. (2002). Seasonal and spatial patterns of foliar nutrients in cork oak (*Quercus suber* L.) growing on siliceous soils in Provence (France). *Plant Ecology* 164: 201-211.
- Oskay, D. & Oskay, M. (2009). Bitki sekonder metabolitlerinin biyoteknolojik önemi. *Ecological Life Sciences* 4(2): 31-41.
- Oviasogie, PO., Okoro, D. & Ndiokwere, CL. (2009). Determination of total phenolic amount of some edible fruits and vegetables. *African journal of biotechnology*, 8(12).
- Özbucak, TB. & Taş, B. (2016). Kacalı Deresi riparian alanının (Perşembe, Ordu) makrofit florası. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(2), 117-125.
- Özbucak TB., Kutbay HG., Kılıç DD., Korkmaz H., Bilgin A. Yalçın E. & Apaydın Z. (2008). Foliar resorption of nutrients in selected in sympatric tree species in Gallery forest. *Polish Journal of Ecology*, 56 (2)227-237.
- Özbucak, TB., Kutbay, HG., Yalçın, S. & Kılıç, DD. (2011). Foliar nitrogen (n), phosphorus (p) dynamics, and foliar resorption of *Corylus avellana* var. *avellana*. *Ekoloji*, 20, 81, 1-7.
- Özbucak, TB., Akçin, ÖE. & Ertürk, Ö. (2013). The change in ecological, anatomical and antimicrobiological properties of the medicinal plant *Tilia rubra* Dc. subsp. *caucasica* (Rupr.) V. engler along an elevational gradient. *Pakistan Journal of Botany*, 45(5): 1735-1742.
- Özbucak, TB. & Akçin, ÖE. (2019). Ordu İlinde bulunan bazı doğal bitkiler üzerine bir çalışma. *Sempozyum Kitabı*, 60.
- Özdemir, H. (2010). Endüstride önemli ibreli ağaç kabuklarından tanen üretimi ve üretilen tanenlerin lif levhada tutkal olarak değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 154, 10-27. Türkiye
- Özçelik, H. & Sağmanlıgil, H. (1993). Van gölü havzasında zehirli bitkiler. *Y.Y.Ü. Vet. Fak. Derg.* 4 (1- 2):171-189.
- Özen, F., Yaldız, G. & Çamlıca, M. (2017). Allelopathic effects of some aromatic plants essential oils in weed control. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(1), 40-48.
- Özer, Z. (2010). "Sideritis L. (Lamiaceae) türlerinden izole edilen siderol bileşiği üzerine deneysel ve hesapsal çalışmalar," Yüksek Lisans Tezi, Kimya Bölümü, Balıkesir.
- Özhatay, N. & Kültür, Ş. (2006). Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey III. *Turk J Bot* 30: 281-316.
- Özhatay, N., Kültür, Ş. & Aslan, S. (2009). Check-list of additional taxa to the supplement flora of Turkey IV. *Turk J. Of Botany* 33, 191-226.
- Özyağcı, B. (2015). "Organosilan bileşikleri ile modifiye edilmiş doğal zeolitin terpenlerin dimerleşme reaksiyonlarındaki katalitik aktivitesinin

- araştırılması".Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pan, SY., Litscher, G., Gao, SH., Zhou, SF., Yu, ZL., Chen, HQ., Zhang, SF., Tang, MK., Sun, JN. & Ko, KM. (2014). Historical perspective of traditional indigenous medical practices: the current renaissance and conservation of herbal resources. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 525340, pp. 20.
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003). Parmesan A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*. 2003 Jan 2;421(6918):37-42.
- Pastor-Pastor, A., González-Paleo, L., Vilela, A. & Ravetta, D.(2015). Age-related changes in nitrogen resorption and use efficiency in the perennial new crop *Physaria mendocina* (Brassicaceae). *Industrial Crops and Products*, 65, 227-232.
- Peng, K., Li, X., Luo, C. & Shen, Z. (2006). Vegetation composition and heavy metal uptake by wild plants at three contaminated sites in Xiangxi area, China. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 41(1), 65-76.
- Pekkarinan, SS., Heinonen IM. & Hopia, AI. (1999). Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and (+) – catechin as antioxidants in methyl linoleate. *J. Sci. Food Agric.* 79: 499-506.
- Petrovska, BB. (2012). Historical review of medicinal plants usage. *Pharmacognosy Reviews*, 6, 1-5.
- Plaster, EJ . (1992). Soil science and management. 2nd Edition, *Delmar Publishers Inc.*, Albany, New York, USA.
- Prior, RL. & Cao, G. (1999). Variability in dietary antioxidant related natural product supplements: The need for methods standardization. *Journal of the American Nutraceutical Association*, Vol. 2, No. 2, 46 – 56.
- Prior RL, Wu X. & Schaich K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agr Food Chem*; 53: 4290-302.
- Quiroga, EN., Sampietro, AR. & Vattuone, MA. (2001). Screening antifungal activities of selected medicinal plants, *Journal of Ethnopharmacology*; 74(1): 89-96.
- Ralph, J., Lundquist, K., Brunow, G., Lu, F., Kim , H., Schatz, PF., Marita, JM., Hatfield, RD. & Ralph ,SA. (2004). Lignins: natural polymers from oxidative coupling of 4-hydroxyphenylpropanoids. *Phytochem Rev* 3: 29–60
- Ramachandra, RRS. & Ravishankar GA. (2002). Plant cell cultures: chemical factories of secondary metbolites. *Biotech. Adv.*, 20: 101-153
- Ramirez-Cadavid, DA., Cornish, K. & Frederick, CMJ. (2017). Taraxacum kok-saghyz (TK): compositional analysis of a feedstock for natural rubber and other bioproducts, *Industrial Crops & Products* ,107, 624–640.

- Rasmussen, SE. (2004). Flavonoids and cardiovascular disease. in: functional foods, cardiovascular disease and diabetes, arnoldi a (chief ed.), *CRC Press*, Boca Raton, pp. 82-100.
- Rather, MA., Dar, BA., Shah, WA., Prabhakar, A., Bindu, K., Bandy, JA. & Qurishi, MA. (2014). Comprehensive GC–FID, GC–MS and FT-IR spectroscopic analysis of the volatile aroma constituents of *Artemisia indica* and *Artemisia vestita* essential oils, *Arabian J Chem*, DOI: 10.1016/j.arabjc.2014.05.017
- Ravikiran, G., Raju, AB. & Venugopal, Y. (2011). *Phytolacca americana*; A Review, *International Journal of Research in Pharma Ceutical and Biomedical Sciences* ISSN:2229-3701. Vol:2(3) Jul-Sep 201,
- Rekatsina, M., Paladini, A., Piroli, A., Zis, P., Pergolizzi, JV. & Varrassi, G. (2020) Pathophysiology and Therapeutic Perspectives of Oxidative Stress and Neurodegenerative Diseases: A Narrative Review. *Adv Ther.* 37(1):113-39.
- Rieger, G., Müller, M., Guttenberger, H. & Bucar, F. (2008). Influence of altitudinal variation on the content of phenolic compounds in wild populations of *Calluna vulgaris*, *Sambucus nigra*, and *Vaccinium myrtillus*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(19), 9080-9086.
- Rice-Evans, CA., Miller, NJ., Bolwell, PG., Bramley, PM. & Pridham, JB. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Rad. Res.* 22; 375-383.
- Rice-Evans, CA., Miller, NJ. & Paganga, G. (1996). Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7): 933-956. Rice-Evans, C., Miller, N., Pagang
- Rice-Evans, C., Miller, N. & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4): 152-159.
- Rippert, P., Puyaubert, J., Grisolle, D., Derrier, L. & Matringe, M. (2009). Tyrosine and phenylalanine are synthesized within the plastids in *Arabidopsis*. *Plant Physiol* 149: 1251–1260
- Robinson, LC., Phillips, J., Brou, L., Boswell, EP. & Tatchell, K. (2012). G3: genes, genomes, genetics 1(2-12): 1687-1701.
- Roche, P., Diaz-Burlinson, N. & Gachet, S. (2004). Congruency analysis of species ranking based on leaf traits: Which traits are the more reliable. *Plant Ecology* 174: 37-48.
- Sağlam, NG. (2015). Yaprak Senesensi: fizyolojik ve moleküler düzenlenmesine bakış. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 3: 83-92 DOI:10.7240/mufbed.73178.
- Scalbert, A., Morand, C., Manach, C. & Rémésy, C. (2002). Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother*, 56, 276–282.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C. & Jiménez, L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 287-306.

- Seçmen, Ö. & Leblebici, E. (1987). Yurdumuzun zehirli bitkileri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları:103, İzmir.
- Sellers, B., Ferrell, JA., & Mullahey, JJ. (2009). Smutgrass control in perennial grass pastures. *EDIS*, (10).
- Sellers, B., Ferrell, JA. & Mullahey, JJ. (2013). Smutgrass control in perennial grass pastures. EDIS SS-AGR-18. *University of Florida IFAS Extension*. Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/aa261>. Accessed 26 August
- Semaga, K., Stedje, B. & Bjornstad, A. (2001). Analysis of genetic diversity and structure in ethiopian populations of *Phytolacca dodecandra* using RPD-Hereditas 135:51-60 *Lund, Sweden* ISSN 0018 - 0661
- Sepahpour, S., Selamat, J., Abdul Manap, MY., Khatib, A. & Abdull Razis, AF. (2018). Comparative analysis of chemical composition, antioxidant activity and quantitative characterization of some phenolic compounds in selected herbs and spices in different solvent extraction systems. *Molecules* 23, 402. <https://doi.org/10.3390/molecules23020402>
- Shahidi, F. & Naczk, M. (2004). Phenolic compounds in fruits and vegetables. In: Phenolics in food and nutraceutical, *CRC LLC*, pp 131–156.
- Shi ,H., Noguchi, N. & Niki, E. (2001). Introducing natural antioxidants. in: antioxidants in food, practical applications, pokorny j (chief ed.), yanishlieva n, gordon m, *CRC Press LLC*, Boca Raton, pp. 147-164.
- Singleton, VL. & Rossi, JA. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *Am Journal Enol Viticult* 16, 144-158.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, AR., Simonic, M. & Knez, Z. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones, and flavonol in some plant materials and their antioxidant activities, *Food Chemistry*, 89, 191-198.
- Sivritepe, N. (2000). Asma, üzüm ve şaraptaki antioksidantlar. *Gıda. Dünya Yayınları*. 12 ,73-78.
- Stein, ZL. (1979). Pokeweed-induced gastroenteritis. *American journal of hospital pharmacy*; 36(10): 1303.
- Sticklen, MB. (2008). Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol. *Nat Rev Genet* 9: 433–443
- Sokat, Y. (2020). "Kekik üretim alanlarında görülen bazı zararlı yabancı ot türleri." *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 9.1, 29-49.
- Solomou, AD., Martinos, K., Skoufogianni, E. & Danalatos, NG. (2016). Medicinal and aromatic plants diversity in Greece and their future prospects: A review. *Agricultural Science*, 4(1), 9-21
- Song, JS. & Lee, CS. (1998). An, expression of CHS, CHI, and DFR genes in response to light in small radish seedlings. *Journal of Plant Biology*, 41: 277-282

- Sönmez, Ç. & Okkaoğlu, H. (2019). "The effect of diurnal variation on some yield and quality characteristics of lavender (*lavandula angustifolia* mill.) under çukurova ecological conditions." *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 7.3: 531-535.
- Sönmez, K. & Ellialtıoğlu, ŞŞ. (2017). O-11 Solanaceae familyasındaki sekonder metabolitler ve nikotin hakkın-da bir inceleme. *20-23 September 2017 Bishkek, Kırgızistan*, 44.
- Söylemezoğlu, G. (2003). "Üzümde fenolik bileşikler." *Gıda/The Journal of Food* 28.3
- Su- Youn, P. & Su- Youn, J. (2014). Technical approaches of a natural dye extracted from *Phytolacca americana* L. berries with chemical mordant. *Technology and Health Care* , 22, 339-343
- Sürmen, B., Kutbay, HG. & Kılıç, DD. (2012). Haciosman Tabiatı Koruma Alanı (Samsun/Türkiye) Subasar Ormanı'nda azot tespiti yapan *Alnus glutinosa* L. ile azot tespiti yapmayan *Acer campestre* L. ağaç türlerinde yaprak rezorbsiyonu. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1), 13-19.
- Szajdek, A. & Borowska, EJ. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: A Review 63:147–156.
- Şener, B. (2010). Bitkisel ilaçlar ve bitkisel ilaç mevzuatı. Bitkilerle Tedavi Sempozyumu, 5-6 Haziran 2010, Zeytinburnu İstanbul, 153-171.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2002), Sekonder metabolitler ve bitkisel savunma, bitki fizyolojisi, (Çev: İsmail Türkan), *Palme Yayınevi*, 283-307, 2008.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2010). Plant physiology, Fifth Edition, Sunderland, Sinauer Associates Inc., U.S., p.
- Taş, B., Candan, AY., Can, Ö. & Topkara, S. (2010). Ulugöl (Ordu)'ün bazı fizikokimyasal özellikleri. *Journal of FisheriesSciences. com*, 4(3), 254-263.
- Taş, B., Yılmaz, Ö. & Kurt, I. (2015). Epipellic diatoms as indicators of water quality in the lower part of River Melet (Ordu, Türkiye). *Turkish Journal of Agriculture–Food Science and Technology*, 3(7):610-616.
- Tatlıdede, D. (2013). *Pirido [3, 4-b] karbazol ve pirido [4, 3-c] karbazol halka sistemlerinin sentezi*. Diss. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- Teğin, İ., Canpolat, G. & Fidan, M. (2018). "Siirt Bayraktepe (Çöl) tuzlu alanda dağılım gösteren *Crypsis schoenoides* (L.) Lam'in antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriğinin belirlenmesi."
- Tekin, M. (2017) *Phytolacca americana* L. Bitkisinin meyve, yaprak ve göve arke kısımlarının esansiyel yağ ve çözücü ekstraktının GS-MS analizi ,Giresun Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Kimya Anabilim Dalı,Giresun.
- Tepe, B., Sökmen, M., Akpulat, HA. & Sökmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* speices from Turkey. *Food Chemistry*, 95: 200-204.

- Theis, N. & Lerdau, M. (2003). "The evolution of function in plant secondary metabolites", *International Journal of Plant Sciences*, 164: 93–102
- Thormar, H. (2011). *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*, Sussex, UK, John Wiley & Sons, p.
- Tırak, K. (2006). Doğal olarak odun koruyucu özelliklere sahip bitkisel ekstraktların ve tanenlerin tutunma özelliklerinin arttırılması, 158, 13-27. Türkiye.
- Tiën Do, TK., Minaglou, FH., Antoniotti, S. & Fernandez, X. (2014). Authenticity of essential oils. *Trends Anal Chem*, DOI: 10.1016/j.trac.2014.10.007
- Topcan, ZP. (2017). *Marchalina Hellenica Genn. varlığının Pinus Brutia Ten. ibrelerindeki terpen profili üzerine olan etkisinin araştırılması*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Trapp, S. & Croteau, R. (2001). Defensive resin biosynthesis in conifers, Annual review of plant biology, 52 (1), 689-724.47
- Tronchet, M., Balague', C., Kroj, T., Jouanin, L. & Roby, D. (2010). Cinnamyl alcohol dehydrogenases C and D, key enzymes in lignin biosynthesis, play an essential role in disease resistance in Arabidopsis. *Mol Plant Pathol* 11: 83–92
- Tubives. (2014). <http://www.tubives.com>- (Erişim tarihi: 20.05.2020).
- Tunalier, Z., Öztürk, N., Koşar, M., Başer, KHC., Duman, H. & Kırimer, N. (2002). Bazı sideritis türlerinin antioksidan etki ve fenolik bileşikler yönünden incelenmesi. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*.
- Tunc, T. & Sahin, U. (2015). The changes in the physical and hydraulic properties of a loamy soil under irrigation with simpler-reclaimed wastewaters. *Agricultural Water Management*, 158, 213-224.
- Tutar, ÖF. (2019). *Phylotacca americana* bitkisinden elde edilen pigmentlerin boya duyarlı güneş pillerinde kullanımlarının incelenmesi. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Tuzlacı, E. (2011). Turkish folk medicinal plants, X: Ürgüp (Nevşehir).
- Türkiş, S. & Özbucak, T. (2010). Foliar resorption and chlorophyll content in leaves of *Cistus creticus* L. (Cistaceae) along an elevational gradient in Turkey. *Acta Botanica Croatica*, 69(2), 275-290.
- Umay, A. (2007). "Lavandula stoechas, Melissa officinalis ve *Tribulus terrestris* bitkilerinin kimyasal içeriklerinin araştırılması", Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Urhan, Y., Ege, MA., Öztürk, B. & Cebe, GE. (2016). Turkish food plants database. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 40(2), 43-57.
- Uzun, M. (2017). "Rumex Crispus L. ekstreleri ve sekonder metabolitlerinin mmps inhibitör aktiviteleri, antioksidan kapasiteleri ve spf değerlerinin araştırılarak, ciltteki kollajen dokuyu onarıcı fitokozmetik ürün geliştirilmesi." Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

- Ülger, TG. & Ayhan, NY. (2020). bitki sekonder metabolitlerinin sağlık üzerine fonksiyonel etkileri. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (3), 384-390.
- Valenzuela, AB. & Nieto, SK. (1996). Synthetic and natural antioxidants: food quality protectors. *Grasas y Aceites*, 47: 186-196.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, MT., Mazur, M. & Telser, J. (2006). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol*. 2007;39(1):44-84. Epub 2006 Aug 4.
- Van Heerwaarden LM., Toet S. & Aerts R. (2003). Current measures of nutrient resorption efficiency lead to a substantial underestimation of real resorption efficiency: facts and solutions – *Oikos* 101: 664–669.
- Vanquez-Flota, FA. & De Luca, V. (1998). Jasmonate modulates development and light regulated alkaloid biosynthesis in *Catharanthus roseus*. *Phytochemistry*, 49: 395–402
- Varlı, M., Hancı, H. & Kalafat, G. (2020). "Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı." *Research Journal of Biomedical and Biotechnology* 1.1: 24-32.
- Virgili, F., Scaccini, C., Packer, L. & Rimbach, G. (2003). Nutritional phenolics and cardiovascular disease. in: phytochemical functional foods, Johnson I (chief ed.), Williamson G, *Woodhead Publishing Limited and CRC Press*, Boca Raton, pp. 20-47.
- Wang, J., Su, B., Zhu, H., Chen, C. & Zhao, G. (2016). Protective effect of geraniol inhibits inflammatory response, oxidative stress and apoptosis in traumatic injury of the spinal cord through modulation of NF- κ B and p38 MAPK. *Experimental and therapeutic medicine*, 12(6), 3607-3613.
- Wang, G., Zhang, S., Yao, P., Chen, Y., Xu, X., Li, T. & Gong, G. (2018). Removal of Pb (II) from aqueous solutions by *Phytolacca americana* L. biomass as a low cost biosorbent. *Arabian Journal of Chemistry*, 11(1), 99-110.
- War, AR., Paulraj, MG., Ahmad, T., Buhroo, AA., Hussain, B., Ignacimuthu, S. & Sharma, H.C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling and Behavior*, 7: 1306-1320. DOI: 10.4161/psb.216
- Wen, CH., Lin, SS. & Chu, FH. (2015). Transcriptome analysis of a subtropical deciduous tree: Autumn leaf senescence gene expression profile of formosan gum. *Plant Cell Physiology*, 56:163-174.
- Weng, JK., Li, X., Bonawitz, ND. & Chapple, C. (2008). Emerging strategies of lignin engineering and degradation for cellulosic biofuel production. *Curr Opin Biotechnol* 19: 166–172
- Wu, Y., Wang, Z., Fu, X., Lin, Z. & Yu, K. (2020). Geraniol-mediated osteoarthritis improvement by down-regulating PI3K/Akt/NF- κ B and MAPK signals: In vivo and in vitro studies. *International Immunopharmacology*, 86, 106713.

- Wright, IJ., Reich, PB., Cornelissen, JHC., Falster, DS., Garnier, E., Hikosaka, K., Lamont, BB., Lee, W., Oleksyn, J., Osada, N., Poorter, H., Villar, R., Warton, DI. & Westoby, M. (2005). Assessing the generality of global leaf trait relationships. *New Phytologist*, 166, 485-496.
- Wright IJ. & Westoby M. (2003). Nutrient concentration, resorption and lifespan: leaf traits of Australian sclerophyll species – *Funct. Ecol.* 17: 10–19.
- Wrona, D. (2006). Response of young apple trees to nitrogen fertilization, on two different soils. *Acta Horticulturae*, 721, 153-158.
- Yalçın, E. (2018). Ekosistemlerde yaprağın ekolojik fonksiyonları. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 1(2): 68-82.
- Yao, LH., Jiang, YM., Shi, J., Tomás-Barberán, FA., Datta ,N., Singanusong, R. & Chen, SS. (2004). Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods Hum Nutr* 59:113–122. doi:10.1007/s11130-004-0049-7.
- Yaribeygi, H., Sathyapalan, T., Atkin, SL. & Sahebkar, A. (2020). Molecular mechanisms linking oxidative stress and diabetes mellitus. *Oxid Med Cell Longev*, 2020(8609213):1-13.
- Yaylı, N. (2013). "Uçucu yağlar ve tıbbi kullanımları." 1. İlaç Kimyasi, Üretimi, Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Derneği, 29-31 Mart 2013, Antalya
- Ye, Z., Rodriguez, R., Tran, A., Hoang, H., de los Santos, D., Brown, S. & Vellanoweth, RL. (2000). The developmental transition to flowering represses ascorbate peroxidase activity and induces enzymatic lipid peroxidation in leaf tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant science*, 158(1-2), 115-127.
- Yıldız, H. & Baysal, T. (2003). Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 29-35.
- Yıldız, B., Öztürk, YE., Kardeş, YM., Mut, H. & Gülümser, E. (2021). Kaba yem olarak değerlendirilen ökse otunun antioksidan özellikleri ve kondanse tanen içeriklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1), 132-137.
- Yıldız, Ş. & Turan, S. (2020). "Fenolik bileşiklerin lipit oksidasyonunu önleme aktiviteleri ve timokinonun terapötik özellikleri." *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34.2, 397-416.
- Yılmaz, M. & Çiçek, E. (2002). Yüzeysel su kaynakları çevresinde ormancılık etkinlikleri.
- Yılmaz, S. (2012). *Echinops orientalis Trautv.* bitkisindeki sekonder metabolitlerin izolasyonu, yapı tayini, antioksidan aktivitelerinin incelenmesi .Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Yılmaz, E. (2019). Sakarca (*Ornithogalum umbellatum*) Bitkisinin farklı dokularına ait özütlerin antioksidan özelliklerinin incelenmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Rize.

- Young, IS. & Woodside, JV. (2001). Antioxidants in health and disease. *J. Clin.Pathol*, 54:176-186.
- Yücel, E. (2002). Çiçekler ve yerörtücüleri I, 1. Baskı, Etam Matbaası, Eskişehir.
- Zhang, H. & Tsao, R. (2016). "Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and antiinflammatory effects", *Current Opinion in Food Science*, 8: 33-42.
- Zhao, H., Chen, W., Lu, J. & Zhao, M. (2010). Phenolic profiles and antioxidant activities of commercial beers. *Food Chem.* 119 (3), 1150–1158
- Zheleva-Dimitrova, DZH. (2013). Antioxidant and acetylcholinesterase inhibition properties of *Amorpha fruticosa* L. and *Phytolacca americana* L. *Pharmacogn Mag.* 9(34):109-13. doi: 10.4103/0973-1296.111251.
- Zivanovic, B., Vidovic, M., Komic, SM., Jovanovic, L., Kolarz, P., Morina, F. & Jovanovic, SV. (2017). Contents of phenolics and carotenoids in tomato grown under polytunnels with different UV-transmission rates. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(2), 113-120.
- Zobayed, SMA., Afreen, F. & Kozai, T. (2005). Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiol Bioch.*, 43: 977–984.
- Zulak, KG., Liscombe, DK., Ashihara, H. & Facchini, PJ. (2006). Alkaloids (Crozier, A., Clifford, N., Ashihara, H.). Plant secondary metabolites in: alkaloids. *Blackwell Publishing*.
- Zygadlo, J. & Juliani, H. (2003). Recent progress in medicinal plants, Phytochemistry and Pharmacology II, VIII. *Studium Press LLC*, Texas, 273-281.

EKLER

Ek 1 Meyvedeki Fenolik madde (mg GAE/g numune) için varyans analizi çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Lokalite	2	893,44	446,722	102,49	0,000
Zaman	1	0,39	0,395	0,09	0,766
Kimyasal	1	356,14	356,140	81,71	0,000
Lokalite *Zaman	2	1286,76	643,380	147,61	0,000
Lokalite *Kimyasal	2	911,19	455,594	104,53	0,000
Zaman *Kimyasal	1	19,67	19,669	4,51	0,044
Lokalite*Zaman*Kimyasal	2	508,80	254,398	58,37	0,000
Hata	24	104,61	4,359		
Genel	35	4081,00			

Ek 2 Meyvedeki Fenolik madde (mg GAE/g numune) için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Zaman			
		Olgun dönem (n=3)		Senesens (n=3)	
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirli alan	Methanol	2,313Ba ^B	0,133	3,740Aa ^B	0,304
	Su	18,870Aa ^A	5,370	1,693Ab ^B	0,309
Sulak alan	Methanol	16,130Aa ^A	1,597	10,503Aa ^A	0,401
	Su	13,447Aa ^A	3,440	0,213Bb ^B	0,015
Temiz alan	Methanol	5,453Bb ^B	0,657	13,460Ba ^A	0,861
	Su	14,887Ab ^A	1,845	40,233Aa ^A	2,034

Aynı lokalite ve zamanda ortak büyük harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite ve kimyasalda ortak küçük harfi olmayan zaman ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı zaman ve kimyasalda ortak üs büyük harfi olmayan lokalite ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Ek 3 Yapraktaki Fenolik madde (mg GAE/g numune) için varyans analizi çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Lokalite	2	8051	4025,3	108,98	0,000
Zaman	2	24195	12097,5	327,54	0,000
Kimyasal	1	11301	11300,7	305,96	0,000
Kurutma	1	2934	2934,2	79,44	0,000
Lokalite*Zaman	4	8951	2237,8	60,59	0,000
Lokalite*Kimyasal	2	7236	3617,9	97,95	0,000
Lokalite*Kurutma	2	10117	5058,3	136,95	0,000
Zaman*Kimyasal	2	20810	10405,2	281,72	0,000
Zaman*Kurutma	2	6615	3307,3	89,54	0,000
Kimyasal*Kurutma	1	6374	6373,9	172,57	0,000
Lokalite*Zaman*Kimyasal	4	15378	3844,6	104,09	0,000
Lokalite*Zaman*Kurutma	4	31115	7778,8	210,61	0,000
Lokalite*Kimyasal*Kurutma	2	12703	6351,7	171,97	0,000
Zaman*Kimyasal*Kurutma	2	7286	3643,1	98,64	0,000
Lokalite*Zaman*Kimyasal*Kurutma	4	26897	6724,2	182,06	0,000
Hata	72	2659	36,9		
Genel	107	202623			

Ek 4 Yapraktaki Fenolik madde (mg GAE/g numune) için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Kurutma	Zaman					
			Ham Dönem(n=3)		Olgun Dönem(n=3)		Senesens(n=3)	
			Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirlili alan	Methanol	Etüv	8,787Aa ^{Aa}	0,593	6,237A ^{Ab}	0,108	20,067Aa ^{Aa}	7,404
		Oda Sıcaklığı	12,183Aa ^{Aa}	0,525	5,847A ^{Aa}	0,713	6,140Aa ^{Ba}	0,346
	Su	Etüv	8,050Aa ^{Aa}	0,939	8,957A ^{Aab}	0,843	21,757Ba ^{Ab}	4,815
		Oda Sıcaklığı	18,870Ab ^{Aa}	5,370	14,893Ab ^{Aa}	1,036	43,353Aa ^{Ab}	9,781
Sulak alan	Methanol	Etüv	13,503Aa ^{Aa}	0,252	26,183Aa ^{Aa}	1,201	8,267Aa ^{Aa}	0,206
		Oda Sıcaklığı	10,620Aa ^{Aa}	0,800	7,387Aa ^{Aa}	0,227	5,153Aa ^{Ba}	0,152
	Su	Etüv	8,063Aa ^{Aa}	0,774	26,183Aa ^{Aa}	1,201	10,187Ba ^{Ab}	1,173
		Oda Sıcaklığı	9,547Ab ^{Aa}	0,785	15,487Ab ^{Aa}	1,497	263,253Aa ^{Aa}	19,241
Temiz alan	Methanol	Etüv	13,757Aa ^{Aa}	0,685	7,327Aa ^{Aab}	1,371	19,337Aa ^{Ba}	11,936
		Oda Sıcaklığı	10,003Aa ^{Aa}	0,335	3,543Aa ^{Aa}	0,097	18,127Aa ^{Aa}	2,769
	Su	Etüv	7,023Ab ^{Aa}	0,803	0,227Ab ^{Ab}	0,099	78,860Aa ^{Aa}	24,200
		Oda Sıcaklığı	5,603Aa ^{Aa}	0,405	13,227Aa ^{Aa}	1,544	17,177Ba ^{Ac}	1,737

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı zamanda ortak büyük harfi olmayan kurutma ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı kurutmada ortak küçük harfi olmayan zaman ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs büyük harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı kimyasal, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs küçük harfi olmayan lokalite ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Ek 5 Meyvedeki DPPH için varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Lokalite	2	818,84	409,42	29,81	0,000
Dönem	1	60,71	60,71	4,42	0,046
Kimyasal	1	583,46	583,46	42,48	0,000
Lokalite*Dönem	2	1020,21	510,11	37,14	0,000
Lokalite*Kimyasal	2	793,32	396,66	28,88	0,000
Dönem*Kimyasal	1	60,71	60,71	4,42	0,046
Lokalite*Dönem*Kimyasal	2	106,59	53,30	3,88	0,035
Error	24	329,61	13,73		
Total	35	3773,46			

Ek 6 Meyvedeki DPPH için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Olgun dönem (n=3)		Senesens (n=3)	
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirli alan	Methanol	3,347Aa ^B	0,752	8,157Aa ^B	1,082
	Su	10,750Aa ^A	2,676	0,657Aa ^B	0,075
Sulak alan	Methanol	28,303Aa ^A	8,006	21,767Aa ^A	4,591
	Su	7,547Ba ^A	0,917	0,067Ba ^B	0,015
Temiz alan	Methanol	9,617Ab ^B	1,717	26,927Aa ^A	7,606
	Su	6,607Ab ^A	0,827	24,180Aa ^A	2,902

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı dönemde ortak büyük harfi olmayan kurutma ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite ve aynı kimyasal ortak küçük harfi olmayan zaman ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite ve aynı dönem ortak üs büyük harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı kimyasal, ve aynı dönemde ortak üs küçük harfi olmayan lokalite ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Ek 7 Yapraktaki DPPH için varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Lokalite	2	98,0	48,98	3,04	0,054
Dönem	2	11325,6	5662,82	351,38	0,000
Kimyasal	1	1404,6	1404,58	87,15	0,000
Kurutma	1	42,7	42,71	2,65	0,108
Lokalite*Dönem	4	1018,8	254,70	15,80	0,000
Lokalite*Kimyasal	2	823,3	411,63	25,54	0,000
Lokalite*Kurutma	2	2344,0	1172,02	72,72	0,000
Dönem*Kimyasal	2	3020,7	1510,36	93,72	0,000
Dönem*Kurutma	2	217,3	108,64	6,74	0,002
Kimyasal*Kurutma	1	1280,6	1280,64	79,46	0,000
Lokalite*Dönem*Kimyasal	4	1767,0	441,76	27,41	0,000
Lokalite*Dönem*Kurutma	4	6727,0	1681,74	104,35	0,000
Lokalite*Kimyasal*Kurutma	2	2263,2	1131,62	70,22	0,000
Dönem*Kimyasal*Kurutma	2	1940,1	970,07	60,19	0,000
Lokalite*Dönem*Kimyasal*Kurutma	4	4733,6	1183,39	73,43	0,000
Error	72	1160,3	16,12		
Total	107	40166,9			

Ek 8 Yapraktaki DPPH için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Kurutma	Ham dönem (n=3)		Olgun dönem (n=3)		Senesens (n=3)	
			Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirli alan	Methanol	Etüv	7,417Ab ^{Aa}	1,117	4,107Ab ^{Aa}	0,647	30,420Aa ^{Aa}	6,211
		Oda sıcaklığı	9,730Aa ^{Aa}	1,656	5,943Aa ^{Aa}	1,107	6,113Ba ^{Bb}	0,821
	Su	Etüv	7,917Aa ^{Aa}	1,792	6,230Aa ^{Aab}	1,586	18,780Ba ^{Ab}	1,919
		Oda sıcaklığı	11,683Ab ^{Aa}	0,903	7,683Ab ^{Aa}	1,736	37,740Aa ^{Ab}	0,963
Sulak alan	Methanol	Etüv	7,950Aa ^{Aa}	1,277	14,530Aa ^{Aa}	1,629	7,457Aa ^{Ab}	1,320
		Oda sıcaklığı	8,517Aa ^{Aa}	1,914	4,543Aa ^{Aa}	0,231	2,210Aa ^{Bb}	0,182
	Su	Etüv	5,057Aa ^{Aa}	0,776	14,183Aa ^{Aa}	2,009	1,967Ba ^{Ac}	0,850
		Oda sıcaklığı	8,990Ab ^{Aa}	0,513	4,967Ab ^{Aa}	1,842	99,627Aa ^{Aa}	17,036
Temiz alan	Methanol	Etüv	8,153Ab ^{Aa}	0,331	4,280Ab ^{Aa}	0,868	35,837Aa ^{Ba}	1,616
		Oda sıcaklığı	7,360Ab ^{Aa}	1,000	1,963Ab ^{Aa}	0,287	23,107Aa ^{Aa}	4,519
	Su	Etüv	6,067Ab ^{Aa}	1,006	0,073Ab ^{Ab}	0,049	62,807Aa ^{Aa}	13,597
		Oda sıcaklığı	3,350Ab ^{Aa}	0,221	5,247Aab ^{Aa}	0,917	17,097Ba ^{Ac}	0,592

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı zamanda ortak büyük harfi olmayan kurutma ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05).

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı kurutmada ortak küçük harfi olmayan zaman ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs büyük harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı kimyasal, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs küçük harfi olmayan lokalite ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05).

Ek 9 Meyvedeki FRAP (mikromal troloks/g numune) için varyans analizi çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Lokalite	2	56848	28423,9	62,79	0,000
Zaman	1	248	247,5	0,55	0,467
Kimyasal	1	11140	11140,1	24,61	0,000
Lokalite *Zaman	2	79758	39878,8	88,09	0,000
Lokalite *Kimyasal	2	52784	26391,8	58,30	0,000
Zaman *Kimyasal	1	954	954,4	2,11	0,159
Lokalite*Zaman*Kimyasal	2	6451	3225,5	7,13	0,004
Hata	24	10864	452,7		
Genel	35	219046			

Ek 10 Meyvedeki FRAP (mikromal troloks/g numune) için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Zaman			
		Olgun dönem (n=3)		Senesens (n=3)	
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirli alan	Methanol	20,653Ba ^B	2,438	41,470Aa ^B	6,670
	Su	84,590Aa ^A	1,882	9,483Ab ^B	0,821
Sulak alan	Methanol	234,800Aa ^A	44,547	132,520Ab ^A	16,353
	Su	79,480Ba ^A	18,003	0,977Bb ^B	0,138
Temiz alan	Methanol	56,360Ab ^B	7,511	184,450Aa ^A	25,800
	Su	73,090Ab ^A	5,121	211,540Aa ^A	45,313

Ek 11 Yapraktaki FRAP (mikromal troloks/g numune) için varyans analizi tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Lokalite	2	75496	37748	22,88	0,000
Zaman	2	1006466	503233	304,96	0,000
Kimyasal	1	306500	306500	185,74	0,000
Kurutma	1	22089	22089	13,39	0,000
Lokalite*Zaman	4	98978	24744	15,00	0,000
Lokalite*Kimyasal	2	130795	65398	39,63	0,000
Lokalite*Kurutma	2	298937	149468	90,58	0,000
Zaman*Kimyasal	2	515719	257860	156,26	0,000
Zaman*Kurutma	2	73298	36649	22,21	0,000
Kimyasal*Kurutma	1	126245	126245	76,51	0,000
Lokalite*Zaman*Kimyasal	4	228976	57244	34,69	0,000
Lokalite*Zaman*Kurutma	4	776226	194057	117,60	0,000
Lokalite*Kimyasal*Kurutma	2	286726	143363	86,88	0,000
Zaman*Kimyasal*Kurutma	2	173106	86553	52,45	0,000
Lokalite*Zaman*Kimyasal*Kurutma	4	626493	156623	94,91	0,000
Hata	72	118811	1650		
Genel	107	4864863			

Ek 12 Yapraktaki FRAP (mikromal troloks/g numune) için tanıtıcı istatistik değerleri ve karşılaştırma sonuçları

Lokalite	Kimyasal	Kurutma	Zaman					
			Ham dönem (n=3)		Olgun dönem(n=3)		Senesens (n=3)	
			Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Kirli alan	Methanol	Etüv	53,900Ab ^{Aa}	7,352	31,720A ^{Aa}	8,410	193,000Aa ^{Aa}	38,305
		Oda sıcaklığı	61,367Aa ^{Aa}	7,392	32,710A ^{Aa}	3,948	41,190Ba ^{Ba}	8,281
	Su	Etüv	64,713Aa ^{Aa}	7,163	66,740A ^{Ab}	9,257	157,240Ba ^{Ab}	43,256
		Oda sıcaklığı	77,630Ab ^{Aa}	6,744	82,683A ^{Aa}	18,201	331,927Aa ^{Ab}	68,912
Sulak alan	Methanol	Etüv	61,567Aa ^{Aa}	4,579	113,560A ^A	14,091	56,447Aa ^{Ab}	8,982
		Oda sıcaklığı	57,310Aa ^{Aa}	10,277	37,213A ^{Aa}	6,585	35,683Aa ^{Ba}	11,180
	Su	Etüv	42,177Aa ^{Aa}	3,115	151,373A ^{Aa}	17,916	54,037Ba ^{Ab}	11,093
		Oda sıcaklığı	69,027Ab ^{Aa}	11,896	80,797A ^{Aa}	14,385	1193,637Aa ^{Aa}	43,963
Temiz alan	Methanol	Etüv	90,517Aa ^{Aa}	22,757	32,527A ^{Aa}	7,653	209,553Aa ^{Ba}	36,790
		Oda sıcaklığı	56,020Aa ^{Aa}	10,850	20,363A ^{Aa}	4,682	142,943Aa ^{Aa}	25,417
	Su	Etüv	43,843Ab ^{Aa}	5,633	0,697A ^{Ab}	0,116	605,460Aa ^{Aa}	208,071
		Oda sıcaklığı	28,747Aa ^{Aa}	1,894	53,197A ^{Aa}	1,292	141,477Ba ^{Ac}	34,433

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı zamanda ortak büyük harfi olmayan kurutma ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite, aynı kimyasal ve aynı kurutmada ortak küçük harfi olmayan zaman ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı lokalite, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs büyük harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Aynı kimyasal, aynı kurutma ve aynı zamanda ortak üs küçük harfi olmayan lokalite ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Ek 13 %N için varyans analizi çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Grup	9	141,032	15,6702	62,99	0,000
Hata	19	4,727	0,2488		
Genel	28	145,759			

Ek 14 %P için varyans analizi çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Grup	8	0,02014	0,002517	0,68	0,707
Hata	18	0,06706	0,003726		
Genel	26	0,08720			

Ek 15 %P ve N sonuçları için tanıtıcı istatistik değerleri (n=3)

Habitat	%N		%P	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Temiz alan genç	8,100 ^A	0,608	0,190	0,064
Temiz alan olgun	7,867 ^A	0,635	0,141	0,025
Temiz alan senesens	5,767 ^{BC}	0,473	0,226	0,064
Kirli alan genç	4,833 ^{CD}	0,153	0,203	0,012
Kirli alan olgun	4,033 ^{DE}	0,987	0,211	0,055
Kirli alan senesens	3,000 ^E	0,361	0,170	0,043
Sulak alan genç	7,167 ^{AB}	0,416	0,237	0,025
Sulak alan olgun	7,433 ^A	0,115	0,193	0,134
Sulak alan senesens	6,767 ^{AB}	0,231	0,204	0,033
TANIK	0,300 ^F	0,000	0,000	0,000
p-değeri		0,000***	0,707	

***:p<0,01

Ortak harfi olmayan kimyasal ortalamaları arasında fark vardır (p<0,05)

Ek 16 Toprak Analiz Sonuçları

Lokalite	Su ile Doygunluk	Saturasyon çamurunda PH	Bitkiye Yarayışlı Fosfor (Kg/da)	Bitkiye Yarayışlı Potasyum (Kg/da)	Bitkiye Yarayışlı Kalsiyum (mg/kg)	Bitkiye Yarayışlı Magnezyum (mg/kg)	% Tuz	%Organik Madde	% Azot	%Kireç	Bünye
Sulak alan	53,90	7,44 Hafif alkali	7,37 Yetersiz	44,46 Yeterli	4365 Yüksek	497,62 Yüksek	0,03 Az tuzlu	1,85 Orta	0,07 Yetersiz	2,35 Kireçli	Killi-Tınlı
Temiz alan	57,52	7,29 Hafif alkali	7,01 Yetersiz	52,85 Yeterli	4724 Yüksek	491,52 Yüksek	0,04 Az tuzlu	1,90 Orta	0,06 Yetersiz	3,13 Kireçli	Killi-Tınlı
Kirli alan	64,52	8,25 Hafif alkali	14,75 Yeterli	60,91 Yeterli	4587 Yüksek	512,25 Yüksek	0,02 Az tuzlu	4,22 İyi	0,13 Yeterli	8,25 Kireçli	Killi-Tınlı
Sınır Değeri	50-70	7,5-8,5	>3-4	>30	1150-3500	160-480	0-0,15	3-4	0,09-0,17	5-15	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Arzu Sağlam
Doğum Yeri	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	29.06.2015
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	26.07.2021