



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ İL MERKEZİ ÇEVRESİNDEKİ ORMAN
TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

BÜŞRA BAYKANOĞLU

DANIŞMAN

DOÇ. DR. MERTOL ERTUĞRUL

BARTIN-2024



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ İL MERKEZİ ÇEVRESİNDEKİ ORMAN
TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra BAYKANOĞLU

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Doç. Dr. Mertol ERTUĞRUL
Üye : Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL
Üye : Prof. Dr. Hakan ŞEVİK

BARTIN-2024

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Mertol ERTUĞRUL danışmanlığında hazırlamış olduğum “KAHRAMANMARAŞ İL MERKEZİ ÇEVRESİNDEKİ ORMAN TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

19.04.2024

Büşra BAYKANOĞLU

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yapılması ve hazırlanması esnasında desteği ile her zaman yanımda olan bana yol tayin eden değerli danışmanım Sn. Doç. Dr. Mertol ERTUĞRUL ve Prof. Dr. Halil Barış ÖZEL hocama teşekkürlerimi arz ederim.

Meşakkatli uğraşlarım esnasında tahammül ettiği ve sabırla bu araştırma çalışmasında her zaman destekleyici olan eşim Özkan BAYKANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Öğrenim sürecinin evvelinden ve akabinde maddi ve manevi tüm gereklilikleri tüm aşamada yerine getiren, babam Şerif ELBİSTANLI 'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu yüksek lisans tezimi yazmadan önce, şahsıma derslerimde lazım olan eğitimi öğreten Bartın Üniversitesi Lisans Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında eğitim veren bütün öğretim görevlilerine teşekkürlerimi arz ederim.

Üst toprak numunelerinde ağır metal testlerinin yapılmasında bana edindikleri desteklerden, yardımlardan ve kıymetli bilgilerinden nedeniyle Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM) Laboratuvar görevlilerine teşekkür ederim.

Araştırmalarım ve test sonuçlarımın konu ile ilgi araştırma yapan tüm ilgi gruplarına ve paydaşlara yardımcı olmasını dileriz.

Büşra BAYKANOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KAHRAMANMARAŞ İL MERKEZİ ÇEVRESİNDEKİ ORMAN TOPRAKLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Büşra BAYKANOĞLU

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mertol ERTUĞRUL

Bartın-2024, sayfa: 50

Orman Genel Müdürlüğü ülkedeki ormanları korumakla görevli olup, orman alanlarında çıkacak yangınlarının engellenmesi ve söndürülmesi çalışmaları ile birlikte orman alanlarının yasa dışı müdahalelere karşı savunulması hususunda da en iyi biçimde örgütlenmiştir.

“Kahramanmaraş il merkezi çevresindeki ormanları tehdit eden çevre sorunlarının incelenmesi” adlı bu çalışmanın amacı; Kahramanmaraş merkezli ormanlık alanları tahrip eden etkenleri araştırmak, verimli toprağı etkileyen ağır metal kirliliğinin değerlerini saptamak ve bunlara karşı alınabilecek önlemleri belirlemektir.

Orman, organik maddeden oluşan canlı bir varlık olup, tohumdan kesim çağına ulaşıncaya değin, biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) gibi dış tesirlerin oluşturduğu farklı tehlikelere maruz kalmaktadır. Ormanlık alanların korunması, bu alanlara zarar verecek etkenlerin, zararsız duruma getirilmesi ile olabilmektedir. Bu zararlı etkenlerin iyi belirlenip, bu etkenlerin ortaya çıkmasının nedenleri araştırılıp ortadan kaldırması gerekmektedir. Ormanların devamlılığı için bu alanların en iyi şekilde korunması, sürdürülebilir olarak

yönetilmesi, her türlü dış etmenin ayrıntılı olarak takip edilip, etkilerinin incelenmesi gerekmektedir.

Endüstriyel faaliyetler sırasında oluşan su ve hava kirleticileri kimyasal yollarla toprağa karışma yönelimindedir. Toprak kirliliği tabiatta izole edilemeyen ve geri gelme olasılığı olmayan kirlilik türlerindendir. Kirli toprakta tarımsal faaliyetler yapılması uygun olmamakta, bu tür topraklar boşta beklemeye alınmaktadır.

Çimento Fabrikası civarında yer alan değişik meşcere şartlarına haiz orman vejetasyonundaki üst toprak şartlarında yer alan ağır metallerin düzeyinin saptandığı bu inceleme çalışmasında; Çimento Fabrikası civarında yer alan orman vejetasyonun 45-50m mesafe ile 4 tekrarlı olarak alınan üst toprak örneklerinde Cu'nun ortalama değeri 23,83mg/kg, Zn'nin ortalama değeri 0,038mg/kg, As'nin ortalama değeri 0,002mg/kg, Co'nin ortalama değeri 31,14mg/kg, Cd'nin ortalama değeri 0,037mg/kg ve Pb'nin ortalama değeri 13,95mg/kg, Hg'nin ortalama değeri 3,86mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Belirli alandan alınan üst toprak kademesinde belirlenen ağır metal türlerinden Co ve Hg ortalama değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca kesinleştirilen sınır değerlerin üzerinde olduğu yapılan test sonucunda belirlenmiştir. Diğer kirleticilerin sınır değerlerin altında kalmış olması, bölgedeki toprak yapısının ağır metaller tarafından kirlenmeye başladığı gerçeğini yok saymamalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, ağır metal kirliliği, Kahramanmaraş, orman, orman tahribatı.

Bilim Alanı Kodu: 120511

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF HEAVY METAL POLLUTION IN FOREST SOILS AROUND KAHRAMANMARAŞ CITY CENTER

Büşra BAYKANOĞLU

Bartın University

Graduate School

Department of Forest Engineering

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Mertol ERTUĞRUL

Bartın-2024, pp: 50

The General Directorate of Forestry is responsible for the protection of forests, and its efforts to prevent and extinguish fires in forest areas, as well as to protect forest life against illegal interventions, are organized in the best possible way.

The purpose of this study titled "Investigation of Heavy Metal Pollution in Forest Soils Around Kahramanmaraş City Center"; To investigate the factors that destroy the forest areas centered in Kahramanmaraş, to determine the values of heavy metal pollution affecting the fertile soil and to determine the measures that can be taken against them.

The forest is a living entity consisting of organic matter, and from seed to cutting age, it is exposed to different dangers caused by external influences such as biotic (living) and abiotic (non-living). Protecting forest areas can be achieved by rendering harmless the factors that could harm these areas. These harmful factors must be identified well and the causes of these factors must be investigated and eliminated. For the continuity of forests, these areas must be protected in the best possible way, managed sustainably, and all external factors must be monitored in detail and their effects examined.

Water and air pollutants formed during industrial activities tend to mix with the soil through chemical means. Soil pollution is one of the types of pollution that cannot be isolated in nature and is not likely to come back. It is not appropriate to carry out agricultural activities on dirty soil, and such soil is left idle.

In this investigation study, the level of heavy metals in the topsoil conditions of the forest vegetation with different stand conditions located around the Cement Factory was determined; In the topsoil samples taken in 4 replicates from a distance of 45-50m from the forest vegetation around the Cement Factory, the average value of Cu was 23.83mg/kg, the average value of Zn was 0.038mg/kg, the average value of As was 0.002mg/kg, The average value of Co was determined as 31.14mg/kg, the average value of Cd was 0.037mg/kg, the average value of Pb was 13.95mg/kg, and the average value of Hg was 3.86mg/kg.

As a result of the test, it was determined that the average values of Co and Hg, one of the heavy metal types determined in the upper soil layer taken from a certain area, were above the limit values determined by the Ministry of Environment and Urbanization. The fact that other pollutants are below the limit values should not ignore the fact that the soil structure in the region has begun to be polluted by heavy metals.

Keywords: Heavy metal, heavy metal pollution, Kahramanmaraş, forest, deforestation.

Scientific Field Code: 120511

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tez Çalışmasının Amacı.....	1
1.2 Orman Tahribatları.....	1
1.3 Çevre Sorunları	2
2. MATERYAL VE METOT	3
2.1 Materyal	4
2.1.1 Çalışma Alanının Tanımı ve Konumu	4
2.1.2 Coğrafi Yapı.....	6
2.1.3 İklim.....	6
2.1.4 Kahramanmaraş'ta Bitki Örtüsü ve Ekosistem.....	7
2.1.5 Ormanlık Alan Durumu	10
2.2 Metot.....	11
2.2.1 Toprak örneklerinin alınması	11
2.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Ağır Metal Analizleri.....	17
2.2.3 ICP-OES Analiz Metodu	18
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	19

3.1 Kahramanmaraş İlinde Kirlilik Kaynakları.....	19
3.2 Hava Kirliliği	19
3.3 Afşin-Elbistan Termal Santrali	26
3.4 Toprak Kirliliği.....	30
3.5 Kahramanmaraş Depremi ve Etkileri	34
3.6 Toprak Analizi Sonuçları	42
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
5. KAYNAKLAR.....	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
2.1 Çalışma alanı haritası	4
2.2 Kahramanmaraş İlının İdari Sınır Haritası (AFAD Kahramanmaraş İRAP, 2020)	5
2.3 Örnek alım noktaları.....	12
2.4 Toprak katmanlarını gösteren genel bölüm.	12
2.5 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.) Numune – 1 : Çimento Fabrikası.....	13
2.6 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.) Numune – 2 : Çimento Fabrikası.....	14
2.7 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.) Numune – 3 : Çimento Fabrikası.....	15
2.8 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.) Kontrol Numune : Çimento Fabrikası	16
2.9 Çimento fabrikası numuneler	17
2.10 Mikrodalga cihazı.....	18
2.11 ICP-OES cihazı	19
3.1 Kahramanmaraş Necip Fazıl Kısakürek Kültür Merkezi bahçesinde bulunan merkez hava kalitesi izleme istasyonu	24
3.2 2020-2023 dönemi için yıllık ortalama hava kirletici değerleri (Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA, 2023)).....	25
3.3 Kahramanmaraş 2024 hava kirletici değerleri (Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA, 2023)).....	25
3.4 Afşin-Elbistan B Termik Santrali (Gülbüz ve Özdemir, 2016)	27
3.5 Afşin- Elbistan Termik Santralının yakından görüntüsü (Feridun Koçer, 2024).....	28
3.6 Afşin- Elbistan Termik Santralının karayolundan görüntüsü (Feridun Koçer, 2024)...	29
3.7 (a,b,c) 6 Şubat Depremleri sonrasında Kahramanmaraş İl Merkezi (Baykanoğlu, 2023)	36
3.8 (d,e,f,g,ğ,h,i,ı,j) Depremde yıkılan binaların yıkıntılarından oluşan hafriyat atıklarının toplanma alanı (Baykanoğlu, 2023)	41

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
2.1: Kahramanmaraş Uzun Dönem Meteoroloji Verileri (MGM, 2023)	7
2.2: Kahramanmaraş OBM Ormanlık Alanı (ha)	10
3.1: Bitkilerde zehirlilik tesiri yapan bazı ağır elementler (Baykanoğlu, 2021)	33
3.2: Çimento Fabrikası lokasyonundan ve kontrol noktalarındaki üst toprak seviyesinde bulunan ağır metal türlerine ilişkin ortalama verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	42
3.3: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sınır değerleri (mg/kg) (Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)	43

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

km	: kilometre
km ²	: kilometrekare
m	: metre
m ²	: metrekare
m ³	: metreküp
g	: gram
mg	: miligram
µg	: mikrogram
°C	: santigrat derece
Pm10	: Partikül madde kirleticisi
Hg	: civa
Cu	: bakır
Pb	: kurşun
Co	: kobalt
As	: arsenik
Cd	: kadmiyum
Fe	: demir
Sn	: kalay
Ni	: nikel
Zn	: çinko

KISALTMALAR

OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
İRAP	: İl Afet Risk Azaltma Planı
ÜSKİM	: Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi
UHKİA	: Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
pH	: Power of Hydrogen (Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir.)

1. GİRİŞ

Tez çalışmasında, Kahramanmaraş il merkezi çevresindeki orman topraklarında ağır metal kirliliği incelenmiştir

1.1 Tez Çalışmasının Amacı

Yapılan tez çalışmasında, Kahramanmaraş il merkezi çevresindeki orman topraklarında ağır metal kirliliği incelenmiştir. Toprak kirliliği, ormanlar için aynı hava kirliliği gibi son derece hayati öneme sahiptir. Bu kirlilik çeşitli pestisitlerden, yer altı ve yer üstü suları ile taşınan zararlı maddelerden kaynaklandığı gibi aynı hava kirliliği kaynakları gibi araçlarda, evlerde ve fabrikalarda yakılan fosil yakıtlardan da kaynaklanabilmektedir.

Ormanlar, canlı yaşamının devam ettirilmesinde en önemli hazinelerden biridir. Ekonomik faydasının olduğu kadar, sosyal yaşamda da büyük öneme sahiptir. Ancak nüfus artışı ile orman ürünlerine olan ihtiyaç artmaktadır. Orman ürünlerinden faydalanılırken yapılan hatalar ve yanlış tekniklerden dolayı ormanlık alanlar birçok bölgede tahribata uğramıştır. Ormanlara zarar vermeden faydalanabilmek için, ormanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve ekoloji konusunda doğru ve hassas uygulamalara gidilmesi büyük önem taşımaktadır (Karadeniz, 2002).

1.2 Orman Tahribatları

Ülkemizde, son yıllarda artan toprak erozyonu ile önemli düzeyde toprak kayıpları meydana gelmektedir. Bu durumun en önemli sebepleri olarak ormanlık alanlarda gerçekleştirilen tahribatlar ile orman alanlarının azalması ve ormanlık alanlarının yerleşim yeri olarak imara açılmasıdır (Avşar, 1997).

Ayrıca fırtına, sel gibi aşırı hava olayları meydana gelme sıklığının artması, dere kenarı ve eğimli, bozuk alüvyal orman alanlarındaki tahribatın da artmasına sebep olmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri, ormanlardaki biyoçeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Nitekim iklim değişikliğinin sebep olduğu veya gerçekleşme sıklığının artmasına yol açtığı; kuraklık,

orman yangınları, fırtınalar, böcek salgınları ve diğer çeşitli orman tahribatı etkenleri, ormanlar üzerinde olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bunların en başında gelen etkilerden olan ve giderek artan yaz kuraklığının, geçmişe kıyasla daha uzun sürmesi de ormanları olumsuz etkilemektedir. Gerçekleşen bu kuraklık sonucunda ağaçlar güçsüzleşmekte, orman yangınına veya böcek salgınlarına karşı daha savunmasız hale gelmektedir (Balkız vd., 2020).

Gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus, sanayileşme, şehirleşme ile tarım alanlarının yetersizliği, buna bağlı olarak ormanlık alanların zamanla tükenmesine yol açmaktadır. Dünya genelinde de ormanların düzensiz kullanımı ve tahrip edilmesi orman sınırlarının dikey ve yatay yönde önemli miktarda azalmakta, hayli ormanlık alanlar steplere, bozkır ve makiye dönüşmektedir.

Ormanlara zarar veren diğer hususlar içerisinde yer alan böcek ve mantar gibi zararlılar da etkin bir şekilde gözlenmeli ve gelecekte ormanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin artması beklenen bu zararlılar için güncel bir şekilde mücadele ve araştırmalar yapılmaya devam edilmelidir (OGM, 1995).

Çevre, insan ve diğer canlılar üstünde birdenbire veya belirtilen süre zarfında direkt veya endirekt tesirde olası fiziki, kimyasal, biyolojik etkileri ve çevresel faktörlerin herhangi bir süredeki yekünüdür. İnsanlar toplum olarak yaşamlarına devam etmek için dünya üzerinde var olan kaynakları belirleyip, bu kaynakları kullanarak yeni teknolojiler geliştirerek, ekonomik faaliyetlerde bulunarak doğal çevreden farklı olarak yapay çevreyi oluşturup yaşam koşullarını geliştirmeye çalışarak doğa ile sürekli bir etkileşim içindedirler (Taşkan, 2016).

1.3 Çevre Sorunları

Çevre sorunları, doğal ve genellikle insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan yerel ve küresel düzeydeki, günümüz ve gelecek için ciddi sorun oluşturan bir sorundur (Özçalık, 2020)

Çevre sorunlarının başında çevrenin kirlenmesi gelmektedir. Çevre kirliliği hava, su, toprak, gıda ve tüm alıcı ortamlara zararlı maddelerin karışma durumunu ifade eder. Çevre sorunları açısından, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılması bu kaynaklar arasında en

önemlisi olan kömür, petrol, doğal gaz kullanımı, çevre sorunlarını dahada artırmaktadır. Kullanılan fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere karbon dioksit (CO₂) ve diğer kirletici gazların salınımına sebep olur, oluşan bu gazlar sera etkisiyle atmosferde sıkışarak küresel iklim değişikliklerine yol açabilmektedir. Hava kirliliğine sebep olan gazlar, bitkilerin gözeneklerini tıkaması sonucu fotosentezi yavaşlatır. Atmosferde bulunan kükürt dioksit (SO₂) ve azot oksitler (NO_x) su damlacıklarıyla birleşerek sülfürik asit (H₂SO₄) ve nitrik asit (HNO₃) gibi asitleri meydana getirir, oluşan asitlerin kar, yağmur veya sis şeklinde yeryüzüne düşmesi sonucu yağışlarla birleşerek asit yağmurlarını oluştururlar. Asit yağmurlarının orman alanlarına zarar vermesi sonucu, toprak asitliğini olumsuz etkileyerek bitkilerin besin alınımını zorlaştırabilir. Su kirliliği açısından çevresel sorunlara bakıldığında akarsular, göller ve sulak alanların kirlenmesi, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi önemli zararlardandır. (Aydoğdu, 2023)

Çevre sorunlarının sebepleri araştırıldığında geneli insan kaynaklı faktörler olarak görülmüştür. Çevre kirliliğinin ortaya çıkış temeli üretim ve tüketim faaliyetleri oluşturmaktadır. Çevre kirliliği ile mücadelede çevre koruma yasalarının kanunen uygulanması, yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve teşvik edilmesi, geri dönüşüme önem verilerek atık yönetimi uygulamalarının geliştirilmesi, filtreleme sistemlerinin kullanılması ve çevreye duyarlı üretim teknolojilerine geçiş yapılmasına önem verilmelidir (Aydın ve Kaya, 2022). Çevre – Orman ilişkisi bozulan çevre ekosistemlerinde büyük öneme sahiptir. Orman alanlarının çevre ile olan ilişkisi iki boyutludur; Çevrenin ormana olan etkisi ve ormanın çevreye olan etkisi. Orman bu durumda çevreyi etkileyen ve çevreden etkilenen konumdadır. Havanın temiz olmasını sağlayan, sağlıklı ve temiz su bulabilmenin, toprağın verimli şekilde kendini yenileyebilmesini sağlayan en önemli unsur sayılabilecek ormanlar, çevreyi olumlu yönde etkileyen önemli ve en büyük doğal varlıklardır (Karabıyık, 1993).

2. MATERYAL VE METOT

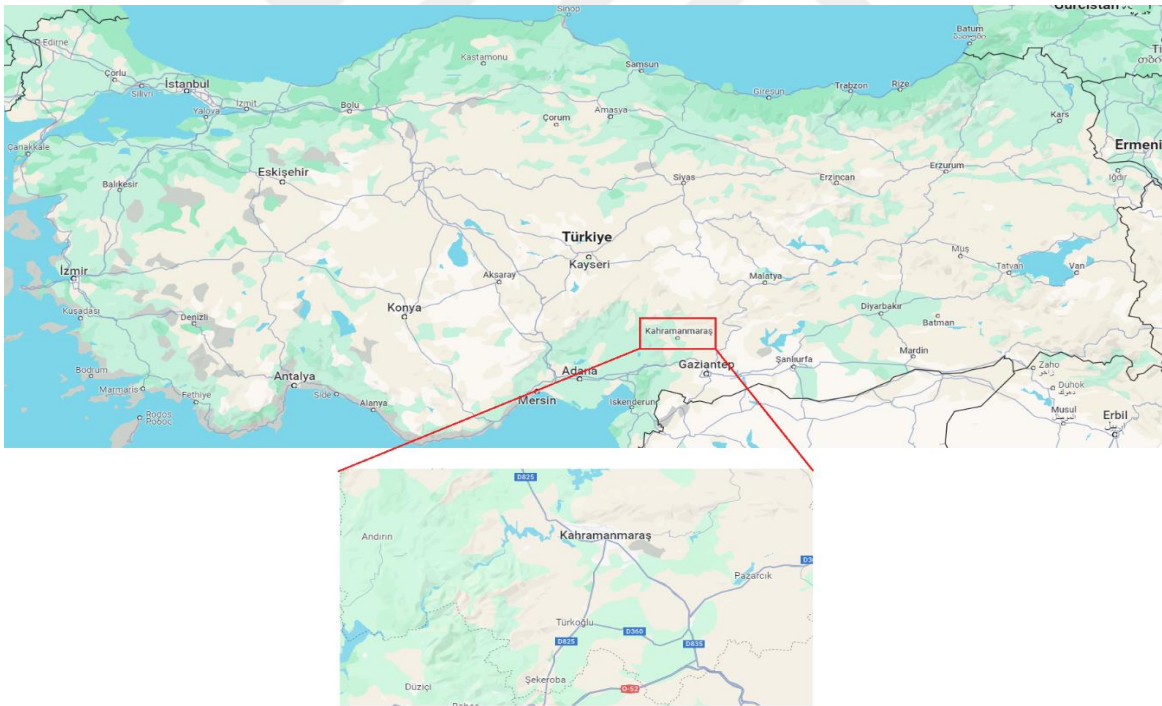
Tezin hazırlanmasında kullanılan materyaller ve metotlara bu başlık altında yer verilmiştir.

2.1 Materyal

Kahramanmaraş il merkezi ve çevresi sınırları hakkında genel bilgi toplanmış olup, tez çalışmasında materyal olarak kullanılmıştır.

2.1.1 Çalışma Alanının Tanımı ve Konumu

Kahramanmaraş 14.327 km²'lik alana sahip olması ile ülke genelinde 11. sırada, nüfus sayısı ile 18. sırada yer alan büyük ilimizdir. İlin bulunduğu alanın %59,7'si dağlarla, %24'ü plato ve yaylalarla %16,3'ü ovalardan oluşmaktadır. Deniz düzeyinden 568m. yükseklikte bulunmakta ve ilin kuzey tarafı epey dağlık alandır. İlin karasal şekli Güneydoğu Toroslarında yer alan dağların uzantısı ve dağlar arasında kalan çökme ovalardan oluşmuştur. il sınırlarına bulunan dağlarının üst tarafları çoğunlukla çıplak kayalıklardan meydana gelmektedir. Alt kuşaklar orman yapısıyla kaplıdır.



Şekil 2.1 Çalışma alanı haritası

Kahramanmaraş, Akdeniz, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin birbirine azami yanaştığı bölgede bulunur. Bulunduğu coğrafi mevki ve diğer değişkenlerin de tesiriyle “Bozulmuş Akdeniz İklimi ’ne” daha benzer bir iklim niteliği gösterir. İlin güney tarafında

Akdeniz iklimi, kuzey tarafında karasal iklimi görülür. Yaz ayları sıcak, kış ayları soğuk geçmekte. Toprakların Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin transfer bölgesinde bulunması, ildeki iklim şartlarının başkalaşmasına sebep olmuştur.



Şekil 2.2 Kahramanmaraş İlinin İdari Sınır Haritası (AFAD Kahramanmaraş İRAP, 2020)

Kahramanmaraş ilinde Hacı Mustafa Çiftliği köyü sınırlarında yer alan Kumaşır gölü, Nurhak Dağı ve Ahir Dağı üzerinde küçük krater gölleri haricinde natürel göl yoktu. Buna rağmen il genel olarak baraj gölü yönünden çeşitlidir. Ceyhan ırmağı ve kolları üstünde üretilmiş olan barajlar Kartalkaya (10,20 km²), Menzelet (42 km²), Sır (47,50 km²), Ayvalı (2,73 km²) ve Kılavuzlu (2,88 km²) Barajlarıdır. ilde barajdan oluşan göllerinin yüzölçümü 105,31km²'dir ve ilin alanının %0,73'üne denk gelir. İnşa ve plan durumundaki barajlar faaliyete alınırsa mevcut oran %0,86'ya den gelecektir. (URL-1, 2023). Kahramanmaraş il sınırı içerisinde ilaveten; Aksu, Erkenez, Göksun, Hurman, Körsulu çayları yer almaktadır. (Çiftçi, 2019).

2.1.2 Coğrafi Yapı

Coğrafi konum olarak Kahramanmaraş 37°34'27.0"N doğu ve 36°54'41.0"E kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Topografik yönden ise yapısı çok değişkendir. Bölge, Akdeniz sahillerinde 0 m. rakımdan başlamakta ve az bir mesafe içerisinde Akdeniz kıyı şeridinde paralel şekilde yer alan ve 1700-1800 m. rakımdaki Doğu Toroslar ile devam etmekte, sonrasında güneye doğru Amanos dağları ile devam etmektedir. Bu dağların mevcudiyeti, Akdeniz ikliminin iç kısımlara ulaşmasını önlemektedir. Genel olarak Kahramanmaraş Torosların doğu kısmında yer almakta ve yükselti yer yer 2800-3000 metrelere ulaşmaktadır. Kahramanmaraş, Türkiye’de Akdeniz ekosisteminin uzandığı en doğu ucunda bulunmakta olup, bu konumu itibarıyla kısmen deniz, kısmen de kara ekosistemlerini bünyesinde barındırmaktadır.

2.1.3 İklim

Kahramanmaraş, Türkiye’nin doğusunda, Akdeniz ikliminin ulaştığı sınır kesimini bünyesinde barındırmakta, ayrıca Doğu ve Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinin de batı kısmının mevcut olduğu yer yer deniz, yer yer de kara iklimini içermektedir. Kahramanmaraş yazlar kurak ve sıcak iken, genel olarak yağışlar sonbahar, kış ve kısmen de ilkbahar aylarında düşmektedir. (URL-1, 2023).

Kahramanmaraş’ın sıcaklık trendinin araştırıldığı bir çalışmada, il geneli için ortalama sıcaklık değerlerinin küresel sıcaklık artışına paralel bir düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşın artış eğiliminin düzenli olmadığı ancak 1990’lardan itibaren daha belirginleşen bir özelliğe dönüştüğü tespit edilmiştir (Cosun ve Karabulut, 2009).

Sıcaklılardaki bu artışın en belirgin görüldüğü mevsimin yaz, en fazla olduğu yerler olarak ise Kahramanmaraş merkez ve Elbistan olduğu belirlenmiştir. İlde kurulu olan meteoroloji istasyonları için yıllık, mevsimlik ve aylık yağış trendlerinin incelendiği bir diğer çalışmada ise; Yıl içinde olan yağışlarda az miktarda azalmaya karşın istatistiksel anlamlılıkta olumlu ya da olumsuz bir yönelim oluşmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 2:1 Kahramanmaraş Uzun Dönem Meteoroloji Verileri (MGM, 2023)

K.MARAS	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1930 - 2022)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	4.8	6.2	10.4	15.2	20.1	24.9	28.3	28.4	25.0	18.9	11.8	6.7	16.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.3	11.1	15.9	21.3	26.8	32.0	35.7	36.1	32.6	26.1	17.9	11.2	23.0
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	1.4	2.5	5.7	9.9	14.1	18.7	22.2	22.3	18.5	13.0	7.1	3.3	11.6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.3	4.0	5.5	6.6	8.1	10.0	10.5	9.8	8.7	6.6	4.5	3.2	6.7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.44	10.60	10.40	9.36	6.96	2.14	0.41	0.37	1.81	5.59	7.17	10.17	75.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	124.0	112.2	95.1	73.0	38.8	8.6	2.7	2.2	11.0	45.4	78.0	130.6	721.6
	Ölçüm Periyodu (1930 - 2022)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.7	25.3	29.8	36.0	39.3	42.0	45.2	44.4	42.5	38.6	29.6	24.0	45.2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-9.0	-9.6	-7.6	-1.8	4.7	6.6	12.4	12.5	4.0	0.0	-4.4	-7.6	-9.6

Buna karşın özellikle son birkaç yılda Türkiye genelinde gerçekleşen ekstrem derecede yüksek ve uzun dönemli yaz sıcaklıklarının mevcut olması sebebiyle yeni araştırmaların yapılması doğru olacaktır (Cosun ve Karabulut, 2009).

2.1.4 Kahramanmaraş'ta Bitki Örtüsü ve Ekosistem

Ormanlar, belirli bir yüksekliğe ve büyüklüğe sahip çeşitli ot, çalı, ağaç, su bitkileri, mikroorganizma, mantar, hayvanlar gibi tamamını kapsayan, topraklı bölgede tabii olarak meydana gelmiş bir kara ekosistemi olup, dünya için gerekli olan; su, toprak, enerji, biyolojik çeşitlilik, maden gibi kaynakların da içinde bulunduğu ve geniş yer kaplayan alanlardır (Korkmaz, 2002). Genellikle içerisinde uzun boylu ve düzgün gövdeli ağaçların bulunduğu doğal bitki örtüsünden oluşan ormanlar, bir ağaç topluluğu olmanın yanı sıra yaşamsal düzeye katkı sağlayan, ekolojik ve ekonomik üretimine katkıda bulunan doğal bir ekosistemdir. Yetişkin bir ağaç günde 17 kişinin oksijen ihtiyacını karşılamakta olup ve

toplam 22,5 kilogram karbondioksiti tüketmektedir (URL-2, 2023).

Orman ekosistemi ise abiyotik ve biyotik faktörlerinin birleşimi ile meydana gelmiştir. Bu faktörler; bitkiler, hayvanlar ve mikro organizmaların (biyotik faktörlerin), bilinen bir alanda çevrenin bütün cansız fiziksel değişkenleri (abiyotik değişkenler) ile doğal bir birimdir. Ormanlar sadece bir ağaç topluluğu olarak görülmemelidir. Ormanların bize kazandırdıkları arasında; çevre güzelliği, sağlık ve kültürel yönden katkılar ile ülke savunmasına olumlu etkileri de yer almaktadır. Ayrıca ormanlar insan yaşamı, hayatın ve dünyanın devamlılığı için gerekli olan oksijeni üretmektedir (Boydak, 1988).

Tüm canlılar için doğal bir su kaynağı olan ormanlarımız ağaçların yaprakları, dalları, gövdeleri sayesinde kar ve yağmur sularını kökleri ile tutarak sel ve su taşkınlarının oluşmalarını engeller. Barajların çevresinde bulunan ormanlar toprağın yağmur suları ile karışarak barajı doldurmasını engeller. Ayrıca ormanlar temiz su kaynaklarını da beslemeye yardımcı olur. Ormanlar ülkelerin ekonomisine katkı sağladığı gibi sosyal yaşamda da önemli role sahiptir. Kalkınma içerisinde olan Türkiye’de nüfus artışı ile orman ürünlerine de ihtiyaç duyulmakta ve buna bağlı olarak ormanların ekonomideki değeri gün geçtikçe artmaktadır. Verilere göre 2018 senesi bakımında Türkiye'nin yekûn orman bölgesi 22.621.935 ha 'dır. İşbu oran ülkemizin genel bölge toplamının %29'u kadardır (Doğanay H. ve Doğanay S., 2011). Günümüzde orman tahribatı dünya genelinde giderek artan bir ekolojik problem durumundadır. Ormansızlaşma ile ekonomik ve sosyal problemler oluşmakta ve sonuç olarak önemli derecede insani ve doğal problemler ortaya çıkmaktadır. Ağırlıklı olarak bozuk orman alanlarından oluşan ve uzun yıllar süresince tahrip edilerek ve nitelikleri bozulan Türkiye ormanlarının teknik ve bilimine uygun olarak düzeltilmesi büyük önem taşımaktadır. (Avşar, 1993; Karadeniz, 2002).

Ormanların sürdürülebilirliği için önemli olan diğer etken ise ormanlarda var olan ağaç türleridir. Akdeniz Bölgesi'nin yerbetimi, şartları ve öteki çevresel değişkenlerin tesiri ile meydana gelen orman ağaç tip takımı ibrelilerdir. Bölgeye bilhassa hâkim olan tür kızılçamdır. Ekolojik olarak göz önüne alındığında, genel olarak ibrelili sınıfların daha şiddetli husul bulduğu bu alanda saf yapraklı grupların oluşturduğu meşcerelerin varlığı, orman türlerini artırmıştır. Orman sürdürülebilirliği açısından bu tip meşcerelerinin bulunduğu orman alanları korunmalı ve silvikültürel özelliği uygulamalarla bu türleri gözetilerek yapılmalıdır (URL-3, 2023).

Toros ve Amanos dağları en önemli floristik alanlar olup Kahramanmaraş il sınırlarında kalmaktadır. Bölgede farklı rakımlarda derin vadilerin yer alması, iklim, toprak ve su gibi faktörlerde değişkenlik görülmesi, yüksek dağlara sahip olması ile antropojenik alanlardan daha etkilenmesinin etkisi ile diğer orman bölgelerinden daha zengin floraya sahiptir. Bölgenin bitki örtüsü deniz kıyısından itibaren farklı dikey tabakalaşma göstermektedir. Bunlar;

a. Kumul Vegetasyonu: Akdeniz kıyısından 0-5 metre de dar bir şerit halinde bulunur. Kıyılardaki yapılaşma nedeniyle yer yer kesinti olmuştur. Kıyı şeridinde bulunan tuz yapısından dolayı; *Ononis sulfera* (kayışkıran), *Artemis maritima* (pelin), *Thmelaie ahirsuta* (serçe dili), *Salicornia europoea* (salicorni), *Atriplex littoralis* (karapazı) ve *Salsolacali* (dikenli çiğen) gibi tuzcul karakterli bitki türleri hakimdir.

b. Maki Vegetasyonu: 700-800 m yüksekliğe kadar çıkan sert ve yeşil yapraklı bodur çalılardan oluşan bir bitki örtüsüdür. Bölgede yer alan kızılçam orman alanlarının yok edilmesi ile ortaya çıkan vejetasyondur. En yaygın odunsu bitki türleri şunlardır; *Phyllrea latifolia* (taş ıhlamur), *Quercus coccifera* (kermes meşesi), *Pistacia terebinthus* (menengiç), *Calicoto mevillosa* (keçi ıhlamuru), *Smilax aspera* (kaba soparna), *Rhammus punctatus* (cehri), *Myrtus communis* (murt), *Erica verticillata* (funda), *Olea europea*(zeytin), *Calluna vulgaris* (süpürge çalısı), *Cistuscreticus* (laden).

c. Orman Vegetasyonu: İğne yapraklı ağaçlardan oluşan bir bitki türüdür. İklim bakımından iki hâkim zonun etkisinde kalmıştır. Bunlar; 1. Serin ve yağışlı zon: Genellikle 80-1200 mm civarında yağış olmakta ve 1200-2250 m arasında iğne yapraklı ormanların yer aldığı bölgelerdir. 2. Sıcak ve kurak zon: Kızılçamlar hâkim ağaç türüdür. Saf topluluk oluşturabildiği gibi maki içerisine serpilmiş olarak deniz kenarına kadar inebilmektedir.

d. Orman Üstü Vegetasyonu: 2250 m yükseklikten itibaren çayır ve step bitkiler hâkim olmakta ve subalpin ve alpin bölge başlar. Bu bölgede ağaç olmadığından çıplak bir arazi görünmektedir. Kış ayı boyunca ve ilkbahar ortalarına kadar karla örtülü bu alanlarda bitkiler genellikle yer örtücü özellikte olurlar (Karadeniz, 2002).

2.1.5 Ormanlık Alan Durumu

Kahramanmaraş, 2.800.407 hektarlık genel alana sahip olup bunun 871.075 hektarı ormanlık alan olarak bulunmaktadır. Bu ormanlık alanın yaklaşık yarısı bozuk ormanlardan oluşmaktadır.

Tablo 2:2 Kahramanmaraş OBM Ormanlık Alanı (ha)

İşletme müdürlüğü	Normal alan	Bozuk orman	Toplam orman alanı	Ormansız alan	Genel alan
Andırın	45.884	35.285	81.169	38.689	119.858
Göksun	40.654	131.489	172.143	544.324	716.467
Kahramanmaraş	68.369	86.693	155.062	259.753	414.816
Onikişubat	51.876	62.890	114.766	67.501	182.268
Bölge Müd. Toplamı	206.783	316.357	523.140	910.267	1.433.409

Kahramanmaraş ili 14.327 km²'lik yüzölçümünde 2500 çiçekli bitki ve eğreltiyi bölgesinde bulundurmaktadır. Bu bitkilerin %20'si sadece bu bölgede yetişmektedir. Bitki örtüsündeki bu zenginliğin öncelikli sebebi ilin İran-Turan ve Akdeniz bitki coğrafyası alanının geçiş kuşağında yer alması, değerli endemik noktasında olan Anadolu çaprazının güneyinde bulunması, jeomorfolojik özellikleri, mikro iklim ve habitat türündedir. Yüksekliğe bağlı olarak bitki örtüsünde aşık bir katılma yer almaktadır. Bozkır, çalı, orman ve yüksek dağ oluşumu olarak 4 farklı bitki oluşumu gözükmektedir. Bunlardan çalı oluşumu 500-1200 metreler aralığında bulunmaktadır.

Karışık çallılardan oluşan bu bitki örtüsü maki nitelikli olup kermes meşesi, mazı meşesi, laden, sandal, zeytin, dişbudak, sumak, akçakesme, karaçalı, erguvan benzeri çeşitleri bulunmaktadır. Yükselteleri 900 - 2000 metre yüksekliği olan bölümlerde kuru ve yarı nemli olarak ayrılabilir orman alanlar yer almaktadır. 800 metre yüksekliğe kadar kızılçam yer almaktadır. Kızılçamların arasına kış mevsiminde yaprağını döken ağaçlara da denk gelmektedir. 900 - 2000 metre yüksekliklerinde karaçam, göknar, sedir, ardıç ve meşe çeşitleri yer almaktadır. Ek olarak ilin %35 'ine denk gelen 508.450 hektar alan ormandır (URL-3, 2023).

Kahramanmaraş'ta yüksekliğe ait olarak bitki örtüsünde farklılık yer almaktadır. Çalı, Alpin ve Orman oluşumu olarak üç farklı bitki oluşumu bulunmaktadır:

- 500-1200 metre arasında çalı formasyonu yer almaktadır.
- 900-2000 metre arasında iğne yapraklı ağaçlar ve kızılçamlar bulunmaktadır.
- 1400-2000 metre arasında göknar, karaçam, ardıç ve sedir türleri kızılçamların arasında karışık bulunmaktadır.

Türkiye'de ormanlık alanlar üzerinde gerçekleşen en büyük tahribat sebebi olarak insan gelmektedir. Bu nedenle bir yörede mevcut olan insan nüfusu ve bu nüfusun dağılımı büyük önem taşımaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 4 Şubat 2021 tarihinde yer alan verilere göre Kahramanmaraş il nüfusu; 2020 sonunda 1.168.163'tür. İlin yüzölçümü 14.519 kilometrekare olmaktadır. Kahramanmaraş ilinin 11 adet ilçesi bulunmaktadır. Bunlar; Onikişubat ve Dulkadiroğlu, merkez içerisinde yer alanlardır. Dış taraflarda yer alan ilçelerinden nüfusu ve alanı en büyük olan ilçe Elbistan'dır.

2.2 Metot

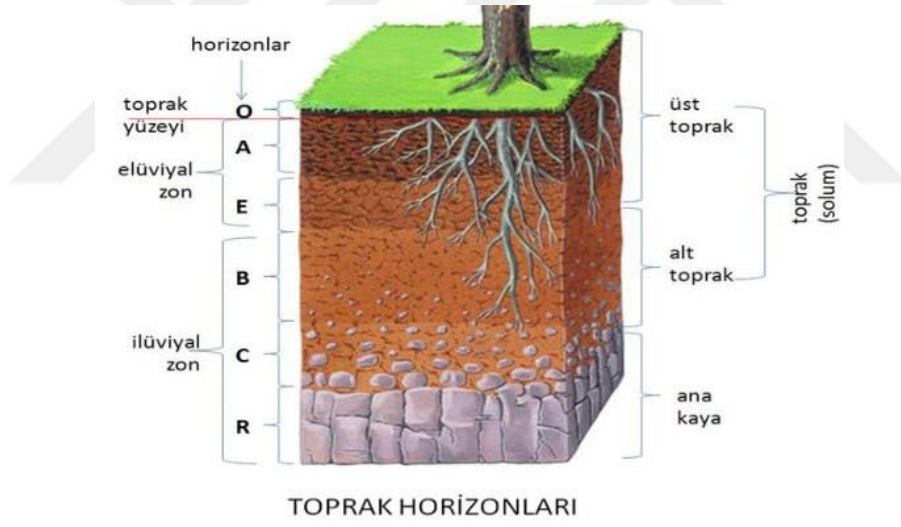
Kahramanmaraş il sınırları içerisinde yer alan çimento fabrikası civarından analizi yapılmak üzere toprak örneklerinin alınma yöntemleri açıklanmıştır.

2.2.1 Toprak örneklerinin alınması

Çimento fabrikası etrafından hiçbir antropojenik tesir oluşmadığı ya da az seviyede olduğu bölgede toprak üst seviyesinden (0-20cm) herhangi bir etkiye maruz kalmamış toprak numuneleri 4 yenilemeli şeklinde alınmıştır (Şekil 2.3). Toprak numuneleri alınan bölgede bitki örtüsüne zarar verilmemiş olup, örneklerin alınması için yapılan kazı çalışmasında ağaç köklerine ve öbür yaşam yapısına sahip bitkilerin köklerine zarar verilmemiştir. Toprak örnekleri belirlenen alanda aralarında yaklaşık 50m mesafe olacak şekilde alınmış, şahit numune ise 2 km uzaklıktan alınmıştır. Alınan örnekler analiz yapılacak laboratuvara götürülmek üzere numune poşetlerine konulmuş ve üzerlerine hangi noktadan alındığına dair koordinatlar yazılmıştır.



Şekil 2.3 Örnek alım noktaları



Şekil 2.4 Toprak katmanlarını gösteren genel bölüm.



Şekil 2.5 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.)

Numune – 1 : Çimento Fabrikası

X : 37.341370

Y : 37.164411



Şekil 2.6 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.)

Numune – 2 : Çimento Fabrikası

X : 37.341214

Y : 37.165269



Şekil 2.7 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.)

Numune – 3 : Çimento Fabrikası

X : 37.341331

Y : 37.165774



Şekil 2.8 Toprak numunelerinin alınması, paketlenmesi ve adlandırılması. (Çimento Fab.)

Kontrol Numune : Çimento Fabrikası

X : 37.338297

Y : 37.172504



Şekil 2.9 Çimento fabrikası numuneler

Numune – 1: Çimento Fabrikası

X : 37.341370 Y : 37.164411

Numune – 2: Çimento Fabrikası

X : 37.341214 Y : 37.165269

Numune – 3: Çimento Fabrikası

X : 37.341331 Y : 37.165774

Kontrol Numune: Çimento Fabrikası

X : 37.338297 Y : 37.172504

2.2.2 Toprak Örneklerinde Yapılan Ağır Metal Analizleri

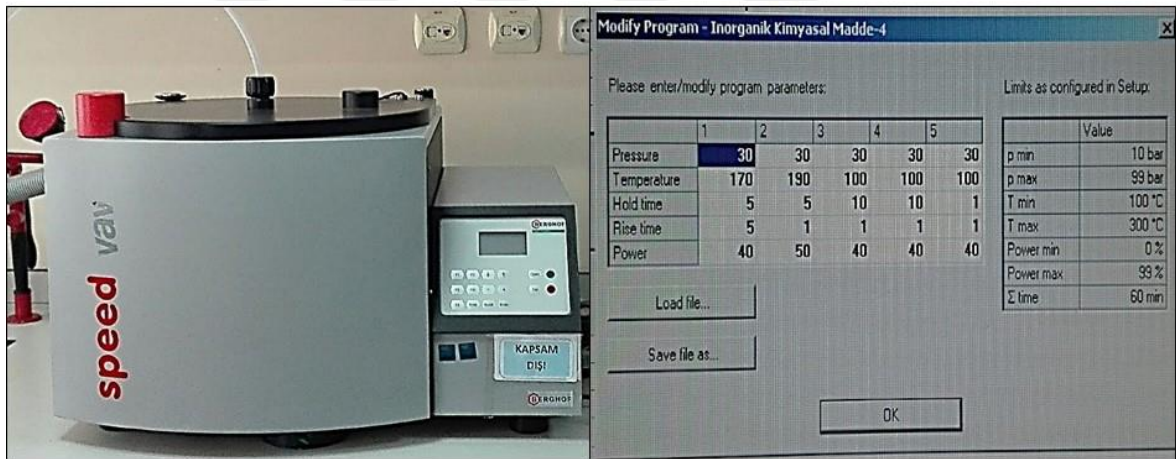
Çimento fabrikası etrafından hiçbir antropojenik tesir oluşmadığı ya da az seviyede olduğu bölgede toprak üst seviyesinden (0-20cm) herhangi bir etkiye maruz kalmamış toprak numuneleri 4 yenilemeli şeklinde toplanan toprak numuneleri laboratuvar ortamında makro bileşimlerden ayrıştırılmış, eliminde edilmiş, karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra tüplere koyularak 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. 24 saat sonra ICP-OES ve ICP-MS ölçüm makinelerinde ağır metal analizleri yapılmıştır. Analizler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite-Sanayi-Kamu İş birliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM) Laboratuvarında yapılmıştır.

2.2.3 ICP-OES Analiz Metodu

Toprak örneklerinden tahmini 1 gr alınıp mikrodalga da yakılmış ve ICP-OES (Optima 2100 DV: PerkinElmer Inc.) cihazında ölçüm işlemi uygulanmıştır. Mikrodalga cihazı ile numunelerin sıvı faza geçmesi için HNO₃/HCl çözeltisi kullanılmıştır. Numunelerden 1 gr tartım yapılarak tüpe alınmış ve üzerine 3 mL% 65'lik HNO₃ ve 1 mL % 30'luk HCl ekleme yapılarak mikrodalga tertibatında aşağıda yer alan program uygulanarak bölme işlemi yapılmıştır. İşlem nihayetinde çözeltiler ultra saf su ile 50 mL'lik hacime tamamlanarak ICP-OES cihazında ölçüme tabi tutulmuştur.

ICP-OES cihazından okunan değerler kullanılarak, aşağıda yer alan formülasyon ile % metal oranlarının tayinleri yapılmıştır;

$$\% \text{ Metal Oksit} = \text{Ölçülen değer (ppm)} \times \text{Çevirme Faktörü} / \text{Tartılan miktar (g)}$$



Şekil 2.10 Mikrodalga cihazı



Şekil 2.11 ICP-OES cihazı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimento fabrikası civarından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçlarının, çevreye, doğaya olan ve ilerleyen süreçte olabilecek zararları tartışılmıştır.

3.1 Kahramanmaraş İlinde Kirlilik Kaynakları

Kahramanmaraş Şehri'nde son senelerde hem nüfusun artması hem de teknolojinin gelişmesiyle hava kirliliği, toprak kirliliği, evsel ve endüstriyel atıklarından kaynaklanan çevre sorunları bulunmaktadır

3.2 Hava Kirliliği

Hava kirliliği, canlıların yaşam sağlığını olumsuz yönde etkileyip buna bağlı olarak maddi zarara sebep olan havada asılı halde bulunan yabancı maddelerin, sınır değerinin üstünde tutar ve sıklığa erişmesi olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle hava kirliliği, yabancı maddelerin havada sıvı, katı ve gaz halleri dünya yaşamına zarar oluşturabilecek miktar, yoğunluk ve belirli sürede atmosferde yer almasıdır. Hava kirliliği canlıların sağlığında ve çevre kalitesinde ciddi sorunlar oluşturmakta ve kimi hallerde yaşamın sona ermesine sebep

olabilmektedir. Hava kirliliği daha çok gelişim olan ve gelişmekte olan bütün ülkeleri etkileden ciddi bir sorundur. (Kırmacı, 2019)

Hava kirliliğine neden olan kirleticiler; katı maddeler veya sıvı maddelerin 1 mikrondan daha büyük tanecikleri, gaz halindeki kirleticiler olarak sayılabilmektedir. Hava kirletici maddelerin belirlenmesi ve izlenmesinde yapılan analiz sonuçlarında şehir merkezlerindeki kirleticiler fosil yakıtlar ile fosil yakıt kullanan motorlu araçlarından kaynaklanan SO₂, PM, CO, kurşun ve hidrokarbon kirleticileri gibi ön plana çıkmaktadır (Kırmacı, 2019).

Şehirlerde hava kirliliğine sebep olan etkenler; kirleticilerin sebepleri (endüstriyel gelişmişlik, yakıt kalitesi, nüfus yoğunluğu vb.) coğrafik koşullar ile meteorolojik şartlar (inversiyon, nem, karışma yüksekliği, sıcaklık, rüzgâr, vb.) olarak tanımlanabilir. Tek tek veya toplu durumdaki hava kirletici etkenlerinin yaydığı kirleticilerin farklı meteorolojik durumlarda dağıldığı ve nasıl bir hava kalitesine sebep olduğunun bilinmesi icap etmektedir. (Kırmacı, 2019)

Kirli hava ormanlar üzerinde iki farklı şekilde doğrudan veya dolaylı yoldan etki yapar. Yapraklar yoluyla doğrudan alınan Kükürt dioksit gazı yaprakların fotosentezi esnasında ağaçlara geçmesi ile yaprak içerisinde önce sülfat ve sülfite ardından sülfürik aside dönüşmektedir. Asitleşen bu zararlı gaz, yaprağın dokusuna zarar vermektedir. Belirli bir yoğunluk sınır değerinin üzerine ulaştığında ağaçlarda ölümlere sebep olur ayrıca yoğunluk sınır değerinin üzerine çıkmadığı zamanlarda ise meyvelerin zarar görmesine, daha erken yaprak dökümlerine neden olarak ağacın büyümesini yavaşlatır. (Tolunay, 2013)

Modern yaşama bağlı artan şehirleşmenin sonucu oluşan hava kirliliği, küresel seviyede tesir alanına haizdir. Hava kirliliği sonucu insan sağlığını olumsuz tesiri nedeniyle, hava kalitesine dünyada ehemmiyet verilmektedir. Hava kirliliğinin sorunlarına çözüm bulmak bunlara taktik belirlemek için, akademik topluluk ve alakalı otorite, atmosferik kirletici konsantrasyonları izlemeli ve analiz etmelidir. Otoriteler ve ilgili topluluk hava kalitesinin korunmasının ve iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Otoriterler sağlığını doğrudan etkileyen hava kirliliği konusunda kamuoyuna güncel bilgiler sunmalı ve toplumu bu konuda bilinçlendirmelidir. Ayrıca hava koşullarını güncel olarak saklanması ve sunması da sorumlulukları arasında bulunmaktadır. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021).

3.2.1 Hava Kalitesi Üzerine Etki Eden Kirleticiler

Kükürtdioksit (SO₂): Renksiz bir gazdır. Havada sülfat ve sülfürik asit olarak oksitlenir. Öteki kirleticiler ile damlacık şeklinde uzun mesafelere taşınabilir veya katı hal partiküller oluşturur. SO₂ asit yağmuru şeklinde yer yüzüne ulaşır ve toprağa karışır. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021)

Havada var olan katalizleyici maddeler, SO₂ ve azot oksitleri (NO_x) asit yağmurlarına dönüştürerek bitkileri ve toprağı zehirlemektedir. Atmosferde bulunan SO₂ ve NO_x'ler, havaya saçılan katı partiküllerde yer alan farklı metal ve metal tuzlarının katalizörlüğü eşliğinde H₂SO₃ (sülfüröz asit), SO₃ (sülfat), HSO₃ (bisülfat), HNO₃ (nitrik asit) H₂SO₄ (sülfürik asit), ve HCO₃ (bikarbonat)'a çevrimi olup havada asılı su partiküllerine tutunarak asit yağmurlarını oluşturarak hava kirletici gazların tesirini artırmaktadır. Normal yağmur suyu, asitlerin etkisinden dolayı asitli yağmur oluşmasına sebep olmaktadır. (Elkoca, 2002).

Asit yağmurları bitkilerin fotosentez sürecini etkileyerek bitkinin yapraklarının büyüme ve gelişmesini, pH dengesini, kloroplast zarlarını, karbon paylaşımını, hücre zarını, stoma, mezofil iletkenliğini bitkilerde üretkenlik ve nitelik zayıfmasına neden olmakla birlikte fotosentezin azalmasına yol açar. Fotosentez yoluyla asimilatlar tarafından yaprak yüzeyine erişen asitler, yaprağın yüzeyinde gerçekleşen kansızlık ve nekrozlar nedeniyle ağaçların büyümesini ve gelişimini engellemektedir. Buna bağlı yan ve ana tomurcukların boyuna büyümesini azaltıp, yaprakların küçülerek erken solmasını, dökülmesini ve yaprakların halkalarını daralmaktadır (Elkoca, 2002).

Azot monoksit (NO) , Azot Oksitler (NO_x), azot dioksit (NO₂), toplamları azot oksitleri (NO_x) oluşturur. Azot oksitler insan sağlığını en fazla zarar veren gazdır. NO₂ şehirlerdeki hava kirliliğinin en zararlısıdır. Azot oksitin şehirlerde en fazla olmasının neden insanlar tarafından yapılan ve kullanılan araçlardan kaynaklanmaktadır. Deniz, kara ve hava ulaşımında kullanılan taşıtlar ve endüstriyel işletmelerdeki faaliyetler en başta gelen kirletici kaynaklarıdır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021).

İnsan sağlığına olan etkisi incelendiğinde, sağlıklı bir insanın bile çok yüksek NO₂ gazına

kısa süreli maruzu dahi güçlü akciğer yıkımlarına sebep olabilir. Örneğin kronik akciğer hastalığı olan bir insan NO₂ gazına maruz kaldığında, akciğerinde kısa sürede, akciğerin işlevinin yerine getirmesinde bozukluklarına neden olabilir. NO₂ derişimine uzun süre maruz kalındıktan sonra bundan dolayı solunum yolu hastalıklarının önemli seviyede artış gösterdiği gözlenmektedir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021)

Toz Partikül Madde (PM₁₀): Havada var olan katı partikülleri ifade etmektedir. Partiküller doğal kaynak ve insan kaynaklı faaliyet sonucu doğrudan atmosfere karışan partiküllerdir. Partikül madde kaynakları; çimento kireç tozları, demir mangesit tozları, hidrokarbon partikülleri ve doğal tozlardır. Atmosferde bulunan kirleticiler ile reaksiyona girmesi sonucu PM'yi oluşturarak tekrardan atmosfere karışırlar.

PM₁₀; partiküler madde 10 mikrometreden küçük olan boyutundaki partikülleri ifade etmektedir bu partiküllerin çoğalmasında doğal kaynaklar ve kömür maden ocakları, trafik, inşaat alanları ve taş ocakları neden olmaktadır. PM₁₀ solunum sisteminde birikme ihtimaline karşı çeşitli sağlık sorunlarına, solunum hastalığı (astım) olan kişilerde durumunu kötüleştirebilir, erken ölümü de sebep verecek önemli rahatsızlıklara neden olur. PM₁₀ vasıtasıyla tozun içinde bulunan farklı kirleticiler akciğerlerin tamamına kapsayabilir. Büyük bir kısmı ince partiküller akciğerlerdeki alveollere kadar taşınabilir ve zehirli madde olan kurşun kanla karışabilir.

Karbonmonoksit (CO): renksiz ve kokusuz bir gaz olup, yakıtların yapısındaki karbonun tam yanmamasından kaynaklı açığa çıkar. CO'nın ana kaynağı araç trafiğidir. İnsan sağlığına olan etkisi, kan devridaimine dolarak, kimyasal olarak hemoglobinle bağlantı kurar. Kanda bulunan hemoglobin vücutta bulunan oksijeni hücrelere taşır. Hemoglobine bağlanan CO dokuların ve organların ihtiyacı olan oksijenin miktarını azaltır. Yüksek seviyede CO'ye gazı etkisinde kalmak, normal kavrama özelliğini ve görme yetkinliğini etki edebilir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021)

Kurşun (Pb): Doğada cevherlerle bulunan kurşun endüstriyel ve insan kaynaklı faaliyet sonucu çevreye salınmaktadır. Işın, gürültü ve vibrasyonlara karşı yalıtkan özelliğinden dolayı ses yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Benzinin yanmasından açığa çıkan kurşun, tarım yapılan alanlardaki toprakta kurşun kirliliğinin oluşmadan sebep olarak gösterilebilir. Kurşun, organik ve inorganik halde doğada bulunmaktadır. İnorganik hali

atmosferde parçacık halinde bulunur. Organik formu uçucudur, gıda maddelerine ve içme suyuna karışmaktadır. (T.C. evre, şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021)

Havaya karışan kirleticiler insana doğrudan solumayla vücuda girerek insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Solunarak alınan kirleticiler kalp damar hastalığına, solunum rahatsızlığına, astım gibi hastalıklara sebep olmaktadır. Toprağa karışan kirleticiler bitkiler tarafından emilerek besinlere geçmektedir. Toprak yüzeyinde bulunan su birikintileri yer altına sızarak içme suyu kaynaklarının da kirlenmesine sebep olur.

Havadaki kirleticilerin halk sağlığına etkisi řu şekilde sıralanabilir;

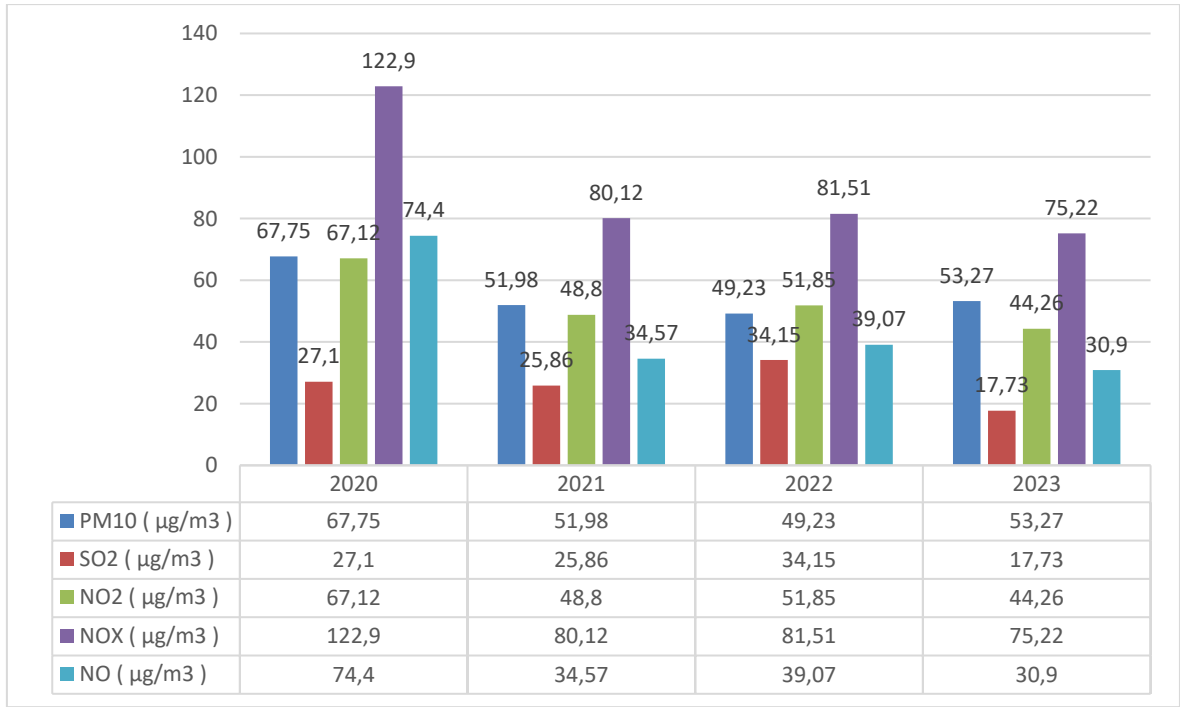
1. Akciğer Kanseri
2. Bronşit
3. Kalp Hastalıkları
4. Nefes Darlığı
5. Eklem Romatizması
6. Kroner Bronşit
7. Göz Yanmaları
8. Rařitizm
9. Her türlü toz partikülünün vücuttaki birikiminden dolayı iştahsızlık ve sonucunda, vücudun halsiz kalması ve hastalığın vücudun bağışıklığını zayıflatması
10. Kirli hava ortamında yařayan insanlarda ihtiyarlama belirtileri görülmesi
11. Romatizma (Kırmacı, 2019)



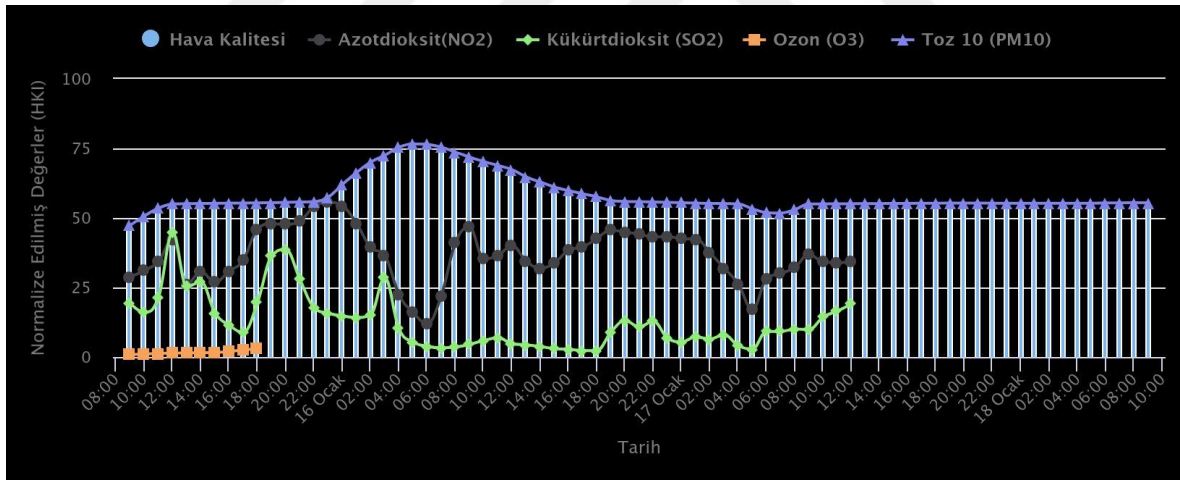
Şekil 0.1 Kahramanmaraş Necip Fazıl Kısakürek Kültür Merkezi bahçesinde bulunan merkez hava kalitesi izleme istasyonu

Kahramanmaraş'ta hava kirliliğine tesiri olan kaynak, Organize Sanayi Bölgesi, Karacasu Sanayi Bölgesi, Adana yolu Sanayi Bölgesi, Mücavir Alan Sınırlarına yakın olan Taş Ocakları, Çimento Fabrikaları, Afşin-Elbistan Termik Santralleri, Şeker Fabrikası, Konutlar ve Motorlu taşıtlar olduğu görülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik bakanlığı, 2014).

Kahramanmaraş'ta kış mevsiminde evlerde ısınma için yakılan sobalardan ve sanayi bacalarından çıkan hava kirletici emisyonlar, motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar havanı kirlenmesine neden olan sebeplerdir. (T.C. Çevre ve Şehircilik bakanlığı, 2014)



Şekil 0.2 2020-2023 dönemi için yıllık ortalama hava kirletici değerleri (Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA, 2023))



Şekil 0.3 Kahramanmaraş 2024 hava kirletici değerleri (Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı (UHKİA, 2023))

Hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkisi şu şekildedir;

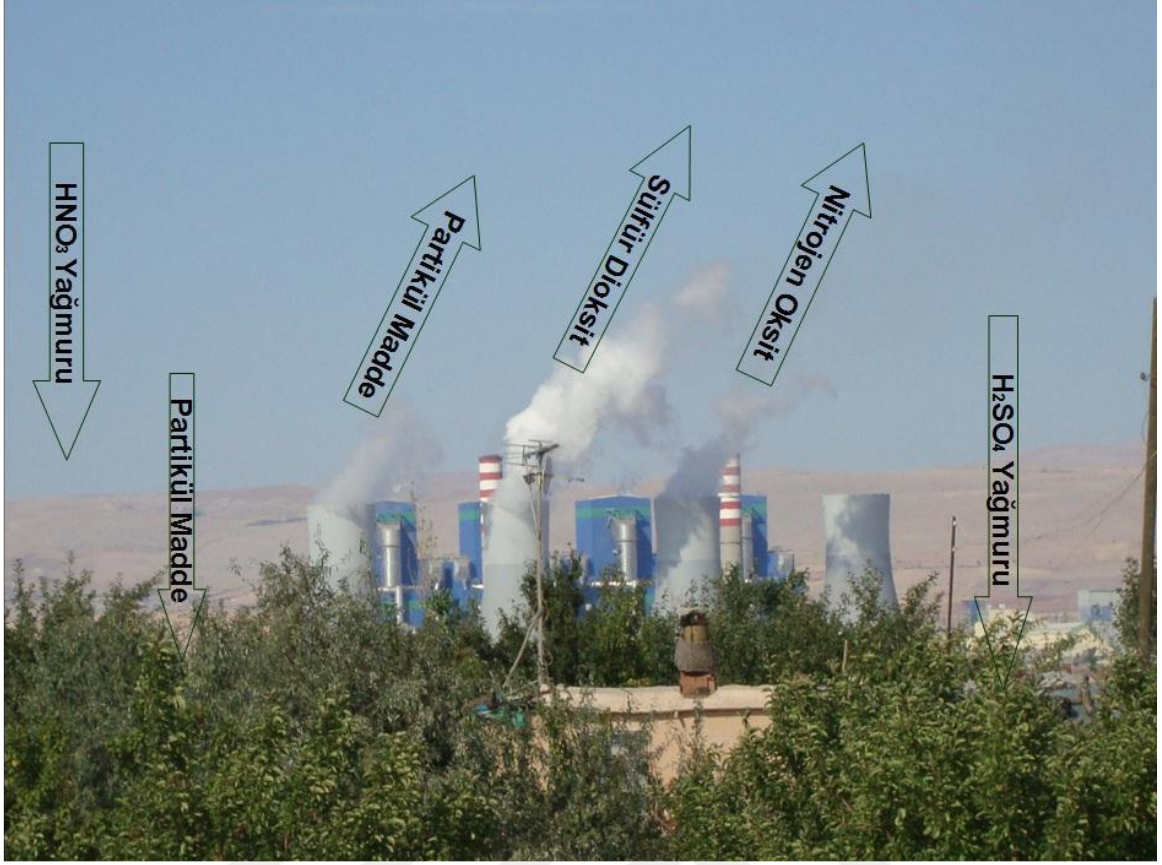
1. Yaprak dokularının zarar görmesi
2. Yaprakların renklerinin bozulması
3. Bitki büyümesinde yavaşlama meydana gelmesi (Kırmacı, 2019).

Havada bulunan kirletici ve zararlı maddeler orman ve kent ağaçlarının tahrip olmasına, gelişimin engellenmesine ve yok olmasına sebebiyet vermektedir. Hava kirliliği direk olarak ormandaki ağaçların ölümüne sebep olmamaktadır. Kirlilik önce yaprakların nekroz ve klorofil seviyelerinde azalmaya neden olarak fotosentez için gerekli olan ışığın ve karbonhidratların değiştirilmesini engeller. Bu durum fotosentetik aktivitenin gelişmesine bağlı boy, yaprakların büyümesi ve çap gelişimini olumsuz etkilemektedir. Hava kirliliğine maruz kalan ağaçların genotip ve rekabet güçlerinde azalma meydana gelmektedir. Hava kirliliğinden etkilenen ağaçlar dona, zararlı böceklerle, mantarlara ve kuraklığa karşı dayanıklılıkları azaltmaktadır, hava kirliliği sonucu direnci zayıflayan ağaçlarda, toplu orman ölümleri meydana gelebilmektedir. (Elkoca, 2002)

Bitkileri ve toprak sağlığını olumsuz etkileyen asit yağmurları, havaya saçılan katı partikül içerisinde yer alan metal ve metal tuzlarının atmosferdeki NO_x'ler ve SO₂ katalizörlüğü eşliğinde, SO₃ (sülfür dioksit), H₂SO₃ (sülfüroz asit), H₂SO₄ (sülfirik asit), HSO₃ (bisülfür), HNO₃ (nitrik asit) ve HCO₃ (bikarbonat)'a dönüşmesi sonucu havada asılı halde bulunan su zerreciğine değerek meydana gelmektedir. Asit yağmurları hava kirliliğini daha da çok arttırmaktadır. Yağmur suyunun pH değeri minimum 5.6 iken, asit yağmurları düşük pH 'ya sahiptir. Genel olarak bakır fabrikaları, termik santraller, demir-çelik fabrikaları gibi tesislerin çevreleri pH (5,6) değerinin altında kalmaktadır. (Taşdemir, vd. 2014). Kahramanmaraş ilinde Onikişubat İlçesinde 1, Elbistan İlçesinde 1, olmak üzere toplam 2 adet hava niteliği ölçüm istasyonu kuruludur. Bu istasyonlarda SO₂ ve PM ölçümleri yapılmaktadır. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2021)

3.3 Afşin-Elbistan Termal Santrali

Hava kirliliğine son derece olumsuz etkileri olan neden olan termik santraller, ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Isı enerjisi için katı, sıvı ve gaz halinde bulunan fosil yakıtlardan yararlanılmaktadır. Bunlar içerisinde kömür tercih edilen yakıtlardan biridir.



Şekil 0.4 Afşin-Elbistan B Termik Santrali (Gürbüz ve Özdemir, 2016)

Termik santrallerde kömür öğütölüp veya yakılıp ısı enerjisine dönüştürülür. Kömürün yakılması sırasında ortamı kirleten bileşenler açığa çıkmaktadır. Bu bileşenlerden biri yakıt içerisindeki kükürttür. Üretim esnasında azot oksit, kükürt dioksit ve küçük yapıli partiküller oluşmaktadır. Kükürt yanarak kükürt dioksite dönüşür, arıtılmadan bacadan atmosfere yayıldığında insan, bitki, hayvan gibi canlı varlıklar dışında cansız ortam koşullarını da olumsuz etkilere sebep verir. Termik santrallerin canlılara ve arazi kullanımı üzerine olumsuz etkileri ve hava, su, toprak kirliliğine olan etkileri çevreye olan etkisi olarak değerlendirilmektedir. Çevrenin kirlenmesine ve insan sağlığına kötü etkileri; bacalardan çıkan gazların ve partiküllerin ortama yayılması sonucu insanlarda kronik ya da akut bronşit, damar ve akciğer hastalıklarına bağıli yaşamsal faaliyetlerin sona ermesi gibi sebepler olabilmektedir. Kahramanmaraş ili için hava kirliliğine sebep olan en önemli etken Elbistan ilçesinde yer alan termik santralin varlığıdır.



Şekil 0.5 Afşin- Elbistan Termik Santralinin yakından görüntüsü (Feridun Koçer, 2024)

Kahramanmaraş Elbistan’da yer alan termik santral 1984 senesinde faaliyete başlayarak Afşin-Elbistan A Termik Santrali ve 2004 senesinde faaliyete alınan Afşin-Elbistan B Termik Santrali’dir. Afşin ve Elbistan A santrali 1355 MW Kurulu güce sahip olup, Türkiye'nin 8., Kahramanmaraş'ın ise 2. büyük enerji santralidir ve Türkiye’nin 2. büyük linyit santralidir. Afşin ve Elbistan B termik santrali ise 1440 MW Kurulu güce sahip ve Türkiye'nin 6., Kahramanmaraş'ın ise en büyük enerji santrali olması yanında Türkiye’nin en büyük linyit santrali olma özelliğine sahiptir. (Akbat ve Bilgiç, 2020)

Afşin-Elbistan linyit havzası ve termik santralleri tarıma elverişli toprak üzerinde inşa edilmiştir. Yakıt olarak santrallerde kullanılan linyitin elde edilmesi için tarıma elverişli toprakları kullanılmakta. Linyit alındıktan sonra kullanılan alanlarda yeniden tarım yapılamamaktadır. Bu işlemler büyük ölçekte tarım alanlarının yok olmasına sebep olmaktadır.



Şekil 0.6 Afşin- Elbistan Termik Santralinin karayolundan görüntüsü (Feridun Koçer, 2024)

Afşin- Elbistan termik santralleri büyük oranda soğutma suyuna talep duyan tesislerdir. Santrallerin soğutulmasında kullanılan soğutma suyu arındırılmadan ve en kritik olan soğutulmadan boşaltım yapıldığından yeraltı sularını kirletmek ve çevre sorunlarına sebebiyet vermektedir (Gürbüz, 2016).

Linyit kömürü yakıldığında, santrallerin bacasından ortama kömür içeriğinde bulunan diğer maddeler ve yüksek ölçüde azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO₂), karbondioksit (CO₂) gazları ve kömür külleri ortaya çıkmaktadır.

Afşin-Elbistan termik santralinde yer alan elektro filtreler, atıkların tamamını absorbe etmekte yetersiz kalabilir. Bacadan sızan kirletici etkisi olan gazlar çevre kirliliğine sebep olabilecek sınır değerinin ötesinde kirlettiği yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Termik

santralde bulunması gereken filtreleme sisteminin olmaması veya uygun çalışmaması durumunda yanmadan sonra termik santralin bacasından çıkan uçucu gazların bölgeye saçılması bölgede zarar veren gazların yoğunluğunun artmasına sebep olmaktadır. Termik santrallerin faaliyetleri sonucu yaydığı zararlı atıklar yer altı ve yer üstü su kaynaklarını kirleterek su kaynaklarının tarımsal sulamada ve içme suyu olarak kullanımını etkilemektedir. Termik santralin bölgesinde yapılan tarım faaliyetleri, oluşan kirlilik etkisi ile toprakta verimli ürün kaybı ile tarımsal üretimde azalmaların meydana gelmesi sivil toplum ve yerel basın kuruluşları tarafından dile getirilmektedir. Termik santralde kömürün işlenmesinden sonra artık olan külün depolanması da ayrı bir sorun oluşturmaktadır. Ağır metal ve radyoaktif maddeler gibi zararlı maddeler içerebilen külün depolanması sonucu, depolama sahasındaki kül birikimi toprak ve bitki örtüsünü etkileyerek toz bulutlarını oluşturur ve yağışla birlikte yeraltı sularına karışması durumunda da yeraltı sularını kirletmektedir.

Afşin-Elbistan havzası içerisinde çıkarılan kömürün kalitesi düşük olduğundan elektrik üretim amacıyla kullanımı tercih edilmiştir. 2014 senesi datasına göre, Afşin ve Elbistan termik santrallerinde yakılan kömürden 2.7 milyon ton uçucu kül santral bacasından havaya karışmış ve çevreye yayılmıştır. Türkiye’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği’ne göre, termik santrallardaki baca gazı SO₂ sınır değeri 1000 mg/Nm³’tür. Termik santralden çevreye bırakılan atık maddeler, santral çevresindeki bitki örtüsü ve canlı habitata, toprak yapısına ve tarım alanlarına, hava kalitesine zarar vermektedir. (Akbay ve Bilgiç, 2020).

Afşin-Elbistan Termik Santrali ve çevreye verdiği etkiler ile ilgili olarak çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır (Türkmenoğlu vd., 2022; Karaca, 2001; Özcan, 2014; Gürbüz ve Özdemir, 2016). Bu çalışmalarda, Santralin özellikle Elbistan İlçesine olan ilçeleri üzerine araştırmalarda bulunulmuş olup, bu araştırma için yapılan toprak analizlerinde elde edilen sonuçlarda Afşin-Elbistan Termik Santralinin, Kahramanmaraş il Merkezi’ne etkisi de görülmüştür.

3.4 Toprak Kirliliği

Toprak kirliliği ağır metallerin, radyoaktif maddelerin, atmosferdeki katı ve gaz hâlindeki zararlı maddelerin toprakta birikmesinden kaynaklanır. İnsan faaliyetleri neticesinde

toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulmasına toprak kirliliği adı verilir. Toprak yapısını bozabilecek ağır metaller hava yoluyla da toprağa geçerek toprakta birikir. Cıva, kadmiyum ve kurşun gibi bazı ağır metaller doğal olarak az bulunur ve çevrimleri çok yavaş olur. Bu ağır metaller ve radyoaktif maddeler kullanıldıktan sonra güvenli bertarafı yapılmadan doğaya atılması durumunda doğada birikerek kirliliğe neden olurlar. Sebep olunan kirlilik sonucu toprağın yapısını bozarak verimini düşürür. Kirli toprakta yetişen tarım ürünleri de toprakta bulunan ağır metalleri bünyesine alarak büyümekte ve besin zinciri yoluyla diğer canlılara ulaşır. Toprakta artan ağır metallerin bitkiler tarafından alınarak doku ve organlarında fazla depolanması, bitkilerin vejetatif ve generatif organlarının gelişimini negatif yönde etkilemektedir. (Esetlili vd., 2014). Genelde insanlar tarafından gerçekleştirilen aktiviteler açısından düşünüldüğünde doğada en çok rastlanılan ağır metaller; Kadmiyum, krom, bakır, demir, kurşun, cıva, nikel, gümüş, kalay, çinko ve arseniktir. Ağır metallerin ekosisteme yayılmasına sebep olan rol en kritik endüstriyel çalışmalar arasında; madencilik, maden zenginleştirme çalışmaları, çimento ve cam üretimi, demir-çelik endüstrisi, termik santraller ve katı atıkların yakılması bulunmaktadır (Kara, 2016).

Birçok durumda ağır metaller için toprak tabakası nihai depolama merkezi olabilmektedir. Bu durumda toprağın tabii filtre edici özellikleri ile tamponlanma kapasiteleri önem arz etmektedir. Toprak çözeltisinde özgür durumda bulunan ağır metaller toprak mikroorganizmaları ve bitki kökleri tarafından alınır veya yer altı suyuna karışarak yer altı su kalitesinin bozulmasına, besin zincirinin kirlenmesine sebebiyet verirler. (Yıldız, 2001). Toprağın insan çalışmaları sonucu oluşan muhtelif bileşiklere bulaştırmasının ardından toprakta hayatını devam ettiren canlılara, toprakta büyüyen bitkilere veya bu bitkilerle hayatını devam ettiren canlılara zehirli tesirde ve tahribata sebep olacak seviyede buluşması, toprağa katılan kimyasal malzemenin toprağın sindirme kapasitesinin üstüne çıkması, toprağın üretkenlik kabiliyetinin azalması, toprak kirliliğinin bir tanımı olarak verilebilir. Toprak kirliliği için ağır metaller en ehemmiyetli kirleticilerdir. Topraklara dahil olan ve toplanan ağır metaller, mikrobiyal aktiviteye, toprak yararlılığına, biyolojik çeşitlilik ve ürünlerdeki verim zayıflarına besin zinciri transferiyle sıcakkanlıklarda hastalanmalara kadar bol çevre ve insan sağlığı sorunlarının açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Topraktaki ağır metallerin kaynağı toprağın oluşumu esnasında ortaya çıkabileceği gibi atmosferik taşınım, biyolojik arıtım çamurlarının boşaltımı, hayvan dışkıları ile kentsel atıkların nakledilmesi gibi prosesler sonucunda da olabilmektedir (Seven vd., 2018).

Üst seviye yoğunluktaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen canlıları negatif yönde etki etmektedirler. Krom, nikel ve kurşun topraklarda 10-100 mg/kg arasında kadmiyum ise 1 mg/kg'ın altında var ise bu miktarlar olağan düzeyde olarak tensip edilebilmektedir. Kadmiyum ve kurşun çevresel kirleticiler olarak insan ve hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Krom esansiyel bir mikro elementtir ve üst seviye yoğunlukta tüm memeliler için zehirli bir element iken nikel de aynı grup canlılar için olası bir kanserojen bir elementtir (Melih vd., 2009). Ağır metallerin canlı vücutundaki tesirleri vücutta bulunma zamanları ve vücutta bulundukları yere göre değişmektedir. Örneğin kurşun ve civa merkezi sinir sistemine, Neon ve Nikel ciğerlere, Kadmiyum ise böbreklere tesir etmektedir (Kara, 2018). Sanayi ve yerleşim bölgelerinin etrafına bırakılan atıklar, yer altı sularını ve akarsuları da kirletirler. Kirilenmiş sular tarımsal faaliyetlerde kullanılması sonrasında toprakların mikro ve makro besin element dengesini bitkilere karşı mahvederek zehirli tesir yapacaktır. (Kızıloğlu ve Algan, 2005).

Ağır metallerden dolayı kirilenmiş sularla tarımsal sulama yapılması sonucunda da toprak kirliliği olabilmektedir. Toprak kirliliği insanlarda zehirlenmelere, çocuklarda felç kalmalara, bulaşıcı hastalıklara (verem, tifo, vb.), kanser, solunum ve sindirim sistemleri hastalıklarına neden olmaktadır.

Ağır metal kirliliği endüstriyel faaliyetlerin çoğalması ile ortaya çıkmış ve artarak devam eden çevre kirliliği açısından büyük bir problemdir. Sanayi faaliyetleri artmadan önce ağır metal kirliliği varlığı gaipken, geldiğimiz noktada ağır metallerin artmasının neden olduğu rahatsızlıklar isimlendirilmiştir. Ağır metaller, tarımda gübreleme gibi işlerde, toprakta çok oranda biriktiğinde ve pH değerinin düşük olduğu evrede, toprakta çözülür ve bitkiler tarafından alınıp bitkilerde birikmeye başlar. Topraktaki ağır metal düzeyinin çoğalmasında endüstriyel işlemlerin sebebi ve etkisi epeyce fazladır. Endüstriyel işlerin yapıldığı işletmelerde yakma işi var ise, bacalardan taşınan gaz buharlaşma-yoğunlaşma ile bitki dış yüzeyinde ve toprakta toplanır. Toprakta toplanan ağır metaller canlılara besin zinciri ile geçer (Baykanoğlu, 2021).

Ağır metallerin bitkiler üzerindeki kötü tesirleri, ağır metalle reaksiyona girmesi ve bitkinin türüne göre değişiklik sergilemektedir. Tablo 3.1'de bitkilerde zehir tesiri yapan bazı ağır elementlere yer verilmiştir.

Tablo 0:1 Bitkilerde zehirlilik tesiri yapan bazı ağır elementler (Baykanoğlu, 2021)

Ağır metal	Bitkideki semptomları	Bitki adı
Zn	Yaprak uçlarında klorosis ve nekrosis, genç yapraklarda damarlar arası sararma, bitkinin genelde geç büyümesi, dengesiz kök sistemi	Tahıllar ve ıspanak
Pb	Yaşlı koyu, yeşil yapraklarda kıvrılma, bodurlaşma ve kök gelişiminde arazlar	Tahıllar
Cd	Yaprak kenarlarında kahverengileşmesi, klorosis, kırmızımsı damarlar, gelişmemiş kök sistemi	Sebzeler
Co	Üst yapraklarda damar arasında başlayan klorosis ve daha sonra Fe eksikliğine bağlı çıkan klorosis, beyaz görünümlü yaprak kenarları ve ucu ve zarar gören kök	Tüm bitkiler
Fe	Koyu yeşil yapraklar, kök ve gövdenin bodurlaşması, bazı bitkilerde koyu kahverengi ile mor arasında değişen yaprak rengi (çeltikteki bronzlaşma)	Çeltik ve tütün
Cu	Koyu yeşil yaprak, kısa ve ince kök sistemi, kötü kardeşlenme	Tahıllar, sebzeler ve narenciye

Doğada 35'ten fazla metal elementi ile karşılaşmakta olup, 23 adeti ağır metaldir. Ağır metaller 5g/cm³'den fazla olanlardır. Krom (Cr), civa (Hg), bakır (Cu), kurşun (Pb), nikel (Ni), çinko, demir (Fe), kadmiyum (Cd)ve kobalt (Co) en sık karşılaşılan ağır metallerdir. Atmosferde bulunan ağır metaller yeryüzüne ulaştıktan sonra yeraltı sularına, toprak yapısına ve yüzey sularına karışarak doğal dengeyi bozarak zarar vermektedir (Baykanoğlu, 2021).

Toprakta ağır metal kirliliği oluştuktan sonra toprağın temizlenmesi uzun zaman almaktadır. Toprakta TSP, DAP ve diğer fosforlu gübrelerin bilinçsiz kullanılmasından kaynaklı tarım toprağı ve endüstriyel faaliyetlerin yapılacağı topraklarda ağır metal oluşumunun ana nedenleridir. Ağır metal ile kirlenmiş topraklarda yapılan mücadele çalışmaları şunlardır;

1. Ağır metal kirliliği olan bölge kullanma kapatıp, faaliyet yapılmasını engellemek,

2. Kirlenmiş toprağın temizlenmesi ya da başka bölgeye taşıyarak temizlenmesi,
3. Kirlenmiş alanda toprağı tutarak ve alanı sürekli gözlem altına alarak kirlenmenin diğer bölgelere geçmesini engelleme yoluyla,
4. Kirli toprağı bulunduğu alandan alıp, kullanım dışı alana taşıyarak bu alanda gözlem altında tutarak (Baykanoğlu, 2021).

Tarım yapılan topraktaki en mühim kirliliğın kökünde ağır metallerden kaynaklanan kirliliğın olduğı anlaşılmıştır. Tarım toprağındaki kirliliğe neden olan etkenler; evsel atıkların ve atıksu arıtma tesislerinde oluşın atık çamurların tarım arazilerine vahşı depolama yönetimi ile atılması, endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşın atıkların tarım alanlarına bırakılması, tarımda zararlı böcek ve bitkiler ile mücadele kapsamında kullanılan zirai ilaçların ve gübrelerin bilinçsiz kullanılması gibi faaliyetler ağır metal kirliliğın oluşmasında önemli etkenlerdir. Bu etkenler dışında farklı ülkelerde yapılan çalışmalarda ve analizlerde çimento üretim faaliyeti gerçekleşen alanlarda da toprakta kirlilik oluşumu olduğı yapılan analizlerde belirlenmiştir (Saltalı, vd., 2018).

Bitkilerin gelişim ve büyümesinde ihtiyaç olan bazı elementler aşırı kullanımda zehirli etki oluşturabilmektedir. İhtiyaç duyulan elementler; Cu, Fe, Co, Zn, Mn, Mo ve bazı durumlarda da Ni'dir. İhtiyaç duyulan elementler dışında toprak ağır metal bulunması halinde bitkiler tarafından emilmektedir. Toprak analiz örneklemelerinde, ağır metal kirliliğı toprağın derinliğı ile zıt olarak azaldığı analiz bulgularında belirlenmiştir. Azalmasının nedeni, toprağın yüzeyinde kolloidal materyal daha fazla bulunmasından kaynaklandığı gözlemlenmiştir (Baykanoğlu, 2021).

3.5 Kahramanmaraş Depremi ve Etkileri

6 Şubat 2023 tarihinde saat 04.17'de, önce merkezi Kahramanmaraş ilinin Pazarcık ilçesinde büyüklüğü (Mw) 7,7 olarak belirlenen bir deprem gerçekleşmiş, ardından takribi 9 saat sonra, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde saat 13.24'te, 7,6 büyüklüğünde ikinci bir deprem meydana gelerek bölgedeki 6 ilde çok büyük bir yıkım meydana gelmiştir.

Türkiye deprem felaketlerine hiç de yabancı olmayan bir ülkedir. Meydana gelen depremlerin karşı konulamaz büyüklüğüne karşın ikili bir deprem olarak adlandırılan bu afetin sonucu, depremler öncesinde alınması gereken önlemler konusunda temkinli olmanın,

yönetmeliklere uyan ve deprem etkisine dayanan binaların inşa edilmesinin önemini bizlere bir kez daha göstermiştir. Öyle ki MTA tarafından yayınlanan yenilenmiş aktif fay hatları haritasına göre ülkemizde 5,5 Mw ve üzeri büyüklükte deprem üretebilecek 485 aktif fayın mevcut olduğu ve doğrudan bunların üzerinde yerleşik bulunan 42 il ve 110 ilçenin bulunduğunu göstermektedir. Buna göre alınması gereken çok acil önlemler bulunmaktadır (Ekici, 2023).

Deprem önlenmesi mümkün olmayan bir doğal afet olduğu için ilk alınması gereken önlemler olarak, yerleşim yerlerinin fay hatlarının üzerine veya yakınına yapılmaması, yapılmış ise de buralarda çok katlı yapılara izin verilmemesi gösterilebilir (Aydınbaş, 2023). Depremler sonrasında yapılan araştırmalara göre Kahramanmaraş ilindeki yapıların %21'inin ağır hasarlı, %26'sının ise acil yıkılması gereken durumda olduğu belirlenmiştir (Gözükızıl ve Tezcan, 2023).





Şekil 0.7 (a,b,c) 6 Şubat Depremleri sonrasında Kahramanmaraş İl Merkezi (Baykanoğlu, 2023)

Deprem sonrasında kent ve orman alanlarının kirliliği ile ilgili ortaya çıkan en büyük sorunlardan biri inşaat ve yıkıntı artıklarıdır. Ortaya çıkan bu artıkların geri dönüştürülebilir olanlarının faydalı bir hale dönüştürülmeleri, kalan zararlı olanlarının ise insan, hayvan ve bitki sağlığına en az zararı vermesi açısından en doğru şekilde ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Doğdu ve Alkan (2023) tarafından yapılan araştırmada Kahramanmaraş Depremi sonrasında ortaya çıkan artıklar şu şekilde hesaplanmıştır. Çalışmada yapılan hesaplamalara göre takribi 350 ila 580 milyon ton inşaat ve yıkıntı artığı oluşacağı ve bunun 1.453.015,25 tonunun tehlikeli atık, 16.273.770,74 ton toprak ve taş karışımı, 21.698.360,99 ton bitümlü karışımlar ve ahşap atıklar, 57.151.932,97 ton mineral fraksiyon atığı,

37.747.073,20 ton betonarme atık ve 935.317 ton hurda demir atığından meydana geldiği belirlenmiştir. Bu hesaplamalara göre ortaya çıkan artık maddenin önemli bir kısmının tekrar kullanılabilir hale dönüştürülebilmesi mümkün olabilecektir. Bu durum ekonomik yönden olumlu olmakla birlikte, kalan tehlikeli artıkların insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkilerine azami ölçüde hassasiyet gösterilerek gereken uygulamaların gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Doğdu ve Alkan, 2023).











Şekil 0.8 (d,e,f,g,ğ,h,i,ı,j) Depremde yıkılan binaların yıkıntılarında oluşan hafriyat atıklarının toplanma alanı (Baykanoğlu, 2023)

Deprem sonrası ortaya çıkan artıkların toprak ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin yanında yeraltı ve yer üstü sularına da negatif yönde etkileri bulunmaktadır. Nitekim su kaynaklarının kirlenmesi ile ilgili çalışmalar henüz tamamlanmamış olsa da Kahramanmaraş çevresindeki su kaynakları ve Şanlıurfa Balıklıgöl 'de, renk ve diğer değişimlerin meydana geldiği tespit edilmiş, buralardaki su kaynaklarının kahve renkli, bulanık bir görünüm meydana geldiği belirlenmiştir. Depremlerde ortaya çıkan artık maddeler toprak ve su gibi solunan havayı da kirletmektedir. Nitekim 6 Şubat Depremleri sonrasında bölgede yapılan ölçümlerde partikül madde kirliliğinin kent merkezi ve kentin doğu bölgelerinde daha yoğun olduğu tespit edilmiştir (Adıgüzel, 2023). Depremler toprak, hava ve su kirliliğine sebep olarak çevre için dolaylı yollardan da zararlı olmaktadır. Nitekim 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen deprem sonucunda gerçekleşen bu kirlilik türleri ile ilgili olarak bilimsel araştırmaların sürmesi beklenmektedir. Ancak toprak kirliliğinin bahsedilen diğer iki kirlilik çeşidine göre en büyük dezavantajı, toprakta arzulanan temizlenmenin daha uzun sürede gerçekleşmesi ve bunun daha güç olmasıdır. Toprak kirliliğinin belirtilen bu uzun süreli olumsuz etkilerine ek olarak yer altı sularını da negatif yönde etkileyip kirletmesi bir diğer önemli ve olumsuz durum olarak ifade edilebilir.

3.6 Toprak Analizi Sonuçları

Çimento Fabrikası civarında bulunan toprak alandan 55-60m aralıklarla toprak üst yapısında (0-20cm kazı yapılarak) 4 tekrarlı olacak şekilde toprak örneklerinin alınmış olup, bu noktalardan 2-3 km mesafede yine aynı lokasyonda kontrol (şahit numune) numunesi alındıktan sonra, yapılan laboratuvar deneyleri sonunda elde edilen sonuçlara uygulanan varyans analizi ve Duncan testine ait sonuçlar Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 0:2 Çimento Fabrikası lokasyonundan ve kontrol noktalarındaki üst toprak seviyesinde bulunan ağır metal türlerine ilişkin ortalama verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Örneklemeler	As (mg/kg)	Co (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Kontrol	0,001b	20,82b	0,024a	15,07b	12,36a	1,873b	0,028a
1	0,001b	36,65a	0,045a	29,76a	14,03a	4,865a	0,035a
2	0,002b	42,02a	0,049a	34,1a	19,12a	6,608a	0,052a

3	0,005a	25,1b	0,029a	16,4b	10,32a	2,111b	0,039a
Önemlilik Düzeyi	P<0,01	P<0,01	NS	P<0,01	NS	P<0,01	NS
P<0,01: %99 güven seviyesinde anlamlı değişiklik var. NS: İstatistiki bakımdan anlamlı değişiklik bulunmamakta. a ve b: Değişik harfler farklı grupları ifade etmektedir.							

Tablo 0:3 Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sınır değerleri (mg/kg) (Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

Ağır metal	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sınır değerleri (mg/kg)
Arsenik (As)	20
Kobalt (Co)	20
Kadmiyum (Cd)	40
Bakır (Cu)	50
Kurşun (Pb)	50
Civa (Hg)	1
Çinko (Zn)	150

Tablo 3.2’de bulunan sonuç verilerine bakıldığında, Çimento Fabrikası lokasyonundaki araziden üst toprak numune alınan koordinatlar ve kontrol örneği koordinatı arasında yapılan varyans analizi sonucuna göre ağır metal türlerinin ortalama değerleri aralığında $p<0,01$ güven düzeyinde istatistiki açıdan anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Yapılan çalışmada Cd, Pb ve Zn ağır metal sınıfında ortalama değerler bakımından üst toprak numunelerinde değişik örnekleme noktaları ile şahit noktası aralığında makul değişikliğe rastlanmamıştır ($p<0.01$). Değişik noktalardan alınan üst toprak numuneleri ile kararlaştırılan şahit noktasından alınan üst toprak örneklerinde belirlenen ağır metal çeşitlerinin mukayesesinin yapıldığı varyans tahlilinde Arsenik, Kobalt, Bakır ve Civa ağır metal türlerinde %99 güven seviyesinde istatistiki açıdan anlamlı değişiklik saptanmıştır (Tablo 3.2) Bu durum değerlendirildiğinde Çimento Fabrikası çevresindeki üst toprak katmanının ağır metal kirliliği bakımında daha tanıtıcı ve izleyici nitelik gösterdiği belirtilebilir. Gerçekten bu konuda yapılmış olan çok sayıda araştırmada kirletici niteliğindeki maddelerin tesir seviyesi ve zamanına bağlı olarak hem canlı organizmalarda hem de abiyotik koşullarda ağır metal kirliliğinin artış gösterebileceği haber edilmektedir (Colpaert vd., 2011; Diatta vd., 2011).

Çalışmada anlamlı sonuç elde edilen ağır metallerin çimento fabrikasından kaynaklı atık (hava, su ve diğer faktörler) olabileceği düşünülmektedir.

Toprakta ağır metal analizinde örnek numuneler ve kontrol numunesinde üst toprak seviyesinde bulunan ortalama ağır metal seviyeleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirlene sınır değerler (Tablo 3.3) altında kalmış ancak Kobalt ve Civa değerli sınır değer üzerinde çıkmıştır. Sınır değerlerin üzerinde çıkan ağır metal elementlerinden kobaltın düşük dozlarda iken bitkilerin verim ve niteliklerinde artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Ancak dozdaki artış sürdükçe enzim aktivitelerinde azalma meydana geldiği ve sonuçta bitkilere olumsuz etkilerinin gerçekleştiği de yapılan çalışmalar neticesinde tespit edilmiştir. Topraktaki kobalt miktarı arttıkça toksik etki oluşmakta, bunun sonucunda bitki büyümesi olumsuz etkilenmekte, klorofil sentezine engel olmakta ve bitkinin verimini düşürmektedir (Banerjee ve Bhattacharya, 2021; Khan, Khan, 2010; Jayakumar vd., 2008; Yerli vd., 2020).

Civa ise tüm canlılar için alındığı takdirde son derece zehirli etkiye sahip bir ağır metal elementidir. Öyle ki Kobalt insanlar ve bitkiler için eser miktarda olduğunda faydalı bir element iken civa var olduğu tüm dozlarda özellikle insan ve hayvanlar için toksik bir ağır metaldir. Toprağa geçmesiyle birlikte organik madde ve kil ile bağlanmakta veya sülfat, fosfat, karbonat şekillerine dönüşerek, sonrasında çökelmekte, hareketsiz hale geçmektedir. Bunun neticesinde toprağa girdikten sonra su kaynakları ve bitkiye geçebilme ihtimali hayli düşük olmaktadır. Buna karşın insan ve hayvanlar için şiddetli bir zehirleyici elementtir (Yerli vd., 2020; Seven vd., 2018).

Civanın toprakta bulunması çeşitli kaynaklar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bunlar arasında pestisitler ve atmosferde olan civa kirliliği gösterilebilir (Yıldız, 2004; Okçu vd., 2009). Ayrıca civanın en önemli kaynakları arasında kömür ve yağların yakılması ve civa içeren kaya ve minerallerin fiziksel ve kimyasal ayrıştırılması da gösterilmektedir ki bu durum Kahramanmaraş'ta orman toprağında tespit edilen civa miktarının sebebi için açıklayıcı olabileceği düşünülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma için araştırma alanı seçilen ve Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri arasında bir bağlantı noktası olan ve 3 bölgenin de birçok özelliğini il genelinde barındıran Kahramanmaraş, 6 Şubat 2023 tarihinde çok büyük bir deprem felaketi yaşamıştır. Bu deprem neticesinde çok sayıda can kaybı gerçekleşmiş ve kentin önemli bir kısmını ortadan kaldıran büyük bir yıkım meydana gelmiştir. Bu yıkımın ayrıca çevreye de büyük bir etkisi olmuştur. Özellikle yıkılan binalar ve çeşitli yapılardan kaynaklanan artık ve molozlar, deprem sonrası için insan, çevre ve ormanların sağlığı için olumsuz bir etki meydana getirmiştir. Bu kirliliğin dışında Kahramanmaraş'ta birçok insan nedenli olumsuz kaynak orman alanlarını etkilemektedir. Bunların başında toprak kirliliği ve su altı kaynaklarının kirlenmesi gelmektedir.

Afşin-Elbistan Termik Santrali için de çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu Termik Santralin hava kirliliğine olan etkilerini araştırmış olup, bu çalışmaların hemen hemen tamamı da Elbistan ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında Kahramanmaraş İl Merkezindeki orman topraklarında mevcut ağır metaller araştırılmıştır. Topraktaki ağır metal kirliliği, genel olarak araçların egzoz gazlarından ve fabrikalar ve sanayi kuruluşlarının bacalarından çıkan gazlardan kaynaklanmaktadır. Kahramanmaraş ili, komşusu olan Gaziantep gibi bir sanayi kenti değildir. Kentte fabrika olarak en büyük kuruluş çimento fabrikasıdır. Bu nedenle fabrikanın yakınlarından alınan toprak örnekleri üzerinde ağır metal testleri gerçekleştirilmiştir.

Testler sonucunda Civa ve Kobalt dışındaki tüm ağır metal elementleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın sınır değerleri (mg/kg) altında olduğu belirlenmiştir. Bu ağır metal elementlerinin toprakta yüksek miktarlarda bulunduklarında orman ağaçlarının gelişimine olumsuz yönde etkileri bulunmaktadır. Bu sebeple takip edilmeleri ve çeşitli uygulamalarla makul sınırlar içine düşürülmeleri için çalışmalar yapılmalıdır. Aynı zamanda belirlenmiş olan zarar sınır değerlerinin üzerinde bulunan Civa ve Kobalt elementlerinin orman ağaçları için olduğu kadar diğer bitkiler, hayvan ve insan sağlığı için de tehdit yaratacak bir hale gelmemesi için sürekli olarak izlenmesi doğru olacaktır. Kahramanmaraş yöresinin, geçirdiği deprem felaketi sebebiyle de ileriki yıllarda, il çevresi genelinde bu

şekilde topraktaki ağır metal ölçümlerinin yapılmaya devam edildiği bir yer olması doğru olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Adıgüzel, F. (2023). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş (Pazarcık 7.7 mw. ve Elbistan 7.6 mw.)depremleri sonrası Kahramanmaraş şehrinde yaşanan partikül madde kirliliğinin incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (83), 35-43.
- Akbay, C., Bilgiç, A., (2020). Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23 (6): 1587-1597, 2020.
- Avşar, M. (1997). K.Maraş-Elbistan Yöresinde Ormansızlaşma, Getirdiği Problemler ve Çözüm Önerileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. Cilt 1 Sayı 1
- Aydın, N., Kaya, D., 2022. Çevre Sorunları ve Çözüm Arayışları, *Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*. Cilt 14 Sayı 2.
- Aydınbaş, G. (2023). Sosyoekonomik boyutuyla Türkiye’de depremler üzerine bir inceleme: Kahramanmaraş depremi örneği. In; Sosyal bilimlere çok yönlü yaklaşımlar: Tarih, turizm, eğitim, ekonomi, siyaset ve iletişim (pp. 177-212). Özgür Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Aydoğdu, O., (2023). Orman Biyoçeşitliliği, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü.
- Balkız, Özge, Bucak, Tuba, Çağlayan, Semiha Demirbaş, Ülker, Elif Deniz, Tüfekcioğlu, İrem, Bilgin, Gelincik Deniz, Albers, Pınar Pamukçu, Durmuş, Mustafa, Turak, Ayşe, Tolga Aslan, Alper, Taş, Selda, Kurtoğlu, Saygın, Bilgin, Can, Otrakçier, Tamer, Özbağdatlı, Nuri, Kurt, Bahtiyar, Küçük, Mahir, Kamiloğlu, Mesut, Lise, Yıldırar, Zeydanlı, Uğur, (2020). Kahramanmaraş Orman Müdürlüğü ile Andırın Orman İşletme Müdürlüğü, Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme, Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Banerjee, P., Bhattacharya, P. (2021). Investigating cobalt in soil-plant-animal-human system: dynamics, impact and management. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 2339-2354).
- Baykanoğlu, Ö., (2021). Bartın İli Orman Alanlarındaki Toprakta Mevcut Olan Ağır Metallerin Seviyesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın 55 s.
- Boydak, M. (1988). Türkiye’de Ormanların Fonksiyonları ve İstanbul Açısından Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. Seri B Cilt 38 Sayı 1
- Cosun, F., Karabulut, M. (2009). Kahramanmaraş’ta ortalama, minimum ve maksimum

sıcaklıkların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (53), 41-50).

- Çiftçi, R., (2019). Kahramanmaraş'ın Şehirsel Gelişiminin Tarım Alanları Üzerindeki Etkisinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş 63 s.
- Doğanay, H., Doğanay, S. (2011). Türkiye’de Orman Yangınları ve Alınması Gereken Önlemler (Forest Fires and Measures to be Taken in Turkey). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 9(11).
- Doğdu, G., Alkan, S., (2023). Deprem Sonrası Oluşan İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi: 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* Cilt 1 Sayı 1.
- Ekici, Ö.K., (2023). 6 Şubat 2023 Depremleri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, Mart 2023 Sayısı.
- Elkoca, E., (2002). Hava Kirliliği ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- Esetlili, B. C., Pekcan, T., Çobanoğlu, Ö., Aydoğdu, E., Turan, S., Dilek, A. N. A. C. (2014). Essential plant nutrients and heavy metals concentrations of some medicinal and aromatic plants. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(3), 239-247.
- Gözükızıl, C.A., Tezcan, S. (2023). Cumhuriyet’in yüzüncü yılında Türkiye’de afetler: 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremi. Kent Akademisi, 16. *Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. Yılı Özel Sayısı | Special Issue for the 100th Anniversary of the Republic of Türkiye*, 97-114.
- Gürbüz, M., Özdemir, Y. (2016). Afşin-Elbistan Termik Santrallerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin Mesafe Tabanlı Algi Analizi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21(36), 95-118.
- Jayakumar, K, Jaleel, C.A, Azooz, M.M. (2008). Impact of cobalt on germination and seedling growth of *Eleusine coracana* L. and *Oryza sativa* L. Under hydroponic culture. *Global Journal of Molecular Sciences*. 2008;3(1):18-20.
- Khan, M.R., Khan, M.M., (2010). Effect of varying concentration of nickel and cobalt on the plant growth and yield of chickpea. *Australian Journal of Basic and Applied Science*. 2010;4(6):1036-1046.
- Kara E.E., Taciroğlu, B., Sak, T. (2016). Toprakta ağır metal gideriminde solucanların kullanımı. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2), 201-207.
- Kara, E.E., Kara, E. (2018). Toprakta ağır metal kirliliğinin insan sağlığına etkileri ve çözüm önerileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11(1), 56-62.
- Karaca, A., (2000). Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, Pamukkale

- Karadeniz A. (2002). Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğünde Orman Tahrip Faktörleri ve Alınması Gerekli Önlemler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Entomolojisi ve Koruma Programı, İstanbul, 97 s.
- Karabulut, M., Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65-83).
- Karabıyık, E., 1993. Çevre Sorunlarının Ormansızlaşmaya Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Orman Ekonomisi Programı, İstanbul, 122 s.
- Karaca, A. (2001). Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 95-102.
- Kırış, R., Toprak, S. OGM Etüd Planlama Şube Müdürlüğü 7 Nolu Bina Gazi Ankara.Kırmacı, H., (2019). Kahramanmaraş İli İçin Hava Kalitesinin Analizi ve Modellenmesi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 120 s.
- Kızıloğlu Algan, F.T., Bilen, S. (2005). Toprak kirlenmesi ve biyolojik çevre. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 83-88.
- Melih, O., Tozlu, E., Kumlay, A., Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 17(2), 14-26.
- MGM, 2023. Kahramanmaraş Uzun Dönem Meteoroloji Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı, Ankara.
- OGM, (1995). Orman Zararları ile Mücadele Esasları. Tebliğ No.:286 Tasnif No.: IV-1519.
- Okçu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M., Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 17(2), 14-26.
- Oktay, M., Sayın, A., Kayabaşı, E., Savcı, S., Karataş, A., İllez, A., Büyükpehlivan, G., Özcan, İ. (2014). Afşin-Elbistan termik santrali çevresi hafriyat döküm alanlarında dikili fidanların kuruma nedenleri üzerine araştırma. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 8-16.
- Özçalık, M., (2020). Kahramanmaraş Halkının Çevre Duyarlılıkları Üzerine Bir Araştırma, Kırıkkale Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
- Özkul, C., (2019). Kütahya Şehir Merkezinde Yer Alan Çocuk Parklarındaki Toprakların Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 015803 (226-240)

- Günaydın, A., Yücekaya, M., Koyuncu, D., Çakı, C., Gülada, M., Yarar, E., Şentürk, G., Demirtaş, A., Karasu, R., Şahiner, S., 2021. Çevre Sorunları
- Sargın, S., Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta. Saltalı, K., Gündoğan, R., Demir, Ö., Kara, Z., Yakupoğlu, T., Dikici, H., Yılmaz, K., (2018). Narlı Ovası Topraklarının Ağır Metal Kapsamı Üzerine Çimento Fabrikası Baca Tozlarının Etkileri, *Toprak Su Dergisi*.
- Seven, T., Can, B., Darende, B. N., Sevda, O. (2018). Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
- Taşkan, E. D., 2016. Antakya İlçesinde (Hatay) Çevre Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı, 112 s.
- Taşdemir, C., Aytar, F., Öztürk, S., 2014. Hava Kirliliğinin Ormanlar Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi ve Gözlenmesi Uluslararası İş birliği Programı (ICP FORESTS) Kapsamında Taç Durumu ve Zarar Etmenlerinin Türkiye'deki Uygulama ve Değerlendirmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta.
- T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2014). Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 09.09.2013 tarihli ve 2013/37 Sayılı Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Genelgesi Kapsamında, Temiz Hava Eylem Planı, Ankara
- T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2022). T. C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu, Kahramanmaraş.
- Tolunay, D., (2013). Ormanlar ve İklim Değişikliği, İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı.
- Türkmenoğlu, M., Mert, B.A., Mesut, A. (2022). Afşin Elbistan-A Termik Santrali Yakın Çevresinde Uçucu Kül Kaynaklı Ağır Metal Dağılımının Gaussian Semivariogram Modeli ile İncelenmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 215-222.
- URL-1, 2023. <https://kahramanmaras.bel.tr/>, (Ulaşım tarihi, 10.04.2023)
- URL-2, 2023. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Orman>, (Ulaşım tarihi, 16.04.2023)
- URL-3, 2023. <https://kahramanmarasobm.ogm.gov.tr/>, (Ulaşım tarihi, 20.04.2023)
- Yerli, C., Çakmakçı, T., Sahin, U., Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9 (Özel Sayı), 103-114.
- Yıldız, N., 2004. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.
- Yıldız, N. (2011). Toprak Kirleticisi Baz Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 207-213.

