



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORDU İLİNDE ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ARAÇLARIN
İÇTEN YANMALI MOTORLU ARAÇLARA GÖRE
ÇEVREYE ETKİSİ**

MUHAMMED OLGUN DEMİRKOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ ANABİLİM DALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

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

MUHAMMED OLGUN DEMİRKOL

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

ÖZET

ORDU İLİNDE ELEKTRİKLİ VE HİBRİT ARAÇLARIN İÇTEN YANMALI MOTORLU ARAÇLARA GÖRE ÇEVREYE ETKİSİ

MUHAMMED OLGUN DEMİRKOL

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİLENEBİLİR ENERJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 55 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET SAMİ GÜLER)

Motorlu taşıt emisyonları çevre kirliliğinin en büyük kaynaklarından biridir ve insan sağlığı, doğal yaşam alanları ve iklim değişikliği gibi çeşitli alanlarda olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle sürdürülebilir yakıtlar ve daha az emisyonlu araçlar kullanmak toplu taşıma gibi alternatif ulaşım yöntemlerini tercih etmek teşvik edilmelidir. Bireysel olarak da araç kullanımının azaltılması ve çevre dostu alternatiflerin tercih edilmesi önemlidir. Böylece çevrenin ve dolayısıyla insan sağlığının korunması için atılacak adımlar büyük önem taşımaktadır. Ordu ilindeki araçların; %37,6 dizel, %35,8 LPG, %25,6 benzinli ve %0,7 elektrikli veya hibrit motorludur. Araçların çoğu dizel ve LPG araçlardan oluştuğu için içten yanmalı motorlu araçların hava, su, gürültü kirliliği oluşturması ve doğal kaynakların tüketilmesi durumu beklenen bir sonuçtur. Elektrikli ve hibrit araçların kullanımı ise bu olumsuz etkileri azaltabilir. Fakat elektrikli araçların pilleri ve hibrit araçların bataryaları ise su kaynaklarına zarar verebilir. Yine de elektrikli ve hibrit araçlar, içten yanmalı motorlu araçlara göre gürültü kirliliğine çok daha az neden olurlar. Genelde ve Ordu ilinde de elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından önemlidir. Elektrikli ve hibrit araçların kullanımının teşvik edilmesi; altyapılarının ve uygun politikaların geliştirilmesi, daha sürdürülebilir bir gelecek için atılacak adımların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Ordu ili, elektrikli ve hibrit araçlar, içten yanmalı motorlu araçlar, çevre kirliliği

ABSTRACT

THE EFFECT OF ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES ON THE ENVIRONMENT COMPARED TO INTERNAL COMBUSTION ENGINE VEHICLES IN ORDU PROVINCE

MUHAMMED OLGUN DEMİRKOL

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE AND SCIENCE

RENEWABLE ENERGY

MASTER THESIS, 55 PAGES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MEHMET SAMİ GÜLER)

Motor vehicle emissions are one of the largest sources of environmental pollution and have adverse effects on human health, natural habitats, and climate change. Therefore, alternative transportation methods such as public transportation should be encouraged by using sustainable fuels and less emission vehicles. It is also important for individuals to choose vehicle blocking and environmentally friendly alternatives. Thus, the steps to be taken to protect the environment and therefore human health will gain great importance. In cars in Ordu province; 37.6% diesel, 35.8% LPG, 25.6% gasoline and 0.7% electric or hybrid engine. Since most of the vehicles consist of diesel and LPG vehicles, the prohibition of air, water, noise and exhaustion of internal combustion engine vehicles in the natural environment is an expected result. The use of electric and hybrid drugs reduces these negative effects. However, electric vehicle batteries and hybrid vehicle batteries harm water resources. However, electric and hybrid vehicles cause much less noise interference than internal combustion engine vehicles. Increasing the operating system and electric and hybrid systems in Ordu province is important in terms of increasing fossil fuels and minimizing the effects of growth. Supporting electric and hybrid vehicles; The development of infrastructures and appropriate policies emphasizes expanding the steps to be taken for a more sustainable future.

Keywords: Ordu province, electric and hybrid vehicles, internal combustion engine vehicle, environmental pollution

TEŐEKKÖR

Bu çalışmanın belirlenmesi, hazırlık ve sonuçlandırılması süreçlerinde, her türlü bilgisini ve tecrübesini benimle paylaşarak katkı sağlayan çok kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet Sami GÖLER’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aynı zamanda, hayatım boyunca manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim aileme teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	4
2.1 Çevre Sorunları ve Çevre Kirliliği	4
2.1.1 Ortaya Çıkan Kirletici Türleri ve Olumsuz Etkileri.....	5
2.1.1.1 Hava Kirliliği	5
2.1.1.2 Su Kirliliği.....	8
2.1.1.3 Toprak Kirliliği	11
2.1.2 Ekosistemdeki Diğer Kirleticilerden Bazıları	12
2.2 Motorlu Taşıt Kaynaklı Emisyonlar ve Etkileri.....	17
2.2.1 Karbonmonoksit.....	18
2.2.2 Azot Oksitler	19
2.2.3 Kükürtlü Bileşenler	19
2.2.4 Hidrokarbonlar	20
2.2.5 Partikül Madde	21
2.2.6 Aldehitler.....	21
2.3 Motorlu Taşıtlarda Emisyon Kontrol Sistemleri.....	22
2.4 Çevresel Kirliliklerin Azaltılmasında Elektrikli Taşıtların Rolü	24
3. YÖNTEM	40
3.1 Araştırmanın Türü	40
3.2 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	40
3.3 Veri Toplama Süreci	41
3.4 Veri Toplama Araçları	41
3.5 Verilerin Analizi.....	41
4. BULGULAR, YORUMLAR VE TARTIŞMA	43
4.1 Ordu İlinde Trafiğe Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtı Sayısı.....	43
4.2 Ordu İlinde Elektrikli ve Hibrit Araçların Çevreye Etkisi	44
4.2.1 Ordu İlinde Elektrikli ve Hibrit Araçların Hava Kirliliğine Etkisi	44
4.2.2 İklim Değişikliği	45
4.2.3 Su Kirliliği.....	45
4.2.4 Gürültü Kirliliği	45
4.2.5 Doğal Kaynakların Tükenmesi	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
6. KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	55

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Araç Teknolojilerinin Sınıflandırılması.....	35
Şekil 2.2 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Güç Aktarma Şeması	35
Şekil 2.3 Elektrikli Araçların Güç Aktarma Şeması (Chan, 2013).....	36
Şekil 2.4 Hibrit Elektrikli Araçların Güç Aktarma Şeması	37



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Elektrikli Taşıtlarla İlgili Farklı Kuruluşlar Tarafından Elde Edilen Bulgular (Kenanoğlu ve Türgay, 2016: 138)	26
Çizelge 2.2 Fosil Yakıt Türlerinin Ülkelerin Elektrik Üretimindeki Payları (%) (Ertürk ve ark., 2006, s. 28-29.).....	28
Çizelge 2.3 Elektrikli Taşıtların Otomotiv Ekosistemine Etkileri (Sundaram ve ark., 2018: 3)	30
Çizelge 4.1 Ordu İlindeki Yakıt Türlerine Göre Araçların Dağılımı.....	44



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CO	: Karbon Monoksit
CO₂	: Karbondioksit
DA	: Doğru Akım
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EGR	: Egzoz Gazı Devridaim
HC	: Hidrokarbon
İYM	: İçten Yanmalı Motor
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
NO	: Azot Oksit
NO_x	: Nitrik Oksit
O₃	: Ozon Gazı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü)
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
PAH	: Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
PCV	: Pozitif Karter Havalandırma
PM	: Partikül Madde
SO₂	: Kükürtdioksit
TR	: Türkiye
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USD	: Amerikan Doları
VOC	: Uçucu Organik Bileşen

1. GİRİŞ

Araçların ticari amaçla kullanılmaya başlamasıyla birlikte, kirlilik kavramı özellikle hava kirliliğiyle ilişkilendirilmiştir. Havada olmaması gereken yabancı elementlerin bulunması veya sağlığa zararlı kirliliklerin fazla miktarda olmasına hava kirliliği denir. Araçlar, motorları çalıştırmak için benzin veya dizel gibi fosil yakıtları yakmakta ve bu yanma sonucunda duman oluşturmaktadır. Oluşan bu dumanlar araçların egzoz boruları vasıtasıyla çevreye atılır. Egzoz dumanları küresel ısınma, toprak, su ve hava kirlilikleri gibi bir dizi çevresel sorunlara neden olabilir. Bu olumsuzluklar insan sağlığını etkilemekte ve ozon tabakası üzerinde de olumsuz bir etki yaratmaktadır.

Araç dumanındaki ana bileşenler; karbon monoksit, nitrojen oksitleri, hidrokarbonlar ve partiküler maddelerdir. Bu kirleticilerin emisyonları, euro emisyon standartlarına göre düzenlenmektedir. Genel olarak; teknolojisi yüksek araçlar çok düşük miktarlarda bu kirleticileri yaymalarına rağmen yollarda çalışan araçların sayısı da önemli ölçüde artmıştır ve bunların neden olduğu birikmiş kirlilik yine de önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araçlar tarafından yayılan en yüksek kirleticilerden birisi de Karbon Monoksit (CO) gazıdır ve insan sağlığı üzerinde çeşitli olumsuz etkileri vardır. CO kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltarak önemli organlara oksijen arzının azalmasına neden olmaktadır. Karbon monoksit gazı insanları kalp rahatsızlıklarına maruz bırakabilen bir etkiye de sahiptir.

Nitrojen oksitleri, özellikle solunum problemlerinden şikayetçi insanlar arasında önemli sağlık sorunlarına neden olabilir. Egzoz dumanından çıkan NO, havadaki oksijenle reaksiyona girerek nitrojen oksit gazını oluşturur. Nitrojen oksitlerine uzun süre maruz kalmak, akciğerlerin normal işleyişini de etkileyebildiği gibi alerjenleri tolere etme yeteneğini azaltabilmekte, böylece insanları daha hassas alerjilere ve akciğer rahatsızlıklarına da eğilimli hale getirebilmektedir. Nitrojen oksitleri ayrıca duman oluşumu ve asit yağmuru gibi çevresel tehlikelere de yol açabilir. Bitki örtüsü hasarına neden olabilmekte ve yer seviyesinde ozon oluşumunu da etkileyebilmektedir.

Hidrokarbonlar insanlarda bir dizi rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Solunum sistemine zarar verme riski olan yer seviyesinde ozon oluşumuna neden olabilmektedir. Ayrıca kanserojen özelliklere sahiptirler ve kansere yol açabilirler.

Partikül madde, küçük katı ve sıvı partiküllerin karmaşık bir karışımıdır. Bunlar havada asılı kalan ve genellikle sağlığımız üzerinde olumsuz etkisi olan ince parçacıklardır. Parçacıklı maddeler, solunum yolları veya kardiyovasküler sorunlarla ilgili sağlık sorunlarına neden olabilir.

Araçlardan kaynaklanan kirleticiler hem acil hem de uzun vadeli sorunlara neden olabilir. Yukarıda sözü edilen kirleticiler çeşitli şekillerde hem insan sağlığına hem de çevreye zarar verebilmektedir. Bazı kötü etkilerden biri de küresel ısınmadır. Küresel ısınmayı etkileyen sayısız faktör olmasına rağmen, araçlardan salınan kirleticiler en önemli sebeplerden biridir. Fosil yakıtların yanması, karbon monoksit ve karbondioksit gibi gazların açığa çıkmasına neden olur. Ayrıca hidrokarbonlar (dolaylı sera gazları olan) dahil olmak üzere diğer sera gazlarını da serbest bırakırlar. Serbest kalan bu gazlar küresel ısınmaya yol açarak çevreyi olumsuz yönde etkiler.

Hava, su ve toprak, taşıt kirliliğinin etkilerinden büyük ölçüde etkilenir. Ozon tabakasının incilmesi, dünyayı güneşin zararlı ultraviyole ışınlarına maruz kalma riskine sokar. Kükürt ve nitrojen oksitleri yağmur suyuyla karışarak asit yağmuru oluşturur.

Araçların neden olduğu kirlilik, solunum rahatsızlıklarından kansere kadar birçok sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Canlıların bağışıklık sistemini zayıflatarak farklı hastalıklara ve komplikasyonlara maruz kalma riskini de arttırmaktadır.

Kirlilik, ağırlıklı olarak eski ve bakımsız araçlardan kaynaklanmaktadır. Elektrikli arabaların veya hibrit arabaların kullanılması, kirlilik seviyelerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Modern ve yakıt tasarruflu arabalar, kirliliğin etkisini büyük ölçüde azaltmaya da yardımcı olabilir. İyi sürüş alışkanlıklarını sürdürmek ve araçların bakımlarını zamanında yapmak, aynı zamanda daha iyi yakıt tasarrufu ve dolayısıyla daha az çevre kirliliğine yol açacaktır. Mümkün olan her yerde toplu taşıma araçlarını kullanmak ve kısa mesafeler için yürümek de kirlilik sorununu hafifletmeye yardımcı olabilir.

Bu araştırmanın amacı; Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre çevreye etkisinin belirlenmesidir. Bu amaçla, Ordu ilinde kapsamlı bir çalışma yürütülmüştür.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Çevre Sorunları ve Çevre Kirliliği

Son yıllarda, çevre kirliliğine atfedilen halk sağlığı etkileri konusunda artan bir küresel endişe bulunmaktadır. Bugün anladığımız şekliyle çevre kirliliğini doğuran sanayi devrimiydi. Gelişmekte olan ülkelerin nüfusları, endüstriyel süreçlerden kaynaklanan zehirli kirliliğe karşı özellikle savunmasızdır. Son yıllarda hızla gelişen teknoloji sayesinde insanlar geniş spektrumlu farklı türdeki bileşiklere maruz kalmaktadır (Özkara, Akyıl ve Konuk, 2016). Teknoloji insanlığa bariz bir rahatlık getirmiş ve her yıl farklı alanlarda üretilen binlerce madde piyasaya çıkmaktadır. Antropojenik kimyasalların küresel üretiminin 1930 ile 2000 yılları arasında her yıl 1 milyondan 400 milyon tona çıktığı gösterilmiştir. EURO-STAT tarafından bildirilen istatistikler, 2002 ve 2011 yılları arasında toplam kimyasal üretimin %50'den fazlası çevreye zararlı maddeler tarafından temsil edildiğini bildirmektedir. Bu kimyasalların %70'inden fazlasının önemli çevresel etkiye sahip olması önemlidir (Gavrilescu ve ark., 2015).

Son on yıllarda dünya; kentleşme, ulaşım, sanayi ve tarım gibi alanlarda birden fazla insan faaliyetinin kontrolsüz gelişiminin olumsuz sonuçlarını yaşamıştır. Yaşam standartlarındaki artış ve daha yüksek tüketici talebi, CO₂, SO₂, NO_x ve diğer sera gazları ve partikül maddeler ile havanın çeşitli kimyasallar, sızıntı suları, besinler, petrol sızıntıları ve diğerleriyle kirlenmesini artırdı. Tehlikeli atıkların, çamurun, pestisitlerin yayılmasının yanı sıra tek kullanımlık veya biyolojik olarak parçalanamayan malzemelerin kullanımı ve atık için uygun tesislerin bulunmaması nedeniyle toprağın ve havanın zarar görmesine neden olmuştur (Gavrilescu ve ark., 2015).

Kirlilik diğer canlı organizmalara çevreye rahatsızlık veren veya zarar veren kimyasal maddeler veya ışık, ısı, gürültü gibi enerji şeklinde olabilen kirlleticilerin ortamlara girmesidir. Kirleticiler doğal olarak oluşan maddeler olabilir, ancak doğal seviyelerin üzerinde olduklarında kirleticiler olarak kabul edilirler. Kirleticiler; biyolojik olarak parçalanabilenler ve biyolojik olarak parçalanamayanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Biyobozunur kirleticiler; fosfatlar, organik atık ürünler ve inorganik tuzlar dahil canlı organizmalar tarafından parçalanabilir ve işlenebilir. Biyolojik olarak parçalanamayan kirleticiler ise canlı organizmalar tarafından

ayrıştırılmaz ve bu nedenle ekosferde çok uzun süre kalır ayrıca plastikler, metaller, böcek ilaçları, cam ve radyoaktif izotoplar içerirler (Özkara, Akyıl ve Konuk, 2016).

Bazı kirlilik türleri, bireylerin sağlığını bozarak veya öldürerek bitkiler, hayvanlar, insanlar ve yaban hayatı üzerinde yıkıcı bir etki gösterir. Çevre kirliliği insanın ortaya çıkmasıyla başlamıştır. Homo sapiens ateş yaktığında, dumanının ilk çevre kirliliği olduğunu da kanıtlamıştır. Kirlilik son yıllarda önemli ölçüde artmış ve dünyadaki tüm canlı organizmaları olumsuz yönde etkilemiştir (Ahmed, 2007).

İnsan kaynaklı kirlilik yeni değildir; insanlar ateşi kontrol etmeyi öğrendiklerinden bu yana çevresel yüke katkıda bulunmuştur. Binlerce yıl önce mağaraların duvarları kalın is tabakasıyla kaplıydı. Bu nedenle mağara adamlarının dumandan dolayı nefes almalarının zorlaştığı ayrıca kapalı odalarda gözlerinin tahriş olduğu düşünülmektedir. Paleolitik döneme ait mumyalanmış vücutların akciğerleri genellikle siyahtır (McNeill, 2000).

İlk zamanlarda, çevre kirliliği çeşitli hastalık türlerinden sorumluydu. İnsan dışkısı, çevrenin ilk kirliliği olmuş olabilir. Escherichia coli gibi insan vücudunda yaşayan bağırsak bakterisi, ilk insanlara bulaşmış olabilecek dışkıdan su kaynaklarına geçmiş olabilir. Bu çevre kirliliği son zamanlarda bile milyonlarca hastalığın nedeni olmuştur. Toz kirliliği de ilk zamanlarda ortaya çıkmıştır. Yeni Taş Devri'nde taş madenlerinde, gün geçtikçe kireç taşından çakmaktaşı oyan insanlar silikoz hastalığına yakalanmış olabilir. Bunun nedeni ise gün boyu taş tozu solumalarıydı (Özkara ve Akyıl, 2018).

Sanayi devrimi ile birlikte insanlar şehirlerde yoğunlaşmış ve fosil yakıtların yakılması sonucu havanın ve kanalizasyon şeklindeki organik kirleticilerle nehirlerin kirlenmesinin artmasına neden olmuştur. Ayrıca trafik, şehirlerin hava kirliliğini arttırmıştır. Halojenli organik bileşikler, alkil fenoller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar) ve ftalatlar dahil olmak üzere birçok sınıftan yeni maddeler, yurt içinde sanayide ve tarımda kullanılmak üzere üretilmiştir. Bu nedenle, bu kimyasallar kaçınılmaz olarak çevreye salınmıştır (Colborn, Vom Saal ve Soto, 1993).

2.1.1 Ortaya Çıkan Kirletici Türleri ve Olumsuz Etkileri

2.1.1.1 Hava Kirliliği

Hava kirliliği; iç veya dış ortamın, atmosferin doğal özelliklerini değiştiren herhangi bir kimyasal, fiziksel veya biyolojik etken tarafından kirletilmesidir. Ev tipi yanma cihazları, motorlu taşıtlar, endüstriyel tesisler ve orman yangınları yaygın hava kirliliği kaynaklarıdır. Başlıca halk sağlığı endişesi taşıyan kirleticiler arasında partikül madde, karbon monoksit, ozon, nitrojen dioksit ve kükürt dioksit bulunur. Dış ve iç hava kirliliği, solunum ve diğer hastalıklara neden olur ve önemli hastalık ve ölüm kaynaklarıdır. DSÖ verileri, küresel nüfusun neredeyse tamamının (%99) DSÖ kılavuz limitlerini aşan ve yüksek düzeyde kirletici içeren hava soluduğunu düşük ve orta gelirli ülkelerin en yüksek maruziyetten muzdarip olduğunu göstermektedir (Vaizoğlu, Tekbaş ve Evcı, 2000).

Hava kalitesi, küresel olarak dünyanın iklimi ve ekosistemleriyle yakından bağlantılıdır. Hava kirliliğine (yani fosil yakıtların yakılması) neden olan etmenlerin çoğu aynı zamanda sera gazı emisyon kaynaklarıdır. Bu nedenle hava kirliliğini azaltmaya yönelik politikalar, hem iklim hem de sağlık için bir kazan-kazan stratejisi sunarak hava kirliliğine atfedilebilen hastalık yükünü azaltır ve aynı zamanda iklim değişikliğinin yakın ve uzun vadede hafifletilmesine katkıda bulunur (WHO, 2023).

Çeşitli endüstriyel, ulaşım ve diğer kirlilik kaynakları; kükürt oksitleri, karbon, halojen gazları, nitrojen, toksik ağır metaller, oksidanlar, uçucu hidrokarbonlar ve ozon gibi bir dizi spesifik ve yaygın kirletici madde salar. Bu kirleticilerin çoğu, küçük miktarlarda salınsa bile çevrede kalıcıdır ve yüksek seviyelere çıkabilir. Diğerleri dönüşüme uğrar ve ana bileşiklerden daha tehlikeli biçimlere dönüştürülür. Yüksek konsantrasyonda toksik maddelere maruz kalma spesifik akut toksisitelere neden olurken, uzun süreli maruz kalma seviyesi kronik toksisiteye neden olur (Ahmed, 2007).

Kirliliğin sağlık üzerindeki etkisinin hassasiyeti, kirliliğin ve kirleticinin türüne, maruz kalma derecesine, etkileşim kimyasallarının varlığına, türlere, yaşa, fizyolojiye ve maruz kalan nüfusun beslenmesine bağlıdır (Humphreys, 1991).

Şu anda atmosferin alt kısmı “hava” olarak biliniyor ve esas olarak oksijen, nitrojen ve diğer gazlar, sera gazları ve parçacıklardan oluşuyor. Bu kaynaklarla ilgili enerji tüketimi ve teknik evrim, insan yapımı kirliliğin ana nedenlerinden biridir. Bu kirlilik hava kalitesinin değişmesine neden olur. Tarihsel öneme, konsantrasyona ve

bitkiler, hayvanlar ve diğ er canlılar üzerindeki genel etkilerine göre gaz halindeki hava kirleticilerin dört ana grubu; nitrojen oksitleri (NO_x: NO, NO₂), karbon dioksit (CO₂), kükürt dioksit (SO₂) ve ozondur (O₃). Kükürt dioksit ve nitrik oksit (NO) birincil kirleticiler, doğrudan kaynaklardan yayılmaktadırlar (Tekbaş, 2010).

Antropojenik hava kirliliği kaynaklarının en önemli grupları endüstriyel işlenmiş, ulaşım, konut ısıtma sistemleri ve tarımsal sistemler tarafından tanımlanmaktadır.

Troposferik ozon, hem bitki örtüsü hem de insan sağlığı için riskler taşıyan, dünyanın en önemli bölgesel ölçekli hava kirleticilerinden biridir. Ozon, metan ve nitrojen oksitler (NO_x) dahil olmak üzere öncül uçucu organik bileşiklerden (VOC'ler) oluşan ikincil bir kirleticidir. şu anda ekosistemler, özellikle orman sistemleri, net bir ozon yutağı görevi görmektedir. Bununla birlikte bu etki; gölgelik alımını azaltan ormansızlaşma ve topraktan nitrojen oksit emisyonlarını artıran tarımın ormanların yerini almasıyla azalmaktadır. Ozon, iklim düzenlemesi için de büyük önem taşımaktadır. Sera gazı rolünün yanı sıra ozonun karasal ekosistemlerdeki iklim düzenleme hizmetleri üzerinde de büyük etkileri olabilir. Analizde büyük belirsizlikler olmasına rağmen, ozonun bitki örtüsü üzerindeki fizyolojik etkisinin bitkiler tarafından karbon tutulmasını sınırlaması ve dolayısıyla CO₂ gübrelemesinden kaynaklanan herhangi bir artan karbon tutulmasını dengelemesi muhtemeldir (Sitch, Cox, Collins ve Huntingford, 2007).

Asit yağmurları, öncelikle enerji santrallerinin araç ve makinelerinin kömür ve petrol  yakması sonucu atmosfere nitrojen ve kükürt salınmasından kaynaklanır. Asit yağmurunun yarattığı tehlikeler ilk olarak 1970'lerin sonlarında fark edildi. Asit yağmuru, sucul ekosistemin asitliğini artırarak balık türlerinin performansının düşmesine neden olur. Modern hayvansal üretim, emisyonlar yoluyla amonyak üreten büyük miktarda işlenmemiş gübrenin bertaraf edilmesiyle sonuçlanır. Amonyak hem hayvanlar hem de insanlar için tehlikelidir, ekolojik dengeyi bozar ve asit yağmurları üretir (Hadina, Vucemilo, Tofant ve Matkovic, 2001).

Amonyak, hem artan asitleştirme hem de nitrojen biriktirme yoluyla çok çeşitli hassas ekosistemler üzerinde önemli etkilere sahip olabilir. Ayrıca ikincil inorganik aerosoller için bir  nc  görevi görerek insan sağlığı üzerinde etkileri vardır. Amonyak

emisyonları hem karasal hem de su ekosistemlerindeki hizmetleri etkiler (Zencirci ve Işıklı, 2017).

Doğal kaynaklar olmasına rağmen, kükürt dioksit (SO_2) üretimi, en önemli sektör olan kömürle çalışan elektrik santrallerinde fosil yakıtların yakılmasıyla büyük ölçüde antropojeniktir. SO_x olarak kükürt biriktirme (SO_2 olarak kuru biriktirme ve SO_4 olarak ıslak biriktirme) hem bitki büyümesinde hem de verimde azalmaya neden olabilese de, düşük kükürtlü ekosistemlerde gübre görevi görebilir. Asitlenme, hem sucul hem de karasal ekosistemlerde kükürt birikiminin bir başka önemli etkisidir (Bayram ve ark., 2006).

2.1.1.2 Su Kirliliği

Su kirliliği, zararlı maddeler (genellikle kimyasallar veya mikroorganizmalar) bir dereyi, nehri, gölü, okyanusu, akiferi veya diğer su kütlelerini kirleterek su kalitesini düşürdüğünde ve onu insanlar veya çevre için zehirli hale getirdiğinde meydana gelir. Bu yaygın su kirliliği sorunu insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. Güvenli olmayan su, her yıl savaş ve diğer tüm şiddet biçimlerinin toplamından daha fazla insanın ölümüne neden olmaktadır. Bu arada, içilebilir su kaynaklarımız sınırlıdır; yeryüzünün tatlı suyunun yüzde 1'inden azı bizim için gerçekten erişilebilir durumdadır. Harekete geçilmezse, zorluklar yalnızca 2050 yılına kadar artması ve tatlı suya yönelik küresel talebin şu an olduğundan üçte bir oranında daha fazla olması beklenmektedir (Yılmaz ve Yanarateş, 2020).

Su, kirliliğe karşı benzersiz bir şekilde hassastır. 'Evrensel bir çözücü' olarak bilinen su, dünyadaki diğer tüm sıvılardan daha fazla maddeyi çözebilir. Kool-Aid'e (harika yardım) ve parlak mavi şelalelere sahip olmamızın nedeni budur. Suyun bu kadar kolay kirlenmesinin nedeni de budur. Çiftliklerden, kasabalardan ve fabrikalardan gelen zehirli maddeler kolayca çözünür ve onunla karışarak su kirliliğine neden olur.

Dünya çapındaki başlıca su kirliliği kaynaklarından bazıları şunlardır:

- Tarım: Tarım sektörü, dünyadaki yüzey su kaynaklarının yaklaşık yüzde 70'ini kullanan çiftçilik ve hayvancılıkla küresel tatlı su kaynaklarının en büyük tüketicisi olmakla kalmıyor, aynı zamanda ciddi bir su kirleticisi. Tüm dünyada, tarım, suyun bozulmasının önde gelen nedenidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde, tarımsal kirlilik

nehirler ve akarsulardaki en büyük kirlilik kaynağı, sulak alanlardaki en büyük ikinci kaynak ve göllerdeki üçüncü ana kirlilik kaynağıdır. Ayrıca haliçler ve yeraltı sularının kirlenmesine önemli bir katkıda bulunur. Her yağmur yağdığında, gübreler, böcek ilaçları ve çiftliklerden ve hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan hayvan atıkları, su yollarına bakteri ve virüsler gibi besinleri ve patojenleri yıkar. Sudaki veya havadaki aşırı nitrojen ve fosforun neden olduğu, dünya çapında su kalitesine yönelik bir numaralı tehdittir ve insanlara ve vahşi yaşama zararlı olabilecek zehirli bir mavi-yeşil alg çorbası olan alg çiçeklerine neden olabilir (Sevik, 2011).

- Kanalizasyon ve atık su: Kullanılan su, atık sudur. Lavabolarımızdan, duşlarımızdan ve tuvaletlerimizden (lağım suyunu düşünün) ve ticari, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden (metalleri, çözücüler ve zehirli çamurları düşünün) gelir. Terim aynı zamanda yağış yol tuzları, yağ, gres, kimyasallar ve döküntüleri geçirimsiz yüzeylerden su yollarımıza taşıdığına meydana gelen yağmur suyu akışını da içerir.
- Radyoaktif maddeler: Radyoaktif atık, çevre tarafından doğal olarak salınanların ötesinde radyasyon yayan herhangi bir kirliliktir. Uranyum madenciliği, nükleer santraller ve askeri silahların üretimi ve test edilmesinin yanı sıra araştırma ve tıp için radyoaktif malzemeler kullanan üniversiteler ve hastaneler tarafından üretilir. Radyoaktif atıklar çevrede binlerce yıl kalabilir ve bu da bertaraf edilmesinde büyük bir zorluk oluşturur.

Büyük çapta petrokimyasal sızıntılar basında yer alabilir. Ancak tüketiciler her gün milyonlarca araba ve kamyonlardan damlayan petrol ve benzin dahil, denizlerimizdeki petrol kirliliğinin büyük çoğunluğunu oluşturuyor. Ayrıca, her yıl deniz ortamlarına karışan tahmini 1 milyon ton petrolün yaklaşık yarısı tanker döküntülerinden değil fabrikalar, çiftlikler ve şehirler gibi kara nedenli kaynaklardan geliyor. Denizde olan tanker döküntüleri dünya sularındaki petrolün yaklaşık %10'unu oluştururken, denizcilik endüstrisinin düzenli operasyonları hem yasal hem de yasa dışı boşaltma yoluyla yaklaşık üçte bir oranında katkıda bulunuyor. Petrol ayrıca sızıntı olarak bilinen çatlaklar yoluyla okyanus tabanının altından doğal olarak salınır.

Ortaya çıkan organik kirlleticiler, daha önce tespit edilemeyen veya önemli olduğu düşünülen tarımsal, kentsel kaynaklardan gelen yeraltı sularında bulunan bileşiklerdir. Organik kirlleticiler; pestisitleri ve parçalayıcıları, su arıtma yan

ürünlerini, endüstriyel bileşikleri, farmasötikleri, kokuları, kişisel bakım ürünlerini, gıda katkı maddelerini, alev geciktiricileri ve yüzey aktif maddeleri, tasarlanmış nanomalzemeleri ve ayrıca kafein ve nikotin gibi ‘yaşam tarzı’ bileşikleri içerir. Organik kirleticilerin insan sağlığı ve su ekosistemleri üzerinde olumsuz etkileri olabilir. Son birkaç on yılda, bu kirleticilerin sucul ve karasal ortamda oluşumuna, potansiyel toksisitelerine ve düşük konsantrasyonlarda bile çevresel akıbetlerine artan bir ilgi olmuştur. Yeraltı sularının kirlenmesi giderek artan bir endişe kaynağıdır ve diğer tatlı su kaynaklarına kıyasla nispeten daha az anlaşılmıştır (Yılmaz ve Yanarates, 2020).

Bugüne kadar, organik kirleticilerin oluşumu yer altı su kaynaklarına göre yüzey suyu ve atık su ortamlarında çok daha iyi karakterize edilmiştir. Atık sular, çevredeki organik kirleticilerin ana kaynaklarıdır ve bu nedenle yüzey suları en büyük organik kirletici yüklerini içerir. Atık ve yüzey sularının ayrıca, yeraltı suyuna kıyasla çok daha fazla çeşitlilikte bileşik içerdiği düşünülmektedir. Fakat genel olarak daha düşük yeraltı suyu konsantrasyonlarına ve sınırlı sayıda yeraltı suyu çalışmasına göre analitik yöntemlerin yeteneğinin bir fonksiyonu olabilir (Özkara ve Akyıl, 2018).

Organik kirleticilerin insan ve ekosistem sağlığı üzerindeki etkileri büyük ölçüde bilinmemektedir ve çevrede nasıl seyahat ettikleri veya seyahatleri sırasında nasıl dönüştürülecekleri veya bozulabilecekleri hakkında nispeten az şey bilinmektedir. Bazı çalışmalar, belirli organik kirleticilere çok düşük düzeyde maruz kalmanın bile biyolojik sistemler üzerinde etkileri olabileceğini göstermiştir. Suda yaşayan türlerde ve bazı balıklarda görülen etkiler, şu anda insanlarda gözlenmemiştir (Özkara ve Akyıl, 2018).

Pestisitler, dünya çapında önemli bir süre boyunca eser konsantrasyonlarda tespit edilmiştir ve iyi bilinen kirletici maddelerdir. Doğaları gereği bozunanlar toksik olabilir ve birçoğu biyolojik olarak aktiftir. Pestisitler dışında çevrede sıklıkla farmasötik kimyasallar gözlemlenmiştir. Farmasötik maddelerin varlığı, su ortamında uzun süredir bir endişe kaynağı olarak kabul edilmektedir. Farmasötiklerin çevreye birincil yolları, insan atılımı ve tarımsal kullanım yoluyla kullanılmayan ürünlerin bertaraf edilmesidir. Son zamanlarda, esas olarak atık su arıtma tesislerinin verimsizliği nedeniyle, su ortamında yüksek miktarda ilaçlar bulunmaya başlanmıştır.

Bu mikro kirleticiler biyolojik olarak aktif moleküllerdir ve ölümcül olmayan veya kronik toksik etkileri vardır. Bu nedenle bu mikro kirleticilerin çoğu önemli toksikolojik endişeler uyandırmaktadır (Richardson ve Bowron, 1985).

Ekosisteme salınabilecek çok çeşitli endüstriyel maddeler vardır ve bunların birçoğu örneğin klorlu çözücüler, petrol hidrokarbonları, adiplatlar ve ftalatlar köklü sorunlara yol açmıştır. Nikotin, kafein ve nikotin metaboliti olan kotinin de kanalizasyon atıklarından etkilenen yeraltı sularında yaygın olarak belirlenmiştir (Godfrey, Woessner ve Benotti, 2007).

2.1.1.3 Toprak Kirliliği

Toprak, doğal çevrenin hayati bir parçasıdır. Bitkiler, hayvanlar, göller, yeryüzü şekilleri, kayalar ve nehirler kadar önemlidir. Çok çeşitli organizmalar için bir yaşam alanı sağlar ve bitki türlerinin dağılımını etkiler. Dünya ile atmosfer arasındaki su ve kimyasal akışını kontrol eder ve atmosferdeki gazlar için hem kaynak hem de depo görevi görür. Topraklar sadece doğal süreçleri yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda hem günümüzdeki hem de geçmişteki insan faaliyetlerini de kaydeder (Mishra, Mohammad ve Roychoudhury, 2016).

Toprak kirliliği, toprak kirleticilerin varlığı nedeniyle toprağın verimliliğinin azalmasıdır. Toprak kirleticiler toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Kimyasallar, gübreler, böcek ilaçları, organik gübre atılan yiyecekler, radyoaktif atıklar, giysiler, plastikler, şişeler ve deri eşyalar hepsi toprak kirliliğine neden olmaktadır. Toprak ağır metal kirliliği dünyanın birçok yerinde önemli bir sorun haline gelmiştir. Son on yıllardaki hızlı ekonomik ve sosyal gelişimin ardından, ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliği Çin’de hem ciddi durumlara hem de yaygın hale gelmiştir (Wang, Dong, Cui ve Liu, 2001).

Ağır metaller toprakta doğal olarak bulunabilse de sanayileşme, kentleşme, tarım ve madencilik gibi antropojenik faaliyetlerden ek zararlar gelir. Gerçekten de birçok çalışma, çevredeki ağır metallerin kirlilik kaynaklarının esas olarak bu antropojenik faaliyetlerden kaynaklandığını göstermiştir. Demir, kurşun, bakır, cıva, siyanür, çinko, alüminyum, kadmiyum, asitler ve alkaliler vb. kimyasallar endüstriyel atıklarda bulunmakta ve doğrudan su ile veya hava yoluyla dolaylı olarak toprağa ulaşmaktadır. Ekinleri zararlılardan korumak, toprağın ana bileşimini değiştirmek ve

toprağı bitki büyümesi için zehirli hale getirmek için bilinçsiz ve sürekli pestisit kullanımı sonucunda bitki büyümesi üzerinde çok yıkıcı bir etkiye sahiptirler ve meyve verimini ve boyutunu azaltırlar. Bozunma ürünleri, besin zincirleri yoluyla hayvanlara ve insanlara ulaştığı yerden bitkiler tarafından emilebilir (Mishra, Mohammad ve Roychoudhury, 2016).

İnsanlar kasıtlı olarak pestisitler, gübreler ve diğer düzenleyiciler gibi maddeleri toprağa eklediler. Endüstriyel veya ticari amaçlarla kullanılan kimyasalların sızıntıları ve kazara dökülmeler de bulaşma kaynakları olmuştur. Bazı kirleticiler hava yoluyla taşınır ve toz ya da çökeltme yoluyla birikirler. Kirilenmiş toprak, bu topraklarla doğrudan ve dolaylı temas nedeniyle canlılarda sağlık risklerine neden olur. Kirliliğin toprak üzerindeki etkileri oldukça rahatsız edicidir ve ekolojik dengede ve dünyadaki canlıların sağlığında büyük bozulmalara neden olabilir (Mishra, Mohammad ve Roychoudhury, 2016).

2.1.2 Ekosistemdeki Diğer Kirleticilerden Bazıları

• Ağır metaller

Ağır metal kirliliği, dünyanın çoğu ülkesinde ciddi bir çevre sorunudur. İz metallerin kontaminasyonu, insanlar ve çevre için potansiyel toksisitesi nedeniyle önemlidir. Toprak sistemindeki iz ve ağır metallerin rolü, giderek küresel bir ilgi konusu haline gelmektedir. Ağır metal kirliliği kalıcı, gizli ve geri döndürülemez. Bu tür bir kirlilik sadece atmosferin, gıda mahsullerinin ve su kütlelerinin kalitesini bozmakla kalmaz, aynı zamanda sağlığı tehdit eder ve gıda zincirindeki hayvanlara ve insanlara sızar (Nabulo, Young ve Black, 2010).

Madencilik metalurjisi, endüstriler, fosil yakıtların yakılması ve nakliye gibi çeşitli antropojenik faaliyetler, toksik ağır metalleri çevreye yeniden dağıtır ve bu metaller, uzun süre devam eder ve biyotik bölüm dahil olmak üzere çevrenin farklı bileşenlerine yer değiştirir. Bu toksik maddeler, böbrek ve karaciğer dahil olmak üzere hayati organlarda birikerek evcil ve vahşi hayvan popülasyonları üzerinde olumsuz etkiler göstermektedir (Abou-Arab, 2001).

Toprakta ağır metal birikimi, ürün büyümesi ve gıda kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle tarımsal üretimde endişe kaynağıdır. Ağır metaller tozun solunması, kirlenmiş topraklarda yetişen sebzelerin tüketilmesi veya kirli su içilmesi

yoluyla doğrudan veya dolaylı olarak sağlığınıza zarar vermektedir. Bakır ve kadmiyum gibi metaller kümülatif zehirlerdir. Bu metaller çevresel tehlikelere neden olur ve aşırı derecede toksik oldukları rapor edilir. Ayrıca kadmiyuma kronik maruz kalmanın pulmoner adenokarsinomlar, prostatik proliferatif lezyonlar, kemik kırıkları, akciğer kanseri, böbrek fonksiyon bozukluğu ve hipertansiyon gibi olumsuz etkileri olabilirken, arseniğin kronik etkileri dermal lezyonlar, cilt kanseri, periferik nöropati ve periferik vasküler hastalık gibi etkileri vardır (Zhang, Yu ve Zeng, 2014).

Sebzeler metalleri kirlenmiş topraklardan ve ayrıca hava kirliliğine maruz kalan sebzelerin farklı kısımlarındaki birikintilerden emerek alır. Ağır metaller insan vücuduna doğrudan toprak alımı, toz soluma ve metalle kirlenmiş topraklarda yetişen gıda bitkilerinin tüketimi yoluyla girebilir. Ek olarak, insanlar endüstriyel, tarımsal veya eczacılık sektörlerindeki işleri nedeniyle ağır metallerle temas edebilirler. Çocuklar ayrıca kirlenmiş toprakta oynamanın bir sonucu olarak zehirlenebilir. Semptomlar, maruz kalınan ağır metalin doğasına ve miktarına bağlı olarak değişir. Hastalar kusma, mide bulantısı, mide ağrısı, ishal, baş ağrısı, terleme ve ağızda metalik tattan şikâyet edebilirler (Roozbahani, Sobhanardakani, Karimi ve Sorooshnia, 2015).

• Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)

Heteroatom veya ornatik taşımayan ve kaynaşık aromatik halkalar içeren kimyasal bileşikler olan PAH'lar özellikle fosil yakıtların eksik yanmasıyla atmosfere salınır. Bunlar, tehlikeli mutajenik ve kanserojen potansiyelleri ile karakterize edilen, yaygın olarak çevresel kirleticilerdir. PAH'lar sadece hava, toprak ve suda değil, aynı zamanda günlük hayatımızda karşılaştığımız çeşitli gıdalar gibi her yerde bulunur (Bansal ve Kim, 2015). Ek olarak, PAH'lar yağmur suyu akışıyla taşınabilir, bu da su yaşamı üzerinde önemli bir risk oluşturur. PAH'ların birincil kaynakları, motorlu taşıtların egzozu, enerji santrallerinde ısıtma, petrol rafinerileri, çöplerin yanması, petrol/benzin dökülmeleri, barbekü dumanı, kanalizasyondan birikme, tütün dumanı ve kok üretimi gibi insan kaynaklı olarak tanımlanmaktadır (Xia, Duan ve Tao, 2013).

PAH'lar, DNA'ya yapışık olan insan memeli hücrelerinde ve mutasyonlara yol açan dokularda metabolik aktivasyonla angaje olabilir. Kaynaklarının çeşitliliği nedeniyle, PAH'lar son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. PAH'ların diyetle alınması, insan maruziyetinin ana yoludur. Son yıllarda, farklı çevresel ortamlarda (hava, toprak,

tortu ve su) PAH düzeylerinde artışlar sadece gelişmekte olan ülkelerde değil, aynı zamanda gelişmiş ülkelerde de rapor edilmiştir (Bansal ve Kim, 2015). Bu nedenle PAH'lar günümüzün en önemli çevre sorunlarından biridir.

• Tarım İlaçları

Pestisitler, tarım arazilerinin yanı sıra demiryollarında, özel bahçelerde ve diğer kamusal alanlarda kullanılan kimyasallardır. Artan dünya nüfusu ve daha fazla gıda kaynağı ihtiyacına bağlı olarak mahsul koruma için pestisit kullanımının artması bekleniyor. Pestisitler tarımsal üretimi artırırken, gıda zinciri yoluyla biyobirikim, nihayetinde canlı organizmalar için bir risk haline gelebilir, çünkü pestisitler belirli olumsuz etkilere neden olur. Ekinlere püskürtülen pestisitlerin bir kısmı tarım alanlarında kalacak, bir kısmı ise çevredeki su, hava ve toprağa karışacaktır (Lefrancq, Imfeld, Payraudeau ve Millet, 2013). Pestisitler çevrede uzun yıllar kalabilir ve uzun mesafelere taşınabilir. Su, tortu ve topraktaki pestisit kalıntıları önemli çevre tehditleridir ve birçok ülkede kanserojen kirleticiler olarak tanımlanmıştır (Dich, Zahm, Hanberg ve Adami, 1997). Bu nedenle, son yarım yüzyılda bu maddelerin aşırı kullanımı insan sağlığı için ciddi riskler oluşturmuştur. Süt, sebzeler ve tahıllarda tespit edilen pestisit kalıntılarına ilişkin birçok rapor bulunmaktadır. Hindistan'da çiftlik hayvanlarında ve bunların et, süt ve yumurta dahil olmak üzere ürünlerinde dieldrine, aldrin, chlordane ve heptaklor gibi pestisit kalıntıları artan sıklıkta tespit edilmiştir (Ahmed, 2007).

Ayrıca, birçok pestisit çevrede uzun süre kalabilir; örneğin, organoklorlu insektisitler, kullanımlarından otuz yıl sonra bile yüzey sularında tespit edilebilir durumdadır ve yasaklanmıştır. Pestisitler insanoğlunu da içeren besin zincirinde hedef olmayan organizmalarla buluşmaktadır. Organizmalar vücut dokularında birikerek çeşitli sağlık sorunlarına neden olurlar. Deneysel araştırmalar, bazı pestisitlerin vücuttaki farklı hormonların işleyişini bozabilen endokrin bozucular olduğunu göstermiştir. Çalışmalar, hem hormonal regülasyon dengesizliği hem de bağışıklık sistemi aktivitelerinde pestisit maruziyeti ve bozuklukları olduğuna dair kanıtlar olduğunu bildirmiştir (Mostafalou ve Abdollahi, 2013).

Son yirmi yılda gösterilen çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkilerini göstermektedir; buna pestisit kullanımı ile lösemi,

non-Hodgkin lenfoma ve farklı katı tümör türleri gibi kanserler arasındaki olası bir ilişki de dâhildir (Akyl ve ark., 2015).

Gelişmekte olan ülkeler için tarım ilaçlarının önemi yadsınamaz. Ancak, çevresel riskler ve insan sağlığı konusu, bir dizi çalışmada bu ülkeler için önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Pek çok insan mesleki olarak pestisitlere maruz kalmaktadır ve pestisitlerin kendi kendine zehirlenmesi önemli bir halk sağlığı sorunudur. Yılda, pestisit maruziyetinden kaynaklanan 3 milyon akut zehirlenme vakası rapor edilmiştir ve bu her yıl 250 ila 370.000 kişinin ölümüyle sonuçlanmaktadır (Gunnell, Eddleston, Phillips ve Konradsen, 2007). Tüm bu nedenlerle bilinçsiz pestisit kullanımı ekosistem kirliliği ve insan sağlığı açısından ciddi bir sorundur.

Son yıllarda hızla gelişen teknoloji sayesinde insanlar geniş spektrumlu birçok maddeye maruz kalmaktadır. Teknoloji insanlığa birçok kolaylıklar getirdi ve her yıl farklı alanlarda üretilen binlerce kimyasal piyasaya çıkıyor. Yeryüzündeki yaşamın kalitesi, çevrenin genel kalitesiyle bağlantılıdır. Antropojenik faaliyetler nedeniyle ekosistemde ortaya çıkan kirleticilerden tüm canlı organizmalar olumsuz etkilenmektedir. İnsan kaynaklı kirleticiler arasında pestisitler, farmasötikler, endüstriyel katkı maddeleri ve yan ürünler, PAH'lar, su arıtma yan ürünleri, alev/ateş geciktiriciler ve yüzey aktif maddeler ile kafein ve nikotin metabolitleri ve hormonlar yer alır. Bu kirleticilere maruz kalma, ekosistemde yaşayan organizmalarda ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu bileşiklerin çevrede düzenlenmesi zorlu bir görev olacak ve temel kirletici özelliklerinin yanı sıra bunların dağılımı ve davranışlarının çok daha iyi anlaşılmasını gerektirecektir. Bu nedenle, her kirleticinin çevresel konsantrasyonları belirlenmelidir. Ayrıca ilgili türlerin kirleticilerin alımı, metabolizması ve atılımı da araştırılmalıdır. Çevre kirliliğinin çözümü için geleceğin, kirliliğin olumsuz etkilerini azaltmak için planlanması ve farklı disiplinler arasında iş birliği ve koordinasyonun birlikte çalışması gerekmektedir.

2.1.3 Geri Dönüşüm

Katı atık; evsel, ticari, endüstriyel, tarım ve madencilik faaliyetlerinden ve kamu hizmetlerinden kaynaklanan sıvı olmayan atıkları tanımlamak için uluslararası alanda kullanılan bir terimdir. Katı atık, sebze atıkları, kâğıtlar, cam, plastikler, tahta,

bahçe kırıntıları, yemek atıkları, radyoaktif atıklar ve tehlikeli atıklar gibi sayısız farklı malzemeyi içerir. Katı atıklar, insan ve hayvan faaliyetlerinden kaynaklanan, normalde katı, yarı katı, kaplarda sıvı olan ve atılan, işe yaramayan veya istenmeyen tüm atıklardır (Şengül, 2010).

Terim; tarımsal, endüstriyel ve mineral atıkların heterojen birikimini kapsamaktadır. Katı atık üretimi, küresel, bölgesel ve yerel düzeylerde sürekli büyüyen bir sorundur. Son yıllarda dünya genelinde kentsel katı atık üretiminde önemli bir artış olmuştur. Birçok kentte çöp hacmi artmaktadır. Katı atıklar dünyada en görünür çevre sorunlarından birini oluşturmaktadır. Kentsel katı atık yönetimi, ülkelerdeki hızlı nüfus artışı ve ekonomik gelişme nedeniyle ciddi bir sorun haline gelmiştir. Son zamanlarda, kentsel katı atık miktarı, artan şehirleşme ve modern yaşam tarzı ve değişen kompozisyonu ile hızla artmaktadır. Daha büyük kentsel alanlarda ciddi ve büyüyen potansiyel sorunlardan biri, atık bertarafı için arazi sıkıntısıdır (Alım, 2006).

Atık yönetimi, atık ürünlerin, kanalizasyon ve çöplerin toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesinin genel sürecidir (Özkan, 2000). Ayrıca diğer yasal, izleme, geri dönüşüm ve düzenleme faaliyetlerini de içermektedir (Özbakır Umut, Topuz ve Nurtanış Velioğlu, 2015). Katı, gaz veya sıvı gibi birçok atık türü vardır ve her birinin farklı bertaraf ve yönetim süreçleri vardır. Atık yönetimi, endüstriler, evsel, ticari faaliyetler veya doğal atıklar tarafından oluşturulan farklı atık türlerini yönetir (Özkan, 2000).

Atık yönetiminin büyük bir bölümü, evsel katı atıklarla, yani endüstriler, konutlar ve ticari kuruluşlar tarafından oluşturulan atıklarla ilgilendir. Atık yönetiminin genel kavramları; azaltma, yeniden kullanma ve geri dönüştürme olmak üzere üç yaklaşımı içeren atık hiyerarşisidir. İkincisi, tasarlamayı, üretmeyi, dağıtmayı ve ardından 3R atık hiyerarşisini içeren ürünün yaşam döngüsüdür. Üçüncü kavram, kaynakların verimli kullanımına odaklanan kaynak verimliliğidir. Dördüncü kavram ise “kirleten öder” ilkesidir ve burada kirleten taraf yani atık üreten kişi çevreye verdiği zararı ödemek zorundadır. Ancak gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler, şehirler ve köylerde yürütülen atık yönetimi farklılık göstermektedir (Aydın, 2019).

Diğer faktörler;

1. Çevreyi temiz tutmak: Atık yönetimi süreci, çevreyi temiz tutmaya yardımcı olur ancak hedefe ulaşmak için çevremizi temiz tutmaya bireyler olarak hepimizin katılması gerekir. Atık yönetim birimleri, halka açık alanlardan çöp ve atık maddelerin toplanarak düzenli depolama sahalarına ve diğer bertaraf birimlerine ulaştırılması için çalışmaktadır. Çöpten kaynaklanan koku ve gazlar bertaraf edilmeden önce ortadan kaldırılmakta, böylece tüm süreç çevreyi temiz tutmaktadır (Şengül, 2010).
2. Enerji tasarrufu sağlamak: Atık yönetimi süreci geri dönüşümü içerir. Ürünlerin geri dönüştürülmesi, yeni ürün ve hammadde üretiminin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Geri dönüşüm, geri dönüşüm işlemi daha az enerji kullandığından enerji tasarrufuna da yardım etmektedir (Geleri, 2019).
3. Hava kirliliğini azaltmak: Atık yönetimi, kirliliği ve küresel ısınmayı azaltmaya yardımcı olmaktadır. Atıklardan yayılan karbondioksit ve metan gibi gazların yoğunluğunu azaltmaktadır (Avan, 2011).
4. İstihdam fırsatları yaratmak: Atık yönetiminin tüm bölümlerinde büyük miktarda insan gücüne ihtiyaç vardır. Toplamadan bertarafın son aşamasına kadar, atık yönetimi sektörlerinde birçok iş fırsatı vardır (Yakut, 2012).
5. Sürdürülebilir kaynak kullanımı: Atık yönetimi sürecinde minimum enerji ve kaynak kullanımı planlanmaktadır. Ürünün atık yönetimi konsepti yaşam döngüsü, kaynakların verimli kullanılmasını amaçlamaktadır (Yiğit, 2019).
6. Sağlık: Atıklara maruz kalmak insan sağlığını etkileyerek çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Atık yönetimi faaliyetleri, atıkları çevremizdeki düzenli depolama alanlarından toplamayı ve atığın bireyleri çeşitli sağlık tehlikelerinden kurtararak güvenli bir şekilde bertaraf edilebileceği alanlara taşımayı içermektedir (Avan, 2011).
7. Nesiller Arası Eşitlik: Etkili atık yönetimi uygulamaları, gelecek nesillere güçlü bir ekonomi ve temiz bir çevre sağlayacaktır.

2.2 Motorlu Taşıt Kaynaklı Emisyonlar ve Etkileri

Ulaşımdan yayılan hava kirliliği, ABD vatandaşlarının sağlığı ve refahı üzerinde olumsuz etkileri olan dumana ve kötü hava kalitesine katkıda bulunur. Kötü hava kalitesine katkıda bulunan kirleticiler arasında partikül madde (PM), nitrojen

oksitler (NO_x) ve uçucu organik bileşikler (VOC'ler) bulunmaktadır. Ayrıca, buharlaştırıcı emisyonlara, tamamen yanmamış ve atmosfere salınan yakıt buharları neden olur. Buhar, yakıt depolarının doğru şekilde kapatılması, benzinin aşırı doldurulmasından kaçınılması ve herhangi bir sızıntının onarılması yoluyla kontrol edilebilir. Otomobiller ayrıca, gözlere ve solunum sistemine zararlı yanmamış yan ürünler içeren ve insanların sağlığını riske atan duman da yayar. Ancak bu, maruz kalma süresine, kişinin yaşına, sağlığına ve maruz kaldığı bu gazların konsantrasyonuna bağlıdır.

Otomotiv emisyonları, yerel hava kirliliğinin ana kaynakları arasındadır. Motorlu taşıtların yaydığı başlıca kirlleticiler arasında karbon monoksit (CO) ve nitrojen oksitler (NO_x) bulunur. OECD ülkelerinde araba emisyonları, CO'nun %55'ini ve NO_x emisyonlarına neden olan ozonun %36'sını oluşturmaktadır. Diğer otomobil kirleticileri, OECD ülkelerinde hava emisyonlarına sırasıyla %21 ve %12 katkıda bulunan hidrokarbonları (HC) ve partikül maddeyi (PM) içerir. (OECD, 2007). Otomotiv emisyonlarının genel hava kirliliğine nispeten büyük katkısı göz önüne alındığında, motorlu taşıtların ürettiği emisyon miktarının azaltılması, yerel hava kalitesinin iyileştirilmesine önemli ölçüde katkıda bulunabilir (Işıksoluğu, 1997).

2.2.1 Karbonmonoksit

Karbon monoksit emisyonları, arızalı emisyon kontrol sistemlerine sahip bakımsız eski otomobiller tarafından artırılır. Ayrıca, soğuk bir motor, daha sıcak olandan daha fazla karbon monoksit yayar. Sonuç olarak, bu gazın şehir emisyonları kışın yaza göre önemli ölçüde daha yüksektir. CO renksiz, kokusuz bir gazdır ve büyük miktarlarda bulunduğu zararlı olabilir. Bir şey yandığında CO açığa çıkar. Dış havadaki en büyük CO kaynakları, fosil yakıtları yakan arabalar, kamyonlar ve diğer araçlar veya makinelerdir. Evinizdeki havalandırılmamış kerosen ve gaz ısıtıcıları, sızdıran bacalar ve fırınlar ve gaz sobaları gibi çeşitli öğeler de CO salar ve iç mekan hava kalitesini etkileyebilir (Koçyiğit VE Can Eke, 2021).

Yüksek konsantrasyonda CO içeren havayı solumak, kan dolaşımında kalp ve beyin gibi kritik organlara taşınabilen oksijen miktarını azaltır. İç mekanlarda veya diğer kapalı ortamlarda mümkün olan çok yüksek seviyelerde CO, baş dönmesine, kafa karışıklığına, bilinç kaybına ve ölüme neden olabilir (Sever ve ark., 2005).

Açık havada çok yüksek CO seviyelerinin oluşması olası değildir. Bununla birlikte, CO seviyeleri açık havada yükseldiğinde, bazı kalp hastalığı türleri olan kişiler için özellikle endişe kaynağı olabilir. Bu insanlar, kalbin normalden daha fazla oksijene ihtiyaç duyduğu durumlarda, kalplerine oksijenli kan götürme konusunda zaten daha az beceriye sahiptir. Özellikle egzersiz yaparken veya artan stres altında CO'nun etkilerine karşı savunmasızdırlar. Bu durumlarda, yüksek CO'ya kısa süreli maruz kalma, anjina olarak da bilinen göğüs ağrısının eşlik ettiği kalbe giden oksijenin azalmasına neden olabilir (Koçyiğit ve Can Eke, 2021).

2.2.2 Azot Oksitler

Azot oksitler, asit yağmurlarının yanı sıra yer seviyesindeki ozonun gelişmesinden sorumludur. Sonuç olarak, astım hastalığı gibi ilgili durumları potansiyel olarak kötüleştiren solunum tahrişi gelişir. Akciğer kapasitesinde azalmaya neden olarak kişiyi astım, grip ve zatürre gibi enfeksiyonlara karşı daha duyarlı hale getirir. Nitrojen oksitler (NO_x) terimi, doğal kaynaklardan, motorlu taşıtlardan ve diğer yakıt yakma işlemlerinden üretilen gazlar olan nitrik oksit (NO) ve nitrojen dioksit (NO₂) bir karışımını tanımlar. Nitrik oksit renksizdir ve atmosferde nitrojen dioksit oluşturmak üzere oksitlenir. Azot dioksit bir kokusu vardır ve sağlığımızı ve çevremizi etkileyebilecek asidik ve oldukça aşındırıcı bir gazdır. Azot oksitler, fotokimyasal sisin kritik bileşenleridir. Dumanın sarımsı kahverengi rengini üretirler. Yetersiz havalandırılan durumlarda, gazlı sobalar ve gazlı veya odunlu ısıtıcılar gibi ev içi cihazlar önemli nitrojen oksit kaynakları olabilir.

Yüksek nitrojen dioksit seviyeleri, insan solunum yollarına zarar verebilir ve bir kişinin solunum yolu enfeksiyonlarına ve astıma karşı savunmasızlığını ve ciddiyetini artırabilir. Yüksek seviyelerde nitrojen dioksite uzun süre maruz kalmak kronik akciğer hastalığına neden olabilir. Örneğin, bir kişinin bir kokuyu koklama yeteneğini azaltarak duyuları da etkileyebilir. Yüksek nitrojen dioksit seviyeleri bitki örtüsüne de zararlıdır, yapraklara zarar verir, büyüme veya mahsul verimini azaltır. Nitrojen dioksit mobilyaların ve kumaşların rengini soldurabilir, görünürlüğü azaltabilir ve yüzeylerle reaksiyona girebilir.

2.2.3 Kükürtlü Bileşenler

Kükürt, tanımlanmış 118 kimyasal elementten biridir ve doğal olarak oluşan bir madde olmasına rağmen, bazı senaryolarda endişe verici çevresel sonuçlara sahip

olabilir. Fosil yakıtlar gibi kükürt içeren malzemeler yakıldığında, element oksijenle reaksiyona girerek kükürt dioksit (SO_2) adı verilen kimyasal bir bileşik oluşturur. Çevre Koruma Ajansı tarafından kirletici olarak sınıflandırılan SO_2 , hem çevre hem de insan sağlığı için tehdit oluşturan zehirli bir gazdır (Cindoruk, 2018).

Atmosfere salındıktan sonra, kükürt dioksit hava ve su ile reaksiyona girerek sülfürik asit oluşturabilir. Asit yağmurunun ana bileşeni olan sülfürik asit, ormanlara, tarımsal ürünlere, su yollarına ve diğer habitatlara büyük zarar verebilir. Yüksek konsantrasyonlarda, atmosferik kükürt dioksit yapraklarda akut hasara neden olabilir. Zehirli gaz, geniş yapraklı bitkilerin yapraklarında ağartıcı veya koyu pigmentasyona neden olabileceği gibi, kozalaklı iğnelerin kahverengileşmesine ve solmasına neden olabilir (Tiwary ve Colls, 2004).

SO_2 , ince parçacıklı madde oluşturmak için diğer atmosferik bileşiklerle reaksiyona girebilen birkaç kükürt oksitten sadece biridir. Bu, görünürlüğü azaltabilecek, güneş ışığını engelleyebilecek ve bitki büyümesini tehlikeye atabilecek alçak bir pus oluşturabilir. SO_2 ile ilgili püskürtülen muzdarip olan sadece şehirler değil, birçok vahşi yaşam alanı ve milli parklar da hava kirliliğinden etkilenmektedir.

Uzmanlar, Hindistan'daki Tac Mahal'in aşırı hava kirliliği nedeniyle sarı bir renk aldığı konusunda uyarıda bulunurken, atmosferik SO_2 'nin uzun vadeli etkileri çıplak gözle görülebilir (Elbir, 2004).

SO_2 ve diğer kükürt oksitler insan akciğerlerine ve solunum sistemine ciddi şekilde zarar verebilir. SO_2 'nin solunması bronşit ve astım gibi mevcut durumları kötüleştirmenin yanı sıra akut akciğer hasarına neden olabilir (Cindoruk, 2018).

2.2.4 Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar; ham petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlarda bulunan, yalnızca hidrojen ve karbon atomlarından oluşan organik bileşiklerdir. Beş ana aileye veya homolog seriye (alkanlar, alkenler, alkinler, sikloalkanlar, alkadien) ayrılırlar. Homolog bir dizi içindeki hidrokarbonların genel bir formülü, kimyasal ve fiziksel özellikleri paylaşır. En çok tanınan hidrokarbonlar, karbon-karbon tekli bağlarıyla basit bir yapıyı paylaşan metan, etan, propan ve butan gibi alken ailesinden olanlardır (Alver, Demirci ve Özcimder, 2012).

Hidrokarbon yakıtların yanması, atmosferik kirliliğe ve iklim değişikliğine katkıda bulunan diğer sera gazlarının yanı sıra karbondioksit (CO₂) salar. Yan ürün emisyonlarına neden olan fosil yakıt safsızlıklarının aksine, CO₂ hidrokarbon yanmasının kaçınılmaz bir sonucudur. Bir yakıtın enerji yoğunluğu ve CO₂ ayak izi, hidrokarbon zincir uzunluğuna ve hidrokarbon moleküllerinin karmaşıklığına bağlıdır.

Yanmış hidrokarbonların etkilerinin yanı sıra yanmamış hallerinde kaçtıklarında daha da zararlıdır. Zehirli, kanserojen moleküller, motor egzozunda ve ayrıca buharlaşan petrol ve gazda bulunur. Daha ağır formlar toprağı ve yeraltı sularını kirletebilir. Bu bağlamda en sık tartışılan hidrokarbon olan metan, CO₂'den daha güçlü bir ısı tutucu sera gazıdır. Bu nedenle yanmadan atmosfere sızdığına, yanarak üretilen karbondioksitten daha fazla iklim değişikliğine katkıda bulunur. Küresel ısınma, hidrokarbon yakıtlardan kaynaklanan artan emisyonlardan kaynaklanmaktadır. Özellikle karbondioksit, sera gazlarının yaklaşık dörtte üçünü oluşturuyor ve büyük ölçüde bu tür fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanıyor. Karbondioksit emisyonlarını azaltan teknoloji mevcuttur (Stolyhwo ve Sikorski, 2005).

2.2.5 Partikül Madde

Sis dumanının bulanıklaşmasına neden olan metal ve is içeren partiküller olan partikül madde, motorlu araç kirleticilerinin en önemlilerinden biridir. Parçacıklar o kadar küçüktür ki, solunduğunda insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturarak solunum sistemine zarar verir. Parçacıklarla birlikte nitrojen oksitler, kükürt dioksitler ve hidrokarbonlar da yayıldığından, ikincil kirleticiler olarak sınıflandırılırlar. Atmosferdeki parçacıklı madde, çapı 10 mikrometreden küçük parçacıklardan oluşur. Eksik yanmadan, özellikle dizelden kaynaklanan duman ve kurum daha büyük parçacıklarda bulunur (Zeydan, 2020).

2.2.6 Aldehitler

Aldehitler özellikle formaldehit, kirli atmosferlerde sık görülen rahatsızlıklar olan göz tahrişine ve hoş olmayan kokulara katkıda bulunabilir. Aldehitler doğrudan veya dolaylı olarak bitkilerde yaralanmaya da neden olabilir. Aldehit emisyonları, hidrokarbonların ve diğer organik maddelerin eksik yanmasından kaynaklanır.

Aldehitler, çevremizde bol miktarda bulunan oldukça reaktif elektrofillerdir. Kullandığımız ve tükettiğimiz ürünlerin yanı sıra soluduğumuz havada birçok aldehit kaynağı mevcuttur. Bu aldehitlere maruz kalma, işyeri dahil olmak üzere açık havada ve iç mekanlarda gerçekleşir. Tütün, sigara, e-sigara ve alkol gibi yaşam tarzı seçimleri de insanları aldehitlere maruz bırakır. Aldehitler ayrıca gıdalarda, alkolsüz içeceklerde, kozmetiklerde ve el dezenfektanlarında da bulunur. Aldehit metabolizmasını azaltan genetik farklılıklarla birlikte bu aldehit kaynaklarına maruz kalma, kanser ve kardiyovasküler hastalık gibi hastalıkların gelişme riskini etkileyebilir (Kelen, 2014).

2.3 Motorlu Taşıtlarda Emisyon Kontrol Sistemleri

Aşırı araç kullanımı doğayı olumsuz etkilemektedir. Artan araç sayısı ile birlikte gazların ve kirleticilerin etkileri de artmaktadır. Bazı kentlerde getirilen tek-çift plaka uygulaması bile bu konuda pek yardımcı olmamıştır. Bunun sonucunda mühendisler ve uzmanlar endişeye kapılıyor, benzin ve motorinden kaynaklanan emisyonları ortadan kaldırarak sistemde değişiklik getirecek bir şey üzerinde çalışıyorlar. Düzgün yapılırsa, bu artan hava kirliliğini frenleyebilir ve karşılığında çevreyi kurtarabilir. Otomobillerdeki Emisyon Kontrol Sistemi, çoğunlukla içten yanmalı motor ve benzeri bileşenlerin bir sonucu olan zararlı gazların dışarı atılmasını kısıtlamak için uygulanan yol ve araçları ifade etmektedir. Araçlar, ömrü boyunca hava kirliliği üretmektedir. Birincil kirlilik kaynağı, egzoz borusundan çıkan yanmış ve yanmamış hidrokarbonlar, karbon monoksit, nitrojen ve kükürt oksitleri ve eser miktarda asit ve fenollerdir. Karter, ikinci ana hidrokarbon kaynağıdır ve ayrıca daha az miktarda karbon monoksit de üretmektedir (Kelen, 2014).

Emisyon Kontrol Sistemi, tüm kaynaklardan çıkan zararlı emisyonları kontrol etme yeteneğine sahiptir. Araçlardan düzenli olarak yayılan belirli Emisyon türleri vardır. İki ana emisyon türü, egzoz emisyonu ve evaporatif emisyondur. Egzoz emisyonu, çoğunlukla egzoz borusu vasıtasıyla çıkan ve ortama karışan zararlı gazlardan oluşmaktadır. Karbon monoksit, nitrojen oksit, hidrokarbonlar gibi gazlar ile karbondioksit egzoz borularından düzenli olarak bol miktarda salınır. Evaporatif emisyonda ise, motor tanklarından yakıtın buharlaşması sonucu hidrokarbon kirleticiler üretilmektedir (Aktaş, 2008).

Emisyon kontrol sistemi, otomobillerde, içten yanmalı motorlardan ve diğer parçalardan zararlı gazların dışarı atılmasını sınırlamak için kullanılan bir sistem anlamına gelmektedir. Bu gazların üç ana kaynağı vardır, motor egzozu, karter ve yakıt deposu ve de karbüratördür. Egzoz borusu yanmış ve yanmamış hidrokarbonları, karbon monoksiti, nitrojen ve kükürt oksitleri ve eser miktarda çeşitli asit, alkol ve fenollerini boşaltır. Krater, yanmamış hidrokarbonların ve daha az ölçüde karbon monoksitin ikincil bir kaynağıdır. Yakıt deposunda ve özellikle eski otomobillerde karbüratör, sürekli olarak benzinden buharlaşan hidrokarbonlar, kirliliğe küçük ama önemsiz olmayan bir katkıda bulunan faktör oluşturur. Kontrol için çeşitli sistemler geliştirilmiştir (Karamangil, 2003).

Krank karterinde (motor bloğunun krank milinin bulunduğu silindirlerin altındaki kısmı) sızan yanma gazları havalandırma havası ile birleştirilir ve yanma odasında yeniden yakılmak üzere emme manifolduna geri gönderilir. Bu işlevi yerine getiren cihaz, pozitif karter havalandırma valfi veya PCV valfi olarak bilinir (Kelen, 2014).

Toplam motor kirleticilerinin üçte ikisinden sorumlu olan egzoz emisyonlarını kontrol etmek için; hava enjeksiyon sistemi ve egzoz gazı devridaim (EGR) sistemi olmak üzere iki tip sistem kullanılmaktadır. EGR’de egzoz gazlarının belirli bir kısmı silindir kapağına geri yönlendirilir ve burada yakıt-hava karışımı ile birleştirilir ve motora girer. Yeniden sirküle edilen egzoz gazları, yanma ürünleri olarak nitrojen oksitlerin daha düşük üretimini destekleyen bir durum olan yanma sıcaklığını düşürmeye hizmet eder (yine de motor verimliliğinde bir miktar kayıp olur). Tipik bir hava enjeksiyon sisteminde, motor tahrikli bir pompa, havanın yanmamış hidrokarbonlar ve karbon monoksit ile yüksek bir sıcaklıkta birleştiği ve aslında yanma sürecini sürdürdüğü egzoz manifolduna hava enjekte eder. Bu şekilde, daha önce egzoz sisteminden atılan kirleticilerin büyük bir yüzdesi (ek güç üretimi olmamasına rağmen) yakılır (Borat, Balcı ve Sürmen, 1992).

Ek yanma için başka bir alan da katalitik konvertör, seramik peletler içeren yalıtılmış bir hazneden veya platin ve paladyum gibi ince bir metal tabakasıyla kaplanmış seramik petek yapısından oluşur. Egzoz gazları paketlenmiş boncuklardan veya bal peteğinden geçerken, metaller egzozdaki hidrokarbonları, karbon monoksiti

ve nitrojen oksitleri su buharı, karbon dioksit ve nitrojene dönüştürmek için katalizör görevi görür. Bu sistemler tamamen etkili değildir, ısınma sırasında sıcaklıklar o kadar düşüktür ki emisyonlar katalize edilemez. Katalitik konvertörün önceden ısıtılması bu soruna olası bir çözümdür. Örneğin hibrit arabalardaki yüksek voltajlı piller, dönüştürücüyü çok hızlı bir şekilde ısıtmak için yeterli gücü sağlayabilir (Otomotivlab, 2019).

Geçmişte, yakıt deposundan ve karbüratörden buharlaşan benzin dumanları doğrudan atmosfere veriliyordu. Bugün bu emisyonlar, sızdırmaz yakıt deposu kapakları ve kalbi kendi ağırlığının yüzde 35'ine kadar yakıt buharını tutabilen bir aktif kömür kutusu olan buharlaşmalı kontrol sistemi ile büyük ölçüde azaltılmıştır. Çalışma sırasında, yakıt deposu buharları, sızdırmaz yakıt deposundan, ham yakıtı depoya geri döndüren ve yakıt buharını bir boşaltma valfi aracılığıyla bidona yönlendiren bir buhar ayırıcıya akar. Teneke kutu bir depo görevi görür; motor çalışırken, buharlar oluşan vakumla teneke kutudan bir filtre aracılığıyla çekilir ve burada yakıldıkları yanma odasına çekilir. Yanma verimliliğindeki gelişmeler, tüm yanma süreci üzerindeki bilgisayar kontrollü kontrolden etkilenir. Bu kontrol, yukarıda açıklanan sistemlerin en verimli şekilde çalışmasını sağlar. Ek olarak, bilgisayar kontrollü yakıt enjeksiyon sistemleri, daha hassas hava-yakıt karışımları sağlayarak yanmada daha yüksek verimlilik ve daha düşük kirlletici oluşumu sağlamaktadır (Otomotivlab, 2019).

2.4 Çevresel Kirliliklerin Azaltılmasında Elektrikli Taşıtların Rolü

Temel olarak yerel düzeyde başlayan çevresel kirlilikler, daha geniş bir bakış açısıyla ele alındığında ulusal ve hatta küresel boyutta tüm yaşam formlarını etkisi altına alan kritik bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çevresel kirliliklerin kaynakları oldukça çeşitli olmakla birlikte, esas olarak sanayileşme ve bunun sonucu olarak şehirlerde yaşanan nüfus artışı ile ilişkilidir. Artan sanayileşme seviyesi, ulaşım olanaklarını genişleterek seyahat etmeyi kolaylaştırmış ve kişisel araba kullanımını teşvik ederek sera gazı salımlarını yükseltmiş ve sonuçta çevresel kirliliklerin artmasına yol açmıştır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği etkilerinin hafifletilmesi için sera gazı salımlarını azaltmaya yönelik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar,

Dünya İklim Zirveleri, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Anlaşması, Kyoto Protokolü ve Kopenhag Mutabakatı kapsamında sürdürülmektedir. Karayolu taşımacılığında kullanılan motorlu araçların fosil yakıtlarının neden olduğu sera gazı salımlarını azaltmak için daha düşük emisyonlu (gelişmiş emisyon kontrol teknolojileri, alternatif yakıtlar, hibrit ve elektrikli araçlar vb.) alternatif tahrik sistemlerinin kullanımı öne çıkmaktadır (OTEP, 2010: 3).

Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan'daki orta sınıfın büyümesi, araç talebinde ve yakıt tüketiminde önemli bir artışa yol açmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında, 2010 yılında 750 milyon olan taşıt sayısının, 2050 yılına gelindiğinde 1,5 milyara ulaşması öngörülmektedir. Petrolün kısıtlı bir kaynak olduğu düşünüldüğünde, alternatif bir ulaşım enerji kaynağı olan elektrik, sadece akılcı bir yatırım seçeneği değil, aynı zamanda kaçınılmaz bir gereklilik olarak önümüze çıkmaktadır. Bu bağlamda, sera gazı emisyonları büyük bir problem olarak kabul edilmektedir. Bu sorunla mücadelede, yerel otoritelerin aşağıdaki önlemleri uygulayarak sera gazı emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (EEA, 2018):

- Fosil yakıt salımlarını azaltmak amacıyla enerji tasarrufu ve enerji verimliliği programlarının uygulanması,
- Ormanların tahrip edilmesinin önlenmesi,
- Enerji yoğun malzemeler olan çelik, tuğla ve çimento yerine, sürdürülebilir ve yönetilebilir kaynaklardan elde edilen ahşap malzemelerin kullanımının desteklenmesi,
- Karbon dioksidi atmosfere yeniden kazandırmak amacıyla ağaç dikme çalışmalarının artırılması,
- Ulaşımdan kaynaklanan emisyonların azaltılması şeklinde önlemler alınması
- Kloroflorokarbon içeren ürünlerin kullanımının sınırlandırılması ve mümkün olduğunca kaldırılmasıdır.

Elbette yerel otoritelerin alacağı önlemler büyük önem taşımaktadır. Ancak dünya genelinde benzer performansın sağlanması oldukça zor bir durumdur. Elektrikli taşıtların yarattığı etkilerin büyüklüğü (fosil yakıt tüketiminin azaltılması sayesinde) ve geniş alanlarda kullanılabilirliği nedeniyle, çevresel kirlilik sorunlarının çözümünde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Gerçekten de, araçlar yoğun karbon emisyonu üreterek atmosfere salmakta ve bu da bizi kirlilik ve sera gazı gibi

etkilere karşı korumasız bırakmaktadır. Bu bağlamda, çevremize olumlu katkılar sağlamak için elektrikli araç kullanımı, geleceğe yönelik önemli bir adım olarak görülmektedir (CEF, 2018). Elektrikli taşıtlar hakkında farklı kuruluşlar tarafından çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda, 3 farklı kuruluşun elektrikli taşıtların verimliliği üzerine yaptığı araştırmaların sonuçlarını karşılaştırmak için Çizelge 2.1'e bakılmalıdır.

Çizelge 2.1 Elektrikli Taşıtlarla İlgili Farklı Kuruluşlar Tarafından Elde Edilen Bulgular (Kenanoğlu ve Türgay, 2016: 138)

Etki Alanı	ADL *	UCS*	NBER*
Toplam Sahip Olma Maliyeti	Elektrikli taşıtlar, İYM'e göre %44 daha pahalıdır.	-	-
Küresel Isınma Potansiyeli	Elektrikli taşıtlar, İYM'e göre %23 daha az küresel ısınma potansiyeline sahiptir.	Elektrikli taşıtlar, İYM'e göre %51 daha az küresel ısınma potansiyeline sahiptir.	Elektrikli taşıtlar, İYM'e göre, %40 daha az küresel ısınma potansiyeline sahiptir.
İkincil Çevresel Etkiler	Elektrikli taşıtlar, 3 kat daha fazla insanı tokside etme potansiyeline sahiptir.	-	Elektrikli taşıtlar, yerel kirleticilerden 3 kat daha fazla hasar almaktadır.

Çizelge 2.1'deki verilere göre, elektrikli taşıtların küresel ısınmayı azaltma potansiyeli %23 ile %51 arasında değişmektedir. Bununla birlikte, elektrikli taşıtların daha yüksek başlangıç maliyetleri olduğu ve bireylerin toksik etkilere maruz kalma düzeyinin ve yerel kirleticilerden etkilenme oranının daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Çeşitli araştırmalar, elektrikli taşıtların (örneğin otomobiller) benzerlerine kıyasla daha verimli olduğunu ve içten yanmalı motorlu araçlara göre daha az sera gazı ve diğer emisyonlar ürettiğini belirtmektedir. Avrupa Birliği'nin beklenti temelli çalışması, 2020 yılında bir elektrikli aracın, aynı mesafeyi kat eden bir benzinli araca göre enerji tüketiminin sadece üçte ikisi olacağını göstermiştir (The Guardian, 2018). Ek olarak, elektrikli taşıtlar geleneksel benzinli taşıtlara göre çok daha düşük yıllık maliyetlere sahiptir. ABD'de benzinli bir aracın yıllık maliyeti ortalama 1.117 USD iken, elektrikli otomobilin yıllık ortalama maliyeti 485 USD'dir (Sivak ve Schoettle, 2018).

ABD'de elektrikli taşıtların yarattığı bir dizi etki bulunmaktadır. Bu bağlamda, elektrikli taşıtların sağladığı faydalar arasında; elektrik tüketimine bağlı çevresel avantajların artması, enerji açısından müşterisi olunan Ortadoğu ülkelerine olan bağımlılığın azalması ve yakıt alımının düşmesiyle ithalat maliyetlerinde avantaj ve bakım giderlerinin azalması yer almaktadır (USDE, 2011: 2). Elektrikli taşıtlar, fosil yakıt kullanan araçlara kıyasla daha düşük işletme maliyetleri ve daha temiz bir hava sağlar. Bu sebeple, ABD'nin Maryland eyaleti, elektrikli taşıtları satın alan veya kiralayan işletmelere teşvikler sunmakta ve alınan aracın batarya kapasitesine bağlı olarak 2.500 ila 7.500 USD arasında vergi indirimi uygulamaktadır (Maryland, 2018: 8).

Ayrıca diğer Avrupa ülkelerinde bazılarında ilk 5 veya 10 yıl plaka vergisinden muaf tutulma veya düşük vergi ödeme, yakıt tüketim vergisinden muaf tutulma, yeni araç alımlarında Kdv indirimleri gibi vergi indirimleri uygulanmaktadır.

Türkiye'de ise Hazine ve Maliye Bakanlığının 7 Nisan 2023 tarihinde yayımlanan Resmî Gazeteye göre ülkemizde üretilen elektrikli araçlar ÖTV'den muaf tutulacaktır. Ancak global markaları elektrikli araçlarından vergi alınmaya devam edilecektir.

Elektrikli taşıtlar, özellikle çevre dostu enerji kaynaklarından üretilen temiz bir elektrik şebekesi ile şarj edildiğinde, küresel ısınma emisyonlarını ciddi anlamda düşürme potansiyeli sunmaktadır. Dolayısıyla, elektrikli taşıtların yarattığı etkilerin daha da artabilmesi için enerji üretiminde kullanılan kaynakların yenilenebilir olması büyük önem taşımaktadır. ABD örneğine bakacak olursak, ABD'de ulaşım sektörü toplam enerji tüketiminin %28'ini oluşturmaktadır. Bu bağlamda, ABD'de üretilen elektriğin; %43,5'i kömür, %22,2'si doğal gaz, %19,1'i nükleer, %8,9'u hidroelektrik, %5,4'ü güneş, rüzgâr ve jeotermal, %0,7'si ise petrol kaynaklıdır (ORNL, 2017: 3). İsveç'te ise elektrik üretiminin %90'ı hidrolik ve nükleer enerjiden sağlanmaktadır (EU, 2012: 32). Elektrik üretiminde yaşanan en büyük çevre sorunları, özellikle linyit bazlı santraller olmak üzere termik santrallerden kaynaklanmaktadır. Zira termik santraller, çeşitli fosil yakıtlardan (kömür, fueloil, doğal gaz vb.) elde edilen enerjiyi kullanmaktadır (Ertürk, Akkoyunlu ve Varınca., 2006: 57).

Çizelge 2.1 Fosil Yakıt Türlerinin Ülkelerin Elektrik Üretimindeki Payları (%) (Ertürk ve ark., 2006, s. 28-29.)

Ülkeler	AB	ABD	TR	AB	ABD	TR	AB	ABD	TR	AB
Yıllar	1990	1990	1990	2000	2000	2000	2010	2010	2010	2020
Kömür	54.4	74.6	58.82	39.5	72.7	42.50	32.8	62.1	42.21	37.5
Sıvı Yakıt	23.5	5.7	11.48	21.7	4.0	5.41	20.0	1.0	2.36	15.7
Gaz	17.2	16.8	29.70	32.1	20.2	52.04	39.8	33.9	55.41	39.4
Biyomas/Atık	4.9	2.9	-	6.8	3.1	0.04	7.4	2.9	0.02	7.4
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Avrupa Birliği, ABD ve Türkiye'nin elektrik üretiminde kullandıkları yakıt kaynaklarının yüzdelik dağılımı Çizelge 2.2'de belirtilmiştir.

Elektrikli taşıtların çevresel etkisinin, geleneksel yakıt kullanan taşıtlara kıyasla daha olumlu olduğu belirtilmektedir. Avrupa'da gerçekleştirilen bir yaşam döngüsü analizine göre, elektrikli taşıtların karbon ayak izi, yoğun sera gazı emisyonlu elektrik kullanımında bile daha düşüktür. Bu durum, kara yolu ulaşımının elektrifikasyonunun, Avrupa'nın karbon emisyonlarını azaltmada önemli bir rol oynadığını doğrulamakta ve içten yanmalı motorlu araçların pilli elektrikli taşıtlarla değiştirilmesinin faydalarını ortaya koymaktadır. Avrupa elektrik şebekesine daha fazla yenilenebilir enerji sağlandığında, elektrikli taşıtların iklim üzerindeki etkisi daha da düşecektir. Benzer şekilde, pil teknolojisinin geliştirilmesi, pilin enerji depolama amaçlı yeniden kullanılması ve elektrikli piller için geri dönüşüm sektörünün büyütülmesi, sürdürülebilirliklerinde gelişmelere yol açacaktır (Transport & Environment, 2017: 10).

Elektrikli araçların en büyük avantajı, kasaba ve şehirlerde hava kalitesini önemli ölçüde iyileştirebilme potansiyelidir. Tamamen elektrikli otomobillerin egzoz borusu olmaması nedeniyle, sürüş sırasında herhangi bir karbondioksit emisyonu üretmezler. Bu, hava kirliliğinin azalmasına katkıda bulunur. Kısacası, elektrikli araçlar daha temiz sokaklar sağlayarak kasabalarımızı ve şehirlerimizi yayalar ve bisikletçiler için daha yaşanabilir kılar. Bir yıldan daha kısa sürede, sadece bir elektrikli araç ortalama olarak 1,5 milyon gram CO₂ tasarrufu sağlayabilir. Bu, Londra'dan Barselona'ya dört gidiş-dönüş uçuşuna eşdeğerdir. Londra Belediye Başkanı'na göre, karayolu taşımacılığı başkentin hava kirliliğinin yaklaşık yarısından

sorumludur. Bu nedenle, Birleşik Krallık hükümetinin ve yerel meclislerin yollardaki elektrikli araç sayısını artırmaya çalışması şaşırtıcı değildir. Birleşik Krallık hükümeti, 2040 yılına kadar benzinli ve dizel araç satışlarını yasaklamak için bir hedef belirlemiştir. Ayrıca, hükümet 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını sıfıra indirme hedefi koyarak, elektrikli araçların bu süreçte önemli bir rol oynamasını beklemektedir (EDF, 2023).

Elektrikli taşıtların çevresel maliyeti, marjinal elektrik üretiminin herhangi bir dış maliyet yaratmadığı düşünüldüğünde neredeyse yok denecek kadar azdır. Bu, taşıtların düşük çevresel maliyetlerle beklenen faydalara sahip olduğu anlamına gelir. İçten yanmalı motorlu araçlar hem yerel çevresel maliyetlere hem de gürültü kirliliğine yol açar (Carlsson ve Johansson-Stenman, 2003: 19). Öte yandan, elektrikli taşıtlar çok sessiz oldukları için gürültü kirliliğini azaltır. Ancak elektrikli ve hibrit araçların sessiz çalışması trafik güvenliği açısından sorunlar yaratabilir. Bu araçların sessizliği, sesle algılanan kazalardan kaçınmada tepki sürelerinin azalmasına yol açar. Yayalar ve bisikletçiler genellikle işitsel işaretlere göre hareket ettiklerinden, sessiz araçların yaklaşması, özellikle bu araçlar menzil dışında olduğunda, fark edilmemelerine neden olabilir. ABD ve Japonya gibi ülkeler, çok sessiz araçların özellikle işitme sorunu yaşayan ve görme engelli bireyler için potansiyel olarak daha yüksek risklerine karşı koruyucu önlemler geliştirmeye çalışmaktadır. Motorlu taşıtlar için minimum gürültü seviyeleri belirlenmesi ve motorlarının çok sessiz olduğu durumlarda otomobillerin yapay ses üretmesi önerilmektedir (Verheijen ve Jabben, 2010: 19).

Elektrikli taşıtların sağladığı faydalar, pek çok ülkenin bu alanda harekete geçmesine neden olmuştur. Dünyanın en büyük otomobil pazarı olan Çin, fosil yakıtlı taşıtların üretimini ve satışını durdurma amacıyla bir takvim hazırlamaktadır. Hindistan, 2030 yılına kadar tüm yeni araçların elektrikli olması yönünde niyetini belirtmiştir. İngiltere ve Fransa ise önümüzdeki 20 yıl içinde benzinli ve dizel araç satışlarını durduracaklarını açıklamıştır. Elektromobilite artık kaçınılmaz görünse de, bu değişimin işgücü piyasası, petrol ekonomisi ve ulusal vergi sistemleri üzerinde önemli etkileri olması beklenmektedir (WEF, 2019). Elektrikli taşıtların otomotiv ekosistemi üzerindeki etkileri Çizelge 2.3'te sunulmaktadır.

Çizelge 2.2 Elektrikli Taşıtların Otomotiv Ekosistemine Etkileri (Sundaram ve ark., 2018: 3)

Taşıt Üreticileri Üzerindeki Etkisi

- Elektrikli araçlar için önemli yatırımlar yapılması şarttır.
 - Ar-Ge bütçelerinin payları artırılmalıdır.
 - Yeni tedarik zinciri işbirlikleri kurulması gereklidir.
 - Otomotiv endüstrisi, temel yeni teknolojilere doğru ilerlemek zorundadır.
-

Satıcılar Üzerindeki Etkisi

- Satıcılar, hem elektrikli hem de geleneksel taşıtların satışını yapmayı öğrenmelidir.
 - Satıcılar, elektrikli araçların satışı için personellerini çeşitli becerilerle donatmalıdır.
 - Elektrikli araçların ortaya çıkmasıyla otomotiv iş modelinin değişmesi bekleniyor ve bu araçlar daha az bakım gerektirdiğinden servis işletmelerinin kârlılığı düşebilir.
-

Tedarikçiler Üzerindeki Etkisi

- Otomobil üreticilerinin elektrikli güç aktarma sistemlerine geçmesi, tedarikçiler üzerinde önemli bir etki yaratacaktır. Bazı tedarikçiler, akü odaklı çalışmak için ayrı bir bölüm oluşturarak hayatta kalmak için uygun adımlar atmaktadır. Bu durumda, Bosch gibi sadece birkaç tedarikçinin hayatta kalabileceği düşünülmektedir.
-

Nihai Tüketiciler Üzerindeki Etkisi

- Teşvikler ve sübvansiyonlar, elektrikli araçların benimsenmesini artırarak bu taşıtların popülerliğini artıracaktır.
 - Elektrikli araçların son kullanıcı tarafından daha kolay benimsenmesi için hızla büyüyen şarj istasyonları ağı, süper şarj tesisleriyle birleşerek kullanıcıların işlerini kolaylaştıracaktır.
 - İleri teknoloji özelliklerle donatılmış üstün sürüş deneyimi, müşterilerin elektrikli araçlara karşı dirençlerini azaltarak bu taşıtlara ilgi duymalarını sağlayacaktır. Bir kez elektrikli araç kullanan kullanıcılar geri dönmekte zorlanacaklardır.
-

Hükümet Düzenlemeleri Üzerindeki Etkisi

- Elektrikli araçların benimsenmesinin karbon ayak izini azaltabileceği düşüncesiyle, hükümetler elektrikli araç girişimlerine önem vermektedir.
 - Elektrikli araçların maliyetinin uygun hale getirilmesi ve teşvik edilmesi için hükümetlerin sübvansiyonlarla ilgili sorunları çözmesi önemli bir role sahiptir.
 - Hükümetler, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik etmek için otoyollarda geçişlerin kaldırılması ve elektrikli araç sahiplerine öncelikli park noktaları gibi ayrıcalıklar sunmalıdır.
-

Çizelge 2.3'e göre, elektrikli taşıtların otomotiv sektörü üzerinde önemli değişimler yaratacağı ve yeni oluşumların ortaya çıkmasını gerektireceği açıktır. Bu nedenle, elektrikli taşıtların potansiyeli, yatırımcıların da dikkatini çekmektedir. İngiliz elektrikli süpürge üreticisi Dyson'ın CEO'su Jim Rowan, 2020 yılında elektrikli taşıtlarla ilgili yeni bir planı tamamlayacaklarını ve 2021'de elektrikli taşıtların piyasaya sürüleceğini söylemiştir. Bu girişim, şirketin Singapur'daki fabrikasında çalışan 1.100 işçinin sayısının, yeni tesis tamamlandıktan sonra iki katına çıkacağı anlamına gelmektedir. Elektrikli taşıt yatırımlarının artması, istihdam açısından

önemli etkiler yaratmaktadır (*Yeni Şafak*, 2018). Elektrikli taşıtların diğer bazı etkileri şunlardır (Kenanoğlu ve Turgay, 2020: 141):

- a. Yeni iş olanaklarının ortaya çıkmasını sağlar,
- b. Dışa bağımlılığı azaltarak ithal fosil yakıt ihtiyacını azaltır,
- c. Servis maliyetlerinin düşmesine neden olabilir.

Bazı çevreler, çoğu kirliliğin yerel ya da ulusal kaynaklı olduğunu savunsa da yerel hava kirliliğinin aslında sınır ötesi bir sorun olduğu ve hükümetlerin dünya çapında veya bölgesel önlemler alması gerektiği belirtilmektedir (EEA, 2018). Çevre koruma konusunda dünya ülkelerinin iş birliği yaptığı birçok çalışma da bulunmaktadır. Bu çalışmalar, 1913 yılında Bern'de gerçekleştirilen Birinci Uluslararası Doğal Görünümü Koruma Konferansı ile başlamıştır. Daha sonra Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı'nın Çevre Komitesi ile devam etmiştir. Ayrıca, bu konuda özel bir örgüt olan Uluslararası Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği de faaliyetlerini sürdürmektedir (Arşan, 1992: 417). Bu kurumların, elektrikli taşıtların yaygınlaşması sürecine destek vermesi ve teşvik edici politikalar uygulaması önemlidir. Elektrikli taşıtların birçok olumlu etkisi vardır. Bu etkiler şunlardır (CEF, 2018b):

- a. Fosil yakıtlara ihtiyaç duyulmaması,
- b. Yakıt maliyetlerinin düşmesi ve tasarruf sağlanması,
- c. Emisyon çıkarmaması,
- d. Popülerliğinin artması,
- e. Güvenli sürüş olanağı sağlaması,
- f. Teknolojik gelişmelerle maliyet ve bakım maliyetlerinin azalması,
- g. Elektrikli motorların kullanımı ile motor bakım maliyetlerinin düşmesi,
- h. Sessiz çalışmasıyla gürültü kirliliğine engel olmasıdır.

Elektrikli taşıtlar, çevre kirliliğini azaltma konusunda birçok avantaj sunmasına rağmen, her alanda olduğu gibi bazı dezavantajlara da sahiptir. Gelecekte, elektrik kara yolu taşımacılığının ana kaynağı olacaksa, elektrikli taşıtların üretim ve tüketim sorunlarının mümkün olan en kısa sürede çözülmesi gerektiği açıktır. Teknolojik ilerlemeler sayesinde, bu sorunların en azından azaltılması veya giderilmesi mümkün olacaktır.

2.4.1 Elektrikli ve Hibrit Araçlar

Son dönemlerde, ulaşım araçlarının sayısı, teknolojik gelişmeler ve artan talepler nedeniyle büyük bir hızla artış göstermektedir. Bu durumun ana etkileri enerji verimliliği ve çevre kirliliği olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel enerji krizi yaşanırken, petrol fiyatlarının yükselmesi ve çevre sorunları ile hava kirliliğinin artışı, otomotiv sektöründe elektrikli ve hibrit araçların öneminin artmasına neden olmaktadır. Bu araçlar, yüksek enerji verimliliği ve düşük CO₂ salınımı gibi avantajlarla, giderek daha fazla sayıda üretilmekte ve geliştirilmektedir. Bu artış, birçok araştırma ve çalışmanın gerçekleştirilmesine de zemin hazırlamaktadır.

Elektrikli araçlar konusunda Macar mucit Anyos Jedlik'in 1828 yılında yaptığı elektrik motorlu model araç, elektrikli araçların başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Ancak, Stratingh ve Thomas Davenport'un 1835 yılında yeni elektrikli araç modelleri üzerinde çalıştığı bilinmektedir. Gerçek anlamda başarılı sayılabilecek ilk elektrikli araç ise, 1838 yılında Robert Davidson tarafından yapılan ve saatte 6,4 kilometre hıza ulaşabilen elektrikli lokomotifir (Muratoğlu ve Alkaya, 2016). Fakat bu araç, şarj edilebilirlik özelliğiyle donatılmamıştı.

1842 yılında Thomas Davenport ve Robert Davidson'un kurşun-asit pilleri icat etmesiyle, elektrikli araçlar 1900'lerin başında parlak bir dönem geçirdi. O dönemde, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki üretilen otomobillerin %28'i elektrikle çalışıyordu. Bununla birlikte, 1908 yılında, Henry Ford'un içten yanmalı motorlu araçlarının seri üretimi, elektrikli araçlara büyük bir darbe indirmiştir. Bu duruma sebep olan ana faktörler arasında, elektrikli araçların içten yanmalı motorlu araçlardan yaklaşık üç kat daha pahalı olması, daha uzun mesafelere gitme talebi, güç eksikliği ve benzinin daha kolay ulaşılabilir olması sayılabilir. Bu sebeplerle, 1960'lara kadar elektrikli araçlarla ilgili geliştirme çalışmaları askıya alınmıştır (Tören ve Mollahasanoğlu 2022: 1085).

Ulaşım sektöründeki otomobil sayısının artışı ve içten yanmalı motorların neden olduğu hava kirliliği sorunlarına ek olarak 1973'teki petrol krizi ile birlikte, elektrikli araçlar üzerine yapılan çalışmalar tekrar ivme kazandı. 1974'te Vanguard-Sebring şirketi tarafından üretilen CitiCar, Washington'daki Elektrikli Araç Sempozyumu'nda tanıtılmıştır. Bunun ardından Amerika Birleşik Devletleri, hibrit ve elektrikli araçlar alanındaki çalışmalara teşvik sağlanması amacıyla kararlar aldı. 1990'larda Temiz Hava Yasası Değişikliği ve Enerji Politikası Kanunu kabul edilerek,

bu sektöre yapılan yatırımların desteklenmesi kararlaştırıldı. Bu kararlar doğrultusunda, 1996-2000 yılları arasında General Motors, Nissan, Honda, Toyota, Ford ve Chevy gibi önde gelen şirketler tarafından elektrikli araçlar geliştirildi. Bu araçlar, genellikle kiralık olarak kullanılıyor olsa da menzil ve şarj etme sorunları nedeniyle uzun süreli başarı elde edememiştir.

2008 yılında Tesla şirketi, lityum iyon pillere sahip bir otomobil tanıtarak elektrikli araç sektöründe yeni bir dönemi başlatmıştır. Bu otomobil, uzun menzil ve kolay şarj edilebilir özellikleri sayesinde büyük ilgi görmüştür. Tesla'nın Roadster modeli, beklentilerin üzerinde satış başarısı göstererek diğer geleneksel otomobil üreticilerinin de elektrikli araçlara yönelmelerini teşvik etmiştir. Bugün, neredeyse her otomobil üreticisinin en az bir elektrikli araç modeli bulunmaktadır. Türkiye'de ilk elektrikli araç olarak Renault'un Fluence ZE modeli öne çıkarken, bu araç 2009 yılında Bursa'da üretildi. 10-12 saatlik şarj süresiyle 185 km menzile sahip olan bu model, Türkiye'deki elektrikli araç pazarının başlangıcını simgeler. 2019 yılının sonlarında ise Türkiye, yerli ve milli elektrikli araç üretimi için tarihi bir adım attı ve TOGG adlı araç, büyük bir tanıtım etkinliğiyle dünya kamuoyuna sunuldu. 2022 yılının sonunda seri üretimine başlanması beklenen TOGG, 30 dakika gibi kısa bir sürede şarj olabilme, holografik asistan ve 5G ile entegre mobilite ekosistemi sunmayı amaçlamaktadır (Bilim ve Teknik, 2020).

Elektrikli ve hibrit araçlar üzerinde yapılan araştırmalar, araçların mekanik, elektrik ve elektronik teknolojileri üzerine odaklanmaktadır. Bu çalışmaların bir kısmı, batarya ve şarj sistemlerine yöneliktir (Durmuş ve Kaymaz, 2020). Birçok araştırmada, şarj metotları incelenmekte ve geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçlardaki önemli bir sorun olan hızlı şarj konusunda da çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu alandaki araştırmalar, hızlı şarj altyapısına odaklanan uzmanlar için detaylı bilgi ve uygulama incelemesi sunmaktadır (Mollahasanoğlu ve Okumuş, 2021). Elektrikli araçların araştırma ve geliştirme süreçlerinde ele alınan konulardan bir diğeri ise kullanılan elektrik motorlarının türleridir.

Elektrikli ve hibrit araçlarda kullanılan elektrik motor tipleri, yüksek yakıt verimliliği ve çevreye duyarlılık bakımından büyük öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar göz önüne alındığında, asenkron motorlar, doğru akım (DA) motorlar,

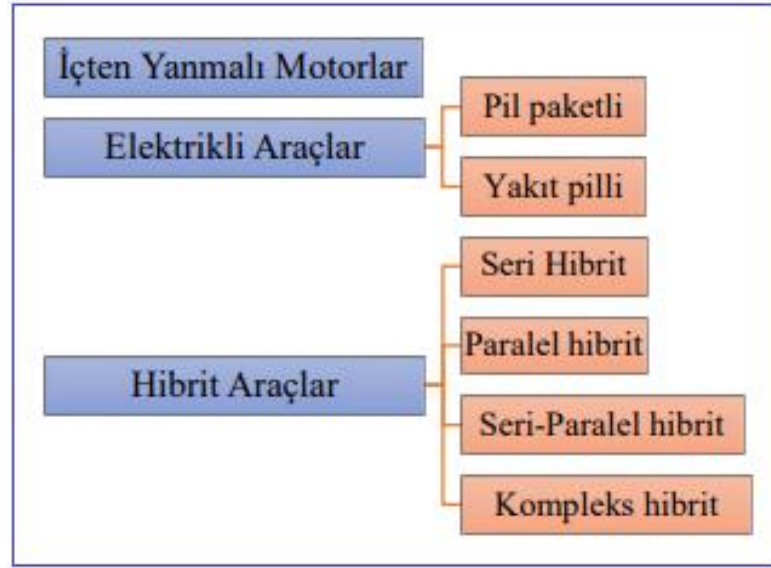
fırçasız DA motorlar, kalıcı mıknatıslı senkron motorlar ve anahtarlama relüktans motorlar gibi farklı motor türlerinin bu araçlar için kullanımı üzerine çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Kaymaz ve Demir, 2020). Bahsedilen çalışmada, elektrikli araçlarda kullanılan motor tipleri güç yoğunluğu, verim, güvenilirlik ve maliyet açısından karşılaştırılmaktadır.

Bir diğer çalışmada, 1-5 arası puanlama sistemi kullanılarak değerlendirme yapılmış, 5 puan en yüksek verimlilik, en düşük ağırlık ve düşük maliyeti temsil etmektedir. Bu analize göre DA motorlarının en düşük maliyete sahip olduğu, verimlilik açısından ise kalıcı mıknatıslı senkron motorların en iyi seçim olduğu belirtilmiştir. Anahtarlama relüktans motorları en düşük ağırlığa sahipken, üç faktör bir arada değerlendirildiğinde elektrikli ve hibrit araçlar için en iyi seçim olarak görülmüştür (Huang ve ark., 2019).

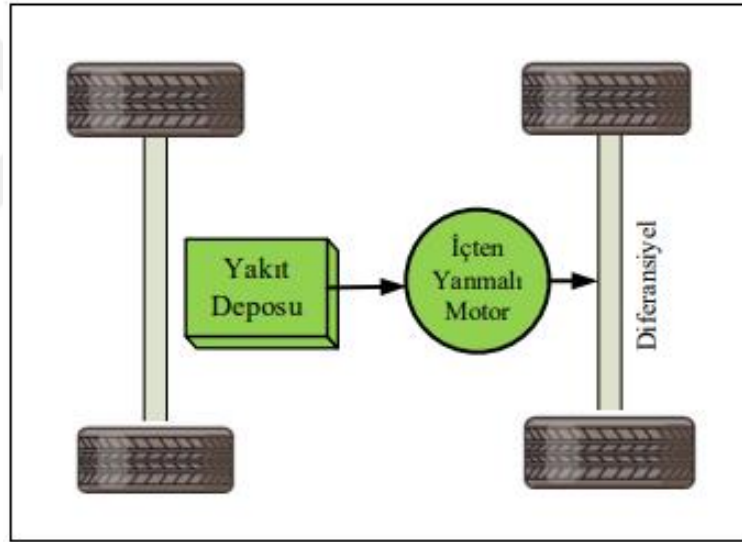
Fırçasız DA motorları üzerine yapılan bir çalışmada, elektrikli araçların güç performansına dayalı olarak motor modellemesi yapılmış ve parametre belirleme yöntemi geliştirilmiştir. Asenkron motorların kullanıldığı başka bir çalışmada ise, dolaylı alan yönlendirmeli kontrol ve doğrudan moment kontrol yöntemleri uygulanarak, motor performansı ve enerji verimliliği karşılaştırılmıştır. Küçük, orta ve büyük güç değerlerine sahip elektrik motorlarının yapıları, çeşitleri ve çalışma özellikleri de ele alınmaktadır. Ancak, tüm bu çalışmalarda araçların CO₂ emisyonu konusu işlenmemiştir (Aktas ve ark., 2020).

2.4.2 Elektrikli ve Hibrit Araçların Çalışma Prensipleri

Günümüzde, karayolu taşımacılığındaki araç teknolojileri incelendiği zaman, tahrik sistemi ve enerji kaynağına bağlı olarak üç farklı araç teknolojisi kullanılmaktadır. Bu sınıflandırma Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Araç Teknolojilerinin Sınıflandırılması

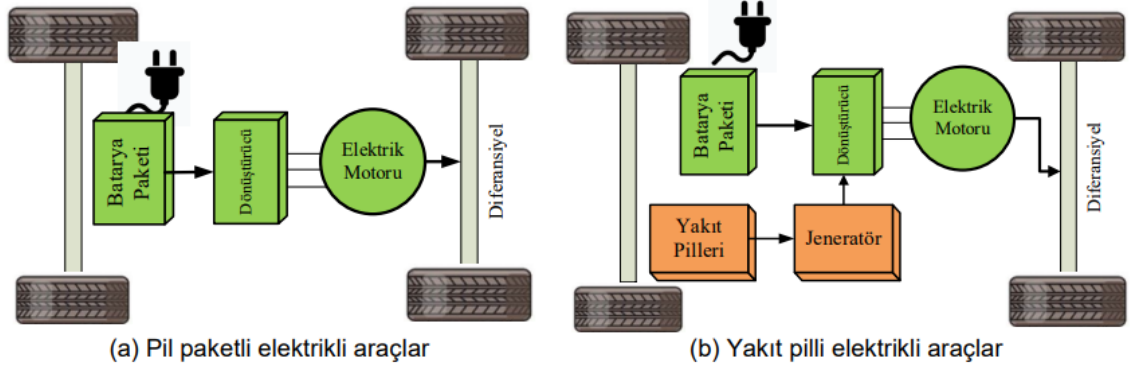


Şekil 2.2 İçten Yanmalı Motorlu Araçların Güç Aktarma Şeması

İçten yanmalı motorlu araçlar, enerjilerini fosil yakıtlardan, özellikle karbon temelli yakıtlardan elde etmektedir. Bu şekilde, motor tahrik sistemi yakıt deposundan alınan (benzin, dizel gibi) enerji ile çalışmaktadır., içten yanmalı motorların kullanıldığı araçlarda güç aktarım düzeni gösterilmektedir (Şekil 2.2’de).

Batarya destekli elektrikli araçlarda, motorun çalışması için gerekli enerji yalnızca pil paketlerinden elde edilir. Yakıt hücreli elektrikli araçlarda ise, elektrik motorunu çalıştırmak için yakıt hücrelerinin kimyasal enerjisi elektroliz yöntemi ile

elektrik enerjisine çevrilir (Chan, 2013). Şekil 2.3'te, elektrikli araçların işleyiş prensibi ve güç aktarım sistemleri verilmektedir.

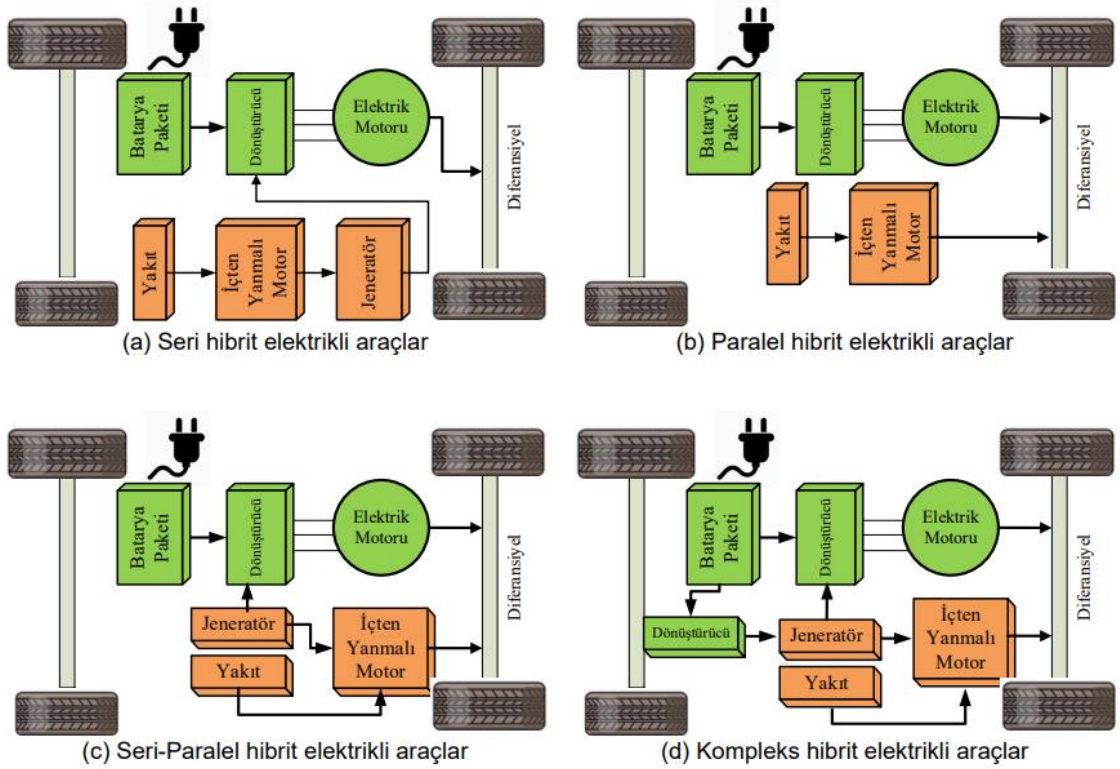


Şekil 2.3 Elektrikli Araçların Güç Aktarma Şeması (Chan, 2013)

Hibrit elektrikli araçlar, içten yanmalı motorun yanı sıra bağımsız olarak çalışan bir elektrik motoru ve dış enerji kaynağından şarj edilebilen bir pil depolama sistemi içerir. Bu tür araçlar sürüş sırasında, enerji verimliliği göz önünde bulundurarak sadece elektrik motorunu, yalnızca içten yanmalı motoru veya her ikisini bir arada kullanabilirler. Bu sayede, yakıt ekonomisine ve tüketimine katkı sağlarlar. Bazı hibrit araçlarda, rejeneratif frenleme sayesinde elektrik enerjisi üretilerek pil tekrar şarj edilebilir. Hibrit araçların düşük sera gazı emisyonları ve gürültü seviyeleri sağlamaları da diğer önemli avantajlarındanır.

Hibrit araçlar, güç aktarma prensiplerine göre; (i) seri, (ii) paralel, (iii) seri-paralel ve (iv) karmaşık dört ana kategoriye ayrılmaktadır. Seri hibrit araçlarda, içten yanmalı motordan elde edilen enerji, bir jeneratör aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek motorun tahrikini sağlar. Paralel hibrit araçlarda ise, elektrik motoru ve içten yanmalı motor beraber veya ayrı olarak enerji aktarımını gerçekleştirir.

Seri-paralel ve karmaşık hibrit elektrikli araçlar, seri ve paralel güç aktarma prensiplerinin bir kombinasyonunu kullanarak güç performansını artırır ve ekonomik yakıt tüketimine katkı sağlar. Bu tür hibrit araçların güç aktarma sistemleri, Şekil 2.4'te görsel olarak temsil edilmektedir.



Şekil 2.4 Hibrit Elektrikli Araçların Güç Aktarma Şeması

2.4.3 Elektrikli Taşıtların Ortaya Çıkardığı Etkiler

Elektrikli araçlar, çevre dostu çözümler arasında en önemli alternatiflerden biri olarak kabul edilmektedir. Fosil yakıtlar ve yağlar kullanmayan, piller ve akülerle çalışan elektrikli otomobiller, e-mobilite anlayışının temel taşlarını oluşturmaktadır. Hatta elektrikli araçların e-mobilite dünyasının parlayan yıldızı olduğunu söylenebilir. Günümüzde, küresel ısınma, çevre kirliliği ve sürdürülebilirlik gibi gezegenimizin geleceğini etkileyen konular, dünya çapında verilen tepkiler sayesinde büyük endüstrilerin de gündemine girmiştir. Küresel ısınma, çevre kirliliği ve doğal kaynakların azalması gibi sorunlarla ilgili farkındalık arttıkça, işletmeler de üzerlerine düşen sorumlulukları üstlenmeye başlamışlardır (ENTES, 2020).

Özellikle otomotiv sektörü, hava kirliliği ve küresel ısınmaya en büyük katkıyı sağlayan endüstrilerden biri olduğu için eleştiri oklarının hedefi olmaktadır. Otomobil üreticileri de bu eleştirilere karşı çevre dostu araçlar üreterek çözüm yolları geliştirmeye çalışmaktadır (Bilim ve Teknik, 2020).

Elektrikli otomobiller, en etkili çözümler arasında yer alırken, fosil yakıt ve yağların kullanılmadığı, aküler ve pillerle çalışan bu araçlar e-mobilite konseptinin merkezinde bulunmaktadır. Elektrikli araçların e-mobilite alanının şampiyonu olduğunu ifade etmek, durumu abartılı bir şekilde yansıtmaz (Kenanoğluve Turgay, 2020).

Araştırmalar, otomobillerin her yıl 333 milyon ton karbondioksit salımıyla atmosfere büyük ölçüde zarar verdiğini göstermektedir. Bu kirlilik, ne yazık ki fosil yakıt kullanan içten yanmalı motorlara sahip otomobil, iş makinesi, otobüs, uçak, gemi gibi her türden taşıtın doğrudan etkisi altındadır. İçten yanmalı motorlarla çalışan fosil yakıtlı araçların aksine, elektrikli araçlar sıfır egzoz emisyonuna sahiptir ve hatta hiç egzoz sistemi bulunmamaktadır. Eğer elektrikli araç yenilenebilir enerji kaynaklarıyla şarj edilirse karbondioksit salımlarında normal elektrik kullanımına kıyasla %85'lik bir azalma sağlanabilmektedir. Bu durum, elektrikli araçların hem çevre dostu hem de enerji verimliliği açısından önemli bir avantaj sunduğunu göstermektedir. Fosil yakıtların kullanılmasının olumsuz etkilerini azaltarak, daha sürdürülebilir ve temiz bir geleceğe adım atılması mümkün hale gelmektedir (ENTES, 2020).

Elektrikli araçlar, geleneksel araçlara kıyasla çok daha enerji verimlidir. Elektrik motorları ve piller kullanarak enerjinin yaklaşık %62'sini araç hareketine çevirebilme yeteneğine sahiptirler. Öte yandan, içten yanmalı motorlarla çalışan geleneksel araçlar, enerjinin sadece %21'ini harekete dönüştürebilmektedir. Bu durum, daha yüksek enerji verimliliği ve daha düşük maliyet sağladığını göstermektedir. Bu, elektrikli araçların kullanımının hem çevreye hem de kullanıcılara daha fazla fayda sağlayabileceğine işaret etmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), hava kirliliğiyle ilişkili nedenlerle her yıl 4,6 milyon insanın yaşamını yitirdiğini bildirmektedir. Maalesef, bu sayı trafik kazalarında hayatını kaybedenlerden bile daha fazladır. Elektrikli araçların hava kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği, yapılan araştırmalarla kanıtlanmış bir gerçektir. Volvo Otobüsler ve Volvo Penta, İsveç'te şehir içi kirliliğini azaltma ve fosil yakıtsız ilk elektrikli toplu taşıma sistemini geliştirme amacıyla Göteborg'un Electricity projesine dahil olarak, e-mobilite uygulamaları için dünya genelinde güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu tür projelerin başarılı olması, elektrikli araçların yaygınlaşmasına

katkı sağlayarak, çevre ve insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler yapabilecektir (ENTES, 2020).

Şehirlerde karşılaştığımız gürültü kirliliği, stresle bağlantılı psikolojik rahatsızlıkların yanı sıra kalp yetmezliği ve felç gibi sağlık sorunlarına da yol açabilmektedir. E-mobilite, çöp kamyonları ve iş makineleri gibi gündüz saatlerinde yoğun gürültü üreten araçların, elektrikli motorların sunduğu sessizlik avantajı sayesinde gece kullanımını mümkün kılarak, trafik yoğunluğu, verimlilik kaybı ve gürültü kirliliği gibi problemleri önlemekte büyük ölçüde kolaylık sağlamaktadır. Bu sayede, insanların yaşam kalitesini artırarak, daha sağlıklı ve huzurlu bir kentsel yaşam sürdürmelerine katkıda bulunmaktadır (Bilim ve Teknik, 2020).

Elektrikli motorlar, geleneksel içten yanmalı motorlara kıyasla daha az hareketli bileşene sahiptir. Bu durum, daha az arızalanan parça ve daha düşük maliyet anlamına gelir. Özellikle iş makineleri ve taşıtlarının parça hataları nedeniyle oluşan yüksek maliyetler ve onarım süreçlerinde yaşanan bekleme süreleri sebebiyle yaşanan verimlilik kaybı problemini ortadan kaldırır. Bu, işletmelerin beklenmedik giderler ve ekstra bütçelerle çok daha az karşılaşacağına işaret eder. Birçok kişi için elektrikli araç kullanımı gelecek veya bilim kurgu filmlerinden çıkmış gibi görünse de bugün dünya yollarında milyonlarca elektrikli araç bulunmaktadır (Muratoğlu ve Alkaya, 2016).

Bloomberg New Energy Finance'ın araştırmasına göre, elektrikli araç kullanımı Çin, ABD, Japonya, Norveç, İngiltere ve Fransa'da yoğunlaşmış durumdadır. Bu uygulamaların sayısının artarak başta kendi ülkemiz olmak üzere dünya genelinde yayılmasını umuyoruz. Bu şekilde, belki de dünyamıza olan borcumuzu ödeyebilir ve tüm insanlık olarak yaptığımız hataların telafisini sağlayabiliriz. Elektrikli araçların yaygınlaşması, çevreye olan etkimizi azaltarak daha sürdürülebilir ve yaşanabilir bir dünya yaratmada önemli bir adım olacaktır (ENTES, 2020).

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Türü

Bu çalışma, Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların, içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla çevreye olan etkisini incelemeyi amaçlayan kapsamlı ve karşılaştırmalı bir araştırmadır. Araştırma nitel ve nicel yöntemlerin bir kombinasyonunu kullanarak, bölgedeki farklı araç türlerinin çevresel etkilerini değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda araştırmada; yerel yönetimler, otomobil üreticileri, enerji şirketleri ve sivil toplum örgütleri ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar ve odak grup görüşmeleri kullanılacaktır. Bu nitel yöntemler, katılımcıların elektrikli ve hibrit araçların çevresel etkileri hakkındaki deneyimlerini, görüşlerini ve beklentilerini daha iyi anlamamızı sağlayacaktır.

Araştırmada kullanılacak nicel yöntemler; Ordu ilindeki elektrikli, hibrit ve içten yanmalı motorlu araçların çevresel etkilerine dair verilerin analizini içerir. Veri toplama, araçların enerji tüketimi, emisyon değerleri, karbondioksit salınımı, gürültü seviyeleri ve hava kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için kullanılacaktır. Bu veriler, ilgili araçların çevresel performanslarını karşılaştırmak ve değerlendirmek amacıyla istatistiksel analizlere tabi tutulacaktır.

Bu araştırma, Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre çevreye olan etkisini analiz etmek için karma yöntemler kullanarak, katılımcıların deneyimlerini ve görüşlerini dikkate alan, aynı zamanda somut verilere dayalı karşılaştırmalı bir değerlendirme sağlayacaktır.

3.2 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Bu çalışmada, Ordu ilinde kayıtlı olan tüm içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçlar araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Bu araçların sayısı, Ordu İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü verilerine göre 2022 yılı itibariyle 150.000 adettir. Örneklem Seçimi: Bu çalışmada, Ordu ilinde kayıtlı olan içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların örneklemi oluşturulacaktır. Örneklem seçimi, Ordu İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü verilerinden yararlanılarak tesadüfi örneklem yöntemi kullanılarak belirlenecektir. Araştırma için örneklem büyüklüğü, %95 güven aralığında ve %5 hata payı hesaba katılarak belirlenecektir.

3.3 Veri Toplama Süreci

Araştırmanın amacına uygun olarak veri toplama sürecini araştırmanın evreninde yer alan içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların sahiplerine yönelik araştırma çalışması oluşturmaktadır. Ankette, araçların kullanım sıklığı, seyahat mesafeleri, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu ve diğer çevresel faktörler hakkında bilgi toplanmıştır. Bu süreç, 22 Ocak 2023-22 Mart 2023 arasındaki üç aylık bir dönemi kapsamaktadır.

3.4 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın evreni ve örnekleminin belirlenmesinin ardından, araştırmaya dayalı veri toplama araçları kullanılmıştır. Bu araçlar; içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların çevresel etkileri hakkında doğru ve güvenilir verilerin elde edilmesini sağlamıştır. Bu araçlar arasında anket formu ve veri toplama yazılımları gibi araçlar da yer almaktadır.

Anket formu içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların sahiplerine yönelik olarak tasarlanacaktır ve araçların kullanım sıklığı, seyahat mesafeleri, yakıt tüketimi, karbondioksit emisyonu ve diğer çevresel faktörler hakkında bilgi toplanmıştır. Veri toplama yazılımları, araç takip cihazları tarafından toplanan verilerin depolanması, analiz edilmesi ve raporlanması için kullanılmıştır. Bu yazılımlar, araçların çevresel etkileri ile ilgili çeşitli istatistiksel verilerin elde edilmesine yardımcı olmuştur.

3.5 Verilerin Analizi

Veri toplama sürecinin tamamlanmasının ardından, elde edilen veriler analiz edilerek araştırmanın amacına uygun sonuçlar elde edilmiştir. Verilerin analizi için çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle, toplanan verilerin doğruluğu ve eksiksizliği kontrol edilmiştir. Daha sonra, veriler istatistiksel analizler için hazırlanmış ve araştırmanın amacına uygun olarak analiz edilmiştir. İlk olarak içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların çevresel etkileri hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme, araçların karbondioksit emisyonları, yakıt tüketimi, enerji verimliliği ve diğer çevresel faktörler hakkında genel bir fikir vermiştir. Daha sonra, araçların çevresel etkileri hakkında ayrıntılı analizler yapılmıştır. Bu analizler; içten yanmalı, elektrikli ve hibrit araçların karşılaştırılması ve farklı faktörlerin çevresel etkilere olan katkısı gibi konularda gerçekleştirilmiştir.

Verilerin analizi, araştırmanın amacına uygun olarak tasarlanacak istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu analizler, araştırmanın amacına uygun olarak elde edilen verilerin doğru bir şekilde yorumlanmasına ve sonuçların elde edilmesine yardımcı olacaktır.



4. BULGULAR, YORUMLAR VE TARTIŞMA

4.1 Ordu İlinde Trafiğe Kayıtlı Motorlu Kara Taşıtı Sayısı

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yapılan duyuruya göre, 2023 yılı Ocak ayında Türkiye genelinde 160.162 yeni taşıt trafiğe kaydedilmiştir. Bu yeni kayıtların %50,8'ini otomobil, %25,3'ünü motosiklet, %15,5'ini kamyonet, %3,9'unu traktör, %3,2'sini kamyon, %0,8'ini minibüs, %0,3'ünü otobüs ve %0,2'sini özel amaçlı taşıtlar oluşturmuştur (TÜİK; 2023).

Ocak ayında gerçekleşen trafik kaydı verilerine göre, taşıt türlerine göre değişiklikler yaşanmıştır. Özel amaçlı taşıtlarda bir önceki aya göre önemli bir artış olan %148,2 gözlenmiştir. Ayrıca, minibüslerde %79,9 ve kamyonlarda %75,1 oranında kayda değer artışlar yaşanmıştır. Kamyonetlerde ise %48,5'lik bir artış görülürken, otomobil segmentinde %44 oranında bir artış meydana gelmiştir. Otobüslerde ise daha düşük bir artış oranı olan %33,6 ile büyüme sağlanmıştır. Bununla birlikte, traktör ve motosiklet kategorilerinde azalmalar yaşanmıştır. Traktörlerde %29,4'lük bir düşüş gözlenirken, motosikletlerde ise %20,4 oranında azalma gerçekleşmiştir.

Bu verilere göre, Ocak ayında taşıt türlerine göre farklı büyüme ve daralma oranları mevcuttur. Özel amaçlı taşıt, minibüs, kamyon, kamyonet, otomobil ve otobüs kategorilerinde artışlar yaşanırken, traktör ve motosiklet kategorilerinde ise azalmalar görülmüştür.

Ordu'da ise Kasım ayı sonu itibarıyla motorlu araç sayısı 158.142 iken Ekim ayı sonunda bu sayı 157.173 olmuştur.

Ordu'daki araç sayıları hakkında yorum yapacak olursak; bu verilere dayanarak, Ordu'da son aylarda araç sayısında önemli bir artış yaşandığı görülmüştür. Bu durum, Ordu'daki ekonomik faaliyetlerin artışına ve bölgedeki ulaşım ihtiyaçlarının karşılanmasına katkı sağlayabilir. Ancak, trafiğe kayıtlı araç sayısındaki artış, şehir planlaması ve trafik yönetimi açısından da yeni zorlukları beraberinde getirebilir.

Ocak ayında Ordu ili trafiğine kaydedilen 41.839 adet otomobilin yakıt türlerine göre dağılımı şu şekildedir: %71,6 benzinli, %17,7 dizel, %9,3 elektrikli veya

hibrit ve %1,4 LPG yakıtlı. Bu verilere göre, benzinli otomobiller bu dönemde açık ara önde olup, diğer yakıt türlerine göre daha popülerdir.

Ocak ayı sonunda ise toplamda ülkemiz de trafiğe kayıtlı olan 13.747.672 otomobilin yakıt türüne göre dağılımı şöyle gerçekleşmiştir: %37,6 dizel, %35,8 LPG, %25,6 benzinli ve %0,7 elektrikli veya hibrit. Yakıt türü bilinmeyen otomobiller ise %0,3'lük bir orana sahiptir. Bu verilere göre, dizel ve LPG yakıtlı otomobiller, trafiğe kayıtlı toplam otomobil sayısında önemli bir paya sahiptir.

Çizelge 3.1 Ordu İlindeki Yakıt Türlerine Göre Araçların Dağılımı

YAKIT TÜRÜ	ORAN
Dizel	: %37,6
LPG	: %35,8
Benzinli	: %25,6
Elektrikli/Hibrit	: %0,7
Bilinmeyen Yakıt Türü	: %0,3

4.2 Ordu İlinde Elektrikli ve Hibrit Araçların Çevreye Etkisi

Bu bölümde Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre çevreye etkisi; hava kirliliği, iklim değişikliği, su kirliliği, gürültü kirliliği, doğal kaynakların tükenmesi çerçevesinde değerlendirilmiştir.

4.2.1 Ordu İlinde Elektrikli ve Hibrit Araçların Hava Kirliliğine Etkisi

İçten yanmalı motorlu araçlar, dizel, LPG ve benzinli araçlardan oluşmaktadır. Bu araçlar, egzoz emisyonlarından kaynaklanan zararlı maddeleri atmosfere salarlar. Bu da hava kirliliğine, iklim değişikliğine ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Elektrikli ve hibrit araçlar ise, doğrudan egzoz emisyonu olmayan araçlardır. Bu araçlar, elektrik motorlarından güç alır ve yakıt olarak benzin, dizel veya LPG yerine piller veya hibrit sistemler kullanırlar. Bu da doğrudan egzoz emisyonlarını ortadan kaldırır ve çevreye daha az zarar verir.

Elektrikli ve hibrit araçların çevreye etkisi, sadece egzoz emisyonları ile sınırlı değildir. Bu araçların üretimi ve atıklarının bertarafı da çevreye etkileri olan faktörlerdir. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların enerji verimliliği daha yüksek olduğundan, doğal kaynakların tüketimini azaltarak çevre üzerindeki etkileri de azaltılabilir.

Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların oranı sadece %0,7 olduğundan, bu araçların çevreye etkisi şu anda diğer araçların etkisine kıyasla oldukça düşüktür. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, çevreye olan olumlu etkilerini daha da arttırabilir.

4.2.2 İklim Değişikliği

Analiz edilen verilere göre, Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların çoğunluğu dizel ve LPG araçlardan oluşmaktadır. Bu tür araçların egzoz emisyonları, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağıdır ve iklim değişikliğine olumsuz etkisi vardır.

Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların oranı oldukça düşüktür ve içten yanmalı motorlu araçların oranı oldukça yüksektir. Bu nedenle, elektrikli ve hibrit araçların iklim değişikliği üzerindeki etkisi henüz çok düşüktür. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının arttırılması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve sera gazı emisyonlarının azaltılması açısından önemlidir ve iklim değişikliği ile mücadelede katkıda bulunabilir.

4.2.3 Su Kirliliği

Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre su kirliliğine etkisi, araçların egzoz emisyonları ile ilişkilidir. Elektrikli ve hibrit araçlar, doğrudan egzoz emisyonu olmadığından, su kirliliğine doğrudan bir etkileri yoktur. Ancak, elektrikli araçların pilleri ve hibrit araçların bataryaları, üretimleri sırasında ve atık yönetimi aşamasında su kaynaklarına zarar verebilmektedir.

Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların çoğunluğu dizel ve LPG araçlardan oluşmaktadır. Bu tür araçların egzoz emisyonları, su kirliliği açısından önemli bir kaynak olabilir. Bu nedenle, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, su kirliliği ile mücadelede katkıda bulunabilir. Ancak, Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların oranı oldukça düşüktür, bu nedenle elektrikli ve hibrit araçların su kirliliği üzerindeki etkisi henüz çok düşüktür.

4.2.4 Gürültü Kirliliği

Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre gürültü kirliliğine etkisi, araçların motor sesiyle ilgilidir. İçten yanmalı motorlu araçlar, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde gürültü kirliliği yaratabilirler. Bu gürültü,

insanların sağlığına zararlı olabilir ve uyku bozukluğu, işitme kaybı ve diğer sağlık sorunlarına yol açabilir.

Elektrikli ve hibrit araçlar ise, motorları nedeniyle çok az bir gürültü üretirler. Bu nedenle, elektrikli ve hibrit araçların gürültü kirliliği üzerindeki etkisi oldukça düşüktür.

Ancak, Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların oranı oldukça düşüktür ve içten yanmalı motorlu araçların oranı oldukça yüksektir. Bu nedenle, elektrikli ve hibrit araçların gürültü kirliliği üzerindeki etkisi henüz çok düşüktür. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının arttırılması, gürültü kirliliği ile mücadeleye katkıda bulunabilir.

4.2.5 Doğal Kaynakların Tükenmesi

Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların çoğunluğu dizel ve LPG araçlardan oluşmaktadır. Bu tür araçların yakıtı, fosil yakıtlar olarak bilinen petrol, doğal gaz ve kömür gibi doğal kaynaklardan elde edilir. Bu yakıtların tükenmesi, doğal kaynakların azalmasına ve ekonomik açıdan olumsuz etkilere yol açabilir.

Elektrikli ve hibrit araçlar, içten yanmalı motorlu araçlar gibi fosil yakıtlar kullanmazlar. Bunun yerine, piller veya hibrit sistemler kullanarak enerji elde ederler. Elektrikli araçlar için kullanılan piller, lityum, kobalt, nikel ve diğer mineraller gibi çeşitli doğal kaynakların kullanımını gerektirir. Ancak, bu minerallerin çıkarılması ve işlenmesi de evre ve toplum üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir.

Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların oranı oldukça düşüktür, bu nedenle elektrikli ve hibrit araçların doğal kaynakların tükenmesi üzerindeki etkisi henüz çok düşüktür. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, doğal kaynakların tüketimini azaltarak evre üzerindeki etkileri de azaltabilir. Bununla birlikte, elektrikli araçlarda kullanılan piller ve hibrit araçlarda kullanılan bataryalar gibi bileşenlerin geri dönüşümü ve atıklarının bertarafı da doğal kaynakların korunması açısından önemlidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Günümüzde, çevre sorunları ve çevre kirliliği, dünya genelinde ciddi bir sorun haline gelmiştir. Motorlu taşıt emisyonları, çevre kirliliğinin en önemli kaynaklarından biridir. Bu emisyonlar, atmosferdeki havanın kalitesini bozar, su kaynaklarını kirliletmekte ve doğal yaşamı olumsuz etkilemektedir.

Motorlu taşıt emisyonlarının insan sağlığına etkisi de büyük önem taşımaktadır. Bu emisyonlar, insanların soluduğu havayı kirleterek solunum yolu hastalıklarına neden olabilir. Özellikle şehirlerde yoğun trafik olan bölgelerde, hava kirliliği seviyeleri yüksek olabilir ve bu da astım, bronşit, KOAH gibi solunum yolu hastalıklarının yaygınlaşmasına neden olabilir. Motorlu taşıt emisyonları ayrıca iklim değişikliği sorununda da etkindir. Araçların egzoz emisyonları, sera gazı emisyonlarının önemli bir kaynağıdır ve bu da dünya genelinde iklim değişikliğinin hızlanmasına neden olmaktadır.

Çevre sorunları ve çevre kirliliği, sadece insan sağlığına değil, aynı zamanda doğal yaşama da zarar verir. Motorlu taşıt emisyonları, doğal yaşam alanlarının yok olmasına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, motorlu taşıtların çevreye olan etkilerini azaltmak için çeşitli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler arasında, daha sürdürülebilir yakıtlar kullanmak, araçların daha az emisyonlu hale getirilmesi ve toplu taşıma gibi alternatif ulaşım yöntemlerinin teşvik edilmesi yer alabilmektedir. Ayrıca, bireysel olarak da araç kullanımının azaltılması ve daha çevre dostu alternatiflerin tercih edilmesi önemlidir. Bu şekilde, hem çevrenin korunması hem de insan sağlığının korunması için atılacak adımların önemi büyük önem taşımaktadır.

Ordu ilindeki araçların %37,6 dizel, %35,8 LPG, %25,6 benzinli ve %0,7 elektrikli veya hibrit motorlu olduğu için içten yanmalı motorlu araçların çoğunluğu dizel ve LPG araçlardan oluşmaktadır. Bu tür araçların egzoz emisyonları, hava kirliliği açısından önemli bir etkindir. Bu nedenle, Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların kullanımı, hava kirliliğine olan etkileri azaltabilir.

Elektrikli ve hibrit araçların içten yanmalı motorlu araçlara göre iklim değişikliğine olan etkisi de daha azdır. İklim değişikliğinin etkileri, Ordu ilinde de

hissedilmektedir. Bu nedenle, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, iklim değişikliği ile mücadeleye katkıda bulunabilir.

Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların çoğunluğu dizel ve LPG araçlardan oluştuğu için su kirliliği açısından da önemli bir kaynak olabilirler. Elektrikli ve hibrit araçlar ise, doğrudan egzoz emisyonu olmadığından, su kirliliği üzerinde doğrudan bir etkileri yoktur. Ancak, elektrikli araçların pilleri ve hibrit araçların bataryaları, üretimleri sırasında ve atık yönetimi aşamasında su kaynaklarına zarar verebilir.

Gürültü kirliliği açısından, Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların gürültü kirliliği yarattıkları bilinmektedir. Elektrikli ve hibrit araçlar ise, içten yanmalı motorlu araçlara göre gürültü kirliliğine çok daha az neden olurlar.

Doğal kaynakların tükenmesi açısından, Ordu ilindeki içten yanmalı motorlu araçların yakıtı, fosil yakıtlar olarak bilinen petrol, doğal gaz ve kömür gibi doğal kaynaklardan elde edilir. Bu kaynakların tükenmesi, doğal kaynakların azalmasına ve ekonomik açıdan olumsuz etkilere yol açabilir. Elektrikli ve hibrit araçlar, içten yanmalı motorlu araçlar gibi fosil yakıtlar kullanmazlar. Bunun yerine, piller veya hibrit sistemler kullanarak enerji elde ederler. Elektrikli araçların pilleri, lityum, kobalt, nikel gibi çeşitli mineraller içerir ve bu minerallerin çıkarılması ve işlenmesi de çevre ve toplum üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir.

Ordu ilindeki elektrikli ve hibrit araçların sayısı şu anda oldukça düşük olduğu için, bu araçların çevresel etkileri de sınırlıdır. Ancak, elektrikli ve hibrit araçların kullanımının artması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, Ordu ilinde elektrikli ve hibrit araçların kullanımının teşvik edilmesi, altyapılarının geliştirilmesi, kamusal kurum ve kuruluşların bu araçları kullanmaları ve bireysel kullanıcıların tercih etmeleri için uygun politikalar ve teşvikler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede, Ordu ilinde çevreye ve doğal kaynaklara karşı daha sürdürülebilir bir yaklaşım benimsenerek, daha temiz bir gelecek için adım atılmış olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abou-Arab, A. (2001). Heavy metal contents in Egyptian meat and the role of detergent washing on their levels, *Food and Chemical Toxicology*. 39(6):593-599.
- Ahmed, D. E. (2007). Environmental pollution and its impact on human and animal health: A review, *The Sudan Journal of Veterinary Research*. 22: 37-46.
- Aktas, M., Awaili, K., Arisoy, A., & Ehsani, M. (2020). Direct torque control versus indirect field-oriented control of induction motors for electric vehicle applications. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 23(5), 1134-1143.
- Aktaş, S. (2008). Egzoz Emisyonlarının Dünyadaki Evrimi Günümüzün Dizel Motor Teknolojileri Ve Askeri Araçlardaki Etkileri, Ankara.
- Akyıl, D., Özkar, A., Erdoğan, S. F., Eren, Y., Konuk, M. and Sağlam, E. (2015). Micronucleus assay in human lymphocytes after exposure to Alloxan sodium herbicide in vitro, *Cytotechnology*. 67:1059–1066.
- Alım, M. (2006). Avrupa Birliği Üyelik Sürecinde Türkiye’de Çevre Ve İlköğretimde Çevre Eğitimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 14(2), 599-616.
- Alver, E., Demirci, A. ve Özçimder, M. (2012). Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar ve Sağlığa Etkileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (1): 45-52.
- Arsan, H. Ü. (1992). Kamu Maliyesi Alanında Yeni Bir İnceleme Konusu: Uluslararası Kamusal Mallar. *A.Ü. S.B.F. Dergisi*, 47(1-2), 403-426.
- Avan, Ç. (2011). *Plastik ve plastik atıkların, geri dönüşümü ve çevreye etkileri konularında öğrenci tutumlarının belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Aydın, M. (2019). *Evsel atıklar ve geri dönüşüm konusunun okul dışı öğrenme ortamları ile desteklenmesinin 7. sınıf öğrencilerinin çevre tutumuna etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Bansal, V. and Kim, K. (2015). Review of PAH contamination in food products and their health hazards, *Environment International*. 84:26–38.
- Bayram, H., Dörtbudak, Z., Fişekçi, F. E., Kargın, M., & Bülbül, B. (2006). Hava Kirliliğinin İnsan Sağlığına Etkileri, Dünyada, Ülkemizde ve Bölgemizde Hava Kirliliği Sorunu. Paneli Ardından. *Tıp Dergisi*, 33, 105-12
- Bilim ve Teknik. (2020). Elektrikli Araçlar. Retrieved from <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/makale/elektrikli-araclar> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Borat, O. ve Balcı, M. ve Sürmen, A. (1992). Hava Kirlenmesi ve Kontrol Tekniği, Teknik Eğitim Vakfı Yayınları, Ankara.

- Carlsson, F., & Johansson-Stenman, O. (2003). Costs and Benefits of Electric Vehicles - A 2010 Perspective. *Journal of Transport Economics and Policy*, 37(1), 1-28.
- Chan, C. C. (2013). The rise & fall of electric vehicles in 1828–1930: Lessons learned. *Proceedings of the IEEE*, 101(1), 206-212.
- Colborn, T., Vom Saal, A. M. and Soto, A. M. (1993). Developmental effects of endocrine disrupting chemicals in wildlife and human, *Environmental Health Perspective*. 101: 378–384.
- Conserve Energy Future (CEF). (2018b). What is an Electric Car?. Retrieved from <https://www.conserve-energy-future.com/advantages-and-disadvantages-of-electric-cars.php> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Dich, J., Zahm, S. H., Hanberg, A. and Adami, H. O. (1997). Pesticides and cancer, *Cancer Causes & Control*. 8(3):420– 443.
- Durmuş, F. S., & Kaymaz, H. (2020). Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 3(2), 123-139.
- EDF. (2023). Benefits of electric cars on the environment. Retrieved from <https://www.edfenergy.com/energywise/electric-cars-and-environment> (Erişim tarihi: 15.03.2023).
- Elbir, T. (2004). Estimation of Emission Strengths of Primary Air Pollutants in the City of Izmir, Turkey. *Atmospheric Environment*, 38, 1851-1857.
- ENTES. (2020). Elektrikli Araçların Yaşamımıza Katkıları Neler Olacak? Retrieved from <https://www.entes.com.tr/elektrikli-araclarin-yasamimiza-katkilari-neler-olacak/#:~=%C4%B0%C3%A7ten%20yanmal%C4%B1%20motor%20yani%20fossil,85%20daha%20fazla%20azalma%20sa%C4%9Flars%C4%B1n%C4%B1z> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Ertürk, F., Akkoyunlu, A., & Varınca, K. B. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. Stratejik Rapor No: 14, Türkasya Stratejik Araştırmalar Merkezi-TASAM.
- European Environment Agency (EEA). (2018). Air Pollutants and Global Effects. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page009.html> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- European Union (EU). (2012). Electric Vehicles in Urban Europe. URBACT.
- Gavrilescu, M., Demnerova, K., Aamand, J. ve ark., (2015). Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation, *New Biotechnology*. 32(1): 147- 156.
- Geleri, E. (2019). *Geri dönüşümün çevreye etkilerine ilişkin öğrenci tutumları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Godfrey, E., Woessner, W. W. and Benotti, M. J. (2007). Pharmaceuticals in on-site sewage effluent and ground water, *Western Montana, Ground Water*. 45:263–71

- Gunnell, M., Eddleston, M., Phillips, M. R. and Konradsen, F. (2007). The global distribution of fatal pesticide selfpoisoning: Systematic review, *BMC Public Health*. 7:357.
- Hadina, S., Vucemilo, D., Tofant, A. and Matkovic, K. (2001). Effect of ammonia on environment and animal health, *Stocarstvo*. 55:187-193.
- Humphreys, D. J. (1991). Effects of exposure to excessive quantities of lead on animals, *British Veerinary Journal*. 147(1): 18-30.
- Işıksoluğu, M. A., (1997). Dizel Motorlu Taşıtların Egzoz Gazındaki Duman Koyuluğu ve Ölçümünde Karşılaşılan Sorunlar. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 453, 21-25.
- Karamangil, M. İ. (2003). Buji Ateşlemeli Motorlarda Hidrokarbon Emisyon Kaynakları, *Mühendis Ve Makina Ağustos 2003 - Sayı 523*.
- Kaymaz, H., & Demir, M. F. (2020). Elektrikli Otomobiller için Çekiş Motor Tip Seçimi. *International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering*, 2 (1), 35-41.
- Kelen, F. (2014). Motorlu Taşıt Emisyonlarının İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerine Etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2):80-87.
- Kenanoğlu, M. E., & Turgay, T. (2020). Mali Bakış Açısı ile Çevresel Kirliliklerin Azaltılmasında Elektrikli Taşıtların Rolü. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18 (Özel Sayı), 129-147.
- Lefrancq, M., Imfeld, G., Payraudeau, S. and Millet M. (2013). Kresoximmethyl deposition, driftand run off in a vineyard catchment, *Science of the Total Environment*. 442:503-508.
- McNeill, J. R. (2000). Something new under the sun. An environmental history of the 20th century world, *Geographical Review*. 90(1): 147-149.
- MEB (2014). *Aile ve tüketici hizmetleri: Su kirliliği ve önlemleri*. Ankara. <https://ders.im/dokuman/su-kirliligi-ve-onlemleri>, (Erişim tarihi: 16.03.2023).
- Mishra, R. K., Mohammad N, Roychoudhury N. 2016. Soil pollution: Causes, effects and control, *Van Sangyan*. 3(1).
- Mishra, R. K., Mohammad, N. and Roychoudhury, N. (2016). Soil pollution: Causes, effects and control, *Van Sangyan*. 3(1).
- Mollahasanoğlu, M., & Okumuş, H. (2021). A Review of Three Phase AC-DC Power Factor Correction Converters for Electric Vehicle Fast Charging. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 663-669.
- Mostafalou, S., Abdollahi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives, *Toxicology and Applied Pharmacology*. 268:157–177.
- Muratoğlu, Y., & Alkaya, A. (2016). Elektrikli Araç Teknolojisi ve Pil Yönetim Sistemi - İnceleme. *Elektrik Mühendisliği*, 458, 10-14.

- Nabulo, G., Young, S. D., Black, C. R. (2010). Assessing risk to human health from tropical leafy vegetables grown on contaminated urban soils, *Sciences of Total Environmental*. 408:(53): 38–51.
- Otomotiv Laboratuvarı. (2019). Dizel Motorlarda Emisyon Kontrol Sistemleri, <https://otomotivlab.net/dizel-motorlarda-emisyon-kontrol-sistemleri/>, (Erişim tarihi: 16.03.2023).
- Özbakır Umut, A. G. M., Topuz, Y. D. D. Y. & Nurtanış Velioğlu, P. D. M. (2015). Çöpten Geri Dönüşüme Giden Yolda Sürdürülebilir Tüketiciler. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (2), 263-2
- Özkan, R. A. (2000). *Katı atık yönetiminde geri kazanımın yeri ve Antalya’da uygulanabilirliği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özkara, A. and Akyıl, D. (2018). Environmental Pollution and Pollutants on the Ecosystem: A Review. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (2): 11-17.
- Özkara, A., Akyıl, D., Konuk, M. (2016). Pesticides, environmental pollution, and health (Chapter 1), *Environmental Health Risk-Hazardous Factors to Living Species*, M. L. Larramendy and S. Soloneski (Eds), 3-29.
- Richardson, M. L. And Bowron, J. M. (1985). The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment, *Journal of Pharmacology*. 37:1-12.
- Roozbahani, M. M., Sobhanardakani, S., Karimi, H. and Sorooshnia R. (2015). Natural and anthropogenic source of heavy metals pollution in the soil samples of an industrial complex; a case study, *Iranian Journal of Toxicology*. 9(29).
- Sever, H., İkizceli, Ş., Avşaroğulları, L., Sözüer, E. M., Özkan, S., Yürümez, Y., Yavuz, Y. (2005). Nonspesifik semptomlarla acil servise başvuran hastalarda karbonmonoksit zehirlenmesi. *Türkiye Acil Tıp Dergisi*, 5(1), 18-21.
- Sevik, M. A. (2011). Su kirliliği: Su ile taşınabilen bitki virüsleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 40-47.
- Sitch, S., Cox, P. M., Collins, W. J. and Huntingford C. (2007). Indirect radiative forcing of climate change through ozone effects on the land-carbon sink, *Nature*. 448:791-794.
- Solgi, E, Esmaili-Sari A, Riyahi-Bakhtiari A, Hadipour M. 2012. Soil contamination of metals in the three industrial estates, Arak, Iran, *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*. 88:634–638.
- Sundaram, V., Muthalan, N., & Shanmuganathan, K. (2018). Electric Vehicle – Disruptor of the Automotive Ecosystem. *View Point*, Infosys.
- Şengül, Ü. (2010). Tersine lojistik ağ tasarımında karma tamsayılı programlama modeli ve ambalaj atıkları geri dönüşümü için bir uygulama. Yayımlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tekbaş, Ö. F. (2010). *Çevre Sağlığı*. Gülhane Askeri Tıp Akademisi Basım Evi. Ankara. 5;143- 156

- The Guardian. (2018a). How Green are Electric Cars?. Retrieved from <https://www.theguardian.com/football/ng-interactive/2017/dec/25/how-green-are-electriccars> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Tiwary, A. and Colls, J. J. (2004). Measurements of atmospheric aerosol size distributions by co-located optical particle counters, *Journal of Environmental Monitoring*, 6, 734-739.
- Tören, M., & Mollahasanoğlu, H. (2022). Elektrikli ve Hibrit Araçlardaki Elektrik Motorlarının İçten Yanmalı Motorlarda Oluşan CO2 Emisyonunda Meydana Getireceği Değişimin Tahmini ve Verimliliğe Etkisi: Türkiye Örnekleme. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (3), 1082-1097.
- Transport & Environment. (2017). Electric Vehicle Life Cycle Analysis and Raw Material Availability. Retrieved from https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_10_EV_LCA_briefing_final.pdf (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- United States Department of Energy (USDE). (2011). Benefits of Electric Vehicles: A National Perspective. Charging into the Future!.
- Vaizoğlu, S. A., Tekbaş, Ö. F. ve Evci, D. (2000). Kapalı ortam hava kalitesi, sağlığa etkisi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi STED*, 9(11), 417-419.
- Verheijen, E., & Jabben, J. (2010). Effect of Electric Cars on Traffic Noise and Safety. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment. Report 680300009/2010.
- Wang, Q. R., Dong, Y., Cui, Y. and Liu, X. (2001). Instances of soil and crop heavy metal contamination in China, *Soil Sediment Contamination*. 10:497–510.
- WHO. (2023). *Air pollution*, https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1, (Erişim tarihi: 15.03.2023).
- World Economic Forum (WEF). (2019). This is How Electric Cars Will Transform Our Lives. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2017/10/threeways-electric-vehicles-will-change-our-world> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Xia, Z., Duan, X. and Tao, S. (2013). Pollution level, inhalation exposure and lung cancer risk of ambient atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Taiyuan, China, *Environmental Pollution*. 173:150-156.
- Yakut, A. (2012). Geri dönüştürülebilir kullanılmış kâğıttan yeni kâğıt üretiminin irdelenmesi. *Tesisat Mühendisliği*, 127, 68-74.
- Yeni Şafak. (2018). Dyson'ın elektrikli otomobili 3 yıl içinde yollarda. Retrieved from <https://www.yenisafak.com/teknoloji/dysonin-elektrikli-otomobili-3-yil-icinde-yollarda-3393537> (Erişim tarihi: 17.04.2023).
- Yılmaz, A. ve Yanarateş, E. (2020). Öğretmen adaylarının “su kirliliği” kavramına yönelik metaforik algılarının veri çeşitilmesi yoluyla belirlenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 28(3), 1500-1528. d

- Yiğit, K. (2019). *Sürdürülebilir yaşam için geri dönüşüm eğitiminin 8.sınıf öğrencilerinin çevre bilincine etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Zencirci, S. A. ve Işıklı, B. (2017). Hava Kirliliği. *Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Halk Sağlığı Dergisi*. 2017; 2(2),24-36.
- Zeydan, Ö. (2020). 2019 Yılında Türkiye’deki Partikül Madde (PM₁₀) Kirliliğinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1): 106-118.
- Zhang, C., Yu, Z. and Zeng, G. (2014). Effects of sediment geochemical properties on heavy metal bioavailability, *Environment International*. 73:270-281.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler		
Adı Soyadı	Muhammed Olgun DEMİRKOL	
Doğum Yeri		
Doğum Tarihi		
Uyruğu	☒ T.C.	☐ Diğer:
Telefon		
E-Posta Adresi		
Eğitim Bilgileri		
Lisans		
Üniversite	Cumhuriyet Üniversitesi	
Fakülte	Teknoloji Fakültesi	
Bölümü	Otomotiv Mühendisliği	
Mezuniyet Yılı	2017	
Yüksek Lisans		
Üniversite	Ordu Üniversitesi	
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü	
Anabilim Dalı	Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı	
Bilim Dalı	-	
Mezuniyet Tarihi		