



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORDU (FATSA) İLİNDE BULUNAN ALTIN MADENİ
ÇEVRESİNDEKİ BAZI BİTKİLERİN ANATOMİK VE
MİKROMORFOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

DENİZ YAPAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

ORDU 2023

TEZ BİLDİRİMİ

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

Deniz YAPAR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2023 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

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

ÖZET

ORDU (FATSA) İLİNDE BULUNAN ALTIN MADENİ ÇEVRESİNDEKİ BAZI BİTKİLERİN ANATOMİK VE MİKROMORFOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ

DENİZ YAPAR

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOLEKÜLER BİYOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 88 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: ÖZNUR ERGEN AKÇİN)

Bu çalışmada Ordu İli Fatsa İlçesinde bulunan altın madeni yatağının bittiği saha ile maden yatağına uzakta (1000 ± 50 m) bulunan sahadan seçilen otsu (*Elymus repens* L.), çalı (*Corylus avellana* L.) ve odunsu (*Castanea sativa* L.) formlarını temsil eden toplam 3 bitki türü madenden kaynaklı strese karşı yaprak ve yaprak saplarının anatomik ve mikromorfolojik özellikleri bakımından ayrıntılı incelenmiştir. Toplanan 3 bitki türüne ait örneklerin yaprak sapları ve yapraklarının morfolojik, mikromorfolojik ve anatomik özellikleri karşılaştırılmıştır. Ölçümler her bitki örneği için 3 tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Her yapraktan 15 ölçüm toplamda 45 ölçüm yapılmıştır.

Madenden kaynaklı strese bağlı olarak kirli bölgeden alınan bitkilerde yaprakların boy ve enlerinin daha küçük olduğu belirlenmiştir. *E.repens* türünde yaprak eninin anatomik ölçümlerinde üst epidermis en ve boy, alt kütikula en, yaprak en, floem çap, bulliform çap, yaprak ucu sklerankima en, yaprak ucu sklerankima boy, yaprak üst kısım sklerankima tabaka sayısı ve iletim demetlerinin kapladığı % alan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *Corylus avellana* yaprağında alt epidermis en, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri en ve boy, palizat parankimasının kapladığı % alan ve sünger parankimasının kapladığı % alan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak saplarının anatomik özelliklerine göre kollenkima çap, parankima çap, kollenkima tabaka sayısı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. *Castanea sativa* türünde ise üst kütikula en, alt epidermis en ve boy, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri boy, sünger parankiması hücreleri çap ve palizat parankiması hücrelerinin kapladığı % alan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak ve toprak örneklerinde siyanür analizi yapılmıştır. Madenin 1000 m uzaklığından alınan toprak örneklerinde $234.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ (0.2342 ppm) siyanür, kirli bölgedeki toprak örneklerinde ise $338.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ (0.3388 ppm) siyanür tespit edilmiştir.

İncelenen her üç türde de yaprak ve yaprak saplarının morfolojik, anatomik ve mikromorfolojik özelliklerinin çalışma alanlarına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişikliklerin madenden kaynaklı kirlilik (ağır metal, toz, siyanür) stresine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Altın madeni, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Elymus repens*, Kirlilik stresi, Siyanür, Yaprak ve Yaprak Sapı Anatomisi

ABSTRACT

ANATOMICAL AND MICROMORPHOLOGICAL INVESTIGATION OF SOME PLANTS AROUND THE GOLD MINE IN ORDU (FATSA) PROVINCE

DENİZ YAPAR

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MOLECULAR BIOLOGY AND GENETICS

MASTER THESIS, 88 PAGES

(SUPERVISOR: PROF. DR. ÖZNUR ERGEN AKÇİN)

In this study, a total of 3 plant species representing herbaceous (*Elymus repens* L.), shrub (*Corylus avellana* L.) and woody (*Castanea sativa* L.) forms selected from the site located at the end of the gold mine in Fatsa District of Ordu Province and the site located far from the mine (1000 ± 50 m) were examined in detail in terms of anatomical and micromorphological characteristics of leaves and petioles against mine-induced stress. The morphological, micromorphological and anatomical characteristics of the petioles and leaves of the collected samples of the 3 plant species were compared. Measurements were made in 3 replicates for each plant sample. 15 measurements were made from each leaf and 45 measurements were made in total.

It was determined that the length and width of the leaves were smaller in the plants taken from the polluted area due to the stress caused by the mine. In the anatomical measurements of leaf width in *E. repens* species, the parameters of upper epidermis width and length, lower cuticle width, leaf width, phloem diameter, bulliform diameter, leaf tip sclerenchyma width and length, number of upper leaf sclerenchyma layers and % area covered by vascular bundles were found statistically significant. The parameters of lower epidermis width, leaf width, mesophyll width, palisade parenchyma cells width and length, % area covered by palisade parenchyma and % area covered by spongy parenchyma were found statistically significant in *Corylus avellana* leaves. According to the anatomical characteristics of petioles, collenchyma diameter, parenchyma diameter, number of collenchyma layers were found statistically significant. In anatomical measurements of leaf width in *Castanea sativa* species, the parameters of upper cuticle width, lower epidermis width and length, leaf width, mesophyll width, palisade parenchyma cells length, spongy parenchyma cells diameter and % area covered by palisade parenchyma cells were found statistically significant. The parameters of sclerenchyma diameter, crystal diameter, number of crystals and % area covered by vascular bundles were found to be statistically significant. Leaf and soil samples were analyzed for cyanide. In soil samples taken from 1000 m away from the mine, $234.2 \mu\text{g}/\text{kg}$ (0.2342 ppm) cyanide was detected, while $338.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ (0.3388 ppm) cyanide was detected in soil samples from the polluted area.

It was determined that morphological, anatomical and micromorphological characteristics of leaves and petioles of all three species differed according to the study areas. These changes are thought to occur due to pollution (heavy metal, dust, cyanide) stress caused by the mine.

Keywords: *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, Cyanide, *Elymus repens*, Gold mine, Leaf and petiole anatomy, Pollution stress

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve tezimin yazımı esnasındaki değerli katkıları, yorumları, hoşgörü ve anlayışından dolayı danışman hocam Sayın Prof. Dr. Öznur ERGEN AKÇİN'e en içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarımın yürütülmesi aşamalarında değerli yorumlarıyla destek olan tez jüri üyelerim Sayın Prof. Dr. Tuğba ÖZBUCAK'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Kemal AKBULUT'a teşekkür ederim.

İstatiksel analizlerin yapılması ve yorumlanması aşamasında değerli bilgilerinden faydalandığım Sayın Dr. Yaşar AKÇİN'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım boyunca destek ve yardımcı olan Öğretim Görevlisi Sayın Şükran ÖZTÜRK ve Sayın Didem KARADENİZ'e teşekkür ederim.

Altın madenin bulunduğu köyde bitki ve toprak örneklerinin toplanmasında yardımcı olan Sayın Cevat ATAR'a teşekkür ederim.

Hem eğitimim hem de hayatım boyunca yanımda olan, maddi ve manevi tüm destek ve fedakarlığı gösteren değerli AİLEME yürekten teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarımda yalnız bırakmayan maddi ve manevi desteğini esirgemeyen değerli eşim Göktan YAPAR'a, varlıklarıyla bana huzur ve güç veren oğullarım Koray YAPAR ve Cemil Ege YAPAR'a yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın bir kısmı Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Biriminin B-2023 numaralı projesi ile desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bilgiler.....	4
1.1.1 Altın (Au).....	4
1.1.2 Siyanür (CN).....	4
1.1.3 Altının Siyanürde Çözünme Mekanizması.....	5
1.1.4. Ağır Metaller.....	6
1.1.5. Altın Madenciliğinde Siyanürün ve Ağır Metallerin Toksik Etkileri.....	6
1.1.6. Türkiye’de Altın Madenciliği.....	8
1.1.7 <i>Elymus repens</i> (Poaceae) Türünün Sistematığı.....	9
1.1.8 <i>Elymus repens</i> Türünün Genel Özellikleri.....	9
1.1.9 <i>Corylus avellana</i> (Betulaceae) Türünün Sistematığı.....	9
1.1.10 <i>Corylus avellana</i> Türünün Genel Özellikleri.....	10
1.1.11 <i>Castanea sativa</i> (Fagaceae) Türünün Sistematığı.....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1 Materyal.....	15
3.1.1 <i>Elymus repens</i> L.....	16
3.1.2 <i>Corylus avellana</i> L.....	17
3.1.3 <i>Castanea sativa</i>	18
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Morfolojik İnceleme Yöntemleri.....	19
3.2.2 Anatomik İnceleme Metotları.....	20
3.2.3 Mikromorfolojik İnceleme Metotları.....	22
3.2.4 İstatistiksel İnceleme Metotları.....	23
3.2.5 Kimyasal İnceleme Metotları.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
4.1 Morfolojik Özellikler ile İlgili Bulgular.....	24
4.1.1 <i>Elymus repens</i> Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları.....	24
4.1.2 <i>Corylus avellana</i> Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları.....	25
4.1.3 <i>Castanea sativa</i> Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları.....	26
4.2 Anatomik Özellikler ile İlgili Bulgular.....	29
4.2.1 <i>Elymus repens</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular.....	29
4.2.2 <i>Corylus avellana</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular.....	31

4.2.3 <i>Castanea sativa</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular	34
4.2.4 <i>Elymus repens</i> Türünün Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular	36
4.2.5 <i>Corylus avellana</i> 'nın Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular	44
4.2.6 <i>Castanea sativa</i> Türünün Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular.....	52
4.3 Kimyasal Özellikler ile İlgili Bulgular.....	60
4.3.1 Toprakta Siyanür Analizi	60
4.3.2 <i>Elymus repens</i> Yaprığında Siyanür Analizi	60
4.3.3 <i>Corylus avellana</i> Yaprığında Siyanür Analizi	60
4.3.4 <i>Castanea sativa</i> Yaprığında Siyanür Analizi	61
4.4 Mikromorfolojik Özellikler ile İlgili Bulgular	61
4.4.1 <i>Elymus repens</i> Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	62
4.4.2 <i>Elymus repens</i> Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	63
4.4.3 <i>Corylus avellana</i> Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	65
4.4.4 <i>Corylus avellana</i> Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	66
4.4.5 <i>Castanea sativa</i> Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	69
4.4.6 <i>Castanea sativa</i> Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları	70
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	73
6. KAYNAKLAR	82
ÖZGEÇMİŞ	88

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 2020 Verilerine Göre Türkiye’de Bulunan Aktif Altın Madenleri (Anonim, 2021)	8
Şekil 3.1 Kirli Bölgedeki Fındık Bahçesinden Genel Görünüş	15
Şekil 3.2 <i>Elymus repens</i> Türünün Genel Görünümü. A-Kontrol Bölge B- Kirli Bölge	16
Şekil 3.3 <i>Elymus repens</i> Türünün Türkiye’deki Dağılışı (Anonim, 2022).....	16
Şekil 3.4 <i>Corylus avellana</i> Türünün Genel Görünümü. A-Kontrol Bölge B- Kirli Bölge	17
Şekil 3.5 <i>Corylus avellana</i> Türünün Türkiyedeki Dağılımı (Anonim, 2022).....	17
Şekil 3.6 <i>Castanea sativa</i> Türünün Genel Görünümü A-Kontrol Bölge B-Kirli Bölge	18
Şekil 3.7 <i>Castanea sativa</i> Türünün Türkiyedeki Dağılımı (Anonim, 2022)	18
Şekil 3.8 Maden Sahasının Uydu Görüntüsü (Anonim, 2022)	19
Şekil 3.9 Maden Sahasının Genel Görünümü (Anonim, 2022).....	20
Şekil 3.10 SEM Çekimine Hazırlanan, Sabitlenmiş Altın Kaplamalı Numuneler	22
Şekil 4.1 <i>Elymus repens</i> A-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B- Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge	24
Şekil 4.2 <i>Corylus avellana</i> A-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge.....	25
Şekil 4.3 <i>Castanea sativa</i> A- Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge.....	26
Şekil 4.4 <i>Elymus repens</i> , Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge	30
Şekil 4.5 <i>Corylus avellana</i> , Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge.....	33
Şekil 4.6 <i>Castanea sativa</i> , Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge	35
Şekil 4.7 <i>Elymus repens</i> , Yaprak Enine A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge	39
Şekil 4.8 <i>Elymus repens</i> A-Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B-Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D-Yüzeysel Alt Kirli Bölge	40
Şekil 4.9 <i>Corylus avellana</i> A-Yaprak Eni Kontrol Bölge B-Yaprak Eni Kirli Bölge C-Orta Damar Kontrol Bölge D-Orta Damar Kirli Bölge	47
Şekil 4.10 <i>Corylus avellana</i> A- Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B- Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D-Yüzeysel Alt Kirli Bölge.....	48
Şekil 4.11 <i>Castanea sativa</i> A-Yaprak Enine Kontrol Bölge B-Yaprak Enine Kirli Bölge C-Yaprak Orta Damar Kontrol Bölge D- Yaprak Orta Damar Kirli Bölge	55
Şekil 4.12 <i>Castanea sativa</i> A-Yaprak Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B-Yaprak Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yaprak Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D- Yaprak Yüzeysel Alt Kirli Bölge.	56
Şekil 4.13 <i>Elymus repens</i> A, C, E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B, D, F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri.....	62
Şekil 4.14 <i>E. repens</i> A-C-E-G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B-D-F-H Kirli Bölge Yaprak SEM Görüntüleri.....	64
Şekil 4.15 <i>C. avellana</i> A-C-E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B-D-F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri.....	65
Şekil 4.16 <i>C. avellana</i> A, C, E, G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B, D, F, H Kirli Bölge Yaprak SEM Görüntüleri	67

Şekil 4.17 <i>C. avellana</i> A, C Kontrol Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri B, D Kirli Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri	68
Şekil 4.18 <i>C. sativa</i> A, C, E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B, D, F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri	69
Şekil 4.19 <i>C. sativa</i> A, C, E, G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B, D, F, H Kirli Bölge Yaprak SEM Görüntüleri	71
Şekil 4.20 <i>C. sativa</i> A-C Kontrol Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri B-D Kirli Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri	72

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 Üç Bitki Türünün Yaprak ve Yaprak Sapının Morfolojik Ölçümleri.....	27
Çizelge 4.2 <i>Elymus repens</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular.....	31
Çizelge 4.3 <i>Corylus avellana</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Ölçümleri.....	34
Çizelge 4.4 <i>Castanea sativa</i> Türünün Yaprak Sapının Anatomik Ölçümleri.....	36
Çizelge 4.5 <i>Elymus repens</i> Türünün Yaprak Eninin Anatomik Ölçümleri	41
Çizelge 4.6 <i>Elymus repens</i> Türünün Yaprak Üst ve Alt Yüzeylerine Ait Anatomik Ölçümler.....	42
Çizelge 4.7 <i>Corylus avellana</i> Türünün Yaprak Enine Ait Anatomik Ölçümler.....	49
Çizelge 4.8 <i>Corylus avellana</i> Türünün Yaprak Üst ve Alt Yüzeylerine Ait Anatomik Ölçümler.....	50
Çizelge 4.9 <i>Corylus avellana</i> Türünün Yaprak Orta Damarına Ait Anatomik Ölçümler.....	51
Çizelge 4.10 <i>Castanea sativa</i> Türünün Yaprak Eninin Anatomik Ölçümleri	57
Çizelge 4.11 <i>Castanea sativa</i> Türünün Yaprak Üst ve Yaprak Alt Yüzeysel Anatomik Ölçümleri.....	58
Çizelge 4.12 <i>Castanea sativa</i> Türünün Orta Damar Anatomik Ölçümleri.....	59
Çizelge 4.13 Toprakta Siyanür Analizi Sonuçları	60
Çizelge 4.14 <i>Elymus repens</i> Yaprığında Siyanür Analizi Sonuçları.....	60
Çizelge 4.15 <i>Corylus avellana</i> Yaprığında Siyanür Analizi Sonuçları.....	60
Çizelge 4.16 <i>Castanea sativa</i> Yaprığında siyanür analizi sonuçları.....	61

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

ae	: Alt epidermis
b	: Bulliform hücresi
cm	: Santimetre
e	: Epidermis
f	: Floem
gr	: Gram
id	: İletim demeti
k	: Kollenkima
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
kp	: Kloroplastlı parankime
kr	: Kristal
L	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
ml	: Milimetre
Mm	: Milimetre
NIS	: Nikon Imaging System-Elements Imaging Software 3.00 SP5
nm	: Nanometre
ö	: Öz hücreleri
öt	: Örtü tüyü
p	: Parankima, por
Pg	: Pikogram
pp	: Palizat parankiması
ppm	: Parts per million (Milyonda bir mikro)
s	: Stoma
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
si	: Silika hücresi
sk	: Sklerankima
sp	: Sünger parankiması
ss	: Standart Sapma
st	: Salgı tüyü
t	: Tüy, trake
tr	: Trake
üe	: Üst epidermis
µm	: Mikrometre
µg	: Mikrogram

1. GİRİŞ

Artan kentleşme ve sanayileşme, dünya çapında büyük miktarlarda toksik kirleticinin çevreye salınmasına yol açmıştır. Ağır metal ve kimyasal maddelerin yol açtığı kirlilik dünyada çok ciddi çevre sorunlarını meydana getirmektedir. Bu kirleticilerin bazıları doğal olarak ortaya çıkmaktadır, ancak antropojenik kaynaklar, özellikle endüstri çalışmaları, trafik yoğunluğu ve madencilik çevre kirliliğini oluşturan ana unsurlar haline gelmektedir (Akabzaa, 2000; Petelka ve ark., 2019). Maden çalışmaları buldukları çevrede biyoçeşitlilik kaynaklarının kaybına neden olan fiziksel ve habitat tahribatına yol açmaktadır. Madenden kaynaklı kirleticiler maden çevresindeki farklı ortamlarda birikmektedirler (Getaneh ve Alemayehu, 2006). Bu nedenle, maden sahaları çevredeki ekosistemler ve insan sağlığı için kalıcı bir toksikolojik sorundur (Franco-Hernandez ve ark., 2010). Maden kaynaklarının kullanımını su, atmosfer ve toprak üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır (Gonzalez ve ark., 2007). Maden sahaları genellikle cevherlerin işlenmesi ve madenlerin çevresindeki atıkların ve atık suların bertaraf edilmesinden kaynaklanan çeşitli ağır metallere kirlenmiştir (Grimalt ve ark., 1999; Donkor ve ark., 2005; Abdul-Wahab ve Marikar 2012). Bu ağır metaller çevresel ortama, özellikle suya, tortuya ve toprağa salınabilir (Franco-Hernandez ve ark., 2010; Abdul-Wahab ve Marikar, 2012). Litosferdeki fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki belirli değişikliklere göre, atıklardaki ağır metaller bitkilere ve hayvanlara taşınabilir, dağılabilir, birikebilir ve daha sonra nihai tüketici olarak insanlara besin zincirinde geçebilir (Crouse ve ark., 1983; Abdul-Wahab ve Marikar, 2012). Su, toprak ve biyotadaki ağır metal, kimyasal madde birikiminin başlıca kaynağı maden atıklarıdır (Ogundare ve ark., 2018). Endüstriyel ve küçük ölçekli madenciliğin yapılması toprakta, toprağın tabakalarını, yapısını, canlı flora ve faunasını ve besin döngülerini bozmaktadır. Madencilik faaliyetleri sonucu çok düşük organik madde içeren ince kayalar, kum, toz ve ağır metal (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Co, Hg gibi) içeren atıklar oluşmaktadır. Madencilik atıkları toprak verimliliğini azaltan geniş maden arazilerinin artmasına neden olmaktadır (Hilmi ve ark., 2018).

Küçük miktarlarda bulunan değerli bir metal olan altın madenciliği faaliyetleri geniş alanları kapsama eğilimindedir ve bu nedenle coğrafik olarak geniş bir alanda çevresel zarara yol açabilmektedir. Küçük miktarlarda altın elde etmek için büyük

miktarlarda cevherin çıkarılması gerektiğinden, altın madenciliği çevrenin bitki örtüsünü, su yapısını, jeolojik istikrarını ve çevredeki ekosistemleri bozabilmektedir. Altın madenciliği yeraltı sularının ve su sistemlerinin kirlenmesine yol açabilmektedir. Altın madenciliği, altının işlenmesinde kullanılan kimyasalların doğası ve miktarları nedeniyle zehirli atık yığınları oluşturabilmektedir. Ayrıca patlatma ve büyük araçların hareketinden kaynaklanan gürültü kirliliği de önemli problemlerden birisidir. Bir altın madeninin etrafındaki hava da kolayca kirlenebilir. Hem yeraltı hem de açık ocak madenlerinde toza maruz kalmak önemli bir sorundur. Bu toz çevredeki insanları, hayvanları ve bitkileri etkilemektedir (Abdul-Wahab ve Marikar, 2012).

Madencilik, mineral işleme ve metalürjik ekstraksiyon, altın madenciliği endüstrilerinin atık üreten üç temel faaliyetidir. Zenginleştirme olarak da bilinen mineral işleme, cevher minerallerini fiziksel, kimyasal ve bazen mikrobiyolojik teknikler kullanarak fiziksel olarak ayırmayı ve konsantre etmeyi amaçlar. Metalürjik ekstraksiyon, istenen elementi veya bileşiği geri kazanmak için cevher mineralindeki kristalografik bağları kırar (Lottermoser, 2007; Fashola, 2016). Bu faaliyet sırasında, özellikle çıkarılan cevherin %99'undan fazlasını çevreye atık olarak bırakan altın madenlerinde büyük miktarlarda atık üretilmektedir (Adler ve Rascher, 2007). Bu atıklar yüksek miktarda ağır metal içerirler. Bu metaller suya maruz kaldıklarında veya rüzgarla dağıldıklarında kontrolsüz bir şekilde çevreye sızarlar. Ağır metallerin ve diğer kimyasalların yüksek konsantrasyonları, doğada yok olmamaları ve besin maddelerindeki birikimi sonucunda çevre, insan ve diğer canlılar için tehlikeli hale gelmektedir. Bu tehlike de canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Singh, 2011; Fashola, 2016; Petelka ve ark., 2019).

Kimyasal maddelerin ve ağır metallerin bitkilerde fazla birikmesi, bitkiler için zararlı olabilir. Biriken birçok kimyasal madde bazı bitkilerde toksik etki yaratır bu durum da bitkinin büyümesinde, fizyolojisinde ve anatomisinde değişikliklere neden olabilmektedir (Ogundare ve ark., 2018). Kirleticilerin neden olduğu kimyasal stres, bitkilerde büyümeyi sınırlamakta ve ürün verim ve kalitesini düşürmektedir (Shanker ve ark., 2005). Enerji kaynaklarından olan fosil yakıt tüketimi çevreye farklı farklı kirleticiler salmaktadır. Yakıt olarak kömür kullanan santraller CO₂, HF, SO₂, NO_x ve uçucu kül gibi atıkları salarak havayı kirletmektedirler. Bu kirleticiler bitkilerde

yaprakların anatomilerinde ve işlevlerinde değişiklik göstermelerine neden olmaktadır (Verma ve ark., 2006).

Bitkiler, su, toprak ve hava kullanımı nedeniyle çevre koşullarının bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. Bitkilerde ağır metal birikimi, metal türüne, bitki türüne ve bitki dokularına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Co, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn gibi ağır metaller belli miktarlarda bitkinin normal büyümesi için önemlidir. Ancak çok yüksek seviyelerde zehirlidir ve bitkinin ölmesine neden olabilmektedir. Cd, Pb, Hg, Cr gibi ağır metaller ise bitkiler üzerinde son derece toksik etkileri olan ağır metaller arasında yer almaktadırlar (Temizer ve ark., 2018).

Toksik metallerle kirlenen çevresel matrislere (toprak, su, hava, biyom) insanlar gıda zinciri yoluyla soluyarak ya da yutarak maruz kalabilmektedirler. Bu gibi durumların olmaması ve toplum sağlığının güvenliği için kontamine alanlardan kirleticilerin ıslah edilmesi gerekmektedir (Patra ve ark., 2021).

Çevre ve doğal kaynakların kirlenmeye karşı korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi açısından son derece önemli olmakla birlikte kirlenmiş alanların temizlenmesi de mevcut çevre kirliliklerinin çözümünde büyük önem arz etmektedir. Toprak kirliliği açısından bakıldığında, ağır metaller ve kimyasalların en önemli kirlenme kaynakları arasında olduğu görülmektedir (Özay ve Mammadov, 2013). Kirli toprakları metal toplayıcı bitkiler kullanarak iyileştirme metodlarına fitoremediasyon denilmektedir. Bu işlemde bitkilerin organik veya inorganik maddeleri giderimi, akümüle etmesi, depolaması veya parçalaması gibi doğal yetenekleri avantaj olarak kullanılmaktadır (Meagher, 2000; Mcintyre, 2003; Özay ve Mammadov, 2013). Bu işlemde kullanılan bitkilere hiperakümülatör bitki denir. Hiperakümülatör bitkiler çok yüksek miktarlarda ağır metal ve kimyasal içeren topraklarda yaşayabilen ve bu maddeleri kökleri vasıtası ile alarak diğer dokularında biriktirebilen bitkilerdir. Bu bitkilerin bünyelerine aldıkları kimyasal miktarları birçok tür için toksik etki yaratmaktadır. Hiperakümülatör bitkiler kökleri ile yüksek miktarda kimyasal alıp gövde ve yapraklara ileterek orada biriktirirler (Rascio ve ark., 2011; Özbek, 2015). Günümüzde bu tip bitkilerin, kimyasallar ile kirlenmiş olan bölgelerin temizlenmesinde kullanılması önem kazanmaktadır. Yaklaşık 400 bitki türünün akümülatör özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bu özelliğe sahip bitkiler Asteraceae,

Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae, Violaceae ve Euphobiaceae familyasına ait türlerdir (Thompson, 1997; Özbek, 2015).

Çalışmamızda Ordu İli Fatsa İlçesinde bulunan altın madeni yatağının bittiği saha ile maden yatağına uzakta (1000 ± 50 m) bulunan sahadan seçilen otsu (*Elymus repens* L.), çalı (*Corylus avellana* L.) ve odunsu (*Castaena sativa* L.) formlarını temsil eden toplam 3 bitki türünün madenden kaynaklı strese karşı yaprak ve yaprak saplarının anatomik ve mikromorfolojik özellikleri bakımından ayrıntılı şekilde incelenmesi amaçlanmıştır. Böylece aynı türe ait bitki örneklerinin anatomik özellikleri belirlenerek, oluşan benzerlik ve farklılıklar karşılaştırılarak madenden (maden stresi, ağır metal, siyanür kullanımı) kaynaklı kirlenmenin bitkilere etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Poaceae, familyasına ait birçok tür fitoremediasyon işleminde kullanılmaktadır. Seçtiğimiz türlerden biri olan Poaceae familyasına ait *Elymus repens*, bölgede uygulanabilecek fitoremediasyon işlemi için uygunluğunun araştırılması da amaçlanmıştır.

1.1 Genel Bilgiler

1.1.1 Altın (Au)

Altın (Au) periyodik tabloda 1B grubunda yer alan geçiş metalidir. Metaller arasında en yüksek elektron ilgisine sahip olan metaldir (Özsoy, 2015). Fiziksel ve kimyasal yönden kararlıdır, havadan ve sudan etkilenmez, paslanmaz, kararma yapmaz ve matlaşmaz. Altın saf haldeyken yumuşaktır, tel ya da levha haline getirilebilmektedir. Altın en çok mücevharat yapımında, tıp ve elektronik alanında kullanılmaktadır (Koçan, 2021).

1.1.2 Siyanür (CN)

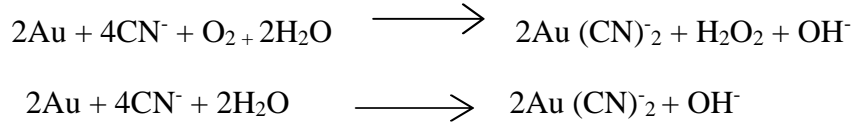
Siyanür, karbon ve azot'tan oluşan bir çeşit kimyasal olarak bilinmektedir. Siyanür bileşikleri doğal olarak bulunabildiği gibi insanlar tarafından da üretilmektedir (Koçan, 2021). Cevherlerden altının elde edilmesi ve siyanürün reaktif olarak maliyetinin ekonomik oluşu, siyanürün kullanılma nedenleri arasında yer almaktadır (Yılmaz ve ark., 2019). Öztürk (2018)' e göre siyanürün başlıca kaynağı hidrojen siyanür (HCN) ile hidrojen siyanürden üretilen, sodyum siyanür (NaCN), potasyum siyanür (KCN), kalsiyum siyanürdür ve hepsi siyanürizasyonda kullanılabilir (Akt., Koçan, 2021).

1.1.3 Altının Siyanürde Çözünme Mekanizması

Altın madenciliği endüstrisinin temel sorunu altının ana kayada çok küçük miktarlarda bulunması ve çözünmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum madencilik endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ve oldukça tehlikeli olan siyanür prosesi tekniğinin kullanımına yol açmaktadır. Siyanür prosesinde, ince öğütülen altın cevheri NaCN, KCN veya CaCN ile karıştırılarak, altının NaAu (CN)₂ gibi suda çözünebilen altın- siyanür kompleksi oluşturularak altının cevherden süzülmesi sağlanmaktadır (Abdalla ve ark., 2010).

Altın çok sıcak, derişik asitli ve bazlı çözeltilerde çözünmeyip, sıcaklığı yüksek kral suyu (3HCL + HNO₃) ve seyreltik sulu siyanür çözeltilerinde (NaCN-KCN) (100-500 ppm) çözünmektedir (Sarıkaya, 2018).

Siyanür kullanılarak altının çıkarılması ve elde edilmesine hidrometalurji, altının çözüldürülmesi aşamasına da liç işlemi denilmektedir (Porgo, 2015). Siyanürün altını nasıl çözebildiği araştırıldığında bunun elektrokimyasal bir reaksiyon sonucunda gerçekleştiği belirlenmiştir (Baş ve ark., 2013). Siyanür çözeltisinde altın çözüldükten sonra oluşan altın içerikli çözeltiye yüklü çözelti denmektedir. Bu çözeltide aşağıdaki reaksiyonlar meydana gelmektedir.



Yüklü çözeltinin pH'sının en az 10,5 olması gerektiği için çözeltiye kireç eklenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde pH 10'dan küçük olursa siyanür iyonları hidrolize olur ve çok zararlı hidrojen siyanür (HCN) gazı ortaya çıkar (Porgo, 2015).

Siyanürizasyon, altın cevherlerinden altını ayırştırmak için kullanılan kimyasal bir işlemdir (Koçan, 2021). Tabiatta bulunan her cevher kendine has özelliklere sahiptir. Her bir altın cevherinin siyanürizasyona karşı vereceği tepki de farklıdır (Koçan, 2021). Siyanür elde edilmesi işleminde Au ve Ag 'den başka, cevher içinde bulunabilen Cu, Ni, Zn, Fe mineralleri de metal siyanür kompleksleri vererek çözünebilmektedir. Bundan dolayı tesis atıkları serbest ve kompleks siyanür halinde 50-400 ppm arasında siyanür içerebilmektedir (Porgo, 2015). Zayıf siyanür kompleksleri siyanürün çinko ve kadmiyum gibi metallerle oluşturduğu bileşiklerdir. Bu bileşiklerin denge sabitleri küçüktür dolayısı ile sulu ortamda iyonlaşarak çevreyi

etkileyecek şekilde serbest siyanür konsantrasyonları meydana getirirler (Logsdon vd., 1999; Koçan, 2021). Kuvvetli siyanür bileşikleri, siyanürün altın, kobalt, demir ve gümüşle ile yaptığı bileşiklerdir. Bu bileşiklerin denge sabitleri çok büyüktür. Bu yüzden kuvvetli siyanür bileşikleri çok zor ayrışır (İpekoğlu ve Mordoğan, 1993).

Çevre için çok tehlikeli olan altın liç atıkları bozundurulmuş, yasal sınırlara indirilir. Avrupa Birliğine üye olan ülkelerde atıklardaki toplam siyanür derişimi 10 ppm'den az olmalıdır. Türkiye'de bu değer baz alınmaktadır (Yılmaz ve ark., 2019).

Altın madeni bulunan ülkelerde genel olarak siyanürlü atıkların açık arazilere boşaltma standartları 0.5-2.0 mg/litre toplam CN, içme suyu standardı 0.2 mg/litre toplam CN ve Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) standartlarına göre havada izin verilen en yüksek HCN derişimi 10 ppm'dir (İpekoğlu ve Mordoğan, 1993).

1.1.4. Ağır Metaller

Ağır metaller, kimyasal özellikleri ve biyolojik fonksiyonları bakımından çok çeşitli olan çok heterojen bir element grubu oluşturur. Ağır metaller bitkiler, hayvanlar ve insanlar üzerindeki toksik etkilerinden dolayı çevreyi kirleten maddeler sınıfında tutulmaktadır. Toprağın kirlenmesi, antropojenik olduğu kadar doğal faaliyetlerden de kaynaklanmaktadır. Madencilik, tarım gibi antropojenik faaliyetler, topraktaki Cd, Co, Cr, Pb, As ve Ni gibi ağır metallerin seviyelerini yerel olarak tehlikeli seviyelere çıkarabilmektedir. Ağır metaller doğada kalıcıdır, bu nedenle toprakta ve bitkilerde birikirler. Ağır metaller, bitkilerin fotosentez, gaz değişimi ve besin emilimi gibi fizyolojik aktivitelerine müdahale ederek bitki büyümesinde, kuru madde birikiminde ve verimde azalmalara neden olur. Ağır metaller ayrıca bitkilerdeki antioksidan seviyelerine müdahale eder ve ürünün besin değerini azaltır. Bitkilerin tüketilmesi yoluyla birçok ağır metalin besinle alınması insan sağlığı üzerinde uzun vadeli zararlı etkilere sahiptir (Sharma ve Agrawal, 2005).

1.1.5. Altın Madenciliğinde Siyanürün ve Ağır Metallerin Toksik Etkileri

Altın madenciliğinde siyanürleme yöntemi hidrojen siyanür emisyonuna, küresel ısınmaya ve düşük dereceli cevherlerin çıkarılması nedeniyle potansiyel bir ağır metal kaynağı olan büyük miktarlarda atık üretimine yol açmaktadır (Bambas-Nolen, 2013). Altının elde edilmesi işleminden sonra oluşan kompleks siyanür bileşikleri atık barajlarında veya havuzlarında biriktirilmektedir. Buradaki en önemli

problem, atık barajlarının zeminini oluşturan geçirimsiz tabakanın deprem, heyelan, kuraklık ve sel gibi doğal afetler sonucu bozulması ve atık siyanür çözeltilisinin toprağa, yer altı sularına, içme sularına karışabilmesidir. Böyle bir durumun meydana gelmemesi için siyanür derişiminin 5 pg N⁻/L (pikogram (pg)=10⁻¹² gram)'dan küçük olacak şekilde bozundurulması gerekmektedir (Koçan, 2021). Siyanürün bozundurulmasında serbest siyanür ve zayıf asitte ayrışabilen siyanürler kullanılmaktadır (Çelik ve ark., 1997).

Topraktaki siyanür kirliliğinin derecesi, siyanürün miktarına ve oluşan siyanürlü bileşimin yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Siyanürlerin çoğu çevrede Fe (CN)₆³⁻ ve Fe (CN)₆⁴⁻ kompleksleri olarak birirmektedir. Toksisiteleri düşüktür fakat toprağın ışık alan yerlerinde toksik ve uçucu serbest siyanürlere dönüşmektedirler (Jaszczak ve ark., 2017).

Serbest siyanürler en toksik siyanür türleridir (CN, HCN, NaCN, KCN, Ca (CN)₂). Madenciler, itfaiyeciler, metalurji işçileri, kimya ve galvanic endüstrisi siyanür zehirlenmesine maruz kalabilmektedirler (Jaszczak ve ark., 2017).

Altın madenlerinde siyanür ile altın çıkarılması insan sağlığı ve doğadaki diğer canlılar için çok ciddi tehdit oluşturmaktadır. Özellikle siyanür (CN)'ün gaz hali (HCN) zehirleyici özelliğindedir. Siyanür insan dokusunda siyanoza (derinin mavi renk alması) neden olarak hücrelerin oksijeni kullanmasına engel olmaktadır. Solunum sistemi giderek yavaşlar önlem alınmaz ise solunum sıklaşır, katılma, şuur kaybı ve boğulmaya neden olur. Maden sahasında çalışan işçilerin, sodyum siyanür tabletlerinin tesise gelişi, boşaltılması, taşınması ve depolanması gibi işlemlerde siyanüre maruz kalması kaçınılmaz olmaktadır (Porgo, 2015).

Yetişkin bir insan için serbest siyanürün tahmini öldürücü dozu 1.5 mg CN/kg vücut ağırlığıdır. 53 mg HCN/m³'ten itibaren şiddetli zehirlenme belirtileri gözlenmektedir. Siyanürün gıda ile yutulan öldürücü dozu tahmini 200-300 mg değeridir. Siyanüre uzun süre maruz kalmak halsizlik, hipotiroidizm, böbrek hasarı ve düşük yapma gibi çeşitli hastalıklara yol açabilmektedir (Jaszczak ve ark., 2017).

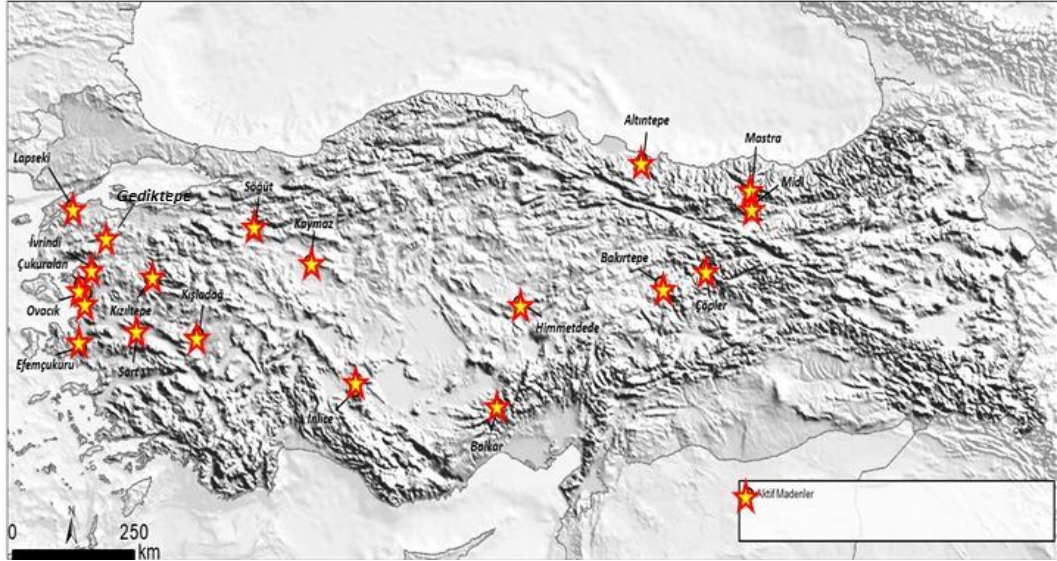
Siyanürün deri ile temasında, organizmanın %50'si için serbest siyanür öldürücü dozu 100 mg/kg vücut ağırlığıdır. Maden işçilerinde solunum yoluyla 100-300 ppm derişim aralığında HCN alımı 10-60 dakika içinde ölüme sebep olurken,

tankların üzerinde kalabilen düşük derişimdeki siyanür ise baş ağrısı yapabilmektedir (İpekoğlu ve Mordoğan, 1993).

Altın madenciliği yapılan topraklarda ağır metal içeriğinin yükselmesi, bitkiler üzerinde büyüme ve fotosentezin engellenmesi, kloroz, su dengesinin değişmesi, besin asimilasyonu ve sonunda da bitki ölümine neden olan yaşlanma indüksiyonu gibi yaygın toksik etkiler meydana getirmektedir. Bütün bu etkilerin bitkinin doku ve hücrelerinde biyokimyasal ve moleküler değişiklikler yapmasının yanı sıra, ağır metal varlığı bitkinin anatomik yapısını da etkilemektedir (Hilmi ve ark., 2018).

1.1.6. Türkiye’de Altın Madenciliği

Dünya üzerinde 80 ülkede yaklaşık 900 tane altın-gümüş madeni bulunmaktadır. Türkiye’de 2022 yılı verilerine göre 19 altın madeninde aktif olarak altın üretimi yapılmaktadır (Şekil 1.1). Dünya altın üretiminde Türkiye 2020 yılında ürettiği 42 ton ile 22. sırada yer almaktadır. Türkiye’nin dünya altın üretimindeki payı % 1.2 düzeyindedir (Köse, 2021; Anonim, 2022).



Şekil 1.1 2020 Verilerine Göre Türkiye’de Bulunan Aktif Altın Madenleri (Anonim, 2021)

Ordu – Fatsa’da 2015 yılında 2 bin dönümlük arazi üzerine kurulan Altın Madeni, Ordu ilinin yaklaşık 40 km batısında, Fatsa ilçesinin 12,5 km güneybatısında, Fatsa ilçesi Yukarıbahçeler mevkiinde yıllık 4.8 ton üretim miktarı ile faaliyet göstermektedir. Açık ocak ve yığın liçi yöntemi ile işletmecilik yapılan madende toplam 220 kişi istihdam etmektedir (Anonim, 2020).

Madenin bulunduğu Fatsa ilçesinin düzlük kısımları ince kum ve killi topraktan oluşmuş olup, yeraltı suyu ihtiva etmektedir. Yamaçlarda ise üst tabaka 1,5-2 m'ye kadar kil ve nebati örtü, taban ise çatlaklı mavi kalkerden oluşmaktadır. Fatsa'da tipik Karadeniz iklimi hâkim olup kışları ılık, yazları ise bunaltıcı olmayan sıcak hava ile geçmektedir (Anonim, 2022).

1.1.7 *Elymus repens* (Poaceae) Türünün Sistematığı

Alem (Kingdom): Plantae
Bölüm (Division): Magnoliophyta
Sınıf (Class): Liliopsida
Takım (Order): Poales
Aile (Family): Poaceae
Cins (Genus): *Elymus* L.
Tür: *Elymus repens* (L.) Gould (Ayrık Otu)

1.1.8 *Elymus repens* Türünün Genel Özellikleri

Elymus repens Poaceae familyasına ait çok yıllık bir türdür. *Elymus* cinsi Dünya'da yaklaşık 50 tür ile Türkiye'de ise 19 tür ile temsil edilmektedir. Türün birçok sinonimi bulunmakla beraber en fazla bilinenleri *Agropyron repens* (L.) P. Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Devs. ex Nevski ve *Triticum repens* L. dir. Tür ülkemizde 'ayrık otu' isimleri ile bilinmektedir.

E. repens tarımsal faaliyetler sebebiyle insanlarla yakından ilişkili kozmopolit bir türdür. Dünya üzerindeki istilacı bitki türlerinden biri sayılmaktadır. Bataklık alanlarda, tuzlu, kirli veya aşırı kuru alanlarda yayılış gösterebilen türün adaptasyon yeteneği yüksektir. Tür ayrıca eğimli ve kumlu toprağı stabilize etmek için yetiştirilmektedir (Meng ve Mao 2013).

1.1.9 *Corylus avellana* (Betulaceae) Türünün Sistematığı

Alem (Kingdom): Plantae
Bölüm (Division): Magnoliophyt
Sınıf (Class): Magnoliopsida
Takım (Order): Fagales
Aile (Family): Betulaceae
Cins (Genus): *Corylus* L.
Tür: *Corylus avellana* (Adi Fındık)

1.1.10 *Corylus avellana* Türünün Genel Özellikleri

Davis (1982), Türkiyede yayılış gösteren *Corylus* L. cinsini Corylaceae familyasına, Güner ve ark., (2012) ise Betulaceae familyasına dahil etmektedirler. *Corylus* cinsi çok yıllık, çalı formundaki bitkilerdir. Cins Türkiye’de *Corylus avellana* L., *Corylus colurna* L. ve *Corylus maxima* Mill. türleri ile temsil edilmektedir. *Corylus avellana* türünün fındıkları Avrupa, Türkiye, İran ve Kafkasya’da yetiştirilebilmektedir (Akçin, 2019).

C. avellana boyu en fazla 5 metre, ortalama boyu 3 metre, yazın yapraklı ve kış aylarında yaprak döken bir ağaçtır. Basit yapraklı ve yaprak kenarları çift dişlidir (Yıldız ve Aktoklu 2012). *Corylus* türlerinin meyvesi için kültürü yapılmaktadır Fındık meyvesi iyi bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Bedensel ve zihinsel yorgunluğu azaltır, bedeni güçlendirir Fındık, protein, lif, fitokimyasal ve doymamış yağ asitleri içermektedir. Aynı zamanda kalsiyum, selenyum, magnezyum gibi mikro besinler barındırır (Anonim, 2022).

1.1.11 *Castanea sativa* (Fagaceae) Türünün Sistematığı

Alem (Kingdom): Plantae
Bölüm (Division): Magnoliophy
Sınıf (Class): Magnoliopsida
Takım (Order): Fagales
Aile (Family): Fagaceae
Cins (Genus): *Castanea* Miller
Tür: *Castanea sativa* Miller (Kestane)

1.1.12 *Castanea sativa* Türünün Genel Özellikleri

Castanea sativa Miller, genellikle haziran ayında çiçek açan bir ağaç türüdür. Yaprak döken ve 30 m kadar boylanabilen ağaçlardır. *C. sativa* (kestane), Kuzey Anadolu ve Marmara Bölgesinde karışık ormanlarda, Ege Bölgesinde ise lokal olarak bulunmaktadır (Yıldız ve Aktoklu, 2012)

Türün çiçekleri bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonileri için önemli polen ve nektar kaynaklarından biridir. Türkiye’de ağırlıklı olarak Karadeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde yerli ve kültür formlarında yetişen tür aynı zamanda önemli bir tarımsal üründür. Kestane, tabiatta tamamen doğal olarak yetiştirilen, tarımsal ilaç, suni gübre içermeyen organik bir üründür. Taze kestane başta nişasta ve çeşitli şekerler olmak üzere iyi kalitede sindirilebilen lifli maddeler, protein, düşük oranda yağ, çeşitli mineral maddeler, B1, B2 ve C vitaminlerini içermektedir (Anonim, 2022).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Robitaille (1981), *Abies balsamea* (L.) Mill balsam köknarının yıllık halkalarında ağır metal (Pb, Cu, Zn) birikimini araştırmıştır. Kirli orman alanları ve kirlenmemiş (kontrol) orman alanlarında yetişen türleri karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda kirlenmemiş bölgede metal birikiminde eski halkalardan genç halkalara doğru kademeli bir azalma olduğu, kirli bölgedeki genç halkalarda ise kademeli bir artış ve yıllık halkaların büyümesinde belirgin bir azalma olduğu sonucuna varmıştır.

Siegel ve ark., (1987) İtalya- Toskana yakınlarında bulunan eski maden alanı yakınından ve uzağından tür ve biyolojik farklılık gösteren altı yaygın bitki türü örneklerinde bitki/toprak Hg konsantrasyon oranı ile toprak Hg ilişkisini araştırmışlar ve madene yakın bitkilerdeki bitki/toprak Hg konsantrasyon oranı ile toprak Hg ilişkisinin dikkate değer bir benzerlik gösterdiğini, madenden uzakta bulunan bitki/toprak Hg konsantrasyon oranı ile toprak Hg ilişkisinin bitkilere göre farklılıklar gösterdiğini saptamışlardır.

Tripathy ve Patnaik (1994), açık maden ocağına meydana gelen yüksek düzeydeki gürültünün etkilerini araştırmışlar ve çalışma sonucunda yüksek gürültünün sinirlilik, verim düşmesi ve fizyolojik bozukluklara neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Wray (1998), altın madenciliği işleme faaliyetlerinin etkisini araştırmak için maden yakınındaki akarsu çökellerinin jeokimyasal bir çalışmasını yapmıştır. Jeokimyasal analiz, Mo, Sb, Te, Bi, As, Pb, Cu ve Zn' elementlerinin tümünün atık sahasının alt kısmında bulunan akarsu çökellerinde yüksek seviyelerde bulunduğunu göstermiştir.

Ogola ve ark., (2002)'nin Kenya Migori Altın sahaları üzerinde yaptıkları araştırmada Hg, Pb ve As ağır metal konsantrasyonlarının kabul edilebilir seviyelerin çok üzerinde olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle civanın çevrede uzun kalabilme süresinden ve altının birleşmesi için kullanılan civa miktarı fazla olduğundan dolayı madencilerin sağlığında tehdit oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Gemici ve ark., (2008) sodyum siyanürün *Triticum durum* Desf. cv. "Altar" ve *Triticum aestivum* L. cv. "Cumhuriyet" bitkilerinin gövde, yaprak ve tane verimlerinin morfolojilerine etkisi üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar sodyum siyanür

konsantrasyonlarının artmasıyla bitki boyunun kısaldığını, bitkinin morfolojik ve anatomik yapısında anormallikler ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Szczepaniak, (2009) *Elymus repens* (çim) yapraklarının kuraklık koşullarına tepkileri üzerine anatomik, fizyolojik ve biyokimyasal yönden çalışmalar yapmıştır. Çalışmalar sonucunda yaprağın anatomik yapısının farklı sıcaklık ve su koşullarına göre değiştiğini göstermiştir.

Hidayatı ve ark., (2009) Endonezya’da bulunan iki altın madeni alanı içerisindeki nehir ve çeltik tarlaları gibi sulak alanlarda ağır metal kontaminasyonu üzerine araştırmalar yapmışlardır. Küçük ölçekli madenin etrafındaki nehirler, göletler ve çeltik tarlalarının yüksek seviyelerde civa ile kirlendiği, büyük ölçekli madenin çevresinde bulunan nehirlerin ise siyanür ile kirlenmiş olduğu sonucuna varmışlardır.

Abdul-Wahab ve Marikar, (2012) Umman’daki altın madeni tesisi alanındaki akarsu sularından, topraklardan, mahsul bitkilerinden örnekler toplayıp içerdikleri ağır metal konsantrasyonlarıyla ilgili çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda asit buharlaştırma havuzundaki suda yüksek konsantrasyonda demir (Fe), düşük konsantrasyonda çinko (Zn), vanadium (V), aliminyum (Al); madene yakın çöl bitki türlerinde de yüksek konsantrasyonda ağır metaller (Mn, Al, Ni, Fe, Cr, V) tespit etmişlerdir. Kontrol bitkilerinde ise ağır metallerin çok düşük konsantrasyonda bulunduğunu belirtmişlerdir.

Silva ve ark., (2016) *Brassica oleracea* L., *Raphanus sativus* L., *Brassica juncea* (L.) Czern. türlerinin tohumlarını, farklı konsantrasyonlarda sodyum arsenat çözeltilisine tabi tutarak, arseniğin büyüme üzerinde morfolojik ve anatomik etkilerini araştırmışlardır. *Brassica oleracea* ile *Raphanus sativus*’un köklerinde ve sürgünlerinde büyümede azalma gözlemlendiğini, *Brassica juncea*’nın yaprak kanadı doku hücrelerinde hipertrofi, çökme meydana geldiğini ve tüm türlerin köklerinde hücre hipertrofisi, protoplast retraksiyonu, hücresel plazmoliz ve nekrotik oluşumlar gibi anatomik değişiklikler görüldüğünü, *Brassica oleracea* ve *Brassica juncea*’nın kök silindir çapında ve epidermal hücrelerinin yüksekliğinde değişiklik meydana geldiğini saptamışlardır.

Radojevic ve ark., (2017) Sırbistan’da bulunan bakır yataklarının işletilmesinden kaynaklanan çevre kirliliğini araştırmışlardır. Bakır madeni çevresinde doğal olarak bulunan ve kirlilikten etkilendiği düşünülen *Corylus* spp. bitkisi, maden atıklarının bulunduğu 12 sahadan örnekler alınarak incelenmiştir. Alınan örnekler As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metallerin bitki tarafından, topraktan, havadan alımı ve bitkide birikimi açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak toprakta en fazla bulunan elementlerin As, Cu olduğu ve bitkinin kök, dal, yapraklarında zamanla element miktarının arttığı görülmüştür. Ayrıca element konsantrasyonları, yıkanmamış ve yıkanmış yapraklarda, madenden uzaktaki ve yakındaki alanlardan alınan bitki ve toprak numunelerindeki kirlilik yüklerinin de farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

Hamim ve ark., (2017) su kültüründe yetiştirilen beş adet *Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw, bitki çeşidine 2 hafta boyunca farklı konsantrasyonlarda altın madenciliği endüstrisinden gelen atık suları vererek sürgün ile kök gelişimini anatomik ve fizyolojik olarak analiz etmişlerdir. Atık su uygulamaları sürgün büyümesinin azalmasına, yaprak sararmasına, kök hücrelerinin dejener olmasına neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bitkilerde malondialdehit içeriğinde 4 kata kadar artış olduğu, bitkilerin klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarının önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir.

Temizer ve ark., (2018) Karadeniz Bölgesi’nin Giresun ilinden toplanan kestane balı örneklerinin kalitelerini belirlemek için ağır metal içeriklerini incelemişlerdir. İncelenen bal örneklerinin Al, Ca, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, Rb, Zn ağır metalleri ile kontamine olduğu, bir numunede Cd ve Cs ile kontaminasyon olduğu, bir başka numunede Pb ile kontaminasyon olduğu fakat Te, Tl ve U’ a hiç rastlamadıklarını tespit ederek, balın bir besin kaynağı olarak çevre kirliliğinden etkilendiğini göstermişlerdir.

Gafur ve ark., (2018) Endonezya’nın Gorontalo kentinde bulunan altın madenin faaliyetleri sonucu ağır metallere kirlenen ve halkın içme suyu olarak da kullandığı Bone Nehri’nin As kirliliğini analiz etmek için nehirden su ve tortu örnekleri toplamışlardır. Analiz sonucunda sudaki As, Hg ve Pb konsantrasyonları Bone nehir suyunun içme veya yemek pişirmek için güvenli olmadığını ve Dünya

Sağlık Örgütü tarafından tanımlanan içme suyunun güvenli sınırlarını 1000 ile 10.000 kat aşmış olduğunu belirtmişlerdir.

Korotchenko ve ark., (2020) altın madenciliğinde oluşan kirliliğin *Betula platyphylla* Sukaczew (Betulaceae) ve *Populus tremula* L. türlerinin (Salicaceae) yapraklarının gelişimine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, yapraklarda dalgalı asimetrinin kirlilik etkisi altında arttığını gözlemlemişlerdir.

Patra ve ark., (2021) Poaceae familyasının fitoremediasyon potansiyellerini araştırmışlardır. Araştırmacılar bu bitkilerin yüksek biyokütle ile yetiştirilmeleri kolay, hızlı büyümeleri ve toksik ortama toleranslı olmaları nedenleriyle kontamine olmuş alanların temizlenmesinde etkili olduklarını bunu da rizosferik bölgelerinde toksik metal biriktirerek yaptıklarını görmüşlerdir. Bitkilerde ağır metallerin, büyüme geriliği, klorofil bozunması, fotosentetik performansta azalma gibi birçok fizyolojik bozulmayı tetiklediğini belirtmişlerdir.

Fazlıoğlu ve ark., (2021) Cu, Pb, Zn maden sahasında ve madenden uzakta bulunan tarım sahalarındaki bitki türlerinde fonksiyonel çeşitlilik üzerine araştırma yapmışlardır. Madenden uzaktaki yüksek toprak verimliliğine sahip tarım sahasındaki fonksiyonel çeşitliliğin, tür çeşitliliği yüksek olan stresli maden sahasına göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Kirli bölgede ve kirli bölgeden 1000±50 m uzaklıkta bulunan kontrol bölgesinde bulunan *Elymus repens*, *Corylus avellana* ve *Castanea sativa* türleri fındık bahçesinden toplanmıştır. Kirli bölgede *E. repens* ve *Castanea sativa* türleri seyrek olarak bulunmaktadır. Bu bölgedeki bitkilerin yapraklarının tozla kaplı olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol bölgesinde *E. repens* türünün geniş yayılım gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 3.1).



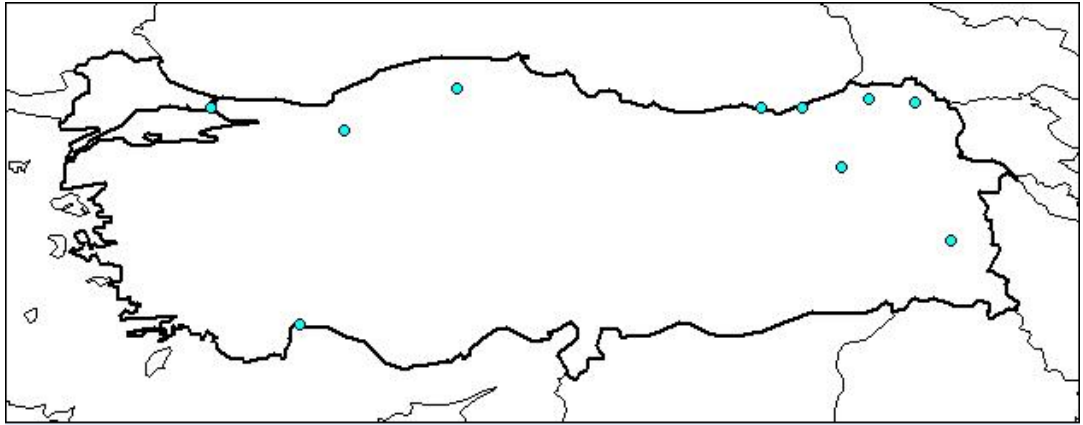
Şekil 3.1 Kirli Bölgedeki Fındık Bahçesinden Genel Görünüş

3.1.1 *Elymus repens* L.

Elymus repens (L.) Gould, Poaceae familyasına ait, deniz seviyesinden 2350m'ye kadar olan yükseltilerde yayılış gösterebilen, bataklık alanlarda, erozyona uğramış bölgelerde, kayalık yamaçlarda, steplerde ve yol kenarlarında yetişebilen çok yıllık otsu bir bitkidir (Şekil 3.2). Türün çiçeklenme zamanı Haziran-Ağustos aylarıdır. Dünya'da Kuzey, Batı ve Orta Avrupa, Akdeniz, Kafkasya, Kırım, İran, Afganistan ve Orta Asya'da, Türkiye'de ise Kuzeybatı, Kuzeydoğu, Doğu ve Güney Anadolu'da yayılış gösteren bir türdür (Bakis ve ark., 2011) (Şekil 3.3).



Şekil 3.2 *Elymus repens* Türünün Genel Görünümü. A-Kontrol Bölge B- Kirlili Bölge



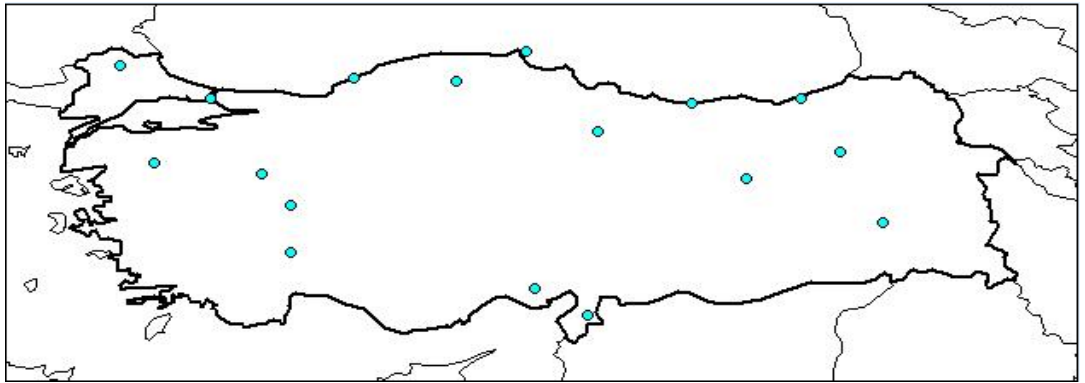
Şekil 3.3 *Elymus repens* Türünün Türkiye'deki Dağılışı (Anonim, 2022)

3.1.2 *Corylus avellana* L.

Corylus avellana L. (Betulaceae), 20m ile 1700m yükseklik arasında, yaprak dökken geniş yapraklı ormanlarda veya karışık ormanlarda yetişebilen çok yıllık çalı formunda bir bitkidir (Şekil 3.4). Dünyada Avrupa, Kafkasya ve Kuzeybatı İran'da, Türkiye'de ise genellikle Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren bir bitkidir (Bakis ve ark., 2011) (Şekil 3.5). Türün basit, yuvarlak olan yapraklarının kenarları çift dişli, ucu sivridir. Çiçekler yapraklardan önce açar. Bir evciklidir. Erkek çiçekler kedicik şeklinde 5–12 cm uzunluğunda, dişi çiçekler çok küçük, 1–3 mm uzunluğunda kırmızı renklidir. Meyve nuks şeklindedir. Ortalama 1-3 cm uzunluğunda 1–2 cm çapındadır.



Şekil 3.4 *Corylus avellana* Türünün Genel Görünümü. A-Kontrol Bölge B- Kirlili Bölge



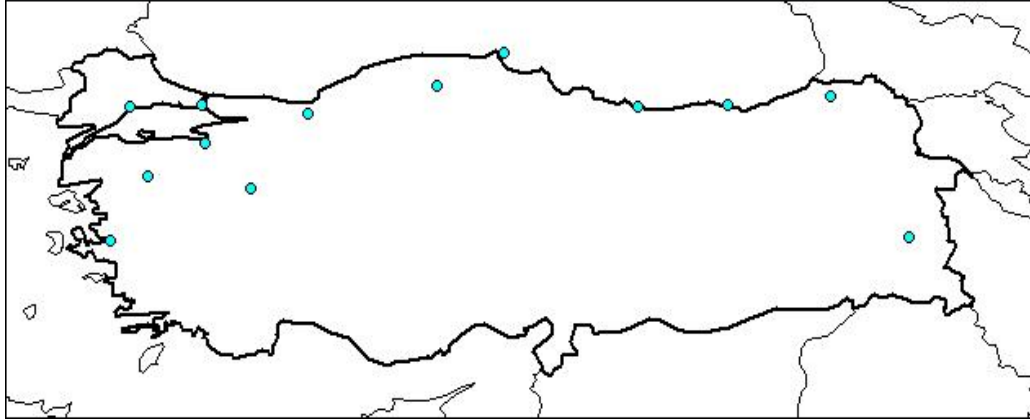
Şekil 3.5 *Corylus avellana* Türünün Türkiye'deki Dağılımı (Anonim, 2022)

3.1.3 *Castanea sativa*

Castanea sativa Mill, 30m ile 1500m yükseklikte, iyi sulanan, yaprak dökken ve karışık ormanlarda yetişebilen çok yıllık ağaç formunda bir bitkidir (Şekil 3.6). Dünya’da Kafkasya, Güney, Kuzey, Batı ve Orta Avrupa’da, Türkiye’de ise Kuzey, Güney ve Batı Anadolu’da dağılım gösteren endemik olmayan bir türdür (Bakis ve ark., 2011) (Şekil 3.7).



Şekil 3.6 *Castanea sativa* Türünün Genel Görünümü A-Kontrol Bölge B-Kirli Bölge



Şekil 3.7 *Castanea sativa* Türünün Türkiye’deki Dağılımı (Anonim, 2022)

3.2 Yöntem

3.2.1 Morfolojik İnceleme Yöntemleri

Çalışmamız Ordu İli Fatsa İlçesi Aşağı Bahçeler ile Yukarı Bahçeler ve Tepeköy Mahalleri arasında bulunan altın madeni yatağının bittiği saha ve çevresinde 2020-2022 yılları arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8, Şekil 3.9). Maden yatağının bittiği (kirli) ve maden yatağından belirli uzaklıkta (1000 ± 50 m) (kontrol), bulunan otsu (*Elymus repens*), çalı (*Corylus avellana*) ve odunsu (*Castanea sativa*) formda olan 3 bitki türü belirlenerek yapraklarından örnekler toplanmıştır. Bitkilerin bir kısmı herbaryum tekniklerine uygun bir şekilde kurutulmuştur. Her iki araştırma alanından toplanan bitkiler morfolojik, mikromorfolojik ve anatomik olarak incelenmiştir. Ölçümler her bitki örneği için 3 tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Her yapraktan 15 ölçüm toplamda 45 ölçüm yapılmıştır.



Şekil 3.8 Maden Sahasının Uydu Görüntüsü (Anonim, 2022)



Şekil 3.9 Maden Sahasının Genel Görünümü (Anonim, 2022)

3.2.2 Anatomik İnceleme Metotları

Elymus repens, *Corylyus avellana* ve *Castanea sativa* bitkilerinin yapraklarından alınan örnekler %70'lik alkolde tespit edilmiş ve örneklerden el yardımıyla kesitler alınmıştır. Alınan kesitler gliserin jelatin metodu kullanılarak daimî preparat haline getirilmiştir (Vardar 1982). Daimî preparat haline getirilen preparatlar hem fotoğraf çekimlerinde hem de hücre sayımlarında kullanılmıştır. Anatomik incelemelerde temiz ve kirli bölgelere ait örneklerin yaprak kesitlerinde epidermis ve stoma hücrelerinin en ve boyları ile mezofil tabakasının kalınlığı, yaprak kalınlığı, palizat ve sünger parankimasının ebatları ve kapladıkları alanlar, iletim demetlerinin boyutları, tüy uzunlukları NIS (Nikon Imaging System-Elements Imaging Software 3.00 SP5) program kullanılarak ölçülmüştür. Her bitki taksonu için ölçümler üç tekerrürlü, her yapraktan 15 toplam 45 ölçüm olacak şekilde yapılmıştır.

Bitkilerin anatomik çekimleri için önce geçici preparatlara boyama işlemi yapılmıştır. Boyanın hazırlanmasında ilk olarak kristal halde bulunan safranin O ($C_{20}H_{19}ClN_4$) boyası, her 100 ml %50'lik etanol çözeltisi için 1 gr (%1'lik) olacak şekilde ve kristal halde bulunan fast-green FCF ($C_{37}H_{54}N_3Na_2O_{30}S_3$) boyası, her 100 ml %96'lık etanol çözeltisi için 0,2 gr (%0.2'lik) olacak şekilde tartılmıştır. Bir manyetik karıştırıcı yardımıyla safranin ve fast-green boya, safranin için etanolde homojen

olacak şekilde çözdürüldü. Sonraki aşamada safranin ve fast-green 1/9 oranında karıştırılarak kullanılmıştır. El kesitleri bu karışım ile boyanmıştır. Bitkilerin anatomik çekimleri Nikon Eclipse E400 marka mikroskop ile çekilmiştir (Bozdağ ve ark., 2016).

Bitkilerdeki stoma adedi ise bitkinin aynı yaştaki yapraklarının alt ve üst yüzeylerinde *E. repens*'de 200x200 µm'lik alana, *Corylus avellana* ve *Castanea sativa*'da ise 100x100 µm'lik alana düşen stoma ve epiderma hücresi sayısı NIS (Nikon Imaging System-Elements Imaging Software 3.00 SP5) program ile sayılmıştır. Bitkilerin alt ve üst yüzeyi için stoma indeksi ve stoma indeks oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Meidner ve Mansfield 1968). Bitkilerdeki tüy sıklığı ise bitkinin aynı yaştaki yapraklarının alt ve üst yüzeylerinde *E. repens*'de 200x200 µm'lik alana, *Corylus avellana* ve *Castanea sativa*'da ise 100x100 µm'lik alana düşen tüy ve epiderma hücresi sayısı NIS (Nikon Imaging System-Elements Imaging Software 3.00 SP5) program ile sayılmıştır ve aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır.

$$SI = \frac{S}{S+E} * 100 \quad 3.1$$

Burada:

SI: Stoma indeksini

S: Birim alandaki stoma sayısını

E: Birim alandaki epidermis hücre sayısını ifade etmektedir.

$$SIO = \frac{\text{Üst stoma indeksi}}{\text{Alt stoma indeksi}} \quad 3.2$$

SIO = Stoma indeks oranını ifade etmektedir.

$$TS = \frac{T}{T+E} * 100 \quad 3.3$$

Burada;

TS=Tüy Sıklığı

T: Birim alandaki tüy sayısı

E: Birim alandaki epidermis hücresi sayısını ifade etmektedir.

3.2.3 Mikromorfolojik İnceleme Metotları

Araştırma konusu olan *Elymus repens*, *Corylus avellana* ve *Castanea sativa* türlerinin yaprak alt, yaprak üst, yaprak enine ve yaprak petiyol yüzeyleri mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Yaprak alt ve üst yüzeyde bulunan tüy, epiderma, stoma ve silika hücreleri, yaprak enine yüzeyinde kristal, iletim demetleri, parankima ve bulliform hücreleri, yaprak petiyolde ise orta damar, kristal, tüy ve iletim demetleri gibi yapıların genel görünüşleri belirlenmiştir. Mikromorfolojik incelemelerde herbaryum materyalleri kullanılmıştır. Elektron mikroskobunda çekim yapılabilmesi için öncelikle yaprak alt yüzey, yaprak üst yüzey, petiyol yüzey ve petiyol enine örnekleri çift taraflı karbon bant üzerine yapıştırılarak sabitlenmiştir. Sabitlenen örnekler altın ile kaplanmıştır (Şekil 3.10). İnceleme ve çekimler Ordu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan Hitachi marka SU 1510 model Taramalı Elektron Mikroskobunda (SEM) yapılmıştır.



Şekil 3.10 SEM Çekimine Hazırlanan, Sabitlenmiş Altın Kaplamalı Numuneler

3.2.4 İstatistiksel İnceleme Metotları

Bu çalışmada Minitap-17 programı kullanılmıştır. *Elymus repens*, *Corylus avellana* ve *Castanea sativa* türlerinin yaprak ve petiyollerinin morfolojik ve anatomik ölçümleri yapılarak ortalama, standart sapma gibi tanıtıcı istatistik değerleri hesaplanmıştır. Kontrol grubu ve kirli bölge arasında, güven aralığı %95 olarak belirlenen karşılaştırmalı t-testi uygulanmıştır. T testi her bir özellik için 3 tekrerrür olacak şekilde toplam 45 sayısal veri ile yapılmıştır.

3.2.5 Kimyasal İnceleme Metotları

Altın madeni yatağının olduğu saha ile maden yatağına uzakta (1000±50 m) bulunan bölgeden alınan toprak ve bitki örneklerinde, Ankara Düzen Norwest Laboratuvarında Spektrofotometre UV-VIS SHIMADZU UV 1240 cihazında Distilasyon Ön İşlem – Spektrofotometrik Metot ve uluslararası EPA 9013 A metodu referans alınarak toplam siyanür analizi yapılmıştır (Koç, 2022).

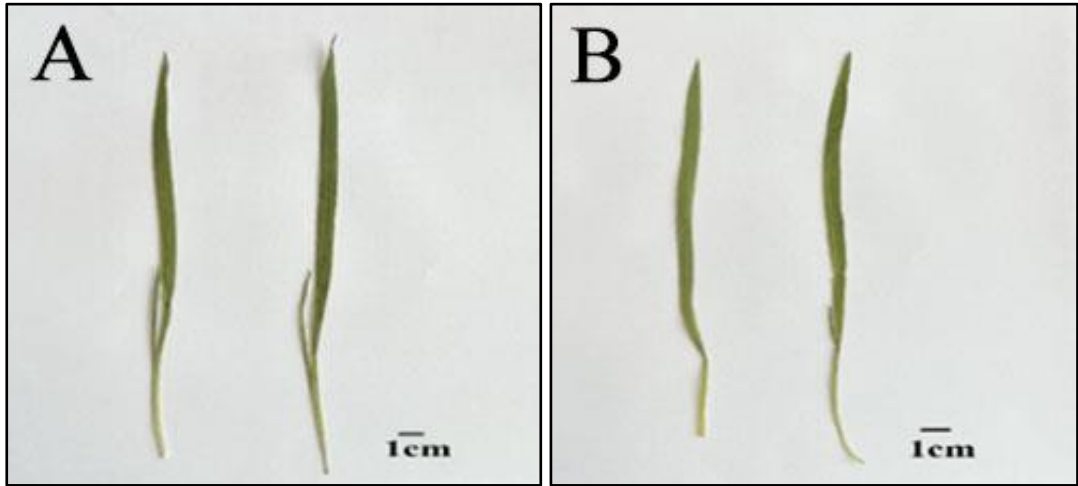
4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Morfolojik Özellikler ile İlgili Bulgular

Maden sahasının bittiği yerden (kirli) ve uzak (kontrol) bölgelerden toplanan bitki örneklerinin tayini Davis (1970)'in "Flora of Turkey and the East Aegean Island" adlı eserin 3. cildinden faydalanılarak yapılmıştır. Yaprak örneklerinin en, boy ve sap uzunluklarının ölçümleri yapılmıştır. Yapraklar, yaprak alt yüzey ve yaprak üst yüzey olarak fotoğraflanmıştır.

4.1.1 *Elymus repens* Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

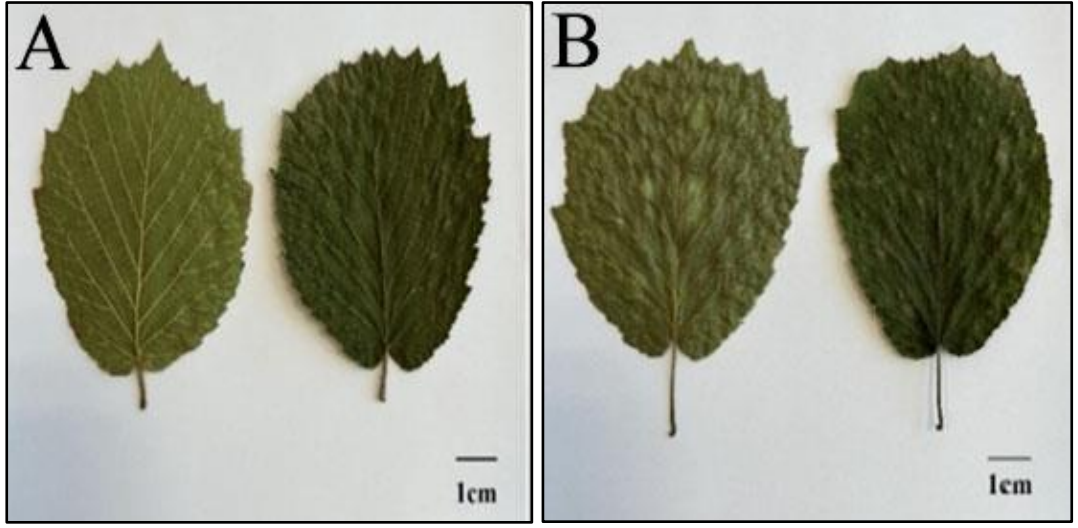
Kontrol bölge örneklerinde yaprak boyutları ortalama $0.89\pm 0.11 \times 9.24\pm 2.25$ mm, yaprak sapı ortalama 6.80 ± 1.91 mm boyutlarındadır. Kirli bölge örneklerinde ise yaprak boyutları ortalama $0.87\pm 0.11 \times 7.50\pm 2.46$ mm, yaprak sapı ortalama 5.43 ± 1.50 mm boyutlarındadır. *E. repens*'in yaprakları uzun ve dar olup paralel damarlanma görülmektedir. Yaprak kenarları düzdür. Yaprakların morfolojik özellikleri ile ilgili fotoğrafları Şekil 4.1 de görülmektedir. Morfolojik özellikler ile ilgili bulguların istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1 *Elymus repens* A-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B- Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge

4.1.2 *Corylus avellana* Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

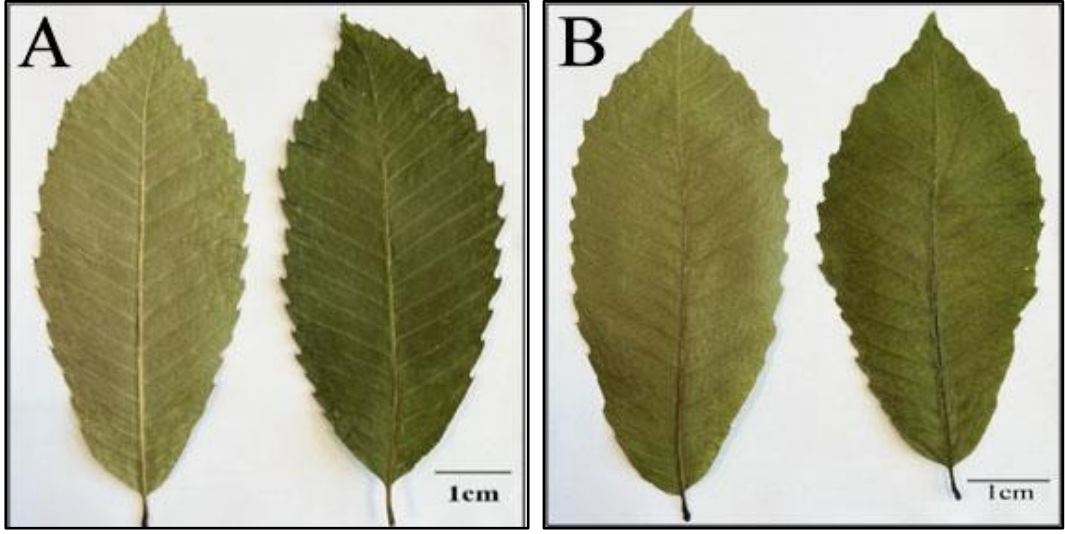
Kontrol bölge örneklerinde yaprak ortalama $9.92\pm 1.08 \times 11.27\pm 1.52$ mm boyutlarında, yaprak sapı ortalama 1.15 ± 0.32 mm boyutlarındadır. Kirli bölge örneklerinde ise yaprak ortalama $9.27\pm 0.83 \times 10\pm 0.05$ mm boyutlarında, yaprak sapı ise ortalama 1.06 ± 0.25 mm boyutlarındadır. *C. avellana*'nın yuvarlağımsı yaprakları pinnat damarlanma yapısında olup, yaprak kenarları dişlidir. Yaprakların morfolojik özellikleri ile ilgili fotoğrafları Şekil 4.2 de görülmektedir. Morfolojik özellikler ile ilgili bulguların istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.2 *Corylus avellana* A-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge

4.1.3 *Castanea sativa* Yaprak Morfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

Kontrol bölge örneklerinde yaprak ortalama $6.61\pm 1.01 \times 21.68\pm 3.55$ mm boyutlarında, yaprak sapı ortalama 1.72 ± 0.70 mm boyutlarındadır. Kirli bölge örneklerinde ise yaprak ortalama $6.12\pm 0.74 \times 19.88\pm 2.49$ mm boyutlarında, yaprak sapı ortalama 1.27 ± 0.38 mm boyutlarındadır. *C. sativa*'nın eliptik şekilli yapraklarında pinnat damarlanma görülmekte olup, yaprak kenarları testere dişlidir. Yaprakların morfolojik özellikleri ile ilgili fotoğrafları Şekil 4.3 de görülmektedir. Morfolojik özellikler ile ilgili bulguların istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.1 de verilmiştir



Şekil 4.3 *Castanea sativa* A- Yaprak Alt- Üst Yüzey Kontrol Bölge B-Yaprak Alt- Üst Yüzey Kirli Bölge

Çizelge 4.1 Üç Bitki Türünün Yaprak ve Yaprak Sapının Morfolojik Ölçümleri

Bitkiler	Özellikler	N	Kontrol Bölge Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
<i>Elymus repens</i>	Yaprak en (mm)	45	0.897±0.111	0.880±0.114	-0.75	0.460
	Yaprak boy (mm)	45	9.464±2.072	7.431±2.479	-4.17	0.000*
	Yaprak sap (mm)	45	6.833±1.881	5.404±1.506	-4.15	0.000*
<i>Corylus avellana</i>	Yaprak en (mm)	45	9.967±1.066	9.247±0.844	-3.89	0.000*
	Yaprak boy (mm)	45	11.333±1.491	9.978±1.065	-4.95	0.000*
	Yaprak sap (mm)	45	1.164±0.320	1.057±0.258	-1.74	0.089
<i>Castanea sativa</i>	Yaprak en (mm)	45	6.620±1.023	6.129±0.735	-2.48	0.017*
	Yaprak boy (mm)	45	21.778±3.546	19.833±2.492	-3.69	0.001*
	Yaprak sap (mm)	45	1.731±0.710	1.271±0.379	-5.71	0.000*

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Çizelge 4.1'e göre *E. repens* türünün karşılaştırmalı t-testi uygulanan kontrol grubu ve kirli bölge örneklerindeki ölçümlere göre yaprak boy ve yaprak sapı uzunlukları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yaprak en uzunluğu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Corylus avellana türünün kontrol bölge ve kirli bölge örneklerine uygulanan karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre yaprak en ve yaprak boy uzunlukları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yaprak sapı uzunluğu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Castanea sativa türünde ise kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre yaprak en, yaprak boy ve yaprak sapı uzunlukları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.2 Anatomik Özellikler ile İlgili Bulgular

4.2.1 *Elymus repens* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

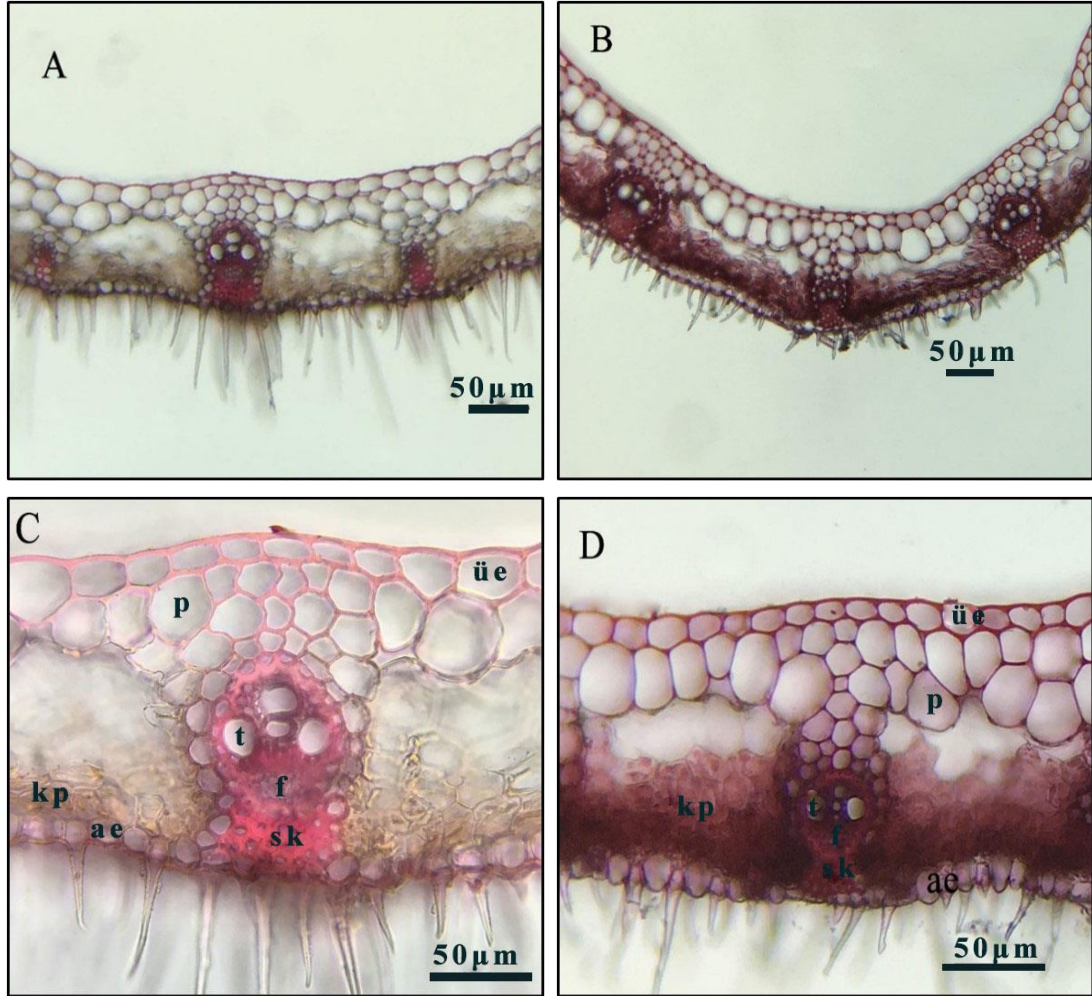
E. repens'in yaprak sapından alınan enine kesitlere göre dış yüzeyde kutikula tabakası bulunmaktadır. Epidermis tabakası tek sıra halinde dizilmiş yuvarlağımsı hücrelerden ibarettir. Korteks tabakası 6-7 sıralı, kloroplastlı ve kloroplastsız parankima hücrelerinden oluşmaktadır. Petiyolün orta kısmında belirgin bir orta damar mevcuttur. İletim demetleri ile üst epidermis arasında belirgin 4-5 sıralı sklerankima hücreleri bulunmaktadır. Yaprak sapının alt kısmında tek sıra halinde dizilmiş dikdörtgenimsi epidermis hücreleri yer almaktadır.

Kontrol bölge örneklerinin yaprak sapı enine kesitlerinde üst epidermis hücresi ortalama $15.83 \pm 4.03 \times 21.66 \pm 5.98$ μm , alt epidermis hücresi ortalama $20.48 \pm 5.54 \times 31.65 \pm 6.36$ μm boyutlarındadır. Kloroplastlı parankima hücreleri ortalama $16.58 \pm 3.95 \times 30.50 \pm 6.34$ μm , parankima hücreleri ise ortalama $25.96 \pm 6.99 \times 38.83 \pm 8.85$ μm büyüklüğündedir. Sklerankimatik hücreler ortalama $6.79 \pm 1.61 \mu\text{m}$, demet kını hücreleri ortalama 15.16 ± 3.02 μm ebatlarındadır. İletim demeti elemanlarından floem hücreleri ortalama 4.55 ± 0.85 μm , trake hücreleri ortalama 20.47 ± 4.96 μm boyutlarındadır.

Kirli bölgeden alınan bitkinin yaprak sapı enine kesitlerinde ise üst epidermis hücresi ortalama $15.92 \pm 5.91 \times 19.70 \pm 6.47$ μm , alt epidermis hücresi ortalama $16.69 \pm 6.51 \times 28.54 \pm 7.99$ μm büyüklüğündedir. Kloroplastlı parankima hücreleri ortalama $18.94 \pm 5.99 \times 32.37 \pm 7.83$ μm , parankima hücreleri ortalama $27.26 \pm 8.29 \times 37.49 \pm 12.51$ μm boyutlarındadır. İletim demetleri ile epidermis arasında bulunan sklerankima hücreleri ortalama 5.43 ± 1.51 μm çapındadır. İletim demetlerini çevreleyen demet kını hücreleri ortalama 15.13 ± 2.98 μm ebatlarındadır. Floem hücreleri ortalama 3.49 ± 1.11 μm , trake hücreleri ortalama 19.03 ± 4.78 μm ölçülerindedir (Çizelge 4.2, Şekil 4.4).

E. repens türünün kontrol bölge ve kirli bölge örneklerine ait yaprak saplarının anatomik ölçümlerinin karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre alt epidermis en, alt epidermis boy, kloroplastlı parankima en, floem çap ve sklerankima çap değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Üst epidermis en, üst epidermis boy, parankima hücre en, parankima hücre boy, kloroplastlı parankima hücre boy, demet

kını çap ve trake çap istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.2) (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 *Elymus repens*, Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge üe: üst epidermis ae: alt epidermis p: parankima kp: kloroplastlı parankima t: trake f: floem sk: sklerankima

Çizelge 4.2 *Elymus repens* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Üst epidermis en	45	15.839±4.033	15.928±5.916	0.11	0.913
Üst epidermis boy	45	21.660±5.983	19.706±6.475	-1.76	0.086
Alt epidermis en	45	20.486±5.543	16.694±6.512	-3.17	0.003*
Alt epidermis boy	45	31.66±6.37	28.54±7.99	-2.27	0.028*
Parankima en	45	25.96±7.00	27.27±8.29	0.94	0.350
Parankima boy	45	38.83±8.86	37.50±12.52	-0.62	0.538
Kloroplastlı parankima en	45	16.586±3.954	18.944±5.995	2.32	0.025*
Kloroplastlı parankima boy	45	30.51±6.34	32.37±7.83	1.19	0.239
Demet kımı çap	45	15.168±3.028	15.136±2.990	-0.05	0.958
Floem çap	45	4.550±0.852	3.499±1.116	-4.80	0.000*
Trake çap	45	20.476±4.962	19.040±4.782	-1.60	0.117
Sklerankima çap	45	6.796±1.614	5.437±1.520	-4.31	0.000*

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

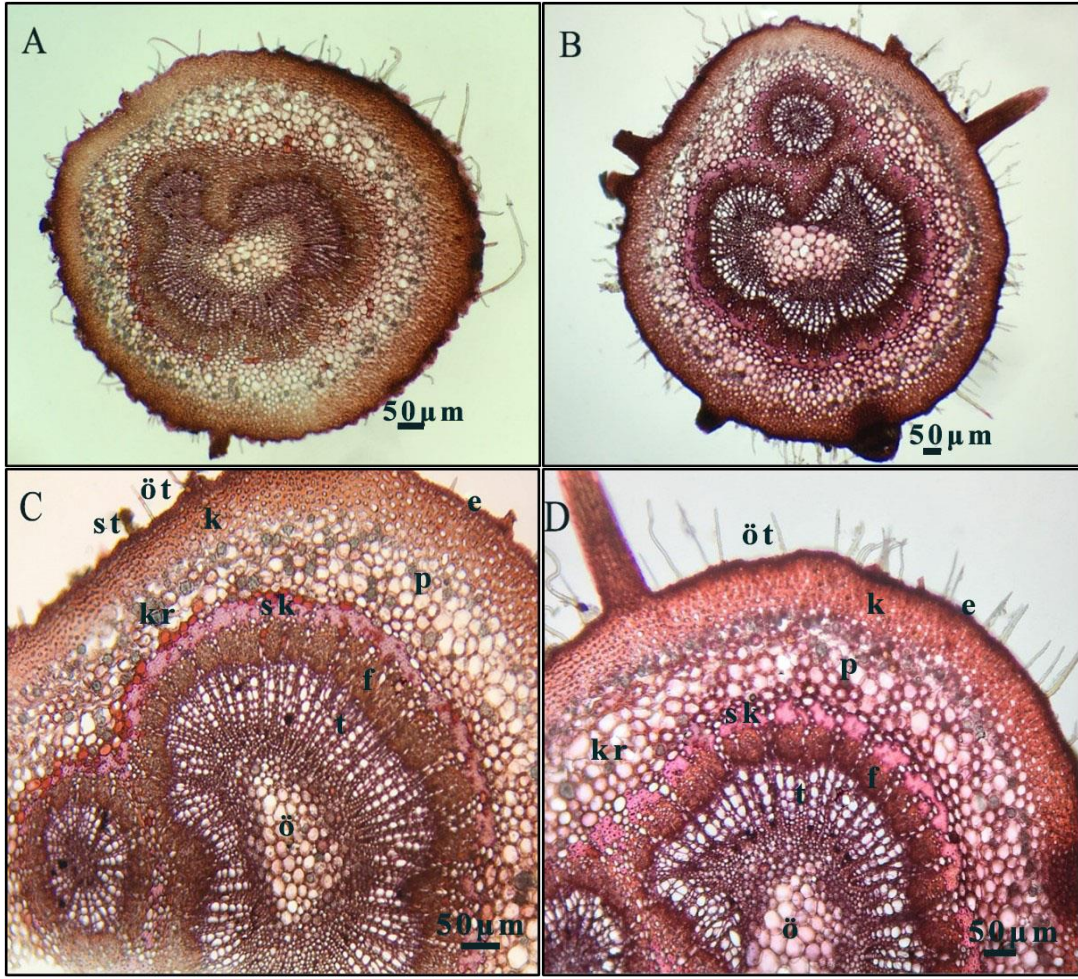
4.2.2 *Corylus avellana* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

C. avellana'nın yaprak sapından alınan enine kesitlerde en dış kısımda kutikula tabakası bulunmaktadır. Epidermis tabakası tek sıra halinde dizilmiş yuvarlağımsı hücrelerden ibarettir. Epidermisin altında 6-7 sıralı yuvarlağımsı kollenkima hücreleri görülmektedir. Kollenkima hücrelerinden sonra 5-6 sıralı parankima hücreleri yer almaktadır. Parankima hücrelerini 4-5 sıralı sklerankima hücreleri takip etmektedir. Yaprak sapında bir tanesi büyük diğeri küçük olan iki adet iletim demeti yer almaktadır. Yaprak sapında çok sayıda druz kristalleri, salgı ve örtü tüyleri bulunmaktadır.

Kontrol bölge bitkilerinin yaprak sapı enine kesitlerine göre kollenkima hücreleri ortalama 11.47±3.40 µm boyutlarında ve 4-10 tabakalıdır. Parankima hücreleri ise 4-9 tabakalı ve ortalama 28.62±9.62 µm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 11.08±2.40 µm büyüklüğünde ve 2-9 tabakalıdır. Büyük iletim demetinin kapladığı alan ortalama %30.28±2.79 µm, küçük iletim demetinin kapladığı alan ortalama %4.83±0.80 µm'dir. Trake hücreleri ortalama 16.44±5.49 µm boyutlarındadır. Kontrol grubu örneklerinde bulunan kristal hücreleri ortalama 18.57±4.83 µm çapındadır. Kristal hücresi sayısı ise ortalama 2.08±1.01µm'dir. Yaprak sapındaki örtü tüyleri ortalama 105.60±52.27 µm, salgı tüyleri ise ortalama 55.55±14.34 µm uzunluğundadır. Örtü tüyleri çok hücrelidir.

Kirli bölge bitkilerinin yaprak sapı enine kesitlerinde kollenkima hücreleri ortalama 13.03 ± 3.63 μm boyutlarında bulunmuştur. Kollenkima hücrelerinin tabaka sayısı 5-10'dır. Parankima hücreleri 4-9 tabakalı ve ortalama 33.54 ± 9.42 μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 11.42 ± 2.99 μm çapındadır. Yaprak sapında bulunan sklerankima hücreleri 1-10 tabakalıdır. Büyük iletim demetinin kapladığı alan ortalama 29.38 ± 2.28 μm , küçük iletim demetinin kapladığı alan ortalama 5.08 ± 1.17 μm 'dir. Ksilemin trake hücreleri ortalama 17.62 ± 4.63 μm boyutlarındadır. Kristal hücreleri ortalama 17.05 ± 5.69 μm çapındadır. Kristal hücrelerinin ortalama sayısı 1.91 ± 1.12 μm 'dir. Epidermis üzerinde çok sayıda bulunan örtü tüyleri ortalama 118.49 ± 45.68 μm , salgı tüyleri ise ortalama 55.61 ± 15.41 μm uzunluğundadır (Çizelge 4.3) (Şekil 4.5).

Corylus avellana türünün kontrol bölge ve kirli bölge örneklerine ait yaprak saplarının anatomik ölçümlerinin karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre kollenkima hücre çap, parankima hücre çap, kollenkima tabaka sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Sklerankima hücre çap, kristal çap, trake hücre çap, örtü tüyü boy, salgı tüyü boy ve kristal sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.3).



Şekil 4.5 *Corylus avellana*, Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge e: epidermis k: kollenkima p: parankima sk:sklerankima kr: kristal t:trake f:floem ö: öz ötü:örtü tüyü st:salgı tüyü

Çizelge 4.3 *Corylus avellana* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Ölçümleri

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Kollenkima çap	45	11.472±3.403	13.032±3.633	2.11	0.041*
Parankima çap	45	28.63±9.62	33.54±9.43	2.32	0.025*
Sklerankima çap	45	11.085±2.404	11.430±3.000	0.56	0.576
Kristal çap	45	18.577±4.835	17.060±5.695	-1.24	0.222
Trake çap	45	16.421±5.465	17.469±4.612	1.15	0.258
Örtü tüyü boy	45	105.60±52.27	118.49±45.69	1.29	0.204
Salgı tüyü boy	45	55.56±14.35	55.62±15.41	0.02	0.985
Kristal sayısı	45	2.089±1.019	1.911±1.125	-0.78	0.439
Kollenkima tabaka sayısı	45	6.933±1.250	7.467±1.272	2.21	0.032*
Parankima tabaka sayısı	45	6.244±1.525	6.111±1.229	-0.50	0.618
Sklerankima tabaka sayısı	45	5.533±1.660	5±2.089	-1.18	0.246
İletim demeti % alan	45	30.289±2.792	29.387±2.287	-1.47	0.149

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

4.2.3 *Castanea sativa* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

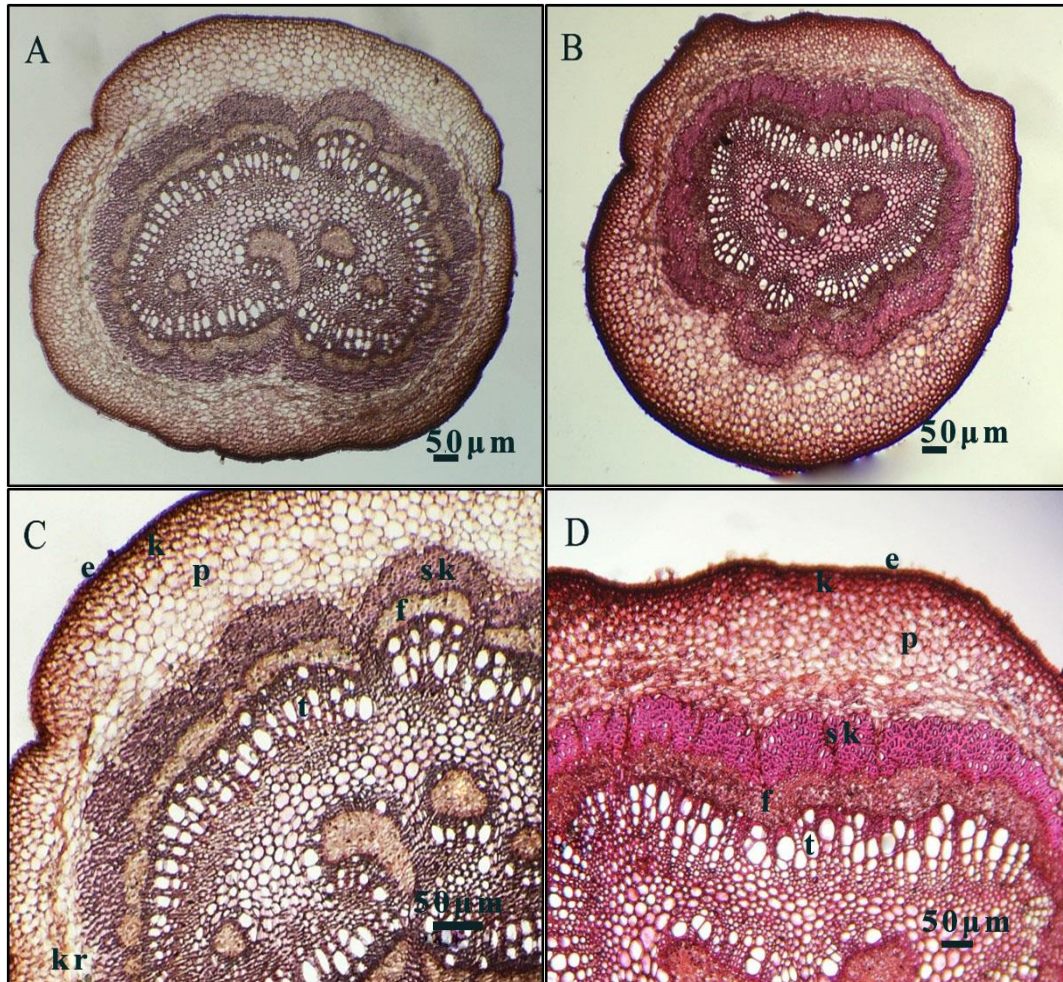
C. sativa'nın yaprak sapından alınan enine kesitlerde en dış kısımda kutikula tabakası bulunmaktadır. Epidermis tabakası tek sıralı dizilmiş hücrelerden oluşmaktadır. Epidermisin altında 3-4 sıralı yuvarlağımsı kollenkima hücreleri görülmektedir. Kollenkima hücrelerinden sonra 7-8 sıralı parankima hücreleri yer almaktadır. Parankima hücrelerini 5-6 sıralı sklerankima hücreleri takip etmektedir. Petiyolün vasküler sistemi dışta birbiri ile ilişkili halka şeklinde büyük bir demetten içte ise birbirinden bağımsız farklı büyüklükteki iletim demetlerinden oluşmaktadır.

Kontrol bölge bitkilerinin yaprak sapı enine kesitlerine göre kollenkima hücreleri ortalama 16.05±5.45 µm boyutlarında ve 2-7 tabakalıdır. Parankima hücreleri 3-12 tabakalıdır ve boyutları ortalama 30.26±12.06 µm'dir. Sklerankima hücreleri ortalama 14.91±4.81 µm büyüklüğünde ve 2-11 tabakalıdır. İletim demetlerinin kapladığı alan ortalama %33.40±7.21 µm'dir. Trake hücreleri ortalama 24.03±8.74 µm boyutlarındadır. Kontrol grubu örneklerinde bulunan kristal hücreleri ortalama 16.38±8.52 µm çapındadır. Kristal hücrelerinin sayısı ise ortalama 1.51±0.72 µm'dir.

Kirli bölge bitkilerinin yaprak sapı enine kesitlerinde kollenkima hücrelerinin ortalama 15.78±6.13 µm boyutlarında ve 2-6 tabakalı olduğu görülmektedir. Tabakalı olan parankima hücreleri ortalama 34.42±12.22 µm boyutlarındadır. Sklerankima

hücreleri ortalama 16.72 ± 4.20 μm çapındadır. Yaprak sapında bulunan sklerankima hücreleri 2-11 tabakalıdır. İletim demetlerinin kapladığı alan ortalama $\%35.31 \pm 5.76$ μm^2 'dir. Ksilemin trake hücreleri ortalama 25.61 ± 8.47 μm boyutlarındadır. Kristal hücreleri ortalama 10.97 ± 3.91 μm boyutlarındadır. Kristal hücreleri sayısı ise ortalama 2.26 ± 1.52 μm^2 'dir (Çizelge 4.4, Şekil 4.6).

Castanea sativa türünde kontrol bölge ve kirli bölgeden alınan yaprak sapı örneklerinin karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre sklerankima çap, kristal çap, kristal sayısı ve iletim demetlerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Kollenkima hücre çap, parankima hücre çap, trake hücre çap, kollenkima tabaka sayısı, parankima tabaka sayısı ve sklerankima tabaka sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.4).



Şekil 4.6 *Castanea sativa*, Yaprak Sapı A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge e: epidermis k: kollenkima p: parankima sk:sklerankima kr:kristal t:trake f:floem

Çizelge 4.4 *Castanea sativa* Türünün Yaprak Sapının Anatomik Ölçümleri

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Kollenkima çap	45	16.054±5.459	15.784±6.133	-0.19	0.849
Parankima çap	45	30.26±12.06	34.43±12.22	1.96	0.056
Sklerankima çap	45	14.917±4.817	16.722±4.210	2.03	0.048*
Kristal çap	45	16.38±8.52	10.98±3.92	-3.48	0.001*
Trake çap	45	24.04±8.74	25.61±8.48	0.95	0.349
Kristal sayısı	45	1.511±0.727	2.267±1.529	3.26	0.002*
Kollenkima tabaka sayısı	45	3.956±1.331	3.778±1.064	-0.78	0.439
Parankima tabaka sayısı	45	7.511±1.753	7.578±1.764	0.17	0.867
Sklerankima tabaka sayısı	45	6.178±1.736	5.978±1.948	-0.46	0.651
İletim demeti % alan	45	33.41±7.21	35.31±5.76	3.59	0.001*

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

4.2.4 *Elymus repens* Türünün Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

E. repens'in yaprağından alınan enine kesitlere göre alt ve üst yüzeyde kutikula tabakası ve bu tabakanın altında tek sıra halinde dizilmiş, yuvarlağımsı epidermis hücreleri bulunmaktadır. Epidermis hücrelerinin aralarında büyük bulliform hücreleri gözlenmektedir. Yaprak unifasiyal tiptedir. Mezofil dokusu kloroplastlı parankima hücrelerinden oluşmaktadır. İletim demetleri bir büyük, bir küçük olarak düzenli bir şekilde sıralanmıştır.

Kontrol bölge örneklerinin yaprak enine kesitlerinde üst kutikula ortalama 2.403 ± 0.493 μm , alt kutikula ortalama 2.392 ± 0.528 μm genişliğinde bulunmuştur. Üst epidermis hücreleri ortalama $17.880\pm 5.262 \times 22.568\pm 5.740$ μm , alt epidermis hücreleri ortalama $19.384\pm 3.768 \times 21.458\pm 4.467$ μm büyüklüğündedir. Bulliform hücreleri ortalama 37.73 ± 9.43 μm boyutlarındadır. Yaprak ortalama 158.88 ± 23.21 μm ve mezofil doku ortalama 125.53 ± 27.16 μm genişliğindedir. Parankima hücreleri ortalama $15.209\pm 2.933 \times 28.052\pm 6.139$ μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 8.798 ± 2.851 μm çapındadır. İletim demetlerini çevreleyen demet kını hücreleri ortalama 14.555 ± 3.186 μm büyüklüğündedir. Floem hücreleri ortalama 3.89 ± 0.87 μm , trake hücreleri ortalama 22.662 ± 4.048 μm boyutlarındadır. Yaprak uçlarında belirgin olarak görülen sklerankima hücreleri ortalama $5.552\pm 1.574 \times 8.419\pm 2.098$ μm boyutlarındadır. İletim demetlerin üst kısmında yer alan sklerankimaların tabaka sayısı 2-7, alt kısımda bulunan sklerankima hücrelerinin

tabaka sayısı ise 2-5 olarak belirlenmiştir. Yaprak mezofilinde sklerankima hücreleri ortalama 11.663 ± 3.328 , iletim demetleri ise ortalama 7.888 ± 2.811 'lik bir alan kaplamaktadır. Örtü tüyleri ortalama 68.94 ± 44.31 μm uzunluğundadır.

Kirli bölgeden alınan bitkinin yaprak enine kesitlerine göre üst kutikula ortalama 2.544 ± 0.675 μm , alt kutikula ortalama 2.923 ± 0.693 μm genişliğindedir. Üst epidermis hücreleri ortalama $15.147 \pm 4.283 \times 18.612 \pm 4.181$ μm , alt epidermis hücreleri ortalama $18.488 \pm 5.012 \times 21.605 \pm 6.079$ μm büyüklüğündedir. Bulliform hücreleri ortalama 46.57 ± 10.14 μm boyutlarındadır. Yaprak ortalama 180.99 ± 37.68 μm ve mezofil doku ortalama 130.78 ± 43.73 μm genişliğindedir. Parankima hücreleri ortalama $15.760 \pm 3.058 \times 29.877 \pm 6.458$ μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 7.985 ± 2.059 μm çapındadır. İletim demetlerini çevreleyen demet kını hücreleri ortalama 15.438 ± 2.771 μm büyüklüğündedir. Floem hücreleri ortalama 3.26 ± 0.91 μm , trake hücreleri ortalama 21.947 ± 5.092 μm boyutlarındadır. Yaprak uçlarında belirgin olarak görülen sklerankima hücreleri ortalama $3.388 \pm 1.261 \times 5.588 \pm 1.406$ μm büyüklüğündedir. İletim demetlerinin üst kısmında yer alan sklerankimaların tabaka sayısı 3-9, alt kısmında bulunan sklerankima hücrelerinin tabaka sayısı 2-7'dir. Yaprak mezofilinde sklerankima hücreleri ortalama 11.796 ± 3.095 , iletim demetleri ise ortalama 5.555 ± 1.518 'lik bir alan kaplamaktadır. (Çizelge 4.5), (Şekil 4.7)

E. repens'in yaprağından alınan yüzeysel kesitlere göre yaprak üst yüzeyinde ve alt yüzeyinde bulunan epiderma hücreleri uzun dikdörtgenimsi ve düz çepelidir. Yapraklar amfistomatiktir. Yaprakların üst yüzeyinde ve alt yüzeyinde graminea tipi stomalar görülmektedir. Epidermis hücrelerinin uç kısımlarının birbirine değdiği yerlerde yuvarlak silika hücreleri bulunmaktadır.

Kontrol bölge örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $24.69 \pm 6.02 \times 81.29 \pm 18.78$ μm boyutlarındadır. Stomaların bekçi hücreleri ortalama $10.889 \pm 1.688 \times 31.816 \pm 3.105$ μm , komşu hücreleri ortalama $21.124 \pm 3.279 \times 31.920 \pm 4.01$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $2.134 \pm 0.283 \times 13.162 \pm 3.132$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Silika hücrelerinin ebatları ortalama 15.995 ± 2.616 μm 'dir. Yaprakların üst yüzeyinde

epidermis sayısı ortalama 21.578 ± 4.042 , stoma sayısı ortalama 2.956 ± 1.186 ve tüy sayısı ortalama 14.800 ± 3.782 'dir.

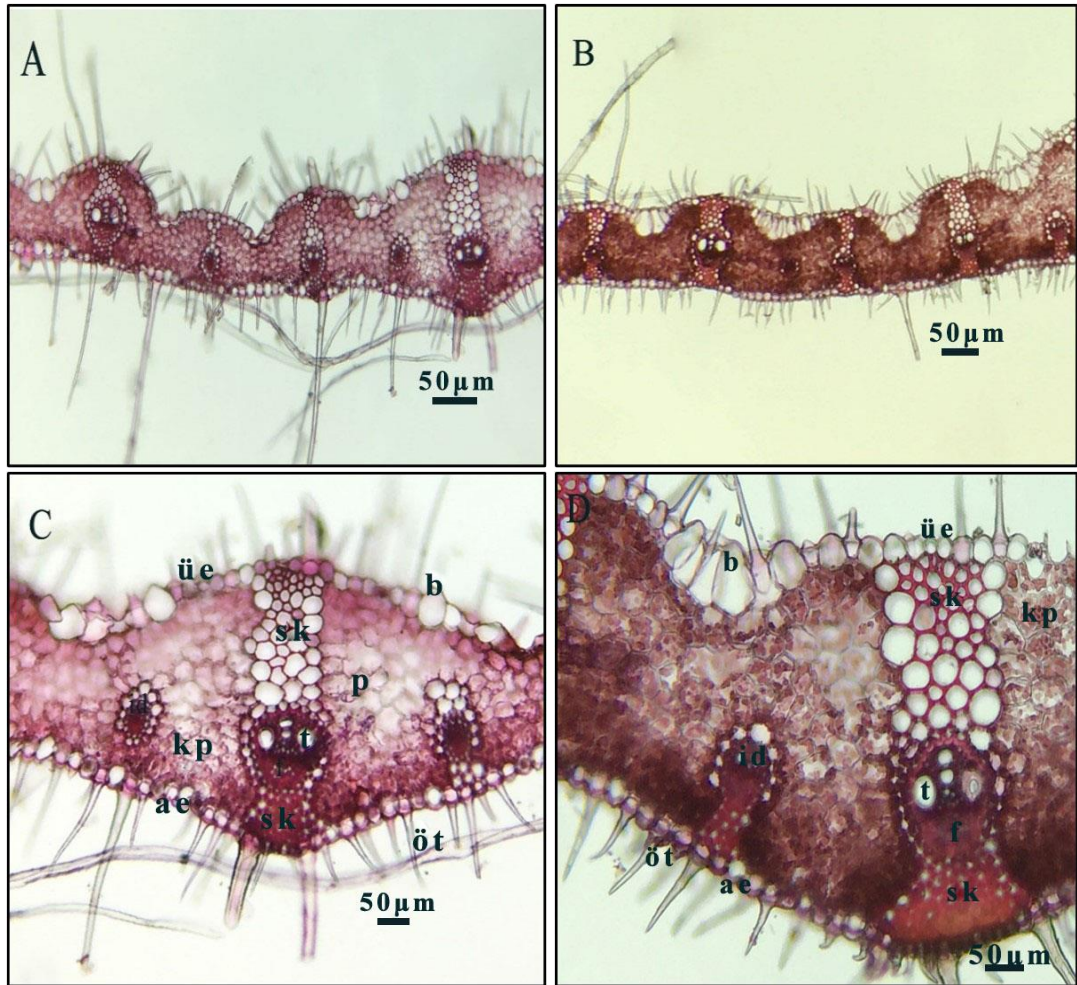
Kirli bölge örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $24.11 \pm 7.19 \times 77.62 \pm 28.02$ μm boyutlarındadır. Stomaların bekçi hücreleri ortalama $11.825 \pm 1.255 \times 29.664 \pm 5.706$ μm , komşu hücreleri ortalama $20.451 \pm 2.405 \times 30.520 \pm 4.294$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $2.169 \pm 0.503 \times 11.535 \pm 4.131$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Silika hücrelerinin ebatları ortalama 15.281 ± 3.524 μm 'dir. Üst yüzeyde epidermis epidermis sayısı ortalama 23.422 ± 4.570 , stoma sayısı ortalama 3.133 ± 1.179 ve tüy sayısı ortalama 13.200 ± 5.168 'dir (Çizelge 4.6), (Şekil 4.8).

Kontrol bölge örneklerinde alt epidermis hücreleri ortalama $25.210 \pm 5.772 \times 105.35 \pm 33.23$ μm boyutlarındadır. Stomaların bekçi hücreleri ortalama $10.134 \pm 1.564 \times 30.270 \pm 3.883$ μm , komşu hücreleri ortalama $21.814 \pm 2.979 \times 33.354 \pm 3.864$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $2.043 \pm 0.350 \times 11.567 \pm 2.023$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Silika hücrelerinin ebatları ortalama 18.569 ± 2.789 μm 'dir. Epidermis hücre sayısı ortalama 16.378 ± 2.480 , stoma hücre sayısı ortalama 2.644 ± 0.957 ve tüy sayısı 14.400 ± 3.078 'dir.

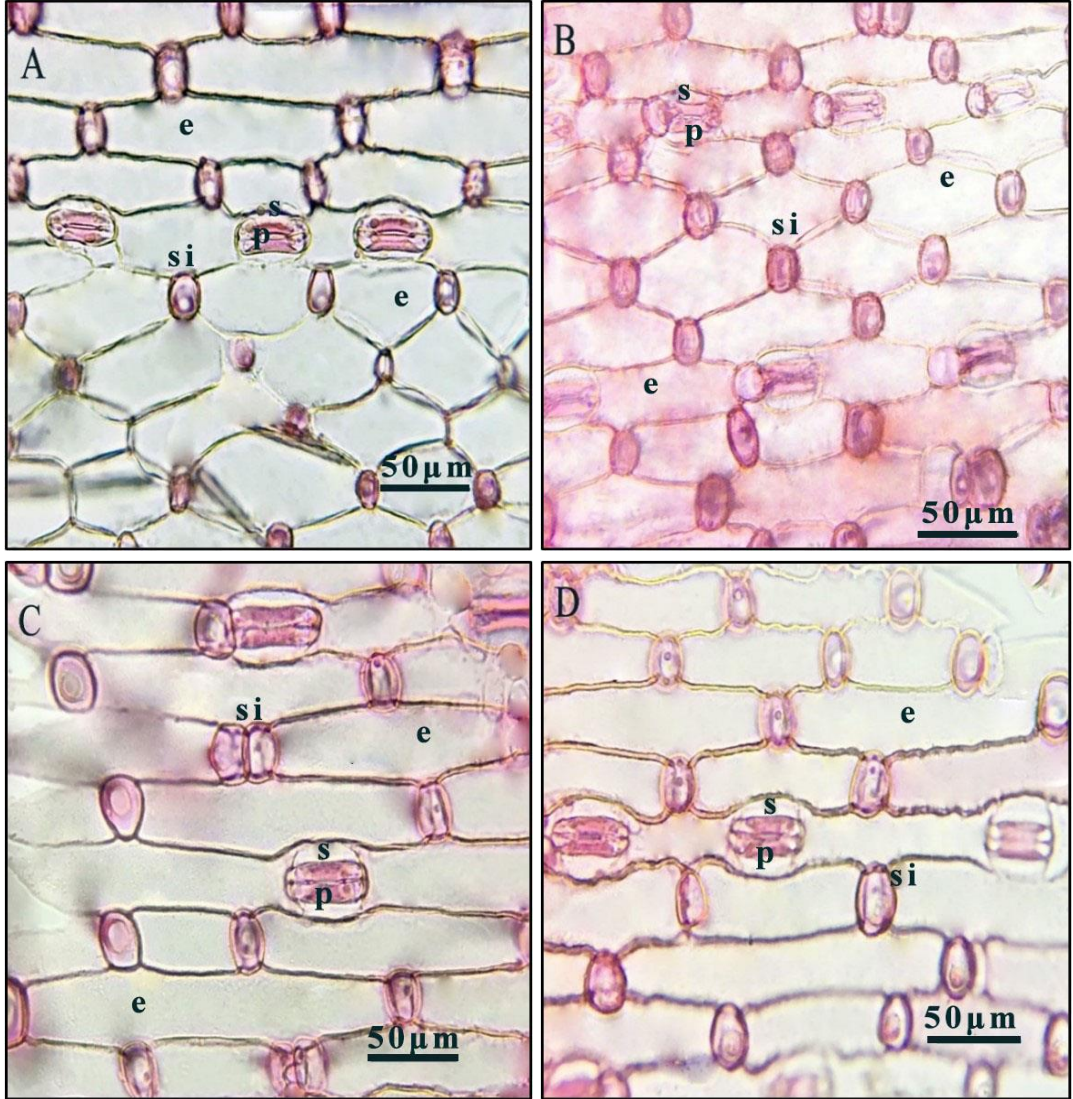
Kirli bölge örneklerinde alt epidermis hücreleri ortalama $24.334 \pm 4.507 \times 106.15 \pm 34.91$ μm boyutlarındadır. Stomaların bekçi hücreleri ortalama $11.544 \pm 1.156 \times 33.191 \pm 4.766$ μm , komşu hücreleri ortalama $23.474 \pm 1.855 \times 33.467 \pm 3.827$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $2.371 \pm 0.593 \times 14.147 \pm 3.359$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Silika hücrelerinin ebatları ortalama 18.818 ± 3.083 μm 'dir. Epidermis sayısı ortalama 16.889 ± 4.007 , stoma sayısı ortalama 3.222 ± 0.795 ve tüy sayısı ortalama 14.911 ± 4.374 'dir. *E. repens* bitkisinde kontrol gruptaki örneklerde stoma indeks oranı 0.87 iken, kirli bölge bitkilerinde 0.74 bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Elymus repens türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak eninin anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi sonuçlarına göre, üst epidermis hücre en, üst epidermis hücre boy, alt kutikula en, yaprak en, floem hücre çap, bulliform hücre çap, yaprak ucu sklerankima hücre en, yaprak ucu sklerankima hücre boy, yaprak üst kısım sklerankima hücre tabaka sayısı ve iletim demetlerinin kapladığı % alan

parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Alt epidermis hücre en, alt epidermis hücre boy, üst kutikula en, mezofil en, trake hücre çap, demet kını çap, parankima hücre en, parankima hücre boy, sklerankima hücre çap, örtü tüyü boy, yaprak alt kısım sklerankima hücre tabaka sayısı ve sklerankima hücrelerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.5), (Çizelge 4.6).



Şekil 4.7 *Elymus repens*, Yaprak Enine A, C: Kontrol Bölge B, D: Kirli Bölge üe:üst epidermis b:bulliform hücresi sk:sklerankima p:parankima kp:kloroplastlı parankima t:trake f:floem id:iletim demeti ae:alt epidermis öt:örtü tüyü



Şekil 4.8 *Elymus repens* A-Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B-Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D-Yüzeysel Alt Kirli Bölge e: epidermis s: stoma p: por si:silika hücresi.

Çizelge 4.5 *Elymus repens* Türünün Yaprak Eninin Anatomik Ölçümleri

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Üst epidermis en	45	17.880±5.262	15.147±4.283	-3.18	0.003*
Üst epidermis boy	45	22.568±5.740	18.612±4.181	4.12	0.000*
Alt epidermis en	45	19.384±3.768	18.488±5.012	-1.10	0.279
Alt epidermis boy	45	21.458±4.467	21.605±6.079	0.15	0.882
Alt kütikula en	45	2.392±0.528	2.923±0.693	4.25	0.000*
Üst kütikula en	45	2.403±0.493	2.544±0.675	1.09	0.281
Yaprak en	45	158.88±23.21	180.99±37.68	3.56	0.001*
Mezofil en	45	125.53±27.16	130.78±43.73	0.63	0.530
Floem çap	45	3.895±0.879	3.269±0.919	-0.45	0.001*
Trake çap	45	22.662±4.048	21.947±5.092	-0.75	0.455
Bulliform çap	45	37.73±9.43	46.57±10.14	5.07	0.000*
Demet kını çap	45	14.555±3.186	15.438±2.771	1.39	0.172
Parankima en	45	15.209±2.933	15.760±3.058	0.91	0.370
Parankima boy	45	28.052±6.139	29.877±6.458	1.34	0.188
Sklerankima çap	45	8.798±2.851	7.985±2.059	-1.51	0.138
Yaprak ucu sklerankima e.	45	5.552±1.574	3.388±1.261	-7.07	0.000*
Yaprak ucu sklerankima b.	45	8.419±2.098	5.588±1.406	-7.24	0.000*
Örtü tüyü boy	45	68.94±44.31	62.13±32.14	-0.84	0.408
Üst sklerankima tabaka s.	45	4.111±1.335	5.267±1.421	3.64	0.001*
Alt sklerankima tabaka s.	45	3.311±0.973	3.156±1.27	-0.67	0.505
% Sklerankima alan	45	11.663±3.328	11.796±3.095	0.18	0.860
% İletim demeti alan	45	7.888±2.811	5.555±1.518	-5.19	0.000*

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Çizelge 4.6 *Elymus repens* Türünün Yaprak Üst ve Alt Yüzeylerine Ait Anatomik Ölçümler

	N	Yaprak Üst				Yaprak Alt			
		Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Epidermis En	45	24.69±6.02	24.11±7.19	-0.36	0.721	25.210±5.772	24.334±4.507	-0.76	0.454
Epidermis Boy	45	81.29±18.78	77.62±28.02	-0.80	0.425	105.35±33.23	106.15±34.91	0.11	0.916
Stoma bekçi en	45	10.889±1.688	11.825±1.255	3.28	0.002*	10.134±1.564	11.544±1.156	5.12	0.000*
Stoma bekçi boy	45	31.816±3.105	29.664±5.706	-1.86	0.070	30.270±3.883	33.191±4.766	3.25	0.002*
Stoma komşu en	45	21.124±3.279	20.451±2.405	-1.17	0.248	21.814±2.979	23.474±1.855	2.78	0.008*
Stoma komşu boy	45	31.920±4.01	30.520±4.294	-1.32	0.195	33.354±3.864	33.467±3.827	0.16	0.870
Por en	45	2.134±0.283	2.169±0.503	0.39	0.701	2.043±0.350	2.371±0.593	2.91	0.006*
Por boy	45	13.162±3.132	11.535±4.131	-1.72	0.092	11.567±2.023	14.147±3.359	4.13	0.000*
Silika çap	45	15.995±2.616	15.281±3.524	-1.14	0.261	18.569±2.789	18.818±3.083	0.38	0.706
Epidermis sayısı	45	21.577±4.042	23.422±4.570	2.07	0.044*	16.377±2.479	16.888±4.006	0.96	0.342
Stoma sayısı	45	2.955±1.186	3.133±1.179	0.77	0.443	2.644±0.957	3.222±0.794	3.60	0.001*
Tüy sayısı	45	14.8±3.781	13.2±5.168	-1.45	0.154	14.4±3.077	14.911±4.373	0.55	0.587
Stoma indeksi		12.045	11.798			13.9	16.021		
Tüy sıklığı		40.685	36.043			46.788	46.891		

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Elymus repens türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak üst yüzeysel anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan stoma bekçi en ve epidermis sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Epidermis hücre en, epidermis hücre boy, stoma bekçi hücre boy, stoma komşu hücre en, stoma komşu hücre boy, por en, por boy, silika çap, stoma sayısı ve tüy sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Elymus repens türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak alt yüzeysel anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan stoma bekçi hücre en, stoma bekçi hücre boy, stoma komşu hücre en, por en, por boy ve stoma sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Epidermis en, epidermis boy, stoma komşu boy, silika çap, epidermis sayısı ve tüy sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). (Çizelge 4.6)

4.2.5 *Corylus avellana*'nın Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

C. avellana'nın yaprağından alınan enine kesitlere göre altta ve üstte kutikula tabakası ve bu tabakanın altında tek sıra halinde dizilmiş, yuvarlağımsı veya dikdörtgenimsi epidermis hücreleri bulunmaktadır. Yaprak bifasiyal tiptedir. Epidermis hücrelerinin hemen altında 2-3 sıralı palizat parankiması, palizat parankimasının altında sünger parankiması, sünger parankimasının altında alt epidermis yer almaktadır. İletim demetleri düzenli bir şekilde sıralanmıştır.

Kontrol bölge örneklerinin yaprak enine kesitlerinde üst kutikula ortalama $2.556 \pm 0.654 \mu\text{m}$, alt kutikula ortalama $2.190 \pm 0.348 \mu\text{m}$ genişliğinde ölçülmüştür. Üst epidermis hücreleri ortalama $13.988 \pm 2.733 \times 21.545 \pm 5.349 \mu\text{m}$, alt epidermis hücreleri ortalama $11.427 \pm 3.323 \times 19.05 \pm 6.88 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Yaprak ortalama $151.30 \pm 8.76 \mu\text{m}$ ve mezofil doku ortalama $124.31 \pm 10.73 \mu\text{m}$ genişliğindedir. Palizat parankiması hücreleri ortalama $8.042 \pm 2.027 \times 25.007 \pm 4.934 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Sünger parankiması hücreleri ortalama $11.283 \pm 2.209 \mu\text{m}$ çapındadır. Yaprak mezofilinde palizat parankiması hücreleri ortalama 19.539 ± 4.627 , sünger parankiması hücreleri ise ortalama 26.779 ± 3.101 'lik bir alan kaplamaktadır. Örtü tüyleri ortalama $116.65 \pm 63.10 \mu\text{m}$, salgı tüyleri ortalama $45.18 \pm 13.63 \mu\text{m}$ uzunluğundadır.

Kirli bölge örneklerinin yaprak enine kesitlerine göre üst kutikula ortalama $2.637 \pm 0.580 \mu\text{m}$, alt kutikula ortalama $2.313 \pm 0.477 \mu\text{m}$ genişliğindedir. Üst epidermis hücreleri ortalama $13.753 \pm 3.264 \times 20.493 \pm 4.911 \mu\text{m}$, alt epidermis hücreleri ortalama $9.426 \pm 2.876 \times 15.61 \pm 6.28 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Yaprak ortalama $137.432 \pm 13.83 \mu\text{m}$ ve mezofil doku ortalama $110.50 \pm 11.76 \mu\text{m}$ genişliğindedir. Palizat parankiması hücreleri ortalama $7.161 \pm 1.793 \times 19.122 \pm 3.547 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Sünger parankiması hücreleri ortalama $11.777 \pm 2.676 \mu\text{m}$ çapındadır. Yaprak mezofilinde palizat parankiması hücreleri ortalama 46.107 ± 4.316 , sünger parankiması hücreleri ise ortalama 29.707 ± 3.387 'lik bir alan kaplamaktadır. Örtü tüyleri ortalama $123.23 \pm 56.37 \mu\text{m}$, salgı tüyleri ortalama $43.84 \pm 12.22 \mu\text{m}$ uzunluğundadır (Çizelge 4.7), (Şekil 4.9).

C. avellana'nın yaprağından alınan yüzeysel kesitlere göre yaprak üst yüzeyinde epidermis hücreleri dikdörtgenimsi ve düz çepelidir. Yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücreleri ise dalgalı çepelidir. Yapraklar hipostomatiktir. Yaprakların yalnızca alt yüzeyinde stomalar bulunmaktadır. Yaprakların alt yüzeyinde amarylis tip stomalar görülmektedir.

Kontrol bölge örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $15.877 \pm 3.450 \times 32.240 \pm 6.418$ μm boyutlarındadır. Tüy sayısı alt epidermise göre daha azdır. Türde alt epidermis hücreleri ortalama $16.818 \pm 5.906 \times 36.18 \pm 7.68$ μm boyutlarındadır. Stoma hücreleri ortalama $22.917 \pm 3.387 \times 27.107 \pm 3.390$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $3.002 \pm 0.899 \times 12.238 \pm 3.028$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Alt yüzeyde epidermis sayısı ortalama 15.244 ± 1.694 , stoma sayısı ortalama 1.978 ± 0.866 ve tüy sayısı ortalama 2.067 ± 0.986 'dir

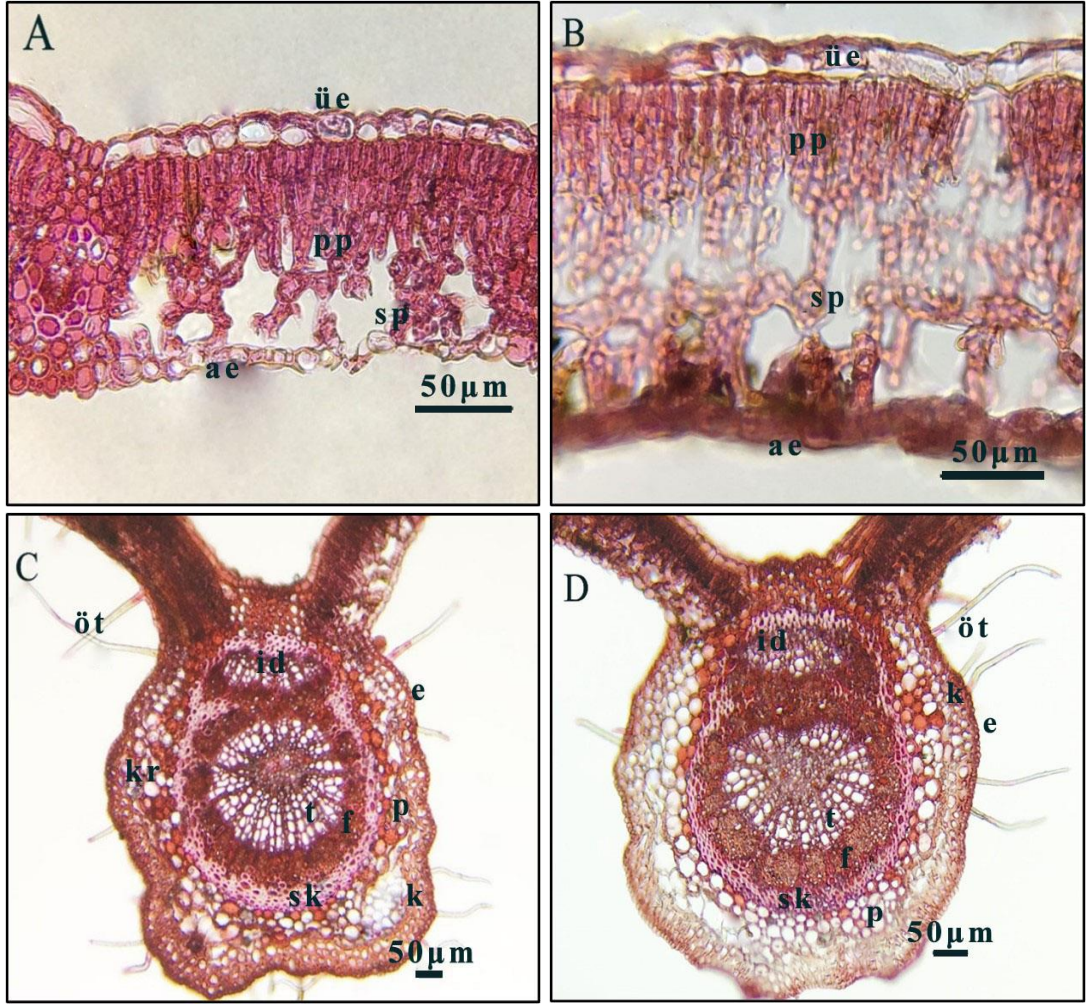
Kirli bölge örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $14.457 \pm 2.881 \times 33.362 \pm 5.855$ μm boyutlarındadır. Tüy sayısı ortalama 1.155 ± 0.366 'dir. Alt epidermis hücreleri ise ortalama $15.819 \pm 6.464 \times 36.34 \pm 9.10$ μm boyutlarındadır. Stoma hücreleri ortalama $21.995 \pm 2.061 \times 27.532 \pm 2.563$ μm büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $2.640 \pm 0.761 \times 10.562 \pm 2.575$ μm genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Alt yüzey için epidermis sayısı ortalama 16.222 ± 2.344 , stoma sayısı ortalama 1.844 ± 0.706 ve tüy sayısı ortalama 1.911 ± 0.821 'dir (Çizelge 4.8), (Şekil 4.10).

C. avellana yaprağının orta damarından alınan kesitlere göre dışta tek sıralı epidermis tabakası bulunmaktadır. Bu tabakanın altında çok sıralı kollenkima hücreleri yer almaktadır. Kollenkima hücrelerini 3-4 sıralı parankima hücreleri izlemektedir. Parankima hücrelerinin altında çok sıralı sklerankima hücreleri ve iletim demetleri yer almaktadır. En içte ise öz bölgesi görülmektedir. Yaprak orta damarında salgı ve örtü tüyleri de bulunmaktadır.

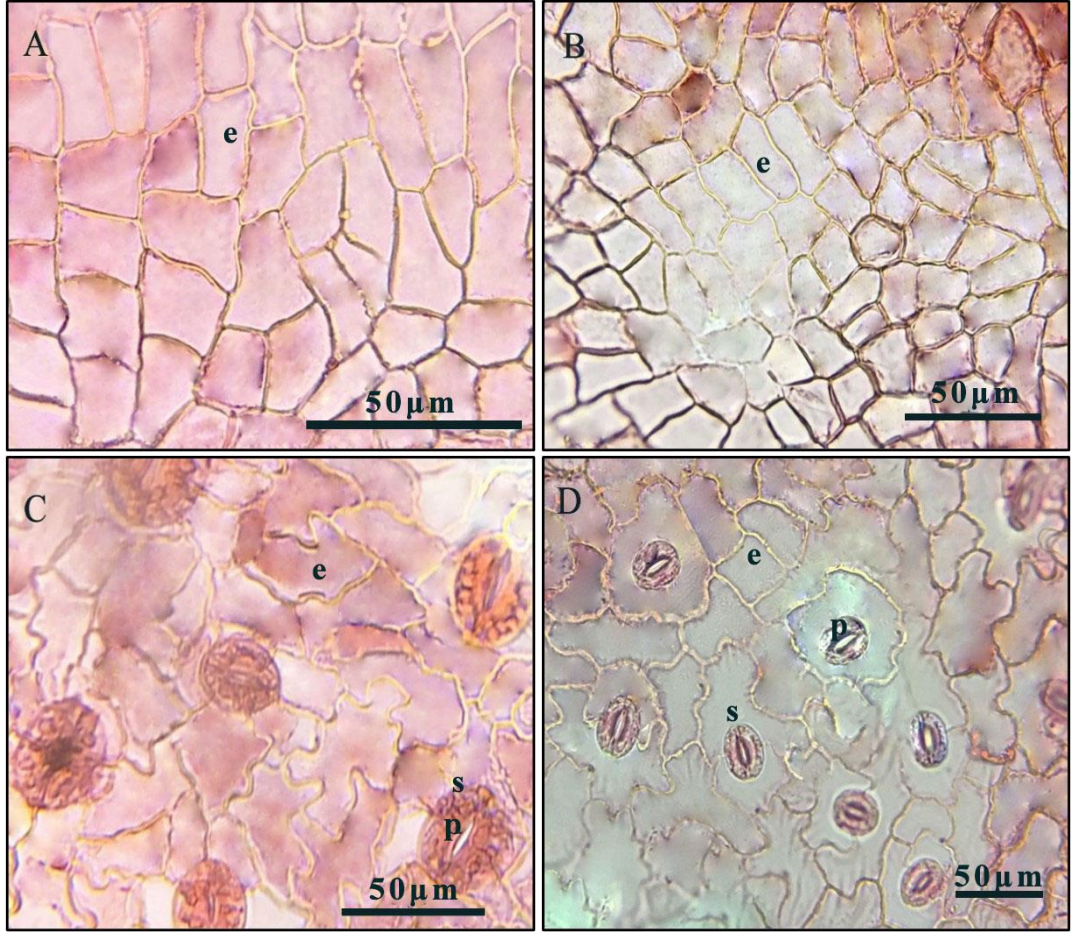
Kontrol bölge örneklerinin orta damar kesitlerinde kollenkima hücreleri ortalama 11.831 ± 3.006 μm , parankima hücreleri ortalama 22.784 ± 4.751 μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 9.894 ± 2.979 μm çapındadır. İletim demetlerini oluşturan floem hücreleri ortalama 4.412 ± 0.926 μm , trake hücreleri ise ortalama 12.905 ± 3.691 μm boyutlarındadır. Kollenkimaların tabaka sayısı 1-4, sklerankimaların tabaka sayısı 2-7 olarak belirlenmiştir. Orta damarda sklerankima hücreleri ortalama 9.241 ± 1.109 , büyük iletim demetleri ortalama 26.598 ± 1.701 , küçük iletim demetleri ise ortalama 5.743 ± 0.836 'lık bir alan kaplamaktadır.

Kirli bölge örneklerinin orta damar kesitlerinde kollenkima hücreleri ortalama 11.671 ± 2.815 μm , parankima hücreleri ise ortalama 20.987 ± 5.708 μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama 10.568 ± 2.998 μm çapındadır. İletim demetlerini oluşturan floem hücreleri ortalama 4.795 ± 1.167 μm , trake hücreleri ortalama 12.981 ± 3.439 μm boyutlarındadır. Kollenkimaların tabaka sayısı 1-4, sklerankimaların tabaka sayısı 2-7 olarak belirlenmiştir. Orta damarda sklerankima hücreleri ortalama 9.292 ± 1.136 , büyük iletim demetleri ortalama 27.781 ± 2.186 , küçük iletim demetleri ise ortalama 5.871 ± 0.656 'lık bir alan kaplamaktadır (Çizelge 4.9), (Şekil 4.9).

Çizelge 4.7 incelendiğinde *Corylus avellana* türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak eninin anatomik ölçümlerine uygulanan karşılaştırmalı t-testine göre alt epidermis en, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri en, palizat parankiması hücreleri boy, palizat parankimasının kapladığı % alan ve sünger parankimasının kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Üst kutikula en, alt kutikula en, üst epidermis en, üst epidermis boy, alt epidermis boy, sünger parankiması hücresi çap, örtü tüyü boy ve salgı tüyü boy parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 4.7).



Şekil 4.9 *Corylus avellana* A-Yaprak Eni Kontrol Bölge B-Yaprak Eni Kirli Bölge C-Orta Damar Kontrol Bölge D-Orta Damar Kirli Bölge üe:üst epidermis pp:palizat parankiması sp:sünger parankiması ae:alt epidermis e:epidermis k:kollenkima p:parankima sk:sklerankima f:floem t:trake id:iletim demeti ötü:örtü tüyü



Şekil 4.10 *Corylus avellana* A- Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B- Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D-Yüzeysel Alt Kirli Bölge e: s: stoma p: por

Çizelge 4.7 *Corylus avellana* Türünün Yaprak Enine Ait Anatomik Ölçümler

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Üst kütikula en	45	2.556±0.654	2.637±0.580	0.65	0.517
Alt kütikula en	45	2.190±0.348	2.313±0.477	1.45	0.153
Üst epidermis en	45	13.988±2.733	13.753±3.264	-0.38	0.706
Üst epidermis boy	45	21.545±5.349	20.493±4.911	-1.04	0.304
Alt epidermis en	45	11.427±3.323	9.426±2.876	-2.77	0.008*
Alt epidermis boy	45	19.05±6.88	15.61±6.28	-2.31	0.026
Yaprak en	45	151.30±8.76	137.432±13.83	-5.36	0.000*
Mezofil en	45	124.31±10.73	110.50±11.76	-5.43	0.000*
Palizat par. hüç. en	45	8.042±2.027	7.161±1.793	-2.18	0.035*
Palizat par. hüç. boy	45	25.007±4.934	19.122±3.547	-7.10	0.000*
Sünger par. hüç.çap	45	11.283±2.209	11.777±2.676	0.91	0.367
Örtü tüyü boy	45	116.65±63.10	123.23±56.37	0.50	0.620
Salgı tüyü boy	45	45.18±13.63	43.84±12.22	-0.54	0.595
Palizat par. % alan	45	19.539±4.627	46.107±4.316	-3.40	0.001*
Sünger par. % alan	45	26.779±3.101	29.707±3.387	4.22	0.000*

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Çizelge 4.8 *Corylus avellana* Türünün Yaprak Üst ve Alt Yüzeylerine Ait Anatomik Ölçümler

	N	Yaprak Üst				Yaprak Alt			
		Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	P	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Epidermis En	45	15.877±3.450	14.457±2.881	-1.93	0.060	16.818±5.906	15.819±6.464	-0.81	0.424
Epidermis Boy	45	32.240±6.418	33.362±5.855	0.99	0.326	36.18±7.68	36.34±9.10	0.08	0.934
Stoma en	45	-	-	-	-	22.917±3.387	21.995±2.061	-1.49	0.143
Stoma boy	45	-	-	-	-	27.107±3.390	27.532±2.563	0.62	0.537
Por en	45	-	-	-	-	3.002±0.899	2.640±0.761	-1.97	0.055
Por boy	45	-	-	-	-	12.238±3.028	10.562±2.575	-2.62	0.012*
Epidermis sayısı	45	-	-	-	-	15.244±1.694	16.222±2.344	2.34	0.024*
Stoma sayısı	45	-	-	-	-	1.978±0.866	1.844±0.706	-0.78	0.437
Tüy sayısı	45	1±0	1.155±0.366	2.85	0.007*	2.067±0.986	1.911±0.821	-0.89	0.376
Stoma indeksi						11.485	10.207		
Tüy sıklığı						11.940	10.538		

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Çizelge 4.8 incelendiğinde *Corylus avellana* türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak üst yüzeyi anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi sonucunda tüy sayısı parametresi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Epidermis en ve epidermis boy parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Yaprak alt yüzeyinin anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi sonucunda por boy ve epidermis sayısı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Epidermis en, epidermis boy, stoma en, stoma boy, por en, stoma sayısı ve tüy sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.9 *Corylus avellana* Türünün Yaprak Orta Damarına Ait Anatomik Ölçümler

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Kollenkima çap	45	11.831±3.006	11.671±2.815	-0.25	0.802
Parankima çap	45	22.784±4.751	20.987±5.708	-1.63	0.110
Sklerankima çap	45	9.894±2.979	10.568±2.998	1.02	0.311
Trake çap	45	12.905±3.691	12.981±3.439	0.10	0.920
Floem çap	45	4.412±0.926	4.795±1.167	1.78	0.083
Kollenkima tabaka sayısı	45	2.600±0.863	2.222±0.823	-2.58	0.013*
Sklerankima tabaka sayısı	45	4.311±1.411	4.511±1.408	0.70	0.487
Sklerankima %alan	45	9.241±1.109	9.292±1.136	0.23	0.821
Büyük iletim demeti %alan	45	26.598±1.701	27.781±2.186	2.91	0.006*
Küçük iletim demeti %alan	45	5.743±0.836	5.871±0.656	0.80	0.428

* $p<0.05$ Önemli $p>0.05$ Önemsiz

Çizelge 4.9 incelendiğinde *Corylus avellana* türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak orta damar anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi sonucunda kollenkima tabaka sayısı ve büyük iletim demetinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kollenkima hücre çap, parankima hücre çap, sklerankima hücre çap, trake hücre çap, floem hücre çap, sklerankima hücre tabaka sayısı, sklerankima hücrelerinin kapladığı % alan ve küçük iletim demetlerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.9).

4.2.6 *Castanea sativa* Türünün Yaprak Anatomik Özellikleri ile İlgili Bulgular

C. sativa'nın yaprağından alınan enine kesitlere göre alt ve üst yüzeyde belirgin kutikula tabakası bulunmaktadır. Her iki yüzeyde tek sıralı yuvarlağımsı veya dikdörtgenimsi şekilli epidermis hücreleri bulunmaktadır. Yaprak bifasiyal tiptedir. Üst epidermis hücrelerinin hemen altında 1-2 sıralı palizat parankiması ve 3-4 sıralı sünger parankiması bulunmaktadır. İletim demetleri düzenli bir şekilde sıralanmıştır ve büyük iletim demetlerinin alt ve üst kısımlarında epidermise kadar uzanan destek doku elemanları bulunmaktadır.

Kontrol bölge örneklerinin yaprak enine kesitlerinde üst kutikula tabakasının ortalama 2.948 ± 0.823 μm , alt kutikula tabakasının ortalama 2.135 ± 0.291 μm genişliğinde olduğu görülmektedir. Üst epidermis hücreleri ortalama $18.672 \pm 3.368 \times 20.164 \pm 5.605$ μm , alt epidermis hücreleri ortalama $10.010 \pm 3.260 \times 9.677 \pm 4.292$ μm büyüklüğündedir. Yapraklar ortalama 122.53 ± 11.10 μm , mezofil tabakası ise ortalama 92.39 ± 10.16 μm genişliğindedir. Palizat parankiması hücreleri ortalama $7.544 \pm 1.523 \times 35.84 \pm 5.11$ μm boyutlarındadır. Sünger parankiması hücreleri ortalama 11.363 ± 1.715 μm çapındadır. Yaprak mezofilinde palizat parankiması hücreleri ortalama 39.86 ± 6.24 , sünger parankiması hücreleri ise ortalama 30.61 ± 6.88 'lik bir alan kaplamaktadır. Salgı tüyleri ortalama 30.78 ± 10.36 μm uzunluğundadır.

Kirli bölge örneklerinin yaprak enine kesitlerinde üst kutikulanın genişliği ortalama 3.423 ± 0.692 μm , alt kutikulanın genişliği ise ortalama 2.151 ± 0.4 μm olarak belirlenmiştir. Üst epidermis hücreleri ortalama $20.178 \pm 4.926 \times 19.099 \pm 5.393$ μm , alt epidermis hücreleri ortalama $12.100 \pm 3.911 \times 7.793 \pm 2.552$ μm büyüklüğündedir. Yaprak ortalama 141.22 ± 17.61 μm ve mezofil tabakası ortalama 108.95 ± 15.89 μm genişliğindedir. Palizat parankiması hücreleri ortalama $7.612 \pm 1.614 \times 40.64 \pm 8.16$ μm boyutlarındadır. Sünger parankiması hücreleri ortalama 12.253 ± 2.008 μm çapındadır. Yaprak mezofilinde palizat parankiması hücreleri ortalama 42.76 ± 7.96 , sünger parankiması hücreleri ise ortalama 31.06 ± 6.78 'lik bir alanı kaplamaktadır. Salgı tüyleri ortalama 33.05 ± 12.66 μm uzunluğundadır (Çizelge 4.10), (Şekil 4.11).

C. sativa'nın yaprağından alınan yüzeysel kesitlere göre yaprak üst yüzeyinde epidermis hücreleri dikdörtgenimsi ve düz çepelidir. Yaprak alt yüzeyindeki epidermis hücreleri ise dalgalı çepelidir. Yapraklar hipostomatiktir. Yaprakların yalnızca alt yüzeyinde amaryllis tipi stomalar bulunmaktadır.

Kontrol grubu örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $18.976 \pm 3.318 \times 32.296 \pm 5.733 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Alt epidermis hücrelerinin ebatları ise ortalama $11.596 \pm 3.048 \times 25.133 \pm 6.070 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir. Stoma hücreleri ortalama $18.401 \pm 3.171 \times 21.791 \pm 2.855 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $4.528 \pm 6.572 \times 12.90 \pm 18.05 \mu\text{m}$ genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Epidermis sayısı ortalama 25.575 ± 4.296 , stoma sayısı ortalama 5.904 ± 6.305 'tir.

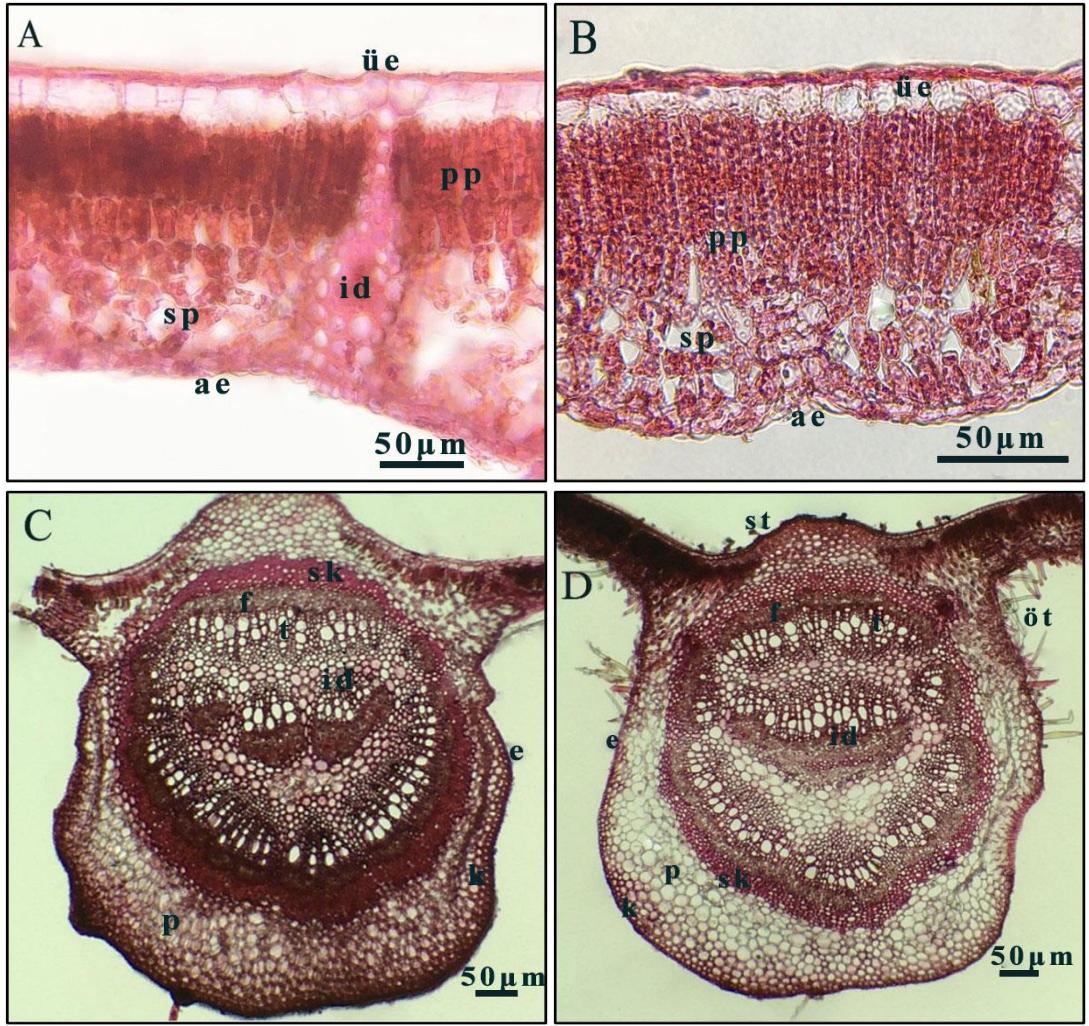
Kirli bölge örneklerinde üst epidermis hücreleri ortalama $15.785 \pm 2.846 \times 29.040 \pm 5.690 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Alt epidermis hücreleri ortalama $12.034 \pm 4.067 \times 22.491 \pm 5.857 \mu\text{m}$ ebatlarına sahiptir. Stoma hücreleri ortalama $15.935 \pm 2.384 \times 19.927 \pm 2.767 \mu\text{m}$ büyüklüğündedir. Stomalarda ortalama $3.909 \pm 4.866 \times 9.36 \pm 4.04 \mu\text{m}$ genişliğinde por açıklığı bulunmaktadır. Epidermis sayısı ortalama 28.930 ± 4.850 , stoma sayısı ortalama 6.864 ± 4.367 'dir (Çizelge 4.11), (Şekil 4.12).

C. sativa yaprağının orta damarından alınan kesitlere göre epidermis hücrelerinin altında çok sıralı kollenkima hücreleri bulunmaktadır. Kollenkima hücrelerinin altında 7-8 sıralı parankima hücreleri görülmektedir. Halka şeklinde olan büyük iletim demetinin çevresinde çok sıralı sklerankima hücreleri bulunmaktadır. Büyük iletim demetinin ortasında floem ve ksilem elemanlarından oluşan iç iletim demetleri bulunmaktadır.

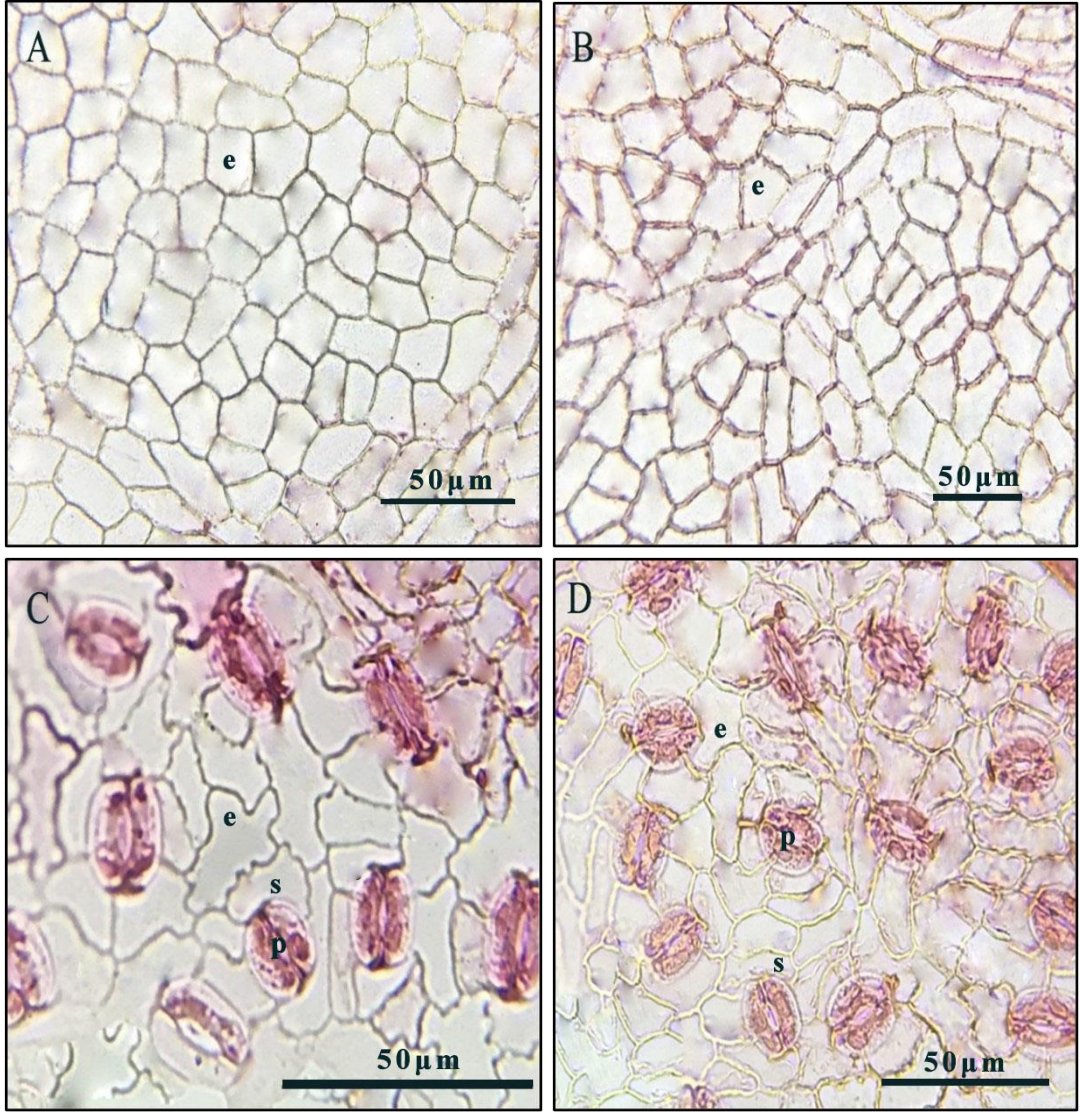
Kontrol bölge örneklerinin orta damar kesitlerinde kollenkima hücreleri ortalama $15.610 \pm 5.033 \mu\text{m}$, parankima hücreleri ortalama $31.94 \pm 8.97 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama $13.160 \pm 3.673 \mu\text{m}$ çapındadır. İletim demetlerini oluşturan floem hücreleri ortalama $3.347 \pm 0.816 \mu\text{m}$, trake hücreleri ise ortalama $19.16 \pm 6.07 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Kollenkimaların tabaka sayısı 1-5, sklerankimaların tabaka sayısı 2-8 olarak belirlenmiştir. Orta damarda sklerankima hücreleri ortalama 13.198 ± 1.626 , büyük iletim demetleri ortalama 37.535 ± 3.771 'lik bir alan kaplamaktadır.

Kirli bölge örneklerinin orta damar kesitlerinde kollenkima hücreleri ortalama $13.505 \pm 3.152 \mu\text{m}$, 27.10 ± 7.22 parankima hücreleri μm boyutlarındadır. Sklerankima hücreleri ortalama $12.373 \pm 3.003 \mu\text{m}$ çapındadır. İletim demetlerini oluşturan floem hücreleri ortalama $3.526 \pm 0.893 \mu\text{m}$, trake hücreleri ortalama $18.85 \pm 7.99 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Kollenkimaların tabaka sayısı 1-5, sklerankimaların tabaka sayısı 2-8 olarak belirlenmiştir. Orta damarda sklerankima hücreleri ortalama 13.968 ± 1.249 , büyük iletim demetleri ortalama 45.653 ± 3.418 'lik bir alan kaplamaktadır (Şekil 4.11), (Çizelge 4.12).

Castanea sativa türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak eninin anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan üst kutikula en, alt epidermis en, alt epidermis boy, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri boy, sünger parankiması hücreleri çap ve palizat parankiması hücrelerinin kapladığı %alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Alt kutikula en, üst epidermis en, üst epidermis boy, palizat parankima hücreleri en, salgı tüyü boy ve sünger parankimasının kapladığı %alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$), (Çizelge 4.10).



Şekil 4.11 *Castanea sativa* A-Yaprak Enine Kontrol Bölge B-Yaprak Enine Kirli Bölge C-Yaprak Orta Damar Kontrol Bölge D- Yaprak Orta Damar Kirli Bölge e: epidermis k: kollenkima p: parankima sk: sklerankima f: floem t: trake id: iletim demeti



Şekil 4.12 *Castanea sativa* A-Yaprak Yüzeysel Üst Kontrol Bölge B-Yaprak Yüzeysel Üst Kirli Bölge C-Yaprak Yüzeysel Alt Kontrol Bölge D- Yaprak Yüzeysel Alt Kirli Bölge e: epidermis s: stoma p: por.

Çizelge 4.10 *Castanea sativa* Türünün Yaprak Eninin Anatomik Ölçümleri

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Üst kütikula en	45	2.948±0.823	3.423±0.692	3.66	0.001*
Alt kütikula en	45	2.135±0.291	2.151±0.4	0.22	0.827
Üst epidermis en	45	18.672±3.368	20.178±4.926	1.73	0.090
Üst epidermis boy	45	20.164±5.605	19.099±5.393	-1.09	0.281
Alt epidermis en	45	10.010±3.260	12.100±3.911	2.83	0.007*
Alt epidermis boy	45	9.677±4.292	7.793±2.552	-2.67	0.010*
Yaprak en	45	122.53±11.10	141.22±17.61	9.42	0.000*
Mezofil en	45	92.39±10.16	108.95±15.89	7.08	0.000*
Palizat par. hüç. en	45	7.544±1.523	7.612±1.614	0.21	0.834
Palizat par. hüç. boy	45	35.84±5.11	40.64±8.16	4.92	0.000*
Sünger par. hüç.çap	45	11.363±1.715	12.253±2.008	2.87	0.006*
Salgı tüyü boy	45	30.78±10.36	33.05±12.66	0.83	0.408
Palizat par. % alan	45	39.86±6.24	42.76±7.96	3.98	0.000*
Sünger par. % alan	45	30.61±6.88	31.06±6.78	0.52	0.606

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Çizelge 4.11 *Castanea sativa* Türünün Yaprak Üst ve Yaprak Alt Yüzeysel Anatomik Ölçümleri

	N	Yaprak Üst				Yaprak Alt			
		Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	P	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Epidermis En	45	18.976±3.318	15.785±2.846	-5.05	0.000*	11.596±3.048	12.034±4.067	0.61	0.546
Epidermis Boy	45	32.296±5.733	29.040±5.690	-3.29	0.002*	25.133±6.070	22.491±5.857	-2.00	0.051
Stoma en	45	-	-	-	-	18.401±3.171	15.935±2.384	-5.39	0.000*
Stoma boy	45	-	-	-	-	21.791±2.855	19.927±2.767	-3.39	0.001*
Por en	45	-	-	-	-	4.528±6.572	3.909±4.866	-1.42	0.164
Por boy	45	-	-	-	-	8.945±2.178	8.556±2.128	-0.94	0.354
Epidermis sayısı	45	-	-	-	-	25.575±4.296	28.930±4.850	3.15	0.003*
Stoma sayısı	45	-	-	-	-	4.289±1.440	6.156±1.988	5.49	0.000*
Stoma indeksi						14.4	17.5		

*p<0.05 Önemli p>0.05 Önemsiz

Castanea sativa türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak üst yüzeysel anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan epidermis en ve epidermis boy parametreleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). *Castanea sativa* türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak alt yüzeysel anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan stoma en, stoma boy ve epidermis sayısı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Epidermis en, epidermis boy, por en, por boy ve stoma sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.11)

Çizelge 4.12 *Castanea sativa* Türünün Orta Damar Anatomik Ölçümleri

	N	Kontrol Bölgesi Ortalama±SS	Kirli Bölge Ortalama±SS	t	p
Kollenkima çap	45	15.610±5.033	13.505±3.152	-2.42	0.020*
Parankima çap	45	31.94±8.97	27.10±7.22	-2.42	0.020*
Sklerankima çap	45	13.160±3.673	12.373±3.003	-1.13	0.265
Trake çap	45	19.16±6.07	18.85±7.99	-0.25	0.806
Floem çap	45	3.347±0.816	3.526±0.893	1.13	0.264
Kollenkima tabaka sayısı	45	2.822±1.051	2.600±1.031	-0.96	0.342
Sklerankima tabaka sayısı	45	5.244±1.554	5.267±1.498	0.08	0.939
Sklerankima %alan	45	13.198±1.626	13.968±1.249	2.02	0.049*
Büyük iletim demeti %alan	45	37.535±3.771	45.653±3.418	10.85	0.000*

* $p<0.05$ Önemli $p>0.05$ Önemsiz

Castanea sativa türünde kontrol bölge ve kirli bölge örneklerinin yaprak orta damar anatomik ölçümlerinde karşılaştırmalı t-testi uygulanan kollenkima çap, parankima çap, sklerankima hücrelerinin kapladığı % alan ve büyük iletim demetinin kapladığı %alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Sklerankima çap, trake çap, floem çap, kollenkima tabaka sayısı ve sklerankima tabaka sayısı parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$), (Çizelge 4.12)

4.3 Kimyasal Özellikler ile İlgili Bulgular

4.3.1 Toprakta Siyanür Analizi

Maden sahasının bittiği bölgeden ve maden sahasından belirli uzaklıkta (1000±50m) alınan toprak örneklerinde siyanür (CN) analizi yapılmıştır. Kontrol bölge ve kirli bölgeden alınan toprak örneklerindeki siyanür miktarı Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Toprakta Siyanür Analizi Sonuçları

	Kontrol Bölge Toprak	Kirli Bölge Toprak
Siyanür	234.2 µg/kg	338.8 µg/kg

4.3.2 *Elymus repens* Yaprağında Siyanür Analizi

Maden sahasının hemen bitimindeki fındık bahçesi ve maden sahasından belirli uzaklıkta (1000±50 m) bulunan fındık bahçelerinden 3 farklı yerden alınan *E.repens* örneklerinde 3 tekerrürlü siyanür (CN) analizi yapılmıştır. Kontrol bölge ve kirli bölgeden toplanan *E. Repens* yaprak örneklerindeki siyanür miktarı Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 *Elymus repens* Yaprağında Siyanür Analizi Sonuçları

	Kontrol Bölge Yaprak	Kirli Bölge Yaprak
1.Lokalite	<20 µg/kg	142 µg/kg
2.Lokalite	<20 µg/kg	187.7 µg/kg
3.Lokalite	<20 µg/kg	175.6 µg/kg

4.3.3 *Corylus avellana* Yaprağında Siyanür Analizi

Maden sahasının hemen bitimindeki fındık bahçesi ve maden sahasından belirli uzaklıkta (1000±50 m) bulunan fındık bahçelerinden 3 farklı yerden alınan *C. avellana* örneklerinde 3 tekerrürlü siyanür (CN) analizi yapılmıştır. Kontrol bölge ve kirli bölgeden toplanan *C. avellana* yaprak örneklerindeki siyanür miktarı Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 *Corylus avellana* Yaprağında Siyanür Analizi Sonuçları

	Kontrol Bölge Yaprak	Kirli Bölge Yaprak
1.Lokalite	<20 µg/kg	116 µg/kg
2.Lokalite	<20 µg/kg	<20 µg/kg
3.Lokalite	<20 µg/kg	<20 µg/kg

4.3.4 *Castanea sativa* Yaprağında Siyanür Analizi

Maden sahasının hemen bitimindeki fındık bahçesi ve maden sahasından belirli uzaklıkta (1000±50 m) bulunan fındık bahçelerinden 3 farklı yerden alınan *C. sativa* örneklerinde 3 tekerrürlü siyanür (CN) analizi yapılmıştır. Kontrol bölge ve kirli bölgeden toplanan *C. sativa* yaprak örneklerindeki siyanür miktarı Çizelge 4.16'de verilmiştir.

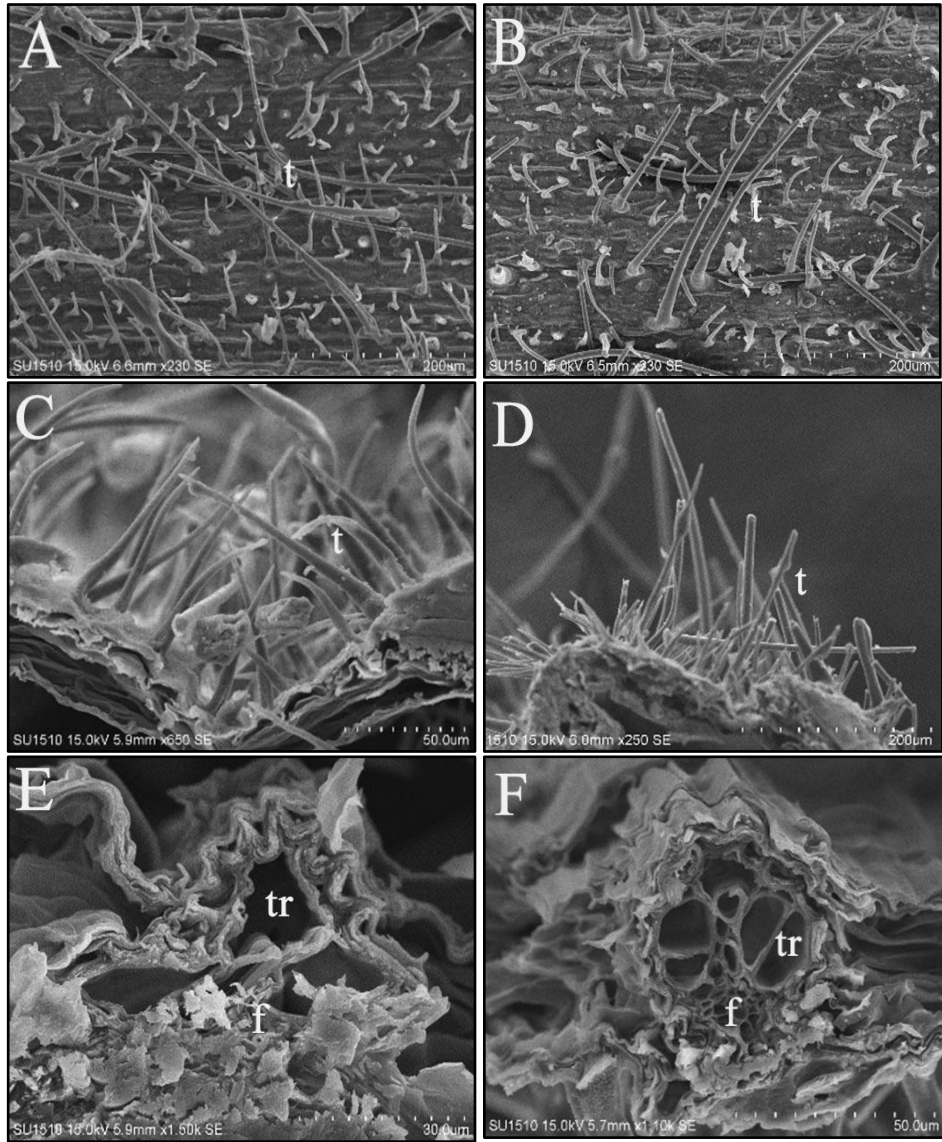
Çizelge 4.16 *Castanea sativa* Yaprağında siyanür analizi sonuçları

	Kontrol Bölge Yaprak	Kirli Bölge Yaprak
1.Lokalite	<20 µg/kg	<20 µg/kg
2.Lokalite	<20 µg/kg	<20 µg/kg
3.Lokalite	<20 µg/kg	<20 µg/kg

4.4 Mikromorfolojik Özellikler ile İlgili Bulgular

4.4.1 *Elymus repens* Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

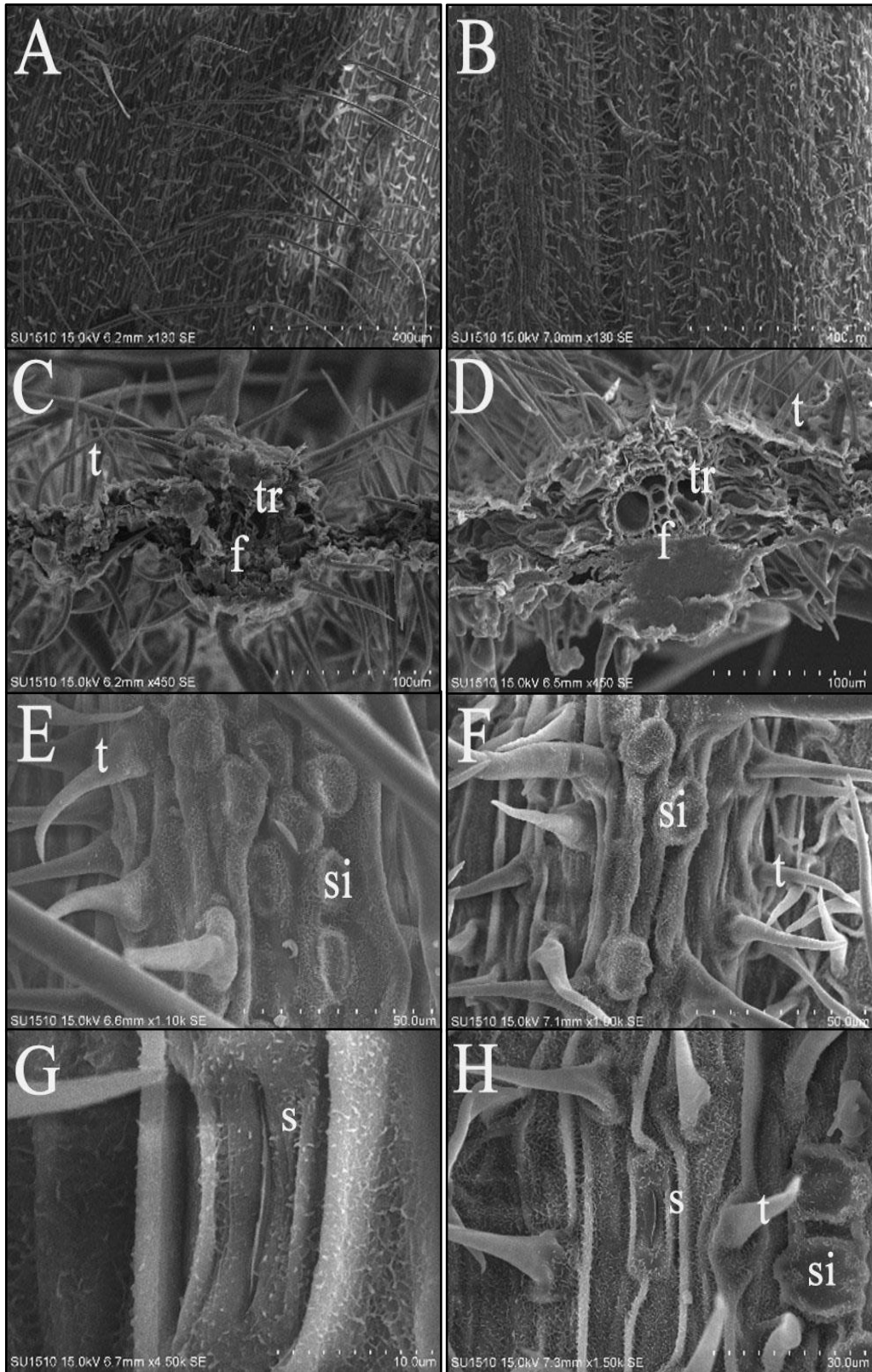
Elymus repens türünün yaprak sapı mikromorfolojik incelenmiştir. Kirli bölge örneklerinde kutikula tabakası kontrol bölgeye göre daha kalındır. Kirli ve kontrol bölge örneklerinde yaprak sapı yüzeyi çok sayıda uzun ve kısa örtü tüyleri ile kaplıdır. Kirli bölgede tüy yoğunluğu daha fazladır. Yaprak sapından alınan enine kesitlerde yaprak üst yüzeyine bakan tarafta ksilem elemanları, alt tarafa bakan yüzeyde ise floem elemanları net bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 *Elymus repens* A, C, E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B, D, F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri t: tüy tr: trake f: floem

4.4.2 *Elymus repens* Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

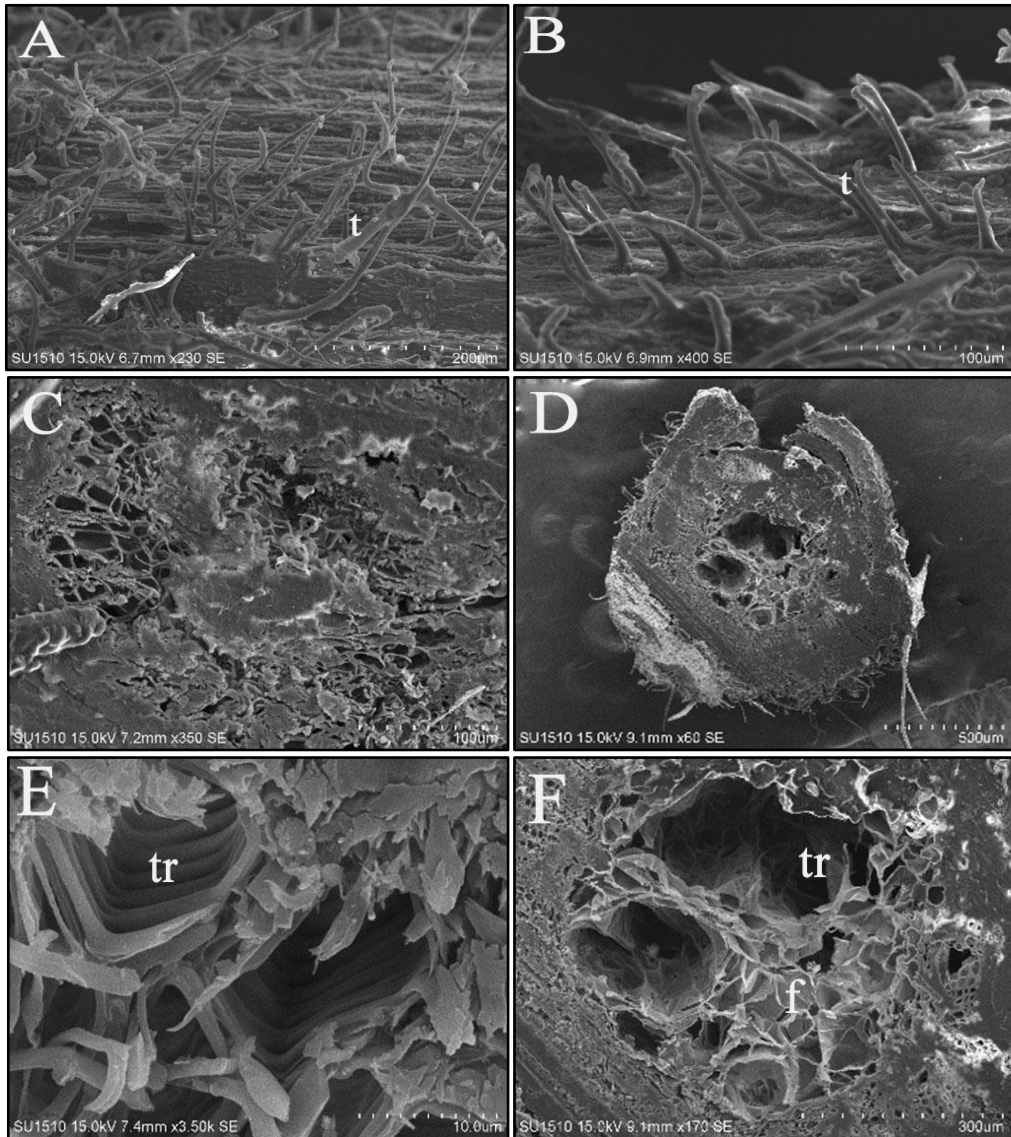
Türün kontrol ve kirli bölgeden alınan yaprak örnekleri mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Türün kontrol bölgedeki yaprak üst ve alt yüzeyindeki epidermis hücrelerinin antiklinal ve periklinal çeperleri genellikle düz bir yapıya sahiptir. Ancak kirli bölgede alt yüzeyde bulunan epidermis hücrelerinin periklinal çeperleri dalgalı yapıya sahiptir. Yaprığın her iki yüzeyinde uzun ve kısa örtü tüyleri yer almaktadır. Kirli bölge örneklerinde tüy yoğunluğu ve stoma yoğunluğu fazladır. Stoma hücreleri gramine tipindedir. Kirli bölgeden alınan yaprakların stomalarının por genişliği daha fazladır. Hem epidermis hücreleri hem de stoma hücreleri üzerinde mumsu yapılar bulunmaktadır. Yapraklarda belirgin silika hücreleri bulunmaktadır. Kirli bölge örneklerinde silika hücre çeperlerinin kalınlığı daha fazladır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 *E. repens* A-C-E-G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B-D-F-H Kirlü Bölge Yaprak SEM Görüntüleri t: tüy tr: trake f: floem si: silika hücresi s: stoma

4.4.3 *Corylus avellana* Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

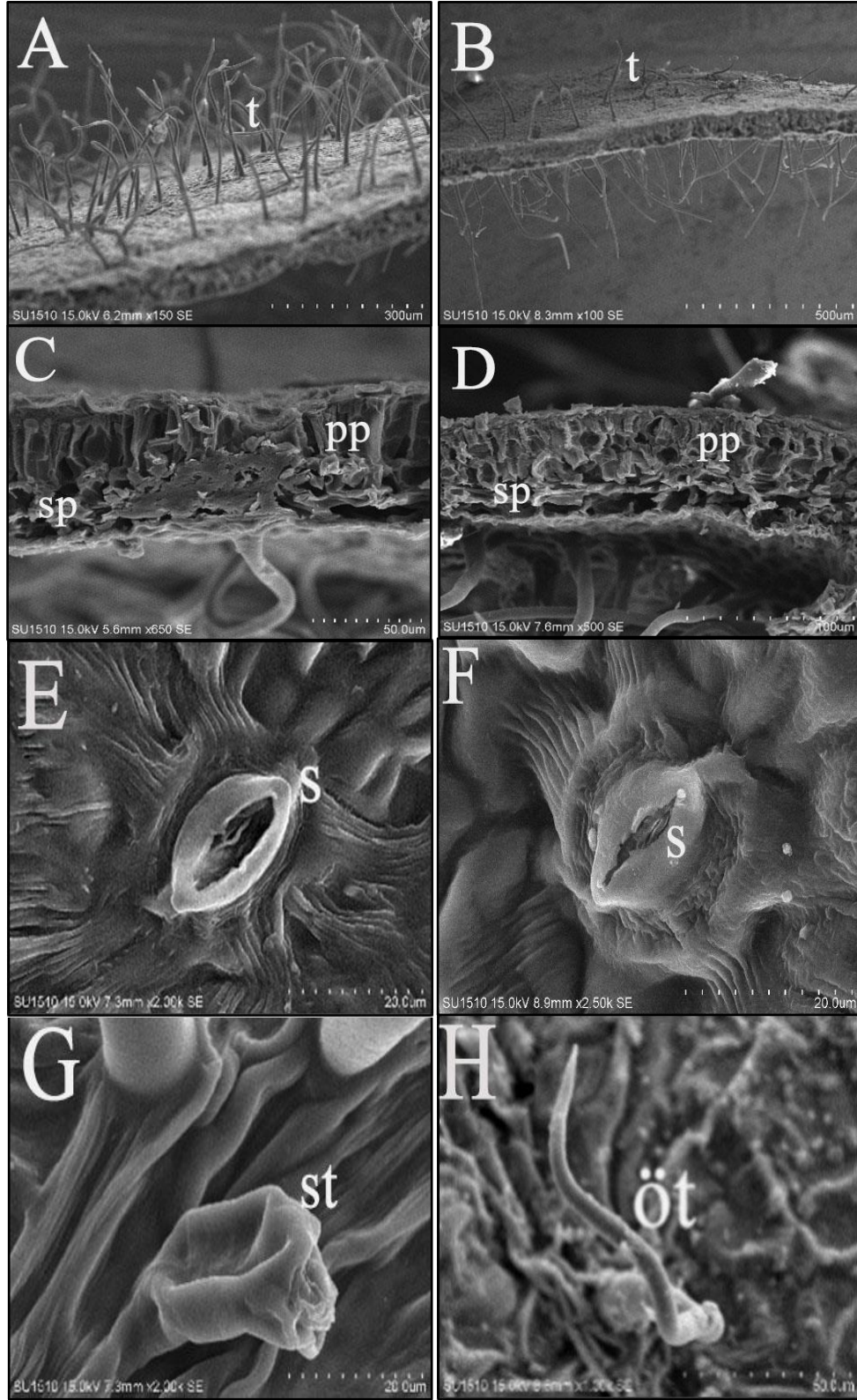
C. avellana türünün yaprak sapı mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Kutikula kalınlığı kirli bölge örneklerinde temiz bölgeye göre daha kalındır. Kirli ve kontrol bölge örneklerinde yaprak sapı yüzeyi çok sayıda uzun ve kısa örtü tüyleri ile kaplıdır. Kirli bölgede tüy yoğunluğu daha fazladır. Yaprak sapından alınan enine kesitlerde yaprak üst yüzeyine bakan tarafta ksilem elemanları, alt tarafa bakan yüzeyde ise floem elemanları net bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.15).



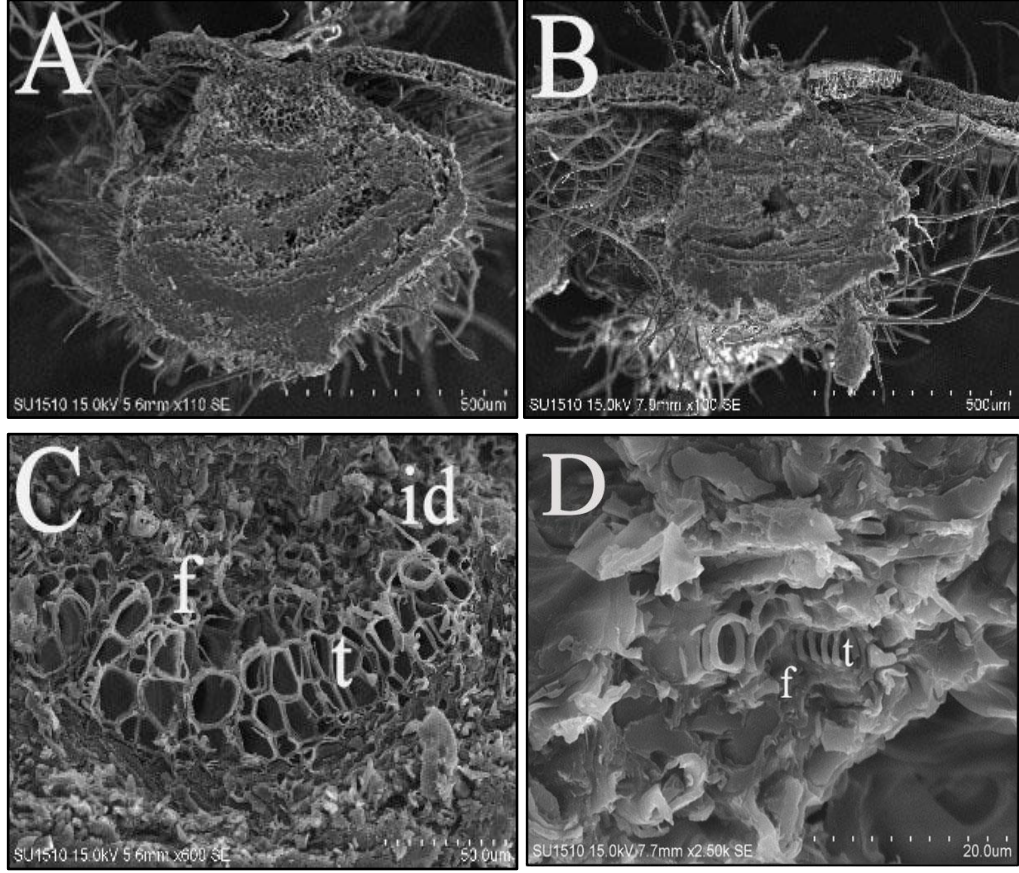
Şekil 4.15 *C. avellana* A-C-E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B-D-F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri t: tüy tr: trake f: floem

4.4.4 *Corylus avellana* Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

Türün kontrol ve kirli bölgeden alınan yaprak örnekleri mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Her iki bölgeden alınan yaprak örneklerinin üzerinde belirgin kutikula tabakası bulunmakla beraber kirli bölge örneklerinde kutikula kalınlığı daha fazladır. Türün kontrol ve kirli bölgedeki yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücreleri dikdörtgenimsi şekillidir. Bu hücrelerin antiklinal ve periklinal çeperleri genellikle düz veya kavisli bir yapıya sahiptir. Yaprığın alt yüzeyindeki hücrelerin dalgalı çeper yapısına sahiptir. Yaprakların her iki yüzeyinde uzun ve kısa örtü tüyleri ile salgı tüyleri bulunmaktadır. Kirli bölge örneklerinde tüy yoğunluğu ve stoma yoğunluğu fazladır. Stoma hücreleri amaryllis tipindedir. Kirli bölgeden alınan yaprakların stomalarının por genişliği daha fazladır. Hem stoma hücreleri hem de stoma komşu hücreleri üzerinde yoğun kutikular katlanmalar bulunmaktadır. Yaprakların orta damar bölgesinde yoğun tüylerle kaplıdır. Orta damardaki büyük ve küçük iletim demetleri net bir şekilde gözükmemektedir (Şekil 4.16, 4.17).



Şekil 4.16 *C. avellana* A, C, E, G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B, D, F, H Kirli Bölge Yaprak SEM Görüntüleri t: tüy pp: palizat parankiması sp: sünger parankiması s: stoma st: salgı tüyü öt: örtü tüyü

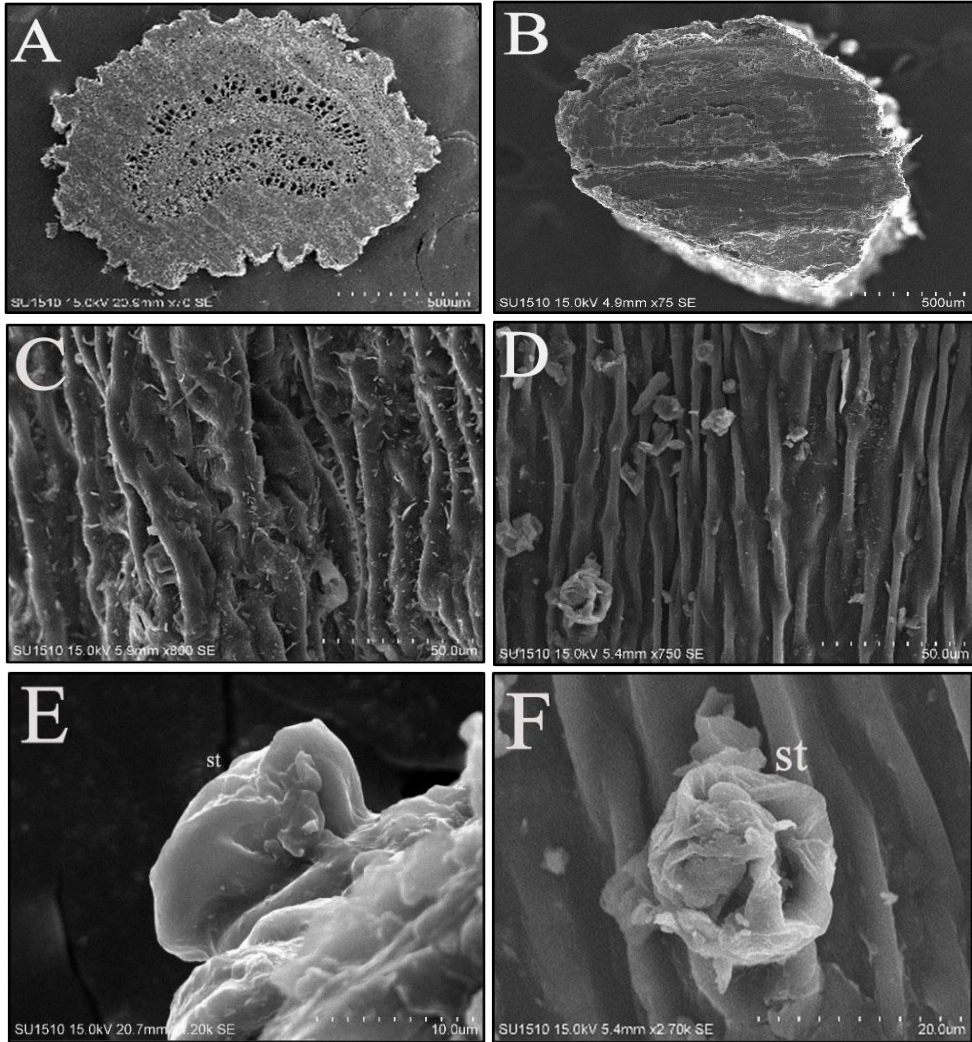


Şekil 4.17 *C. avellana* A, C Kontrol Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri B, D Kirlili Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri id: iletim demeti t: trake f: floem

4.4.5 *Castanea sativa* Yaprak Sapının Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

C. sativa türünün yaprak sapı mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Kutikula kalınlığı kirli bölge örneklerinde kontrol bölgeye göre daha kalındır. Kirli ve kontrol bölge örneklerinde yaprak sapı yüzeyinde çok sayıda salgı tüyleri ile bulunmaktadır. Epidermis hücrelerinin çeperleri belirgin şekilde kabarıktır. Yaprak sapından alınan enine kesitlerde yaprak üst yüzeyine bakan tarafta ksilem elemanları, alt tarafa bakan yüzeyde ise floem elemanları net bir şekilde görülmektedir.

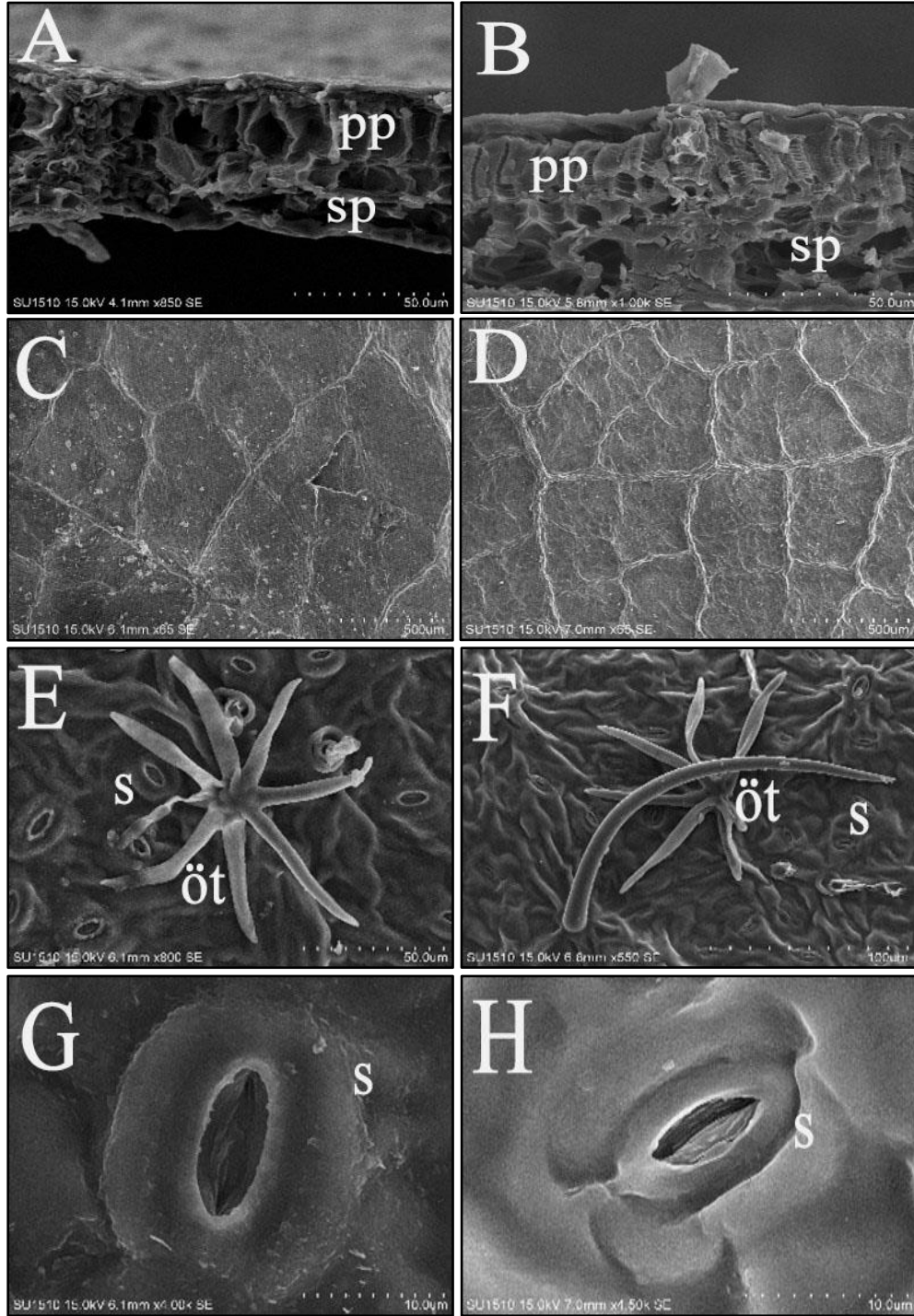
Yaprak sapı üzerinde salgı tüyleri bulunmaktadır. Yaprak sapının iletim demetleri kontrol bölge örneklerinde net bir şekilde görülmektedir. Kirli bölge örneklerinde bu yapılar çok net değildir (Şekil 4.18).



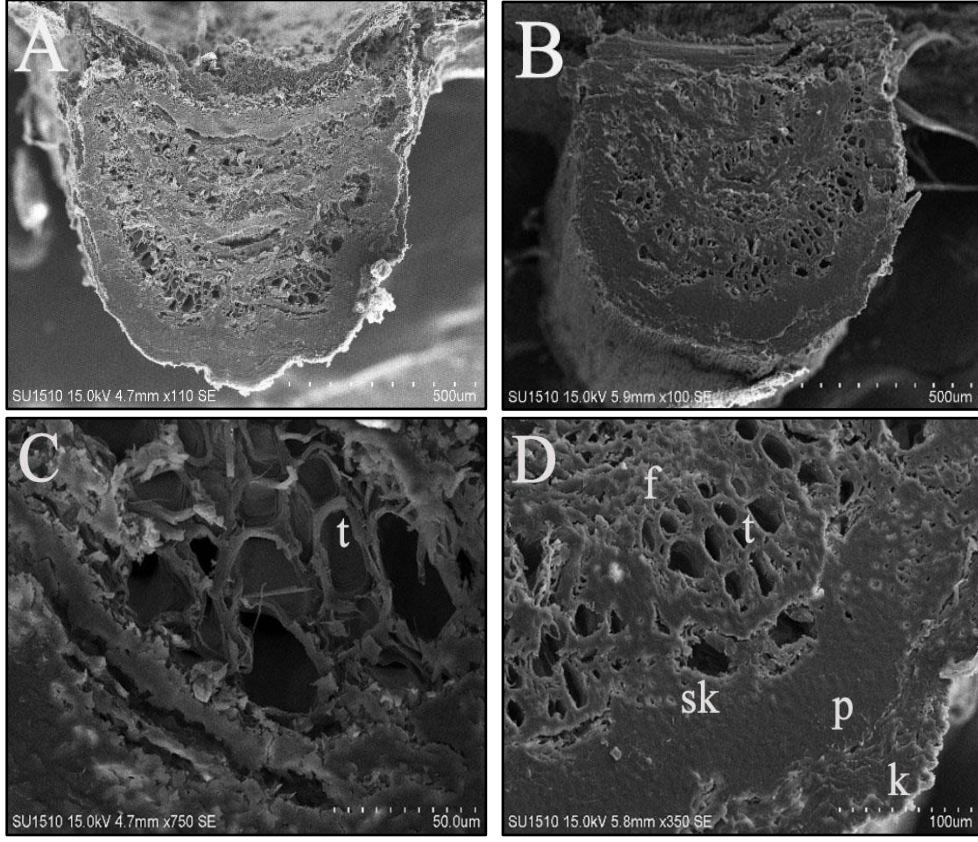
Şekil 4.18 *C. sativa* A, C, E Kontrol Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri B, D, F Kirli Bölge Yaprak Sapı SEM Görüntüleri st: salgı tüyü öt: örtü tüyü

4.4.6 *Castanea sativa* Yaprak Mikromorfolojik Özellikleri ile İlgili Bulguları

Türün temiz ve kirli bölgeden alınan yaprak örnekleri mikromorfolojik olarak incelenmiştir. Heriki bölgeden alınan yaprak örneklerinin üzerinde belirgin kütikula tabakası bulunmakla beraber kirli bölge örneklerinde kütikula kalınlığı daha fazladır. Türün temiz ve kirli bölgedeki yaprak üst yüzeyindeki epidermis hücreleri dikdörtgenimsi şekillidir. Bu hücrelerin antiklinal ve periklinal çeperleri genellikle düz veya kavisli bir yapıya sahiptir. Yaprığın alt yüzeyindeki hücrelerin dalgalı çeper yapısına sahiptir. Yapraklarda uzun tek hücreli ve dallanmış çok hücreli örtü tüyleri ile salgı tüyleri bulunmaktadır. Kirli bölge örneklerinde tüy yoğunluğu ve stoma yoğunluğu fazladır. Kirli bölgedeki yaprakların stoma porları belirgin şekilde daralmıştır. Stoma hücreleri üzerinde mumsu tabaka görülmektedir. Kirli bölgeden alınan yaprakların üzerinde toz partikülleri gözlenmektedir (Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4.19 *C. sativa* A, C, E, G Kontrol Bölge Yaprak SEM Görüntüleri B, D, F, H Kirlili Bölge Yaprak SEM Görüntüleri pp: palizat parankiması sp: sünger parankiması s: stoma öt: örtü tüyü



Şekil 4.20 *C. sativa* A-C Kontrol Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri B-D Kirli Bölge Yaprak Orta Damar SEM Görüntüleri t: trake f: floem k: kollenkima p: parankima sk: sklerankima

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ordu ilinde faaliyet gösteren altın madeninin bittiği saha ile 1000m±50 m uzağından toplanan 3 bitki türünün yaprak ve yaprak sapında meydana gelen morfolojik, anatomik ve mikromorfolojik özellikler belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Madenden kaynaklı ağır metal ve kimyasal madde birikimi, suların kirlenmesi ve oluşan toz kirliliği gibi tüm bu faktörler bitkiler üzerinde etkili olabilecek bir strese yol açabilmektedir. Madencilik ve taş ocağı faaliyetleri, bitkiler için ağır metal kirliliği ve düşük pH gibi stresli çevre koşullarına neden olabilir (Fazlıoğlu ve ark., 2017;2021). Topraktaki ağır metallerin biyolojik olarak kullanılabilir formları çevredeki bitkiler tarafından biriktirilebilir; metal toksisitesine ve düşük besin kullanılabilirliği nedeniyle yavaş büyümeye neden olabilir (Wilmot ve ark., 1996, Arif ve ark., 2016). Özellikle düşük pH'lı metalli topraklarda, H⁺ iyonlarının varlığı topraktaki temel minerallerin bitki tarafından alımını engeller (Likens ve ark., 1996). Bu nedenle, maden sahalarında veya atıkların bulunduğu alanlarda yetişen bitki türlerinde yavaş büyüme ve strese uyum stratejilerinin yaygın olduğu görülmektedir (Fazlıoğlu ve ark. 2021). Maden kaynaklı bu stres bitkilerin morfolojik olarak büyümelerini azaltmakta, verim ve fotosentez hızına etki etmektedir (Barcela ve Poschenrieder 1990). Madenden kaynaklı stresin bir nedeni de ortamda aşırı toz bulunmasıdır. Toz bitkilerde fotosentezi, solunumu, transpirasyonu etkileyebilir ve fitotoksik gaz kirleticilerin nüfuz etmesine izin verebilir. Görünür yaralanma belirtileri ortaya çıkabilir ve genellikle verimlilikte azalma görülür (Thompson ve ark., 1984; Farmer, 1993).

Altın madenciliği endüstrisinden gelen farklı konsantrasyonlardaki atık sular ile yetiştirilen bitkilerde sürgün büyümesinin azaldığı, yapraklarda sararmaların görüldüğü, kök hücrelerinin dejenere olduğu, bitkilerin klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Hamim ve ark., 2017). Ağır metallerle yapılan birçok çalışmada, bitkilerde ağır metal stresinin büyümeyi olumsuz şekilde etkilediği bildirilmiştir (Silva ve ark. 2016; Korotchenko ve ark., 2020). Ağır metallerin çeşidine ve alınan miktarına göre yapraklarda şekilsel değişimlere neden olduğu ve yaprak alanının küçülmesine yol açtığı tespit edilmiştir (Barcela ve Poschenrieder 1990). Gemici ve ark., (2008) sodyum siyanür konsantrasyonlarının

artmasıyla bitki boyunun kısaldığını, bitkilerin morfolojik ve anatomik yapısında anormallikler ortaya çıktığını bildirmişlerdir. İncelediğimiz üç türün (ot, çalı ve ağaç) kontrol ve kirli bölgelerdeki yaprak ve yaprak saplarının morfolojik yapıları değişiklik göstermiştir. Maden stresinden kaynaklı olarak bu üç türde de yaprakların en ve boyları ile yaprak sap uzunluklarının kirli bölgede azaldığı tespit edilmiştir. *Elymus repens*'de yaprak boy ve yaprak sapının, *Corylus avellana*'da yaprak en ve boyunun, *Castanea sativa*'da ise yaprak en, boy ve yaprak sapının uzunluklarında görülen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Ağır metallerle kirlenmiş ve terk edilmiş maden atıklarında toprak verimliliği düşüktür. Ağır metaller topraktaki doğal bakteri popülasyonunu etkiler. Bu da besin döngüsünden sorumlu bakteri türlerinin kaybına yol açarak ekosistemin işleyişini olumsuz etkiler. Bu bölgelerdeki düşük bitki türü kompozisyonu madencilik faaliyetleri ve topraktaki verim düşüklüğü ile ilişkilendirilebilir (Piotrowska-Seget ve ark., 2005; Becker ve Dierschke, 2009). Madencilik faaliyetleri (örn. ağır metallerin ve düşük pH'ın neden olduğu stres) bitkilerin işlevselliğini azaltabilir ve bitki topluluklarının çeşitliliğini olumsuz yönde etkiler (Mason ve ark., 2013; Özbucak ve ark., 2018). Tez kapsamında yapılan arazi çalışmaları sonucunda kirli bölgede düşük bitki türü kompozisyonu belirlenmiştir. Ayrıca maden sahalarının açılması içinde bu sahalar ağaçsızlandırılmaktadır. Bizim gözlemlerimiz ve konu ile yapılan diğer çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Maden arazilerinin bitki örtüsü üzerine yapılan başka bir çalışmada da madenciliğin yapıldığı ya da halen yapılmakta olduğu sahalarda, madenciliğin yapılmadığı sahalara kıyasla odunsu türlerin bolluğunda ciddi bir azalma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sahalarda genellikle otsu türler bulunmaktadır. Çalışmalar maden aramalarının bitki örtüsünde fiziksel değişikliklere yol açtığını göstermiştir (Salami 2003). Batı Afrika'da bulunan bir altın madeninin çevreye verdiği zararlar üzerine yapılan çalışmada da açık ocak madenciliğiyle altın çıkarmanın doğanın görünümünün ve doğal toprakların bozulmasına neden olduğunu ayrıca maden yatağında yeni ocakların açılmasıyla, sahadan uzaklaştırılan, toksik madde içeren toprakların bitki örtüsünü kirlettiği de belirtilmiştir (Porgo, 2015). Madencilik atıkları aynı zamanda toprak verimliliğini azaltan geniş maden arazilerinin artmasına neden olmaktadır (Hilmi ve ark., 2018).

Bakır (Cu), Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) ve Civa (Hg) ağır metal tanımına giren yaklaşık 40 kadar elementten bazılarıdır. Bu maddeler buldukları ortamda birikebilme özelliğinden dolayı ağır metal kirliliğine sebep olabilmektedirler (Özbucak ve ark., 2018). Ghana'daki altın madeni atıklarıyla yapılan çalışmalar sonucunda toprakta As, Cd, Hg, Pb, Co ve Zn'nin çok yüksek miktarlarda biriktiği tespit edilmiştir (Petelka ve ark., 2019). Baba ve Güngör (2002) Türkiye'deki bir altın madeninin etkilerini kuyu suyundan ve dere suyundan örnekler alarak incelediklerinde kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Kd) elementlerinin sınırın biraz üstünde çıktığını belirtmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada kontrol bölge olarak seçilen ve madenin 1000 m uzaklığından alınan toprak örneklerinde 234.2 µg/kg (0.2342 ppm) siyanür, kirli bölgedeki toprak örneklerinde ise 338.8 µg/kg (0.3388 ppm) siyanür tespit edilmiştir. Birçok ülkede toplam siyanür derişimi standarttı, siyanürlü atıkların açık arazilere boşaltılabilmesi için 0,5-2,0 ppm, içme suyu için 0,2 ppm olarak belirlenmiştir (İpekoğlu ve Mordoğan, 1993). Dolayısı ile kirli bölgede kontrol bölgeye göre daha fazla siyanür bulunmasına rağmen her iki bölgedeki siyanür miktarı standartların altında bir miktardır. Bu yüzden bitkilerde görülen morfolojik ve anatomik değişikliklerin sadece siyanür miktarına değil maden kaynaklı strese (ağır metal birikimi, siyanür varlığı, tozların oluşturduğu kirlenme vb.) bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Maden yatakları topraklarının yüksek derecede ağır metaller ile kontamine olduğu ve yüksek oranda abiyotik stres altında bulunduğu çeşitli çalışmalar ile de bildirilmiştir (Yanqun ve ark., 2004; Fazlıoğlu ve ark., 2017). Maden yatakları civarında yapılan çalışmaların da daha çok bitkilerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine olduğu görülmektedir (Pugh ve ark., 2002; Deng ve ark., 2004; Rodriguez ve ark., 2009). Siyanür, toprakta yüksek miktarda bulunduğu toksik özellik gösterir ve yer altı sularına geçebilir. Siyanür, soluma yoluyla, su ile, toprağa değen cilt yoluyla ve siyanür bulaşan besinlerin yenmesiyle vücuda girebilir (Özçiftçi, 2015).

Bitkilerin ağır metallere, kirleticilere ve siyanür gibi bileşiklere verdikleri tepkiler bitki türüne ve maruz kalınan kirleticici miktarına göre değişebilmektedir. Bitkiler topraktan aldıkları kirleticileri en fazla kök kısımlarında biriktirmektedirler. Yapraklarda da kirleticinin depolandığı bilinmektedir. Abdul-Wahab ve Marikar

(2012), altın ocağına yakın ve 1000m uzaklıktaki bitkilerde yaptıkları analizlerde madene yakın bitkilerde neredeyse tüm eser elementlerde (Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Co, Ba) endişe verici bir artış gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada üç bitki türünde kontrol bölge olarak belirlenen temiz bölgede siyanür miktarı <20 µg/kg olarak bulunmuştur. İncelenen türler içerisinde kirli bölgede yapraklarında en fazla siyanür bulunan bitki ot formunda olan tek yıllık *Elymus repens* bitkisidir. Kirli bölge örneklerinde 1. lokalitede 142 µg / kg (0.142 ppm) siyanür, 2. lokalitede 187,7 µg / kg (0.1877 ppm) siyanür ve 3. lokalitede ise 175,6 µg / kg (0.1756 ppm) siyanür tespit edilmiştir. Bitki yapraklarında kirli bölgede kabul edilen standartın (0.5-2.0 mg/litre toplam siyanür) altında olmakla beraber belirli bir oranda siyanür tespit edilmiştir. Bu bitki siyanürü diğer çalı formu ve odunsu forma göre daha çok depolamıştır. Literatürde Poaceae familyasına ait birçok türün akümülatör özelliğe sahip olduğu bildirilmektedir. Bu bitkiler kökleri ile aldıkları yüksek miktarda kimyasal toprak üstündeki vejetatif organlara ileterek özellikle yapraklarında depolamaktadırlar. Günümüzde bu tip bitkilerin, kimyasallar ile kirletilmiş olan bölgelerin temizlenmesinde kullanılması önem kazanmaktadır. (Thompson, 1997; Rascio ve ark. 2011; Özbek, 2015). Çalışmamızda *E. repens* bitkisinin yapraklarında belirli miktarda siyanür belirlenmesi bu bitkinin siyanürü yapraklarında belirli oranda depoladığını göstermektedir. Türün sinonimi ile yapılan çalışmada türün akümülatör bitki özelliğinin sahip olduğu ve belirli miktarda ağır kimyasalları biriktirdiği bildirilmiştir (Antoniadis ve ark., 2021). Çalı formu olan *Corylus avellana* türünde sadece bir tekerrürde kirli bölgedeki bitki yapraklarında siyanüre rastlanmış diğer tekerrürlerde siyanür miktarı <20 µg/kg olarak bulunmuştur. Odunsu form olan *Castanea sativa* türünün yapraklarında ise kirli bölgede siyanür miktarı tüm tekerrürlerde <20 µg/kg olarak belirlenmiştir. Hem çalı hem de odunsu bitkilerde kirli bölgede siyanür miktarı ölçülemeyecek kadar az olsa da bitkilerin madenden kaynaklı strese girdikleri ve yapılarında morfolojik ve anatomik olarak belirgin değişikliklerin olduğu belirlenmiştir.

Bitkiler stres koşullarına anatomik özelliklerinde değişiklik meydana getirerek de cevap verirler. Özellikle yaprak laminasının yüzeyi ve kalınlığı, stomaların büyüklük ve yoğunluğu, kütikula tabakasının kalınlığı gibi özelliklerde görülen değişiklikler dikkat çekicidir (Kılınç ve Kutbay, 2004).

Maden yataklarına yakın bölgelerde yapılan çalışmalarda maden yatağına yakın yerlerde yetişen bitkilerin anatomik ve morfolojik yapılarında değişiklik tespit edilmiştir. Ogundare ve ark. (2018) madene yakın bölgelerde yaşayan bitkilerde incelenen birçok yaprak anatomik özelliğinde belirgin değişiklikler olduğunu belirtmişlerdir. Maden yatağına yakın ve madenden uzakta olan bölgelerde yaptıkları çalışmada genellikle stoma boyutunda azalma olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar incelenen her bitkinin kendi tür özelliklerine göre farklı şekillerde tepki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada da türlerin kendi tür özelliklerine göre kirlilik stresine karşı farklı tepkiler gösterdikleri belirlenmiştir. İncelenen üç türde de kirli bölgede kütikula kalınlığında belirgin bir artış olmuştur. *Elymus repens* türünde kirli bölgeden toplanan örneklerin yaprak alt yüzeylerinde hem stoma sayısının hem de stoma ebatlarının arttığı, üst yüzeydeki stomaların ise enlerinin arttığı buna karşılık boylarında bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. *Castanea sativa* türünde de benzer şekilde stoma sayısı kirli bölgede artış gösterirken, *Corylus avellana* türünde ise stoma sayısında azalma gözlenmiştir. Bitkilerin stoma sıklığını ve boyutlarını değiştirmesi çevresel kirlleticilerin emilimini kontrol etmelerinin bir yoludur. Sukumaran (2014), *Abutilon indicum* L., *Croton sparsiflorus* L. ve *Cassia occidentalis* L. türlerinde hava kirliliğine bağlı olarak anatomik değişiklikleri araştırmıştır. *A. indicum*, *C. sparsiflorus* ve *C. occidentalis* türlerinde hava kirliliğine bağlı olarak kirli ortamda yetişen örneklerinde stoma sayısının arttığı görülmüştür. Gostin (2009), Fabaceae familyasına ait 4 türün yapraklarında kirlilik stresine bağlı olarak stoma boyutlarının kirli ortamda azaldığını, stoma yoğunluğunun ise kirli ortamda arttığını belirtmiştir. Araştırmacı incelediği türlerden iki tanesinin stoma indeksinin artış gösterirken iki örnekte de stoma indeksinin değişmediğini ifade etmiştir. Çalıştığımız türlerden *E. repens* ve *Castanea sativa* türlerinde kirli bölgede stoma indeksi artarken *Corylus avellana* türünde ise stoma indeksinin azaldığı belirlenmiştir.

Bitkilerin yaşadığı ortamda fazla miktarda toz birikimi stomaların tıkanmasına yol açmaktadır. Çeşitli şekillerde kirlilik stresine maruz kalan bitkilerde stoma yoğunluğunun genellikle artmasının sebeplerinden birisi de stomaların tıkanması olabilmektedir. Bitki bu stres ile baş edebilmek için stoma sayısını artırmaya çalışmaktadır. Toz birikimi stomaların tıkanmasına, stoma bekçi hücrelerinin

kayıplarına dolayısı ile gaz alışverişinin transpirasyonun ve net fotosentez oranının düşmesine neden olmaktadır (Vijaywargiya ve Pandey, 2003; Sett 2017). Verma ve ark. (2006) stoma yoğunluğunun ve por ebatının azalmasının kirliliği absorbe etmenin kontrolü için önemli olabileceğini belirtmiştir. Yaptığımız çalışmada *E. repens* türünün alt yüzeyindeki stomalar hariç incelenen bitkilerin tümünde por ebatında belirgin bir azalma olduğu belirlenmiştir.

E. repens ve *C. avellana* türlerinde epidermis hücrelerinin en ve boyları üst yüzeyde azalmıştır. Alt yüzeyde ise epidermis hücrelerinin enleri azalırken boylarında bir artış gözlenmiştir. *Castanea sativa* türünde ise kirli bölgede her iki yüzeyde epidermis hücrelerinin enleri artarken boyları azalmıştır. Marques ve ark. (2011) maden bölgesinde büyüyen bitkilerle yaptıkları anatomik çalışmada terlemeyi kontrol eden epidermis hücrelerinin sayıca azaldığını belirlemişlerdir. Bulduğumuz sonuçların bir kısmı literatürle aynı iken bazı sonuçlar farklıdır (Sukumaran, 2004; Marques ve ark., 2011). Bu farklılıkların nedeni her türün strese karşı farklı özellikler göstermesi olarak düşünülmektedir.

Brachiaria decumbens Stapf türünde ağır metal alımı ve birikimine bağlı olarak kök ve yapraklarda meydana gelen anatomik değişikliklerle ilgili çalışmada kontaminasyona maruz kalan yapraklarda bulliform hücrelerinin boyutunun arttığını, iletim demetlerindeki trake elemanlarının sayısının azaldığı belirtilmektedir. Bitki tarafından emilen ağır metallerin çoğunlukla köklerde birikmesine rağmen yaprak dokuları da düşük ağır metal konsantrasyonunda anatomik değişiklikler göstermektedir (Gomes ve ark. 2011). Bizim çalışmamızda da benzer anatomik değişiklikler bulunmuştur. *E. repens* türünün, kirli bölge bitki yapraklarında bulliform hücrelerinin çapının arttığı ve iletim demetlerinin kapladığı % alanın azaldığı tespit edilmiştir. Bulliform hücrelerinin boyutlarının artış ve iletim demetlerinin kapladığı alanın azalması istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

E. repens türünde yaprak eninin anatomik ölçümlerinde üst epidermis hücre en, üst epidermis hücre boy, alt kütikula en, yaprak en, floem hücre çap, bulliform hücre çap, yaprak ucu sklerankima hücre en, yaprak ucu sklerankima hücre boy, yaprak üst kısım sklerankima hücre tabaka sayısı ve iletim demetlerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Türün yaprak saplarının

anatomik ölçümlerinde ise alt epidermis hücre en, alt epidermis hücre boy, kloroplastlı parankima hücre en, floem hücre çap ve sklerankima hücre çap değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Corylus avellana yaprağında alt epidermis en, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri en, palizat parankiması hücreleri boy, palizat parankimasının kapladığı % alan ve sünger parankimasının kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaprak saplarının anatomik özelliklerine göre kollenkima çap, parankima çap, kollenkima tabaka sayısı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Castanea sativa türünde yaprak eninin anatomik ölçümlerinde üst kütikula en, alt epidermis en, alt epidermis boy, yaprak en, mezofil en, palizat parankiması hücreleri boy, sünger parankiması hücreleri çap ve palizat parankiması hücrelerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Türün yaprak saplarında sklerankima çap, kristal çap, kristal sayısı ve iletim demetlerinin kapladığı % alan parametreleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yaprak saplarında kirlilik stresine karşı anatomik özelliklerinin değişimi üzerine bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İncelediğimiz türler değerlendirildiğinde genellikle parankima hücrelerinin ve destek doku elemanlarının ebatlarında kirli bölgede artış belirlenmiştir. Parankima hücrelerinin azalan fotosentezi arttırmak için hücre boyutlarını arttırdığı düşünülmektedir. Bitkiler stres karşısında hem parankima hücrelerinin hem de destek doku hücrelerinin boyutlarını artırabilirler (Hilmi ve ark. 2018).

Sukumaran (2014), *A. indicum* türünün kirli bölgede yetişen bitkilerinde korteksin kapladığı alanın arttığı, *Croton sparsiflorus* ve *Cassia occidentalis* türlerinin kirli ortam bitkilerinde ise korteks alanının önemli bir değişiklik göstermediğini vurgulamıştır. Ayrıca bu üç türün kirli ortamda yetişen bitkilerinde iletim demetleri alanlarının azaldığını belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada *Corylus avellana* ve *Castanea sativa* türlerinin kirli ortam bitkilerinde palizat ve sünger parankiması alanlarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir. *Corylus avellana*'da palizat ve sünger parankimasının kapladığı alan ve *Castanea sativa*'da palizat parankimasının kapladığı alan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızda *Elymus*

repens'in kirli bölgede yetişen bitkilerinin yapraklarında iletim demetlerinin kapladığı alanın azaldığı görülmüştür. *Corylus avellana*'nın kirli bölgede yetişen bitkilerinin yaprak saplarında iletim demetlerinin kapladığı alan azalmış, yaprak orta damarda bulunan büyük ve küçük iletim demetlerinin kapladığı alan artmıştır. *Castanea sativa*'da ise kirli bölgede yetişen bitkilerin yaprak saplarındaki ve orta damarda bulunan iletim demetlerinin kapladığı alanın arttığı belirlenmiştir. *E. repens*'de yaprakta yer alan iletim demetlerinin kapladığı alan, *C. avellana*'da yaprak orta damarda bulunan büyük iletim demetlerinin kapladığı alan, *C. sativa*'da yaprak sapı ve yaprak orta damarda yer alan iletim demetlerinin kapladığı alan istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Kurşun (Pb) bulunan topraklarda büyüyen bitkilerin, kirlilik karşısında tüy sayılarını attırdıkları belirlenmiştir (Azmat ve ark., 2009). İncelediğimiz türlerde alt ve üst epidermiste bulunan tüylerin sıklığında değişiklik göstermekle beraber yaprak ve yaprak saplarında genellikle kirli ortamlarda tüy sıklığının arttığı belirlenmiştir. Rafia ve ark. (2009) Pb ile kirlenmiş topraklarda yetişen bitkilerde tüy sıklığının artışı stres altındaki bitkilerin göstermiş olduğu kendini koruma yöntemlerinden biri olduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak incelenen üç türde de hem yaprak hem de yaprak saplarının morfolojik, anatomik ve mikromorfolojik incelenmesi sonucunda türlere has önemli değişikliklerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu değişikliklerin madenin işletilmesinden kaynaklı strese bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

Altın madenciliğinde alınan gerekli önlemlerle birlikte, siyanür konsantrasyonunun belirli değerlerin altına indirilerek, zararlı etkilerinin kontrol altına alındığı bildirilmektedir. Yapılan çalışmada hem bitkilerde hem de toprak örneklerinde tehlike sınırının altında siyanür tespit edilmiştir.

İncelediğimiz türlerde ağır metal analizi yapılamamıştır. Ancak ağır metallerin maden stresine bağlı olarak bitkilerde ve toprakta yoğun olarak depolandığı birçok çalışmada belirlenmiştir. Bu yüzden insan ve hayvan sağlığı için madenin yakınlarında en az 1-1,5 km mesafe içerisinde bitki yetiştirilmemesi, hayvan otlatılmaması ve eğer yetiştiriliyorsa buradan toplanan bitkilerin ve ürünlerin yenilmemesinin gerektiği kanaatindeyiz.

İncelenen bitkilerin yaprak ve yaprak saplarında madenin işletilmesinden kaynaklı strese bağlı olarak morfolojik ve anatomik değişiklikler meydana gelmiştir. Morfolojik olarak yaprak boyutlarının kirlenmiş bölgede genelde küçüldüğü belirlenmiştir. Maden sahalarındaki canlılar ve doğal çevre üzerindeki çalışmaların farklı disiplinler ile yürütülmesi ve çevreye verilen zararın belirlenmesi gerekmektedir.

Madenler gibi kirlenmiş bölgelerde kirlenmenin belirlenmesi için su, toprak ve bitki örneklerinde analizlerin artırılması, bilimsel çalışmaların yoğunlaştırılması önerilmektedir.

Yöre halkının ağır metal, siyanür, hava kirliliği gibi maden streslerine karşı bilgilendirilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdalla, OAE., Suliman, FO., Al-Ajmi, H., Al-Hosni, T. & Rollinson, H. (2010). Cyanide from gold mining and its effect on groundwater in arid areas, Yangul mine of Oman. *Environmental Earth Sciences*, 60, 885-892.
- Abdul-Wahab, SA. & Marikar, FA. (2012). The environmental impact of gold mines: pollution by heavy metals. *Central European Journal of Engineering*, 2(2), 304-313.
- Akabzaa, TM. (2000). Boom and dislocation: A study of the social and environmental impacts of mining in the wassa west district of Ghana. *Third World Network, Africa Secretariat*; Accra, Ghana.
- Akçin, Y. (2019). Karafındık çeşidinin (*Corylus avellana* L.) bazı yaprak özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8, 141-144.
- Arif, N., Yadav, V., Singh, S., Singh, S., Ahmad, P., Mishra, RK., Sharma, S., Tripathi, DK., Dubey, NK. & Chauhan, DK. (2016). Influence of High and Low Levels of Plant-Beneficial Heavy Metal Ions on Plant Growth and Development. *Sec. Environmental Toxicology*, 4, 1-11.
- Anonim, (2020). Ordu-Fatsa altın madeni projemiz. Altıntepe Madencilik San. ve Tic. A.Ş., <https://altintepemaden.com.tr/fatsa-altinmadeni-projesi/>-(Erişim tarihi:15/05/2022)
- Anonim, (2021). 2020 verilerine göre Türkiye'deki aktif altın madenleri. Altın Madencileri Derneği, <https://altinmadencileri.org.tr/wp-content/uploads/altinMadenciligi2021.pdf> (Erişim tarihi:10/12/2021)
- Anonim, (2021). Maden sahasının genel görünümü. KRTTV, https://www.krttv.com.tr/images/haberler/2021/06/fatsa_da_altin_madeni_sirket_işletmenin_yanında_ikinci_bir_maden_sahasi_icin_harekete_gecti_h82660_5ce26.jpg -(Erişim tarihi:01/11/2021)
- Anonim, (2022). Tubives. Türkiye Bitkileri Veri Servisi. <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php> (Erişim tarihi:08/09/2022)
- Anonim, (2022). Coğrafi yapısı. Ordu Fatsa İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü. <https://fatsa.meb.gov.tr/www/cografı-yapısı/icerik/4->(Erişim tarihi:10/09/2022)
- Anonim, (2022). Kestane. Vikipedi Özgür Ansiklopedi. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Kestane->(Erişim tarihi:20/03/2022)
- Anonim, (2022). Siyanürle ilgili bilgi notu. Kimya Mühendisleri Odası, https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/b3489046c9448ef_ek.pdf-(ErişimTarihi:01.12.2022).
- Anonim, (2022). Fındığın faydaları nelerdir?. Memorial Sağlık Grubu, <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/findigin-faydalari-nelerdir->(Erişim tarihi:05/10/2022)
- Anonim, (2022). Türkiye'nin altın üretimi. Altın Madencileri Derneği. <https://altinmadencileri.org.tr/turkiye-altin-uretimi-2/>-(Erişim tarihi:25/11/2022)

- Anonim, (2022). Maden sahasının uydu görüntüsü. Kısa Dalga, <https://cdn.kisadalga.net/news/9756.jpg> -(Erişim tarihi:20/10/2022)
- Antoniadis, V., Shaheen, SB., Stark, HJ., Wennrich, R., Levizou, E., Merbach, I. & Rinklebe, J. (2021). Phytoremediation potential of twelve wild plant species for toxic elements in a contaminated soil. *Environment International*, 146, 1-14.
- Azmat, R., Haider, S., Nasreen, H., Aziz, F. & Riaz, M. (2009). Available alternative mechanism in adapting the plants to heavy metal environment. *Pakistan Journal of Botany*, 41(6), 2729-2738.
- Baba, A. & Güngör, T. (2002). Influence of gold mine on groundwater quality (Efemçukuru, Izmir, Turkey). *Environmental Geology*, 41(6), 621-627.
- Bakis, Y., Babac, MT. & Uslu, E. (2011). Updates and improvements of Turkish plants data service (TÜBİVES) in health informatics and bioinformatics (HIBIT), 6th International Symposium on, 136-140.
- Barcelo, J. & Poschenrieder, C. (1990). Plant water relations as affected by heavy metal stress: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 13(1), 1-37.
- Baş, AD., Yazici, EY. & Celep, O. (2013). Altın metalurjisinde yeni gelişmeler. *Madencilik*, 52(1), 3-17.
- Becker, T. & Dierschke, H., (2009). Vegetation response to high concentrations of heavy metals in the Harz Mountains, Germany. *Phytocoenologia*, 38, 255–265.
- Bozdağ, B., Kocabaş, O., Akyol, Y. & Özdemir, C. (2016). Bitki anatomisi çalışmalarında el kesitleri için yeni boyama yöntemi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 20, 184.
- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M. & Torriani, D. (2004). The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Veget Hist Archaeobot*, 13, 161-179.
- Crouse, RG., Pories, WJ., Bray, JT. & Mauger, RL. (1983). Geo-chemistry and man: health and disease. 1. Essential elements. *Appl. Environ. Geochem*, 267–308.
- Çabuk, A. (2005). Beyaz çürükçül funguslarla siyanür biyodegradasyonu. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Çelik, H., Mordoğan, H. & İpekoğlu, Ü. (1997). Siyanürlü altın üretim tesisi atıklarını arıtma yöntemleri. *Madencilik*, XXXVI (1), 33-45.
- Davis, PH. (1982). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. *Edinburgh University Press*, 7, 685-688.
- Davis, PH. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. *Edinburgh University Press*, I-IX.
- Deng, H., Ye, ZH. & Wong, MH. (2004). Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China. *Environmental Pollution*, 132(1), 29-40.

- Donkor, AK., Bonzongo, JCJ., Nartey, VK. & Adotey, DK. (2005). Heavy metals in sediments of the gold mining impacted Pra River basin, Ghana, West Africa. *Soil and Sediment Contamination*, 14(6), 479–503.
- Fashola, MO., Veronica Mpoke Ngole-Jeme, VN. & Babalola, OO. (2016). Heavy metal pollution from gold mines: Environmental effects and bacterial strategies for resistance. *Environmental Research and Public Health*, 13, 1047.
- Fazlıoğlu, F., Keskin, GP., Akçin, ÖE. & Özbucak, T. (2021). Mining and quarrying activities tend to favor stress-tolerant plants. *Ecological Indicators*, 1-8.
- Franco-Hernandez, MO., Vasquez-Murrieta, MS., Patino-Siciliano, A. & Dendooven, L. (2010). Heavy metals concentration in plants growing on mine tailings in Central Mexico. *Bioresource Technology*, 101(11), 3864–3869.
- Gafur, NA., Sakakibara, M., Sano, S. & Sera, K. (2018). A cafe study of heavy metal pollution in water of Bone River by artisanal small-scale gold mine activities in eastern part of Gorontalo, Indonesia. *Water*, 10, 1507.
- Gemici, M., Karshenass AM. & Tan, K. (2008). Effect of sodium cyanid on wheat (*Triticum durum* cv. Altar and *T. aestivum* cv. Cumhuriyet). *Asian Journal of Chemistry*, 20(1), 389-396.
- Getaneh, W. & Alemayehu, T. (2006). Metal contamination of the environment by placer and primary gold mining in the Adola region of southern Ethiopia. *Environmental Geology*, 50(3), 339–352.
- Gomes, MP., Marques, TCLLSM., Nogueira, MOG., Castro, EM. & Soares, AM. (2011). Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*. *Scientia Agricola*, 68(5), 566-573.
- Gonzalez, I., Jordan, MM., Sanfeliu, T., Quiroz, M. & De La Fuente, C. (2007). Mineralogy and heavy metal content in sediments from Rio Gato, Carelmapu and Cucao, Southern Chile. *Environmental Geology*, 52(7), 1243–1251.
- Gostin, IN. (2009). Air pollution effects on the leaf structure of some Fabaceae species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(2), 57-63.
- Grimalt, J.O., Ferrer, M. & MacPherson, E. (1999). The minetailing accident in Aznalcollar. *Science of The Total Environment*, 242(1–3), 3–11.
- Güner, A., Aslan S., Ekim T., Vural, M. & Babaç, MT. (2012). Turkish plant list. *Nezahat Gökyiđit Botanical Garden and Flora*.
- Hamim, H., Hilmi, M., Pranowo D., Saprudin D. & Setyaningsih L. (2017). Morpho-physiological changes of biodiesel producer plants *Reutealis trisperma* (Blanco) in response to gold-mining wastewater. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 20(9), 423-435.
- Hilmi, M., Hamim, H., Sulistyaningsih, YC. & Taufikurahman. 2018. Growth, histochemical and physiological responses of nonedible oil producing plant (*Reutealis trisperma*) to gold mine tailings. *Biodiversitas*, 19(4), 1294-1302.

- Hidayatı, N., Juhaeti, T. & Syarif, F. (2009). Mercury and cyanide contaminations in gold mine environment and possible solution of cleaning up by using phytoextraction. *Journal of Biosciences*, 16(3), 88-94.
- İpekoğlu, Ü. & Mordoğan, H. (1993). Altın üretim tesislerindeki siyanürün türleri, toksike etkileri ve atık barajındaki davranışı. *Madencilik*, XXXII (1), 34-46.
- Jaszczak, E., Polkowska, Z., Narkowicz, S. & Namiesnik, J. (2017). Cyanides in the environment-analysis-problems and challenges. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24, 15929-15948.
- Kocabaş, O., Kayacan, E., Akyol, Y., Minareci, E. & Özdemir, C. (2015). *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergi* 11(2), 111-117.
- Koç, H. (2022). Sözlü görüşme. Düzen Norwest, Çevre Laboratuvarı, Ankara, (Görüşme Tarihi: 18.07.2022), e-posta: huseyin@duzen.com.tr.
- Koçan, F. (2021). Siyanür ile cevherden altın üretiminin çevresel etkileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 13(1), 250-264.
- Korotchenko, IS., Pervyshina, GG., Ya Muchkina, E., Khizhnyak, SV. & Medvedeva, VA. (2020). The effect of gold mining on developmental instability in leaves of *Betula platyphylla* (Betulaceae) and *Populus tremula* (Salicaceae). *Earth and Environmental Science*, 548, 1-4.
- Köse, HM. (1989). Dünya ve Türkiye madenciliğine toplu bakış. *Scientific Mining Journal*, 7-96.
- Likens, GE., Driscoll, CT. & Buso, DC. (1996). Long-term effects of acid rain: Response and recovery of a forest ecosystem. *Science*, 272, 244-246.
- Logsdon, MJ., Hagelstein, K. & Mudder, TI. (1999). The Management of cyanide in gold extraction. *International Council on Metals and the Environment*, 1-40.
- Lottermoser, B. (2007). Mine wastes: Characterization, treatment and environmental impacts. New York, 1-290.
- Marques, TCLLSM., Soares, AM., Gomes, MP. & Martins, G. (2011). Physiological and anatomical responses of Eucalyptus seedling exposed to cadmium. *Revista Arvore*, 35(5), 997-1006.
- Mason, NWH., de Bello, F. & Mouillot, D. (2013). A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. *Journal of Vegetation Science*, 24, 794-806.
- Meagher, R.B. (2000). Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Current Opinion in Plant Biology*, 3, 153-162.
- Meidner, H. & Mansfield TA. (1968). Physiology of stomata. McGraw-Hill, London.
- Meng, L. & Mao, P. (2013). Micromorphological and anatomical features of four species of *Elytrigia* Desv. (Poaceae). *Bangladesh J. Plant Taxon*, 20(2), 135-144.
- Mcintyre, T. (2003). Phytoremediation of heavy metals from soils. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 78, 97-123.

- Ogola, JS., Mitullah WV. & Omulo, MA. (2002). Impact of gold mining on the environment and human health: A case study in the Mıgorı Gold Belt, Kenya. *Environmental Geochemistry and Health*, 24, 141-158.
- Ogundare, CS., Jimoh, MA. & Saheed, SA. (2018). Changes in leaf morphological and anatomical characters of some plant species in response to gemstone mining in Soothwestern Nıgerıa. *Ife Journal of Science*, 20 (3), 475-486.
- Özçiftçi, S. (2015). Siyanürün içeren kuyumculuk sektöründen kaynaklanan atıksuların ozon esaslı fotokimyasal oksidasyon prosesleri ile arıtımının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Özay, C. & Mammadov, R. (2013). Ağır metaller ve süs bitkilerinin fitoremediasyonda kullanılabilirliği. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1) 67-76.
- Öztürk, M. (2018). Endüstriyel atıksuda siyanür ve krom (6) giderimi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Özsoy, Y. (2015). Refrakter altın cevherlerinin tanımlayıcı liç tekniği ile biyooksidasyona uygunluğunun araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Cevher Hazırlama Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Patra, DK., Acharya SV., Pradhan, C. & Patra, HK. (2021). Poaceae plants as potential phytoremediators of metals and ecrestoration in contaminated mining sites. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 1-13.
- Petelka, J., Abraham, J., Bockreis, A., Deikumah, JP. & Zerbe, S. (2019). Soil heavy metal(loid) pollution and phytoremediation potential of native plants on a former gold mine in Ghana. *Water Air Soil Pollut*, 230 (267).
- Porgo, M. (2015). Essakane altın madeni'nin çevresel etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.
- Radojevic, AA., Serbula, SM., Kalinovic, TS., Kalinovic, JV., Steharnik MM., Petrovic, JV. & Milosavljevic, JS. (2017). Metal/metalloid content in plant parts and soils of *Corylus* spp. influenced by mining-metallurgical production of copper. *Environ Sci Pollut Res*, 24, 10326-10340.
- Rafia, A., Saba, H., Hajra, N., Farha, N. & Marina, A. (2009). Aviable alternative mechanism in dapping the plants to heavy environment. *Pakistan Journal of Botany*, 41(6), 2729-2738.
- Robitaille, G. (1981). Heavy-metal accumulation in the annual rings of balsam fir *Abies balsamea* (L.) Mill. *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, 2(3), 193-202.
- Sarikaya, S. (2018). Bir altın cevherinde başlıca işlem parametrelerinin liç verimine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Sett, R. (2017). Responses in plants exposed to dust pollution. *Horticult Int J*. 1(2), 53-56.

- Shanker, A.K., Cervantes, C., Loza-Tavera, H. & Avudainayagam, S. (2005). Chromium toxicity in plants. *Environment International*, 31, 739-753.
- Sharma, RK. & Agrawal M. (2005). Biological effects of heavy metals: An overview. *Journal of Environmental Biology*, 26(2), 301-313.
- Silva, LC., Freitas-Silva, L., Araujo, TO., Oliveira, JA. & Araujo, JM. (2016). Arsenic accumulation in Brassicaceae seedlings and its effects on growth and plant anatomy. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 124, 1-9.
- Siegal, SM., Siegal BZ., Barghigiani, C., Aratani, K., Penny, P. & Penny, D. (1987). A contribution to the environmental biology of mercury accumulation in plants. *Water, Air and Soil Pollution*, 33, 65-72.
- Sönmez, O. & Kılıç, FN. (2021). Heavy metal pollution in soil and removal methods. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 2(2), 493-507.
- Sukumaran, D. (2014). Effect of air pollution on the anatomy some tropical plants. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, 2 (1), 32-36.
- Szczepaniak, M. (2009). Ecological aspects of anatomical and morphological variation of *Elymus hispidus*, *Elymus repens* and *Elymus x mucronatus*. *Grass research*, 50-67.
- Temizer, İK., Güder, A., Temel, FA. & Cüce H. (2018). Antioxidant activities and heavy metal contents of *Castanea sativa* honey. *Global NEST Journal*, 20(3), 541-550.
- Thompson, JR., Mueller, PW., Flückiger, W. & Rutter, AJ. (1984). The effect of dust on photosynthesis and its significance for roadside plants. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, 34(2), 171-190.
- Tripathy, DP. & Patnaik, NK. (1994). Noise pollution in opencast mines-its impact human environment. *International Atomic Energy Agency*, 55-65.
- Vardar, RB. (1982). Botanikte Preparasyon Teknikleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Baskı İşleri, İzmir, 66.
- Verma, RB., Mahmooduzzafar, Sıddıqı, TO. & Iqbal, M. (2006). Foliar response of *Ipomea pes-tigridis* L. to Coal-Smoke Pollution. *Turk J Bot*, 30, 413-417.
- Vijaywargiya, A. & Pandey, GP. (2003). Effect of cement dust on soybean, *Glycine max* (L) merr. And Maize, *Zea mays* Linn. Inflorescence study. *Geobios*, 30, 209-212.
- Yıldız, B. & Aktoklu, E. (2012). Bitki sistematiği: İlk karasal bitkilerden bir çeneklilere. Palme Yayıncılık, İstanbul, 396.
- Yılmaz, E., Yazıcı, EY., Celep, O. & Deveci, H. (2019). Liç atıklarından siyanürün geri kazanımı yöntemleri. *Madencilik*, 58(1), 53-71.
- Wray, DS. (1998). The impact of unconfined mine tailings and anthropogenic pollution on a semi-arid environment-an initial study of the Rodalquilar mining district, southeast Spain. *Environmental Geochemistry and Health*, 20, 29-38.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Deniz YAPAR
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fakülte	Fen Edebiyat Fakültesi
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	10.01.2003
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans Programı
Mezuniyet Tarihi	18.01.2023
Doktora	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı
Programı	Program Adı
Mezuniyet Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Yayımlar	

Yayımlar:

- 1.Ergen Akçin, Ö., Yapar, D., Özbucak, T., Akçin, Y. (2021). Orta Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren *Primula acaulis* subsp. *rubra* (Primulaceae) alttürü üzerine anatomik bir çalışma. *Akademik Ziraat Dergisi* ,10(1), 195-200.
- 2.Ergen Akçin, Ö., Yapar, D., Özbucak, T. (2019). Ordu ve çevresinde yayılış gösteren *Primula acaulis* subsp. *acaulis* (Primulaceae) taksonunun anatomik özellikleri. *Sempozyum Kitabı*, 3. Uluslararası ÜNİDOKAP Karadeniz Sempozyumu "Sürdürülebilir Tarım ve Çevre" 21-22-23 Haziran 2019, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye.