

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
GÖÇ ENSTİTÜSÜ
KENT ÇALIŞMALARI ANA BİLİM DALI

KENTSEL ALANLARDA ÇEVRESEL KİRLİLİK ANALİZİ: GAZİANTEP ŞEHRİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP ENTERİLİ

GAZİANTEP
AĞUSTOS 2021

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
GÖÇ ENSTİTÜSÜ
KENT ÇALIŞMALARI ANA BİLİM DALI

KENTSEL ALANLARDA ÇEVRESEL KİRLİLİK ANALİZİ: GAZİANTEP ŞEHİRİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP ENTERİLİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. MEHMET EMİN SÖNMEZ

GAZİANTEP
AĞUSTOS 2021

ETİK BEYAN

Gaziantep Üniversitesi Göç Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Zeynep ENTERİLİ

19.08.2021

İmza:

ÖZET

KENTSEL ALANLARDA ÇEVRESEL KİRLİLİK ANALİZİ: GAZİANTEP ŞEHİRİ ÖRNEĞİ

ENTERİLİ, Zeynep

Yüksek Lisans Tezi, Kent Çalışmaları ABD

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Emin SÖNMEZ

Ağustos 2021, 93 sayfa

Çevresel kirlilik tüm ekosistem için olduğu gibi günümüz kentleri için de en önemli sorunların başında gelmektedir. Kentsel alanlarda sanayi, kentleşme, nüfus artışı gibi farklı parametrelere bağlı olarak özellikle ağır metallerden kaynaklı çevresel kirlilik ortaya çıkmaktadır. Dünya genelindeki büyük kentlerde olduğu gibi Gaziantep şehrinde de sanayi, ulaşım, nüfus ve tüketime bağlı olarak çevresel kirlilik önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu duruma bağlı olarak, bu çalışmada da Gaziantep şehrindeki ağır metallerin yarattığı çevresel kirliliğinin güncel durumu toprak ve bitki örneklerinden alınan numunelerin analize tabi tutulmasıyla ortaya konulmuştur. Gaziantep şehri ve yakın çevresinde belirlenmiş 10 farklı lokasyondan, 4 farklı mevsimde alınmış toprak ve bitki örnekleri laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda özellikle Başpınar ve KÜSGET sanayi alanlarına yakın yerlerde çeşitli ağır metallerin yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Çamlıca, Mavikent gibi alanlardan alınan örneklerde de nüfusa bağlı olarak farklı ağır metallerin çevresel kirlilikte etkili olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışma Gaziantep kentinin güncel kirlilik durumuna ön değerlendirme imkânı sunmuş ve gelecekte yapılacak olan farklı bilim dallarındaki çalışmalara ön ayak olmuştur.

Anahtar kelimeler: Çevresel Kirlilik, Ağır Metal, Sanayi, Kent, Gaziantep

ABSTRACT**ENVIRONMENTAL POLLUTION ANALYSIS IN URBAN AREAS:
GAZIANTEP CITY EXAMPLE**

ENTERİLİ, Zeynep

M. A. Thesis, Department of Urban Studies

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Emin SÖNMEZ

August 2021, 93 pages

Environmental pollution is one of the most important problems for today's cities as well as for the whole ecosystem. Environmental pollution from heavy metal occurs in urban areas due to different parameters such as industry, urbanization and population growth. As in major cities around the world, environmental pollution has become an important problem in Gaziantep city due to industry, transportation, population and consumption. Accordingly, in this study, the current state of environmental pollution caused by heavy metals in Gaziantep city was revealed by analyzing samples taken from soil and plant samples. Soil and plant samples taken in four different season from ten different locations in Gaziantep city and its immediate vicinity were analyzed in the laboratory environment. As a result of these analyses, it was determined that various heavy metals were concentrated especially in places close to Baspınar and KUSGET industrial zones. In addition, in the samples taken from areas such as Çamlıca and Mavikent, it was determined that different heavy metals depending on the population were effective in environmental pollution. Therefore, this study offered the opportunity to pre-evaluate the current pollution situation of Gaziantep city and led to future studies in different disciplines.

Keywords: Environmental Pollution, Heavy Metal, Industry, City, Gaziantep

ÖNSÖZ

Gaziantep kenti bünyesinde barındırdığı tarihsellik ve fonksiyonel gelişmişlik açısından bölgesine rehber olma özelliği göstermektedir. Geçmişten bugüne gelişmişlik seviyesine bağlı olarak göç alma durumu artan kent kendine özgü bir yapıya kavuşmuştur. Bu çalışmada toprak ve bitki örnekleri üzerinden çeşitli ağır metallere bağlı olarak Gaziantep kentinin kirlilik durumu açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Ön değerlendirme özelliği taşıyan bu yaklaşım, kentin fonksiyonel karşılığına bağlı şekillenen kirlilik durumunu da bir nevi açığa çıkarmıştır. Özellikle ağır metal birikimi sanayi alanlarında ve yerleşmelerin yoğunlukta olduğu alanlarda belirgin hale gelmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında en büyük paylardan biri Prof. Dr. Mehmet Emin Sönmez'e aittir. Bireysel yönlendirmeleri ve bakış açısı, titizliği böyle bir çalışmanın oluşturulmasında temel rehberim olmuştur. Ayrıca çalışmanın öncesinde, oluşturulmasında ve sonrasındaki tüm tartışma ve analiz kısımlarında özverili yardımlarını hiç esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Muhittin Kulak'a da teşekkürü bir borç bilirim. Değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Uğurcan Ayık tüm mevsimlere ait toprak ve bitki örneklerini toplamamda baştan sona kadar yardımlarını esirgememiştir. Kendisine sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Dr. Öğr. Üyesi Gülşen Kum'a ve beni yetiştiren aileme emekleri ve destekleri için minnettarım. Kuşkusuz ki yukarıda ismini saydığım kişiler olmazsaydı böyle bir çalışmanın ortaya çıkması da mümkün değildi. Tüm hocalarıma ve katkı sunanlara tekrardan sonsuz teşekkürlerimi iletirim.

Zeynep Enterili

Gaziantep, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	viii
EKLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
GİRİŞ	1
ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI.....	4
MATERYAL VE YÖNTEM	4
BİRİNCİ BÖLÜM.....	8
ÇEVRESEL KİRLİLİK	8
1.1.Çevre Kirliliğine Neden Olan Temel Faktörler.....	12
1.1.1.Nüfus	12
1.1.2.Kentleşme	14
1.2.Kirlilik Çeşitleri.....	16
1.2.1.Hava Kirliliği.....	16
1.2.2.Toprak Kirliliği	22
1.2.3.Su Kirliliği.....	26
1.2.4.Bitki Kirliliği	28
1.2.5.Ağır Metallerin Bitki ve Su Üzerine Etkileri	30
1.2.6.Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri	31
1.3.Ağır Metallerin Çevresel Kirlilik Kaynakları	32
1.3.1.Kurşun (Pb)	32
1.3.2.Kadmiyum (Cd).....	33
1.3.3.Kobalt (Co).....	33

1.3.4.Bakır (Cu).....	33
1.3.5.Krom (Cr)	33
1.3.6.Nikel (Ni)	34
1.3.7.Çinko (Zn)	34
1.3.8.Mangan/Manganez (Mn).....	34
İKİNCİ BÖLÜM	35
ÇEVRESEL KİRLİLİK ÇALIŞMALARI VE GAZİANTEP	35
2.1.Otoyol ve Trafik Kaynaklı Çevre Kirliliği	35
2.2.Endüstri Kaynaklı Ağır Metal Kirliliği	39
2.3.Gaziantep'in Gelişim Süreci	41
2.4.Gaziantep Çevre Durum Rapolarında Kirlilik	45
2.4.1.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Hava Kirliliği	45
2.4.2.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Toprak Kirliliği	47
2.4.3.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Su Kirliliği.....	47
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	48
GAZİANTEP ŞEHRİNDE ÇEVRESEL KİRLİLİK PARAMETRELERİ VE YORUMLANMASI.....	48
3.1. Alınan Toprak ve Bitki Örneklerine Ait Lokasyonlar ve Tanımlayıcı Özellikleri.....	48
3.1.1. Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) Örneği	48
3.1.2. Mavikent Mahallesi Örneği.....	50
3.1.3. Yeşilkent Mahallesi (Yeşilkent Mezarlık ve Çevresi) Örneği	51
3.1.4. Şirinevler Mahallesi (KÜSGET Sanayi Sitesi Civarı) Örneği	52
3.1.5. Karacaahmet Mahallesi (Gaziantep Otogar Civarı) Örneği	53

3.1.6. Dülük Çevresi (Başpınar Organize) Örneği	54
3.1.7. 15 Temmuz Mahallesi (Üniversite Civarı) Örneği.....	56
3.1.8. Fidanlık Mahallesi (Battalhöyük Civarı) Örneği	57
3.1.9. Çamlıca Mahallesi (Nuripazarbaşı) Örneği.....	57
3.1.10. Eydiababa Mahallesi (Karşıyaka) Örneği	59
3.2. Bulgular ve Analiz	60
3.2.1. Kurşun	63
3.2.2. Kadmiyum.....	63
3.2.3. Kobalt	64
3.2.4. Bakır	64
3.2.5. Çinko	64
3.2.6. Krom.....	65
3.2.7. Mangan.....	65
3.2.8. Nikel	66
3.3.Tartışma.....	69
SONUÇ	76
KAYNAKÇA	78
EKLER	88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Çalışma alanını oluşturan Gaziantep kenti	7
Şekil 1.2. Dünyada nüfusun ülkelere göre dağılışı.	13
Şekil 1.3.Dünyada toplam nüfus içinde kentlerde yaşayanların oranı ve ülkelere göre dağılışı	15
Şekil 1.4. Meuse Vadisi haritası.....	18
Şekil 1.5. Asit yağmurlarının oluşum mekanizması.	22
Şekil 1.6. Yeryüzündeki su kirliliğinin temel kaynakları	28
Şekil 2.1. Belirli tarih aralıklarına göre Türkiye’de ve Gaziantep’te kentsel nüfusun artışı.....	43
Şekil 3.1.Yapılan analizler sonucunda toprakta çeşitli ağır metallere göre oluşan gruplar ve ağır metal değerleri	67
Şekil 3.2.Yapılan analizler sonucunda bitkide çeşitli ağır metallere göre oluşan gruplar ve ağır metal değerleri	68
Şekil 3.3.Yapılan analizler sonucunda örneklemelere ait toprak değerlerinin yoğunlaşma durumları.....	74
Şekil 3.4.Yapılan analizler sonucunda örneklemelere ait bitki değerlerinin yoğunlaşma durumları	75

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1.1. Bitki kurutulmasında kullanılan mikrodalga cihazı.....	6
Fotoğraf 1.2. Analizlerde kullanılan ICP-OES cihazı.....	6
Fotoğraf 1.3.1952 yılında Büyük Londra Sisi Olayı esnasında çekilmiş bir görüntü.	19
Fotoğraf 1.4. 1955-1975 yılları arasını kapsayan Vietnam Savaşı esnasında çekilmiş bir fotoğraf..	26
Fotoğraf 1.5.Bitkide meydana gelen nekroz.....	31
Fotoğraf 1.6. Bitkide meydana gelen kloroz.....	31
Fotoğraf 2.1. Gaziantep kentinin genel görünümü.....	44
Fotoğraf 3.1. Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) alınan toprak örneği.....	49
Fotoğraf 3.2.Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) alınan bitki örneği.....	49
Fotoğraf 3.3.Mavikent Mahallesi'nden alınan toprak örneği.....	50
Fotoğraf 3.4.Mavikent Mahallesi'nden alınan bitki örneğinin bulunduğu Özdemir Caddesi.....	51
Fotoğraf 3.5.Yeşilkent Mahallesi'nden (Yeşilkent Mezarlık ve Çevresi) alınan toprak örneği.....	51
Fotoğraf 3.6.Yeşilkent Mahallesi'nden (Yeşilkent Mezarlık ve Çevresi) alınan bitki örneği.....	52
Fotoğraf 3.7.Şirinevler Mahallesi'nden (KÜSGET Sanayi Sitesi Civarı) alınan toprak örneği.....	53
Fotoğraf 3.8.Karacaahmet ve çevresinden (Otogar Civarı) alınan bitki örneği.....	54
Fotoğraf 3.9.Dülük çevresinden (Başpınar Organize) alınan toprak örneği.....	55
Fotoğraf 3.10.Dülük çevresinden (Başpınar Organize) alınan bitki örneği.....	55
Fotoğraf 3.11.15 Temmuz Mahallesi'nden (Üniversite Civarı) alınan toprak örneği	56
Fotoğraf 3.12.15 Temmuz Mahallesi'nden (Üniversite Civarı) alınan bitki örneği....	57
Fotoğraf 3.13.Çamlıca Mahallesi'nden alınan toprak örneği.....	58
Fotoğraf 3.14.Çamlıca Mahallesi'nden alınan bitki örneği.....	58
Fotoğraf 3.15.Eydibaba Mahallesi'nden alınan toprak örneği.....	59
Fotoğraf 3.16.Eydibaba Mahallesi'nden alınan bitki örneği.....	60

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Ağır Metal Konsantrasyonunun Mevsimsel Dağılımı.....	88
--	----



KISALTMALAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Semboller ve kısaltmalar

	Uluslararası
Bakır	Cu
Çinko	Zn
Demir	Fe
Kadmiyum	Cd
Kobalt	Co
Krom	Cr
Kurşun	Pb
Mangan	Mn
Nikel	Ni

GİRİŞ

İnsanların gerek ferdi, gerekse kolektif olarak doğayla girdikleri ilişkinin biçimi tarihsel süreçte değişiklikler göstermiştir. Toplumlar, evrimsel gelişimlerine paralel olarak doğayı dönüştürme gücünü elde etmiş, bu dönüşüm birçok durumda doğal çevrenin başka bir forma bürünmesiyle eş anlamlı hale gelmiştir. Buna karşılık doğanın insan üzerindeki egemenliği de 21.yüzyılda geçerliliğini korumaktadır. İnsanlık tarım başta olmak üzere, yaşamsal birçok ihtiyacını fiziki çevrenin ona sunduğu imkânlar dâhilinde karşılayabilmektedir. Deterministik ve possibilist tartışmaların da ana odak noktası olan bu karşılıklı etkileşim avcılık ve toplayıcılıktan günümüz modern toplumlarına kadar geçerliliğini koruyan bir süreçte süregelmektedir.

Yukarıdaki satırlarda anlatıldığı üzere insan çevre etkilişimi beraberinde bazı kavramsal tartışmaların yapılmasını zorunlu kılar. Bu kavramlardan en önemlisi ekoloji ve ekosistemdir. Ekoloji sözcüğü 1869 yılında Heackel tarafından türetilmiştir. Ekoloji canlıların bulundukları çevre ile uyum içinde yaşamalarını ve yaşamlarını devam ettirme sürecini inceleyen bilim dalıdır. Ekosistem ise her canlının doğadaki dengeyi bozmadan birbirlerini ve doğayı olumsuz şekilde etkilemeden birbirleriyle uyum içinde yaşaması halidir (Görmez, 2003: 12). Ekosistem tartışmalarındaki en önemli nokta doğadaki denge halinin ne kadar korunup korunamadığıdır. Bu denge hali özellikle sürdürülebilir çevre tartışmalarına da önemli bir katkı sunma potansiyeline sahiptir.

Ekoloji yaşam ortamı anlamına gelen eski Yunanca Oikos ev, yaşadığımız yer ve logos yani bilim anlamına gelen iki sözcükten türetilmiştir (Erinç, 1984: 4). Farklı bilim dallarına mensup araştırmacıların, doğa bilimcilerin geçmişten bugüne

yaptıkları tartışmalar bir anlamı “ev” olan yeryüzünün yani bir şekilde doğanın korunmasına odaklanmıştır. Fakat belirtmek gerekir ki insanın yeryüzündeki en akıllı canlı olması, güç isteği ve arzusu çoğu zaman doğanın negatif yöndeki dönüşümüne katkı sunmaktadır. Belki de bu dönüşümün sürdürülebilir olma hali insanlığın doğayla kurduğu ilişkisinin daha az tahripkâr olması neticesinde mümkün olacaktır. Dolayısıyla denilebilir ki doğa ile insanın arasındaki dostluğun kurulduğu gün çevre sorunları da büyük ölçüde ortadan kalkacaktır (Köktürk, 1991).

İnsanın çevre ile kurduğu ilişkinin pozitif yöndeki gelişimi doğayla uyumlu olması halini doğurur. Doğadaki denge halinin bozulması sürekli yeni bir uyum sürecinin de baştan oluşturulması anlamına gelir. Ortalama insan ömrünün doğaya kıyasla oldukça az olduğu düşünüldüğünde her defasında yeni denge arama ve kurma mücadelesi insanın doğa üzerindeki belleğinin de tekrar revize edilmesine neden olur. Bu süreçler insanı sadece çevreye uyumlu yapmakla kalmaz, aynı zamanda çevrede yarattığı ya da neden olduğu değişikliklerle de uyum yapmak zorunda kalır (Turan, 1980: 32). Dengenin kurulamadığı anlar veya dönemler ise insan-doğa ilişkisinde büyük kırılma anlarına denk gelir. Küresel iklim değişikliği, sürdürülebilir çevre tartışmaları, çevre kirliliği bu dengenin son dönemlerde ihmal edildiğinin en açık göstergelerinden biridir.

Bu çalışma yukarıda kavramsal çerçevesi aktarılan insan-doğa ilişkisine çevre kirliliği perspektifinde bakmaktadır. Geçmişi M.Ö. 4000’li yıllara kadar inen kentsel yerleşmeler içinden çıktıkları kırsal yerleşmelere göre daha dinamik yerleşme birimleridir. Kentsel yerleşmelerde çoğu zaman küçük bir alanda büyük nüfus kütleleri barınır. Bu durum kentsel yerleşmelerde çeşitli çevresel sorunlarının kırsal alanlara göre daha baskın olma halini de beraberinde getirir. Kuşkusuz ki Fırat ve Dicle nehirlerinin sunduğu elverişli imkânlar sayesinde tarımsal artı ürünün oluşması bu coğrafyada ilk kentlerin oluşmasını sağlamıştır. Daha sonra Mısır, Çin gibi farklı coğrafyalarda kentsel yerleşmeler belirgin hale gelmiş ve mevcudiyetlerini günümüze kadar korumuşlardır. Günümüzde dünyanın yarısından fazlası ise kentlerde yaşamaktadır. Kentler, bünyesinde sanayi, turizm, tarım, hizmetler gibi birden fazla fonksiyonu barındırırlar ve çok fonksiyonlu olma hali çoğu zaman çevre kirliliğine ait birçok parametreye ait değerlerin yüksek olmasına neden olur. Kimi zaman akademik bir çalışmada, kimi zaman gündelik hayat pratikleri içerisinde çevresel kirliliğe dair farklı ve somut durumlarla karşılaşmak mümkündür.

Anadolu coğrafyası üzerinde geçmişten bugüne çok farklı toplumlar egemenlik kurmuş ve bunlara ait yerleşme dokuları karakteristik özellikleriyle izler bırakmıştır. Gaziantep bu kültürel ve siyasi yapı itibarıyla önemini koruyan kentlerin başında gelir. Coğrafi konumundan ötürü Anadolu, Mezopotamya ve Mısır'ı birbirine bağlayan ticaret yolları üzerinde yer alan kültür ve ticaret merkezi olma durumu söz konusudur (Şen & Sandal, 2017: 43). 16.yüzyılda kentte ticaret fonksiyonu öne çıkmış (Özünlü, 2010), 17.yüzyılda beliren Celali İsyanları neticesinde kentin ekonomisi zarar görmüştür. Bu devreden sonra kentte sanayi fonksiyonunun baskınlığı kendini hissettirmiştir. Özellikle dokuma sanayinin gelişimi bu açıdan kaydadeğerdir (Sönmez, 2012: 86). Gaziantep'in asıl gelişim süreci ise Cumhuriyet sonrası döneme rastlar. Cumhuriyet'in birçok kentinde olduğu gibi Gaziantep'te de kentsel gelişim 20.yüzyıl sonrasına rastlar. Bu dönemde çevresindeki illerin kırsal alanlarından göçler almış, bu durum Gaziantep'in çevresi için çekim merkezi olma halini kuvvetlendirmiştir. Aynı göç hareketleri 1980 sonrası da devam etmiş ve kent gittikçe daha fazla nüfusu barındırır hale gelmiştir. Tüm bu nüfuslanma süreci kentsel alanın kullanımında konut yoğunluğu, sanayileşme gibi beşeri etkenlerden kaynaklanan ve çevre kirliliğinin başat parametreleri olan negatif etkenlerin çoğalmasına neden olmuştur. Fakat Gaziantep üzerine yapılan farklı bilim dallarındaki çalışmalarda çevresel kirliliğin analizi ihmal edilmiştir. Bu çalışma literatürdeki böyle bir eksiklikten hareket ederek toprak ve bitki örnekleri üzerinden Gaziantep'teki çevresel kirliliğin güncel durumunu açıklamayı amaçlamaktadır. Çalışmadaki temel hipotez kentteki kirliliğinin üst düzeyde olduğu üzerinedir. Bu hipotezden hareketle çalışmadaki temel araştırma soruları ise şunlardır:

- Gaziantep'teki nüfus, sanayi gibi farklı parametrelerin çevresel kirlilik üzerindeki etkisi nedir?
- Kentteki sürdürülebilir çevre politikalarına çevresel kirlilik ne gibi yönleriyle etki etmektedir ?
- Belirlenen kent içindeki mikro alanlardaki çevresel kirlilik üzerinde hangi etmenler rol oynamaktadır?

Yukarıdaki araştırma soruları çalışmada yöntem olarak saha araştırma süreçlerinin benimsenmesini sağlamıştır. Coğrafi açıdan Gaziantep kenti olarak tanımladığımız ve Şahinbey ve Şehitkâmil ilçelerine ait mahallelerin bir kısmını oluşturan alanda belirlenen lokasyonlardan bitki ve toprak örnekleri alınıp, analiz edilmiştir. Elde

edilen sonuçlar labaratuvar ortamında analiz edilerek ilgili literatürdeki eşik değerlerle karşılaştırılarak çalışmaya aktarılmıştır.

ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI

Çalışmada birtakım kısıtlılıklar bulunmaktadır. En başta gelen kısıtlılık hali, ilgili çalışmanın tek kişi yürütülmesi nedeniyle kent içinde ve dışında belirlenen lokasyonların 10 ile sınırlı kalmasıdır. Kentin büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda 10 adet lokasyonun tekil bir araştırmacıya göre yüksek olduğu düşünülmektedir. Ayrıca literatürde yapılmış çalışmalarda çok daha az lokasyonla kirlilik parametrelerinin açıklandığı görülmektedir.

Çalışmadaki bir diğer kısıtlılık ise Gaziantep'teki çevresel kirlilik analizinin daha önce yapılmamış olmasıdır. Böyle bir durum araştırmacıyı kendi gözlem ve deneyimleri neticesinde hareket etmeye zorlamıştır. Bu nedenle toprak ve bitki kirliliğini ölçmek amacıyla belirlenen lokasyonlar araştırmacının ve danışmanın kendi görgül deneyimleri neticesinde belirlenmiştir. Bu iki kısıtlılığa ek olarak özellikle kış ve yaz aylarında ekstrem sıcaklık değerlerinin oluşması örneklem toplama sürecini zorlaştırmıştır. Böyle durumlarda araştırmacı aynı mevsim ve ay içindeki diğer günlerde örneklemelerini toplayarak, bu kısıtlılığı aşmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma yöntemsel olarak birçok farklı aşamadan oluşmaktadır. Çalışmadaki yöntemsel olarak her bir aşama birbirini tamamlar ve devamını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

1.Aşama: Bu aşama çalışmanın araştırma sahasını belirleme ve buna uygun lokasyonları oluşturma aşamasından oluşmaktadır. Gaziantep kenti olarak tanımladığımız ve idari manada Şehitkamil ve Şahinbey ilçelerinin belirli mahallelerini oluşturan alan esas çalışma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1.1.). Çalışma alanı içinde kalan 10 lokasyondan bu aşamada toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin edinilmesinde toprak, 30 cm kazılmış ve örnek alınmıştır. Bitki örneklerinin toplanmasında ise toprak örneği alınan en yakın yerdeki bitki türü referans alınmıştır. Bu aşamada her mevsimde alınan bitki örneğinin aynı olması zorunluluğunun bulunmasından dolayı bitki türünün belirlenmesinde *Cupressus sempervirens* (Akdeniz Servisi-Mezarlık Servisi) tercih edilmiştir. Bu

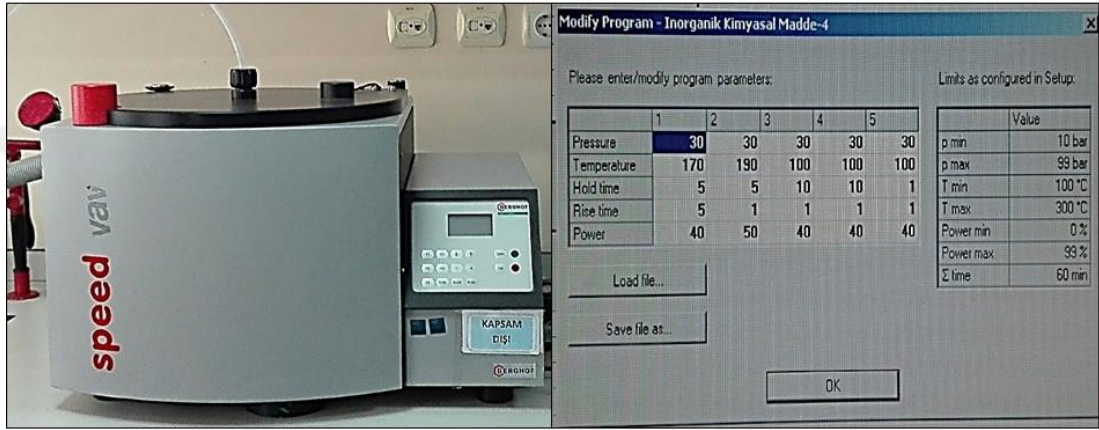
bitkinin tercih edilmesindeki en önemli etken, her mevsim örnek toplamaya elverişli olması nedeniyledir. Toprak ve bitki örneklerinin edinilmesinde ve sağlıklı şekilde analize hazır hale getirilmesinde birtakım hususlara dikkat edilmiştir. Öncelikle kentteki her bir lokasyona ait toprak örnekleri kendisine ait poşetlere koyulmuş ve isimlendirilmiştir. Edinilen toprak örneğinden sonra o örneğin yakınındaki bitkiden örnek alınarak poşete koyulup, isimlendirilmiştir. Böylelikle her lokasyonun kendisine ait bitki ve toprak örneği oluşmuştur. Bundan sonra Gaziantep'teki belirlenen tüm lokasyonlardaki toprak kirliliğini ölçmek için her bir lokasyona ait toprak örnekleri bir yerde toplanmıştır. Böylelikle her bir lokasyona ait toprak örneği edinildiği gibi, 10 lokasyona ait toprak örneklerinin de bulunduğu genel bir toprak örneği de oluşturulmuştur.

2.Aşama: Çalışmanın yönetsel olarak ikinci aşamasında ise genel kontroller yapılmıştır. Aynı gün içerisinde bitki ve toprak örnekleri toplandıktan sonra eksik veya hatalı olarak toplanmış örneğin olup olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca toplanan bitki ve toprak örnekleri içerisindeki canlı türleri ayıklanmıştır. Böylece toplanan örneklerin daha sağlıklı bir hale getirilmesi sağlanmıştır. Bitki örnekleri toplandıktan sonra kuru ve çok sıcak olmayan bir ortamda kurumaya bırakılmıştır. Bu etapta her bitki örneğinin nereden toplandığına dair bilgiler içeren kâğıtlar bitkinin altına koyulmak suretiyle kayıt altına alınmıştır. Bulunulan mevsime göre değişiklik göstermesine rağmen, bitkinin ortalama kuruma süresi 4-7 gün arasındadır. Bitkiler kuruduktan sonra kese kâğıdı formunda saklanmış ve analize hazır halde bekletilmiştir.

3.Aşama: Bu aşama elde edilen toprak ve bitki örneklerinin analizinden oluşmaktadır. 10 farklı lokasyondan elde edilmiş bitki ve toprak örnekleri, ayrıca 10 farklı noktadan alınarak biraraya getirilmiş toprak örnekleri laboratuvarında teste tabi tutularak Gaziantep kentindeki kirlilik ortaya çıkarılmıştır. Kurutulmuş bitki örnekleri toz haline getirildikten sonra 1 gram alınarak mikrodalgada yakılmış ve ağır metal içerikleri ICP-OES (Optima 2100 DV: Perkin Elmer Inc.) cihazı ile belirlenmiştir (Fotoğraf 1.1. ve Fotoğraf 1.2.). Mikrodalga cihazı ile örneklerin sıvı faza alınması için HNO_3/HCl çözeltisi kullanılmıştır. Örneklerden 1 g tartılarak üzerlerine 3 mL%65'lik HNO_3 ve 1 mL %30'luk HCl eklenerek mikrodalga sisteminde aşağıdaki program uygulanarak parçalama işlemi yapılmıştır. İşlem

sonunda çözeltiler ultra saf su ile 50 mL'lik hacme tamamlanarak ICP-OES cihazına verilmiştir (Kaçar ve İnal, 2008).

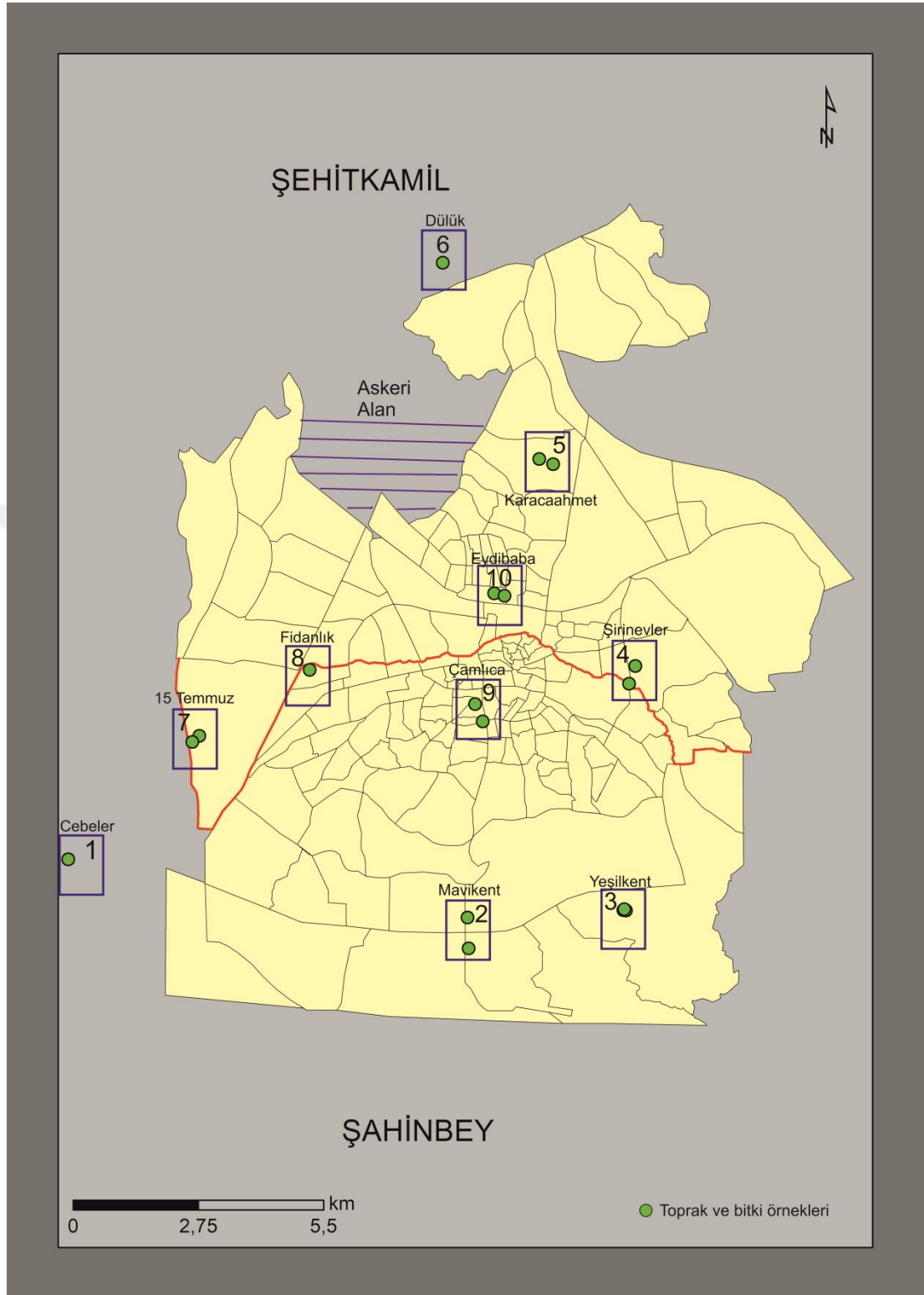
Aynı bölgenin farklı noktalarından alınan toprak örnekleri homojen bir şekilde birleştirilmiştir. Elde edilen homojen karışımdan yaklaşık 1 kg laboratuara getirilmiştir. 70 °C'de 24 saat etüvde kurutulan toprak örnekleri havanda dövüldükten sonra 1 mm'lik (100 mesh) elek ile elenmiştir. Bu şekilde hazırlanan toprak örnekleri (0, 5 gram)kral suyunda (3:1 HCl/HNO₃) çözdürülmüş ve metal analizleri ICP-OES ile yapılmıştır.



Fotoğraf 1.1. Bitki kurutulmasında kullanılan mikrodalga cihazı



Fotoğraf 1.2. Analizlerde kullanılan ICP-OES cihazı



Şekil 1.1.:Çalışma alanını oluşturan Gaziantep kenti. Harita üzerindeki belirlenen her lokasyon o bölgeden alınmış toprak ve bitki örneğini göstermektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL KİRLİLİK

Çevre insanlara etki eden dış faktörlerin tümüne verilen isim olarak tanımlanabilir. Bu tanımın içine hava, su, toprak bitki örtüsü, hayvanlar bulduğumuz gezegende olan her şey girmektedir. Ekoloji açısından dar anlamıyla çevre, atmosferdeki tüm canlı unsurları kuşatan döngüler ve ilişkiler bütünüdür. İnsan açısından en geniş tanımıyla insan ve diğer tüm canlı varlıklar ile birlikte doğada bulunan varlıklar bütününe ifade eder (Ertürk, 1998: 45). Erinç'e göre çevre; canlıların birbirlerine hayati bağlarla bağlı oldukları etkiledikleri veya etkilendikleri mekâna o canlıların veya canların yaşam ortamlarına verilen isimdir (Erinç, 1984: 3). Kısaca özetlenirse çevre, etkilediğimiz veya etkilendiğimiz ortamdır. Bu etkilerin sonucu olumlu veya olumsuz olabilmektedir. Olumsuz olduğu takdirde çevre sorunlarının ortaya çıkması kuvvetli bir ihtimal olarak kendisini ortaya koyar. Çevresel sorunlardan kaynaklanan en önemli unsurlardan biri kirliliktir. Çevresel kirliliğin temel yaratıcılardan biri ise bu ekosistemdeki doğal dengeyi bozan ve buna zarar veren insan faaliyetlerinin kendisidir.

Kuşkusuz ki insanın doğal çevre üzerindeki faaliyetleri birer paradoksal durumu da doğurur. Bu paradoksal durum, insanların bir yandan hem yaşanabilir bir çevre istemesi, hem de sonu gelmeyen bir şekilde doğayı kirletmesinin eş zamanlı hareket etmesinden kaynaklanır. Bu açıdan günümüzde çevre kirliliği insanları ilgilendiren, acilen çözüm üretilmesi gereken önemli bir sorundur. Bu sebeple birçok çalışmanın temel konusunu çevre kirliliği oluşturur. Ekolojistler sistemi bozan her şeye kirletici gözüyle bakmışlardır. Örneğin bu alandaki bilim insanları suyun kirlenmesini suda yaşayan canlılarda azalma meydana gelmesine kötü yönde etki eden faktörleri kirletici olarak kabul etmiştir. Mühendislerin kirlilik tanımında ise bir ortama giriş yapan maddelerin kirlilik oluşturması önemlidir (Karpuzcu, 2014:31).

21.yüzyıl için can yakıcı bir hadise olan çevresel kirlilik meselesi dünyadaki birçok olayda olduğu gibi yoktan var olmamıştır. İlk yerleşme dokularının oluşmasından itibaren, fakat ağırlıkla kentlerin oluşumundan sonra çevresel kirlilik meselesi sürekli olarak insanlığın gündeminde olagelmıştır. Arkeologlar tarafından tarihi kanıtlardan elde edilen bilgiler yakın doğudaki ilk kentlerin birçoğunun yüzyıllar boyunca höyük olarak bilinen çöp yığınlarının birikmesi neticesinde kurulduğunu göstermiştir. Arkeologların yaptıkları kazı çalışması sonucu elde ettikleri malzemeler eski kap kacaklar, yiyecekler, dışkıların fosilleşmiş kalıntılarının olduğunu ortaya çıkarmıştır. Avcı ve toplayıcı gruplar bile yüzyıllardır yaşadıkları mağaralarda büyük miktarda atık biriktirmiştir. Fransa'daki Gare de Couze'un Yontma Taş Çağı'ndan kalma yukarı bölgesinde taş alet kalıntıları bulunmuştur. Tüm bu örnekler esasında kullanıma bağlı olarak oluşan kirliliğin insanlığın hayatındaki serüveninin oldukça uzun olduğunu doğrulamaktadır.

Tarihte kirliliğin meydana geldiği bir diğer alan ise su kaynaklarıdır. İlk toplumlar açısından su kaynaklarını temiz tutma çabası tarih boyunca var olmuştur. Avcı ve toplayıcı gruplar genelde kamp alanlarının yerini belirleyen dere ve kaynaklardan su elde etmiş ve oldukça düzenli şekilde başka yerlere hareket ettiklerinden dolayı büyük bir kirliliğin ortaya çıkmasını önlemişlerdir. Fakat yerleşik toplumların ortaya çıkması ile insanlar güvenli su kaynakları aramışlardır. Bir süre sonra artan nüfusun baskısı ile su kemerlerinin yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Kentsel kirliliğinin Ortaçağ'da da devam eden ciddi bir olay olduğu literatürde farklı kaynaklar tarafından aktarılmaktadır. Bu dönemde tuvalet sorunu kirliliğin başlıca nedeni olmuştur. Avrupalı zenginlerin sarayları ve kalelerinde bile tuvalet sokağa, kalenin hendeğine ya da bina dışına açılan bir delikten ibaretti. Ortaçağ evlerinde çöp çukurları olsa bile lağımlar yoktu (Ponting, 2000: 304). Orta Çağ' da Avrupa'da insanlar sokakta yaşayan ve dolaşan hayvanların her türlü atığı yiyip ortadan kaldıracaklarına inandıkları için dışkı dâhil tüm atıklar sokaklara bırakılmıştır. Bu doğrultuda kolera, veba, kuduz gibi birçok hastalığın bu çöpleri yiyen hayvanlar aracılığıyla yayıldığı ifade edilmektedir (Çeken & Yiğitbaşıoğlu, 2018: 47).

Orta Çağ'ın kapanıp, Rönesansla beraber Aydınlanma Çağı'na girilmesi, reform hareketleri ve nihayetinde üretici güçlerdeki muazzam dönüşüme denk gelen

Sanayi Devrimi kendi kentsel yapısını yaratmıştır. Özellikle fabrikalar ve bunların etrafında oluşmuş düzensiz yerleşme dokuları sanayi döneminin kentlerinin temel özellikleri arasına girmiştir. Bu dönemde daha önce görülmemiş ölçüde kırsal alanlardan kentlere göçler yaşanmış, kentler hızlı bir şekilde nüfuslanmıştır. Londra, Manchester gibi kentler daha sonra Batı Avrupa'nın diğer kentlerinde nüfus milyona ulaşmıştır. Sanayileşme sürecinin temelinde ise bilimsel bilgi birikiminin olduğu inkâr edilemez bir gerçekliktir. Bu doğrultuda sanayileşme, insan doğa ilişkisinde insanoğlunun baskın geldiğinin bir göstergesi olarak yorumlanmalıdır (Akyol, 2019). Neticede sanayileşme insanoğluna büyük bir güç ve imkân verirken sonuçları ise çevre açısından büyük bir hayal kırıklığı yaratmıştır (Görmez, 2003: 21).

Sanayi Devrimi dönemindeki üretici güçlerin gittikçe gelişimi teknolojik ilerlemeyle paralel gelişmiş ve demir- çeliğin buluşması 2.Sanayi Devrimi olarak adlandırılan sürecin de ana hatlarını döşemiştir. Neticede yeni yatırımlar ile elektrik, petrol yeni bir dünya oluşturmuştur (Doğan, t.y.). Örneğin su üzerinde deniz taşıtlarının kazası sonucu meydana gelen petrol sızıntıları denizi kirletmekte ve aynı zamanda orada yaşayan canlıların ölümüne sebep olmaktadır. Tarihte yaşanmış olan Exxon Waldez ve Deep Water olayları bu duruma örnek gösterilebilir. Exxon Waldez olayı 24 Mart 1989 tarihinde Exxon Waldez adlı petrol tankerinin Prens William bölgesinde kayalıklara çarpması sonucunda meydana gelmiştir. Yaşanan çarpma sonucunda 40.000 ton petrol denize yayılmış ve milyonlarca canlının ölümüne neden olmuştur (Cedre, 2008). Deep Water Horizon olayı ise 20 Nisan 2010 tarihinde yaşanmıştır. Deep Water Horizon sondaj kulesinin Meksika Körfezi'nde patlaması sonucunda meydana gelmiştir. ABD tarihinde şimdiye kadar yaşanan en büyük petrol sızıntısıdır. Petrol sızıntısı yaklaşık 87 gün devam etmiştir. Bu olay büyük bir çevre felaketine neden olmuş ve canlılar zarar görmüştür (Ramseur, 2015).

Sanayileşmenin çevreye olan etkisi görünenden daha fazlasıdır. Fabrikaların kurulması için alanların oluşturulması yeşilin yok olmasına neden olmuştur. Fabrikalarda üretim aşmasında oluşan atıklar doğaya bırakılmaktadır. Bu atıkların toprağa ve suya bırakılması sonucunda kirlilik oluşmakta ve canlıların hayatı tehlike altına girmektedir. Fabrika bacalarından çıkan çeşitli zararlı gazlar hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu durumda insanlarda solunum kalp rahatsızlıklarını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca sanayileşme ile çevreye atılan zararlı atıklar tarım arazilerini de

kirletmiş verimsizleşmesine neden olmuştur. Sanayi malzemeleri sadece üretim esnasında değil, tüketim sırasında da çevreyi kirletebilmektedir. Sanayi sonrası oluşan atıkların ayrıştırılamaması, yeniden değerlendirilememesi ve bu atıkların gitgide çoğalması kirliliğin başlıca sebeplerindendir. Sanayileşme ile birlikte motorlu taşıtların gelişmesi ve çeşitlilik kazanması taşıtlardan çıkan egzoz gazlarının havaya karışması ile birlikte kirlilik oluşmuştur. Ayrıca sanayide kömürün kullanılması da kirliliğin oluşmasındaki etmenlerden biridir.

Sanayileşme üzerine yukarıdaki satırlarda anlatılanlar sanayileşme-kentleşme ilişkisinin çevresel kirlilik üzerindeki ana tetikleyicilerden birini oluşturduğudur. Özellikle sanayileşmede yanlış yer seçimi kısa vadede kalkınmayı amaçlarken, uzun vadede çevre sorunlarının oluşmasına neden olmaktadır (Ertürk, 1998: 83). Sanayileşmenin çevresel kirliliği yaratmasını somut bir örnek üzerinden açıklamak konuyu daha fazla açıklığa kavuşturma potansiyelini ortaya koyar. Üretilen ürünün tüketime sunulması sanayileşmeye bağlı kalkınma olgusunun ana unsurudur. Günümüzde sanayi üretiminin önemli girdilerinden olan kozmetik sanayide ambalaj içindeki ürünün satışı önemli bir getiridir. Fakat bu aşamada ambalajlı ürünlerin atık meselesi bir başka çevresel kirlilik meselesinin doğmasına neden olmuştur. Bu malzemelerin geri dönüşümsüz olması çevre kirlilik açısından büyük bir sorundur. Aynı zamanda sanayileşme sürecindeki artan talebi karşılayabilmek için üretimin artması fabrikaların çok fazla denetimsiz atık maddenin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Buna ek olarak gelişmekte olan ülkelerde diğer ülkelere kıyasla daha fazla çevre kirliliği meydana gelmektedir (Halkman, Atamer, & Ertaş, 2000).

Görüldüğü üzere toplumların gelişim evlerindeki duraklardan en önemlisi 19.yüzyılda etkisini göstermiş Sanayi Devrimi'dir. Üretici güçlerin tarihte görülmemiş ölçüde gelişmesi, insanlığa modern dünyanın kapılarını bir yandan açarken, diğer taraftan hızla gelişen sanayi çevresel kirliliğin artmasına sebep olmuştur. 20.yüzyılın ortalarından itibaren tartışılmaya başlanan sürdürülebilir çevre politikalarına dair arayışlar sanayinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi anlayışından doğmuştur. Bu politikalar günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. Sürdürülebilir çevre politikalarının ülkesel ve küresel ölçekteki başarısı özellikle kentlerin gelecek kuşaklara daha temiz bir şekilde ulaştırılmasında anahtar görevi görmektedir.

1.1.Çevre Kirliliğine Neden Olan Temel Faktörler

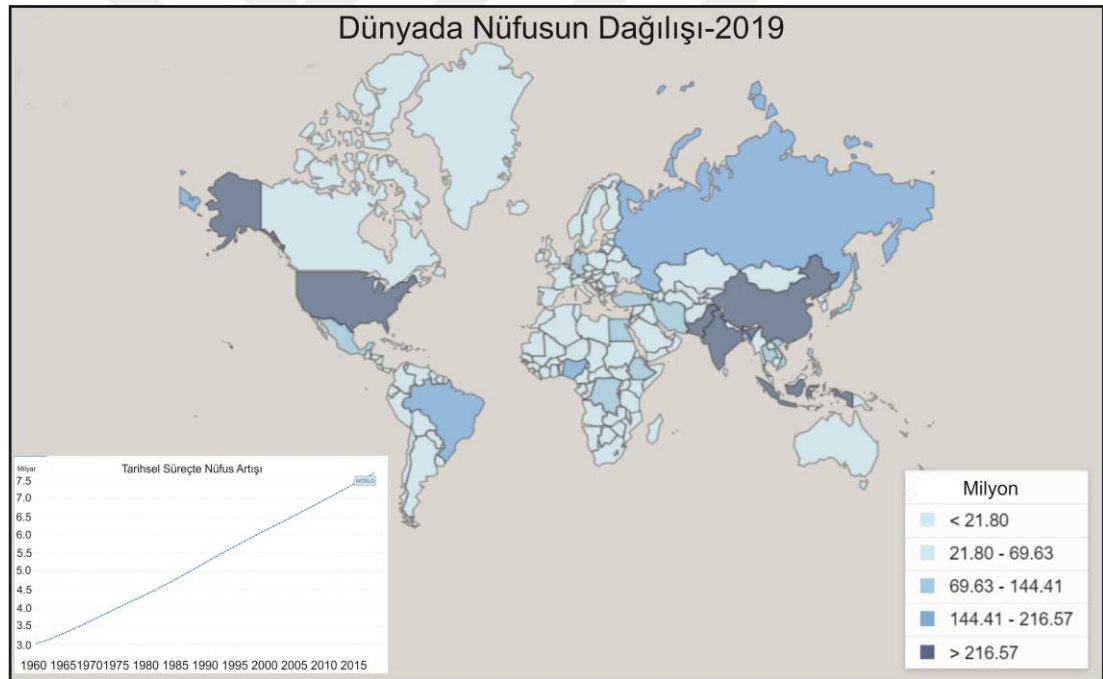
1.1.1.Nüfus

Yeryüzünde insanlığın yaşam şartlarının iyileşmesi, barınma imkân ve şartlarının iyileşmesi, artan teknolojik imkânlar gibi farklı faktörler nüfusun artmasını da beraberinde getirmiştir. Kuşkusuz ki bu artış sürekli olmamıştır. Büyük doğal afetler, salgınlar gibi farklı etkenler dönem dönem nüfusun azalmasını da beraberinde getirmiştir. Örneğin Paleolitik Çağ'da ilkel yaşam şartlarında ortalama insan ömrünün ancak 20-25 yıl kadar olmasıyla nüfus sabit kalma eğilimi içindedir. Bu dönemde avcılık ve toplayıcılık yaparak yaşamını devam ettiren insanoğlu yerleşik düzene geçememiş ve Neolitik Çağ'ın başına kadar bu yaşam tarzını sürdürmüştür. Paleolitik Çağ'ın 1 milyon yıl devam ettiği kabul edilmektedir. Paleolitik Çağ'dan Neolitik Çağ'ın başına kadar dünya nüfusunun ancak 86 milyon olduğu tahmin edilmektedir (Sergün, 1992: 211).

Nüfus bilimcileri (demograflar) ve popülasyon ekologlarına göre dünya nüfusunun artışı üç aşamada değerlendirilebilir. İlk basamak olan avcılık döneminden sonra ilk büyük nüfus patlamasının olduğu dönem insanların göçebe hayattan yerleşik düzene geçmesiyle başlamıştır. Tarımsal faaliyetler belirginleşinceye kadar güvenli yiyecek bulmak için gezip dolaşan insanlar tarımla birlikte yetiştirilen yiyeceklerin bol ve güvenilir olması sayesinde yerleşik hayata geçmişlerdir. Tarımın insan hayatına girmesiyle nüfus artışı da önemli ölçüde etkilenmiştir. Tarımın yaygınlaşmasıyla ikinci safha başlamış bu ikinci safha MÖ 5000 yıllardan dünya nüfusunun 1 milyara ulaştığı 18. yüzyıla kadar sürmüştür.

Karşılaştırma yapıldığında nüfus artış eğilimleri daha açık olarak ortaya çıkar. 1800'lerin başları ve daha sonra Avrupa'da Sanayi Devrimi'nin olduğu dönemde dünya nüfusu 1 milyara ulaşmıştır (Kışlalıoğlu & Berkes, 2010: 124). Tarımın yaygınlaşmasıyla başlayan ilk nüfus patlamasının ikincisi bu açıdan Sanayi Devrimi ile yaşanmıştır. Nüfus artışının nedenleri Orta Çağ'a nazaran daha az hastalığa yakalanılması, salgın hastalıkların azalması, doğum oranlarının yükselmesi ve ölüm oranlarının azalması olarak özetlenebilir. Nihayetinde insanlık için daha iyi yaşam şartları oluşmuştur. Sosyo-ekonomik durumun ve sağlık imkânlarının iyileşmesi nüfusu da etkilemiştir. Bu durum ekonomik gelişim ile nüfus artışı arasındaki pozitif korelasyona en iyi örneği oluşturur (Aksu, 1998: 226). Bu dönemden sonra

sanayileşme ile birlikte kırdan kent alanına göçler yaşanmıştır. Artan nüfus artışı kendisiyle beraber birçok kentsel sorunu da doğurmuştur. 1950'li yıllardan sonra nüfus daha da artmıştır. 1965 yılında dünya nüfusu 3,3 milyardır. Ancak dünya nüfusu sadece 25 yıl sonra 5,2 milyar olmuştur. 2000'li yıllarda ise bu rakam 6 milyara kadar yükselmiştir. Bir diğer yandan dünya nüfusunun yaklaşık 1 milyarı gelişmiş ülkelerde yaşarken 5 milyardan fazlası ise az gelişmiş veya geri kalmış ülkelerde yaşamaktadır (Çamurcu, 2005: 99). 2019 yılında ise dünya nüfusu 7.6 milyara kadar ulaşmıştır. Çin ve Hindistan başta olmak üzere Pakistan, Amerika gibi ülkeler dünyada en fazla nüfuslanmış ülkelerin başında gelmektedir (Şekil 1.2.). Görüldüğü üzere nüfusun artışı toplumsal evrimle yakından ilişkilidir. Nüfusun artışında ilkel-toplayıcı yaşam tarzından yerleşik düzene, tarıma geçiş etkili bir nedensellik olarak rol oynamış, Sanayi Devrimi ise nüfusun kitleselliği açısından önemli bir mihenk taşı görevi görmüştür.



Şekil 1.2. Dünyada nüfusun ülkelere göre dağılışı. Kaynak: <https://data.worldbank.org/> Erişim tarihi:10.06.2021

Belirli bir alanda nüfusun niceliksel olarak artması, toplumsal etkileşimi arttırmasının yanında tüketime paralel olarak çevresel kirliliğin de artışında rol oynar. Nüfusun artması ile tüketimdeki talep artışı, fabrikaların daha fazla üretmesi aynı zamanda daha fazla atığın çevreyi kirlletmesi anlamına gelmektedir. Örneğin nüfusun artması ve teknolojinin gelişmesi otomobil sektörüne olan talebin artışına neden olmuş ve kişi başına düşen otomobilin sayısında son 30-40 yılda ciddi artışlar

yaşanmıştır. Otomobil sayısının artması ise daha fazla zararlı emisyonların çevre kirliliğini daha da arttırmasına neden olmuştur.

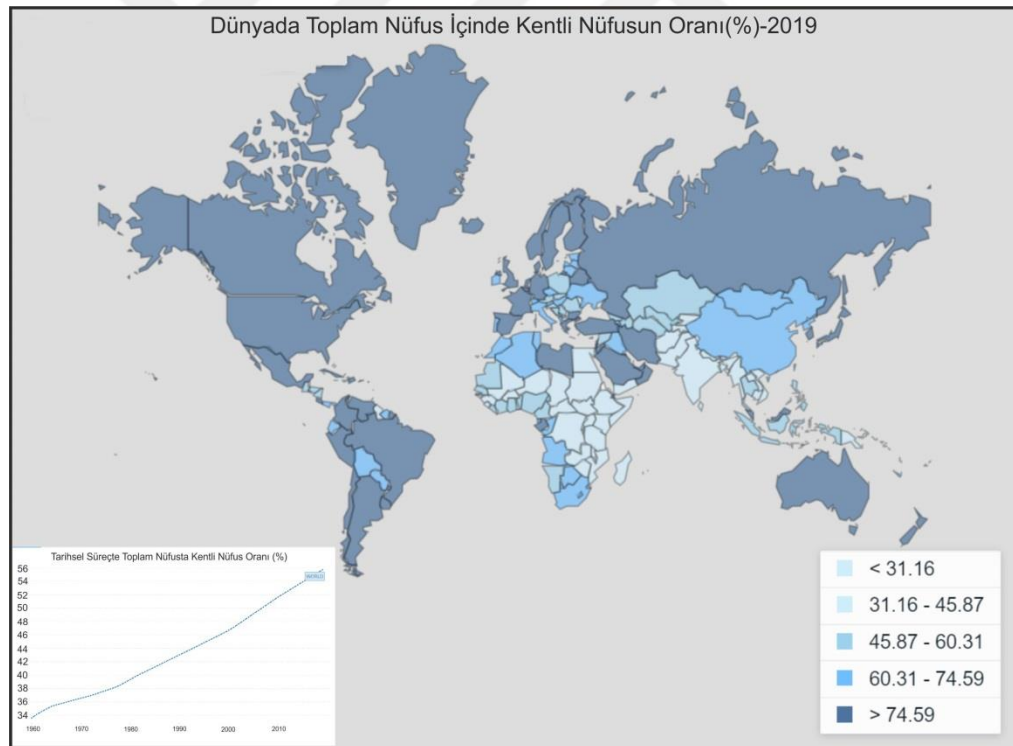
Maltusçu teori nüfus- kirlilik tartışmalarına katkı sunan ilk teorik yaklaşımlardandır. İngiliz Thomas Robert Malthus, nüfus artışı sorununu bilimsel bir yaklaşımla ele almıştır. Malthus'un görüşüne göre artan nüfus ve kaynaklar arasında bir dengesizlik doğacak, bu dengesizlik birçok çevre sorununu tetikleyecektir. İlk olarak birçok eleştiri alan bu görüş 1960'lı yılların sonrasında çevre sorunlarının ağırlaşması sonucu tekrardan gündeme gelmiştir. Kısacası hızlı nüfus artışı üretimdeki ve tüketimindeki artış ile birlikte çevre üzerindeki baskıyı ve kirliliği arttırmıştır (Topal, 2011: 139).

1.1.2.Kentleşme

Kent kavramı en basit tanımı ile sürekli toplumsal gelişme içinde bulunan insanların yerleşme, barınma, gidiş-geliş, eğlenme gibi ihtiyaçlarını karşıladığı, tarımsal faaliyetin görece düşük olduğu yerleşimlerdir (Keleş, 1998: 75). Kentlerin kökeni tarımsal hayata geçişle oluşmuştur. Neolitik Çağ'da toprağın işlenmesi ve yaşanan teknolojik gelişmeler tarımsal üründe artışa neden olmuştur. Kent literatüründe tarımsal artık ürün kavramıyla kavramsallaştırılan bu durum, toplumsal sınıfların da oluşmasını beraberinde getirmiştir. Zamanla marangozluk, kuyumculuk, dokumacılık gibi ziraat dışındaki işlerle uğraşan farklı meslek grupları belirlemiştir. Aynı zamanda ilk yerleşim yerlerinin su kaynaklarının yakınında ve verimli tarım arazilerinde kurulmuş olması sonrasında gelişen koşullar ve yolların yapılması ve nihayetinde kent formlarının belirginleşmesiyle bu alanlar kirliliğin kökenini de oluşturmuştur (Akman, Ketenoğlu, Kurt, Düzenli, Güney, & Kurt, 2004: 55). İnsanlar kentsel fonksiyonları yerine getirirken doğa ve çevre ile olan etkileşimleri sonunda mutlaka olumlu veya olumsuz izler bırakırlar. Kentsel alanlarda bırakılan bu izler bir nevi çevresel kirlilik emareleri olarak değerlendirilebilir.

Kent yerleşmeleri ilk oluştukları M.Ö. 4.000'li yıllardan günümüze ilk formlarından çok daha fazla çeşitlenerek günümüze gelmiştir. Kentleşme hareketlerinin, en kısa tabirle kentlerde yaşayanların sayısındaki kaydadeğer artış eğilimleri kentlerin evrimsel sürecinin en somut yansımalarını oluşturur. Kentsel yerleşmelerde yaşayanların sayısındaki artışları birtakım nicel rakamlarla da doğrulamak mümkündür. Dünya ölçeğinde 1960'lı yıllarda toplam nüfus içerisinde

kentlerde yaşayanların oranı %30'lar civarındayken, 2019 yılında bu rakam %55'e ulaşmıştır. Gelişmiş ülkeler kategorisinde değerlendirdiğimiz kıta Avrupası ve Kuzey Amerika'da kentlerde yaşayanların oranı %70-90 arasında değişmektedir. Bu durum esasında Çin ve Hindistan'ın geniş kırsal nüfusunu dışarıda bıraktığımızda dünyanın hâkim nüfus çoğunluğunun kentlerde yaşadığını göstermektedir (Şekil 1.3.). Keza çevre sorunları kentleşme hızı yüksek olan gelişmekte olan ülkelere daha yüksektir. Bunun en önemli nedeni bu ülkelerin sanayileşme-kentleşme ilişkisini Batı'nın gelişmiş ülkelerinden daha sonra deneyimlemesidir. Kuşkusuz ki bu deneyim, Batının gelişmiş ve çevre koruma politikaları oldukça fazla önemsenen ülkelerinden daha hoyratça elde edilmektedir. Bunun sonucunda birçok kirlilik parametresi gelişmekte olan ülkelere özgü kalmaktadır. Uluslararası çevreci kuruluşların raporlarına bakıldığında çevresel kirliliğin azaltılmasına yönelik politika önermelerinin gelişmekte olan ülkelere odaklanması yukarıdaki satırlarda anlatılan sorunsalın en somut yansımalarından birini oluşturmaktadır.



Şekil 1.3.Dünyada toplam nüfus içinde kentlerde yaşayanların oranı ve ülkelere göre dağılışı. Kaynak:<https://data.worldbank.org/> Erişim tarihi: 11.06.2021

Kentleşme kavramı bir yerleşme alanında insan nüfusunun o yerin kapasitesinin üstünde olacak şekilde yoğunlaşması hadisesi olarak değerlendirilebilir (Tekeli, 2011: 27). Bu doğrultuda kent nüfusu arttıkça ve yoğunlaştıkça çevreye

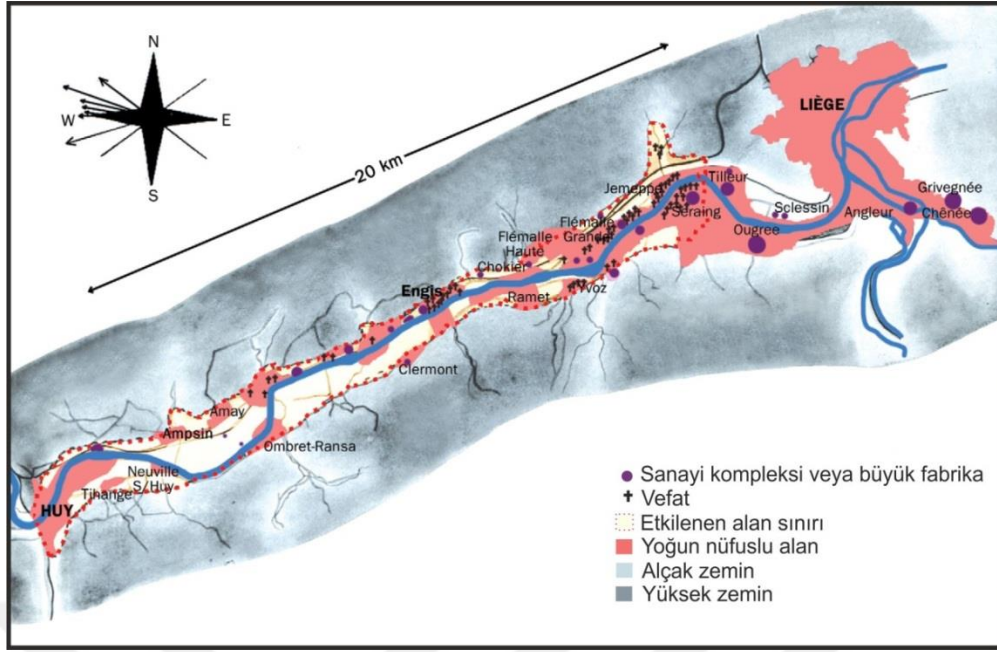
verilen zararda da artışlar yaşanmaktadır. Kentleşmenin getirdiği belli başlı sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlardan belki de en önemlisi nüfus artışına bağlı olarak tüketimin artması ve bu talep sonucunda oluşan sanayi atıklarının çevreye yayılması sonucunda havayı, suyu ve toprağı kirletmesidir. Kentleşmenin olumsuz çevre sorunlarından bir diğeri de nüfus artışına paralel olarak kentsel alanlardaki geçirimsiz zeminlerin çoğalmasdır. Çok katlı binalar yapılması ve barınma ihtiyacına bağlı olarak oluşan konut sayısındaki radikal artışlar kentsel alanlardaki doğal çevrenin tahribatını arttırmıştır. Kentsel yerleşmelerin doğası gereği büyümesi ve alansal olarak genişlemesiyle paralel işleyen bu süreç, dünyanın birçok yerinde verimli tarım arazilerinin ve yeşil alanların işgali şeklinde ilerlemektedir. Kentleşmenin beraberinde getirdiği sorunlardan biri de çöp sorunudur. Bu sorun kentleşme ile birlikte doğayı tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Doğanın taşıyabileceği kapasiteyi aşmasıyla kendisini belli eden çöp sorunu dendiğinde esasında atık meselesi anlaşılmalıdır. Kentselatık, evsel atık ve endüstriyel atık olarak adlandırılan atıklar çevre kirliliği üzerindeki en görünür hadiselerden birini teşkil eder. Bu atıklar çevreyi kirletmekte ve doğayı tehdit eder bir hale gelmiştir. Bu atıkların ayrıştırılması ekosisteme kazandırılmadan bölünmesi zamanla toprağı ve havayı kirletmektedir(Akyol, 2019).

1.2.Kirlilik Çeşitleri

1.2.1.Hava Kirliliği

Hava, atmosferi meydana getiren gazların birleşiminden oluşmuştur. Hava kirliliği ise çeşitli şekilde atmosferde yer alan kirlilik kaynağı maddelerin tüm canlılara zararlı olacak orana ulaşması ile ortaya çıkacak kirlenme durumuna verilen genel isimdir (Güney, Bozyiğit, Meydan, Kılıç, & Bulut, 2016: 176). Havada meydana gelen kirlenmeler büyük ölçüde havanın kendisi tarafından giderilmektedir. Bu döngü, havaya karışan katı sıvı ve gaz taneciklerinin zamanla yerçekiminin etkisiyle aşağı doğru inmesiyle sağlanmaktadır. Aynı zamanda gaz ve buhar halinde havaya karışan maddelerin büyük bir kısmı oksijen, ışık ve buna benzer etkenlerle zamanla parçalanarak kaybolur. Her iki durumda da havanın belli koşullarda kendisini temizleme özelliği bulunmaktadır. Havadaki kirliliğin meydana gelme durumu ise havanın kendini temizleyebilme kapasitesini aşma durumunda ortaya çıkar (Ertürk, 1998: 65-66).

Tarih boyunca hava kirliliğinin zararlı etkileri canlıların yaşamında kendisini göstermiştir. Hava kirliliği ile ilgili ilk saptamalar 1200'lü yıllara kadar uzanır. 1621 yılında John Evelyn hava kirliliğini tanımlamıştır. Konunun ayrıntılı olarak ele alınmasına ise 1930'lu yıllardan itibaren başlanmıştır (Güler & Çobanoğlu, 1994: 11). Yaklaşık olarak 800 yıldan daha fazladır bir şekilde bilinen hava kirliliğine dair tarihteki önemli olaylardan biri Belçika'da beliren Meuse Vadisi olayıdır (*1930 MeuseValleyfog*). Sanayi Devrimi'nden itibaren çelik fabrikaları, çimento tesisleri, cam üretim alanları, gübre fabrikaları Meuse nehri civarına kurulmuş (Şekil 1.4.), bu bölge bir dönem kıta Avrupası'nın en yoğun sanayileşmiş bölgelerinden birisini oluşturmuştur. 1-5 Aralık 1930 tarihinde ortaya çıkan yoğun sis Belçika'nın büyük bir bölümünü kaplamıştır. Huy ve Liege kasabaları arasında yer alan Meuse Vadisi'nde bulunan insanlar ciddi solunum yolu semptomları göstermeye başlar. 3 gün gibi kısa bir süre içinde 60'tan fazla insan hayatını kaybeder ve birçok kişide eş zamanlı olarak öksürük nöbetleri, gırtlakta tahriş ve göğüs ağrısı görülür. Bu durum dünya sanayi literatüründe hava kirliliği açısından kaydedilen en talihsiz ve bilindik olaylardan biridir (Nemery, Hoet, & Nemmar, 2001). Kuşkusuz ki Meuse Vadisi Olayı kadar popüler olmayan ve birçok insanı sağlığından mahrum eden olaylar da vardır. Örneğin 1931 yılında İngiltere'de sanayinin temellerinin atıldığı Manchester' da 592 kişinin ölümüne neden olan ve 9 gün boyunca devam eden bir sis olayı yaşanmıştır. 1948' te ise ABD Pensilvanya' da yaşanan ve 4 gün boyunca devam eden sis olayı ile 14.000'e yakın insan hastalanmış ve 20'den fazla kişi hayatını kaybetmiştir (Akbulut Zencirci & Işıklı, 2017: 27).



Şekil 1.4. Meuse Vadisi haritası. Kaynak:

[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(00\)04135-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(00)04135-0/fulltext). Orjinalinden tekrar düzenlenmiştir. Erişim tarihi: 15.06.2021

Londra tarih boyunca devamlı bir kirliliğe şahit olmuştur. Londra'da ilk büyük ölçekli kirlilik 16 ve 17. yüzyılda kömür kullanımındaki artış nedeniyle yaşanmıştır. Kentin üzerinde duran duman birikintisi uzaktan çok rahat bir şekilde fark edilmiştir. 1661 yılında günlük yazarı ve bahçıvan olan John Evelyn'in yazdığı yazılar durumu tüm somutluğuyla açıklamaktadır. Evelyn yaygın kirliliğin sağlık üzerinde etkilerinden bahsetmiş ve durumun fark edilir olduğunu, hatta başkentin sanki bir nöbete yakalanmış olduğunu ifade etmiştir. O zamanki durumu şöyle tanımlamıştır: Gökyüzü altında burun çekmeler ve öksürükler duyulmuştur. Sadece durum Londra ile sınırlı değil Oxford'ta da aynıdır. Oxford'ta durum o kadar kötüydü ki İngiltere'ye getirilen klasik döneme ait mermer heykeller hemen bozulabilmekteydi (Ponting, 2000: 315).

Tarihte Londra'yı hava kirliliği açısından öne çıkaran bir diğer hadise BüyükLondra Sisi Olayıdır (*Great Smog of London*) (Fotoğraf 1.3.). Londra'da 5 Aralık 1952'de başlayıp 9 Aralık tarihine kadar süren zaman diliminde ortaya çıkan hava kirliliği 4.000 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Birçok araştırma gerçek ölümlerin belirtilen rakamdan çok daha fazla olduğunu ileri sürmektedir. Hava kirliliğinin etkisinin devam ettiği günlerde ise 10.000 kişinin hayatını kaybetmiş olacağı iddia edilmektedir (Altıkat, Ekmekyapar Torun, & Turan Bayram, 2011: 135). Yaşanan sis gündelik hayatta görüş mesafesini 1 metreye indirecek kadar etkili

olmuştur. Toplu taşıma durma noktasına gelmiş ve görüş noktaları zayıflamıştır. Hatta Londra'nın bazı bölgeleri ulaşılamaz hale gelmiştir (BBC, t.y.).



Fotoğraf 1.3. 1952 yılında Büyük Londra Sisi Olayı esnasında çekilmiş bir görüntü. Maske takarak korunmak Londra'da en etkili yöntem olarak benimsenmiştir. Kaynak: <https://www.britannica.com/event/Great-Smog-of-London> Erişim tarihi:15.06.2021

Atmosfer kirleticileri primer ve sekonder olarak ikiye ayrılabilir. Primer kirleticiler havaya doğrudan yayılabilen kirleticilerdir. Sekonder kirleticiler ise primer kirleticiler ve normal atmosfer maddeleri arasında gerçekleşen reaksiyon sonucu oluşan kirleticilerdir. Bu duruma Ozon oluşumu örnek verilebilir. Güneş ışığı ve doğal atmosfer arasındaki reaksiyonun bir sonucudur. Primer kirleticiler ise insan kaynaklı faaliyetler sonucunda atmosfere girmektedir (Akman, Ketenoğlu, Kurt, Düzenli, Güney, & Kurt, 2004: 76). Kirleticiler fiziksel durumlarına göre de sınıflandırılabilir. Bu bağlamda atmosferi kirleten maddeler kabaca iki gruba ayrılabilir. Birincisi gazlar, ikincisi ise partikül maddelerdir.

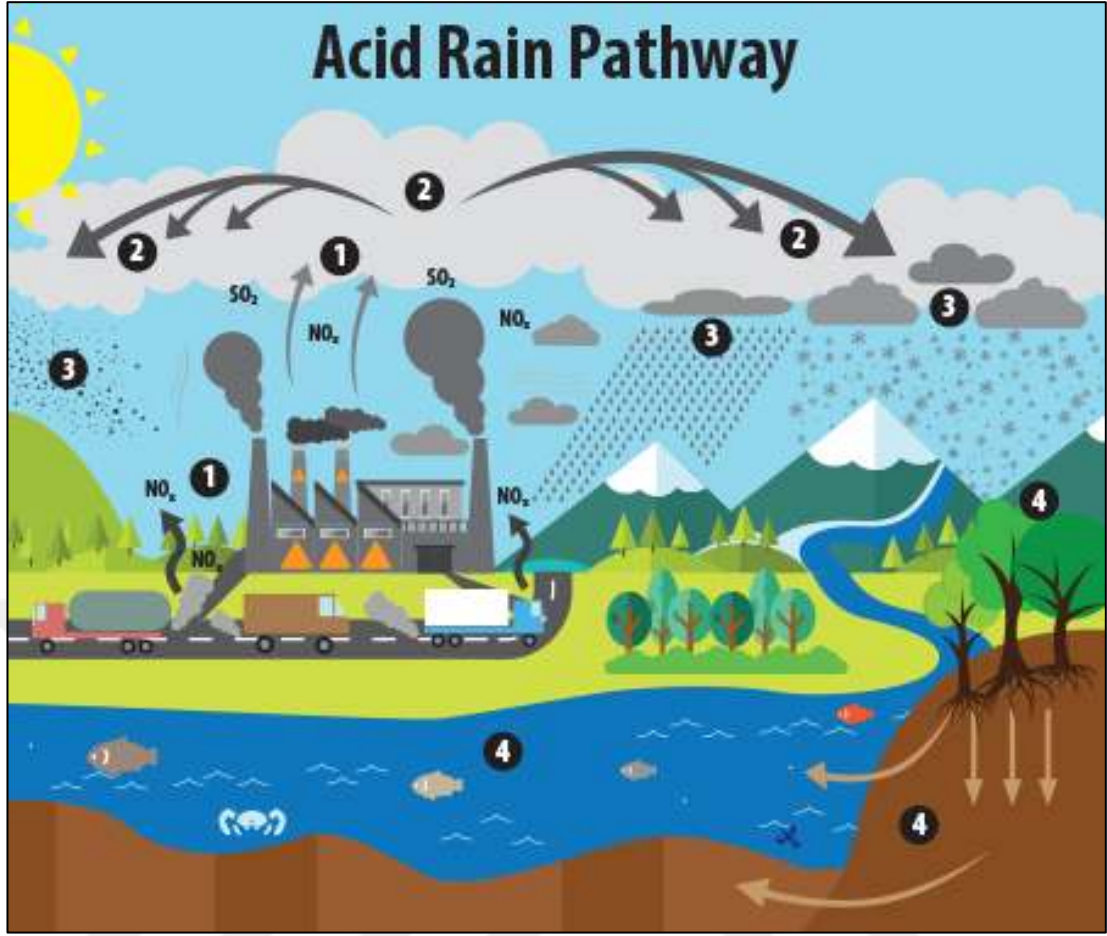
Gaz halindeki kirleticiler katı ve sıvı olan, aynı zamanda belli bir sıcaklığa ve basınca maruz kalan maddelerin buharından meydana gelmektedir. Gaz halindeki kirleticiler karbonmonoksit (CO), hidrokarbonlar, Azotoksitler (NO_x) kükürdioksitler, ozon ve diğer oksitleyicilerdir (Karpuzcu, 2014: 169). Karbonmonoksitler; en yaygın olarak araç egzozlarından çevreye yayılırlar. Genellikle yakıtlardaki karbonun tam olarak yanmadığı durumlarda oluşurlar.

Karbonmonoksitler (CO) renksiz ve kokusuzdur. En yaygın olarak astım ve akciğer hastalıklarına neden olurlar (Miller & Spoolman, 2009; Akbulut Zencirci & Işıklı, 2017). Hidrokarbonlar ise organik maddelerin tam olarak yanması ile oluşur. Güneş ışınlarının etkisi ile ikincil kirleticilere dönüşürler. Azotoksitler (NO_x) çeşitli hallerde bulunan maddelerin belirli sıcaklık altında yanmasıyla meydana gelen rengi ve kokusu olmayan gazlardır. Kaynakları arasında termik santraller ve motorlu taşıtlar yer almaktadır. Aynı zamanda kaynaklarını evsel atıklar ve sanayi tesislerinden de alırlar. Kükürdioksitler (SO₂), yakıtı kömür olan termik santrallerden, petrol rafinerilerinden çimento fabrikalarından yayılmaktadır (Akbulut Zencirci & Işıklı, 2017,: 28). Ozon atmosferde doğal olarak da bulunabilir. Oldukça reaktif (aktifliği oldukça yüksek olan) bir gazdır. Ayrıca renksizdir. Öksürük ve solunum problemlerine neden olmaktadır. Akciğer ve kalp hastalıklarına neden olmaktadır (Miller & Spoolman, 2009; Akbulut Zencirci & Işıklı, 2017).

Fiziksel durumlarına göre ayırdığımız diğer atmosfer kirleticiler olan partiküller ise menşeleri ve dane büyüklüğüne göre sınıflandırılmaktadır. İnce toz halindeki maddeler 0,0002 μ (mikron) büyük, 500 μ 'dan küçük olan formdadırlar. Atmosferde katı ve sıvı durumda bulunan tanecikler olarak konumlandırılabilir. Kaynağı rüzgâr erozyonu, yanardağ patlaması, insan kaynaklı yanma olayları, taşıtlar, çimento, kömür gibi maddelerin imal edilmesi sırasında oluşan, demir çelik endüstrisi faaliyetleridir. Partikül maddelerin diğeri ise kimyasal dumanlardır (Füme). Kimyasal dumanlar ise oldukça küçüktür ve çapı 0,03 μ ve 03 μ arasında değişebilmektedir. Buharların süblimleştirme(süblimasyon) damıtma ve kimyasal uygulamalardan biri ile yoğunlaştırılması sonucunda oluşan metal oksittir. Kimyasal dumanlara örnek olarak metalin belirli bir yüksek sıcaklığa maruz kalarak oksitlenmesini ya da yoğunlaştırılmasıyla oluşan cıva ve kurşun oksit maddelerini verebiliriz. Kimyasal buharların ise (Mist) çapı 0,5 ve 3,0 μ arasında değişmektedir. Buharın kimyasal anlamda yoğunlaşmasıyla oluşmuş sıvı haldeki taneciklerdir. Sülfürik asit buharının oluşmasını örnek olarak verebiliriz. Smog diğer adı yanma dumanlarıdır. Karbon içeren maddelerin yakılması esnasında yanma olayının tamamen gerçekleşmemesi ile oluşmaktadır. Çapları yaklaşık 0,05 μ ve 1 μ arasındır. Spreyler ise sıvı halde bulunan maddenin atomlarına ayrılması sonucunda ortaya çıkan sıvı taneciklerdir (Karpuzcu, 2014: 169-170).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünyadaki her 10 kişiden 9'u kirli hava solumaktadır. Hava kirliliğinden en fazla etkilenen ülkeler ise düşük ve orta gelirli ülkelerdir. Hava kirliliğinin insan sağlığına birçok etkisi bulunmaktadır. Felç, kalp hastalığı, akciğer kanseri akut solunum yolu enfeksiyonlarından kaynaklı ölümler bunların en başta gelenidir. Hava kirliliği her yıl yaklaşık 7 milyon erken ölüme neden olmaktadır (WHO, t.y.). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ/WHO) 2013 yılında hava kirliliğinin oluşmasına neden olan etmenlerden olan partikül maddeyi kanserojen madde olarak ilan etmiştir (WHO, 2013). Ayrıca kirli hava soluyan çocuklar ciddi sağlık problemlerine karşı savunmasız hale gelirler (Unicef, 2016: 26).

Hava kirliliği sadece insanlara zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda çevreye de zararlı etkileriyle öne çıkar. Bu zararlı etkilerinden biri de asit yağmurlarıdır (Şekil 1.5.). Asit yağmurları azot ve kükürt salınımlarının su buharı ile reaksiyona girmesi sonucu oluşurlar (İlhan, Balta, & Rasan, t.y.). Asit yağmurları ıslak (yağmur, sis, kar) veya kuru formdadır (partikül, gaz) (Manisalidis, Stavropoulou, Stavropoulos, & Bezirtzoglou, 2020). Asit yağmurları toprak yapısına ve biyolojik olaylara etki edebilmektedir. Asit yağmurları toprak yapısında yer alan kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin yıkanmasına da neden olmaktadır. Elementleri taban suyuna taşımaktadır. Böylece toprak veriminin azalmasına sebep olmaktadır. Atmosferde oluşan birikmeyle toprağa geçen kükürt bileşikleri toprakta asit artışı ortaya çıkarmaktadır. Asitleşmenin çevredeki etkilerinden bir diğeri ise asit nemidir. Sanayi faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Göl tabanlarında ve toprak tabanlarında yer alan zehirli alüminyum, cıva ve kadmiyum gibi maddelerle tepkime oluşturabilmektedir. Normal şartlarda çözülmez olan bu maddeler asit nemiyile oluşan tepkime ile birlikte içtiğimiz sulara karışarak canlılara zararlı etkiler yapabilmektedir (MGM, t.y.). Ayrıca bitki örtüsü üzerine asit çökmesi bitkinin fotosentez hızını azaltır ve büyümesine engel olur. Buna ek olarak bitkiyi hava akımına karşı savunmasız hale getirir. Ölüm sürecinin gerçekleşmesi ile bitki kahverengileşir ve yaprağını döker(Singh & Agrawal, 2008: 22).



Şekil 1.5. Asit yağmurlarının oluşum mekanizması. (1) SO₂ ve NO_x emisyonları havaya salınır, burada (2) kirleticiler uzun mesafelere taşınabilecek asit parçacıklarına dönüştürülür. (3) Bu asit parçacıkları daha sonra ıslak ve kuru birikerek (toz, yağmur, kar vb.) yeryüzüne düşer ve (4) toprak, ormanlar, akarsular ve göller üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Kaynak: <https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain> Erişim tarihi: 18.06.2021

1.2.2. Toprak Kirliliği

Toprak, kaya malzemelerinin bulunduğu alanda su rüzgâr ve buz gibi dış etmenlerin etkisiyle taşınan maddelerin birikimi sonucunda oluşur ve kara yüzeyini kaplayan ince örtüdür (Nortcliff, et al., 2000: 399-400). Çepel ise toprağı şu şekilde tanımlamıştır: Su, hava, organik madde ve yaşayan organizmaların etkisi ile değiştirilmiş olan katı yer kabuğunun gevşemiş üst tabakasıdır. Ayrıca temel yaşam öğelerinden biri olan suyun deposu ve süzgecidir. Tarım ürünlerinin kaynağıdır. İnsana ait besin maddelerinin yüzde 78'ini oluşturan bitkisel besinlerin deposu ve üretim kaynağıdır. İnsanların yerleşim mekânıdır (Çepel, 1997: 5). Başka tanımlamalarda toprak, içinde canlıların yer aldığı yeryüzünün ufalanmış taşlarından

oluşmuş örtü olarak karşımıza çıkar (Güney, Bozyiğit, Meydan, Kılıç, & Bulut, 2016: 361). Toprak kirliliği toprağa bırakılan zarar verici atıkların toprağın kalitesini bozmasıyla oluşur. Daha geniş anlamda toprağın verimliliğini oluşturan uygun toprak özelliklerini bozan olaylar toprak kirlenmesinin ana sebebidir (Kocataş, 2012: 472). Çepel (2003), toprak kirlenmesine neden olan süreçleri ve faktörleri iki gruba ayırmıştır. Birinci gruptaki kirleticiler insanların zararlı atıkları toprağın iç ve üst kısmına bırakması neticesinde oluşur. İkincisi ise toprak haricindeki ekosistemlerde oluşan çevre kirleticileridir. Bunlar tarımsal faaliyetler sonucunda toprağa bırakılan mineral gübreler, kimyasal ilaçlar, hormonlar tarımsal endüstri atık maddeleri vb. maddelerdir. İki gruptaki maddeler organik ve inorganik yapıda olabilmektedir. Çepel (2003)'te durumun daha iyi kavranabilmesi açısından toplu olarak toprak kirleticilerini dört grupta incelemiştir (Çepel, 2003: 35). İlk grup, havadaki kirleticiler maddelerin toprağı kirletmesi yani atmosferik kaynaklı toprak kirliliği; ikincisi ise suda bulunan toprak kirleticiler maddeler üçüncüsü tarımsal aktivitelerin yarattığı toprak kirliliği, sonuncusu ise bu grupların dışında yer alan petrol, çöpler, radyoaktif maddelerin yer aldığı diğer toprak kirleticileridir.

Toprağın kirlenmesi hava kirliliği ile de ilişkilidir. Endüstriyel kuruluşların, termik santrallerin yakıt ve atık gazları hava kirliliğinin temel sebebidir. Bu faktörlerin sebep olduğu asit ve alkali yağmurları toprağa etki etmekte ve toprağın kimyasal yapısını değiştirmektedir. Bu doğrultuda toprakta kirlenme ortaya çıkar. Azotoksit ve kükürdioksit gazları hava kirliliğinde etkilidir ve bu maddeler havadaki nem ile birleşerek asit oluşturmaktadır. Bu asitler yağışlarla toprağa geçerek toprağın sertleşmesine neden olurlar. Böylece toprağın pH değeri düşmektedir. Asitliği artan topraklarda ağır metal iyonlarının yoğunluğu artmakta ve toprağın iyonları tutma gücü azalarak Ca, Mg, K gibi besin elementlerinin sızıntı suyu ile yıkanmasına neden olmaktadır. Böylece toprakta bulunan bazı element miktarı azalırken asidik element miktarı artmaktadır. Topraktaki asit elementlerin artışı ise bitki kökleri ve mikroorganizmalar üzerinde zehir etkisi yapabilmektedir (Tuğrul, 2004: 6).

Toprağı kirleten hava kirleticilerinden biri ağır metallerdir. Ağır metaller yüksek atomik kütlelere ve yüksek yoğunluklara sahiptir. Bir ağır metali tanımlayan ve onu diğer hafif metallere ayıran özelliği 5 g/cm^3 büyük özgül ağırlığa ve 20'den büyük atom numarasına sahip olmasıdır (Duffus, 2002). Hava toprak su kaynakları ile birlikte canlı metabolizmalarına etkileri farklı olmakla birlikte 70'e yakın ağır

metal mevcuttur (Yerli, Çakmakcı, Şahin, & Tüfenkçi, 2020: 104). Topraktaki bazı ağır metaller bitkinin büyümesine yardımcı olmaktadır. Fakat belirli bir konsantrasyondan sonrası hem bitkiler hem de mikroorganizmalar için zehir etkisine neden olmaktadır. Ağır metaller ile ilgili bir diğer önemli nokta ise bu maddelerin uzun zaman boyunca toprakta birikmesidir. Toprağın absorpsiyonu (bünyesinde tutma) ve kimyasal reaksiyonu sonucunda toprakta tutulmaktadır (Karpuzcu, 2014: 343). Arsenik (As), Bor (B), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir(Fe), Gümüş (Ag), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Nikel (Ni), ve Çinko (Zn) gibi ağır metaller toprağa girdiği zaman bitkilerin yapısına ve taban suyuna karışarak hem suyun yapısını bozmakta hem de topraktaki mikroorganizmalara zarar vererek toprağın kalitesini bozmaktadır(Çepel, 2000: 34). Endüstriyel faaliyetler ağır metallerin çevreye yayılmasında etkili faktörlerdendir. Termik santraller, demir-çelik üretim tesisleri, ağır metal yayılımına aracılık eden insan kaynaklı kuruluşlardır. Ağır metallerin çevreyi kirletmesinde etkili olan etkenlerden bir diğeri de asit yağmurlarıdır (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2003). Ağır metaller içerisinde özellikle kadmiyum, cıva ve arsenik maddeleri insanlar üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Järup, 2003). Karasal ekosistemlerde toprak ağır metallerin en önemli birikme alanıdır. Toprakta ağır metal birikimini sağlayan kaynak ise bu metallerle kirlenmiş havadır. Ağır metaller çoğu kez yağışla nispeten çökmeye toprağa geçebilmektedir. Ağır metaller havada ne kadar yoğunsa toprakta bir o kadar kirlilik oluşturmaktadır. Havadaki yoğunluğa bağlı olarak topraktaki kirlilik oranı paralel şekilde değişmektedir. Ağır metaller arasında Cd, Pb ve Hg'nin zehirli etkisi olduğu belirtilmektedir. Kurşun(Pb) ise daha çok trafik yoğunluğuyla alakalı bir ağır metaldir (Çepel, 1997: 34). Suda bulunan toprak kirleticilerine baktığımızda sanayi faaliyetleri sonucunda suya karışan maddelerin sulama yoluyla toprağa etki etmeleri topraktaki kirlilik oranını arttırılabilmektedir. Özellikle kirli akarsuların içeriğinde bulunan zararlı maddelerin toprağa karışması kirliliğe neden olmaktadır. Toprağa verilen zararın bir diğeri ise tarımsal aktivite kaynaklıdır.

İnsanların tarım arazileri için sulama yapması yüksek ve büyük ölçüde verimliliği arttırırken sulamanın yanlış şekilde uygulanması ile çevre sorunları meydana gelmektedir. Tarım ürünlerinin elde edilmesinde bilinçsiz şekilde kullanılan gübreler, pestisitler toprakta negatif etkilere neden olmaktadır. Genel olarak bütün pestisitler kullanım sırasında az veya çok miktarda toprağa karışır ve toprağı

kirletirler. Toprağa gübre atılmasının çevre üzerindeki etkisine baktığımızda ise toprak kalitesi üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Toprağın reaksiyonunu ve yapısını bozmakta ayrıca topraktaki canlı varlıklarını ortadan kaldırmaktadır. Toprakta yer alan zararlı maddelerin zenginleşmesine neden olmaktadır. Gübrelemede yer alan azotlu ve fosforlu gübre toprağa ciddi zararlar verir. Tarımda fazlalaşan azot içeren gübrelerin kullanımı ile birlikte havaya karışan diazotmonoksit ozon tabakasının parçalanmasına neden olmaktadır. Tarımda fazla miktarda azotlu gübrelerin kullanımı bitkilerde nitrit ve nitrat birikimi oluşmaktadır. Bitkilerdeki bu birikim insanların ve hayvanların bitkilerle beslenmesi sonucunda sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Karaca & Turgay, 2012: 17). Tarımda kullanılan böcek öldürücü pestisitler dışında bir de yabani otlara karşı kullanılan herbisit ilaçlar mevcuttur. Tarımda uzun zamandan bu yana kullanılan herbisitler toprak kirlenmesine neden olarak insan sağlığını tehdit etmektedir. İçerisinde sağlığı tehdit eden kimyasallar bulunmaktadır. Ancak zararlı etkileri çok sonradan fark edilmiştir.

Amerika 1961- 1971 yılları arasında Vietnam'a uçaklardan 72 milyon ton herbisit dökmüştür (Fotoğraf 1.4.). Uyguladığı bu teknikle savaş yıllarında ormanların açılmasını sağladığı gibi Vietnamlıların gıdaya ulaşımını da zorlaştırmıştır. Herbisitlerin içinde bulunduğu dioksin maddesi sonraki yıllarda hem Vietnam hem de Amerikan askerlerinde ölü doğum ve düşük yapma oranına arttırmıştır. Dioksin maddesinin çeşitli genetik bozukluklara neden olduğu tespit edilmiştir. Günümüzde dioksin içeren herbisitlerin kullanılması yasaklanmıştır (Özkaya, et al., 2006: 88).

Toprak kirliliğinin ciddi nedenlerinden biri de petrol ve benzeri ürünlerin toprağa geçmesidir. Kara alanlarında ortaya çıkan ciddi sıkıntılar petrolün işlem geçirmesi veya taşınma esnasında petrolün toprağa karışmasıdır. Daha çok yoğun yerleşim yerlerinde liman tesislerinde halka açık alanlarda petrol rafinerisi çevresindeki alanlarda petrol kirliliği görülmektedir (Çepel, 2003: 42). Petrolden kirlenmiş toprakların temizlenmesi maliyetli ve zor bir işlemdir. Ayrıca temizlenmesi zaman almaktadır. Petrol toprağa geçtiği zaman kırıntılarının ayrılıp dağılmasını sağlamakta ve toprağın yapısını etkilemektedir. Bu doğrultuda toprak-hava-su arasındaki ilişkisinin dengesini bozmaktadır. Toprağın kolloidi olan humus ve kilin yüzeyini kaplamaktadır, besin maddesini tutma becerisini azaltmaktadır. Bu doğrultuda toprağın besin ve iyon dengesinin ortadan kalkmasına neden olmaktadır.



Fotoğraf 1.4. 1955-1975 yıllarını kapsayan Vietnam Savaşı esnasında çekilmiş bir fotoğraf. Fotoğrafta Amerikan uçaklarının Vietnam tarafında savaşanların yerlerini tespit etmek amacıyla kullandıkları Gökkuşağı Herbisitleri görülmektedir. İçinde barındıkları mavi, yeşil, beyaz, turuncu gibi galonlar sebebiyle Herbisitlere “Agent Orange” adı verilmiş ve bunlar savaşın sembolü olmuştur. Kaynak: https://insamer.com/tr/vietnam-savasini-nesillere-tasiyan-madde-agentorange_271.html Erişim tarihi:17.06.2021

1.2.3.Su Kirliliği

Canlıların yaşamını devam ettirebilmesi için su hayati bir öneme sahiptir. Su insanı hayata bağlayıp yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirmesini sağlarken kirli su canlılar için olumsuz birçok durumun yaratacısı olabilmektedir. Su kirliliği, en basit tanımıyla fiziksel biyolojik ve kimyasal maddelerin suyun içerisine karışarak suyun kullanımına zarar verecek şekilde etki edip niteliğini değiştirmesidir (Güney, Bozyiğit, Meydan, Kılıç, & Bulut, 2016: 335). Suya yabancı maddelerin karışması kendisine ait bazı özelliklerin bozulmasına neden olup su kirliliğini ortaya çıkarır. (Özkaya, et al., 2006: 87). Tarih boyunca su kaynakları ile ilgili toplumlar iki temel hususa dikkat etmiştir. Birincisi su kaynaklarının niteliğini korumak, ikincisi ise niceliğini korumaktır.

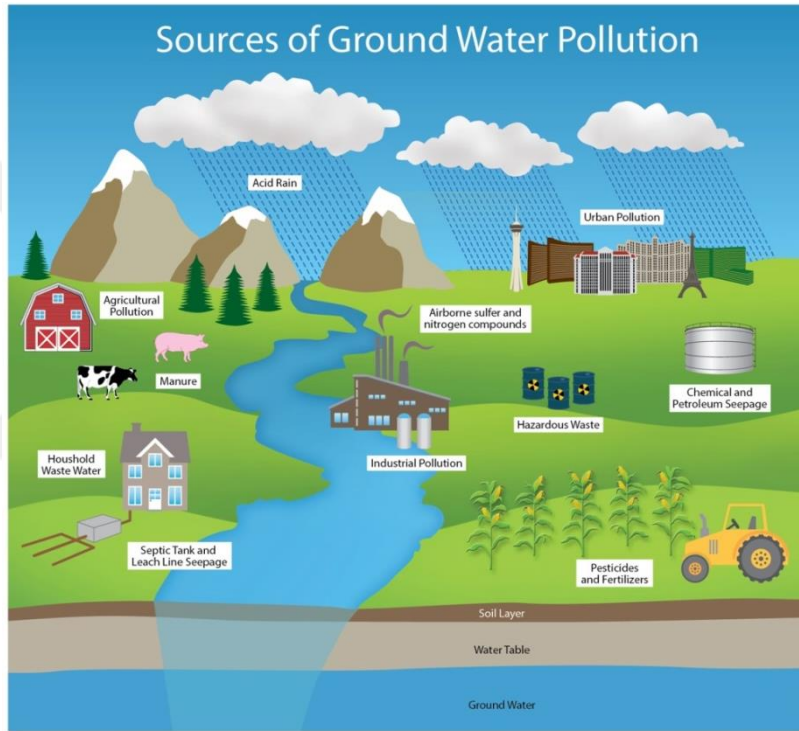
Avcı ve toplayıcı grupların kamp alanlarının yerini belirleyen su kaynakları olmuştur. Bu toplumlar su kaynaklarına yakın yer seçmiş ve düzenli olarak yer değiştirmeleri su kirliliğinin önüne geçmiştir. Fakat nüfusun artması ve yerleşik yaşama geçilmesi ile beraber su kirliliğine dair meselelerde insanlığın gündemine

dahil olmuştur. Örneğin tarihteki her toplumun en temel sorunlarından biri insan dışkısının ve idrarının içme suyunu kirletmesidir. Tarihte tifo, kolera gibi birçok hastalık bu olayların önüne geçilememesinden meydana gelmiştir. 19. yüzyılın ikinci yarısında su arıtma tesisleri kurulana kadar hiçbir kent su kaynaklarının insan atıkları ve diğer atıklardan koruyup temiz tutmayı başaramamıştır. Yapılan yanlış sürekli olarak her türlü atığın derelere ırmaklara bazen de denizlere boşaltılması şeklinde devam etmiştir. Böylece kirlilik su yolları vasıtasıyla çeşitli bölgelere yayılmıştır. Clive Ponting yazdığı kitabında durumu şu çarpıcı sözlerle ifade etmektedir: 20 yüzyılın sanayileşmiş dünyasında yaşayan biri zamanda yolculuk yaparak yüzyıldan daha eski bir tarihe gidebilseydi derelere veya nehirlerle bırakılan idrar birikintileri ve çürümüş çöplerden kaynaklanan koku nedeniyle dehşete düşeceğini iddia etmiştir (Ponting, 2000: 305-308).

Günümüzün sanayileşmiş toplumlarında da durum değişmemiş suyun temizliği ciddi bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Su kirliliğine neden olan etmenler farklı şekilde gruplandırılabilir. Kapladıkları alan dayanak gösterilerek noktasal ve noktasal olmamalarına göre iki kısma ayrılmaktadır. Noktasal kaynaklar belirli yerlerde bulunan kirleticiler, drenaj boruları, hendekler veya kanalizasyon hatları boyunca yüzey sularına karışırlar. Noktasal kirleticilere petrol ürünlerinin dökülmesini, otomobil ve tren kazalarında dökülen yağları, kanalizasyon atıkları örnek olarak gösterilebilir. Noktasal olmayan kaynaklar ise kirleticilerin yüzey suyu veya hava kütlelerine girdiği noktasal kaynaklardan ziyade daha geniş ve dağınık alanlardır. Atmosferde yer alan kirli hava içerisindeki gazların yağış yoluyla su kaynaklarına geçmesi, sediment kirlenmesi tarım ürünlerinin üretilmesinde kullanılan ilaçların yüzey akışı ile taşınıp yerin altına sızması noktasal olmayan kirletici kaynaklardır. Noktasal olmayan kaynaklar noktasal olanlara oranla daha az görünürler. Daha geniş alanlara yayılır ve bu doğrultuda yüzey yeryüzü sularını daha fazla kirletirler (Miller & Spoolman, 2009).

Su kirliliğine neden olan kaynaklar arasında endüstriyel atıklar, yerleşim birimlerindeki deterjan gibi evsel atıklar tarım alanlarında kullanılan atıklardan dolayı oluşan kirlenme sayılabilir (Şekil 1.6.). Endüstriyel atıklar endüstri kuruluşlarının atıklarını arıtmadan akarsuya veya başka bir su kaynağına bırakmasıyla ortaya çıkmaktadır. Kimi zaman bu atıkların toprakta birikmesi ve daha sonra yağmur suları ve sızıntılar ile birlikte yeraltı sularının kirliliğine neden

olmaktadır. Nedeni ise atık maddelerin bazılarının zehirli bileşikler ve çözücüler içerebilmesinden kaynaklanmaktadır. Endüstri kuruluşları arasında yer alan çelik fabrikaları enerji santralleri, otomobil fabrikaları zehirli maddelerin çevre yayılmasına neden olan başlıca kuruluşlardır. Kimyasal atıklar canlıların yok olmasına neden olabilmektedir. Örneğin boya içerisinde kurşun bulunabilmektedir. Diğer bir endüstri kirleticisi ise petrol ve yağ atıklarıdır (Güler & Çobanoğlu, 1994: 15). Büyük su yollarına ve denizlere çeşitli nedenlerle akan petrolün meydana getirdiği kirlilik canlılar için tehlike oluşturmaktadır. Bir diğer kirlilik kaynağını ise evsel atıklar oluşturmaktadır.



Şekil 1.6. Yeryüzündeki su kirliliğinin temel kaynakları. Kaynak: <https://lynnesands.com/portfolio/infographics/> Erişim tarihi:18.06.2021

1.2.4.Bitki Kirliliği

Bitkiler canlılar için hayati bir öneme sahiptir. Yaşamımızı devam ettirmemiz açısından bizler için önemli bir kaynaktır. Bitkiler canlılar için yemek ve oksijen kaynağıdır. Fakat canlılar kendileri için önemli olan bu kaynağa bazı durumlarda doğrudan bazı durumlarda ise dolaylı olarak zarar verebilmektedir. Zararlı maddeler toprak, su ve hava aracılığı ile bitkilere ulaşarak onları etkileyebilmektedir. Bitkiler üzerinde en fazla tahribat bırakan ve bitki kirliliğinin ana tetikleyicisi olan ise ağır metallerdir.

Bitki türlerinin ağır metallerden zarar görmesi bitkinin türlerine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin liken ve yosunların ağır metallere karşı çok dayanıklı olduğu ifade edilmektedir. Yol kenarlarındaki çalılar ve belirli ağaç türlerinin yaprakları kuru ağırlığının 1 gramında 10-100 mikrograma kadar kurşun biriktirirler. Toprakta biriken ağır metalleri bitkiler kökleri vasıtasıyla bünyelerine alabilmektedir. Toprağın ağır metal yayan kaynak ile yan yana olmasından ve yoğun şekilde etkilemesinden başka uzakta olsa bile uzun periyotta toprak kirlenebilmektedir. Bu doğrultuda bitkinin de kirlenmesi ve topraktaki ağır metali bünyesine alması kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu durumda sadece yoğunluk değil, zamanda önemli bir faktör olarak belirir. Tür farklılığı doğrultusunda bazı bitkiler az miktarda ağır metal alımı ile karakterize olurken, bazı bitkiler ise ağır metalleri bünyelerinde daha fazla muhafaza ederler. Örnek olarak turp toprağın üstünde yer alan organlarında 136 ppm ve toprağın altında bulunan yumru kısmında ise 498 ppm kurşun biriktirmektedir. Fakat bu duruma rağmen zarar görmeden gelişimini tamamlayabilmektedir(Çepel, 1997: 36-37).

Bitkileri etkileyen bir diğer kirleticisi grubu ise hava kirleticileridir. Bitkiler hava kirlenmesinden üç şekilde etkilenmektedir. Birincisi nekroz denilen yaprak dokusunun eğilip bükülmesi, ikincisi ise yapraklarının sararması veya başka renklere dönerek yeşilliğini kaybetmesi, üçüncüsü ise büyümesinin yavaşlamasıdır. Hava kirliliğinin sebzeler ve yem bitkileri üzerine büyümesini yavaşlatan ve meyvelerinin küçülmesine neden olan etkileri bulunmaktadır (Karpuzcu, 2014: 182).

Çeşitli kirleticiler tarafından, bir bitkide yukarıda belirtilen etkilerden bir veya birkaçı meydana gelebilmektedir. Geniş yapraklı bitkiler de kükürt dioksit damarlar arası yaprak dokusu üzerinde beyaz ve saman sarısı lekelerle neden olmaktadır. Aynı kirleticisi madde (kükürdioksit) otsu bitkilerde ise orta damarın her iki yanında beyaz ve esmer lekeler, iğne yapraklılarda ise örneğin çam bitkilerinde yaprakların uç kısmında kahverenginde nekrozlar ve bitişğinde ise renksiz bölgeler oluşturmaktadır. Flüorür ise iğne yapraklı bitkiler ve otlarda uç yanması olarak tanımlanan tipik bir zarara yol açmaktadır. Geniş yapraklarda ise flüorürün belirgin etkisi yaprağın kenar kısmında görülen nekroz şeklinde olmaktadır. Flüorüre dayanıklı olmayan bitkiler ise gladiyöl, kayısı, İtalyan eriği ve çamdır. Yüksek ozon konsantrasyonları da yaprağın deforme olmasına ve tipik olarak beyazımsı ve kırmızı renkli lekelerin oluşmasına neden olmaktadır. 0,15 ppm ölçüsünde ozonun havada

bulunması ile duyarlılığı olan domates, tütün, fasulye, ıspanak bitkilerinin yaprağında bu lekeler 1-2 saatte ortaya çıkabilmektedir (Müezzinoğlu, 1987: 35).

1.2.5.Ağır Metallerin Bitki ve Su Üzerine Etkileri

Bitkilerin ağır metal etkisine maruz kalma durumu bitkinin duyarlılığına, maruz kaldığı ağır metalin yoğunluğuna, süreye ve ağır metal çeşidine ve diğer ek koşullara göre değişiklik gösterebilmektedir (Punz, 1993). Metaller ayrıştırılamadığından az miktarda ağır metal girdisi bile hem üst toprakta hem de toksik elementlerle ilk temas eden organ olan köklerde daha fazla metal birikimine neden olur (Kahle, 1993). Bitkinin ağır metale maruz kalması sonucunda ya tüm bitkide ya da belirli kısımlarında büyümede gecikme yaşanmaktadır. Ağır metaller bitki köklerine ve yapraklarına farklı şekillerde etki edebilmektedir. Bitki köklerine yaptığı etkiyi şu şekilde sıralayabiliriz: Kökün uzamasına etki ederek uzamayı büyük ölçüde azaltmaktadır. Bitki biokütlesinde ve bitki damarlarında azalmaya neden olmaktadır. Yan kök oluşumunda artış veya azalma olabilmektedir. Ayrıca köklerde hücre duvarının yapısında değişikliklere neden olur (Ur Rehman Shah, Ahmad, Masood, Peralta-Videa, & Ahmad, 2010).

Örneğin krom elementi bitkide hücre zarına zarar vermektedir. Kromun neden olduğu stres bitkide büyüme yavaşlamasına neden olan pigmentlerin bozulmasını başlatmaktadır. Yüksek krom konsantrasyonu bitkinin fotosentez sürecinin bozulmasına neden olmaktadır. Bir diğer ağır metal olan nikel ise toprakta yüksek yoğunluğa ulaştığında yetişen bitkinin besin dengelerini bozabilmektedir. Bitkinin yüksek miktarda kadmiyum içeren toprakta yetişmesiyle büyümede kısıtlılık ve bitkinin kök uçlarının kararmasına neden olmaktadır. Ayrıca kadmiyum metali bitkinin topraktan aldığı gerekli elementlerin ve suyun taşınmasını ve kullanımını etkilemektedir (Asati, Pichhode, & Nikhil, 2016). Çinkonun bitkide bıraktığı zararlı etkiler ise bitkinin büyümesinde ve gelişmesinde gecikmeye neden olmasıdır. Ayrıca bitkinin ağır metale maruz kalma sürecinin başlangıcında genç yapraklarda kloroza neden olur ve uzun süreli maruz kalma durumunda ise kloroz yaşlı yapraklara da yayılmaktadır (Ackova, 2018). Kurşun ağır metale bakıldığında ise yüksek miktarda kurşun konsantrasyonunun bulunduğu topraklarda yetiştirilen bitkilerin mahsul verimliliğinde keskin bir düşüş görülmektedir. Ayrıca kurşun bitki hücrelerini girdikten sonra birçok enzimin aktivitesini engellemektedir. Bitkinin minerallerle beslenmesini ve su dengesini bozmaktadır. Bitkinin hormonal durumunu

değiştirmektedir (Fotoğraf 1.5. ve Fotoğraf 1.6.). Bitkinin hücre yapısını ve geçirgenliğini etkilemektedir. Bazı durumlarda bitkinin bodur büyümesine neden olmaktadır. Ayrıca kloroza ve bitkinin kök sisteminin kararmasına neden olmaktadır (Sharma & Dubey, 2005).



Fotoğraf 1.5. Bitkide meydana gelen nekroz Fotoğraf 1.6. Bitkide meydana gelen kloroz

Ağır metallerin yüzey sularına karışması ile sucul alanlarda toksik etkiye neden olmaktadır. Özellikle sanayi devriminden sonra artan fabrika sayısı ve bu duruma bağlı olarak fabrikalardan çıkan katı sıvı ve gaz atıkların bir şekilde yüzey sularına karışması ile birlikte sudaki ağır metal konsantrasyonlarında artış görülmüştür. Yüzey sularındaki ağır metal kaynaklarını şu şekilde sıralayabiliriz: Atmosfer kaynaklı taşınım karasal alanlarda akarsu aracılığıyla taşınan girdiler, yağmur ve kar suyu, hidrotermal faaliyetler, volkanik faaliyetler, insan kaynaklı faaliyetler. Sucul ortamlarda ağır metallerin neden olduğu etki nedeniyle birikme, toksik etki ve suda kansorejen etkiler yapmaktadır. Ağır metallerin sucul canlıların tür sayısında azalma sağladığına bazı türleri yok ettiğine ve ortamda baskın olan türlerin ise ağır metale toleransı yüksek olan türler oluşturmaktadır (Metin Dereli, Çakmakçı, & Ertürk, 2017).

1.2.6.Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Ağır metallerin doğaya yayılımı genellikle sanayi kuruluşlarından, araç egzozlarından, tarımsal gübrelerden veya atık sulardan kaynaklanmaktadır. Toprağa, suya, havaya karışan ağır metaller bir şekilde içme sularına veya besin maddelerine karışabilmektedir. İnsan vücuduna giren ağır metaller belirli düzeye ulaştıklarında toksik etkiye neden olmaktadır. Kurşunun insan sağlığına birçok etkisi bulunmaktadır. Örneğin vücuda yüksek miktarda kurşun alınımı mide ağrısına, baş

ağrısına, sinir sisteminde hasara yol açmaktadır. Çocuklarda davranış bozukluğuna neden olmaktadır (Järup, 2003, s. 176). Kurşun, bebeklerde ve çocuklarda düşük orandadır. Fakat yaşı artması ile birlikte kurşuna maruz kalma durumunda artış görülmektedir. Kemiklerde depolanan kurşun zaman geçtikçe çözünerek böbreklerde tahribata neden olmaktadır (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2003).

Kadmiyum ise insan vücudunda böbrek kemik ve akciğer hasarına neden olmaktadır. Yüksek bakır konsantrasyonuna maruz kalma durumunda ise kan hücrelerinin tahribatına ve bununla bağlantılı anemi meydana gelmektedir. Bir diğer ağır metal olan nikelin vücuda fazla miktarda alınması gırtlak kanserine ve prostat kanserine yol açmaktadır. Ayrıca deri döküntülerine alerjik reaksiyonlara, kalp hastalıklarına neden olmaktadır (Mahurpawar, 2015).

1.3.Ağır Metallerin Çevresel Kirlilik Kaynakları

Ağır metaller 5 cm^3 den daha büyük özgül ağırlığa ve 20 den büyük atom numarasına sahip elementlerdir (Duffus, 2002). Kadmiyum(Cd), Kurşun(Pb), Çinko(Zn), Nikel(Ni), Bakır(Cu), Demir(Fe), Krom(Cr), Kobalt(Co), Arsenik(As) vb. elementler ağır metal grubu içerisinde yer almaktadır. Belirtilen ağır metaller bitki, toprak ve havada belirli yoğunluğa ulaştıkları durumlarda toksik etkiye neden olmaktadır. Toksik etkiye neden olan bu metallerin çevreye yayılması ise çeşitli kaynaklar aracılığıyla olmaktadır. Endüstriyel tesislerin neden olduğu gazlar veya katı atıklar, motorlu taşıtların egzozu, bazı tarımsal ilaçların kullanımı ve evsel ağır metal yayılmasının başlıca kaynağıdır.

1.3.1.Kurşun (Pb)

İnsan faaliyetleri sonucunda kurşun salınımının ortaya çıkması ekolojik denge üzerinde negatif etkiler yaratır. Atmosfere yayılımı her ne şekilde olursa olsun mutlaka toksik etkiye neden olmaktadır. Kurşunun ekolojiye zarar vermesi özellikle 1920'li yıllarda büyük ölçüde gerçekleşmiştir. Bu durumun nedeni ise benzine kurşun bileşiklerin (kurşuntetraetil) ilave edilmesinden kaynaklanmaktadır. İlerleyen yıllarda benzinde kurşun ilavesi sınırlandırılmış ve kurşunlu benzin kullanımında azalma gerçekleşmiştir (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2003).

Kristal üretiminde, inşaat malzemelerinde, seramik sıralamada kurşun kullanılmaktadır. Kurşunun bir diğer kullanım alanı ise böcek ilacı imalatıdır. Kurşun yayılımı daha çok endüstriyel atıklardan ve trafik bağlantılı olarak egzoz

dumanlarından kaynaklanmaktadır. Boya içeriklerinde de önemli ölçüde kurşun bileşikleri yer almaktadır (Topçam, 2005, s. 51). Petrol içeriğinde de kurşunun bulunması ile petrole bağımlı sektörlerin faaliyetlerinden dolayı yayılma gerçekleşmektedir.

1.3.2.Kadmiyum (Cd)

Toksik etkiye neden olan elementlerden bir diğeri kadmiyumdur. Özellikle kentsel alanlarda endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı olarak yayılmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların yanmasıyla da ortaya çıkabilmektedir. Diğer yayılma alanları lastik yanması, dizel yakıtlar, gübreler, boya sanayisi, böcek ilaçlarıdır. Ana kaya tortul ise kadmiyum içermektedir (Hiatti & Huffs, 1975, s. 278-279). Atık yakılması sonucunda atmosfere kadmiyum yayılması gerçekleşmektedir. Ayrıca kanalizasyon atıkları, demir çelik üretimi sonucu kadmiyum yayılabilmektedir (Chopra, Pathak, & Prasad, 2009, s. 101).

1.3.3.Kobalt (Co)

Kobalt petrol ve seramik sanayisinde kullanılmaktadır. Ayrıca boyalarda pigment maddesi olarak da yer almaktadır. Verniklerde ve mürekkep içeriklerinde mevcuttur (Polat, 2011, s. 24). Metal ve bileşiklerinin kullanıldığı endüstriyel işlemler sırasında kömürün yanması sonucunda çevreye kobalt yayılımı gerçekleşmektedir (Krishna & Govil, 2005, s. 1057). Porselen kaplama maddelerinde ve inşaat sanayisinde kullanılmaktadır.

1.3.4.Bakır (Cu)

Çevresel bakır kirlilik kaynakları metal madenciliği kanalizasyon çamurları, pestisitler, motorlu taşıtlardır (Haque & Subramanian, 1982, s. 26). Çimento endüstrisi boya sanayisi bakır kirliliğine neden olan diğer etmenlerdir (Türk, 2012, s. 49).

1.3.5.Krom (Cr)

Ağırlıkla endüstriyel faaliyetlerden kaynaklı yayılmaktadır. Metal kaplamalarda, boyalarda, kimya sanayisinde kullanılmaktadır. Ayrıca ağaç ve kâğıt ürünlerinin yanması sonucunda salınımı gerçekleşmektedir (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2003).

1.3.6.Nikel (Ni)

Nikel çelik ve alaşımlarda, akülerin içeriğinde yer almaktadır. Araç yakıtlarının içeriğinde bulunmaktadır. Ayrıca makine parçalarının yapımında kullanılmaktadır (Filiz, 2007, s. 15). Madencilik faaliyetleri ve fosil yakıtların yanması ve orman yangınları esnasında nikel yayılımı gerçekleşmektedir. Çöplük alanlarında ve tarımsal gübrelerin içeriğinde bulunmaktadır. Metal kaplama endüstrisinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Harasim & Filipek, 2015, s. 532).

1.3.7.Çinko (Zn)

Metal madenciliği, kanalizasyon atıkları, pestisitler, motorlu taşıtlar çinko salınım alanlarıdır. Lastik aşınmaları salınım nedenlerinden biridir. Çinko boya sanayisinde lastik sanayisinde metal kaplamada kullanılan elementlerdir. Endüstri alanlarının atık sularında yoğun olarak bulunmaktadır (Yılmaz, 2015, s. 8).

1.3.8.Mangan/Manganez (Mn)

Manganın yoğun olarak kullanıldığı alan metal sanayisidir. Dünyada manganın %90'ı demir çelik sanayisinde kullanılmaktadır. Manganın kullanıldığı diğer alan ise kimya endüstrisidir. Oto boyalarında, yem sanayisinde, böcek ilaçlarının içeriğinde kullanılmaktadır. Bataryalarda ve atık pillerde yoğun miktarda mangan bulunmaktadır (Eroğlu & Şahiner, 2019, s. 15).

İKİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL KİRLİLİK ÇALIŞMALARI VE GAZİANTEP

2.1.Otoyol ve Trafik Kaynaklı Çevre Kirliliği

Toprak ve bitki kirliliği ile ilgili yapılmış çalışmalarda ağır metal kirliliğinin araştırılması baskın durumdadır. Bu doğrultuda yapılmış ve farklı alanları konu alan birçok çalışma bulunmaktadır (Shabbaj, Alghamdi, Shamy, Hassan, Alsharif, & Khoder, 2018; Acar & Özkul, 2020; Bilge & Çimrin, 2013). Bu alanda yapılmış çalışmalardan biri Özkan (2017)'ye aittir. Yapılan çalışmada Antalya-Cilvegözü Karayolu etrafında yer alan tarım arazilerinde ve bitkilerde ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Çalışmada karayolunun trafik açısından yoğunluğuna dikkat edilerek 8 farklı örneklem noktası belirlenmiş ve belirlenen her örneklem noktasının sağ ve sol olmak üzere iki tarafından yola 25 m, 100m, 500m, 1 km aralıklarla ve 0-30cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca toprak örneği alınan alandaki yetiştirilen bitkilerden de örnekler toplanmıştır. Çalışmanın analiz kısmında ağır metallerin belirlenmesi doğrultusunda ölçümler yapılmış, değerlendirilmesi yapılan bitki ve toprak örneklerinin analizi sonucunda elde edilen ağır metallerinin standart sınır değerleriyle karşılaştırılması sonucunda çalışmada elde edilen değerlerin sınırın altında olduğu tespit edilmiştir. Fakat toprakta bulunan Fe(demir) elementi farklı olarak sınır değerinin üzerindedir. Diğer elementlerde ise karayolundan uzaklaştıkça ağır metal birikiminde azalmalar olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada toprakta Fe (demir) varlığının tarımsal faaliyetlerden kaynaklı

olduğu ve geride kalan diğer elementlerden Pb (kurşun), Cd (kadmiyum), Ni (nikel) gibi elementlerin var olma nedeninin ise karayolu trafiği olduğu ifade edilmiştir (Özkan, 2017).

Otoyol kaynaklı çevresel kirlilik çalışmalarına bir diğer örnek Bilge ve Çimrin (2013)'tür. Yaptıkları çalışma ile Viranşehir-Kızıltepe Karayolu'nun kenarında yer alan topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklı ağır metal kirliliği analiz edilmiştir. Yapılan çalışma ekseninde Mardin iline bağlı Viranşehir-Kızıltepe Karayolu güzergâhındaki yolun her iki tarafından 2'şer km'lik 6 farklı noktadan belirli uzaklıklarda ve belirli derinliklerde olmak üzere 4 kez tekrarlanmalı 96 toprak örneği alınmıştır. Elde edilen değerlere göre karayolunda mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça Pb(kurşun) miktarının azaldığı, karayolunda yaklaştıkça toprakta Pb(kurşun) miktarının arttığı görülmektedir. Yapılan çalışmaya göre karayolundan uzaklaştıkça mesafeye bağlı olarak ağır metallerden olan Cd(kadmiyum) içerikli birikimlerin azaldığı ifade edilmiştir. Aynı durum nikel elementi için de geçerlidir. Bulgulara göre yola en uzak mesafe aynı zamanda nikel içeriklerinin en az olduğu yerlerdir. Yakın mesafelerde ise nikel içerikleri artmaktadır (Bilge & Çimrin, 2013).

Ağır metal-çevresel kirlilik ve otoyol konspetli bir diğer çalışma Sürücü ve Erdoğan (2018)'e aittir. Diyarbakır-Bingöl Karayolu kenarındaki trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesi için yapılan araştırmada Fe(demir), Cu(bakır), Cr(krom) miktarını yol ile olan mesafe dikkate alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda yolun sağından ve solundan 0, 2, 15 ve 40m aralıklarda olmak üzere 0-15 cm derinlikten 4 kez tekrarlanmalı olarak toplamda 80 toprak örneği alınmıştır. Yapılan analizler ve elde edilen sonuçlara göre Ni (nikel) oranı ana yoldan uzaklaştıkça düşmüş, fakat tarım arazilerindeki noktalarda aralıklı olarak artış söz konusudur. Aynı durum Cr(krom) elementi içerikleri için de geçerli olup otoyoldan uzaklaştıkça miktarında düşüş gözlemlenmiştir (Sürücü & Erdoğan, 2018).

Benzer bir çalışma da Ahmed vd. (2016)'ya aittir. Bangladeş'te Dhaka-Aricha Karayolu'nun farklı noktalarında kurak mevsimlerde toprak örnekleri alınmıştır. Yapılan analiz sonucunda 13 farklı metal tespit edilmiştir. Elde edilen sonuca göre Dhaka-Aricha karayolu zehirli metalleri yayan bir kirlilik noktasıdır (Ahmed, et al., 2016).

Mafuyaiyavd. (2015)'te Nijerya'da Jos Bölgesindeki karayollarından kaynaklanan ağır metal kirliliği analiz edilmiştir. Nijerya Jos'taki 5 ana yol güzergahı kenarındaki toprak içeriğindeki Cu, Pb, Ni, Zn, Cd, Mn, Cr, elementleri incelenmiş ve ağır metallerin trafik yoğunluğu ile ilişkisine açıklık getirilmiştir. Sonuç olarak metal konsantrasyonlarının trafik hacmi ile doğru orantılı olarak arttığı ifade edilmiştir (Mafuyai, Kamoh, Kangpe, Ayuba, & Eneji, 2015).

Chen vd (2010)'da Çin'deki (Pekin) yol kenarındaki topraklardaki ağır metal yoğunluğunun kentsel alandaki trafikle ilişkisini belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Cd, Cu, Pb, Zn konsantrasyonları yolun her iki tarafından uzaklaştıkça azalma eğilimi içindedir. Aynı zamanda yol kenarındaki ağır metal konsantrasyonları trafik hacminden etkilenmiştir. Ayrıca çalışmaya göre ağır metaller rüzgâr boyunca hareket etme yönündedirler. Rüzgâr yönündeki topraklar daha fazla ağır metal konsantrasyonlarına sahiptir (Chen, Xia, Zhao, & Zhang, 2010).

Silva vd. (2015) yaptıkları çalışma ile Avustralya Melbourne'da yol kenarındaki topraklarda bulunan ağır metal birikimini araç trafik yoğunluğuna bağlı olarak açıklamaya çalışmıştır. Araştırma kapsamında toprağa ulaşan metallerin yakıtlardan, motor yağından, lastik aşınmasından, fren aşınmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Yol kenarındaki topraklarda metal yoğunluğu ile araç hızı, yol yaşı ve trafik yoğunluğu ile önemli bağlantılar bulunmaktadır. Yakın tarihli yolların yanından alınan topraklarda otomotiv teknolojisine yeni tanıtılan metallerin (Mn-Manganez, Pd-Paladyum, Sb-Antimon) oranı daha yüksekken Cd (kadmiyum), Cu (bakır), Pb (kurşun), Zn (çinko) oranı ise daha önce oluşturulmuş yolların kenarından alınan topraklarda daha yüksek orandadır. Ayrıca çalışmada elde edilen sonuca göre yol kenarındaki toprakta mevcut Pb (kurşun) birikiminin Avustralya'da daha önceki kaydedilen oranlardan daha azdır. Bu durumun nedeni ise Pb'nin petrolden çıkarılmasıdır (De Silva, S. Ball, Huynh, & M.Reichman, 2015).

İstanbul'un Avrupa Yakası Hadımköy ve Tekirdağ sınırları içerisinde bulunan ve TEM otoyolunun kenarında yer alan tarım arazilerinde ağır metallerin bazılarının belirlenmesi amacıyla çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında İstanbul'un Büyükçekmece ve Silivri ilçelerinde 40 farklı tarım arazisinden 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Cd, Ni ve Pb miktarının izin

verilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir. Fakat Cr ve Co elementlerinin toksik düzeyde olduğu ifade edilmiştir (Daşdemir, 2015).

Dünya çapında artan araç sahipliği yollarda daha fazla trafik hacmine ve buna bağlı olarak daha fazla trafik kaynaklı kirleticilerin açığa çıkmasına neden olmuştur. Bu kirleticiler ekosisteme ve insanlara ciddi zararlar vermektedir. Trafik kaynaklı başlıca kirleticiler egzoz emisyonları, yakıt sızıntıları, lastikler, fren aşınmaları, kirleticilerin oluşumudur. Örneğin bir alanda trafik hacminden ziyade trafik sıkışıklığının kirlenme açısından daha önemli olduğu belirtilmektedir. Yakıt yanması, araç bileşenleri ve yol yüzeyinin aşınması sonucunda çevreye çok çeşitli eser metaller ve hidrokarbonlar yayılmaktadır. Trafik faaliyetlerinden kaynaklanan en yaygın metaller Cd, Cu, Cr, Ni, Zn'dir. Ayrıca Pb içerikli yakıtların geçmişte kullanımı ve araç malzemesinde bulunmasıyla topraklarda Pb (kurşun) etkisi görülmektedir (Gunawardena, Ziyath, Egodawatta, Ayoko, & Goonetilleke, 2015).

Trafik ve otoyol kaynaklı kirlenme sadece toprak ile sınırlı değildir. Trafik ve otoyol kaynaklı kirleticiler bitkileri de etkilemektedir. Bu doğrultuda yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Özel, Uzun Özel, & Varol, 2015; Zhai, et al., 2016). Özel vd. (2015)'te Bartın-Karabük illerini bağlayan D-755 karayolu üzerinde araç trafiğinin neden olduğu ağır metal kirliliğini belirlemek amaçlanmıştır. Doğu Çınarı adı verilen (*Platanus-Orientalis* L.) ağaç yapraklarını kullanarak araştırma yürütülmüştür. Karayoluna 500 metre uzaklıktaki toplamda 50 ağaçtan yaprak örnekleri toplanmış yapılan analizler sonucunda elde edilen bilgilere göre bitkide bulunan metal kirliliği ile araç yoğunluğu arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Analiz sonucunda Pb(kurşun), Zn(çinko) ve Ni(nikel) miktarının üst düzeyde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu duruma karşı alınabilecek önlemler de çalışma kapsamında aktarılmıştır. Bu doğrultuda benzine eklenen Pb (kurşun) düzeyinin minimuma indirilmesi; tır, kamyon, otobüs gibi araçlarda kurşunsuz benzin kullanımının teşvik edilmesi önerilmektedir. Ayrıca yüksek oranda Ni, Zn, Cr içeren motor yağı katkılarının kullanımının yasaklanması gerektiği belirtilmiştir. Öte yandan D-755 karayolunda araç trafiğinin neden olduğu ağır metal kirliliğine etkisi ile Doğu Çınarı popülasyonunun yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu aktarılan önemli bulgular arasında gelmektedir (Özel, Uzun Özel, & Varol, 2015).

Bitkilerdeki trafik kaynaklı metal kirliliğinin ortaya koyulması ve belirtilmesiyle ilgili çalışmalardan biride Zhai vd. (2016)'ya aittir. Yaptıkları çalışma

ile Çin'in Hunan eyaletinde yol kenarındaki topraklarda ağır metal kirliliğinde ve (Zn,Pb,Cu,Cr,Cd) bunların karayollarında yetişen yabancı bitkiler tarafından alımı araştırılmıştır. Bu doğrultuda farklı derinlikler ve farklı mesafelerden (5, 10, 15, 40 ve 80m) toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca karayolundan yaklaşık 5m uzaklıktaki mesafelerden 6 farklı yabancı bitki türünden yaprak örneği ve ağaçlardan kabuk örneği alınmıştır. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre genel olarak kabuklardaki ağır metal yoğunluğu yapraklardakilerden daha yüksektir. Bu durum ağır metal birikiminin kabuk>yaprak olduğunu göstermektedir. Yapraklarda biriken kirleticiler yağmurla yıkanabilir veya rüzgârla taşınabilirler. Ayrıca kabuk yapısındaki gözeneklerde kirleticiler daha uzun süre tutulmaktadır. İncelenen bitkilerde (Cinnamom Camphora-Kafur Ağacı/ Pinus Mossoniana-Çin Kızılçamı) ortalama ağır metal konsantrasyonları yüksekten düşüğe göre $Zn > Cr > Pb > Cu > Cd$ şeklindedir. Zn konsantrasyonunun daha fazla olduğu görülmektedir. Pb (kurşun) elementinin ise bitkilerde olmasının nedeni trafik ve yol kaynaklıdır (Zhai, et al., 2016).

2.2.Endüstri Kaynaklı Ağır Metal Kirliliği

Çevresel kirlilik sadece otoyol ve trafik kaynaklı değildir. Endüstri faaliyetlerinin yaydığı zararlı maddeler çevreyi ciddi derecede kirletebilme potansiyeline sahiptir. Toprakta kirliliğe neden olan sanayi faaliyetlerinin yaydığı metallerin tespiti ile ilgili birçok çalışma mevcuttur(Yang, Li, Lu, Duan, Huang, & Bi, 2018; Zhou & Wang, 2019; Mohammad, et al., 2020). Yang vd. (2018) Çin'deki endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin neden olduğu ağır metallerin kirliliğini içeren bir derleme çalışması yapmıştır. Bu doğrultuda Çin'deki 402 sanayi bölgesi ve 1041 tarım sahasından ağır metal konsantrasyonları elde edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Cd(kadmiyum), Pb (kurşun), As(arsenik) tarafından oluşan ağır metal kirliliği ile ilişkili risklerin ciddi durumda olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca endüstriyel bölgelerdeki ağır metal kirliliği ve buna bağlı riskler tarım bölgelerine kıyasla daha şiddetlidir. Elde edilen sonuçlara göre Güneydoğu Çin, Kuzeybatı Çin'e göre ağır metal kirliliği açısından daha şiddetlidir. Yapılan risk değerlendirmesine göre sanayi bölgesini çevreleyen topraklarda ağır metallerin baskın olduğu ve Cd(kadmiyum) ile ciddi şekilde kirlilik oluşmuşken, tarım bölgelerinde ise değişen derecelerde ağır metaller ile orta derecede kirlilik oluşmuştur (Yang, Li, Lu, Duan, Huang, & Bi, 2018).

Çin'de bu konu üzerine yapılan diğer bir araştırmada Zahou ve Wang (2019)'a aittir. Çalışmada Çin'in üç büyük kentsel yığılma alanında endüstriyel faaliyetlerin topraktaki ağır metal kirliliğine etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen üç alan Jing-Jin-Jimetropolitan Bölgesi, Yangtze Nehri Deltası ve Pearl Nehri Deltasıdır. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre JJD-YRD-PRD bölgesindeki topraklarda Cd(kadmiyum), Hg(cıva), Pb(kurşun) konsantrasyonlarının %60'ından fazlasına katkıda bulunmuştur. Endüstriyel faaliyetler diğer iki kentsel aglomerasyonlarla karşılaştırıldığında Yangtze Nehri Delta topraklarındaki ağır metal yoğunluğu üzerinde daha ciddi etki göstermiştir (Zhou & Wang, 2019).

İran'ın Nişabur şehrinde sanayi tesislerinin bulunduğu alandaki topraklarda ağır metal kirliliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışma ilk olarak kuzey-güney-doğu-batı olmak üzere 4 bölgeye ayrılmıştır. Her alandan 5 bölüm seçilmiş her bölümden ise 4 toprak örneği alınmıştır. 2019 yılında Ocak ayında Nişabur şehri çevresindeki Hayyam Sanayi Bölgesi'nden yüzeyden 0-20 cm derinlikten 20 toprak örneği alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen bilgilere göre As, Cd, Pb ağır metal yoğunluğunun yer kabuğundaki ortalama yoğunluktan yüksek olduğu belirtilmiştir. ABD ve EPA standartlarına göre ise As ve Pb'nin topraktaki birikimi standartların üzerinde olduğu belirtilmiştir (Mohammad, et al., 2020).

Yapılan diğer bir çalışma ile sadece endüstriyel alanlardaki ağır metal kirliliğini değerlendirmek ve toprak kalitesini ölçmekle kalmamış, ayrıca numune alınan yerler de kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Örnekler Nijerya'nın Lagos kentindeki Ikeja sanayi bölgesinden alınmıştır. Alınan örneklerin ikisi ilaç imalat şirketi, dördü yatak imalat şirketi, dördü elektrik elektronik şirketi, dördü alkolsüz içecekleri şişeleme şirketi, üçü yapay saç imalat şirketi, dördü tarım arazisinden dördü ise bölgedeki çöplükten alınmıştır. Bu şekilde toplamda 25 toprak örneği elde edilmiştir. Yapılan analizler ve elde edilen sonuçlara göre kadmiyum ve demir seviyelerinin Avrupa düzen standardını aştığını göstermektedir. Ayrıca çöplüklerden, yatak imalat şirketlerinden, alkolsüz içecek şirketlerinin çevresinden alınan toprak örneklerinde diğerlerine kıyasla yüksek ağır metal yoğunluğuna sahip olduğu görülmektedir (Anyakora, Ehianeta, & Umukoro, 2013).

Gebze sanayi bölgesinde yüzey topraklarında yapılan araştırma kapsamında toplamda 57 toprak örneği toplanmıştır. Gebze Sanayi Bölgesi topraklarında yüksek Cd (kadmiyum), Pb (kurşun), Zn (çinko), Mn (mangan) Cu (bakır), Cr (krom) yoğunlukları tespit edilmiştir. Bölge boya, plastik, metal, tekstil, ahşap, otomotiv yan sanayi, gıda, kozmetik, paketlenme gibi tehlikeli atıkların ana kaynağı olan birçok sanayi tesisine ev sahipliği yapmaktadır. Çalışma alanındaki endüstriyel tesislerden gelen tehlikeli atıklar yağmur veya rüzgâr yoluyla yayılarak toprak kirliliğinin temel nedenini oluşturmaktadır. Bölgede bu duruma ek olarak trafik kaynaklı metal kirliliğide gözlemlenmektedir. Gebze topraklarında yüksek yoğunluğa sahip olan metaller liç (metallerin sıvı hale geçmesine neden olan çözelti) yoluyla yeraltı sularına karışabilmektedir. Sanayi tesisinin etrafındaki topraklarda yüksek Cd (kadmiyum), Pb (kurşun), Zn (çinko), Mn (mangan), Cu (bakır), Hg (cıva), Cr (krom) ve As (arsenik) yoğunlukları endüstri tesislerinin katı-sıvı atıklarından ve öncesinde de belirtildiği üzere trafik kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır (Yaylalı-Abanuz, 2011).

Bu konuda yapılan diğer bir çalışma ise Çin'in Guangdong eyaleti PRD'de (Pearl River Delta) yapılmıştır. 30 yıllık yoğun sanayileşme ve kentleşme yaşayan bir bölgenin yüzey topraklarında ağır metal kirliliği değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında 227 toprak örneği alınmıştır. Yapılan analizler ve elde edilen sonuçlara göre Cd, Cu, Zn, As birikimlerinin olduğu gözlemlenmiştir. Cu, Zn, Pb ve Cd içeriklerinin ise temelde atropojenik kökenli olduğu ifade edilmiştir. Potansiyel ekolojik risk endeksleri ağır metal kirleticilerin orta düzeyde ekolojik riskleri içermekte olduğu, fakat Cd (kadmiyum) en yüksek risk seviyesini oluşturmaktadır (Hu, Liu, Bai, Shih, Y. Zeng, & Cheng, 2013).

2.3.Gaziantep'in Gelişim Süreci

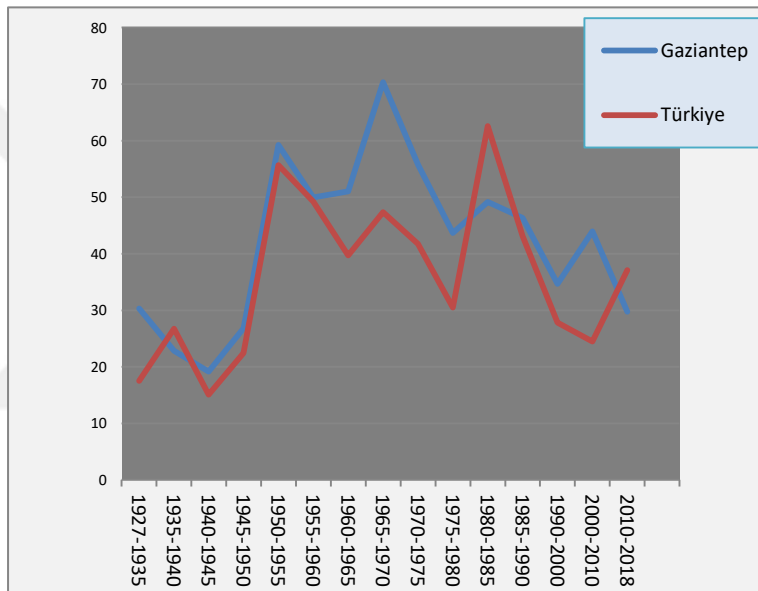
Gaziantep, gerek yakın çevresi gerekse bölgesi açısından önemli bir kent olma halini günümüzde de devam ettirmektedir. Kentteki sanayi, ticaret ve turizm yönündeki baskın fonksiyonel durum tarihsel süreç içerisinde farklı dönemlerdeki gelişim süreci üzerinden şekillenmiştir. Özellikle Gaziantep'in Osmanlı topraklarına katıldığı 16.yüzyılda (1516) başlayan fonksiyonel değişim ve gelişim Cumhuriyet'ten sonra da devam etmiştir.

Gaziantep üzerine yapılmış çalışmalara bakıldığında 16.yüzyılın kentin gelişimi açısından önemli bir dönüm noktasını oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bu dönemde Gaziantep'te ticaretin baskın bir fonksiyon olarak öne çıktığı anlaşılmakta (Şıvgın, 2000), vergi kalemlerinde ticaretten alınan vergi 1574 yılında 226.100 gibi yüksek bir rakama ulaşmıştır. Bu rakam, dönemin önemli kentleri olan Ankara, Trabzon, Manisa, Kayseri gibi kentlerden daha yüksektir (Özünlü E. , 2010: 267). Bu gelişim süreci beraberinde dönemin kentsel atmosferinde önemli olan han, medrese, cami, bedesten gibi farklı yapıların da inşasıyla sonuçlanmıştır. Evliya Çelebi'nin aktardıklarına göre 17.yüzyılda kentte 32 mahalle, 8067 toprak ve kireçten yapılmış ev, 16 camii, 140 mekteb, 6 han, 40 tekke, 14 hamam ve 300'den fazla özel hane hamamı, 3900 dükkânlık çarşısı ve 2 bedesten bulunmaktadır (Çelebi, 2011: 379-381). Çelebi'nin aktardığı kentsel yapıların fazlalığı Gaziantep'in dönemi için önemli bir yerleşme olduğunu gözler önüne seren en somut kanıtlardır. 16. yüzyılda sırasıyla Gaziantep'in nüfusu 1536'da 10.600, 1543'te 10.746, 1574'te ise 17.138 olup, şehirde yaşayanlar ağırlıklı olarak Müslümanlardan oluşmaktadır (Çakır, 2010: 3).

Kuşkusuz ki Gaziantep'in ticaret ile olan bağında coğrafi konumunun etkisi yadsınamaz bir gerçeklik olarak karşımıza çıkar. Bu sebeple kentin lokasyonel konumu Anadolu, Mezopotamya ve Mısır'ı birbirine bağlayan kültür fonksiyonu olarak da şekillenmiştir (Şen & Sandal, 2017: 43). İlerleyen yıllarda Osmanlı İmparatorluğu'ndaki yeniçeri isyanları, aşiret saldırıları, yabancı ülkelerle olan savaşlar gibi siyasal ve askeri gelişmeler kentin gelişim süreci üzerinde olumsuz etkiler göstermiştir (Şıvgın, 2000: 518). Örneğin 16.yüzyılın sonları ve 17.yüzyılın başlarında devletin yerel anlamda gücünü zaafiyete uğratabilecek Celali İsyanları sosyal, ekonomik, siyasi birçok sonucuyla belirgin hale gelmiştir. İsyanların meydana geldiği yerleşmelerin bu süreçte gelişimleri sekteye uğramıştır. Gaziantep, Celali İsyanları'ndan olumsuz etkilenmesine rağmen, 17.yüzyıldan sonra gelişimini dokuma sanayisini geliştirerek sürdürmeyi başarmıştır (Sönmez, 2012: 86). İlerleyen zaman zarfında Osmanlı'da meydana gelen otorite kaybına bağlı kentin gelişimsel süreci kimi dönemler geriye doğru işler hale gelmiştir.

Kurtuluş Savaşı yıllarında kent fiziksel anlamda yıkıma uğramıştır. Bu yıkım, Cumhuriyet'in ilk devrelerinde hızlı bir şekilde telafi edilebilmiş ve Gaziantep'in kentsel göstergelerinde rol oynayan sanayi, nüfus, ticaret gibi birçok parametrede keskin iyileşmeler yaşanmıştır. Genç Cumhuriyet'in sanayileşme atılımlarının devam

etmesi neticesinde Gaziantep'te sanayi atılımları da hızlanmıştır. 1927 Sanayi Sayımı sonuçlarına göre küçük sanayi tesislerinden oluşan 2.008 adet sanayi tesisi tespit edilmiştir (Yıldırım & Örnek, 2012: 7). Sanayideki gelişimin nüfusa yansması ise Gaziantep'te ilk periyotta gerçekleşmemiştir. Özellikle kentsel nüfus artışının Gaziantep'te 1950 sonrasına rastlaması Türkiye'nin kentleşme süreciyle paralellik oluşturur. 1923-1950 arası dönemde kentin nüfusu ortalama % 25 oranında artmıştır (Şekil 2.1.). Bu dönemde nüfusun artışının altında yatan temel dinamik ise doğum oranlarının fazlalığında aranmalıdır. Sönmez (2012)'nin hazırlamış olduğu 1935 yılı nüfus piramidine göre 0-14 yaş aralığındaki nüfus grubunun toplam nüfusun %35,6'sını oluşturması bu görüşü doğrular niteliktedir (Sönmez, 2012: 93).



Şekil 2.1. Belirli tarih aralıklarına göre Türkiye'de ve Gaziantep'te kentsel nüfusun artışı

1960-1965 yılları arasında Gaziantep kentinin yıllık nüfus artışı % 51,01 oranında gerçekleşmiş ve kent nüfusu da 160.152 olmuştur. Devam eden 5 yıllık periyota denk gelen 1965-1970 yılları arasında ise artış oranı % 70, 34'e ulaşmış (Şekil 2.1.) ve Gaziantep kent nüfusu 227.652'ye çıkmıştır. Hızlı nüfus artış süreçleri Gaziantep kentini 1966 yılında Türkiye'deki kentler içinde İstanbul'dan sonra en fazla ev inşa edilen ikinci kent olma durumuna getirmiştir. 1966 yılında Gaziantep'te 806 ev yapılmıştır (Tuncel, 1996: 475). Kentteki sanayileşme ve ticaret fonksiyonunun 20.yüzyılın sonlarında da devam etmesi Gaziantep'in çevre illerinde yaşayan nüfus için çekici bir kent olmasını sağlamıştır. Örneğin 1985-1990 yılları arasında kentsel nüfus artışı %46,34 olarak gerçekleşirken, 1990-2000 döneminde bu

oran % 34,67 gerçekleşmiştir. Burada değinilmesi gereken ilk unsur kentsel nüfus artışlarında etkili olan yüksek doğum oranlarının yerini, göçlere bıraktığı gerçeğidir. Sönmez (2012) bu durumu kente göç ile gelenlerin %25'nin 1980 öncesi %75'nin ise 1980 sonrası olmasıyla açıklamaktadır. Dolayısıyla yazarın argümanına göre kente göç ile gelen her 4 kişiden 3'ü 1980 sonrası döneme denk gelir. Gaziantep'in göç alma potansiyeli ise kuşkusuz ki çevresine göre fazla olan ekonomik gelişmişliğidir (Sönmez, 2012: 113-114).

Kentteki hızlı nüfus artış süreçleri kentin yerleşme dokusuna ve alansal gelişimine de etki etmiştir. Gaziantep kenti olarak tanımlanan yerleşme sahası özellikle 1980 sonrasında hızlı bir gelişim içerisine girmiştir. Kente ilk gelen göçmen grupları özellikle kale ve çevresinden başlayarak düzensiz gecekonduların oluştururken, sonraki süreçte devam eden göçler gecekonduların kente adeta bütünleşmesini beraberinde getirmiştir. Fakat diğer yandan özellikle kentin dışına doğru planlı gelişmiş mahalleler de kentsel görünümde baskınlığını hissettirmiştir. Dolayısıyla birçok Türkiye kentinde örneğine çok az rastlanabilecek yoğunlukta gecekondular ve planlı gelişmiş mahalleler Gaziantep'te varlığını sürdürmektedir. Günümüzde her ne kadar alan bazlı kentsel dönüşüm uygulamalarıyla gecekonduların dönüştürülmeye çalışılsa da Gaziantep'in gecekonduların baskın konumda olduğu bir kent olduğu belirtilmelidir (Fotoğraf 2.1.).



Fotoğraf 2.1. Gaziantep kentinin genel görünümü. Fotoğrafta kentin genel yerleşme dokusundaki gecekonduların varlığı dikkat çekmektedir. Özellikle Cumhuriyet, Düztepe, Karşıyaka, Perilikaya gibi yerlerde gecekonduların yerleşme dokusundaki baskınlığı söz konusudur. Bunun dışında Yeditepe, Güneykent, İbrahimli, Karataş, Güvenevler gibi sonradan gelişmiş planlı alanlarda ise konut yapıları dikey yönde gelişme eğilimi göstermiştir. Yapılan kent içi saha gözlemleri gecekonduların alanlarında soba, çevresel atık gibi birçok parametre nedeniyle çevresel kirliliğinin daha görünür olduğunu göstermiştir. Kaynak: İbrahim Alisinanoğlu fotoğraf arşivinden edinilmiştir.

2.4.Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Kirlilik

Çalışma kapsamında Gaziantep'in mevcut çevre durumuyla ilgili bilgi verilmek için 2008 yılından itibaren Gaziantep Valiliği İl Çevre Orman Müdürlüğü ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hazırlayıp yayımladığı 2008-2020 yılları arasındaki Gaziantep Çevre Durum Raporları incelenmiştir. Yayımlanan raporlar doğrultusunda yıllara göre Gaziantep'in hava, toprak, su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Raporlarda bazı yıllara ait çalışmaların yapılamaması, yani çalışma eksikliği şehrin mevcut çevre durumunun belirlenmesi doğrultusunda kısıtlılık oluşturmaktadır. Raporlarda yer alan hava, toprak, su (atmosfer ve iklim) konusunda değerlendirmeler yer almaktadır. Bu değerlendirmelere göre edinilen çıktılar bir sonraki bölümde aktarılmıştır.

2.4.1.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Hava Kirliliği

Hava kalitesine dair durum raporlarının ilk çıktılarından biri Gaziantep'teki sanayiye yöneliktir. Özellikle incelenen ilk durum raporu olan 2008 yılındaki rapordaki sanayi vurgusu oldukça öne çıkmaktadır. Bu rapora göre tarımda makineleşme, kentsel alanda hızla gelişen sanayi Gaziantep'te göç hareketlerini tetiklemiştir. Tipik bir kentsel gelişim örneği bu açıdan Gaziantep'te somut hale gelmiştir. Neticede hızla çoğalan kent nüfusu plansız gelişmiş mahalleler oluşturmuş ve özellikle kışın sobalarda kullanılan kalitesiz yakıtlar durum raporuna göre hava kirliliğini arttırmıştır. Ayrıca ilgili yıldaki 4 Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ve KÜSGET kentin sanayi gelişimi üzerinde etki etmiştir. Rapora göre endüstriyel emisyon kirliliğini yaratan tesis az olmasına rağmen, kirliliğe neden olan sektörler çimento, lastik kaplama, kurşun izabe ve kent dışındaki kireç ocaklarıdır (T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2008).

Rapordaki kirlilik kaynaklı vurgulardan biri de trafiktir. 2008 yılında Gaziantep'te trafiğe kayıtlı araç sayısı 280.947'dir. Araç sayısının fazlalılığı rapora göre Gaziantep'teki hava kirliliği üzerinde negatif bir etki yaratmaktadır (T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2008).

2008 yılındaki raporun kentte ulaşamadığı bazı bulgular da bulunmaktadır. Atmosfer kirliliğinin ozon tabakasının incelmeye etkisi ve asit yağışlarının zararlı

etkileri üzerine bir çalışma olmadığı belirtilmektedir. Ayrıca sanayi ve evsel emisyonların doğal çevre üzerindeki uzun süreli etkisine dair de somut bulgular yoktur.

2010 yılı durum raporunda 2008 yılına benzer bulgulara ulaşılmakla birlikte farklılaşan bulgular da mevcuttur. Örneğin 2010 yılında emisyon kirliliği yaratan endüstriyel kuruluşların %60'ı doğalgaza geçiş yapmış, böylece endüstriyel kaynaklı kirlilikte azalmalar görülmüştür. Aynı raporda 2010 yılı trafik kaynaklı kirlilik meselesine dair araç sayısında artış olduğu belirtilmektedir. 2010 yılında trafiğe kayıtlı motorlu araç sayısı 320.380 olarak aktarılmaktadır (T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2011). Bu durum trafik kaynaklı hava kirliliğinin arttığına bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Hem 2008 hem de 2010 raporlarına göre Gaziantep'te 1993 yılına kadar olan süre referans gösterilerek çeşitli hastalıkların olduğu belirtilmektedir. Kentsel hava kirliliğine somut kanıt oluşturan bu hastalıklar üst solunum yolu rahatsızlıkları, akciğer rahatsızlıkları, sindirim sistemi rahatsızlıkları, yaşlı ve bebeklerde görülen rahatsızlıklardır (T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2011). Kentsel hava kalitesinin düşük olması bu hastalıkların raporların ilan edildiği tarihlerde de geçerli olmasına neden olmuştur.

2012 yılına gelindiğinde hazırlanan rapordaki hava kirliliği spesifik özelliklerle aktarılmaktadır. Örneğin rapora göre kış ayları, sonbaharın geç dönemleri, ilkbaharın erken dönemlerinde hissedilen ve tespit edilen hava kirliliği mevcuttur. Bulgunun devamında bu kirliliğin kaynağının sanayi ve moturlu taşıtlardan kaynaklanan bir kirlilik değil, ısınmadan kaynaklı kirliliktir. Devamında doğalgaza geçişin kentte hava kirliliğinin azalmasını olumlu etkilediği de belirtilmektedir. Gaziantep'te doğalgaz kullanım oranı %31 olup, bu rakam istenilen düzeyde değildir (T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2013). Aynı oran 2014 raporuna gelindiğinde ancak %37'ye çıkabilmiştir. Böylece kentte önemli bir kirletici olan kömürün hâlihazırda mevcudiyetini koruduğu anlaşılmaktadır. 2015 yılındaki rapor ısrarlı biçimde kentteki kömür kullanımının artmasının hava kalitesini olumsuz etkilediğini belirtmektedir. 2015 yılındaki raporda trafik kaynaklı kirlilikte araç sayısının 463.940'a ulaştığı belirtilmektedir (T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2015). 2016 yılı raporu ve sonraki yıllardaki raporlarda çıktılar benzerdir. 2016 yılında sanayi tesislerinin kentte

mevcudiyetini arttırması emisyon değerlerinde artışa neden olmuştur. Buna motorlu araç sayısındaki artış da eklendiğinde Gaziantep'in emisyon kaynakları sayısının azalmadığı ve yakın gelecekte de azalmayacağı anlaşılmaktadır (T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017).

2.4.2.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Toprak Kirliliği

İncelenen ilk çevre durum raporu olan 2008 yılı raporunda toprak kirliliğine dair vurgulanan önemli nokta tarımsal arazi kullanımı ile ilgilidir. Raporun aktardığı bilgilere göre Gaziantep'te kentsel ve sanayi kaynaklı yok olan tarım arazisi miktarı 6.025 hektardır. Tarım topraklarının amaç dışı kullanımla elden çıkması dışında kentsel ve sanayi atıklarının neden olduğu toprak kirliliği dolayısıyla arazilerin verimsiz duruma gelmesi kaygı verici durumlara ulaşmıştır. Rapor kapsamında toprakla bağlantılı atmosferik kirlenme, kimyasal kirlenme, atıklardan kaynaklı kirlenme ve mikrobiyal kirlenme konusunda herhangi bir bilgiye ulaşamamıştır (T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2008). 2010 yılı raporunda da toprak kirliliğine dair vurgular 2008 yılındakiyle benzerdir. 2012 yılında ise toprak kirliliğine yönelik somut bir tespiti rastlanılmamıştır. 2018 yılına kadar gelinen süreçte somut bir toprak kirliliği tespiti yapılmamıştır.

2.4.3.2008-2020 Yılları Arasında Gaziantep Çevre Durum Raporlarında Su Kirliliği

2008 yılında yayımlanan Gaziantep mevcut durum raporunda su kaynaklarının kirlilik etkenleri ile ilgili bilgiler verilmemiştir. Pestisitlerin neden olduğu su kirliliği, gübrelerin neden olduğu su kirliliği, azot ve fosforun yol açtığı su kirliliği hakkında bilgi temin edilememiştir. Ayrıca deterjanların neden olduğu su kirliliğiyle ilgilide bilgiler mevcut değildir. Diğer yıllarda yayımlanan mevcut durum raporlarında da aynı şekilde bilgiler temin edilememiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GAZİANTEP ŞEHRİNDE ÇEVRESEL KİRLİLİK

PARAMETRELERİ VE YORUMLANMASI

3.1. Alınan Toprak ve Bitki Örneklerine Ait Lokasyonlar ve Tanımlayıcı Özellikleri

3.1.1. Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) Örneği

Örnekleme alınan ve analizi gerçekleştirilen ilk toprak ve bitki örneği (Fotoğraf 3.1 ve Fotoğraf 3.2) Cebeler Mahallesi Burç Yolu güzergâhıdır. Lokasyonel olarak 37° 1'21.50"K enleminde, 37°16'39.36"D boylamında yer almaktadır. Örneklem alınan bitki ve toprağın bulunduğu alan genel olarak tarım alanına yakındır. Buna ek olarak lokasyon Gaziantep'in Cebeler, Durantaş gibi daha önceden köy statüsünde olan yerleşmelerinin gidiş güzergâhında kalmaktadır. Bu açıdan örneklem alınan noktanın işlek olmayan yol güzergâhının kenarında kaldığı belirtilmelidir. Toprak örnekleme toprağın 30 cm altından alınmış ve aynı alanda bulunan servi ağaçlarından (Cupressus) analiz için örnekler toplanmıştır.



Fotoğraf 3.1.Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) alınan toprak rneği



Fotoğraf 3.2. Cebeler Mahallesi (Burç Yolu) alınan bitki rneği

3.1.2. Mavikent Mahallesi Örneği

Örnekleme alınan ikinci nokta Mavikent Mahallesindedir (Fotoğraf 3.3. ve Fotoğraf 3.4.). Toprak örneğinin alındığı lokasyon $37^{\circ} 0'23.12''K$ enleminde ve $37^{\circ}22'36.40''D$ boylamında; bitki örneği ise $37^{\circ} 0'45.09''K$ enleminde $37^{\circ}22'34.97''D$ boylamında yer almaktadır. Genel olarak toprak ve bitki örneklerinin alındığı noktaların üç temel özelliği bulunmaktadır. Bunlardan birincisi lokasyonun çevresinin kentsel gelişimin son 10 yılda hızlandığı Akkent ve Mavikent bölgesinin tam ortasında kalmasıdır. Dolayısıyla çevresindeki konut yoğunluğunun fazla olduğu söylenebilir. İkinci olarak ise Mavikent Oto Sanayi'nin örneklerin alındığı lokasyona yakın olmasıdır. Üçüncü olarak ise lokasyon 0-54 Gaziantep Çevre Yolu'nun Mavikent bağlantı noktasında yer almakta ve trafik yoğunluğunun fazlalığıyla öne çıkmaktadır. Bu üç özellik ikinci örneklem noktasının temel karakteristiğini oluşturmaktadır.



Fotoğraf 3.3. Mavikent Mahallesi'nden alınan toprak örneği



Fotoğraf 3.4. Mavikent Mahallesi'nden alınan bitki örneğinin bulunduğu Özdemir Caddesi.

3.1.3. Yeşilkent Mahallesi (Yeşilkent Mezarlık ve Çevresi) Örneği

Bitki ve toprak örneklerinin alındığı üçüncü lokasyon Yeşilkent Mahallesinde yer almaktadır (Fotoğraf 3.5. ve Fotoğraf 3.6.). $37^{\circ} 0'52.24''K$ enleminde ve $37^{\circ}24'53.27''D$ boylamında kalmaktadır. Örneklemin alındığı noktanın temel özelliği mezarlık alanına komşu olmasıdır.



Fotoğraf 3.5. Yeşilkent Mahallesi'nden (Yeşilkent mezarlık ve çevresi) alınan toprak örneği



Fotoğraf 3.6. Yeşilkent Mahallesi'nden (Yeşilkent mezarlık ve çevresi) alınan bitki örneği

3.1.4. Şirinevler Mahallesi (KÜSGET Sanayi Sitesi Civarı) Örneği

Toprak ve bitki örneklerinin alındığı dördüncü lokasyon Şirinevler Mahallesi'nde yer almaktadır (Fotoğraf 3.7.). Toprak örneği $37^{\circ} 3'33.51''\text{K}$ enleminden ve $37^{\circ}24'54.95''\text{D}$ boylamının bulunduğu noktadan alınmıştır. Bitki örneği ise $37^{\circ} 3'46.21''\text{K}$ enleminden ve $37^{\circ}25'0.24''\text{D}$ boylamından alınmıştır. Bitki ve toprak örneklerinin en temel özelliği KÜSGET Sanayi Sitesi'nin alanı domine etmesidir. Ayrıca örneklerin alındığı alanda bulunan Abdülkadir Konukoğlu Bulvarı'nın batı kısmı gecekondu alanlarından, kuzeyi ise Seyrantepe Mahallesi'nde bulunan toplu konut alanlarından oluşmaktadır.



Fotoğraf 3.7. Şirinevler Mahallesi'nden (KÜSGET Sanayi Sitesi Civarı) alınan toprak örneği

3.1.5. Karacaahmet Mahallesi (Gaziantep Otogar Civarı) Örneği

Örneklemin alındığı bitki (Fotoğraf 3.8.) $37^{\circ} 6'9.02''K$ enleminde, $37^{\circ}23'44.19''D$ boylamında, toprak örneği ise $37^{\circ} 6'12.52''K$ ve $37^{\circ}23'31.77''D$ boylamında yer almaktadır. Lokasyonun alındığı alanın temel özelliği Gaziantep Otogarı'na olan yakınlığıdır. Ayrıca M1 Tepe Alışveriş Merkezi örneklerin alındığı lokasyonun civarında bulunmaktadır. Bu iki parametre, örneklerin çevresinin yaya ve araç hareketliliği açısından fazla olmasını sağlamıştır.



Fotoğraf 3.8. Karacaahmet ve çevresinden (Otogar Civarı) alınan bitki örneği

3.1.6. Dülük Çevresi (Başpınar Organize) Örneği

Toprak ve bitki örneklerinin alındığı alan şehrin kuzeyinde yer almaktadır (Fotoğraf 3.9. ve Fotoğraf 3.10.). Enlem olarak $37^{\circ} 8'31.10''K$ değerlerinde boylam olarak $37^{\circ}22'3.00''D$ değerlerinde bulunur. Lokasyonun temel özelliği Başpınar Organize Sanayi Bölgesi'nin alanı domine etmiş olmasıdır. Sanayi alanında çok farklı sektörlerden firmalar faaliyet göstermekte, bu durum alanda tır, kamyon gibi büyük taşıtların aktif olmasına neden olmuştur. Buna ek olarak Hasan Kalyon Stadyumu örneklerin alındığı noktaya yakındır. Bu durum özellikle maç günlerinde yaya ve araç trafiğinin artışında etkindir.



Fotoğraf 3.9.Dülük çevresinden (Başpınar Organize) alınan toprak örneği



Fotoğraf 3.10. Dülük çevresinden (Başpınar Organize) alınan bitki örneği

3.1.7. 15 Temmuz Mahallesi (Üniversite Civarı) Örneği

Bitki ve toprak örneklerinin alındığı yedinci lokasyon 15 Temmuz mahallesinde yer almaktadır (Fotoğraf 3.11. ve Fotoğraf 3.12.). $37^{\circ} 2'46.73''K$ enleminde, $37^{\circ}18'27.79''D$ boylamında bulunur. Alanın temel özelliği konut gelişiminin yeni olması, alanda bulunan konut dokusunun iki katlı villa tipi yapılardan oluşmasıdır. Gaziantep Üniversitesi merkez kampüsü alanın bulunduğu lokasyonun bitişiğindedir.



Fotoğraf 3.11. 15 Temmuz Mahallesi'nden (Üniversite Civarı) alınan toprak örneği



Fotoğraf 3.12. 15 Temmuz Mahallesi'nden (Üniversite Civarı) alınan bitki örneği

3.1.8. Fidanlık Mahallesi (Battalhöyük Civarı) Örneği

Sekizinci toprak ve bitki örneğinin alındığı lokasyon Fidanlık Mahallesi'nde yer almaktadır. $37^{\circ} 3'39.45''K$ enleminde, $37^{\circ}20'10.93''D$ boylamında bulunur. Alanın spesifik ayırt edici özelliği olmamakla birlikte konut yoğunluğunun örneklemin alındığı lokasyonun çevresinde fazlaştığı söylenebilir.

3.1.9. Çamlıca Mahallesi (Nuripazarbaşı) Örneği

Toprak örneğinin alındığı lokasyon $37^{\circ} 3'17.18''K$ enleminde, $37^{\circ}22'38.43''D$ boylamındadır. Bitki örneğinin alındığı lokasyon $37^{\circ} 3'4.94''K$ enleminde, $37^{\circ}22'45.48''D$ boylamında yer almaktadır (Fotoğraf 3.13. ve Fotoğraf 3.14.). Alanın ayırt edici en temel özelliği yoğun bir konut yapısının mevcut olmasıdır. Özellikle gecekondü tipi yapıların fazlalığı dikkat çekmektedir. Ayrıca Özdemir Bey Caddesi'nin trafik yoğunluğunun artışında etken olduğu belirtilmelidir.



Fotoğraf 3.13. amlıca Mahallesi'nden alınan toprak rneği



Fotoğraf 3.14. amlıca Mahallesi'nden alınan bitki rneği

3.1.10. Eydiababa Mahallesi (Karşıyaka) Örneği

Toprak ve bitki örneklerinin alındığı son lokasyon Eydibaba Mahallesi'nde yer almaktadır (Fotoğraf 3.15. ve Fotoğraf 3.16.).Toprak örneği $37^{\circ} 4'34.75''K$ enleminde, $37^{\circ}23'2.98''D$ boylamında; bitki örneği ise $37^{\circ} 4'36.26''K$ enleminde, $37^{\circ}22'53.74''D$ boylamında bulunur. Alanın temel özelliklerinin başında lokasyonun ve çevresinin kentsel dönüşüm alanı ilan edilmiş olmasıdır. Bu nedenle alanda gecekonduya dayalı konut yapıları yıkılmakta, yeni yapıların inşaatı için zemin hazırlanmaktadır. Alan ayrıca 1938 Jansen Planı'nda önerilen konut alanı olma özelliğine de sahiptir. Bu açıdan alandaki kentleşme sürecinin eski olduğu söylenebilir. Örneklerin alındığı alanın kuzeyi çok büyük oranda gecekondularla yerleşmesi vasfı taşımaktadır.



Fotoğraf 3.15. Eydiababa Mahallesi'nden alınan toprak örneği



Fotoğraf 3.16. Eydiababa Mahallesi'nden alınan bitki örneği

3.2. Bulgular ve Analiz

Gaziantep kentinde 10 farklı noktadan alınan toprak ve bitki örnekleri laboratuvar ortamında ağır metaller açısından incelenmiş ve kirlilik durumları tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular farklı alanlarda farklı ağır metallerin yoğunlukta olduğunu göstermiştir. Isı haritası kümeleme yöntemi (Heat-map clustering analysis) kullanılarak Kurşun (pb), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Demir (Fe), Çinko (Zn), Krom (Cr) ve Mangan (Mn) olmak üzere çevre kirliliğinde etkin olan 9 ağır metalin analizi yapılmıştır.

Bakır ağır metalinin ilgili literatürde yoğunlaşması birkaç faktöre bağlanmaktadır. Bunlar endüstriyel faaliyetler, fosfatlı gübre kullanımı, araç emisyonlarıdır (Singh, Raju, & Nazneen, 2015; Chen, Chang, Liu, Clevers, & Kooistra, 2015; Wu, Zhou, & Li, 2011; Skordas & Kelepertsis, 2005). Yapılan analizler sonucunda topraktaki Bakır (Cu) yoğunlaşmasının 3 ana lokasyonda belirdiği görülmüştür. Bunlar farklı mevsimlerde Karacahmet Mahallesi (Gaziantep Otogar Civarı), 15 Temmuz Mahallesi (Üniversite Civarı), Cebelerdir (Burç Yolu). Yoğunlaşan değerlere bakıldığında Gaziantep Otogar çevresinde sonbahar mevsiminde 2.55 mg/kg, kış mevsiminde 2.39 mg/kg düzeyinde; üniversite civarında ilkbahar mevsiminde 2.22 mg/kg; Burç yolunda 1.85 mg/kg düzeyinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2.). Bu 3 lokasyon arasında özellikle Otogar ve çevresinde bakır (Cu) yoğunlaşmasının ana nedeninin trafik ve çevredeki hafif sanayi kuruluşlarından kaynaklandığı düşünülmekte, buna karşılık üniversite ve burç yolu güzergahında Bakır (Cu) yoğunlaşmasını anlamlı kılacak herhangi bir parametrenin olmadığı düşünülmektedir. Bakır (Cu) ağır metalinin alınan bitki örnekleri açısından değerlerine bakıldığında yoğunlaşmanın yaz mevsiminde Başpınar Sanayi Bölgesi'nde (1.51 mg/kg) ve Burç yolunda (1.50 mg/kg) yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 3.2.).

Toprak ve bitki örnekleri açısından analizi yapılan bir diğer ağır metal Kobalt (Co)'dur. İlgili literatürde yapılan çalışmalarda topraktaki kobalt yoğunlaşmasını sanayi faaliyetlerine bağlayan çalışmalar olduğu gibi (Adiloğlu & Sağlam, 2015; Krishna & Govil, 2005), toprak ve bitkide kobalt yoğunlaşmasını (Hoodaji, Tahmourespour, & Amini, 2010) ele alan çalışmalar da bulunmaktadır. Yapılan analizler sonucunda toprakta Eydibaba Mahallesi (Karşıyaka civarı) sonbahar mevsiminde 2.31 mg/kg; sonbaharda Mavikent'te 2.30 mg/kg değerlerinde yoğunlaşma tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Her iki lokasyonun kobalt birikimi açısından farklı nedensellikleri olduğu düşünülmektedir. Öncelikle Mavikent ve civarının fonksiyonel olarak iki farklı özelliği bulunmaktadır. Birincisi toprak ve bitki örneklerinin alındığı lokasyon Karataş, Akkent ve Mavikent mahallerinin ortasında yer almaktadır. Bu üç mahalle Gaziantep'in sonradan gelişmiş planlı mahalleridir. Bu mahallerde konut yoğunluğu fazladır ve Gaziantep'in nüfus açısından en kalabalık yerlerini oluşturmaktadır. İkincisi ise Mavikent ve civarında yer alan oto sanayi faaliyetleri endüstriyel faaliyetler sonrasında yoğunlaşan ağır

metallerin ana nedenlerinden biridir. Buna ek olarak bu alandan alınan bitki ve toprak lokasyonları 0-54 Gaziantep Çevre Yolunun Mavikent bağlantı noktasında yer almaktadır. Bu durum araç trafiğinden kaynaklanan kobalt yoğunlaşmasının bir diğer nedenidir. Kobalt (Co) yoğunlaştığı diğer bir lokasyon ise Eydibaba'dır (Karşıyaka civarı). Bu lokasyonun temel özelliği bir kentsel dönüşüm alanı olmasıdır. 1950 sonrası alanda oluşmuş gecekondü yerleşmelerinin birçoğu yıkım aşamasında olduğundan alandaki Kobalt (Co) yoğunlaşmasının fazla olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Demir (Fe) yoğunlaşması da en fazla kış mevsiminde bu lokasyonda belirmiştir (1.72 mg/kg) (Şekil 3.1.). Kobalt (Co) yoğunlaşmasına bitki örneği üzerinden bakıldığında antropojenik faaliyetlerin sonucunda oluşan sanayi faaliyetlerinin başat bir konuma ulaştığı görülmektedir. Kış mevsiminde KÜSGET Sanayi Sitesi civarından alınan bitki örneğinde yoğunlaşma değeri 1.82 mg/kg'dır (Şekil 3.2.).

Yapılan analizler sonucunda topraktaki ağır metaller açısından yoğunlaşan elementlerden biri de kadmiyum (Cd)'dur. Literatürde kadmiyum (Cd) üzerine yapılan çalışmalar (Zhou & Wang, 2019; Hu, Liu, Bai, Shih, Y. Zeng, & Cheng, 2013; Chen, Xia, Zhao, & Zhang, 2010; Hutton, 1983) kadmiyum (Cd) ağır metalinin yoğunlaşmasını trafik, sanayi ve kömür kullanımına bağlamaktadır. Bunlara ek olarak Polat, (2011)'de kadmiyumun yoğunlaşmasını kömür kullanımı ve endüstriyel üretim aşamasında ortaya çıkan baca gazlarına bağlamaktadır (Polat, 2011: 21). Yapılan toprak analizi literatürle benzerlikler göstermektedir. Çamlıca Mahallesi'nde kadmiyum (Cd) yoğunlaşmasının kış aylarında 2.06 kg/mg olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Yapılan gözlemlerde Çamlıca ve civarındaki Nuripazarbaşı Mahallesi'nde gecekondü tipi konutların yaygın olduğu ve buralarda ısınma olarak sobanın kış aylarında aktif olarak kullanıldığı görülmüştür. Sonuç olarak bu lokasyonda kış aylarında kadmiyum (Cd) ağır metalinin yoğunlaşması fazla miktarda kömür kullanımıyla yakından ilişkilidir. Ayrıca KÜSGET Sanayi Sitesi'nde kadmiyum yoğunluğunun kış mevsiminde 1.93 mg/kg değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu değer yoğunlaşmasının nedeni sanayi faaliyetleri sonucunda oluşan baca gazlarından kaynaklanmaktadır. Kadmiyum yoğunluğu Çamlıca toprak örneğinde yaz mevsiminde 1.58 kg/mg; KÜSGET örneğinde ise ilkbaharda 1.83 kg/mg oranında yoğunlaşmıştır (Şekil 3.1.). Alınan bitki örneklerine bakıldığında ise kadmiyum (Cd) yoğunlaşmasının Karacaahmet (Gaziantep Otogarı) civarında

anlamli şekilde yoğunlaştığı görölmektedir. Burada yaz mevsiminde bu lokasyondan alınan örnekte Kadmiyum (Cd) yoğunluğunun 2.45 mg/kg, ilkbahar mevsiminde ise 2.32 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2.). Özellikle Otogar civarında şehirlerarası faaliyet yürüten firma sayısının fazlalığı otobüs hareketliliğinin de artmasına ve bunun da bitkiler üzerindeki kadmiyum (Cd) yoğunlaşmasının fazla olmasına sebebiyet vermiştir.

3.2.1. Kurşun

Büyük ölçüde sanayi faaliyetlerine ve motorlu taşıtların egzoz salınımı ile fren aşınmasına bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan bu ağır metal Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de bitkide yoğun olarak gözlemlenmiştir. Yoğunlaşan kurşun değerinin en önemli nedeni doğrudan sanayi faaliyetleri iken, diğer nedeni de sanayi faaliyetleri sonucundaki daha dolaylı oluşan etkilere dir. Yapılan analizlerde yaz ayında, topraktaki kurşun (Pb) yoğunluğunun en yüksek 1.56 mg/kg oranında olduğu ve Burç Yolu hariç 9 lokasyonda anlamli şekilde ayrıştığı tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise Kurşun (Pb) yoğunluğu en yüksek 1.50 mg/kg olarak belirlenmiştir. Topraktaki yoğunlukta olduğu gibi bitkide de Kurşun (Pb) yoğunluğu Otogar ve Üniversite bölgeleri hariç diğer bütün lokasyonlarda en az bir mevsim artı değer göstermiştir. Topraktaki en yüksek Kurşun (pb) değeri Başpınar Sanayi Bölgesi’de yaz, Batalhöyük’te kış ve yaz mevsimlerinde tespit edilmiştir. Bitkideki en yüksek Kurşun (Pb) yoğunluğu ise Batalhöyük’te yaz, KÜSGET’te İlkbahar, Kış, Sonbahar ve yaz mevsimlerinin hepsinde anlamli şekilde var olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2.).

3.2.2. Kadmiyum

Endüstriyel faaliyetler ve fosil yakıtlar, özellikle kömürün yanması ile açığa çıkmaktadır. Boya sanayisi diğer yayılım kaynağıdır. Bu kaynaklara bağlı olarak kadmiyum ağır metalinin Gaziantep ve yakın çevresinde bitki ve toprakta yoğun miktarda olduğu tespit edilmiştir. Kentte kadmiyum yayılımına neden olan temel faktörlerden biri sanayi faaliyetleriyken diğer neden ise kömür yakılmasıdır. Yapılan analizlerde toprakta kadmiyum yoğunluğunun en yüksek kış mevsiminde 2.06 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise kadmiyum (Cd) yoğunluğu en

yüksek 2.45 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek kadmiyum değeri Çamlıca Mahallesinde kış, KÜSGET bölgesinde kış ve ilkbahar mevsiminde ortaya çıkmıştır. Bitkideki en yüksek Kadmiyum (cd) yoğunluğu ise otogar bölgesinde yaz ve ilkbahar mevsimlerinde anlamlı şekilde var olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2.).

3.2.3. Kobalt

Genel olarak sanayi faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan kobalt (Co) ağır metali Gaziantep şehri ve yakın çevresinde hem toprakta hem de bitkide yoğun olarak gözlemlenmiştir. Yoğunlaşan kobalt değerinin ana nedeni doğrudan sanayi faaliyetleridir. Yapılan analizlerde sonbahar mevsiminde, topraktaki Kobalt (Co) yoğunluğu 2.31 mg/kg oranındadır (Şekil 3.1.). Bitkide ise Kobalt (Co) yoğunluğu en yüksek 1.82 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek Kobalt (Pb) değeri Karşıyaka ve Mavikent Bölgesi'nde sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Bitkideki en yüksek Kobalt (Co) yoğunluğu ise KÜSGET'te kış ve yaz mevsimlerinde belirlenmiştir.

3.2.4. Bakır

Sanayi faaliyetlerine ve motorlu taşıtların egzoz salınımı ile kanalizasyon atıklarına bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan bu ağır metal Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de bitkide yoğun olarak gözlemlenmiştir. Yoğunlaşan bakır değerinin temel nedenlerinden biri sanayi faaliyetleriyken, diğer nedeni de sanayi faaliyetleri sonucundaki daha dolaylı oluşan etkilere dir. Yapılan analizlerde topraktaki Bakır (Cu) yoğunluğunun en yüksek sonbahar mevsiminde, 2.55 mg/kg oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise Bakır (Cu) yoğunluğu en yüksek 1.51 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek Bakır (Cu) değeri Otogar Bölgesi'nde sonbahar ve kış mevsimlerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkideki en yüksek Bakır (Cu) yoğunluğu ise Başpınar Bölgesi'nde yaz, mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 3.2.).

3.2.5. Çinko

Sanayi faaliyetlerine ve motorlu taşıtların egzoz salınımı ile fren aşınmasına ve kanalizasyon atıklarına bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan Çinko ağır metali Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de

bitkide yoğun olarak gözlemlenmiştir. Yoğunlaşan Çinko değerinin en önemli nedeni doğrudan sanayi faaliyetleri iken, diğer nedeni de trafik yoğunluğu sonucunda oluşan etkililerdir. Yapılan analizlerde topraktaki Çinko (Zn) yoğunluğunun en yüksek sonbahar mevsiminde, 1.56 mg/kg oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise Çinko (Zn) yoğunluğu en yüksek 2.35 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek Çinko (Zn) değeri Yeşilkent Bölgesin’de sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkideki en yüksek Çinko (Zn) yoğunluğu ise Yeşilkent Bölgesi’nde kış mevsiminde ortaya çıkmıştır (Şekil 3.2.).

3.2.6. Krom

Ağırlıklı olarak sanayi faaliyetlerine özellikle kimya ve boya sanayisine bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan Krom ağır metali Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de bitkide yoğun miktarda tespit edilmiştir. Yoğunlaşan krom değerinin en önemli nedeni doğrudan sanayi faaliyetleriyken, diğer nedeni de sanayi faaliyetleri sonucundaki daha dolaylı oluşan etkililerdir. Yapılan analizlerde ilkbahar mevsiminde, topraktaki krom (Cr) yoğunluğunun 1.72 mg/kg oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise krom (Cr) yoğunluğu en yüksek 2.47 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek krom (Cr) değeri Çamlıca Mahallesi ve Başpınar Bölgesi’nde ilkbahar, mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkideki en yüksek Krom (Cr) yoğunluğu ise Burçyolu’nda ve Üniversite civarında ilkbahar mevsiminde anlamlı şekilde var olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2.).

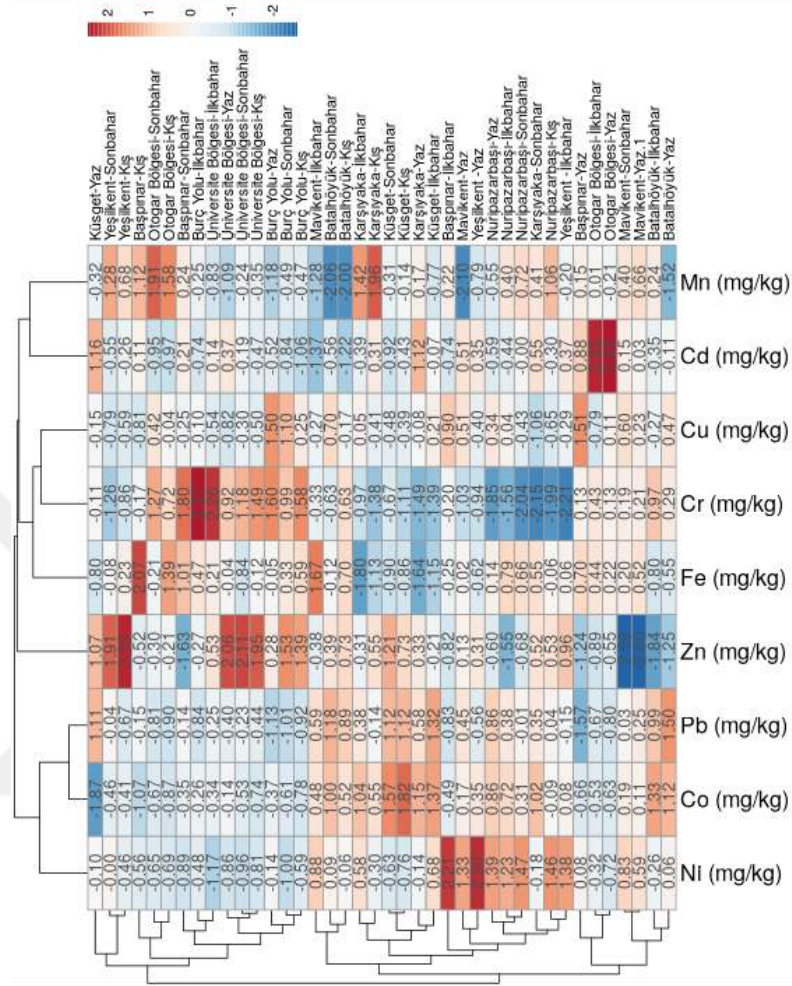
3.2.7. Mangan

Büyük ölçüde sanayi faaliyetlerine özellikle kimya sanayisine bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan Mangan ağır metali Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de bitkide yoğun olarak tespit edilmiştir. Yoğunlaşan mangan değerinin en önemli nedeni sanayi faaliyetleriyken, diğer nedeni ise bu faaliyetler sonucundaki daha dolaylı oluşan etkililerdir. Yapılan analizlerde yaz mevsiminde, topraktaki Mangan (Mn) yoğunluğunun en yüksek 1.84 mg/kg oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise Mangan (Mn) yoğunluğu en yüksek 1.96 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek Mangan (Mn) değeri Başpınar Sanayi Bölgesi’de kış ve sonbahar mevsimlerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkideki en yüksek Mangan (Mn) yoğunluğu ise Karşıyaka’da kış,

Otogar Bölgesi'nde kış ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı şekilde var olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2.).

3.2.8. Nikel

Sanayi faaliyetlerine ve motorlu taşıtların egzoz salınımı ile lastik aşınmasına bağlı olarak ortaya çıkan, toprak ve bitkide yoğunlaşan nikel ağır metali Gaziantep şehri ve yakın çevresinde de hem toprakta hem de bitkide yoğun olarak gözlemlenmiştir. Yoğunlaşan nikel değerinin en önemli nedeni doğrudan sanayi faaliyetleri iken, diğer nedeni de motorlu taşıtlardır. Yapılan analizlerde kış mevsiminde topraktaki Nikel (Ni) yoğunluğunun 1.64 mg/kg oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkide ise Nikel (Ni) yoğunluğu en yüksek 2.31 mg/kg olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2.). Topraktaki en yüksek Nikel (Ni) değeri Batalhöyük civarında kış ve yaz mevsimlerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Bitkideki en yüksek Nikel(Ni) yoğunluğu ise Yeşilkent'te yaz, Başpınar'da İlkbahar mevsiminde yoğun olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Yapılan analizler sonucunda bitkide çeşitli ağır metallere göre oluşan gruplar ve ağır metal değerleri

3.3.Tartışma

Çalışmada özellikle KÜSGET ve Başpınar Sanayi Bölgeleri'ne hem toprak hem bitkilerdeki ağır metal yoğunluğu ayrışma eğilimiyle öne çıkmaktadır (Şekil 3.3. ve Şekil 3.4.). Bu durum yoğun sanayi faaliyetleri ile ilişkili görülmektedir. Her iki ana grupta farklı ağır metallerin çevresel kirlilikte yoğun olarak karşımıza çıkması KÜSGET, Otogar ve Başpınar Sanayi Bölgelerinde yürütülen sanayi faaliyetlerinin çeşitliliği ve yoğun araç trafiğinden kaynaklanmaktadır. Özellikle KÜSGET ve Başpınar Sanayi Bölgesi'nde farklı sektörlerde faaliyet yürüten tesislerin varlığı ağır metallerin farklılık göstermesi ve yoğunluğunun değişiminde etkili olmaktadır. Başpınar Organize Sanayi Bölgesi'nde gıda, tekstil, geri dönüşüm, makine teçhizat, kimya, plastik-ambalaj ve diğer adıyla gruplanan farklı sektörlerde faaliyet yürüten 1000'den fazla firma bulunmaktadır. KÜSGET Sanayi Sitesi'nde ise 60 meslek grubundan 2400 işyeri bulunmaktadır. 4 bölümden oluşan sitede A bölgesinde karışık esnaflar yani tornacı, kasacı ve bakır gibi imalat üzerine çalışan işletmeler; B bölgesinde oto tamir, kaporta, boya, elektrik, döşeme başta olmak üzere otomotiv sektörü; C bölgesinde mobilya, marangoz, gibi ağaç işleri; D bölgesinde ise lastik ve torna başta olmak üzere karışık işletmeler bulunmaktadır. İşletmelerin faaliyetleri sonucu yayılan ağır metaller buralara yakın yerlerden alınan örneklerin değerlerinin diğer lokasyonlara göre yukarı seviyelerde olmasına neden olmuştur.

İlgili literatürden hareket edilerek yapılan çalışmalarda sanayi bölgelerinde kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) elementlerinin fazlalaştığı görülmüştür. Bu tip yoğunlaşma antropojenik kökenli olup, sanayi faaliyetlerinin sonucunda oluşmaktadır (Li, et al., 2013; Hu, Liu, Bai, Shih, Y. Zeng, & Cheng, 2013; Wu, Zhou, & Li, 2011; Mohammad, et al., 2020). Daha spesifik hareket edildiğinde örneğin kurşun elementinin sanayi bölgelerinde yoğunlaşması (Li, et al., 2013)'de aktarılmaktadır. Çalışma Tiexi Sanayi Bölgesi'nde ağır metal toprak kirliliğinin mevcut durumunu araştırmıştır. Toprağın 15 cm altından alınan örneklerde Pb, Cu, Cr, Zn, Mn, Cd, As ve Hg ağır metallerinin yoğunlaşma durumları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular ağır metal yoğunlaşmasının ağırlıkla antropojenik kökenli olduğunu ve sanayi faaliyetlerinin sonucunda meydana geldiğini belirtmiştir. Analiz sonucunda Kurşun (Pb) yoğunluğunun diğer ağır metallere göre daha yoğun olduğu belirtilmiştir. Mohammad, et al., (2020)'de yapılan ölçümler sonucunda elde edilen

bilgilere göre As, Cd, Pb ağır metal yoğunluğunun yer kabuğundaki ortalama yoğunluktan yüksek olduğu belirtilmiştir. ABD ve EPA standartlarına göre ise As ve Pb'nin topraktaki birikimi standartların üzerinde olduğu belirtilmiştir (Mohammad, et al., 2020). Benzer durumu, bu çalışmada yoğun sanayi faaliyetlerinin yürütüldüğü KÜSGET ve Başpınar Sanayi Bölgesindeki bitki örneklerinden alınan numunelerde görmek mümkündür. Buna karşılık yoğun sanayi faaliyetleri yürütülen aynı bölgelerdeki toprak numunelerinde özellikle Başpınar Sanayi Bölgesi'nde Mangan (Mn), Demir (Fe), Krom (Cr) ve Kurşun (Pb) daha fazla ön plana çıkmaktadır (Şekil 3.1). Başpınar Organize Sanayi Bölgesi'nde toprakta kurşun ağır metalinin yoğunlaşması üretim sonucunda elde edilen malların taşınması için kullanılan büyük araçlarla yakından bağlantılıdır. Tır, kamyonet gibi araçların yapılan gözlemlerde toprak örneğinin alındığı alanı oldukça aktif kullandığı tespit edilmiştir. Nitekim yapılan birçok çalışmada da (Kahvecioğlu, Kartal, Güven, & Timur, 2003; Flores & Castellon, 1982; Gloag, 1981) topraktaki kurşun (Pb) yoğunlaşması sanayileşme ve araç kullanımının artışıyla bağlantılıdır. KÜSGET Sanayi Bölgesinde hem toprak hem bitki numunelerinde ise Kadmiyum (Cd) ve Çinko (Zn) daha fazla yoğunluktadır (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.). Bu durum büyük ölçüde motorlu taşıtların geçiş yoğunluğu ve sanayi tesislerindeki faaliyetlerin farklılıklarından kaynaklanmaktadır.

Bu iki önemli sanayi bölgesi arasında kalan Otogar ve çevresi ise hem yoğun araç trafiği hem de yerleşim alanı ve yer yer sanayi tesisleri ile çevrelenmiştir. Dolayısıyla yoğun araç trafiğine bağlı olarak Otogar ve çevresinde, toprak numunelerinde motorlu taşıtların egzoz dumanı ve fren aşınmalarına bağlı olarak ortaya çıkan Bakır (Cu) yoğun olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Otogar ve çevresinde, bitkideki ağır metal yoğunluğuna baktığımızda ise sanayi faaliyetleri, lastik yanması, dizel yakıtlar ve özellikle soba kömürü yanmasına bağlı olarak ortaya çıkan Kadmiyum (Cd) yoğun olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2). Böylece yoğun araç trafiğine maruz kalan ve aynı zamanda hem gecekonduların yakınlığı hem de sanayi bölgeleri arasında kalan Otogar ve çevresinde, motorlu araçların egzoz salınımı, sanayi faaliyetleri ve yakın gecekondular alanlarındaki soba kömürü kullanımı nedeniyle toprak ve bitki numunelerinde Bakır (Cu), Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd) yoğun tespit edilmiştir (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.).

Çalışmada sanayi bölgelerinden uzak ve aynı zamanda gecekondu alanı olan Çamlıca Mahallesinde ise toprak numunelerinde, fosil yakıtlardan özellikle kömür yakılmasına bağlı olarak Kadmiyum (Cd) çok yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Kış mevsiminde, topraktaki bu yüksek Kadmiyum (Cd) yoğunluğu tamamen ısınmak amacıyla yoğun kömür kullanımına bağlıdır. Nitekim diğer mevsimlerde sobada kömür kullanımı olmadığı için topraktaki Kadmiyum (Cd) değerleri de düşmüştür.

Yerleşim alanı ve ana ulaşım güzergâhlarına yakın olan Batalhöyük'te, toprak numunelerinde Kobalt (Co), bitkide ise Kurşun (Pb) yoğun olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Petrol ve kömür kullanımına bağlı yoğunluk kazanan Kobalt (Co) ile ulaşımında özellikle kurşunlu benzin kullanımına bağlı ortaya çıkan Kurşunun (Pb) bu alanda yoğun olması alanın lokasyonu ile uyumlu görünmektedir. Dolayısıyla Batalhöyük'te kirlilikteki temel faktör yerleşim alanlarında ve ulaşımında kullanılan fosil yakıtlar etkili görülmektedir.

Çalışmada numune alınan alanlardan biri de Mavikent'tir. Bir taraftan çevreyolu, diğer taraftan oto sanayi sitesi ve Mavikent yerleşim siteleri ile çevrili olan bu alanda, toprak numunelerinde daha çok fosil yakıtlara bağlı olarak ortaya çıkan Kobalt (Co) yoğunluktadır (Şekil 3.1). Bitkide ise Demir (Fe) yoğunluğu oldukça yüksek çıkmıştır (Şekil 3.2). Bunlar dışındaki diğer ağır metal yoğunluğu oldukça düşüktür. Bitkide yoğun olarak bulunan Demir (Fe) her ne kadar bir anlam ifade etmiyorsa da toprak numunelerindeki Kobalt (Co) yoğunluğu çevredeki beşeri faaliyetler ile anlamlı görülmektedir.

İpekyolu üzerinde bulunan Karşıyaka Bölgesi'nden (Eydibaba) alınan toprak numunelerinde en yüksek yoğunlukta Kobalt (Co) tespit edilmiştir. Bitkide ise Mangan (Mn) yoğunluktadır. Diğer ağır metallerin her iki numune türünde yoğunluğu oldukça düşüktür. Bu nedenle gerek otoyol üstünde bulunması gerekse de gecekondu mahalleleri ile çevrili olmasına rağmen ağır metaller açısından düşük yoğunlukta olması anlamsız görünmektedir. Benzer şekilde Burç Yolu üzerinde alınan toprak ve bitki numunelerinde, toprakta motorlu taşıtlara bağlı olarak Bakır (Cu) yoğunluğu anlamlılık ifade ederken (Şekil 3.1), bitkide endüstriyel faaliyetleri bağlı ortaya çıkan Krom (Cr) yoğunluğu anlamsız görünmektedir (Şekil 3.2). Dolayısıyla farklı lokasyonlarda toprak ve bitki numunelerindeki ağır metal yoğunluğu çoğu zaman uyumlu olmamaktadır.

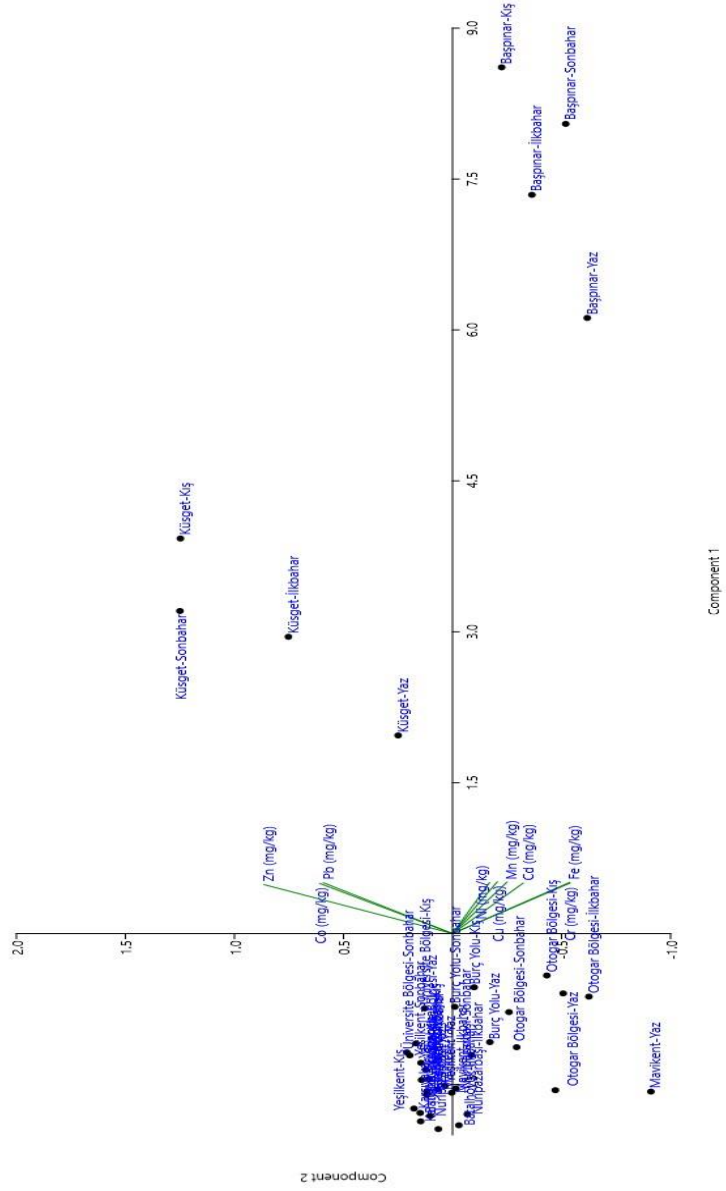
Üniversite çevresinde alınan toprak numunelerinde Bakır (Cu) (Şekil 3.1), bitkide ise Çinko (Zn) yoğunluğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2). Numune alınan alanın çevresel şartları göz önünde bulundurulduğunda her iki ağır metal yoğunluğu da anlamsızdır. Çünkü Üniversite çevresinde numune alınan alanda araç yoğunluğu düşük olduğu gibi sanayi tesislerinden de uzaktır. Hâlbuki alanda yoğun olarak tespit edilen Bakır (Cu) ve Çinko (Zn) motorlu taşıtlara ve yoğun sanayi faaliyetlerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum hava olayları, morfoloji gibi farklı coğrafi parametrelerin etkili olabileceğini göstermektedir.

Yeşilkent Bölgesinden alınan toprak numunelerinde Kobalt (Co) (Şekil 3.1), bitkide ise Çinko (Zn) yoğunluktadır (Şekil 3.2). Hem sanayi hem de ana ulaşım güzergâhlarına uzak olan bu alanda özellikle Çinkonun (Zn) yüksek yoğunlukta olması, üniversite ve çevresinde olduğu gibi anlamsızdır. Bu anlamsızlıkla beraber diğer ağır metallerin yok denecek kadar düşük yoğunlukta olması ise önemli bir anlamlılık ifade etmektedir. Bu durum bu alanın sanayi tesisleri ve ana ulaşım güzergâhlarından uzak olmasıyla yakından ilişkilidir.

Çalışmada ağır metallerin mekânsal dağılımı dışında zamansal (mevsimsel) dağılımı da incelenmiştir (EK 1). İlkbahar, yaz, sonbahar ve kış dönemlerini temsilen alınan bitki ve toprak örneklerine göre, sahada genel olarak nemli dönemde metal konsantrasyonu azalırken, kurak dönemde artma eğilimi göstermiştir. Elde edilen bu bulgu yapılan benzer çalışmalarla (Oluyemi, 2008; Mondol, 2011) uyumludur. Ağır metallerin genel itibarıyla nemli dönemde daha az yoğunluk göstermesi yağış nedeniyle yıkanmaya maruz kalması ve toprak çözeltisinin seyrelmesinin etkisi ile ilgilidir. Kurak dönemde ise metaller, atmosferdeki partiküller ve yapraktan absorpsiyon yoluyla bitkilerin bünyesine taşınır. Böylece, yıkanmama kurak mevsimde toprak ve bitkide metal birikimine yol açar. Ağır metallerle yüklü uçucu kül ve atmosferik partiküller, bitkilerin yapraklarında kolaylıkla birikebilir ve yaprak emilimi yoluyla bitkilerin sistemine geçebilir. Bu yapraktan emilim süreci, bu uçucu küllerin ve partiküllerin bitkilerin yapraklarında kalıcılığı ve yaprakların yağışla yıkanmasının tamamen yokluğu nedeniyle kurak mevsimde daha belirgindir. Bu aynı zamanda kurak mevsimde bitkilerdeki metal konsantrasyonunun artmasına da katkıda bulunabilir. Ayrıca, bitki yapraklarının terleme yoluyla dehidrasyonu ile birlikte topraktan suyun buharlaşması, kök ve yapraklardaki metal konsantrasyonunu artırır.

Ağır metal miktarı ile pH derecesi arasında negatif bir korelasyon vardır. Düşük pH'da metaller toprak çözeltisinde daha fazla çözünür, dolayısıyla bitkiler için daha fazla biyolojik olarak kullanılabilir. Bu nedenle, asitli topraklarda toksisite sorunları alkaline topraklara göre daha şiddetlidir (Yahaya, 2009). Kurak dönemde bitkilerin vejetasyon devresine bağlı olarak büyüme hızlarının artması daha fazla metal konsantrasyonuna yol açar (Ray, 1979).

Topraktaki mikrobiyal aktivite kurak dönem olan yaz mevsiminde fazla olacağından metal seviyesini değiştirebilir. Çevresel faktörlerin metal konsantrasyonlarına etkisi, antropojenik girdilerle karşılıklı ilişkiler nedeniyle daha da karmaşık bir hale gelebilir. Antropojenik girdiler sabit olduğunda doğal çevre faktörleri (ana kaya, iklim, organik madde miktarı, vb.) zamansal dağılımda etkin iken; antropojenik girdilerle metal konsantrasyonunun düzensiz farklılaşması söz konusu olup, kirleticilerin miktarı hem zamansal hem de mekânsal olarak farklılaşabilir. Öte yandan bazı metaller ise bitki tarafından seçici emilime uğrar. Dolayısıyla gerek metal gerekse de bitki türü de birikimin miktarında rol oynamaktadır (Oluyemi, 2008). Çalışmada sanayi faaliyetlerinin ve trafik faktörünün girdi olarak kabul edildiği sahalarda, metal yoğunluğunun zamansal dağılımı farklılıklar göstermekle birlikte genel itibarıyla yazın (kurak dönem) birikim daha belirgin çıkmıştır.



Şekil 3.3. Yapılan analiz sonucunda örneklemelere ait toprak değerlerinin yoğunlaşma durum ları

75

SONUÇ

Özellikle 1980'lerden sonraki dönemde hızlı bir sanayileşme ve nüfuslanmaya giren Gaziantep şehri, kısa sürede 5 tane sanayi bölgesine ulaşmış ve nüfusu da gelen sığınmacılar ile beraber 2,5 milyonu geçmiştir. Bu yoğun sanayileşme ve nüfuslanma doğal olarak çevre üzerindeki baskıyı artırarak birçok çevresel sorunu beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan bir tanesi de yoğun fosil yakıt kullanımı ve sanayileşmeye bağlı olarak toprak ve bitkide ortaya çıkan ağır metal birikimidir. Gaziantep şehri de bu olumsuz durumu yaşayan kentlerden bir tanesidir. Dolayısıyla bu çalışmada hızlı nüfuslanan ve yoğun sanayileşen Gaziantep şehrindeki toprak ve bitkilerdeki ağır metal birikimi ele alınmıştır. Gaziantep'te belirlenmiş 10 lokasyondan alınmış toprak ve bitki numunelerinden hareketle şehrin toprak ve bitkilerdeki ağır metal birikimi ortaya konulmuştur.

Gaziantep'te geçmişten bugüne sanayi fonksiyonunun baskın karakterde olmasını sağlayan organize sanayi bölgeleri, küçük sanayi siteleri çalışmadaki birçok ağır metalin bu alanlara yakın lokasyonlarda ortaya çıkmasında önemli bir etkidir. Sanayi alanlarında yoğunlaşan ağır metallere bağlı olarak oluşan kirlilik bu çalışma kapsamında önceden de tahmin edilmiştir. 10 farklı bitki ve toprak lokasyonunda 4 farklı mevsimde alınmış toplamdaki 80 örnek ampirik olarak bu öngörünün büyük ölçüde doğrulanmasını sağlamıştır. Kuşkusuz ki bu 10 lokasyondaki ağır metal birikimine bağlı gerçekleşen kirlilik düzeyleri farklıdır. Bu durum, toprak ve bitki arasındaki element taşınımının farklı faktörlerden etkilenmesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı her lokasyondaki değerlerin yoğunlaşma düzeyi birbirinden farklı çıkmıştır. Fakat bir genelleme yapmak gerekirse 6 numaralı lokasyona karşılık gelen Dülük (Başpınar Organize Sanayi ve Çevresi) 4 numaralı Şirinevler (KÜSGET Sanayi Sitesi) çevresinin sanayiden kaynaklı ağır metal kirliliğinde ön plana çıktığı anlaşılmıştır. Kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) bunun en somut örneklerini sunmaktadır. Buna karşılık Çamlıca gibi gecekonduların olduğu mahallelerde ise Kadmiyumun (Cd) yoğunlaşması büyük oranda kış aylarındaki kömür tüketimiyle yakından ilgilidir. Bu iki özellik Gaziantep'in genel yapısıyla oldukça uyumlu bir fotoğraf ortaya çıkarmaktadır. Büyük olasılıkla kentin diğer sanayi alanlarından alınacak örneklerde de benzer bir durum ortaya çıkacaktır. İkincisi ise bir gecekondular yerleşmesi olan kentte özellikle ısınmadaki tüketim alışkanlıkları kentin genel kirlilik ortamını belirlemektedir.

Çalışmada genel anlamda toprak ve bitki kirliliğinin hem mevsimsel hem de aynı alanda farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu durum büyük ölçüde bitkinin yaprak kısımlarını kullanmamız ile ilişkili görülmektedir. Ayrıca bitkiler birçok çevresel faktöre bağlı gelişme gösterdiği gibi kendi beslenme şartları da bu farklılıkta rol oynayabilmektedir. Bunun yanında bitkinin yaş düzeyi de ağır metal birikimi üzerinde oldukça etkili olabilmektedir. Toprak ise çevresel baskıdan daha az etkilendiği için alınan numuneler daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu nedenle bu çalışmada topraktaki kirliliğin daha güvenilebilir olduğunu söylemek mümkündür.

Çalışmada her iki numune gurubundan elde ettiğimiz sonuçlara göre her ne kadar net bir ayrışma belirlenememişse de Gaziantep şehrinde, toprak ve bitkideki ağır metal birikimi ve dolayısıyla çevresel kirlilik net bir şekilde tespit edilmiştir. Özellikle şehirde sanayi alanlarının yerleşmeler ile iç içe geçmiş olması toprak ve bitkideki ağır metal birikiminin de karmaşıklaşmasına neden olmuştur. Bunun yanında şehir ve yakın çevresinde sanayi, yerleşme ve ana ulaşım güzergâhlarından uzak olan alanlarda genel olarak toprak ve bitkideki ağır metal birikimi daha düşük düzeydedir. Bu durum Gaziantep şehrindeki toprak ve bitkideki ağır metal birikimin büyük ölçüde sanayi, ulaşım ve yerleşmelere bağlı olduğunu net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak Gaziantep şehrinde toprak ve bitkilerdeki ağır metal birikimi sanayi, yerleşme ve ulaşımına bağlı olarak ortaya çıkan katı, sıvı, gaz halindeki atıklara ile ilişkilidir. Bu kirlilik mevsimsel olarak değişen iklim şartları ve hava sirkülasyonu ile de bağlantılı görünmektedir. Böylece Gaziantep şehri ve yakın çevresinin yaşanabilir daha sağlıklı bir alan haline gelmesi için bu konu ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, R. U., ve Özkul, C. (2020). Investigation of heavy metal pollution in roadside soils and road dusts along the Kütahya–Eskişehir Highway. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 2-11.
- Ackova, D. G. (2018). Heavy metals and their general toxicity on plants. *Plant Science Today*, 5(1), 14-18.
- Adiloğlu, S., ve Sağlam, M. (2015). Karayolu kenarlarındaki tarım arazilerindeki topraklarda ekstrakte edilebilir kobalt (Co) içerikleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15,24-29.
- Ahmed, F., Fakhruddin, A., Toufick Imam, M., Khan, N., Khan, T. A., Mahfuzur Rahman, M., et al. (2016). Spatial distribution and source identification of heavy metal pollution in roadside surface soil: A study of Dhaka Aricha Highway, Bangladesh. *Ecological Process*, 5,2-16.
- Akbulut Zencirci, S., ve Işıklı, B. (2017). Hava kirliliği. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*, 2(2), 24-36.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney, K., ve Kurt, F. (2004). *Çevre kirliliği (çevre biyolojisi)*. Palme Yayıncılık.
- Aksu, L. (1998). Dünya'da ve Türkiye'de nüfus analizleri. *Sosyoloji Konferansları*, (25), 219-311.
- Akyol, M. L. (2019). Kentleşme ve çevre sorunları. *Sağlık-Toplum- Bilim*, (4),63-82.

- Altıkat, A., Ekmekyapar Torun, F., ve Turan Bayram, T. (2011). Küresel kirlilik: Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye’de hava kirliliği örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2),134-148.
- Anyakora, C., Ehianeta, T., ve Umukoro, O. (2013). Heavy metal levels in soil samples from highly industrialized Lagos environment. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 7(9),917-924.
- Asati, A., Pichhode, M., & Nikhil, K. (2016). Effect of heavy metals on plants: An overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 5(3), 55-66.
- BBC. (t.y.). The great smog of London, 1952. BBC Web Sitesi, <https://www.bbc.co.uk/archive/great-smog-of-london/zhjx7nb> (03.06. 2021).
- Bilge, U., ve Çimrin, K. M. (2013).Viranşehir-Kızıltepe Karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19(4), 323-329.
- Cedre (2008). Kara istila. Cedre Web Sitesi, <http://www.marees-noires.com/medias/pdf/version-turque.pdf> (27.07.2021).
- Chen, T., Chang, Q., Liu, J., Clevers, J., ve Kooistra, L. (2015). Identification of soil heavy metal sources and improvement in spatial mapping based on soil spectral information: A case study in northwest China. *Science of the Total Environment*, 565, 155-164.
- Chen, X., Xia, X., Zhao, Y., ve Zhang, P. (2010). Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. *Journal of Hazardous Materials*, 181(1-3), 640-646.
- Chopra, A., Pathak, C., & Prasad, G. (2009). Scenario of heavy metal contamination in agricultural soil and its management. *Journal of Applied and Natural Science*, 99-108.
- Çakır, İ. (2010). 16. yüzyılda Ayıntab şehrinde ailenin demografik yapısı (1539-1576). *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 1-17.
- Çamurcu, H. (2005). Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(13), 87-105.

- Çeken, G., ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2018). Sanayi devrimi öncesi çöp ve atık yönetimi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 6(1), 46-49.
- Çelebi, E. (2011). *Evliya Çelebi Seyahatnâmesi: Kütahya-Manisa-İzmir-Antalya-Karaman-Adana-Halep-Şam-Kudüs-Mekke-Medine 9.Kitap 1.Cilt*. (S. Kahraman, Dü.) Yapı Kredi Yayınları.
- Çepel, N. (1997). *Toprak kirliliği erozyon ve çevreye verdiği zararlar (Cilt 14)*. Tema Vakfı Yayınları.
- Çepel, N. (2000). *Toprak ile söyleşi*. Tema Vakfı Yayınları.
- Çepel, N. (2003). *Ekolojik sorunlar ve çözümleri*. TÜBİTAK.
- Daşdemir, A. (2015). İstanbul Avrupa Yakası Otoban Kenarlarındaki Tarım Arazilerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması.Yayımlanmamışyükseklisans tezi,Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dereli, E., Çakmakçı, M., & Ertürk, A. (2017). Yüzey sularda ağır metallerin etkileri ve ötrofikasyon ile ilişkisi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(4), 214-230.
- De Silva, S., S. Ball, A., Huynh, T., ve M.Reichman, S. (2015). Metal accumulation in roadside soil in Melbourne, Australia: effect of road age, traffic density and vehicular speed. *Environmental Pollution*, 208, 1-8.
- Doğan, M. (t.y.). *Sanayi coğrafyası-ders notu*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Duffus, J. H. (2002). "Heavy metals"-a meaning term? Edinburgh: *International Union of Pure and Applied Chemistry*,74(5), 793-807.
- Erinç, S. (1984). *Ortam ekolojisi ve degradasyonel ekosistem değişiklikleri*. İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Ertürk, H. (1998). *Çevre bilimlerine giriş*. Vıpaş.
- Eroğlu, G.,& Şahiner, M. (2019). *Dünyada ve Türkiye'de manganez*. Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı.

- Filiz, E. (2007). Doğal Kaynaklardan Elde Edilen Adsorbanlarla Sulardan Ağır Metal Giderimi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Flores, M., ve Castellon, E. (1982). Lead and cadmium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density. *Environmental Pollution* (Series B), 4, 281-290.
- Gloag, D. (1981). Pollution and people. *British Medical Journal*, 282, 41-44.
- Görmez, K. (2003). *Çevre sorunları ve Türkiye*. Gazi Kitabevi.
- Gunawardena, J., Ziyath, A. M., Egodawatta, P., Ayoko, G. A., ve Goonetilleke, A. (2015). Sources and transport pathways of common heavy metals to urban road surfaces. *Ecological Engineering*, 77, 98-102.
- Güler, Ç., ve Çobanoğlu, Z. (1994). *Dış ortam hava kirlenmesi*. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Güney, E., Bozyiğit, R., Meydan, A., Kılıç, T., ve Bulut, İ. (2016). *Çevre bilimi (Ekoloji) Sözlüğü*. Çizgi Kitabevi.
- Halkman, A. K., Atamer, M., & Ertas, A. (2000). Endüstri ve çevre ilişkileri. V. *Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, ss. 1029-1047.
- Harasim, P., & Filipek, T. (2015). Nickel in the environment. *Journal of Elementology*, 20(2), 525-534.
- Haque, M., & Subramanian, V. (1982). Copper, lead and zinc pollution of soil environment. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*, (12)1, 13-68.
- Hiatti, V., & Huffs, J. (1975). The environmental impact of cadmium: An overview. *International Journal of Environmental Studies*, 7, 277-285.
- Hoodaji, M., Tahmourespour, A., ve Amini, H. (2010). Assessment of copper, cobalt and zinc contaminations in soils and plants of industrial area in Esfahan city (in Iran). *Environ Earth Sci*, 61, 1353-1360.
- Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Y. Zeng, E., ve Cheng, H. (2013, April). Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three

decades of intense industrialization and urbanization. *Environmental Science and Pollution Research*, 20, 6150-6159.

Hutton, M. (1983). Sources of cadmium in the environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 7, 9-24.

İlhan, A. İ., Balta, T., ve Rasan, G. (t.y.). Hava kirliliği ve asit yağmurlarının çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.

Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68, 167-182.

Kahle, H. (1993). Response of roots of trees to heavy metals. *Environmental and Experimental Botany*, 1, 99-119.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., ve Timur, S. (2003). Metallerin çevresel etkileri-1. *İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Metalurji Dergisi*, 136, 47-53.

Karaca, A., ve Turgay, O. C. (2012, Ocak). Toprak kirliliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2, 1-46.

Karpuzcu, M. (2014). *Çevre kirlenmesi ve kontrolü*. Kubbealtı.

Keleş, R. (1998). *Kentbilim terimleri sözlüğü*. İmge Kitabevi.

Kışlalıoğlu, M., ve Berkes, F. (2010). *Çevre ve ekoloji*. Remzi Kitabevi.

Kocataş, A. (2012). *Ekoloji çevre biyolojisi*. Dora Yayıncılık.

Köktürk, E. (1991). *Doğaya Egemen Olmak Değil Onunla Dost Olmak*. Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Haber Bülteni, İstanbul Bülteni, Yıl: 1, Sayı: 1991/5, Gündem.

Krishna, A., ve Govil, P. (2005). Heavy metal distribution and contamination in soils of Thane–Belapur industrial development area, Mumbai, Western India. *Environ Geol*, 47, 1054-1061.

Li, X., Liu, L., Wang, Y., Luo, G., Chen, X., Yang, X., et al. (2013). Heavy metal contamination of urban soil in an old industrial city (Shenyang) in Northeast China. *Geoderma*, 192, 50-58.

- Mafuyai, G., Kamoh, N., Kangpe, N., Ayuba, S., ve Eneji, I. (2015). Heavy metals contamination in roadside dust along major traffic roads in jos metropolitan srea, Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(5),2224-3216.
- Mahurpawar, M. (2015, September). Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Research-Granthaalayah*, 3(9SE), 1-7.
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., ve Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health Impacts of air pollution: a review. *Public Health*, 8(14), 1-13.
- MGM. (t.y.). Asit Yağmurları ve Etkileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. file:///C:/Users/pc/Desktop//asit-yagmurlari%20meteroloji.pdf, (03.06.2021).
- Miller, G.,ve Spoolman, S. (2009). *Living in the Environment Concepts, Connections, and Solutions Sixteenth Edition*. Brooks/Cole Cengage Learning, Belmont.
- Mohammad, A. A., Zarei, A., Esmailzadeh, M., Taghavi, M., Yousefi, M., Yousefi, Z., Sedighi, F., ve Javan, S. (2020). Assessment of heavy metal pollution and human health risks assessment in soils around an industrial zone in Neyshabur, Iran. *Biological Trace Element Research*, 195, 343–352.
- Mondol, M. &. (2011). Seasonal Variation of Heavy Metal Concentrations in water and plant samples around tejgaon industrial area of Bangladesh. *Journal of Bangladesh Academy of Sciences*, 35. 10.3329/jbas. v35i1.7968.
- Müezzinoğlu, A. (1987). *Hava kirliliğinin ve kontrolünün esasları*. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.
- Nemery, B., Hoet, P. H., & Nemmar, A. (2001). The Meuse Valley Fog of 1930: An air pollution disaster. *Department of Medical History*, 357(9257),704-708.
- Nortcliff, S., Hulpke, H., Bannick, C. G., Terytze, K., Knoop, G., Bredemeier, M., et al. (2000). Soil, 1. Definition, function, and utilization of soil. Ullmann s *Encyclopedia of Industrial Chemistry*.
- Oluyemi, E. &. (2008). Seasonal variations in heavy metal concentrations in soil and some selected crops at a landfill in Nigeria, 2 (5), 089-096.

- Özel, H. B., Uzun Özel, H., ve Varol, T. (2015). Using leaves of oriental plane (*Platanus orientalis* L.) to determine the effects of heavy metal pollution caused by vehicles. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24, 2569-2575.
- Özkan, A. (2017, Eylül). Antakya-Cilvegözü Karayolu etrafındaki tarım arazilerinde ve bitkilerdeki ağır metal kirliliği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 9-18.
- Özkaya, A., Bal, D. A., Darçın, E. S., Şaşmaz Ören, F., Çokadar, H., Gezer, K. (2006). *Çevre bilimi*. Anı Yayıncılık.
- Özünlü, E. (2010). XVI. yüzyıl ekonomik nitelikleri üzerine bir karşılaştırma denemesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1(18), 257-270.
- Polat, G. (2011). İstanbul Atmosferindeki Farklı Boyutlardaki Partikül Maddenin Metal İçeriğinin Belirlenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ponting, C. (2000). *Dünyanın yeşil tarihi*. (A. Başçı-Sander, Çev.). Detay Basım.
- Punz, W. F. (1993). The response of roots of herbaceous plant species to heavy metals. *Environmental and Experimental Botany*, 33(1), 85-98.
- Ramseur, J. L. (2015). Deepwater horizon oil spill: Recent activities and ongoing developments. Congressional Research Service.
- Ray, S. a. (1979). *Equisetum arvense* - an aquatic vascular plant as a biological monitor for heavy metal pollution. *Chemosphere*, 3, 125 – 128.
- Sergün, Ü. (1992). Dünya nüfus artışının ülkeler düzeyinde incelenmesinin ortaya koyduğu sonuçlar. *Coğrafya Dergisi*, (3), 209-211.
- Shabbaj, I. I., Alghamdi, M. A., Shamy, M., Hassan, S. K., Alsharif, M. M., ve Khoder, M. I. (2018). Risk assessment and implication of human exposure to road dust heavy metals in Jeddah, Saudi Arabia. *International Journal Environmental Research Public Health*, 15(1), 2-12.
- Sharma, P., & Dubey, R. S. (2005). Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(1), 35-52.
- Singh, A., ve Agrawal, M. (2008). Acid rain and its ecological consequences. *Journal of Environmental Biology*, 29(1), 15-24.

- Singh, S., Raju, N., ve Nazneen, S. (2015). Environmental risk of heavy metal pollution and contamination sources using multivariate analysis in the soils of Varanasi environs, India. *Environ Monit Assess*, 187,1-12.
- Skordas, K., ve Kelepertsis, A. (2005). Soil contamination by toxic metals in the cultivated region of Agia, Thessaly, Greece. *Identification of sources of contamination. Environ Geol*, 48, 615-624.
- Sönmez, M. (2012). *Yerleşme Yeri Seçimi ve Alansal Gelişimi Açısından Gaziantep*. Özserhat Yayıncılık.
- Sürücü, A., ve Erdoğan, S. (2018). Some heavy metal pollution from traffic on the soils at edge of Bingöl-Diyarbakir Highway. *International Gap Agriculture & Livestock Congress*, Şanlıurfa.
- Şen, Ö., ve Sandal, E. (2017). Gaziantep ilinde üç yıldız analizi yöntemi ile endüstriyel kümelenme analizi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, (38), 39-62.
- Şıvgın, H. (2000). 19.yüzyılın ilk yarısında Ayıntap. *OTAM (Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi)*, (11),503-553.
- T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2013). *2012 yılı Gaziantep il çevre durum raporu*. ÇED, İzin ve Denetim Şube Müdürlüğü, Gaziantep.
- T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2015). *Gaziantep ili 2014 yılı çevre durum raporu*. ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Gaziantep.
- T.C. Gaziantep Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2017). *Gaziantep ili 2016 yılı çevre durum raporu*. ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. (2008). *Gaziantep il çevre durum raporu 2008*. ÇED ve Planlama Şube Müdürlüğü, Gaziantep.
- T.C. Gaziantep Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. (2011). *Gaziantep il çevre durum raporu 2010*. ÇED ve Planlama Şube Müdürlüğü, Gaziantep.
- Tekeli, İ. (2011). Kent kentli hakları kentleşme ve kentsel dönüşüm. Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İstanbul.

- Topal, A. (2011). Çevre sorunlarının kaynağı olarak nüfus artışı mı tüketim mi neo-Malthusyen düşünceye eleştirel bir yaklaşım. *Türk İdare Dergisi*, (470),133-152.
- Tuğrul, D. (2004). *Kerpe araştırma ormanı radiata çamı (Pinus radiata D. Don) ibrelerinde bazı ağır elementlerin tespiti*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü.
- Tuncel, M. (1996). Gaziantep, *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*, Ankara.
- Turan, M. (1980). İnsan çevre ilişkisine eleştirel bir bakış. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 6(1), 31-54.
- Türk Tabipler Birliği (2012). *Türk Tabipleri Birliği Dilovası Raporu*. Ankara.
- Topçam, B. (2005). Bildiğimiz kurşun. *Mavi Gezegen Popüler Yerbilim Dergisi*, (11), 50-53.
- Unicef. (2016). *Clear the Air for Children*. United Nations Children's Fund, New York.
- Ur Rehman Shah, F., Ahmad, N., Masood, K. R., Peralta-Videa, J. R., & Ahmad, F. u. (2010). Heavy metal toxicity in plants. M. Ashraf, M. Ozturk, & M. S. Ahmad (Ed.), *Plant Adaptation and Phytoremediation* içinde. Punjap: Springer.
- WHO. (2013). *Air pollution and cancer publication no. 161*. International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- WHO. (t.y.). Air pollution. WHO Web Sitesi, https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1 (03.06.2021).
- Wu, S., Zhou, S., ve Li, X. (2011). Determining the anthropogenic contribution of heavy metal accumulations around a typical industrial town: Xushe, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 110, 92-97.
- Yahaya, M. I. (2009). Seasonal Variations of Heavy Metals Concentration in Abattoir Dumping Site Soil in Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 13(4), 9-13.
- Yang, Q., Li, Z., Lu, X., Duan, Q., Huang, L., ve Bi, J. (2018). A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China:

pollution and risk assessment. *Science of the Total Environment*, 642, 690-700.

Yaylalı-Abanuz, G. (2011). Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey. *Microchemical Journal*, 99,82-92.

Yerli, C., Çakmakcı, T., Şahin, Ü., ve Tüfenkçi, Ş. (2020). Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9,103-114.

Yıldırım, M., ve Örnek, İ. (2012). Walt Whitman Rostow'un kalkınma aşamaları yaklaşımına göre Gaziantep ekonomisinin incelenmesi. Ankara: *Turkish Economic Association*.

Yılmaz, T. (2015). Ağır metallerin (kurşun, çinko, bakır ve kadmiyum) bazı karayosunu türlerinin klorofil içeriği üzerine etkisi.Yayımlanmamışyükseklisans tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.

Zhai, Y., Dai, Q., Jiang, K., Zhu, Y., Xu, B., Pen, C., Wang, T., ve Zeng, G. (2016, March). Traffic-related heavy metals uptake by wild plants grow along two main highways in Hunan province, China: effects of soil factors accumulation ability, and biological indication potential. *Environmental Science Pollution Research*. 23(13), 13368-77.

Zhou, X.-Y.,ve Wang, X.-R. (2019). Impact of industrial activities on heavy metal contamination in soils in three major urban agglomerations of China. *Journal of Cleaner Production*, 230,1-10.

EKLER

EK1- Ağır Metal Konsantrasyonunun Mevsimsel Dağılımı

