

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

MUĞLA İLİNDE DOĞAL OLARAK YAYILIŞ
GÖSTEREN SIĞLA (*Liquidambar orientalis* Mill.)
BİTKİSİNİN MİNERAL BESLENME VE AĞIR METAL
KAPSAMLARI AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FATMA ALPTEKİN

NİSAN 2022
MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**MUĞLA İLİNDE DOĞAL OLARAK YAYILIŞ
GÖSTEREN SIĞLA (*Liquidambar orientalis* Mill.)
BİTKİSİNİN MİNERAL BESLENME VE AĞIR METAL
KAPSAMLARI AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FATMA ALPTEKİN

NİSAN 2022

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

FATMA ALPTEKİN tarafından hazırlanan MUĞLA İLİNDE DOĞAL OLARAK YAYILIŞ GÖSTEREN SIĞLA (*Liquidambar orientalis* Mill.) BİTKİSİNİN MİNERAL BESLENME VE AĞIR METAL KAPSAMLARI AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI tezinin, 06.04.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Bilimleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JURİSİ

Prof. Dr. Atilla Levent TUNA (Jüri Başkanı)

İmza:

Biyoloji A.B.D. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut YILDIZTEKİN * (Danışman)

İmza:

Köyceğiz M.Y. O. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Dr. Öğr. Üyesi Bülent YAĞMUR (Üye)

İmza:

Ziraat Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Doç. Dr. Çağdaş GÖNEN

İmza:

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Başkanı,

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut YILDIZTEKİN

İmza:

Danışman, Köyceğiz M.Y. O.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

Savunma Tarihi: 06.04.2022

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, döküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yapıldığını da beyan ederim.

Fatma ALPTEKİN

06.04.2022

ÖZET

MUĞLA İLİNDE DOĞAL OLARAK YAYILIŞ GÖSTEREN SİĞLA (*Liquidambar Orientalis* Mill.) BİTKİSİNİN MİNERAL BESLENME VE AĞIR METAL KAPSAMLARI AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI

Fatma ALPTEKİN

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mahmut YILDIZTEKİN

Nisan 2022, 79 sayfa

Bu çalışmada Muğla ilinin Marmaris, Köyceğiz ve Fethiye ilçelerinde doğal olarak yayılış gösteren endemik bir tür olan Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisinin beslenme durumu ve ağır metal kapsamlarının araştırılması amaçlanmıştır. Her bir lokasyonda 2 farklı örnekleme noktası (otoyol kenarı ve otoyola 50 m uzaklık) belirlenmiştir. Örnekleme noktalarında hem toprak (0-30 cm) hemde yaprak örnekleri alınmıştır. Her bir örnekleme noktasının GPS ile koordinatları kaydedilmiştir. Toprak örnekleri incelendiğinde, toplam N kapsamı %0.04- %0.32 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, toprak makro elementlerden alınabilir P ve yarayırlı Ca değerleri genel anlamda referans aralığı içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Toprak mikro element düzeylerine bakıldığında ise Fe içeriği tüm örnekleme noktalarında yüksek bulunmuştur. Mn, Zn ve Cu kapsamları incelendiğinde ise belirlenen sınır değerleri içerisinde yer aldığı görülmüştür. Bununla birlikte, toprak ağır metal içeriklerine bakıldığında Köyceğiz ve Marmaris örneklerinde Cr ve Ni değerleri oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Analizleri yapılan sığla bitkisi yaprak örneklerinin besin element içerikleri Ca 1.09-2.04 ppm, Mg 0.39-0.87 ppm, K değeri 1.22-1.98 ppm, P değeri ise en düşük 0.14 ppm iken en yüksek 0.37 ppm olduğu tespit edilmiştir. Yaprak mikro element içeriklerine bakıldığında Fe 202.38-385.52 ppm, Mn ise 31.91- 100.50 ppm, Zn 17.6- 65.19 ppm, Cu değeri 4.18- 19.64

ppm B ise 21.10- 74.35 ppm arasında değerlere ulaşılmıştır. Yapraklardaki Cd, Co, Cr, Ni ve Pb kapsamaları sırasıyla; 0.04-0.09 ppm, 0,4-1.80 ppm, 2.85-6.87 ppm, 9.28-40.49 ppm ve 0.52-1.15 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar bazı mikro ve ağır metallerin sınır değerler üzerinde bulunduğu tespit edilmiş olsa da, araştırma konusu bitkilerin metabolik olarak bu yüksek değerlerden olumsuz etkilendiklerine dair herhangi bir fiziksel bulguya rastlanılmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sığla (*Liquidambar Orientalis* Mill.), Toprak, Mineral Beslenme, Ağır Metal

ABSTRACT
DETERMINATION of MINERAL NUTITION and HEAVY METAL
CONTENT of SWEETGUM TREE (*Liquidambar orientalis* Mill.)
DISTRIBUTED in MUĞLA PROVINCE

Fatma ALPTEKİN

Master's Thesis

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Sciences

Supervisor: Assit. Prof. Dr. Mahmut YILDIZTEKİN

April 2022, 79 Pages

In this study, it was aimed to investigate the nutritional status and heavy metal contents of *Liquidambar orientalis* Mill., an endemic species naturally distributed in Marmaris, Köyceğiz and Fethiye districts of Muğla province. Two different sampling points (highway side and 50 m distance from the highway) were determined at each location. both soil (0-30 cm) and leaf samples were taken at the sampling points. GPS coordinates of each sampling point were recoded. When the soil samples were examined, it was determined that the total N content varied between % 0.04 and % 0.32. In addition, it has been determined that the available P and available Ca values from soil macro elements are generally within the reference range. Considering the soil microelement levels, the Fe content was found to be high at all sampling points. When the Mn, Zn and Cu contents were examined, it was seen that they were within the determined limit values. However, when the soil heavy metal contents are examined, it has been determined that the Cr and Ni values are quite high in the Köyceğiz and Marmaris samples. The nutrient contents of the analyzed sweetgum leaf samples were found to be Ca 1.09-2.04 ppm, Mg 0.39-0.87 ppm, K value 1.22-1.98 ppm, P value was the lowest 0.14 ppm, while the highest was 0.37 ppm. Considering the leaf microelement contents, Fe 202.38-385.52 ppm, Mn 31.91-100.50 ppm, Zn 17.6-65.19 ppm, Cu value 4.18-19.64 ppm, B values between 21.10-74.35 ppm. Cd,

Co, Cr, Ni and Pb contents in the leaves, respectively; it was determined to be in the range of 0.04-0.09 ppm, 0.4-1.80 ppm, 2.85-6.87 ppm, 9.28-40.49 ppm and 0.52-2.15 ppm. Although some micro and heavy metals were found to be above the limit values, no physical evidence was found that the plants in the study were adversely affected by these high values metabolically.

Keywords: Sweetgum (*Liquidambar Orientalis* Mill.), Soil, Mineral Nutrition, Heavy Metal



ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mahmut YILDIZTEKİN'e ve Prof. Dr. İbrahim YOKAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında bana destek çıkan ve hep arkamda duran eşim ve aileme sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ve Çevre Bilimleri Anabilimdalı'na sağladıkları olanaklar için teşekkür ederim.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi- Araştırma Laboratuvarları Uygulama ve Araştırma Merkezi- Tarımsal Amaçlı Toprak- Bitki ve Sulama Suyu Analiz Laboratuvarına da çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	15
1.1. Genel Bilgiler	17
1.1.1. Muğla İli Genel Özellikleri	17
1.1.1.1. Coğrafi Konum	17
1.1.1.2. İklim	18
1.1.2. Sığla Bitkisinin Botanik Özellikleri	18
1.1.3. Sığla Bitkisinin Taksonomik Özellikleri.....	18
1.1.4. Sığla (<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.) Bitkisinin Ekonomik, Kültürel ve Sağlık Açısından Önemi ve Değerlendirme Yolları	19
1.1.4.1. Toprak İsteği	20
1.1.4.2. İklim İsteği	20
1.1.5. Sığla (<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.) Ağacında Kapsamları Belirlenen Makro ve Mikro Besin Elementleri	21
1.1.5.1. Azot (N).....	21
1.1.5.2. Fosfor (P).....	21
1.1.5.3. Potasyum (K)	22
1.1.5.4. Kalsiyum (Ca).....	22
1.1.5.5. Magnezyum (Mg)	22
1.1.5.6. Demir (Fe)	23
1.1.5.7. Bakır (Cu)	23
1.1.5.8. Mangan (Mn)	23
1.1.5.9. Çinko (Zn)	24

1.1.6.	Sığla (<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.) Ağacında Kapsamları Belirlenen Ağır Metaller.....	24
1.1.6.1.	Kurşun (Pb).....	24
1.1.6.2.	Nikel (Ni).....	25
1.1.6.3.	Kobalt (Co)	25
1.1.6.4.	Krom (Cr)	26
1.1.6.5.	Kadmiyum (Cd).....	26
1.1.6.6.	Molibden (Mo)	26
1.1.7.	Toprakların Fiziksel Özellikleri	27
1.1.7.1.	Toprak Reaksiyonu (pH).....	27
1.1.7.2.	Kireç (CaCO_3)	27
1.1.7.3.	Organik Madde	27
1.2.	Literatür Özetleri.....	27
2.	MALZEME VE YÖNTEM.....	32
2.1.	Malzeme.....	32
2.1.1.	Arazi Çalışması	32
2.2.	Yöntem.....	35
2.2.1.	Toprak Örneklerinin Analizleri.....	35
2.2.2.	Yaprak Analizlerinin Belirlenmesi	36
3.	BULGULAR VE İRDELEME	37
3.1.	Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Bulguları.....	37
3.1.1.	Toprakların Tekstürü (Bünyesi).....	39
3.1.2.	Toprakların pH Değerleri.....	39
3.1.3.	Toprakların Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri	40
3.1.4.	Toprakların Kireç (CaCO_3) Miktarı	41
3.1.5.	Toprakların Organik Madde Kapsamları	42
3.2.	Toprak Örneklerinin Bazı Makro ve Mikro Element Kapsamları	44
3.2.1.	Toprakların Toplam Azot (N) Kapsamları.....	44
3.2.2.	Toprakların Yararlanılabilen Fosfor (P) Kapsamları	44
3.2.3.	Toprakların Yararlanılabilen Potasyum (K) Kapsamları	45
3.2.4.	Toprakların Yararlanılabilen Kalsiyum (Ca) Kapsamları.....	46

3.2.5.	Topraklarda Yararlanılabilen Magnezyum (Mg) Kapsamları.....	47
3.2.6.	Topraklarda Yararlanılabilen Demir (Fe) Miktarı	48
3.2.7.	Topraklarda Yararlanılabilen Mangan (Mn) Miktarı.....	49
3.2.8.	Topraklarda Yararlanılabilen Çinko (Zn) Miktarı	49
3.2.9.	Topraklarda Yararlanılabilen Bakır (Cu) Miktarı	50
3.3.	Toprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Kapsamları	51
3.4.	Yaprak Örneklerinin Bazı Makro ve Mikro Element Kapsamları	54
3.5.	Yaprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Konsantrasyonları	58
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
	KAYNAKLAR	62
	ÖZGEÇMİŞ.....	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2-1. Örnekleme Yapılan Alanlara Ait Bazı Bilgiler	33
Çizelge 2-2. Muğla İlinde Mevsimsel Araç Giriş Çıkış Sayısı.....	35
Çizelge 3-1. Çalışma Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	38
Çizelge 3-2. Toprak pH'nın Değerlendirmede Esas Alınan Referans Değerleri	40
Çizelge 3-3. Sığla Ağacının Yayılış Gösterdiği Farklı Uzaklıklardan Alınan Toprak Örneklerinin Ağır Metal Konsantrasyonları	51
Çizelge 3-4. Ağır Metallerin Topraklardaki Referans Aralığı	52
Çizelge 3-5. Sığla Bitkisi Yaprak Örneklerinin Makro ve Mikro Element Kapsamları	54
Çizelge 3-6. Bitki Yapraklarındaki Makro Elementlere Ait Referans Düzeyleri (Kacar, 1992).....	55
Çizelge 3-7. Bitki Yapraklarındaki Mikro Elementlere Ait Referans Düzeyleri (Kacar, 1992).....	56
Çizelge 3-8. Sığla Bitkisi Yaprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Konsantrasyonları	58
Çizelge 3-9. Bitkilerde Ağır Metallerin Normal ve Toksik Konsantrasyonları için Referans Değerler.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Sığla Ağacı Genel Görünümü.....	20
Şekil 2.1. Fethiye (Günlüklü) Örneklerin Alındığı Alan	33
Şekil 2.2. Köyceğiz Örneklerin Alındığı Alan.....	34
Şekil 2.3. Marmaris (Günnücek) Örneklerin Alındığı Alan	34
Şekil 2.4. Toprak ve Yaprak Örneklerinin Alınması	36
Şekil 3.1. Toprak Örneklerinin Tekstür (Bünye) Sınıfları	39
Şekil 3.2. Toprak Örneklerinin pH Sınıfları.....	40
Şekil 3.3. Toprak Örneklerinin EC Sınıfları	41
Şekil 3.4. Toprak Örneklerinin Kireç Sınıfları.....	42
Şekil 3.5. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları.....	43
Şekil 3.6. Toprak Örneklerinin Azot (N) İçeriği.....	44
Şekil 3.7. Toprak Örneklerinin Fosfor (P) İçeriği.....	45
Şekil 3.8. Toprak Örneklerinin Potasyum (K) İçeriği.....	46
Şekil 3.9. Toprak Örneklerinin Kalsiyum (Ca) İçeriği	47
Şekil 3.10. Toprak Örneklerinin Magnezyum (Mg) İçeriği	47
Şekil 3.11. Toprak Örneklerinin Demir (Fe) İçeriği	48
Şekil 3.12. Toprak Örneklerinin Mangan Düzeyi.....	49
Şekil 3.13. Toprak Örneklerinin Çinko (Zn) İçeriği	50
Şekil 3.14. Toprak Örneklerinin Bakır Düzeyi	50

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
Ca	Kalsiyum
Cr	Krom
Co	Kobalt
CO	Karbonmonoksit
Cu	Bakır
EC	Elektrikli iletkenlik
ESP	Değişebilir sodyum yüzdesi
Fe	Demir
Hc	Hidrokarbon
Hg	Cıva
HNO ₃	Nitrik Asit
HCL	Hidroklorik Asit
ICP-OES	Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
Ni	Nikel
NO ₃	Nitrat
NO _x	Azotoksit
P	Fosfor
ppm	Milyonda bir birimlik madde
Pb	Kurşun
pH	Asitlik-Baziklik
Zn	Çinko

1.GİRİŞ

Muğla yöresinde endemik bir tür olarak doğal yayılış alanı gösteren Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) ağacı Hamalidales takımının *Hamamalidaceae* familyasının üyesi olup 35 metreye kadar boylanabilmekte, mart-nisan aylarında çiçek açmaktadır (Yaltırık vd., 2000). Yaprak genişlikleri 5-7 cm, yapraklardaki lop sayıları ise 3 ile 5 arasında değişmektedir. Kasım ve aralık ayında yapraklarının döken sığla ağacı meyveleri olgunlaşınca yetiştği ortama bağlı olarak tohumlarını açıp dökmektedirler. (Öztürk vd., 2008).

Sanayileşme ve kentleşmenin vermiş olduğu olanaklar dâhilinde nüfus hızla artış göstermiş, çevre farklı kirleticiler tarafından kirletilmiştir. Örneğin, tarımsal zararlılar ile mücadelede kullanılan ilaçlar, aşırı otlatmalar, sulak alanların kurutulması, orman yangınları, doğal kaynakların beşeri sebeplerinden dolayı bilinçsizce kullanılması çevremizi ciddi anlamda olumsuz etkilemektedir. Ulaşımda kullanılan araçların yaydığı egzoz gazları çevreyi kirletmekte ve çevreye zararlı maddeler bırakmaktadır. Özellikle yeni yolların yapıldığı veya turizmin yoğun olduğu bölgelerde belli dönemlerde araç sayılarında önemli artışlar görülmektedir. Bu durum çevreye salınan egzoz gazı oranlarında da artışa sebep olmuştur. Çalışmaya konu olan egzoz gazları başta insan olmak üzere hayvanlar, bitkiler ve diğer tüm canlılar üzerinde toksik etki göstererek çevreyi kirletmektedir (Aksoy vd., 2000). Ağır metallerin en önemli toprak kirleticisi olduğu, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın hazırlamış olduğu çalışmada belirtilmiş, toprağa karışan ağır metallerin insan sağlığına ve hatta diğer tüm canlılara zarar vererek, toprak verimliliği, biyolojik çeşitlilik, mikrobiyal aktivite ve ürün kayıplarına sebep olduğu ileri sürülmüştür (Vanlı vd., 2008).

Egzoz gazlarının atmosfer, toprak, bitki ve canlı sağlığı üzerinde farklı etkileri olsa da atmosferi kirletmesi, toprak yapısını bozması, bitkisel verimi azaltması, bitki besin element kapsamları ve canlı sağlığını tehlike altına alması ile tüm etmenlerde doğurduğu olumsuzluklardan dolayı bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Bilindiği üzere bitkilerin varlığını sürdürebilmeleri için bitki besin elementlerine ihtiyaçları vardır. Bitki besin elementleri makro ve mikro olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bitki makro besin elementlerinden olan Potasyum (P); kök ve tohum aksamalarının olgunlaşmasında, Kalsiyum (Ca); bitkinin kök gelişiminde, hastalıklara karşı

etkili bir şekilde korunmasında, Fosfor (P); çiçek oluşumu ve meyve veriminde, Magnezyum (Mg) elementi ise klorofil oluşumunu tetikleyerek fotosentez olayını etkilemektedir. Azot (N) elementi meyve kalitesi bakımından önem arz etmekte, bitkinin yıllık sürgün verimliliğini arttırmaktadır. Diğer taraftan, mikro besin elementlerinden biri olan Demir (Fe) elementi; bitki solunumunda etkin iken, Bakır (Cu) bitkide klorofil, protein sentezi ve solunum için gerekli olmaktadır. Çinko (Zn) elementinin bitkide fizyolojik olarak önemli olduğu belirtilmiş olup, enzimlerde yapı elementi olmasının yanı sıra protein sentezi ve karbonhidrat metabolizmasında da önemli rolleri vardır (Kıl ve Paksoy, 2014). Bünyesinde mangan (Mn) elementini barındıran bitkiler ise su ihtiyacını az duymaktadır (Anaç vd., 2013). Mikro elementlerin içinde tek ametal olan Bor (B), bitkilerde doku çoğaltımı ve hücre duvarı oluşumunda görev almaktadır (Plaster,1992; Boşgelmez vd., 2001; Gardiner vd., 2008; McCauley vd., 2009).

Nikel (Ni), molibden (Mo), mangan (Mn), demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), kobalt (Co) gibi ağır metaller mikro besin element özelliğinde olup, canlıların büyüme ve gelişimleri için önemli etkiye sahiptir. Diğer taraftan, arsenik (As), civa (Hg), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) gibi bazı ağır metaller ise bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Niess, 1999). Munzuroğlu ve Zengin (2004)'in yapmış oldukları çalışmada ağır metallerin, toprak, hava ve suda bulunabildikleri, ancak belirli seviyenin üstünde bulunmaları halinde kirletici olduklarını belirtmişlerdir. Artan ağır metallerin bitkilerde stres oluşturduğu, stres altına giren bitkilerde ise fizyolojik ve genetik bozuklukların görülebildiği, verimde düşüş gözlemlendiği ve ürün kayıplarının yaşandığı ileri sürülmüştür (Munzuroğlu vd., 2004).

Bu veriler ışığında özellikle yol kenarlarında yayılış gösteren ve tıbbi değeri yüksek olan Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisi çalışmamıza konu olmuştur. Amberi sail diye anılan *Liquidambar orientalis* Mill. bitkisi Anadolu sığla ağacıya da günlük ağacı olarak da bilinmektedir (Velioğlu vd., 2008). Türkiye'nin güneybatı kısmı ile kısmen de olsa Rodos Adası'nda yayılış gösteren Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) dünyada yok denecek kadar az olan endemik bir tür olup taban suyunun yüksek olduğu alanlar ile dere boylarında konumlandığı belirtilmiştir (Kurt vd., 2008). Bu tez çalışmasında, Muğla ilinin Marmaris, Köyceğiz ve Fethiye ilçelerinden trafiğin yoğun olduğu otoyol güzergâhları ile iç kesimlerinden, Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisinin yaprak ve toprak örneklemeleri yapılmış, gerek bitkinin gerekse yetiştiği ortamın mineral beslenme durumu ve ağır metal kapsamı incelenmiştir. Sığla bitkisi ilaç sektörü parfümeri gibi sektörlerde kullanılan bir türdür. Bu çalışmanın amacı tıbbi ve aromatik bir bitki olan sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.)

ağacının bitki besin elementleri ve ağır metal kapsamalarını belirleyerek insan sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğini ortaya koymaktır.

1.1. Genel Bilgiler

Uygun iklim koşullarına sahip Muğla ilinin toprakları Büyük Menderes Havzası ile Batı Akdeniz Havzası sınırları içinde yer almakta ve yazları sıcak, kışları ise ılık geçmektedir. Ekolojik öneme sahip olan Muğla topraklarında birçok ürün yetişmektedir. İlimiz 1124 km uzunlukta kıyı şeridine sahip olmasının yanı sıra tarımsal uygulamalar açısından da önemli bir yere sahiptir(Anonim, 2004).

Muğla ili ve ilçeleri elverişli toprak ve ılıman iklimesahip olup doğal yayılım gösteren çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Araştırma konumuz olan Sığıla Bitkisi (*Liquidambar orientalis* Mill.) endemik bir tür olmakla birlikte, Köyceğiz, Fethiye, Datça ve Çine Çayı arasındaki alanlarda gelişim göstermektedir. Ancak sığıla ağacının orman olarak görüldüğü tek yer Köyceğiz Gölü ve çevresi olduğu yapılan araştırma sonucu tespit edilmiştir (Kurt vd., 2008).

1.1.1. Muğla İli Genel Özellikleri

1.1.1.1. Coğrafi Konum

Ege Bölgesinde yer alan Muğla, turizm faaliyetlerinin yanısıra tarım faaliyetlerinin de yoğun olduğu bir ilimizdir. 37°13'N enlemi ile 28° 22' E boylamı üzerinde bulunmakta ve Ege Denizi'ne olan uzaklığı ise 20 km'dir. Ege bölgesinin turizm incilerinden biri olan Muğla ili farklı devirlerden kalma eski şist ve kalkerli yapısıyla karstik şekilleri bünyelerinde barındıran bir platoya benzemektedir. İç Menteşe olarak bilinen Muğla ilinin sınırlarını Büyük Menderes'in kollarının çizdiği 2001 yılında yapılan araştırma ile ortaya konmuştur (Güner,2001).

1.1.1.2. İklim

Muğla yöresi coğrafi konum olarak Türkiye'nin güneybatısında bulunmakta, subtropikal Akdeniz iklim özelliklerine sahiptir (Şahin vd., 2012). Akdeniz iklim özelliği gösteren Muğla ili, genel olarak kışın serin, yaz aylarının ise sıcak geçtiği bir iklim tipine sahiptir. Denize yakınlık ve yükselti farklılıklarından dolayı kıyı ve iç kesimler arasında sıcaklık farkı bulunmaktadır (İkiel, 2004). Don olayının fazla gözlemlenmediği bu ilde en çok don olayları Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında görülmektedir (Devlet İstatistik Enstitüsü, 1995).

1.1.2. Sığla Bitkisinin Botanik Özellikleri

Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.), akçaağaç (*Acer cappadocicum*) ve çınara (*Platanus* L.) benzetilse de kalın dalları olan, geniş tepeli ve 15-20 metreye kadar yükselebilen bir ağaç türüdür. Olgunlaşmaya bağlı olarak bitki gövdesinde derin yarık izleri görülmektedir. 6-10 cm çapında bulunan yaprakları genellikle beş loplu ve dallara uzun saplarla bağlandığı, gövdesinin ise 3-5 metreden sonra dallanmaya başladığı tespit edilmiştir. Lopların bazen yaprak ortasına gelecek kadar derin, küt uçlu veya sivri olup kenarları ince dişli olduğu ve bazende sığla ağacının yaprağının sekonder olarak lop gösterdiği belirtilmiştir. Sığla ağacı, ilkbahar mevsiminde yeşil ve parlak olan yapraklarını sonbaharda dökmektedir. Dişi çiçekler, sapı uzun küreye benzeyen topluluklar iken yeşilimsi başı dik olanlar ise erkek organlar olduğu belirtilmiştir. Dişi çiçeklerin döllenmesi ile çok sayıda meyveler oluşmakta ve oluşan meyvelerin tek tek açılması ile tohumlar çevreye dağılmaktadır. Büyümesi yavaş olan sığla ağaçlarının kök ve kütük sürgünü verme özelliği fazla olup sığ bir kök sistemine sahiptir (Kayacık, 1981; Baytop, 1984; Efe, 1986).

1.1.3. Sığla Bitkisinin Taksonomik Özellikleri

Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.), Hameliales takımından *Hamamelidaceae* familyası üyesi olup, familyanın 20 cinsi bulunmakta ve bu cinslerin ılıman bölgelerde yayılım gösteren 50 türü olduğu bilinmektedir. Söz konusu cinsin Türkiye'de yetişen tek doğal türünün *Liquidambar orientalis* Mill. olduğu rapor edilmiştir (Kayacık, 1981). Sığla bitkisi sistematigi aşağıda verildiği gibidir (Anonim, 2022);

Alem: Plantae (Bitkiler)

Altalem: Tracheobionta

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Altsınıf: Hamamelidae

Takım: Hamamelidales

Familya: : Hamamelidaceae

Cins: Liquidambar

Tür: : *Liquidambar orientalis* Mill.

1.1.4. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) Bitkisinin Ekonomik, Kültürel ve Sağlık Açısından Önemi ve Değerlendirme Yolları

Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisi; sağlık, ekonomik ve kültürel olarak önem teşkil etmektedir. Bilindiği üzere tıbben yağından, inanca göre kabuğundan ve salata olarak yapraklarından faydaniılmaktadır. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisini gövdelerinden alınan balsamlar parfümeri sanayisinde kullanılmakta olup sığla yağı denen bu balsamlar ülkemizin dış satım ürünüdür. Bitkinin kabuklarının alınması ile oluşan bu balsamlar güzel koku olarak kullanıldığı gibi bu kabukların yakılması ile buhur olarakta kullanılmaktadır. Eski Mısır'da sığla yağının mumyalamada kullanıldığı ve Finikelilerin bu yağı pazarladıkları bilinmektedir. Romatizmalara, kabızlığa ve idrar söktücü özelliklerinin yanı sıra mabetlerde tütsü olarakta kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

Sığla yağı içerisinde sinnamik asit bulunmakta olup bünyesinde bu maddeyi barındıran bitkilerle yapılan çalışmalarda bu maddeninin antioksidan ve antibakteriyel özelliğinin olduğu tespit edilmiştir (Duru vd., 2002; Tunalıer vd.,2002). Ülserleşmiş yaralarda kullanıldığı, iştah arttırıcı olduğu, öksürük ve dizanteri tedavisinde kullanıldığı belirtilmiştir (Ramakrishan, 2000.). Sığla yağının karaciğer üzerine etkisi ile yapılan bir çalışmada, sığla yağının antioksidan özellik göstererek karaciğer hasarını engellediği tespitine varılmıştır (Aydingöz, 2013).



Şekil 1.1 Sığla Ağacı Genel Görünümü

1.1.4.1. Toprak İsteği

Günlük ağacı olarak bilinen Anadolu sığla ağacının (*Liquidambar orientalis* Mill.) dağlarda ve yüksek yerlerde yayılış gösteren türüne Dağ Günlüğü; dere boylarında ve alçak yerlerde yetişenlere ise Taban Günlüğü adı verilmektedir. Sığla ağacının tohum, kök ve kütük sürgünlerinde yetişerek 200-300 yıl kadar yaşamını idame ettirdiği ve bu ağacın kök yapısının genellikle yatay olarak ilerlediği fakat kurak yer ve yamaç alanlarda kazık kök olarakta yayılış gösterdiği bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Huş, 1947; Huş, 1949; İstek, 1994; Kurt, 2008; Alan, 2009; Velioğlu vd., 2008; Göçmen, 2010; Ürker vd., 2011; Özkahraman, 1984; Acatay, 1963). Sığla Ağacının alüvyal, rutubetli, kil ve balçıklı toprak istekleri olan, nehir, deniz kenarı, vadi, akarsu ve dere kenarlarında yetişen taban suyunun yüksek olduğu alanlarda görüldüğü, sıcak alanlarda ve yıllık ortalama yağışın 1000-1200 mm olan bölgelerde yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Acatay, 1963; Atay, 1985; Efe, 1987; İktüren ve Acar, 1987; Günal, 1994; Özmen, 2011).

Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.), zaman zaman Söğüt (*Salix* sp.), Karaağaç (*Ulmus* sp.), Doğu Çınarı (*Plantanus orientalis*), Doğu Kızılağacı (*Alnus orientalis*), Dişbudak (*Fraxinus ornus*) gibi nemi seven türler ile iç içe yaşam alanı bulduğu ifade edilmiştir (Günal, 1994).

1.1.4.2. İklim İsteği

Ülkemizde Aydın ve Muğla yöresinde yayılış gösteren Anadolu Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) endemik bir tür olup, 20 metreye kadar boylanabilen, Akdeniz ve Ege'nin

doğal sınırı kabul edilen Dalaman Çayı boyunca görünen sıcak, nemli, suyun bol olduğu yerlerde yetişen subtropikal iklim özelliklerine seven bir türdür (Hill, 1952; Günal, 1994). Anadolu sığla ağacının (*Liquidambar orientalis* Mill.) anavatanı Küçük Asya olup ülkemizde Muğla'nın ilçelerinde; Marmaris, Dalaman, Köyceğiz, Fethiye ile Antalya, Bucak ve Denizli'de de görüldüğü tespit edilmiştir (Yaltırık ve Efe, 2000).

1.1.5. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) Ağacında Kapsamları Belirlenen Makro ve Mikro Besin Elementleri

Endemik bir tür olan Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) ağacı Muğla ve ilçelerinde doğal yayılış alanı göstermekte, tıbbi ve aromatik bir bitki olan bu ağaç bünyesindeki bitki besin elementlerinin içeriklerini belirlemek ve trafik kökenli salınımların bitkide herhangi bir risk teşkil edip etmemesini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

1.1.5.1. Azot (N)

Bitkiler için önemli bir besin elementi olan azot, bitki gövdesinin birçok önemli bölümünde bulunan protein ve klorofilin temel bir bileşenidir. Azot, çeşitli fizyolojik süreçlerde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bitkilere koyu yeşil renk vermekte, yaprak, gövde ve diğer vejetatif kısımların büyümesini ve gelişmesini desteklemektedir. Ayrıca, kök büyümesini de uyarır. Azot büyümeyi teşvik etmekte, meyve kalitesini iyileştirmekte, yem bitkilerinin protein içeriğini arttırmakta; potasyum, fosfor dâhil olmak üzere diğer besin maddelerinin alımını ve kullanımını teşvik ederek ve bitkinin genel büyümesini kontrol etmektedir (Bloom,2015; Hemerly, 2016).

1.1.5.2. Fosfor (P)

Fosfor; bitkilerde enerji kaynağı, bitki solunumunda, fotosentezde, kök gelişmesi üzerinde, ürün miktarı, hasat zamanı üzerinde, meyve ve hücrelerin çoğalmasında görev almaktadır. Noksanlığında; yaprak ve kök gelişiminin yavaşlaması, yaprakların koyu yeşil renk alması ve meyvenin hasattan önce dökülmesi başlıca belirtileridir (Kacar ve Katkat, 1998). Fosfor noksanlığı, topraklarda bitkinin yararlanabileceği fosfor miktarının az olması ile her zaman bağlantılı olmadığı belirtilmektedir. Bitkilerde P noksanlığı; pH, sıcaklık, nem ile öteki besin

elementlerinin cins ve miktarları arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bu sebeple, bitki gelişmesi için yeterli düzeyde fosfor içeren topraklarda yetişen bitkilerde bile bazen P noksanlık belirtileri saptanabilmektedir (Munk, 1985).

1.1.5.3. Potasyum (K)

Potasyum; enzim aktivitesi, fotosentez, bitki besin elementlerinin ve fotosentez ürünlerinin taşınmaları, turgoru düzenleme, bitkilerde su yitmesi ve solmayı önleme gibi bir takım işlevlere sahiptir. Noksanlığında; büyümede gerileme, sararma, lekelenme (nekroz) ve bodurlaşma başlıca belirtileri olmaktadır. Topraklarda bitkiye yararlı potasyum, toplam potasyumun çok küçük bir bölümünü kapsamaktadır. Toprakta bulunan toplam K büyük bir kısmının bitkilerce yararlanılamaz olduğu kabul edilmektedir. Toplam K yönünden topraklarda K gübrelerin olumlu etkileri sık ve yaygın şekilde görülebilmektedir (Kacar ve Katkat, 1998).

1.1.5.4. Kalsiyum (Ca)

Genel anlamda bitki büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli bir element olan kalsiyum; hücre büyüme ve gelişmesinde, membran geçirgenliğinin ayarlanmasında ve bitkilerin kalitesi ile ilgili özellikleri kazanmasında çok önemli rollere sahip olan bir elementtir (Marschner, 1995). Kalsiyum eksikliğinde bitkilerde verimin dışında genellikle kalite ile ilgili kriterler olumsuz yönde etkilenmekte ve bu olay ürünün pazar payının düşmesine neden olmaktadır (Tuna ve Özer, 2005). Ayrıca bitkilerde kalsiyum; kök uzaması, hücre bölünmesi, hastalıklara karşı dayanıklılık, hücre duvarının ve bitki dokularının güçlenmesi gibi başlıca işlevlere sahiptir. Noksanlığında; bodurlaşma, yeni kök oluşumunun engellenmesi, meyve gelişiminde düzensizlik, yapraklarda sararma ve şekil bozulmaları başlıca belirtileridir (Kacar ve Katkat, 1998).

1.1.5.5. Magnezyum (Mg)

Magnezyum elementi; fotosentez döngüsünde önemli bir role sahiptir. Protein sentezi, ATP üretimi, nişasta ve şeker gibi ürünlerin miktarları üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Aktaş vd., 1998; Boşgelmez vd., 2001; McCauley vd., 2009; Kacar vd., 2010). Bitkilerin yaşlı yapraklarında damarlar arası sararmaların görülmesi

magnezyum eksikliğinin en tipik belirtisidir. Klorofilin merkezi konumundaki magnezyum elementi eksikliğinde klorofil miktarının düşmesine bağlı fotosentez döngüsünde gerilemektedir (Aktaş vd., 1998; Özbek vd., 2001; Gardiner vd., 2008; Kacar vd., 2010).

1.1.5.6. *Demir (Fe)*

Demir; bitkilerde çeşitli enzimleri aktive ederek klorofil sentezi, solunum mekanizması gibi birçok biyokimyasal reaksiyonu katalize etmektedir. Fazlalığında; gelişmenin zayıflamasına, çiçek oluşumunun azalmasına, yaprak uçlarının ölmesine neden olmaktadır. Fazlalığında ise klorofil miktarı fazla salgılanmasıyla genç yapraklarda kloroz, damarlar arası sararma gözlemlendiği belirtilmiştir (Kacar ve Katkat, 1998).

1.1.5.7. *Bakır (Cu)*

Bakır; bitkilerde karbonhidrat ve azot metabolizması üzerine etkilidir. Vejetatif gelişme ve fotosentezde önemli görevlere sahiptir. Noksanlığında bodurlaşma, genç yapraklarda solma ve büyümede durgunluğa sebep olur. Ayrıca bakır, bitkilerde klorofil oluşumu, karbondioksit alınımının düzenlenmesigibi olaylarda önemli görevleribulunmaktadır. Fazlalığında, kök uzaması azalmakta ve toksik etki gösterebilmektedir (Kacar ve Katkat, 1998).

1.1.5.8. *Mangan (Mn)*

Mangan elementi; fotosentez olayı, suyun parçalanması, önemli enzimlerin faaliyete geçmesi, tohum çimlenmesi ve meyvelerin olgunluğa ulaşmasında önemli roller üstlenmektedir (Plaster,1992; Boşgelmez vd., 2001; Güzel vd., 2004; Gardiner vd., 2008; Kacar vd., 2010). Mangan eksikliği pH'ı yüksek topraklarda görülmekte olup yaprakları genç olmasına karşı damarlar arasında kloroz görülmesi bu elementin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Yine bu elementin noksanlığına bağlı kloroplast oluşumunun bozulmaya uğradığı ve bitki bünyesinde var olan hücrelerin küçülmeye başladığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Plaster,1992;Aktaş vd., 1998; Mengel vd., 2001; McCauley vd.,2009, Kacar vd.,2010).

1.1.5.9. Çinko (Zn)

Çinko; bitkilerde enzimlerin yapısında yer alması, enzimleri aktive etmesi, karbonhidrat, protein ve oksin metabolizmasında rol alması gibi işlevleri bulunmaktadır. Fazlalığında; bitkilerde önce kloroza, sonrasında ise ölüme kadar götürebilmektedir (Kacar ve Katkat, 1998). Topraklardaki çinko içeriği pH ile yakından ilişkisi olup pH arttıkça Zn miktarı azalmaktadır (Bruemmer vd., 1986). Zn iyonları toprak organik maddesine sıkıca bağlıdır, toprağın değişebilir Zn miktarı, artan organik madde içeriği ile birlikte artmaktadır. Bu nedenle organik maddenin fazla olduğu üst topraklarda yaygın Zn miktarı da artmaktadır (Özgüven vd., 2002).

1.1.6. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) Ağacında Kapsamları Belirlenen Ağır Metaller

Ağır metallerin genellikle özgül ağırlıkları 5 gr/cm³'den ve atom numaraları da 20'den büyüktür. Söz konusu bu elementler periyodik çizelgenin ortalarında yer almakta olup geçiş elementleri adını almaktadırlar. Ağır metal olarak tanımlanan elementler yaklaşık 70 kadar olmasına rağmen çevre ve ekoloji bakımından 20 element ön plana çıkmaktadır. Söz konusu bu elementler ise Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al, Tl olarak sıralanmışlardır. Bu ağır metallerin bazıları bitki besin maddesi olabilmekte, izin verilebilir sınırı aşmadığı sürece toksik etki göstermemektedir (Yıldız, 2003).

Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) ağacının yaprak ve toprak örneklerinde ağır metallerden Cd, Co, Cr, Mo, Ni, Pb elementlerinin analizlerine bakılmıştır. Egzoz gazları gibi çevresel kirleticilerden nasıl etkilendiğini bakılarak insan sağlığı açısından riski teşkil edip etmediği ortaya konulmak istenmiştir.

1.1.6.1. Kurşun (Pb)

Yol kenarlarında yetiştirilen kültür bitkileri ile çayır mera alanları, kurşun toksisitesi bakımından risk altında olup, toksik etki göstermeleri halinde bitkilerde hücre turgoru ve hücre duvarı olumsuz etkilenmektedir. Bitkilerin stoma hareketlerini ve yaprak alanlarını kısıtlayarak, bitkinin su alımını azalttığı, bitkilerde kök gelişimini olumsuz etkilediği görülmüştür (Asri vd.,2006).

Ağır metallerden olan kurşun elementi bitkilerin kök apoplastından radyal olarak kortekse geçtiği ve endodermise yakın yerlerinde birikim göstererek hücrenin turgor ve duvar stabilitesini olumsuz etkilediği, yaprak alanının ve stoma hareketlerinin kısıtlanmasıyla birlikte bitkilerde su rejimini olumsuz etkilediği ifade edilmiştir (Sharma vd., 2005).

1.1.6.2. Nikel (Ni)

Nikel elementi az veya çok bütün topraklarda bulunduğu fakat killi topraklarda bu oranın daha fazla olduğu bilinmektedir (Kacar vd., 2008).

Bitkilerde kök, yaprak ve sürgünlerdeki büyüme ile gelişmenin yavaşlamasına sebep olan nikel elementi, bitkide verim kaybı yaşanmasına ve yaşanan bu verim kayıplarının bitkinin farklı büyüme ve gelişme evrelerinde ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Anaç vd., 2013).

Zengin vd. (2005) yapmış oldukları araştırmada, bitkilerin bünyelerine fazla miktarda almış olduğu nikel elementinin klorofil sentezi ve yağ metabolizması üzerinde olumsuz etki yaptığı, fazla olan bu elementin bitki köklerinin diğer bitki besin elementlerini almasını engellediği ve buna bağlı olarak bitkilerde besin element noksanlıklarının ortaya çıkmasına sebep olduğu vurgulanmıştır.

Marschner, 1995 yılındaki araştırmasında nikel elementinin belirli doz aşımından sonraki evrelerde bitkilerin büyümelerinde zarara yol açtığı ve yoğun miktarda olan nikel elementinin bitkinin çimlenme aşamasından büyüme ve gelişmeye kadar geçen sürede bitkilerde toksik etki yaptığını ileri sürmüşlerdir (Marschner, 1995).

1.1.6.3. Kobalt (Co)

Toprakta bulunan kobalt elementi hem değişebilir hemde değişmeyen formlarda bulunmaktadır. Emilimi gerçekleşen kobalt, bakır ve çinko ile yer değiştirebildiği, yer değiştirmeyen kobalt elementinin ise kil kafesleri arasında tutulumunun gerçekleştirdiği tespitine varılmıştır. Kanalizasyon artıklarında kobalt elementinin miktarının az olması gerekçesiyle kobalt kirliliği toprakta sık görülen bir durum olmadığı belirtilmiştir (Tok, 1997). Kobalt elementi bitki köklerinde ilk toksik etkiyi göstererek sistem bozukluğuna sebep olmakta, sonrasında ise bitkilerin toprak üstü organlarda önemli hasarlara yol açmaktadır (Ebbs vd.,1997).

1.1.6.4. Krom (Cr)

Araştırmalar doğrultusunda tarım yapılan topraklarda izin verilebilir krom 100 mg/kg, ekstraktesi ise 1 mg/kg olduğu ve serpantin ana maddesi olması bakımından toprakların krom bakımından zengin olduğu vurgulanmıştır. Krom içerikleri bakımından toprak bünyelerine bakıldığında kumlu topraklarda ortalama 30 mg/kg, killilerde 40 mg/kg, kireçtaşından oluşanlarda ise 83 mg/kg olduğu ileri sürülmüştür (Bowen, 1996; Tok, 1997; Kacar vd., 2008). Bitki, meyve, et ve maya içeriğinde krom bulunmakta olup, canlılar ve insanlar krom veya krom bileşiklerini yiyecek, içecek ve temas yolu ile bünyelerine almaktadırlar (Amusan vd., 2005). Krom elementinin kök hücrelerinin bölünme ve uzamasını engelleyerek kök gelişimini olumsuz yönde etkilediği, bu olayın topraktan alınan bitki besin elementi ve suyun azalmasına bağlı olarak bitkilerde kalite ve verim gibi unsurlar üzerinde ket vurucu etki göstermiş olabileceği araştırıcılar tarafından ifade edilmiştir (Khan vd., 2000).

1.1.6.5. Kadmiyum (Cd)

Toprakta kadmiyum elementinin miktarı 1 mgkg⁻¹'dan fazla olması durumunda toprakta kirliliğe sebep olmakta ve kültür bitkileri tarafından topraktan bünyelerine alınabilmektedir (Kabata vd., 1992; Tok, 1997).

Kadmiyum stresine giren bitkilerin N ile beraber K alınımları bakımından da zorluk yaşadıkları ve bitkilerde su absorpsiyonunda da azalmalar olduğu görülmüştür (Veselov vd., 2003).

1.1.6.6. Molibden (Mo)

Bitkilerdeki molibden içeriği toprak bünyesinde bulunan molibden miktarına bağlı olmakla beraber toprağın pH değerisiyle de değişiklik göstermektedir. Mo içeriği bakımından yüksek değerde olan topraklarda yetiştirilen bitkilerin kuru maddesinde 0.5-100 ppm arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (McDovel, 1992).

1.1.7. Toprakların Fiziksel Özellikleri

1.1.7.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprakta pH kavramı toprağın reaksiyonu olup, asitlik, bazlık yada nötr kavramlarını ifade etmektedir. Toprak reaksiyonu yani diğer bir deyişle pH kavramı bitki besin maddesinin bünyeye alınması, mikroorganizmal canlıların etkinlikleri, toksik faktörlü iyonların suda çözünmesi gibi fonksiyonlarda görev almakta ve bitki gelişimi için önem arz etmektedir. Yapılan bir araştırmada, toprak pH'nın bitki besin elementlerinin alımı ve yararlanılabilirliği üzerine olumlu yönde etki gösterdiği bildirilmiştir (Lindsay vd., 1978).

1.1.7.2. Kireç (CaCO_3)

Bitki gelişiminde önemli rol alan Kireç bileşeni, bulunduğu kaynaktan yani ana meteryalden oluşabildiği gibi dış faktörelere bağlı olarak da sonradan toprakta bulunabilmektedir. Toprakta varolan kireç miktarı toprak reaksiyonu üzerinde etki gösterdiği ve bitki besin elementlerinin çözünürlüklerini arttırarak bitki gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Yalçın,2014).

1.1.7.3. Organik Madde

Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde organik madde miktarı olumlu etki göstermekte ve yapılan araştırmalarda toprakların organik madde içeriği % 2 ile % 10 arasında değişim gösterdiği belirtilmektedir (Bell vd., 1998; Brussoard,1998; Six vd., 2000). Besin elementi tutma kapasitesini arttıran organik madde miktarı, toprakları bitkiler için besin deposu haline getirmekle kalmayıp terlemeyi azaltıp, infiltrasyonu arttırarak birçok fonksiyonu yerine getirerek bitkiler için fayda sağlamaktadır (Carter,2002).

1.2. Literatür Özetleri

Bitkilerin gelişimi için makro ve mikro bitki besin elementleri önem arz etmekte, bünyelerinde barındırdıkları ağır metaller ise önce bitki bünyelerine nüfuz ederek biyolojik döngü yoluyla insan sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca bitki besin elementleri, farklı türleri veya bireyler

arasındaki farklılıkları nedeniyle tamamen anlaşılması zor bir konu olduğu açıktır. Düşük seviyelerde bulunan elementler değişik semptomlara neden olabilirken yüksek seviyelerde olması ise toksisiteye sebep olmaktadır. Şöyle ki, bir elementin eksikliği, başka bir elementten kaynaklanan toksisite semptomları olarak ortaya çıkabilir ve bunun tersi bir durum da olabilmektedir. Diğer bir konu olan motorlu taşıtların egzozlarından çıkan zehirli gazlar, taşıtların karayollarında hızlı hareket etmeleri sonucu yol üzerinde tozlanmaya neden olmakta ve bununla beraber hava, su ve toprak kaynaklarımızı kirletmektedir. Diğer taraftan, karayolları kenarlarında yaşam bulan ve tıbbi değeri yüksek olan Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) son zamanlarda birçok alanda kullanılmakta ve sağlık açısından ne kadar güvenilir olduğu sorusunda beraberinde getirmektedir. Tez çalışmasına konu olan Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisinin mineral beslenme ve ağır metal kapsamı ile ilgili literatür bilgisi yok denecek kadar az olması sebebiyle çalışma planları yapılmış ve konunun bütünlüğünü ortaya koyacak genel değerlendirmeye ilişkin kaynak özetleri aşağıda belirtilmiştir.

Motorlu taşıtların sebep olduğu en önemli kirleticiler egzoz gazları olup, kurşun ve duman taneciklerinden oluşur. Duman, motorda meydana gelen oksijenin yeterli düzeyde olmamasından kaynaklı eksik yanmanın ürünü olarak tanımlanır. Kurşun emisyonları ise, benzine yanma vuruntusu olarak karıştırılan “kurşun tetraetil”den dolayı meydana gelmektedir. Motorlu taşıtların neden olduğu gaz formunda bulunan kirleticiler; HC (hidrokarbon), NO_x (azotoksit) ve CO (karbonmonoksit) gazlarıdır. HC (hidrokarbon) gazı motorda oluşan eksik yanmadan, yakıt deposundaki ve karbüratördeki buharlaşması sonucu meydana gelmektedir. Ağır metal kirliliğinde ilk etkilenen grup primer üreticiler olan bitkilerdir. Bitkiler, toprak çözeltisinde iyon halinde bulunan ağır metalleri genellikle kökleri ile alırken, bazı literatürlerde az da olsa atmosferde bulunan ağır metallerin yapraklar aracılığıyla da alındığı belirtilmiştir (Harrison ve Chirgawi 1989; Lindberg vd.,1992; Marschner, 1995).

Ağır metaller grubunda bulunan Fe, Mn, Cu gibi elementler yüksek bitkiler için gerekli mikro besin elementleridir. Zn⁺² ve Cu⁺² gibi ağır metallerin normal seviyelerde bitkilerin gelişiminde önemli rol oynamakta, protein ve enzimlerin yapısı için gerekli olmaktadır. Bitkiler için ister gerekli olsun ister olmasın ağır metallerin bitki yapısında aşırı birikimi toksik etki göstermekte ve bitkilerin ölümüne sebep olmaktadır (Moustakas vd.,1994). Bitki yapısında yoğun bir ağır metal birikimi olursa besin element alımı (Ouzounidou vd., 1992), terleme (Poschenrieder vd., 1989), fotosentez olayı (Lidon vd.,1993), enzim aktivasyonu (Chugh ve Sawhney, 1993)

nükleik asit yapısı (Doncheva vd.,1996), klorofil oluşumu (Somashekaraiah vd., 1992) ve çimlenme (Munzuroğlu vd., 2002) gibi olayların olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Ayrıca hücre zarlarında ve hormonlarda görülen bozukluk, nispi su içeriğinin değişmesi (Kennedy vd.,1987) gibi fizyolojik olaylarda neden olduğu bilinmektedir.

Karayolu kenarlarında yetişen kokarağaç (*Ailanthus altissima*) yaprakları ile sahadaki toprak örneklerindeki Cd ve Pb değişimlerinin değerlendirildiği bir çalışmada, yaprak ve toprak örneklerinde Cd ve Pb oranlarının karayolu ve endüstri alanlarına yaklaştıkça artış gösterdiği belirlenmiştir. Cd konsantrasyonu en fazla yaprak örneklerinde gözlenirken, Pb miktarı ise toprak örneklerinde yüksek olduğu belirlenmiştir (Bayçu, 1992).

2001 yılında Finlandiya’da bakır eritme tesislerinde 0,5-8.00 km uzaklıklardan *Empetrum nigrum* (Funda) bitkisinin yaprak ve sap örnekleri alınmış olup ağır metal içeriklerine bakılmıştır. 0,5 km de Cu ve Ni konsantrasyonları 5800 ve 460 mg/kg olduğu Fe, Zn, Cd, Pb, Cr değerlerinin ise tesisten uzaklaştıkça azaldığı tespit edilmiştir (Monni vd., 2001).

Çiçek ve arkadaşlarının 2003 yılında Eskişehir ilinde 5 istasyondan bir yıl süre ile *Robinia pseudoacacia* (Yalancı Akasya) ve *Cedrus libani* (Lübnan Sediri) bitkilerinin yaprakları toplanarak trafikten kaynaklı Cd, Pb, Zn, Ni ve Cu birikimlerine bakılmıştır. Endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu ve yol kenarlarında bulunan ağaçların yapraklarında ağır metal birikiminin fazla olduğu tespitine varmışlardır (Çiçek vd., 2003).

2016 yılının aralık ayında *Cupressus arizonica* (Servi Ağacı)’da bulunan halkalar ile bünyesinde barındırdığı elementlerin yıl bazlı konsantrasyon değişimlerine bakılmıştır. Ağacın iç ve dışa dönük kabuklarında bulunan elementlerin yoğunluklarında ele alındığı çalışmada yola dönük dışta bulunan *Cupressus arizonica* (Servi Ağacı) ağacının kabuklarının içerdiği element yoğunluğunun daha fazla olduğu Cd, Mn, Ni, Ca, Fe, Pb gibi ağır metalleri bünyesinde barındırdığı ve bu elementlerin konsantrasyonlarında artış gösterdiği belirtilmiştir (Cesur, 2019).

Güneş ve arkadaşlarının 2018 yılında Tokat-Amasya karayolunda mesafeye bağlı olarak Kuşburnu (*Rosa canina*) bitkisinin yaprakları yoldan 0, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 metre mesafeden alınmıştır. Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn ağır metal konsantrasyonlarına bakılmış olup, mesafe arttıkça konsantrasyonun arttığı tespit edilmiştir (Güneş vd., 2018).

Çelik vd. (2004), Denizli ilinde yürütmüş oldukları çalışmada *Robinia pseudoacacia* L. (Yalancı Akasya) bitkisi materyal olarak seçilmiş ve endüstri, yol kenarı ve kırsal kesimler gibi farklı yerlerde örneklemeler yapılarak bazı ağır metal kapsamları (Fe, Zn, Pb, Cu ve Cd) araştırılmıştır. Yol kenarlarında Pb ve Cu değerlerinin, endüstriyel bölgelerde ise diğer bütün elementlerin en yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiş; kirlilikle bitki yapraklarında biriken element değerleri arasında önemli bir ilişkinin olması nedeniyle türün endüstriyel ve trafik kirliliklerin belirleyicisi olarak kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bilecik ilinin Bozüyük ilçesinde 2000 yılının Kasım ayı ile 2001 yılının Nisan ayı arasındaki tarihlerde 27 istasyondan *Pinus nigra* (Karaçam) yaprakları ile toprak örnekleri alınmış olup, trafik, endüstri faaliyetleri ve yerleşim kaynaklı kükürt ile ağır metal birikimlerinin yanı sıra kalsiyum, sodyum, potasyum ve fosfor miktarlarına bakılmıştır. Çalışma sonucunda, en yüksek kükürt miktarı endüstriyel bölgede bulunan üç istasyonda belirlenirken, en yüksek ağır metal değerlerinin karayolu ve demiryolu kenarlarında bulunan bitkilerde görüldüğü belirtilmiştir. Araştırmada incelenen bitki besin maddelerinin ise literatür değerlerinden az olduğu tespit edilmiştir (Çiçek vd., 2001).

Yassoglou vd. (1987), “Atina bölgesinin yol kenarı topraklarındaki ağır metal kirliliği” adlı çalışmalarında, Pb, Cd, Zn ve Ni elementlerinin topraktaki birikimini araştırmışlardır. Sonuçlarda; trafiğin yoğun olduğu yol boyunca toprağın en yüksek Pb birikimini gösterdiği, ancak yol kenarından olan mesafe arttıkça azalmanın başladığı ve yaklaşık 50 m uzaklıkta doğal değerine ulaştığı belirlenmiştir. Bu durumda Pb kirliliğine sebep olarak otomobillerin yaydığı gaz gösterilmiştir. Cd ve Zn değerlerinin de yüksek olmasına karşın, Pb’den daha düşük olduğu, bu elementlerin değerlerinin yoldan olan mesafe arttıkça düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

2013 yılında Tibet platosunda yol kenarlarında trafiğe maruz kalan arazilerde ağır metal kirliliğinin araştırıldığı çalışmada, 120 adet toprak örneği alınmış ve alınan örnekler üzerinde Cu, Zn, Cd, Cr, Co, Ni ve As analizlerine bakılmıştır. Yapılan bu araştırma kapsamında ağır metal kirliliğini yola 10 metre mesafeye kadar yoğunluğunun arttığı gözlenmiş ve metaller arasında Cd> As> Ni> Pb> Cu> Co> Zn> Cr şeklinde sıralama olduğu tespitine varılmıştır (Yan vd., 2013).

İstanbul-Ankara anayolunda bulunan *Populus nigra* L.’den (Kara Kavak) alınan yaprak örnekleri ile trafikten kaynaklı Pb, Cd ve Zn gibi ağır metal konsantrasyonları için biyolojik bir yöntem denenmiş ve Pb seviyelerinin trafik yoğunluğu ile doğru orantılı bir şekilde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir (Bereket vd., 1990).

Kırıkkale ilinde farklı istasyonlarda, yol kenarlarında bulunan *Pinus nigra* var. *Caramanica* (karaçam) türünden yapraklar toplanmış, kurşun (Pb) birikimine bakılmıştır. Sonuç olarak trafiğin yoğunluğuna bağlı kurşun kirlilik düzeyinde artış olduğu belirlenmiştir (Çavuşoğlu vd., 2008).

Uzuner'in 2015 yılında Doğu Kardeniz sahil yolu boyunca yetiştirilen *Camellia sinensis* var. *Sinensis* (L.) Kuntze) çay bitkisinin ağır metal açısından kirliliğinin tespiti için yapılan çalışmada, alınan toprak ve çay bitkisi yapraklarından Ni, Cu ve Zn konsantrasyonlarına bakılmıştır. Trafiğin yoğun olduğu bölgelerden alınan numullerdeki Ni, Cu ve Zn miktarı trafik yoğunluğu az olan bölgelerden alınan örneklere oranla daha fazla olduğu ileri sürülmüştür (Uzuner, 2015).

Türkiye' de bulunan Tekirdağ ilindeki otoban kenarlarında bulunan arazilerde nikel, kurşun, krom, kadmiyum, kobalt gibi ağır metallerin konsantrasyonlarıncelenen çalışmada, otoban yolunun her ikikenarında bulunan tarım arazilerinden 25'er adet olmak üzere toplam 50 adet toprak numunesi alınarak ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Tarım arazilerindenörneklemelerin % 60'ı kurşun, % 52'si kobalt bakımından toksik düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Adiloğlu, 2013).

2020 yılında Atabey ve arkadaşlarının Muğla ve yöresinde yetişen ve orada yaşayan yöre halkı tarafından tüketilen Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisinin toprak içindeki bitki besin elementleri araştırılmış olup çıkan sonuçlar, bitkilerin tın bünyeli, tuzsuz, kireç oranı düşük, hafif asit ile nötr arasında pH değeri gösterdiği tespitine varılmıştır. Bitki yapraklarından alınan numunelere bakıldığında ise N, Ca ve Fe içeriklerinin yüksek olduğu fakat Zn değerinin ise düşük seviyede olduğu belirtilmiştir (Atabey vd., 2020).

Doğaya salınan ağır metallerin en tehlikeli tarafı, bitki yapılarına girmeleri, taban suyuna karışıp suyun kalitesini bozmaları, mikroorganizmalara zarar vermeleri ve biyolojik döngü yolu ile diğer canlı yapısına geçerek dolaylı yollardan olumsuz etki göstermeleri olmaktadır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde endemik bir tür olan Sığla (*Liquidamba orientalis* Mill.) bitkisine ait ağır metal içerikli araştırmalara rastlanılmamış olması ve bitki besin elementleri ile ilgili çalışmanın az olması bize bu çalışmanın yapılabileceği fikrini uyandırmıştır. Bu araştırma ile bölgenin doğal türü ve tıbbi değeri yüksek olan Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) yapraklarının mineral besin durumu ve yayılış gösterdiği toprakların fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi ile ağır metal içeriklerinin saptanması ve gelecek çalışmalara temel oluşturması amaçlanmıştır. Çalışma ağır metal kirliliğinin araştırılması ağırlıklı bir çalışma olsada içerdiği

bitki besin elementlerinin ağır metal konsantrasyonundan etkilenip etkilenmediğini ve sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) ağacının besin profilini ortaya koymak amacı ile yürütülmüştür. Çalışma alanı olarak turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu ve özellikle sezonda nüfusun ciddi oranda artış gösterdiği, bu temelde çok sayıda araç giriş çıkışının olması sebebiyle egzoz gazlarından kaynaklı kirlilik düzeyi belirlenmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1.Malzeme

2.1.1. Arazi Çalışması

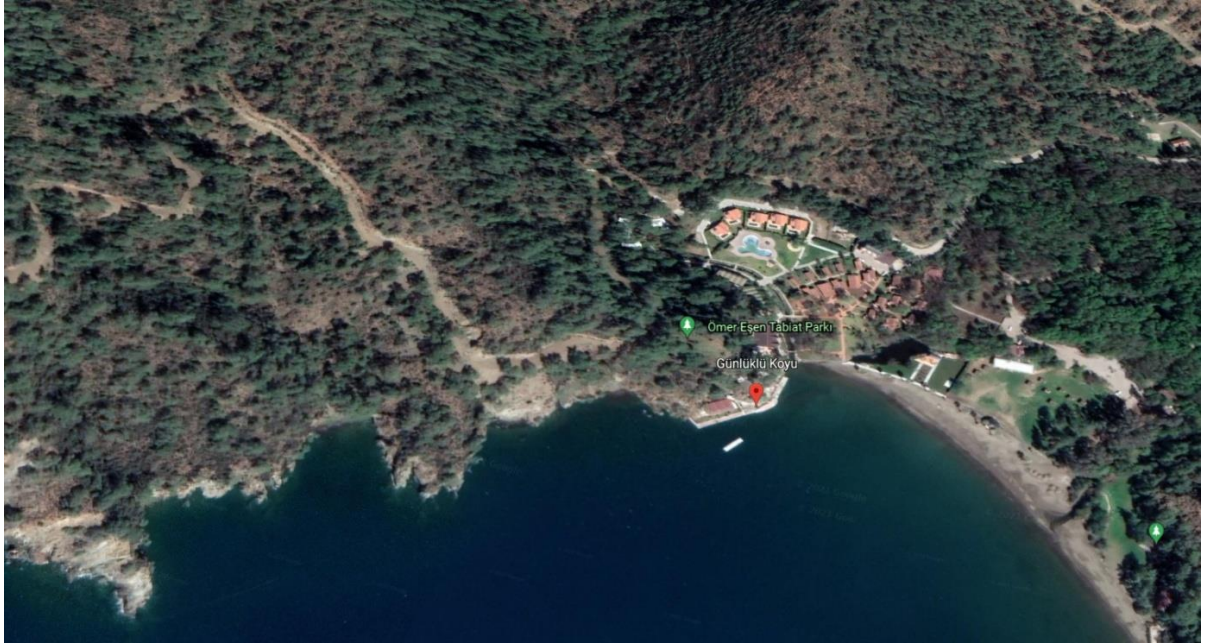
Bu çalışmada, meteryal olarak Muğla ilinin Köyceğiz, Marmaris ve Fethiye ilçelerinde yayılış gösteren Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisi seçilerek, yaprak ve toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örnekleri otoyol kenarı ve otoyola 50 metre uzaklıkta (metre yardımıyla) tüm bölgeyi temsil edecek şekilde ayrı ayrı beş farklı 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Yaprak örnekleri ise yol ve yoldan 50 metre içeriden ağacın kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinden sağlıklı kısımlarından ayrı ayrı 20'şer yaprak örneği alınarak 1.5-2.0 kg torbalara konulmuştur. Alınan toprak ve yaprak örnekleri torbalarının üstlerine hangi bölgeden alındığını gösteren etiket bilgileri yerleştirilerek laboratuvarımıza getirilmiş olup uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

Örnek alınan istasyonlar ve koordinatları şöyledir;

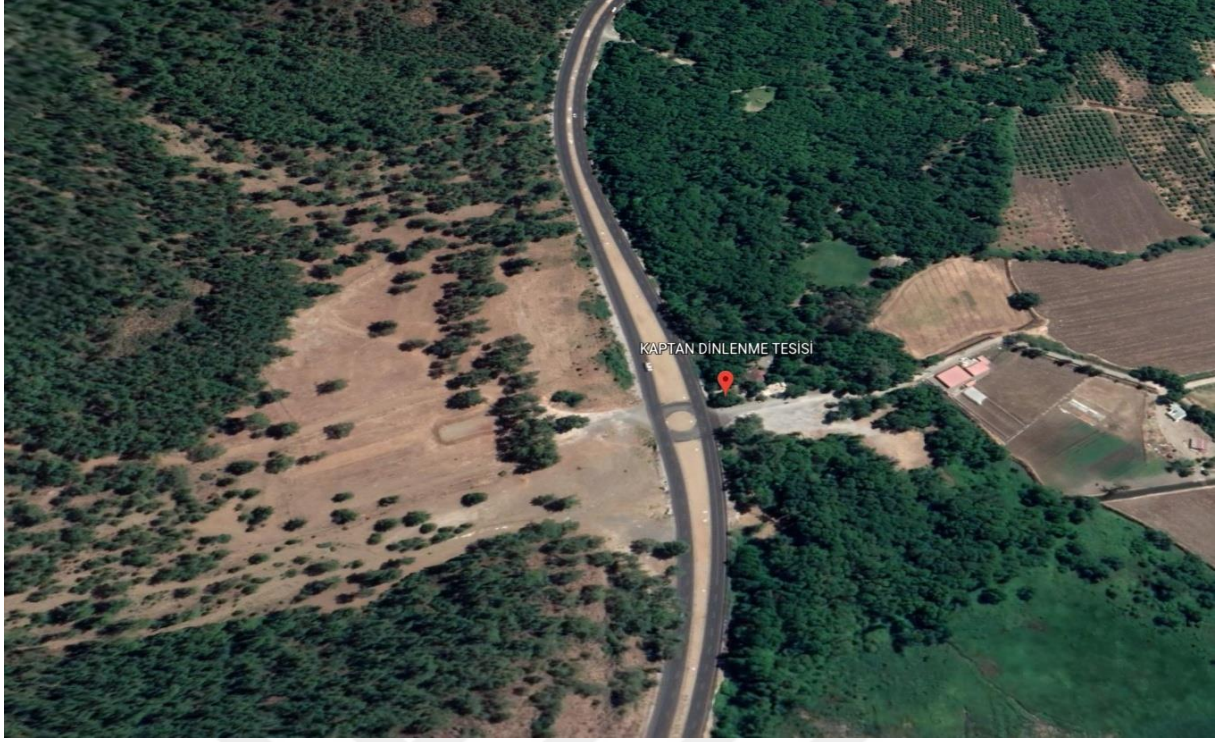
Çizelge 2-1. Örnekleme Yapılan Alanlara Ait Bazı Bilgiler

Mevki	Kod Adı*	Yola uzaklık (m)	Enlem	Boylam
Fethiye	FYK FİB	0 50	36°71'54.90"K	29°02'09.40"D
Köyceğiz	KYK KİB	0 50	36°99'20.70"K	28°64'69.60"D
Marmaris	MYK MİB	0 50	36°85'09.90"K	28°28'48.90"D

*FYK: Fethiye yol kenarı; KYK: Köyceğiz yol kenarı; MYK: Marmaris yol kenarı; FİB: Fethiye iç bölge
KİB: Köyceğiz iç bölge; MİB: Marmaris iç bölge



Şekil 2.1. Fethiye (Günlüklü) Örneklerin Alındığı Alan



Şekil 2.2. Köyceğiz Örneklerin Alındığı Alan



Şekil 2.3. Marmaris (Günnücek) Örneklerin Alındığı Alan

Çizelge 2-2. Muğla İlinde Mevsimsel Araç Giriş Çıkış Sayısı

Kesim Adı	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Toplam
Göçek Koyu Ayrımı-Fethiye	8660	10766	23433	16647	59506
Marmaris-(Muğla-Köyceğiz) Ayrımı	6918	8467	20189	13907	49481
(Muğla-Marmaris) Ayrımı-Ula İl Yolu Ayrımı	7853	9349	19149	14325	50676

(Karayolları Genel Müdürlüğü, Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı, Ulaşım Etütleri Şubesi Müdürlüğü, Ankara)

2.2.Yöntem

2.2.1. Toprak Örneklerinin Analizleri

Alınan toprak örneklerinin ön aşamaları laboratuvarımızda yaptıktan sonra Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Araştırma Laboratuvarına hizmet alımı karşılığında gönderilmiştir. Analiz aşamasında toprak örneklerinde; bünye (kum, kil, mil oranı) hidrometre yöntemi ile, kireç; kalsimetrik olarak, organik madde miktarı yaş yakma yöntemine göre (alınan toprak örnekleri etüvde 105°C kurutulur, işlem sırasında tartımı yapılır, mikrodalga tüplerinde 0.5 gr tartılarak 2 ml nitrikasit 6 ml hidroklorikasit eklenir) (Walkley ve Black, 1934), toprak örneklerinde alınabilir Zn, Fe, Mn ve Cu; DTPA (diethylene-triamine-penta-acetic-acid) (Lindsay ve Norvell, 1978) yöntemine göre, alınabilir K, Ca ve Mg kapsamı ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Argon Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi sulu çözeltilerde çözünmüş haldeki elementlerin analizlerinde kullanılan yöntem) metoduyla (Thomas, 1982), alınabilir Na kapsamı (Knudsen vd., 1982) 1 N nötr amonyum asetat çözeltisiyle elde edilen ekstraktlarda atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir. Suda Çözünebilir Fosfor içeriği ise Bingham (1982) yöntemine göre kolorimetrik olarak spektrofotometre’de, Toprakta bitki tarafından alınabilir B ise 0,01 M manitol+CaCl₂ ekstrakt yöntemine göre yapılmış ve B miktarı ICP-AES cihazında (Kacar ve Fox, 1966), pH ve EC ise kombine pH-EC metre ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinde toplam azot tayini Keeney ve Bremner (1967)’in teorik metoduyla yapılmıştır. Toprak örneklerinde belirlenen toplam ağır metal değerleri, HNO₃-HCl karışımında (1:3 v/v oranında) yaş yakılarak ve ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) cihazında okunarak belirlenmiştir (Kacar, 1995).



Şekil 2.4. Toprak ve Yaprak Örneklerinin Alınması

2.2.2. Yaprak Analizlerinin Belirlenmesi

Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) bitkisinden otoyol ve yoldan 50 metre içerisi ölçülerek ağacın dört bir yanından sağlıklı yapraklardan toplanan örnekler 1.5-2.0 kg 'lık torbalara konularak ön aşamaları laboratuvarımızda yapıldıktan sonra hizmet alımı karşılığında Muğla Sıtkı Koçman Üniversite Araştırma Laboratuvarına götürülmüştür. Yapraklara uygulanan yakma işleminden (alınan yaprak örnekleri etüvde 65-70°C kurutulur 24 saat bekletilir, işlem sırasında tartımı yapılır, mikrodalga tüplerinde 0.5 gr tartılarak 2 ml hidrojenperoksit 6 ml nitrikasit eklenir) sonra elde edilen külün 2 N ılık HCl ve saf su ile ekstraksiyonu yapılmıştır. Makro elementlerden P, K, Ca ve Mg ile mikro elementlerden Fe, Cu, Mn, Zn ve B kapsamları ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) cihazında her bir elemente özgü ayrı dalga boyu kullanılarak belirlenmiştir. Bitki örneklerinde toplam azot tayini ise Kjeldahl yöntemi ile yapılmış olup sonuçlar kuru madde ilkesine göre % ve ppm olarak verilmiştir. Bitki örneklerinde belirlenen toplam ağır metal değerleri, HNO₃-HCl karışımında (1:3 v/v oranında) yaş yakılarak (bir numunedeki organik maddeleri parçalamak için kuvvetli asit ve yükseltgenlerin kullanılması, sülfürik asit, katalizör ve ısı etkisiyle yakılması işlemi) ve ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi) cihazındaokunarak belirlenmiştir (Kacar, 1995).

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Bulguları

Yapılan analizler sonucunda Sığla bitkisinin yayılış gösterdiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Değerlendirme ile ilgili referans değer bilgileri ise Çizelge 3.2.'de ve Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

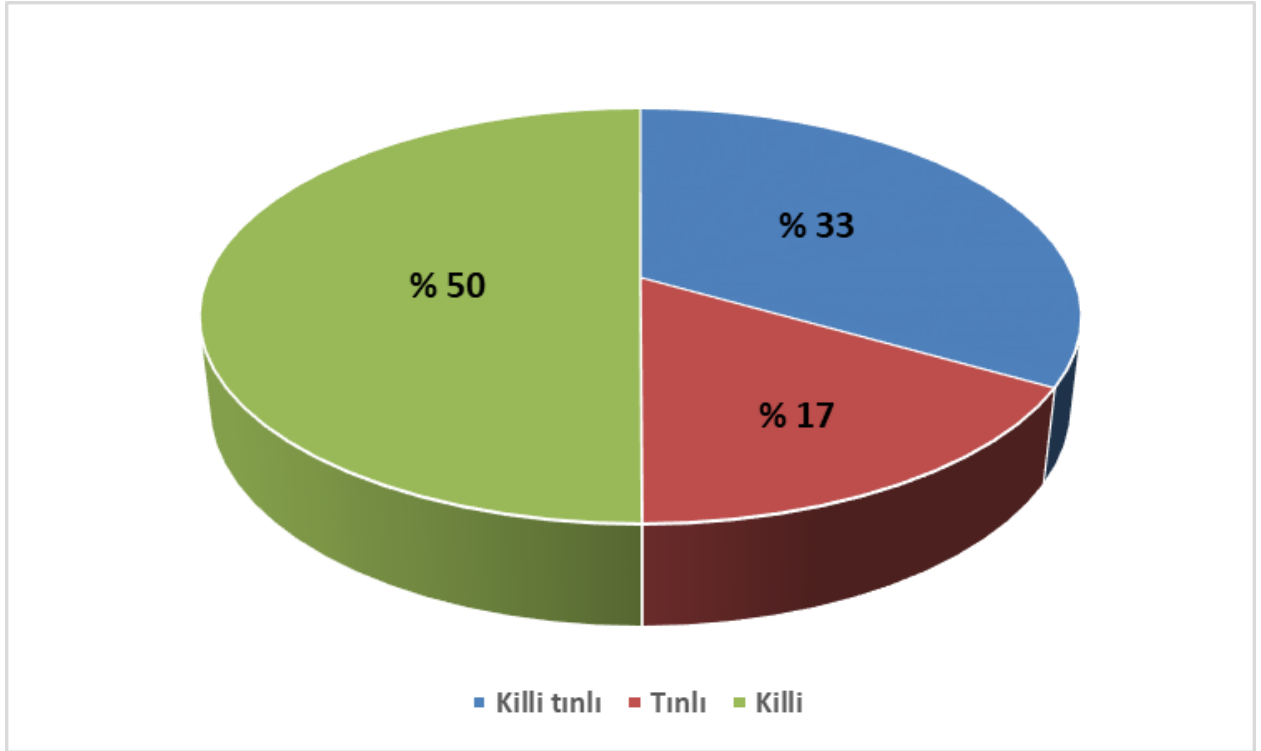


Çizelge 3-1. Çalışma Alanı Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek No	Yola uzaklık (m)	EC	pH	Kireç	Organik Madde	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
		(dS/m)		(%)	(%)	(%)	(ppm)								
FETHİYE	0	0,44	8.00	6.20	1.74	0.09	11	88.57	4959.03	817.30	39.10	15.08	0.81	22.60	0.45
	50	1.05	8.82	15.42	0.80	0.04	6	74.12	3312.40	537.39	378.13	19.03	0.90	8.31	0.22
KÖYCEĞİZ	0	0.58	7.78	0.45	2.93	0.15	5	50.68	1592.95	1698.82	49.02	42.26	1.44	16.08	0.41
	50	0.50	7.75	0.49	6.41	0.32	9	86.15	1712.16	2293.03	73.74	66.22	3.00	69.45	2.09
MARMARİS	0	0.35	8.23	1.36	0.75	0.04	7	98.72	3394.26	730.67	32.49	11.41	2.74	10.44	0.63
	50	0.38	7.46	0.45	4.72	0.24	6	235.92	2260.81	1370.41	46.94	50.23	1.16	58.10	1.99

3.1.1. Toprakların Tekstürü (Bünyesi)

Sığla bitkilerinin yetiştiği toprakların geneli kil bünyeli olup Fethiye ve Marmaris yol kenarlarından alınan örneklerin kil-tın bünye sınıfında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 3.1.). Genel olarak Sığla ağaçları, rutubetçe zengin, alivüyal, kil ve balçık toprakları üzerinde ve nehir yataklarında iyi gelişim gösterirler (Acar vd., 1993).



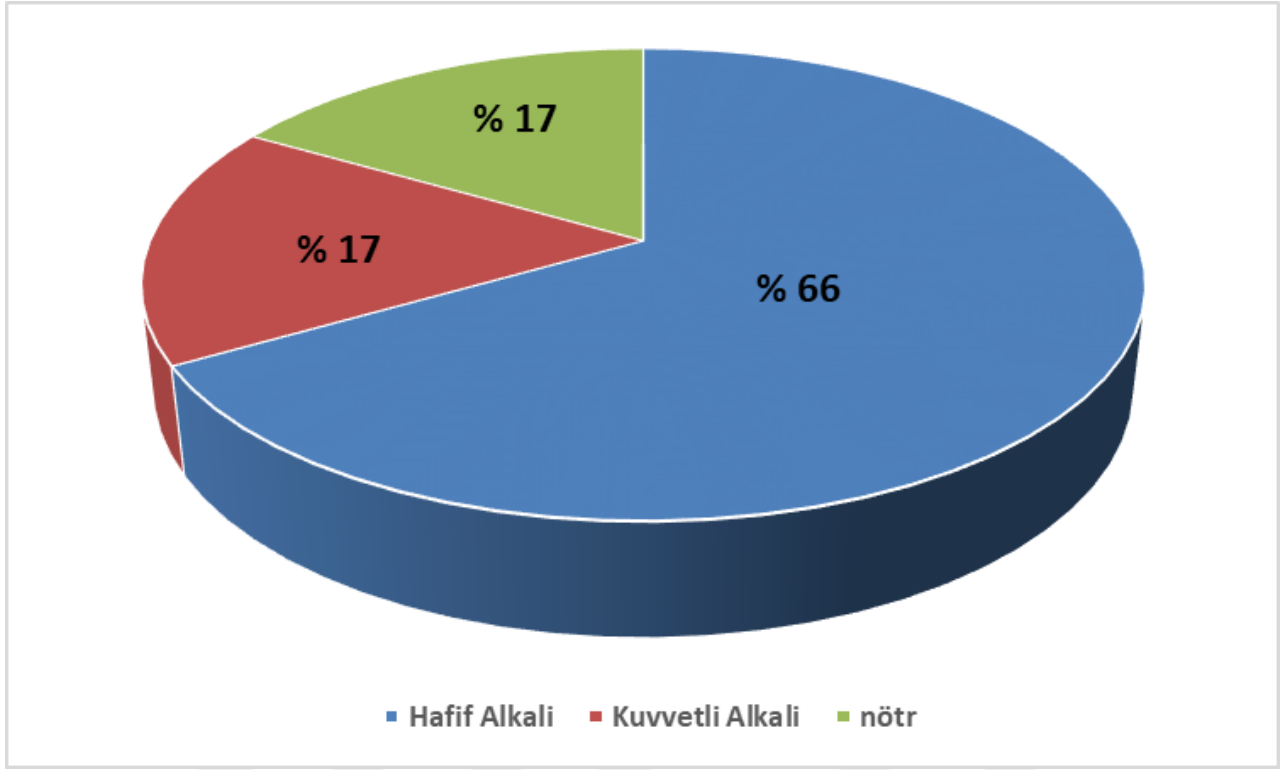
Şekil 3.1. Toprak Örneklerinin Tekstür (Bünye) Sınıfları

Sığla ağacı bitkisinin etrafında meşe ağaçları da varlığını göstermektedir. 2016 yılında Bektaş ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, Meşe (*Quercus robur* L.) ağacının derin, kum ve kil bünye topraklarda iyi yetiştiği belirtilmiş, araştırma materyalimiz olan Sığla bitkisinin toprak isteği ile örtüştüğü görülmüştür (Bektaş vd., 2016).

3.1.2. Toprakların pH Değerleri

Sığla bitkisinin topraklarının pH değerlerine bakıldığında en düşük Marmaris yol kenarına 50 metre uzaklıktaki alanda (7.46) belirlenirken, en yüksek Fethiye ilçesinde yola uzak alanda alınan örnekte (8.82) tespit edilmiştir. Analizi yapılan tüm toprakların ortalama pH değeri ise 8

olarak gözlenmiştir (Çizelge 3.1.).Yani, genel anlamda çalışma alanından alınan Marmaris ilçesi yola uzak olan örnekleme dışındaki tüm toprakların karakterleri hafif veya kuvvetli alkali özellikte olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Toprak Örneklerinin pH Sınıfları

Acar vd. (1993) yapmış oldukları bir çalışmada Sığıla bitkisinin toprak pH değerinin 7 ile 8 arasında olduğunu ileri sürmüş, genellikle bazik karakterli toprakları tercih ettiğini ifade etmişlerdir.

Kılıcı ve arkadaşlarının 2014 yılında doğal fıstıkçamı (*Pinus pinea*) üzerine yaptıkları araştırmada pH değerinin orta alkali olduğunu ve en yüksek pH değerinin 8.30 olduğunu tespit etmişlerdir (Kılıcı vd., 2014).

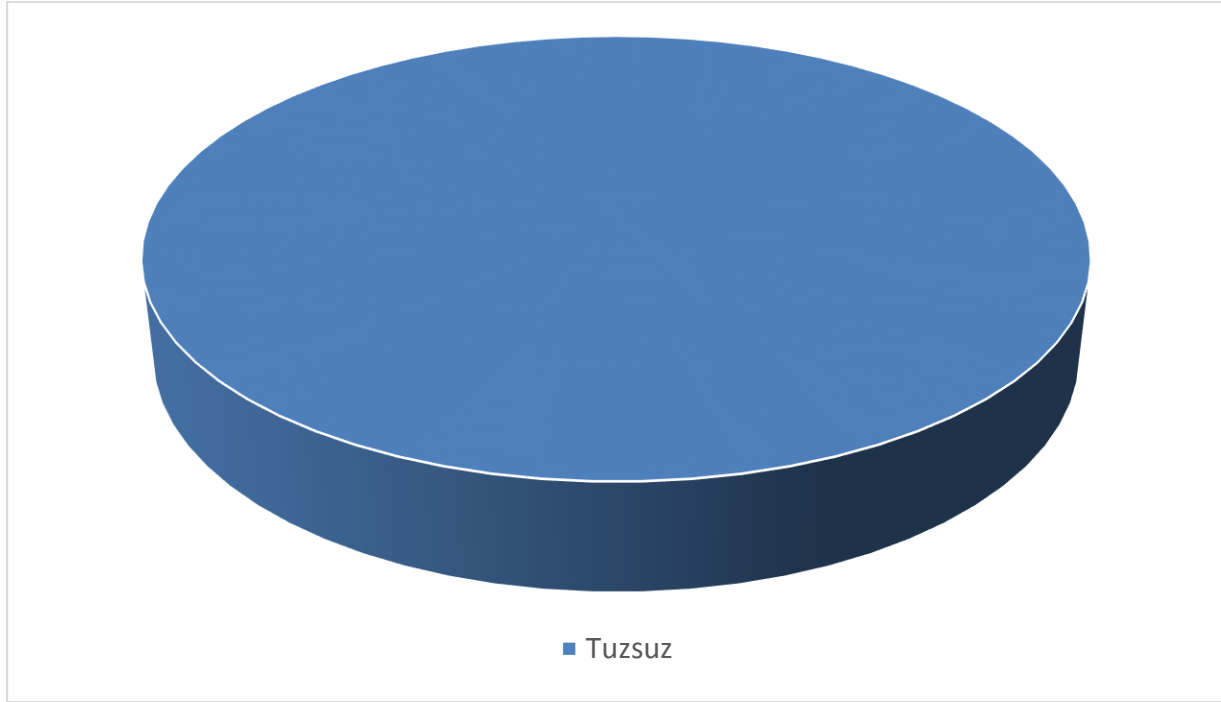
Çizelge 3-2. Toprak pH'nın Değerlendirmede Esas Alınan Referans Değerleri

Toprak Özelliği	Kuv. Asit	Orta Asit	Hafif Asit	Nötr	Hafif Alkali	Kuv. Alkali	Kaynak
pH	< 4.5	4.5–5.5	5.6–6.5	6.6–7.5	7.6–8.5	> 8.5	Jackson, 1958

3.1.3. Toprakların Elektiriksel İletkenlik (EC) Değerleri

Sığıla bitkisinin yayılış gösterdiği toprakların elektiriksel iletkenlik (EC) değerlerine bakıldığında, en düşük Marmaris yol kenarından alınan toprak örneğinde (0.35dS/m) ve en

yüksek Fethiye ilçesinden alınan yola uzak örnekte (1.05 dS/m) belirlenmiştir. Çalışma alanı topraklarının ortalama elektiriksel iletkenlik (EC) değeri ise 0.55 dS/m olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.).

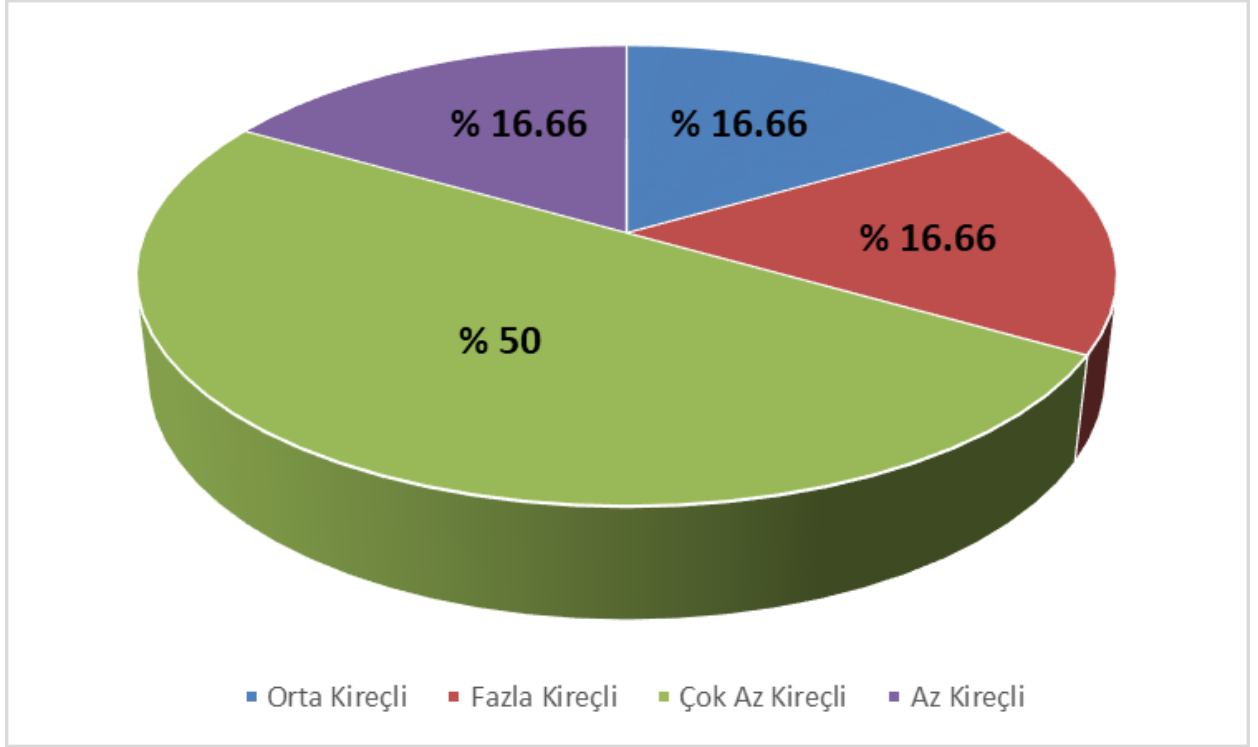


Şekil 3.3. Toprak Örneklerinin EC Sınıfları

Waters vd. (1972)'nin topraklarda elektiriksel iletkenlik (EC) için belirledikleri sınır değerleri 1.51–2.25 mS/cm arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Sınır değerleri göz önüne alındığında araştırma yapılan bölge topraklarının tamamının tuzsuz sınıfına girdiği ve tuzluluk ile ilgili bir sorun bulunmadığı görülmektedir. Bizim çalışmamızdaki ortalama EC değeri 0.55ds/m olarak tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde sığla bitkisi üzerine yapılan bir araştırmada EC 0.28 ds/m olarak tespit edilmiş. (Atabey, vd. 2020).

3.1.4. Toprakların Kireç (CaCO₃) Miktarı

Araştırma bitkisine ait toprakların kireç içerikleri incelendiğinde, en düşük %0.45 ile Köyceğiz Sığla ormanı yol kenarı ve Marmaris ilçesi yola 50 m uzaklıktaki alan topraklarında, en yüksek Fethiye ilçesi yola uzak toprak örneklerinde(%14.8) olduğu tespit edilmiştir. Tüm çalışma alanı topraklarının ortalama kireç oranı ise %4.06 olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1.).



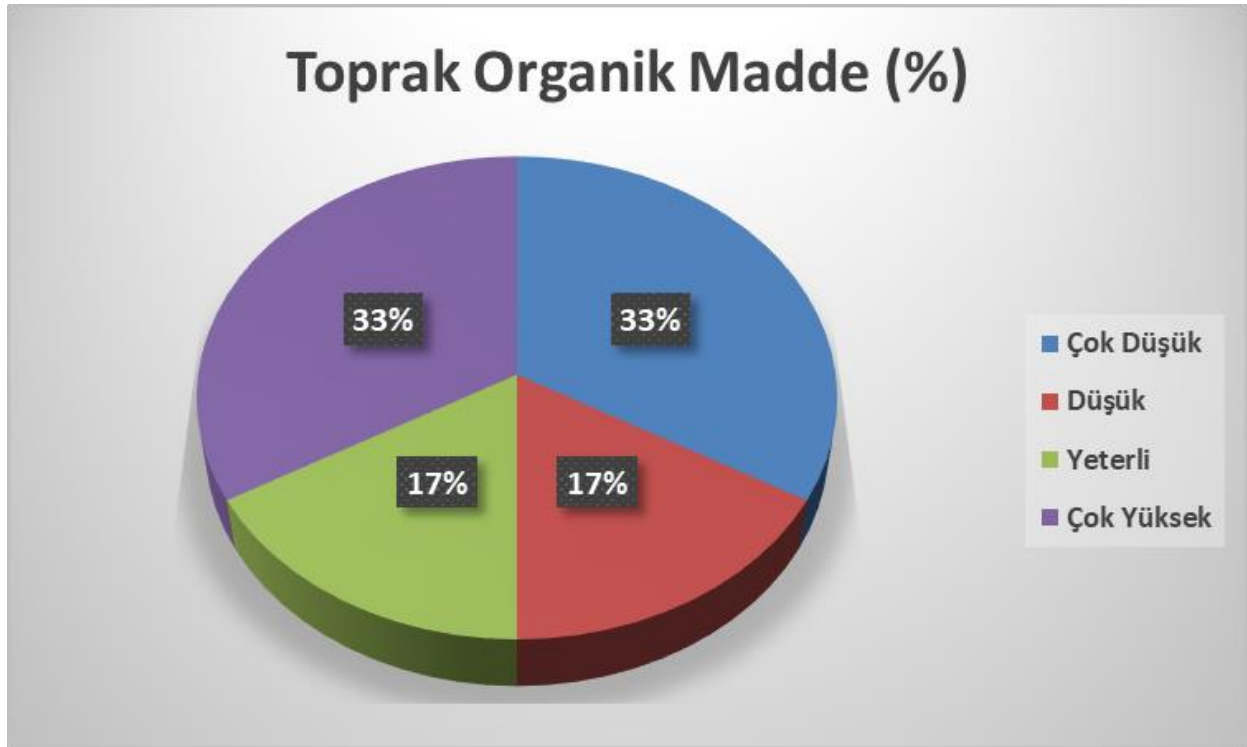
Şekil 3.4. Toprak Örneklerinin Kireç Sınıfları

Allison ve Moodie (1965), genel olarak topraklardaki kireç içeriği yeterlilik değerleri % 5.1-15.0 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırma alanı örneklerin kireç miktarına bakıldığında % 50'si çok düşük oranlarda tespit edilmiştir.

Adana Kozan'da 2017 yılında fıstıkçami (*Pinus pinea*) ile ilgili çalışma yapılmış olup bu çalışmada kireç oranlarının % 46.4 ile % 54.9 arasında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2017)

3.1.5. Toprakların Organik Madde Kapsamları

Sığla bitkisinin yetiştiği alan topraklarının organik madde içeriği % 0.75 ile en düşük Marmaris yol kenarı topraklarında ve en yüksek Köyceğiz iç kısım topraklarında (% 6.41) tespit edilmiştir. Sığla bitkisinin yayılış gösterdiği Fethiye, Köyceğiz ve Marmaris alan topraklarının ortalama organik madde kapsamı ise %2.89 olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1.).



Şekil 3.5. Toprak Örneklerinin Organik Madde Kapsamları

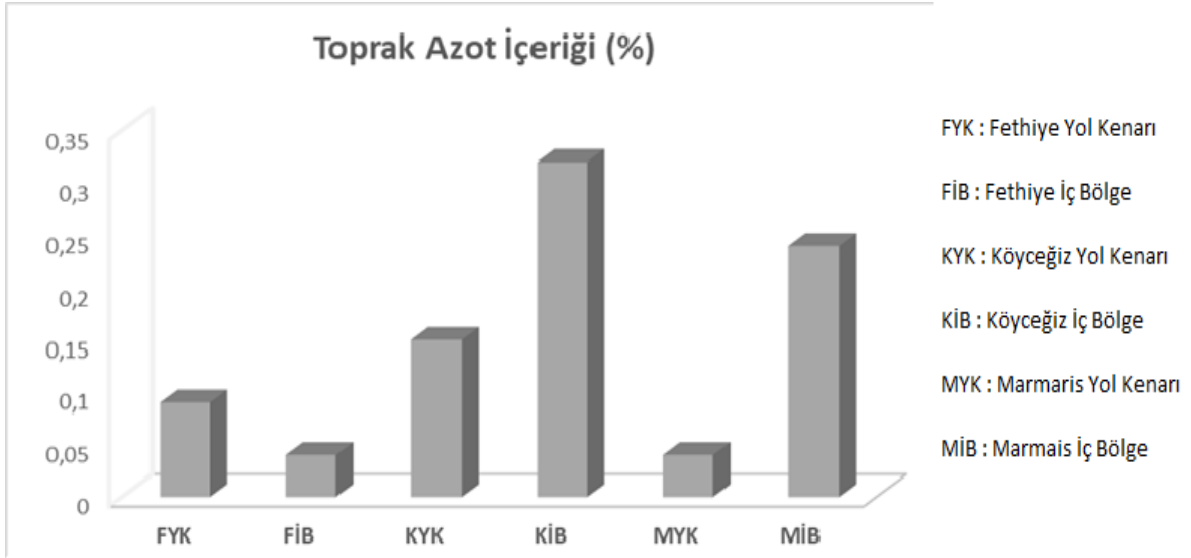
2011 yılında Şinik, Edirne ilinde bulunan topraklarda bitki besin elementleri ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi konulu çalışmasında organik madde miktarının % 0.60-2.74 olduğunu tespit etmişlerdir (Şinik, 2011). Bizim çalışmamızda çıkan en düşük ve en yüksek değerler incelendiğinde Sıgla bitkisi yetişen toprakların organik madde bakımından daha zengin olduğu ortaya çıkmıştır.

Anonim (1988)'e göre topraklarda organik maddelerin sınır değeri % 2.01-3.0 arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Araştırma yapılan toprakların; Köyceğiz ve Marmaris Sıgla bitkisinin yetiştiği ve yola 50 m uzaklıkta alınan toprak örneklerinde sınır değerleri göz önüne alındığında organik madde içeriğinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiş ve Marmaris yol kenarı ile Fethiye iç kesiminde alınan örneklerdeki organik madde kapsamının oldukça düşük olduğu görülmüştür.

3.2. Toprak Örneklerinin Bazı Makro ve Mikro Element Kapsamları

3.2.1. Toprakların Toplam Azot (N) Kapsamları

Araştırma alanlarına ait toprakların toplam azot kapsamı; en düşük Fethiye yola uzak alan örneğinde ve Marmaris yol kenarı topraklarında (% 0.04) belirlenirken, en yüksek Köyceğiz iç bölgede alınan toprak örneğinde (% 0.32) gözlenmiştir. Ortalama toplam N miktarı ise % 0.15 olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.1.).

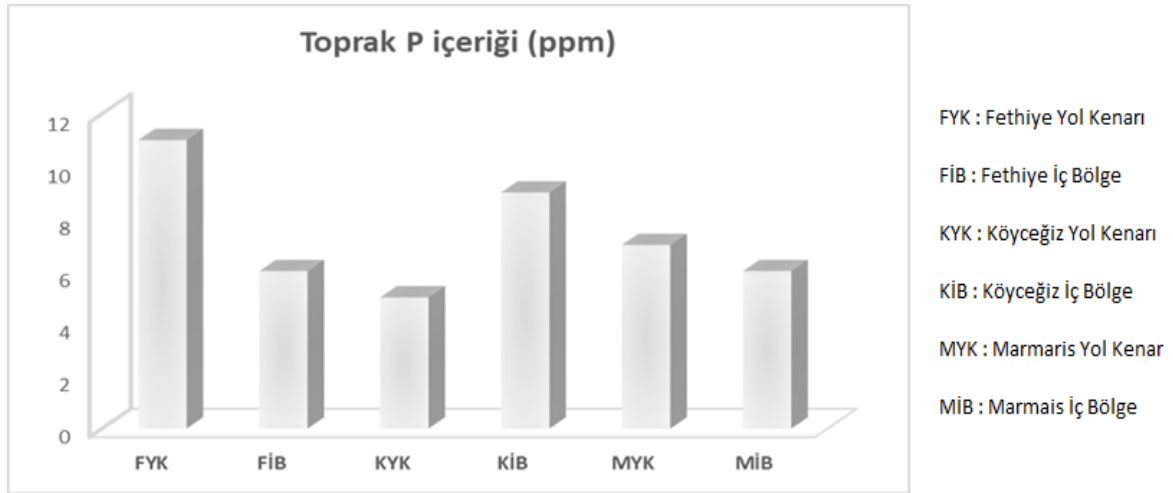


Şekil 3.6. Toprak Örneklerinin Azot (N) İçeriği

Chapman (1973) toprak N sınır değerlerinin % 0.11–0.15 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Sığla bitkisinin yayılış gösterdiği toprak N miktarı incelendiğinde; yoldan uzaklaştıkça toprak N kapsamı referans aralığında yer aldığı görülmektedir. 2009 yılında Tekirdağ yöresinde Bellitürk ve arkadaşları toprakların N içeriklerine bakmış olup Ca değerleri 1.01 ppm ile 7.04 ppm arasında çıkmıştır (Bellitürk vd., 2009).

3.2.2. Toprakların Yararlanılabilen Fosfor (P) Kapsamları

Sığla bitkisi topraklarında yararlanılabilen fosfor kapsamlarına bakıldığında; 5 ile 11 ppm arasında değişim gösterdiği ve ortalama değerinin ise 7.33 ppm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1.).

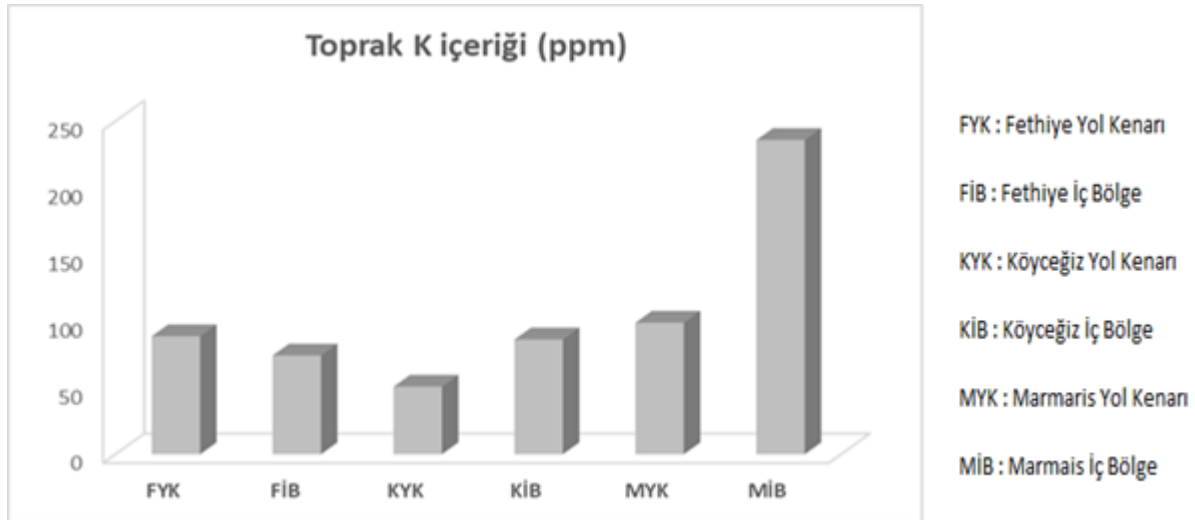


Şekil 3.7. Toprak Örneklerinin Fosfor (P) İçeriği

Anonim (1988)'e göre, toprakların P sınır değerleri 7.1–25.0 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Araştırma yapılan alan topraklarının P değeri olması istenilen düzeyde veya sınır değerine yakın olduğu yapılan analizlerle ortaya konulmuştur (Çizelge 3.1.). Yapılan bir çalışmada Meşe (*Quercus robur* L.) ağacı bitkisinin toprağının yarıyıllı fosfor içeriğinin 7.19-15.5 ppm arasında değişim gösterdiği belirtilmiş olup çalışmamızla benzer veriler elde edilmiştir (Bektaş vd., 2016).

3.2.3. Toprakların Yararlanılabilen Potasyum (K) Kapsamları

Sığıla bitkisinin yetiştiği topraklardaki Potasyum kapsamlarına bakıldığında en düşük Köyceğiz yol kenarından alınan örneklerde (50.68 ppm), en yüksek Marmaris yola 50 m uzaklıktan alınan toprak örneklerinde (235.92 ppm) tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.).

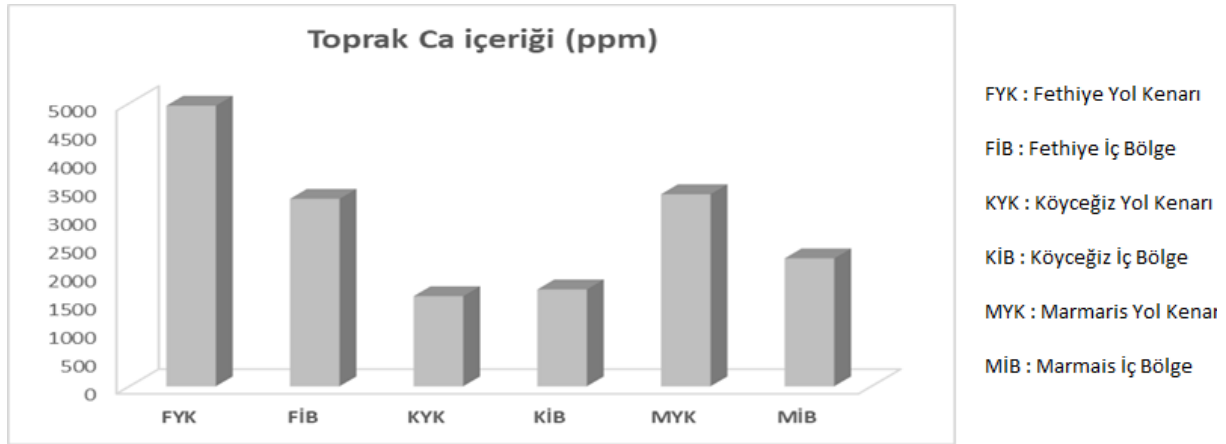


Şekil 3.8. Toprak Örneklerinin Potasyum (K) İçeriği

Anonim (1980)'e göre bitkilerin yetiştirme ortamı için istenilen K sınır değerleri 201-250 ppm arasında olması gerektiğini belirtilmiştir. Araştırma yapılan alanların K miktarına bakıldığında ise; Marmaris iç bölgesinde alınan toprak örneği hariç geneli K kapsamı bakımından oldukça düşük düzeylerde olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1.). 2016 yılında Meşe ağacı (*Quercus robur* L) üzerinde yapılan çalışmada; K miktarı 52.4-110.2 ppm arasında değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Bektaş vd., 2016). Bizim sonuçlarımız ile bu değerler örtüşmektedir.

3.2.4. Toprakların Yararlanılabilen Kalsiyum (Ca) Kapsamları

Araştırma topraklarında yararlanılabilen Kalsiyum kapsamları en düşük 1592.95 ppm ile Köyceğiz Sığla ormanı yol kenarında belirlenirken, en yüksek 4959.03 ppm olarak Fethiye yol kenarında ölçülmüştür. Sığla bitkisinin yayılış gösterdiği alan topraklarının ortalama Ca değeri ise 2871.94 ppm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1.).

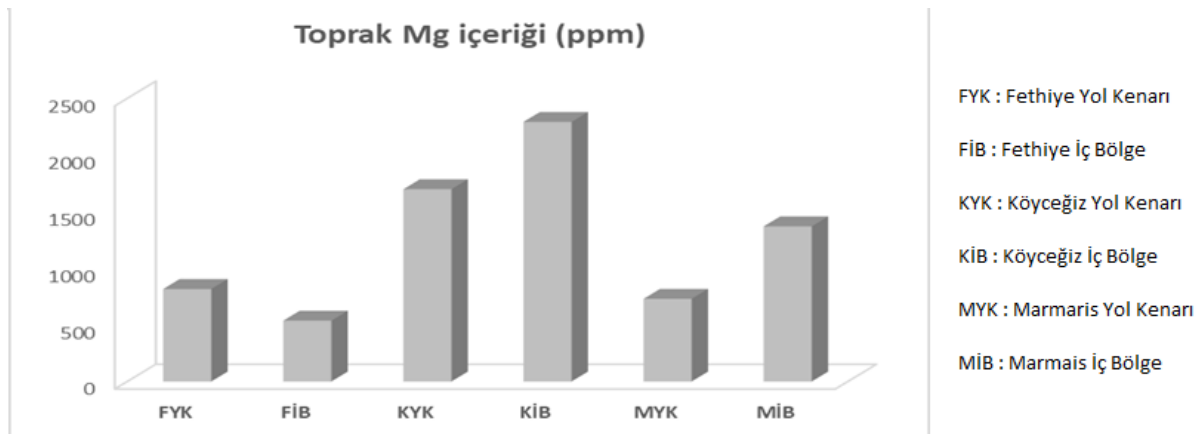


Şekil 3.9. Toprak Örneklerinin Kalsiyum (Ca) İçeriği

Topraklarda yararlanılabilen Ca miktarı, 1439-3862 ppm sınır aralığında olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1980). Sınır değerleri göz önüne alındığında analize alınan toprakların Ca değerlerine bakıldığında; Fethiye yol kenarından alınan örnekte yüksek düzeyde olduğu, diğer toprak örneklerinde ise yeterli düzeyde Ca olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1.). Şinik (2011) Edirne ilindeki topraklardaki Ca değeri ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında Ca değerleri en düşük 190.35 ppm en yüksek ise 2516.73 ppm olduğunu tespit etmiştir.

3.2.5. Topraklarda Yararlanılabilen Magnezyum (Mg) Kapsamları

Analize alınan topraklarda yararlanılabilen Magnezyum kapsamı 537.39-2293.03 ppm arasında değişim gösterdiği, ortalama değeri ise 1241.27 ppm olduğu yapılan analizlerle ortaya konulmuştur.

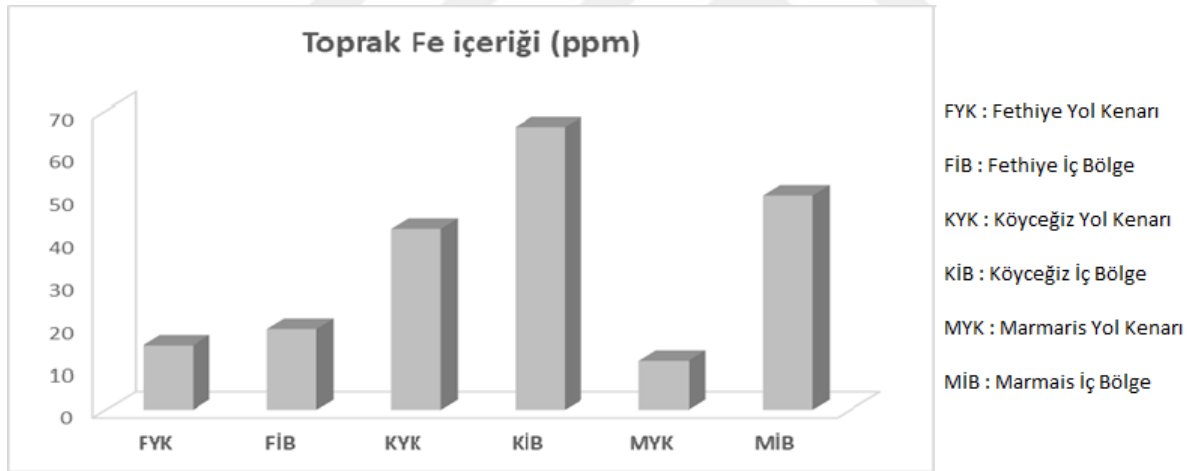


Şekil 3.10. Toprak Örneklerinin Magnezyum (Mg) İçeriği

Toprakların Mg yeterlilik düzeyleri 116–475 ppm arasında bir değerde olması uygun görülmektedir (Anonim, 1980). Sınır değerleri dikkate alınarak araştırma yapılan toprakların Mg seviyeleri fazla veya çok fazla düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.). 2015 yılında Elveren ve arkadaşları Erzincan’ın farklı bölgelerindeki şehir içi (park bölgesi) ve şehirden uzak (kontrol) *Pinus sylvestris* L. (sarıçam)’ın yetiştiği yerdeki toprak örneklerinde Mg değerine bakmışlardır. En yüksek Mg değeri şehir içi noktasında en düşük değerin ise şehir dışı olan kontrol noktasında çıktığını belirtmişlerdir (Elveren vd., 2015). Bizim çalışmamızda ise Köyceğiz iç bölgeden ve Köyceğiz yol kenarından alınan toprak örneklerinde Mg konsantrasyonu yüksek çıkmıştır.

3.2.6. Topraklarda Yararlanılabilen Demir (Fe) Miktarı

Araştırma alanlarına ait topraklarda Demir (Fe) kapsamı en yüksek 66.22 ppm ile Köyceğiz Sığla ormanı iç kısımlarında, en düşük 11.41 ppm olarak Marmaris yol kenarındaki toprak örneklerinde belirlenirken, ortalama değer 34.04 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.).

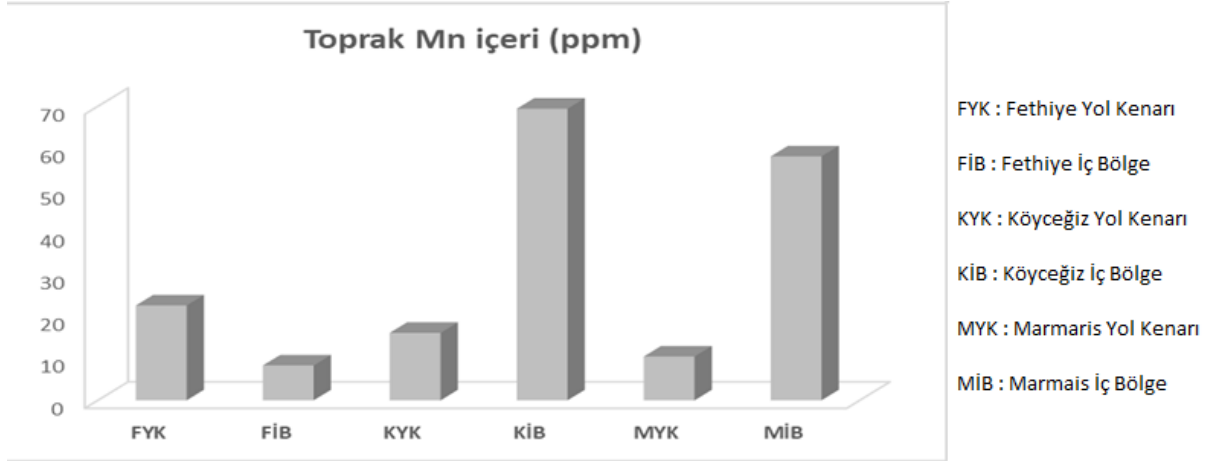


Şekil 3.11. Toprak Örneklerinin Demir (Fe) İçeriği

Lindsay ve Norvell (1978)’e göre topraklar için Fe sınır değerleri 6–10 ppm arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırma yapılan toprakların tamamı demir konsantrasyonu bakımından yüksek miktarda olduğu yapılan analizlerle ortaya koyulmuştur (Çizelge 3.1.). Suruç Ovasında yapılan bir çalışmada toprağın bitkiye yarayışlı Fe içeriğinin 0.53-10.86 mg/kg, ortalama değerin ise 2.40 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Öztürkmen vd., 2020). Bizim çalışmamızda ise bu değerler yüksek çıkmış olup, bitkiye yarayışlı Fe içeriği bakımından zengin bir toprak yapısının olduğu ileri sürülebilir.

3.2.7. Topraklarda Yararlanılabilen Mangan (Mn) Miktarı

Çalışma konusu toprakların Mangan miktarlarına bakıldığında en düşük 8.31 ppm ile Fethiye Sığıla bitkisinin yayılış gösterdiği iç kısımlarında ve en yüksek 69.45 ppm ile Köyceğiz iç kısımdan alınan toprak örneklerinde bulunmuştur (Çizelge 3.1.).

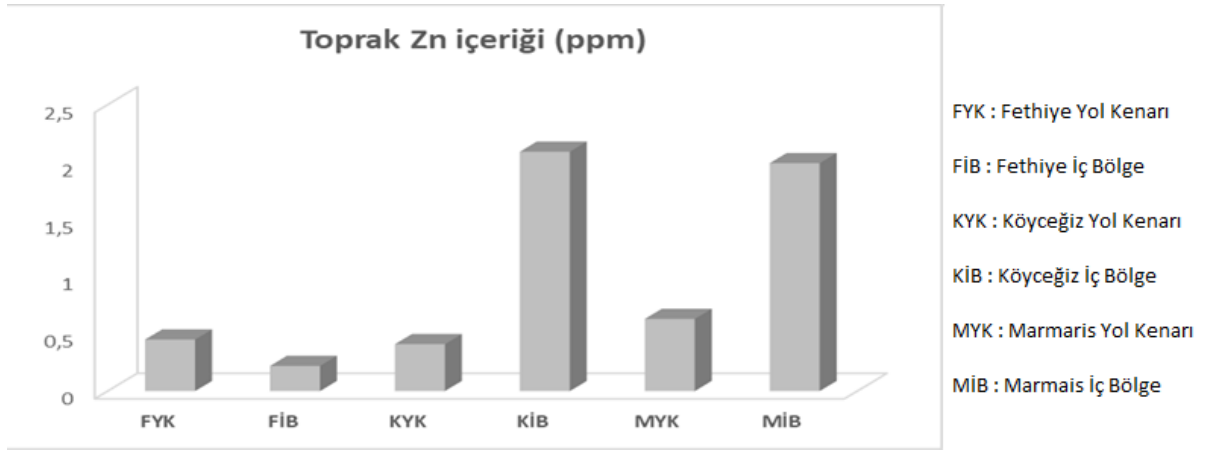


Şekil 3.12. Toprak Örneklerinin Mangan Düzeyi

Lindsay ve Norvell (1978)'e göre topraklar için belirtilen Mn sınır değerleri 15–50 ppm arasında olması gerekmektedir. Araştırma yapılan alanlardan Köyceğiz ve Marmaris yola uzak kısımları Mn içeriği yönünden yüksek bulunmuş ancak diğer toprak örnekleri istenilen sınır seviyelerinin arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 3.1.). Atabey vd. (2020) yılında sığıla bitkisinde yapmış olduğu çalışmada Mn değeri 84.26 ppm olarak bulunmuş buda çalışmamıza paralellik göstermektedir.

3.2.8. Topraklarda Yararlanılabilen Çinko (Zn) Miktarı

Çalışma alanı topraklarında yararlanılabilen Çinko (Zn) içeriği; 0.22-2.09 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3.1.).

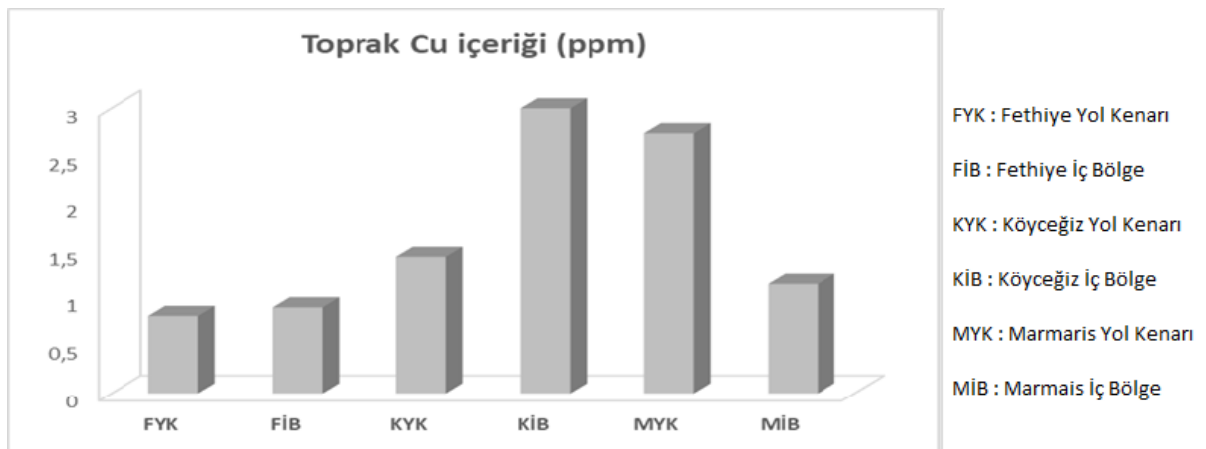


Şekil 3.13. Toprak Örneklerinin Çinko (Zn) İçeriği

Lindsay ve Norvell (1978) tarafından topraklarda olması istenilen Zn miktarı 0.8–2.5 ppm olarak belirlemişlerdir. Bu sınır değerlerine göre çalışma alanı topraklarının neredeyse tamamı referans aralığı içerisinde olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1.). Bayar' ın 2009 yılında Erzurum ilinde yapmış olduğu çalışmada topraktaki Zn miktarı 0.57-11.27 ppm arasında bulmuştur (Bayar, 2009). Bu farklılığın sebebi iklimsel ve topografik özelliklerinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

3.2.9. Topraklarda Yararlanılabilen Bakır (Cu) Miktarı

Sığla bitkisinin yayılış gösterdiği topraklarda Bakır (Cu) konsantrasyonlarına bakıldığında; en yüksek Köyceğiz iç kısımdan alınan örnekte (3.00 ppm), en düşük Fethiye yol kenarından alınan toprakta (0.81 ppm) bulunmuş, toprakların ortalama alınabilir Cu miktarı ise 1.68 ppm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.1.).



Şekil 3.14. Toprak Örneklerinin Bakır Düzeyi

Lindsay ve Norvell (1978)'in bitkilerin yetiştiği ortamlarda Cu sınır değeri>0.2 ppm olarak bildirmişlerdir. Analizi yapılan toprakların belirlenen sınır değerler ile karşılaştırılması yapıldığında, alınabilir Cu yönünden herhangi bir noksanlık durumunun olmadığı verilerle ispatlanmıştır (Çizelge 3.1.). Erzurum ilinde sarıçam (*Pinus sylvestris*) bitkisinin toprak örneklerindeki Cu konsantrasyonu bakıldığında 8.35-16.8 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Bayar, 2009).

3.3. Toprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Kapsamları

Ağır metallerin toprakta birikmesi sadece toprak verimliliği ve ekosistem faaliyetleri üzerinde etkili olmayıp, bitki bünyesindeki fotosentez, solunum, büyüme ve gelişme gibi birçok metabolik olayları etkilemeleri nedeniyle bitki sağlığını, bozulan besin zinciri nedeniyle de hayvan ve insan sağlığını önemli düzeyde etkilemektedir. Bu çalışma, çoğunlukla tıbbi amaçlı kullanılan ve daha birçok kullanım alanına sahip olan Sığla bitkisinin karayollarına yakınlık ve uzaklığa bağlı olarak ağır metal bakımından kirlilik olup olmadığı, varsa hangi boyutlarda olduğu ve bitkinin besin profilini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda örneklemeler otoyol ve yoldan 50 metre içeriden alınarak yapılmış, elde edilen veriler Çizelge 3.3.'de sunulmuştur.

Çizelge 3-3. Sığla Ağacının Yayılış Gösterdiği Farklı Uzaklıklardan Alınan Toprak Örneklerinin Ağır Metal Konsantrasyonları

Örnek No	Yola uzaklık (m)	ppm					
		Cd	Co	Cr	Mo	Ni	Pb
FETHİYE	0	0.40	18.07	545.67	0.01	701.45	4.12
	50	0.51	9.74	1128.82	0.07	477.78	1.64
	0	1.14	104.89	565.14	0.04	2883.51	3.53
KÖYCEĞİZ	50	0.86	82.07	499.70	0.40	2426.99	5.00
	0	0.75	23.41	420.55	0.04	880.14	6.90
	50	0.95	83.29	445.14	0.09	2467.19	4.60

Toprakta bulunan ağır metallerin, değişik konsantrasyonlarda toprak verimine, topraktaki canlılara ve besin zinciri yoluyla diğer canlılara olumsuz etkiler gösterebileceği bilinmektedir. Araştırmamıza konu olan tüm toprak örneklerinin Cd değeri en yüksek 1.14 ppm, en düşük 0.40 ppm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.3.). Topraklarda önerilen toplam Cd miktarı Çizelge 3.4.'de verilmiş olup referans değerlerinin arasında çıkmıştır. Sonuçlar bu standartlarla

karşılaştırıldığında, Cd ortalamasının 0.77 ppm olması, kadmiyum kaynaklı bir kirlilik olmadığını göstermektedir.

Ağır metallerin toprak bünyesinde toksik etkiseviyeleri ve bitkideki toksik dozlarının belirlenmesi için yapılan çalışmada, kil ve killi-tın bünyeli topraklarda 7.2 ve 6.9 mg kg⁻¹ Cd olduğu ifade edilmiştir (Gedikoğlu vd., 1997). Bizim çıkan sonuçlara bakıldığında toksik etki gösterme olasılığı yoktur.

Sıgla bitkisi toprak örneklerinin Co değeri en yüksek 104.89 ppm, en düşük 9.74 ppm olduğu belirlenmiştir. Kabata-Pendias (1979)'a göre Co kirlilik değeri 50 ppm olduğu belirtilmiştir. Çizelge 3.3. incelendiğinde özellikle Köyceğiz toprak örnekleri ve Marmaris Sıgla bitkisinin yayılım gösterdiği yola uzak alanlarda Co yönünden yüksek bir kirlilik olduğu tespit edilmiştir. Co kirliliği sadece araç trafiği veya endüstriyel faaliyete bağlanmamalıdır. Şöyleki, Köyceğiz Sıgla ormanı etrafında yapılan tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve tarımsal ilaçların da ağır metal kirliliğine katkı sunabileceği yorumu geliştirilebilir.

Yan vd. (2013), Tibet Platosunda karayolu kenarındaki topraklardan aldığı numuneleri incelemiş ve trafik yoğunluğundan uzaklaştıkça topraklarda Co (kobalt) konsantrasyonunun azaldığını belirlemişlerdir. Fethiye ve Köyceğiz örneklerinde yoldan uzaklaştıkça Co değerinin düştüğü Marmaris örneğinde ise tersi durum olduğu gözlemlenmiştir. Yine Konya 'da yapılan bir çalışmada yol ve park alanlarından alınan örnekler bakılmıştı (Keleş, 2007). Çıkan sonuçlarda kampüs yol kenarından alınan örnekte Co (kobalt) içeriği 102.48 ppm bulunmuş bu durum ise çalışmamızla bağdaşmaktadır.

Çizelge 3-4. Ağır Metallerin Topraklardaki Referans Aralığı*

Birimi	Ağır Metal	Referans aralığı (ppm)
ppm	Cd	3.0
	Co	50.0
	Cr	5.0-1500.0
	Mo	5.0
	Ni	100.0
	Pb	2.0-300.0

*Klode, (1982), Alloway, (1990), Kabata- Pendias, (1979)''

Toprakların Cr konsantrasyonlarına bakıldığında, 420.55- 1128.82 ppm aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çizelge 3.4.'de Cr referans değer aralığı 5.00-1500.00 ppm arasındadır. İncelemeye aldığımız toprakların Cr kapsamı referans değerinin arasında bulunmuştur. 2011 yılında Yaylalı-Abanuz tarafından yapılan çalışmada Cr değeri 10-1161 ppm olarak tespit edilmiştir (Yaylalı-Abanuz, 2011). Çalışmamızda çıkan sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Çalışma alanı topraklarının Ni değerlerine bakıldığında en düşük ve en yüksek olmak üzere sırasıyla 477.78 ppm (Fethiye yola uzak alandan alınan toprak) ve 2883.51 ppm (Köyceğiz yol kenarına ait toprak) olarak saptanmıştır. Elde edilen verilere göre yola yakınlık ve uzaklığa göre toprakların nikel (Ni) içeriği çeşitli olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3.4.'de Ni elementinin toksite etkisi gösterdiği değer 100.00 ppm olması gerektiği belirtilmiştir. Fethiye ve Köyceğiz yol kenarından alınan örneklerde çıkan sonuçlarda Ni elementinin konsantrasyonunun çok yüksek olduğunu, yoldan iç kısımdan alınan örneklerde ise Marmaris toprak örneklerinde Ni elementinin konsantrasyonu çok yüksek çıkmış olup, kirliliğin var olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Keleş 2007 yılında Konya' da yol ve park alanlarından toprak numuneleri almış olup, incelemede yol kenarından alınan örneklerde Ni (nikel) elementinin konsantrasyonunun 1832 ppm tespit etmiştir (Keleş, 2007). Bizim çalışmamızda en yüksek değer Köyceğiz yol kenarından alınan numunede tespit edilmiş olup çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Analizi yapılan toprak örneklerinin toplam Pb kapsamı 1.64 ile 6.90 ppm arasında değişiklik göstermiştir. Çizelge 3.4.'de görüldüğü üzere toprak Pb referans aralığı 2.00-300.00 ppm olarak bildirilmiştir. Çalışmamıza konu olan toprak örneklerinden Pb konsantrasyonu referans değerleri aralığında görülmüştür. Koljonen (1992) de yapmış olduğu çalışmada topraktaki Pb konsantrasyonunun 17 ppm bulmuştur. Tez çalışmamızda topraklardaki Pb değeri ise bu değerden az çıkmıştır. 2007 yılında Konya'da yol ve park alanlarından alınan toprak numunelerinin ağır metal içeriklerine bakılmış olup en yüksek Pb 60 ppm çıkmıştır (Keleş, 2007). Yapılan çalışmanın sonucuna bakıldığında bizim çalışmamıza kıyasla kirlilik olduğu görülmektedir.

Denizli ilinde şehir içi yol kenarları, endüstri ve yarı şehir içi yol kenarlarından alınan toprak örneklerinde, bazı ağır metal içeriklerine bakılmıştır. Endüstri yerlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının şehir içi yol kenarlarından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Çelik vd., 2005). Bu durum, çalışmamıza örnek teşkil etmiş ve ağır metal seviyelerinin yola yakın yerlerde

yüksek konsantrasyonlarda belirlenmesi araç trafiğinden kaynaklı olabileceği görüşünü desteklemektedir.

3.4. Yaprak Örneklerinin Bazı Makro ve Mikro Element Kapsamları

Muğla ili Fethiye, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde doğal olarak yayılış gösteren Sığla bitkisinin yaprak kısımlarındaki mineral madde kapsamları araştırılmıştır. Çalışmaya konu olan bitki yapraklarının makro ve mikro element kapsamlarındaki değişimler Çizelge 3.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3-5. Sığla Bitkisi Yaprak Örneklerinin Makro ve Mikro Element Kapsamları

Örnek No	Yola uzaklık (m)	N (%)	Makro Elementler (%)				Mikro Elementler (ppm)				
			P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
FETHİYE	0	0.13	0.14	1.22	2.04	0.59	250.86	80.04	17.60	11.27	60.94
	50	0.29	0.37	1.25	1.09	0.62	385.52	31.91	12.25	9.15	38.39
KÖYCEĞİZ	0	0.27	0.36	1.39	1.65	0.87	215.78	100.50	65.19	19.65	47.84
	50	0.39	0.15	1.60	1.45	0.39	202.38	62.20	41.10	4.18	21.10
MARMARİS	0	0.19	0.27	1.45	2.00	0.61	348.24	66.70	39.75	6.82	74.35
	50	0.30	0.21	1.98	1.46	0.42	395.49	67.19	55.16	9.16	43.46

Yapraklardaki % N içeriği en düşük % 0.13, en yüksek % 0.39 oranında bulunmuştur. Çalışma materyali olan sığla bitkisi yaprak örneklerinde ortalama % N değeri ise % 0.26 olarak belirlenmiştir. Kavak ağaçları (*Populus alba*) üzerinde 1994 yılında yapılan çalışmada, N elementinin yaprak bünyesinde en fazla olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 1994). Çalışmamıza konu olan sığla bitkisi yapraklarında yola uzak alanlardan toplanan örneklemelerde N elementi daha yüksek çıkmıştır. Bu durum yoğun trafik akışı olan anayola yakın yerlerde yetişen bitkilerin N metabolizması yayılan egzoz gazlarından kaynaklı olumsuz etkilenmiş olabileceği görüşü ile açıklanmaktadır.

Bitkilerin yaprak kısımlarının P (fosfor) içeriği incelendiğinde, en yüksek Fethiye yola uzak alandan alınan (% 0.37) bitki yaprağında gözlenirken, Fethiye yola yakın alandan alınan yaprak örneğinde ise en düşük P içeriği (% 0.14) tespit edilmiştir (Çizelge 3.5.). Sınır değerleri % 0.20-0.75 arasında olması Fethiye yola yakın ve Köyceğiz iç kısımdan alınan yaprak örnekleri hariç diğer örnekler referans aralıkları içindedir. 2019 yılında *Santalum album* (sandal ağacı)

yapraklarındaki P (fosfor) içeriğine bakılmış olup çıkan değer % 0.16-0.38 aralığında bulunmuştur (Tatlıyer vd., 2019). Tez çalışmamızdaki çıkan en düşük ve en yüksek değerlerle bu çalışmadaki sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Yaprakların K (potasyum) kapsamlarına bakıldığında, en düşük % 1.22 Fethiye yol kenarı ve en yüksek % 1.98 Mamaris yola uzak örneklerde tespit edilmiştir. Referans Aralığı % 2.0- % 6.0 olması gerektiği belirtilmiş olup bizim çalışmamızda ortaya çıkan sonuçlar bu değerler ile örtüşmemektedir. Sığla bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada yapraklardaki K (potasyum) konsantrasyonu % 1.10 tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda çıkan sonuçlar ile bağdaştığı gözlemlenmiştir (Atabey vd., 2020).

Analiz sonuçlarına göre bitkilerin yaprak kısımlarının % Ca içeriği; % 1.09 (Fethiye yola uzak alandan alınan yaprak örneğinde)-2.04 (Fethiye yol kenarından alınan yaprak örneğinde) değerleri arasında, tüm bitki örneklerinin ortalama % Ca değeri ise % 1.62 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.5.). 2010 yılında Tuğrul ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada ise, kavak ağacı (*Populus alba*) yapraklarında bulunan bitki besin elementi araştırılmış, Ca elementinin K, Mg ve Na elementlerine oranla daha yüksek değerlerde bulmuşlardır (Tuğrul vd.,2010). Bu durum çalışmamızın tüm örneklemeleri ile örtüşmektedir.

Çizelge 3-6. Bitki Yapraklarındaki Makro Elementlere Ait Referans Düzeyleri (Kacar, 1992)

Birimi	Makro elementler	Referans aralığı
%	N	1.5-5.0
	P	0.20-0.75
	K	2.0-6.0
	Ca	1.0-3.0
	Mg	0.25-1.0

Ayrıca bitki yapraklarındaki diğer makro elementlerden Mg kapsamlarına bakıldığında, en yüksek % 0.87 (Köyceğiz yola yakın alandan) iken, en düşük % 0.39 ile Köyceğiz yola uzak alanda alınan yaprak örneğinde ölçülmüştür. Mg referans aralıklarına bakıldığında % 0.25-1.0 arasında olduğu, bizim çalışmamızdaki Mg değerleri ile örtüşmektedir. *Tilia L.* (ıhlamur ağacı) üzerine yapılan bir çalışmada Mg değeri % 0.21-0.71 arasında değerler çıkmıştır (Özyazıcı vd., 2020). Bizim tez çalışmamızda çıkan Mg değerlerine bakıldığında bu çalışma ile örtüştüğü görülmektedir.

Dahası, 2020 yılında Özyazıcı ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada 35 ihlamur ağacının (*Tilia L.*) yaprak örneklerine bakılmıştır. En az çıkan değerden en çok çıkan değere doğru sıralandığında P % 0.23-0.80, K % 0.04-1.75, Ca % 1.80-2.97 ve Mg değeri ise % 0.21-0.71 arasında çıkmıştır. Çıkan sonuçlar doğrultusunda yapraklarının ham protein değerleri açısından yüksek olduğu fakat P ve K değerleri açısından eksik olduklarını savunmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise bu sıralama Ca, Mg, K, P şeklinde olup K ve Mg konsantrasyonu farklı çıkmıştır.

Sığıla bitkisi yapraklarının mikro element kapsamlarındaki değişimler Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde, bitki yapraklarındaki Fe kapsamı 395.49 (ppm) ile en yüksek Marmaris iç kısmında, en düşük Köyceğiz yola 50 m uzaklıktaki alandan alınan örnekte (202.38 ppm) tespit edilmiştir. Ortalama Fe değeri ise 299.71 (ppm) olduğu gözlenmiştir. Fe referans aralığı 50-250 ppm olarak tespit edilmiştir. Çalışmamıza konu olan sığıla ağacı yapraklarının Fe içerikleri oldukça yüksek çıkmıştır. 2015 yılında Karadeniz sahil yolu boyunca yetişen *Camellia sinensis* (çay) bitkisinin yapraklarında Fe konsantrasyon değerleri 20.942-271.595 ppm olduğu tespitine varılmıştır (Uzuner, 2015). Bizim sonuçlarımıza bakıldığında sığıla ağacı yapraklarında çıkan Fe konsantrasyon değerleri oldukça yüksek görülmektedir.

Çizelge 3-7. Bitki Yapraklarındaki Mikro Elementlere Ait Referans Düzeyleri (Kacar, 1992)

Birimi	Mikro elementler	Referans aralığı
ppm	Fe	50-250
	Mn	25-200
	Zn	25-150
	Cu	6.0-30
	B	20-60

Ayrıca bitki yapraklarının Mn kapsamlarına bakıldığında, en yüksek Mn 100.50 ppm ile Köyceğiz yol kenarı bitki yaprağında iken, en düşük 31.91 ppm ile Fethiye yola uzak alandan alınan örnekte belirlenmiştir. Mn elementinin sınır değerleri 25-200 ppm'dir. Örnek alınan yapraklar sınır değerleri arasında çıkmıştır. Bayar, 2009 yılında Erzurum ilinde *Pinus sylvestris* (sarıçam) üzerine yaptığı ağır metal çalışmasında Mn konsantrasyonunu en çok 57.2 ppm ile istasyon kavşağında tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda Mn değeri bu çalışmaya oranla oldukça yüksek çıkmıştır (Bayar,2009).

Analizi yapılan bitki yaprak kısımlarının Zn miktarına bakıldığında, en düşük Fethiye iç kısım örneğinde (12.25 ppm) gözlenirken, en yüksek Köyceğiz yaprak örneklerinde (65.19 ppm) bulunmuştur. Bitkide olması istenen Zn referans aralıkları 25-50 ppm istenilmiş olup Fethiye örnekleri dışındaki lokasyonlardan alınan numunelerin bu sınır değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. 2013 yılında *Robinia pseudoacacia* (top akasya) bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada Zn değerlerinin 8.58-47.00 ppm arasında olduğu ortalama Zn değeri ise 17 ppm olarak tespit edilmiştir (Vural, 2013). Çalışmamıza bakıldığında Zn değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışmada incelenen yaprak bakır (Cu) içerikleri 4.18 ppm (Köyceğiz yola uzak alandan alınan yaprak örneğinde) ile 19.65 ppm (Köyceğiz yol kenarından alınan örnekte) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Cu sınır değerleri 6.0-30 ppm arasında olması istenilmiştir. Köyceğiz yola 50 metre uzaklıktaki örnek dışındaki alınan tüm numuneler referans değerleri arasında çıkmıştır. 2010 yılında otoyol ve trafiğin olmadığı alanlarda bulunan *Pinus eldarica* (kızılçam) bitkisinin yapraklarındaki Cu değerlerine bakılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde otoyol kenarından alınan örneklerde Cu elementinin konsantrasyonunu daha fazla çıktığı tespit edilmiştir (Kord vd., 2010). Tez çalışmamızdaki sonuçlar irdelendiğinde ise Marmaris yol kenarı hariç diğer iki lokasyondan alınan yol kenarındaki örneklerde Cu elementinin içeriğini iç kısımlara oranla yüksek bulunmuş olması çalışmamızın bu çalışma ile bağdaştığını göstermektedir.

Yaprakların bor (B) içerikleri de 21.10 ile 74.35 ppm arasında değişim gösterdiği yapılan analizlerle ortaya konulmuştur (Çizelge 3.4.). Çalışmamızda çıkan sonuçlar referans değerleri arasında çıkmıştır. Ordu ve Samsun illerinde fındık bitkisi üzerinde yapılan çalışmada B (bor) elementinin içeriği araştırılmıştır. Ordu yöresinde 0.05-0.91 ppm bulunan değer Samsun yöresinde 0.02-1.61 ppm tespit edilmiştir (Özkutlu vd., 2017). Tez çalışmamızda yol ve yoldan iç kısımda alınan değerler bu sonuçlarla karşılaştırıldığında oldukça yüksek çıkmıştır.

2010 yılında Giresun'da fındık bitkisinin (*Corylus colurna*) yapraklarındaki bitki besin elementleri araştırılmış olup, Mn, Fe ve Zn değerlerinin yeterli düzeyde çıktığı fakat Cu ve B elementlerinin onlara kıyasla daha düşük konsantrasyoda çıktığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da Cu elementinin yapraktaki oranı diğer elementlere oranla düşük çıkmıştır (Coşkun, 2010). Balık vd., 2021 yılında yapmış oldukları çalışmada fındık bitkisinin (*Corylus colurna*) yaprak örneklerinde bitki besin elementlerini araştırmışlardır. En düşük ve en yüksek seviyeleri sırası ile Fe değeri 196.10-671.70 ppm, Cu 5.20-198.00 ppm, Mn 63.90-1444.00

ppm, B 11.14-58.52 ppm ve Zn 41.29-62.45 ppm olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada çıkan değerler bizim sonuçlarımızdan daha yüksek çıkmıştır.

3.5. Yaprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Konsantrasyonları

Muğla ili Fethiye, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinde doğal olarak yayılış gösteren Sığla bitkisinin yaprak kısımlarındaki ağır metal kapsamı araştırılmıştır. Çalışmaya konu olan bitki yapraklarının ağır metal içeriğindeki değişimler Çizelge 3.8.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3-8. Sığla Bitkisi Yaprak Örneklerinin Bazı Ağır Metal Konsantrasyonları

Örnek No	Yola uzaklık (m)	ppm					
		Cd	Co	Cr	Mo	Ni	Pb
FETHİYE	0	0.06	0.83	2.85	0.22	13.33	1.13
	50	0.09	0.59	3.96	0.63	9.28	0.97
KÖYCEĞİZ	0	0.09	1.00	5.58	1.07	40.49	1.15
	50	0.04	0.40	4.42	0.14	15.06	0.52
MARMARİS	0	0.07	1.80	3.76	0.49	30.61	0.93
	50	0.05	0.71	6.87	0.15	16.54	0.73

Araştırmamıza konu olan tüm alanlardan alınan yaprak örneklerinin Cd değeri en yüksek 0.09 ppm, en düşük 0.04 ppm olduğu belirlenmiştir. Bitkilerde Cd referans aralığı 0.005-0.03 ppm olarak bildirilmiştir (O'Neil, 1993). Sonuçlar bu standartlarla karşılaştırıldığında, önerilen değerler arasında yer aldığı ve Cd ortalamasının 0.007 ppm olması, kadmiyum kaynaklı bir kirlilik olmadığını göstermektedir.

1996 yılında Kratz yapmış olduğu çalışmada *Pinus sylvestris* (sarıçam) bitkisinin yaprakları üzerindeki Pb, Cd, birikimlerine bakmıştır. Şehir ve kırsaldan alınan örneklerde trafiğin yoğun olduğu yerlerde Pb, Cd miktarının daha yüksek olduğu ileri sürülmüştür (Kratz, 1996). Çalışma sonuç itibarı ile araştırmamız ile paralellik göstermektedir.

Fethiye, Köyceğiz ve Marmaris ilçelerinden alınan Sığla bitkisi örneklerinin yapraklarında belirlenen en yüksek Co seviyesi ise 1.80 ppm ile Marmaris yol kenarından alınan örnekte, en düşük seviye 0.40 ppm ile Köyceğiz ilçesi yola uzak alandan alınan bitki örneğinde gözlenmiştir. Çizelge 3.9.'de Co sınır değerinin 0.05-0.5 ppm olduğu belirtilmiş olup, Co ile ilgili kirlilik üç lokasyonda da yola yakın yerden alınan örneklerde sınır değerinden yüksek çıkmıştır.

2015 yılında Uzuner'in Doğu Karadeniz Sahil Boyunca Çay (*Camellia sinensis*) bitkisi yapraklarının ağır metal oranlarının araştırılması ile ilgili çalışmasında, trafiğin olduğu alanlarda Co miktarı Rize sahil yolunda en fazla oranda olduğu, Kemalpaşa sahil yolunda ise en az çıktığı belirtilmiştir (Uzuner, 2015). Bizim çalışmamızda ise Marmaris yol kenarından alınan Sığla bitkisinin yapraklarında Co değeri yüksek çıkarken, Köyceğiz ilçesinde yola 50 m uzaklıktaki alandan alınan örneklerde ise en düşük seviyede tespit edilmiştir ve bu durum çalışmamızda vurguladığımız anayoldan uzaklaştıkça ağır metal birikimlerinin düştüğü sonucu ile örtüşmektedir.

Diğer bir parametremiz olan Cr değerleri incelendiğinde en yüksek değer Marmaris ilçesinde yola 50 m uzaklıktaki örneklerde 6.87 ppm, en düşük değerin ise Fethiye yol kenarındaki örneğinde 2.85 ppm olarak kaydedilmiştir. Çizelge 3.9.'de $Cr < 0.1-1$ ppm den küçük olması belirtilmiştir. Bizim değerlerimiz ise sınır değerlerinin çok üstünde çıkmış olup, özellikle Köyceğiz otoyol kenarından alınan örneklerde Cr konsantrasyonu çok yüksek çıkmıştır. Tarımsal faaliyetlerin çok olması, maden yatağının varlığı ve bu bölgede piknik gibi bazı sosyal etkinliklerin yapılması kirliliği sebep olabileceği yorumunun getirmektedir. 2018 yılında *Salix fragilis* L. (gevrek söğüt) yaprağındaki Cr konsantrasyonuna bakılmış, Cr değerleri 0.83- 65.94 ppm çıkmıştır (Yavuzer vd., 2018). Bizim çalışmamıza oranla Cr kirliliği daha çoktur. Çizelge 3.8.'te görüldüğü gibi alınan örneklerde ortalama Mo değerinin 0.45 ppm, en yüksek Mo değerinin Köyceğiz yol kenarından alınan örneklerde (1.07 ppm), en düşük Mo değerinin ise Köyceğiz yola uzak alan örneklerinde (0.014 ppm) olduğu tespit edilmiştir. Referans gösterilen Mo sınır değerleri Çizelge 3.9.'de 0.1-0.5 ppm arasında olması gerektiği belirtilmiştir. Bizim sonuçlarımız referans değerlerinin üstünde çıkmış olup, Fethiye yol kenarı örneği hariç Marmaris ve Köyceğiz yol kenarlarında Mo konsantrasyonu oldukça yüksek çıkmıştır.

Çizelge 3-9. Bitkilerde Ağır Metallerin Normal ve Toksik Konsantrasyonları için Referans Değerler

Ağır metaller	Normal Değer	Toksik Değer
	ppm	
Ni	0.1-5 ^a	30 ^b
Pb	1-5 ^a	20 ^b
Cr	<0.1-1 ^a	2 ^b
Mo	0.1-0.5 ^c	10-50 ^c
Co	0.05-0.5 ^d	30-40 ^e
Cd	0.005-0.03 ^f	>0.03 ^f

^aKloke vd. (1984); ^bKastori vd. (1997); ^cKabata-Pendias ve Mukherjee (2007); ^dMisra ve Mani (1991); ^eKabata-Pendias (2011); ^fO'Neil (1993): $\mu\text{g kg}^{-1}$

Bitki örneklerinin yapraklarındaki en yüksek Ni seviyesinin Köyceğiz ilçesi yol kenarındaki alandan alınan örnekte ve 40.49 ppm seviyesinde, en düşük Ni seviyesinin ise Köyceğiz yola uzak örneklerde 97.13 ppm düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Kastori ve arkadaşlarının 1997 yılındaki çalışmasında Ni elementinin toksik değerinin 30 ppm olduğunun belirtmişlerdir. Bizim örneklerimizde ise Köyceğiz ve Marmaris yol kenarından alınan örneklerde toksik değerinin üstünde Ni elementi içeriği tespit edilmiş olup trafikten kaynaklı bir kirlilik olabileceği yorumu getirilebilir.

2015 yılında Karadeniz sahil yolundan ve trafiğin olmadığı yerden *Camellia sinensis* (çay) bitkisinin yaprak örneklerindeki ağır metal içeriklerine bakılmıştır. Analiz sonuçlarında Ni elementi 7.10-0.37 ppm çıkmış olup trafik kökenli kirlilik olduğu tespitine varılmıştır (Uzuner, 2015). Bizim çalışmamızda ise Ni elementi konsantrasyonu en yüksek Köyceğiz yola yakın yerden alınan örnekte çıkmıştır buda trafikten kaynaklı kirliliğin olduğunu göstermektedir. Uzuner'in çalışması ile paralellik göstermektedir.

Son olarak, Köyceğiz yola uzak örneklerde 0.52 ppm olarak gözlenen en düşük Pb miktarı belirlenirken, yine aynı ilçenin yola yakınlardan alınan örnekte 1.15 ppm olarak elde edilmiştir. Çizelge 3.9.'de Pb elementinin referans aralığı 1.0-5.0 ppm olduğu belirtilmiştir (Kloke vd., 1984). Bizim örneklerimizde Fethiye ve Köyceğiz yol kenarlarından alınan örneklerden çıkan sonuç referans değerlerinin arasındadır.

Ankara'da Silahtar Caddesi'nde yolun her iki tarafında bulunan *Platanus orientalis* L. (çınar) ağaçlarının yapraklarındaki ağır metal içeriklerine bakılmıştır. Özellikle yol ortası refüjde bulunan ağaçlarda Pb birikimi daha yoğun olduğu tespitine varılmıştır. Bizim çalışmamızda da genel olarak yol kenarında alınan yaprak örneklerinde Pb içeriğinin daha fazla olması çalışmamız ile paralellik göstermektedir (Topa, 1995).

2008 yılında Çavuşoğlu ve arkadaşlarının Kırıkkale ilinde yol kenarlarındaki Karaçam (*Pinus nigra* var. *caramanica*) ağaç yapraklarındaki Pb miktarını araştırmış ve trafik yoğunluğu ile kirliliğin doğru orantılı olarak arttığı tespitine varılmıştır (Çavuşoğlu vd.,2008). Çalışmamızda Köyceğiz lokasyonundan yola yakın yerlerden alınan Sığla ağacı yaprak örneklerinde de Pb miktarının iç kısımlara oranla yoğun olduğu sonucuna ulaşılmış olup, Karaçam (*Pinus nigra* var. *caramanica*) örneği ile uyushmaktadır. Yola yakın yerdeki alınan yaprak numunelerinde Pb miktarın yüksek çıkmasının sebebinin egzoz gazları, lastiklerin yolda aşınımı sonucu doğaya yayılan gazların yapraklar tarafından absorbe edilmesi olarak düşünülebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) birçok kullanım alanı olan önemli bir endemik türümüzdür. İnsan müdahalesi ve doğal nedenlerden dolayı yıllar içerisinde sığla bitkisi sayısında büyük bir kayıp yaşanmıştır. Hızla artan nüfusa ve gelişen teknolojiye bağlı olarak araç sayılarının artması, taşımacılığın yaygın hale gelmesi yol kenarlarında yetişen tarım ve orman ürünlerine zarar vermekte, topraklarda ve bitkilerde ağır metal kirliliğine sebep olmaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında tıbbi değeri olan sığla bitkisinin sürdürülebilirliği açısından önem arz eden bu çalışma, Fethiye, Köyceğiz ve Marmaris yol kenarı ve yola 50 metre uzaklıkta iç bölgede alınan toprak ve yaprak örneklerinin genel bir beslenme durumu ve egzoz gazları kaynaklı bazı ağır metal seviyelerine bakılmıştır. Ancak bazı mikro besin elementler ile ağır metal kapsamalarının önerilen sınır değerlerinin üstünde olduğu araştırmamızda açığa çıkmıştır. Çalışma alanı olarak turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu ve özellikle sezonda nüfusun ciddi oranda artış gösterdiği, bu temelde çok sayıda araç giriş çıkışının olması sebebiyle egzoz gazlarından kaynaklı kirlilik düzeyinde ciddi artışlar olabileceği öngörülmektedir. Yol kenarlarında yaşam bulan bitkilerin kirlilik düzeylerinin değerlendirilmesi için çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilen normal ve toksik değerler kullanılmıştır. Karayolundan uzaklaştıkça toprak ve bitki bünyelerinin metal konsantrasyonlarında azalış olduğu tespit edilmiştir. Çalışma materyalini oluşturan sığla bitkisi özellikle tıbbi değeri yüksek olduğu gerçeği ile ilgili kısımlarının yararlı mineraller bakımından zengin olması ve ağır metaller bakımından sağlık kuruluşları tarafından belirlenen kritik seviyelerinin altında olması arzu edilmektedir. Bu tez çalışmasının yol kenarlarında yetişen kimi yenebilir ve tıbbi değeri olan bitkilerde mineral besin kapsamalarının ve ağır metal konsantrasyonlarının periyodik olarak değerlendirilmesine ek olarak, bu tür çalışmalara konu olan bitkilerin güven ve kalite sürekliliği için ışık tutmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, M. G., Acar, M.İ., Gemici, Y., Genç, A. ve Özel, N. (1993) Anadolu Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) Ormanlarının ve Günümüzdeki Durumu, 2. *Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu*, Türk-Alman Kültür İşleri Kurulu Yayın Dizisi No: 3 Ankara.
- Acatay, A.(1963) Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)’nın Türkiye’de Yayılışı, Yeni Tesbit Edilen Varyetesi ve Sığla Ağaçlarına Musallat Olan Böcekler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 8, Sayı 2.
- Adiloğlu, S. (2013) *Tekirdağ ilinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s:142.
- Aksoy, A., Duman, F. ve Demirezen, D. (2000) Atmosferdeki Ağır Metallerin Tutulmasında Bitki Tüylerinin Rolü ve Ağır Metal Dağılımında Rüzgarın Etkisi, *Kayseri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 16 (1-2):31 – 37.
- Aktaş, M. ve Ateş, A. (1998) *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri Tanınmaları*, Nurol Matbaacılık A.Ş. Ostim-Ankara, 218-228.
- Alan, M. (2009) Anadolu Sığlasında, (*Liquidambar orientalis* Mill.) Kantitatif Karakterlerin Varyasyonu, *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü*, Proje No: ANK-033 1624/2009-2026, Ankara.
- Allison, F. E.C.D. ve Moodie, (1965) *Cöarbonate. In C. A. 'Black (Ed.) Methods of Part 2*, soru Analiz. *Agronomy* 9; 1379- 1396, Ainer, Agron Madison, Wisconsin", SOI: U.S.A.

Alloway, B. (1990) *Heavy Metals in Soils*, Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.

Anaç, D., Kılıç, C.C. ve Esetlili, B.. (2013) Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme, Anadolu Üniversitesi Basımevi, Yayın no: 2302, 2. Baskı, ISBN: 978-975-06-0976-3. 232 s:80-92.

Anonim, *Muğla İli Bahçe Bitkileri Meyve retimi*, Muğla Valiliği İl evre veOrman Müdürlüğü, evre Durum Raporu, 1980.

Anonim,*Yaprak ve Toprak Analiz Metotlari II*. TC. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü,1988, ss. 26, İzmir.

Anonim, *Türkiye 'de Kavakçılık*, TC Orman Bakanlığı. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, 1994,İzmit.

Anonim, *Muğla İli Bahçe Bitkileri Meyve retimi*, Muğla Valiliği İl evre ve Orman Müdürlüğü, evre Durum Raporu, 2004.

Anonim, Adana Orman Bölge Müdürlüğü Kadirli Orman İşletme Müdürlüğü Kadirli Orman İşletme şefliği, *atal Tepe mevkiinde yer alan 78 nolu bölmedeki fc2 meşceresi fıstıkamlarında meydana gelen sararma ve kurumaların araştırılması*, 2017.

Anonim, Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) Ağacının Sistematığı (www.tubives.com.), 2022.

Amusan, A.A., Ige, D.V. and Olawale, R. (2005) Characteristics of Soils and Crops Uptake of Metals İn Municipal Waste Dump Sites İn Nigeria, *Journal of Human Ecology*, 17, 167-171. DOI: 10. 1080/00103624.2013.813033.

Asri, F.. ve Snmez, S. (2006), *Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması zerine Etkileri*, Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt 23 (2): 36-45.

- Atabey, S., Yıldıztekin, M., Tuna, A.L., Nazlı, o., Ceylan, O. ve Yokaş, İ. (2020) Mineral Nutrition Status of Some Aromatic Plants Grown in Muğla, Determination of Their Soil Characteristics and Uses in the Kitchen, *INTERNATİONAL Jornal of Secondory Metabolite*, Vol: 7, Vo: 3, 213-228.
- Atay, I. (1985) Sıgla ağacının (*Liquidambar orientalis* Mill.) önemi ve Sivikültürel özellikleri, *G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* (35), 15-21.
- Aydingöz, M. (2013) *Karbon Tetraklorür'ün Karaciğerde Meydana Getirdiği Toksikasyona Karşı Liquidambar Orientalis'ten Elde Edilen Ekstrelerin Koruyucu Etkisinin Araştırılması*, Doktora Tezi.
- Bayar, E. (2009) *Erzurum Şehir Merkezindeki Bazı Kavşaklarda Bitki (Sarıçam, Pinus sylvestris) ve Toprakların Ağır Metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb ve Ni) Kontaminasyon Durumunun Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, s:78.
- Bayçu, G. ve Önal, M. (1992) *The Effects and the Accumulation of Cadmium in Ailanthus altissima*. 8th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology, Physiologia Plantarum, Antwerpen, Belgium, 85(3), Part 2: A74.
- Baytop, T. (1984) Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), *İ.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları* No: 40, s, 376-397.
- Bektaş, İ., Oruç, S., Bal, C.B., ve Ak, K.A. (2016) Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) Odununun Fiziksel Özelliklerinin Toprak Değişkenleriyle İlişkisi, *Ormancılık Dergisi*, 61-71.
- Bell, M.J. , Moody, D.W., Connolly, R.D. ve Bridge, B.J. (1998), The role of active fractions of soil organic matter in physical and chemical fertility of ferralsols, *Aust.J. Soil Res.*,36: 809–820.
- Bellitürk, K., Danışman, F. ve Sözübek, B. (2009) Tekirdağ Yöresindeki Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mineralizasyon Kapasiteleri Arasındaki İlişkiler, *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), ss: 141-147.

- Bereket, G. ve Yucel, E. (1990) *Monitoring of heavy metal pollution of trac origin in Eskisehir*", Tr.J. of Chem., 14, s:266-271.
- Bingham, F. T. (1982) Second edition American society of Agronomy, Inc., Wisconsin USA, *Boron Methods of Soil Analysis. Part 2*, pp: 431-447.
- Bloom, A.J. (2015) Current opinion in plant biology, *The increasing importance of distinguishing among plant nitrogen sources*, 25: 10-16.
- Boşgelmez, İ.İ., Savaşçı ,S. (2001) *Ekoloji – II (Toprak)*, Başkent Klişe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Bowen, H.J.M. (1966) Trace element in Biochemistry, *Academic Press, London*.
- Brummer, G.W., Bernhard, M., Brinckman, F.E. ve Sadler, P. (1986) *Heavy Metal Species, Mobility and Availability in Soils*, The Importance of Chemical "speciation" in Environmantel Processes Springer- Verlag Berlin, Heidelberg'de, s: 169-192.
- Brussoard, L. (1998) Soil fauna, guilds, functional groups and ecosystem process, *Appl. Soil Ecol.*,9: 127–139.
- Carter, M.R. (2002) Soil quality for sustainable and management, *Agron. J.,Organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions*,94: 38–47.
- Cesur, A. (2019) *Havadaki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değişiminin İzlenmesinde Cupressus arizonica Yıllık Halkalarının Kullanılabilirliği*, Yüksek Lisans, Kastomonu Üniversitesi, Kastomonu, s:74.
- Chapman, R.S. (1973) Coincident and psoriasis in same vitiligothe individual, *Dermatol., Arch* 1973; 107: 776.
- Chugh, S., Dilawari, J.B., Sawhney, I.M.S., Dang, N., Radotra, B.D. ve Chawla, Y.K. (1993), *Gut* 1993; 34: 567-569.

Coşkun, N. (2010) *Fındık bahçelerinde toprak ve ürünlerdeki mikro element dağılımının ve aralarındaki korelasyonun incelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Balık, İ.H., Balık, K. S. ve Duyar, Ö. (2021) Fındıkta Bitki Besin Elementleri ile Verim ve Meyve Özellikleri Arasındaki İlişki , *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 7 (2): 189-199.

Çavuşoğlu, K.,Çakır, Ş.ve Kırındı, T. (2008) Kırıkkale ilinin çeşitli bölgelerinde yol kenarlarından toplanan *Pinus nigra* (j.f. arnold) subsp. *Nigra* var. *Caramanica* (loudon) rehder türündeki kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması, *Kütahya Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 11 Eylül 2006, ISSN-1302-3055.

Çelik, A., Kartal, A.A., Akdoğan, A. ve Kaksal, Y. (2004) Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L., *Environment International*, (31: 105-112).(Makale Baskıda)

Çiçek, A., Koparal, A.S., Karaçam, İ., Tuna, H. ve Tetik, N. (2001) *Accumulation Of Sulfur and Heavy Metals From Residential, Industrial and Traffic Activities in Some Plants and Soils*, *Air Quality Management*, Proceedings of the Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, September 25-28 2001, Regional and Global Scales, Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

Çiçek, A., Bektaş, Ö. H. ve Yıldız, Z. (2003) Eskişehir'de Trafik Kaynaklı Ağır Metallerin Ağaç Yapraklarında Birikimini İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi, *Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü VI. Ulusal Sempozyumu* 10-12 Eylül 2003, İzmir.

Devlet İstatistik Enstitüsü, (1995) Türkiye İstatistik Yılı, Ankara.

Doncheva, S., Nicolov, B. ve Ogneva V. (1996) 'Effect of copper excess on the morphology of the nucleus in maize root meristem cells', *Phsiol. Plantarum*, 96: 118-122.

Duru , M.E., Cakır, A. ve Harmandar, M. (2002) Composition Of The Volatile Oils Isolated From The Leaves Of *Liquidambar Orientalis* Mill. Var., *Orientalis And L. Orientalis*

Var. Integriloba From Turkey Flavour And Fragrance Journal Flavour Fragr, J:17:95-98.

Ebbs, S.D. ve Kochian, L.V.(1997) Toxicity of Zinc and Copper to Brassica Species: Implications for Phytoremediation, *Journal of Environmental Quality*, 26, 776- 781. DOI:10.2134/jeq1997.00472425002600030026x.

Efe, A. (1986) *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla ağacı) in *Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İstanbul.

Efe, A. (1987) *Liquidambar orientalis* Mill. (sığla ağacı)'in morfolojik ve palinolojik özellikleri üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakltesi Dergisi*, Seri A. Cilt 37(2), 84-114.

Gardiner, D. T. ve Miller, R. W. (2008) *Soils in Our Environment*, 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.

Gedikoğlu, İ., Kalınbacak, K., Yalçıklı, A. ve Yurdakul, İ. (1998) “*Bazı Ağır Metallerin Toprakten Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Buğday Yetiştirilerek Kalibrasyonu*”, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1997, Ankara, 1998.

Göçmen, B. (2010) Türkiye’deki Relikt Endemik Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill. var. Ve *L. orientalis* Mill. var. integriloba Fiori) Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin İzoenzimler ve RAPD (Rastgele Üretilen Polimorfik DNA) Belirteçleri Yardımıyla Saptanması, *Proje No: Tovag-1040529*.

Guner, İ. (2001) Muğla ve çevresindeki yerleşmelerin gelişmelerini etkileyen coğrafi faktörler, *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(4), s:105-132.

Günel, N. (1994) “*Liquidambar orientalis* (Anadolu Sığla Ağacı)’in Güneybatı Anadolu’daki Yayılışında Relief -İklim İlişkileri”, *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı 29, İstanbul, s: 175-190.

- Güneş, M. ve Çilali, E. (2018) Tokat-Amasya Karayolu Çevresinde Doğal Olarak Yetişen Kuşburnunda (*Rosa* Sp.) Mesafeye Bağlı Olarak Kirliliğin Belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)* Cilt:7, Say:3, Sayfa: 118-129.
- Harrison, R., Harrison, R.M. ve Chirgawi, M.B.(1989) The assessment of air and soil as contributors of some trace metals to vegetable plants, *Use of a filtered air growth cabinet*, Science of the Total Environment s: 83, 13-34.
- Hemerly, A. (2016) Genetic controls of biomass increase in sugarcane by association with beneficial nitrogen-fixing bacteria'',*In Plant and Animal Genome XXIV Conference*, Plant and Animal Genome, during month of January.
- Hill, A. F. (1952) *Economic Botany: A Textbook of Useful Plants and Products*, Vol. 2. New York, McGraw Hill, s:560.
- Huş, S. (1947) *Reçine ve Sığla Yağı Elde Etme Metotları*, Hüsnü Tabiat Basımevi, İstanbul, s:43-59.
- Huş, S. (1949) Sığla ağacının (*Liquidambar orientalis* Mill.) ormancılıkta önemi ve sığla yağının kimyasal araştırılması, T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı 83, Ankara, s:7-27.
- İkiel, C. (2004) *Muğla ilinin coğrafi özellikleri muğla kitabı içinde Muğla*, Printer Ofset Matbaacılık, s:15-25.
- İktüeren, Ş. ve Acar, İ. (1987) Sığla Ağacı'nın (*Liquidambar orientalis* Mill.) Doğal Yayılışı, Sığla Yağı Üretimi ve Pazarlaması, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Dergi Serisi*, Cilt 33, Sayı 2, No:66, s: 7-15.
- İstek, A. (1994) *Sığla Yağı (Storaks) 'nın Kimyasal Bileşenleri*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kabata Pendias, A. ve Pendias, A. (1979) Current problems in chemical degradation of soils, *paper presented at the Conf On Soil and Plant Analyses in Environment Protection*, Falenty/Warsaw, October 29,7.

- Kabata- Pendias, A. ve Pendias, H. (1992) *Trace Elements in Soils and Plants, and Edition* CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, London.
- Kabata-Pendias A & Mukherjee A B (2007) *Trace Elements from Soil to Human*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kabata -Pendias, A. (2011) *Trace Elements in Soils and Plants, 4'ed*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Kacar, B. (1995) *Toprak Analizleri, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara, s:705.
- Kacar, B. ve Ünal, A. (2008) *Bitki Analizleri*, Nobel Yayınları No: 1241.
- Kacar, B. ve Fox, R.L. (1966) *Boron status of some Turkish soils*, University of Ankara, Yearbook of The Faculty of Agriculture, Ankara, s: 9-11.
- Kacar, B., Katkat, A.V. ve Öztürk. Ş. (2010) *Bitki Fizyolojisi*, Nobel Yayın No: 848, Nobel Yayın, Ankara, s: 524-531.
- Kacar, B.ve Katkat, A.V. (1998) *Bitki Besleme*, Nobel Yayın No: 849,Yayın Dizisi:29: 975–591–834–5, Ankara, s:589.
- Kastori, R., Petrovic, N., & Arsenijevic-Maksimovic, I. (1997) Heavy metals and plants, In: R Kastori (Ed.), *Heavy Metals in the Environment, Institute of Field and Vegetable Crops*, Novi Sad, pp. 196-257
- Kayacık, H. (1981) *Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, II. Cilt, Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*, Dördüncü bası, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 2766/287, İstanbul, s:221.

- Khan, A.G., Kuek, C., Chaudhry, T.M., Khoo, C.S. ve Hayes, W.J. (2000) Role of Plants, Mycorrhizae and Phytochelators in Heavy Metal Contaminated Land Remediation, *Chemosphere*, 41, 197-207. DOI:10.1016/S0045-6535(99)00412-9.
- Kennedy, C.D. ve Gonsalves F.A.N. (1987) “*The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the transroot potential and efflux of excised Roots*”, *J.Exp. Bot.*, 38:800-817.
- Keleş, C. (2007) *Konya Şehir Merkezi Yol ve Parklarında*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keeney, D. R. ve Bremner, J. M. (1967) Determination of isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils, VI. *Mineralizable nitrogen Soil Sci., Soc. Am. Proc.*31: 34-39.
- Kıl, R. ve Paksoy, M. (2014) Organik ve inorganik gübrelerin karnabaharda bitki gelişimi ve verime etkisi, *10. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 2-4 Eylül, Tekirdağ.
- Kloke, A. (1982) *Erläuterungen zur klärschlammverordnung and wirtsch*, *Forsch, Soderhs*, 39: 302-308.
- Kloke, A., Sauerbeck, D. R. & Vetter, H. (1984) *The contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains, In Changing metal cycles and human health* , Springer, Berlin, Heidelberg, pp:113-141.
- Knudsen, D., Peterson, G.A. ve Pratt, P.F. (1982) *Lithium, sodium and potassium, Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, Agronomy Monograph No:9 (2.Ed.), ASA-SSSA, Madison-Wisconsin, USA, s:225-246.
- Koljonen, T. (1992) *Geochemical Atlas of Finland, Part 2: Till*, Geological Survey of Finland, Espoo, Finland, 218 pp.

- Kord, B., Mataji, A. and Babaie, S. (2010) Pine (*Pinus Eldarica* Medw.) Needles as Indicator for Heavy Metals Pollution, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 7, 79-84.
- Kratz, W. (1996) Heavy metals, PAH and PCB in scots pine needles, *Unweltwiss, Schadst-Forsch.*,8(3), 130. (CA 125:121950)
- Kurt, L. (2008) *Köyceğiz_Dalyan Ö.Ç.K. Bölgesinde Bulunan Anadolu Sığla Ağacı'nın (Liquidamar orientalis Mill.) Doğal Ortamında Korunması ve İzlenmesi*, Özel Çevre Koruma Kurumu.
- Lidon, F.C., Ramalho, J.C. ve Henriques, F.S. (1993) Copper inhibition of rice photosynthesis, *J Plant Physiol*, 142: 12–17.
- Lindberg, S. E., Meyers, T. P., Taylor, G. E., Turner, R. R. ve Schroeder, W. H. (1992) Atmosphere/surface exchange of mercury in a forest: Results of modeling and gradient approaches, *Journal of Geophysical Research*, 2519 -2528, s:97.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W. A. (1978) Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper, *SoilSci., Soc. Am. J.*, 42: 421- 428.
- Marschner, H.(1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, 13. Baskı, ISBN: 9780124735439, 863, London, s: 470-484.
- McCauley, A., Jones, C. ve Jacobsen, J. (2009) Nutrient Management, *Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service*, Publication, 4449-9, p: 1–16.
- McDowell, L.R. (1992) *Copper and Molybdenum in Cunha TJ (Ed). Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic Press Inc. San Diego., s:176-204,
- Mengel, K. ve Kirkby, E. A. (2001) *Principles of Plant Nutrition*, 5th Edition, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- Misra S G & Mani D (1991) *Soil pollution*, Ashish Publishing House, Punjabi Bagh, New Delhi, India.
- Monni, S., Uhlig, C., Hansen, E. ve Magel, E. (2001) Ecophysiological Responses of *Empetrum nigrum* To Heavy Metal Pollution, *Environmental Pollution* 112, 121-129.
- Moustakas, M., Lanaras, T., Symeonidis, L. ve Karataglis, S. (1994) Growth and some photosynthetic characteristics of field grown *Avena sativa* under copper and lead stress, *Photosynthetica*, 30:389–396.
- Munk, H. (1985) Ermittlung wirtschaftlich optimaler phosphatgaben auf löss undgeschiebelehm Boden auf der basis der CAL-Methode, *Planzenern, Ubodenkde*, 148: 193-213.
- Munzuroğlu, O. ve Geçkil, H. (2002) Effects of metal on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43, 203-213.
- Munzuroğlu, F.K. ve Zengin, Ö. (2004) Effects of lead (Pb^{+2}) and copper (Cu^{+2}) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17: 1-10.
- Niess, D.H. (1999) Microbial Heavy-Metal Resistance, *Applied Microbiology and Biotechnology* 51:730-750.
- O'Neill, P. (1993) *Environmental Chemistry*, Second edition, Chapman & Hall, London, s:268.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. (2001) *Toprak Bilimi*, 5. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, Adana.
- Özgüven, N. ve Katkat, A.V. (2002) Bursa İli Topraklarının Bitkiye Yararışlı Çinko Yönünden Genel Durumu, *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16:235-244.

- Özkahraman, İ. (1984) Anadolu Sığıla Ağacı Yok Oluyor, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Cilt 17, Sayı 194, s:16-19.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Şahin, Ö., Akgün, M., Ete, ö., Taşkın, B., Özcan, B. ve Aygün, A. (2017) Ordu ve Samsun Yörelerindeki Fındık Bahçelerinin Bor Beslenme Durumunun Belirlenmesi, *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1): 53-62.
- Elveren, M., Osma, E. ve Karakoyun, G. (2015) Erzincan'ın Farklı Bölgelerindeki Sarıçamların ((*Pinus sylvestris* L.) var. *hamata* Steven) Ağaç Bileşenlerinde ve Yetiştikleri Toprakta Mineral Elementlerin Birikimi, *CBÜ Fen Bil. Dergisi*, Cilt:11, Sayı: 2, ss: 119-126.
- Özmen, K.(2011) *Sığıla ağacının (Liquidambar orientalis Mill.) in vitro koşullarda çoğaltım özelliklerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, s:45.
- Öztürk M, Çelik A, Güvensen A, Hamzaoglu E. (2008) Ecology of tertiary relict endemic *Liquidambar orientalis* Mill. forests, *Forest Ecology and Management* Volume 256, Issue 4, Pages 510-518.
- Öztürkmen, A.R., Ramazanoğlu, E. ve Çiçek, İ.C. (2020) Şanlıurfa İli Suruç İlçesi Topraklarının Bazı Özellikleri ve Bitki Besin Elementi Kapsamlarının Belirlenmesi, *BEU Fen Bilimleri Dergisi*, 9(4), 1807-1815.
- Özyazıcı, A. M. ve Açıkbaş, S. (2020) İhlamur Ağacı (*Tilia rubra* subsp. *caucasica* (Rupr.) V.Engl.) Yapraklarının Yem Değeri Potansiyelinin Belirlenmesi, *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*: 4(3).
- Poschenrieder, C., Gunse, B. ve Barcelo, J. (1989) Influence of cadmium on water relations, stomatal resistance, and abscisic acid content in expanding bean leaves, *Plant Physiol* 90:1365–1371. doi:10. 1104/pp.90.4.1365.
- Plaster, E. J. (1992) *Soil Science and Management And Edition*, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Quzounidou, G., Elftheeriu, E. and Karaglis, S. (1992) Ecophysiological and ultrastructural effects of copper in *Thlaspi Ochroleucu* (Cruciferal), *Can. J. Bot.*, 70:947-957.

- Ramakrishnan. S. (2000) *Vadla V.M. Gogte Ayurvedik Pharmacology and Therapeutic Uses of Medical Plants, The Academic Team of Bharatava Vidya Bhavan's Vidya Bhavan's (SPARC) (Çev.) Mumbai.*
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Hartge, K.H. ve Schwertmann, U. (1984) *Lehrbuch der Bodenkunde*, F. Enke Verlag, Stuttgart, s:441.
- Six, J., Elliott, E.T ve Paustian, K. (2000) Soil structure and soil organic matter II. A. Normalized stability index the effect of mineralogy, *Soil Sci. Soc. Am.*, J.64:1042–1049.
- Somashekaraiah, B.V., Padmaja K. ve Prasad, A.R.K. (1992) '*Phytotoxicity of cadmium ions on germinating seedlings of mung bean (Phasalis vulgaris) involvement of lipid peroxides in chlorophyll degradation*' *Physiol, Plantarum*, 85:85-89.
- Suchodoller, A. (1967) Untersuchungen Uiber Den Bleigehalt Von Pflanzen In Der Nahe Von Strassen Und Uiber die Aufnahme und Translokation von Blei durch Pflanzen, *Ber. Schweiz Bot. Ges.* 77: s: 266-308.
- Sharma, P. ve Dubey, R.S. (2005) Lead toxicity in plants, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 35-52.
- Şahin, S. ve Cıgızoğlu, H. K. (2012). The sub-climate regions and the sub-precipitation regime regions in Turkey, *Journal of Hydrology* 451c,s:180-189.
- Şinik, E. (2011) *Edirne İlinde Bulunan Asit Karakterli Toprakların Bitki Besin Elementleri ve Bazı Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Toprak Bilim ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ, s: 60.
- Tatlıyer, A., Kamalak, A. ve Öztürk. (2019) Sandal Ağacı (*Arbutus andrachne*) Yapraklarının Potansiyel Besleme Değerinin Belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarmı ve Doğa Dergisi* 22(2), 315-321.

Tuna, A.L. ve Özer, Ö. (2005) Farklı Kalsiyum Bileşiklerinin Karpuz (*Citrullus lanatus*) Bitkisinde Verim, Beslenme ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(1):203-212.

Tunalier, Z., Öztürk, N., Koşar, M., Başer, K.H.C., Duman, H. ve Kırimer, N. (2002) Bazı Sideritis Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yönünden İncelenmesi, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, Eskişehir.

Thomas, G.W. (1982) *Exchangeable cations: In Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monography*, No:9, ASA. SSSA, Madison, WI.

Tok, H.H. (1997) *Çevre Kirliliği*, Anadolu Matbaacılık, İstanbul.

Topa, S.(1995) *Ankara Cadde Ağaçlarından Platanus orientalis L. da Ağır Metal Birikimi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tuğrul, D., Zengin, M., Karakaş, A., Erkan, H.T. ve Talu, H. (2010) *Tuzluluğa Dayanıklılığı Belirlenecek Bazı Kavak Tür ve Klonlarıyla Sulanabilir Tuzlu Toprakların Odun Üretimi Amacıyla Ağaçlandırılabilirliğinin Araştırılması*, TC Çevre ve Orman Bakanlığı. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 208, İzmit.

Uzuner, P. (2015) *Doğu Karadeniz Sahil Boyunca Camellia sinensis var. sinensis (L.) Kuntze (Çay)' de Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, s:104.

Ürker, O. ve Yalçın, S. (2011) Köyceğiz' de Biterse Dünya' da da Biter Sığla Ormanı, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayı 521, s:58-63.

Vanlı, Ö. ve Yazgan, M. (2008) Ağır Metallerde Kirlenmiş Toprakların Temizlenmesinde Fitoremediasyon Tekniği: [http:// www. Tarimsal. com](http://www.Tarimsal.com) (erişim tarihi: 15/05/ 2008)

Velioğlu, E., Kandemir, G., Tayanç, Y., Çengel, B., Alan, M. ve Kaya, Z. (2008) *Türkiye' de Sığla (Liquidambar orientalis Mill.) Populasyonlarının Genetik Yapısının Moleküler*

Belirteçlerle Belirlenmesi ve Koruma Stratejileri Geliştirilmesi, Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçlarını ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 20, Ankara.

Veselov, D., Kudoyarova, g., Symonyan, M. and Veselov, St. (2003) Effect Of Cadmium on Ion uptake, Transpiration and Cytokinin Content in Wheat Seedlings, *Bulgarian Journal of Plant Physiology, Spesical issue*, 353-359.

Vural, A. (2013) Assessment of Heavy Metal Accumulation in the Roadside Soil and Plants of Robinia pseudoacacia, in Gumushane, *Northeastern Turkey, Ekoloji*, 22, 1-10. DOI: 10.5053/ekoloji.2013.891

Walkley, A. ve Black, I.A. (1934) An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method, *Soil Sci.* 37:29-37.

Waters, W.E., Nesmith, J., Geraldson, C.M. ve Woltz, S.S. (1972) The Interpretation of Soluble Salt Tests and Soil Analysis by Different Produces, *Florida Flower Grower*, 1972, 9 (4): 1-10.

Yalçın, H. İ. (2014) *Muğla ili Datça ilçesi organik badem yetiştiriciliği yapılan alanların beslenme durumu*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, s:68.

Yaltırık, F. ve Efe, A. (2000) *Dendroloji-Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 4265, İstanbul.

Yan, X., Gao, D., Zhang, F., Zeng, C., Xiang, W. ve Zhang, M. (2013) Relationships Between Heavy Metal Concentrations in Roadside Topsoil and Distance to Road Edge Based on Field Observations in the Qinghai-Tibet Plateau, *China. Int. J. Environ. Res. Public Health*, 10:762- 775.

Yassoglou, N., Kosmas, C., Asimakopoulou, J. ve Kallianou, C. (1987) Heavy metal contamination of road side in the greater Athens area, *Environmental Pollution*, Volume 47 (4): 293-304.

Yavuzer, H. ve Osma, E. (2018) *Salix fragilis* L. (Gevrek Söğüt)'in Ağır Metal Kirlenmesinde Biyomonitör Olarak Değerlendirilmesi, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, Cilt: 7, Sayı:2, s: 122-129.

Yaylali-Abanuz, G. (2011) Heavy Metal Contamination of Surface Soil around Gebze Industrial Area, *Microchemical Journal, Turkey* 99, 82-92.

Yıldız, N. (2003)Toprak Kirletici Ağır Metaller Ve Toprak Bitki İlişkileri, *1. Ulusal Çevre Sempozyumu*, Erzurum, 1-3 Mayıs 2003, 573-582.

Zengin, K.F. ve Munzuroğlu, Ö. (2005) Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. Strike) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni^{+2} , CO^{+2} , CR^{+3} , ZN^{+2}) Etkileri, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1): 164-172.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad: F*t** *L*T*K*N

Doğum Yeri: M***a/M***s

Doğum Tarihi: 1*/0*/19**

Medeni Hali: Evli

Meslek: İnfaz ve Koruma Memuru

Yabancı Dili: İngilizce

Telefon: 053* 9** 1* *6

E-posta: f*t*a*l*t**n**@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise: Muğla Milas Yabancı Dil Ağırlıklı Lise

Önlisans: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Muğla Meslek Yüksekokulu Harita ve Kadastro Bölümü (2007-2009)

Lisans: Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (2011-2015)

İş Tecrübesi

- 1) Milas Kadastrounda stajla birlikte çalışma (2009-2010)
- 2) Denizli Bozkurt Kadın Açık ve Çocuk Eğitimevi Ceza İnfaz Kurumu, İnfaz ve Koruma Memuru (2010-2011)
- 3) Şanlıurfa E Tipi Kapalı Ceza İnfaz Kurumu, İnfaz ve Koruma Memuru (2011-2015)

- 4) Ceza İnfaz Kurumlarının İş Yurtları Bünyesinde Açmış olduğu standlarda görevli olmak (2010-2015)
- 5) Dalaman Açık Ceza İnfaz Kurumu, İnfaz ve Koruma Memuru (2016-)
- 6) Profesyonel Bitki Koruma Ürünleri Uygulayıcısı
- 7) Kurum için Global Gap (EUREPGAP) Sertifikası
- 8) İlaç Atımı ile İlgili Reçete Yazma Belgesi
- 9) İSG C Sınıfı Uzmanı

