

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKÇAKOCA İLÇESİNDEKİ ÇOCUK
PARKLARINDAKİ YER TESPİTLERİNİN HAVA
KİRLİLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aydan ÇAKIR

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gülgün DEDE

Şubat 2022

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKÇAKOCA İLÇESİNDEKİ ÇOCUK
PARKLARINDAKİ YER TESPİTLERİNİN HAVA
KİRLİLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aydan ÇAKIR

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 02.02.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Aydan ÇAKIR

02.02.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, destek ve emeklerini esirgemeyen, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Gülgün DEDE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve Yüksek Lisans eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan canım arkadaşım Kaan DİNÇER'e, hayatım boyunca beni destekleyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim annem ve babama teşekkür ederim.

Yoğun çalışmalarım sırasında hep yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen eşim Gürkan ÇAKIR'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Hava Kirliliği ve Kaynakları.....	4
2.2. Türkiye’de Hava Kirliliği ve Hava Kalitesi.....	6
2.3. Hava Kirlleticilerinin Sınıflandırılması.....	7
2.3.1. Kükürt oksitler (SO _x).....	8
2.3.2. Azot oksitler (NO _x).....	8
2.3.3. Karbon monoksit (CO).....	9
2.3.4. Ozon (O ₃).....	9
2.3.5. Partikül madde (PM).....	10
2.3.5.1. Partikül madde boyutu ve kimyasal özellikleri.....	10
2.3.5.2. Partikül madde kaynakları.....	13
2.3.5.3. Sağlık etkileri.....	14
2.3.5.4. PM _{2.5} ve PM ₁₀ ile ilgili yapılan çalışmalar.....	16

BÖLÜM 3.

MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Çalışma Bölgesi.....	20
3.2. Yöntem.....	21
3.3. Kullanılan Araç ve Gereçler.....	22

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	24
4.1. PM _{2.5} ve PM ₁₀ Konsantrasyonlar.....	24

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	33
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	41

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

EPA	: ABD çevre koruma kurumu
PM	: Partikül madde
WHO	: Dünya sağlık örgütü



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. PM parçacıkları için boyut karşılaştırmaları.....	11
Şekil 3.1. Akçakoca lokasyon haritası.....	20
Şekil 3.2. PM _{2.5} ve PM ₁₀ ölçümleri yapılan parkların lokasyonları.....	22
Şekil 3.3. PCE-MPC 10 ölçüm cihazı.....	23
Şekil 4.1. İstasyonlar arası ortalama PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kış ve yaz mevsimlerine göre değişimi.....	25
Şekil 4.2. İstasyonlar arası ortalama PM ₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kış ve yaz mevsimlerine göre değişimi.....	25
Şekil 4.3. Osmaniye Parkı PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	27
Şekil 4.4. Osmaniye Parkı PM ₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	27
Şekil 4.5. Liman Parkı PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	28
Şekil 4.6. Liman Parkı PM ₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	28
Şekil 4.7. Toki Parkı PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	29
Şekil 4.8. Toki Parkı PM ₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	29
Şekil 4.9. Ayazlı Parkı PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	30
Şekil 4.10. Ayazlı Parkı PM ₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	30
Şekil 4.11. Hasan Parkı PM _{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	31

Şekil 4.12. Hasan Parkı PM ₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m ³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi.....	32
---	----



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Hava kirleticileri ve kaynakları.	5
Tablo 2.2. Sağlık sorunları için EPA hava kalite indeksi standartları.....	7
Tablo 2.3. Partiküler madde türleri ve boyutları.....	12
Tablo 2.4. Partiküler madde yapısındaki bazı elementlerin sağlık etkileri.....	14
Tablo 2.5. PM _{2.5} ve PM ₁₀ hava kirleticilerinin standart değerleri.....	15
Tablo 3.1. Çalışmada belirlenen çocuk parkları ve lokasyonel özellikleri.....	21
Tablo 4.1. 01.06.2020 -01.09.2020 ve 01.12.2019-01.03.2020 tarihleri arasında ölçülen ortalama PM _{2.5} ve PM ₁₀ konsantrasyonları.....	24
Tablo 4.2. 01.06.2020 -01.09.2020 ve 01.12.2019-01.03.2020 tarihleri arasında ölçülen ortalama bağıl nem ve sıcaklık ortalamaları.....	26

ÖZET

Anahtar kelimeler: Hava kirliliği, partikül madde, çocuk parkı, PM_{2.5}, PM₁₀

Bu çalışmada, Düzce iline bağlı Akçakoca ilçesindeki 5 farklı lokasyonda bulunan çocuk parklarında, yaz ve kış mevsimlerinde, 3 aylık periyotlarda partikül madde ölçümleri (PM_{2.5} ve PM₁₀) yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda liman bölgesinde, trafik yoğunluğunun olduğu anayol bölgesinde ve sanayi bölgesinde partikül madde konsantrasyonlarının yönetmelik sınır değerlerinin altında olmasına rağmen yüksek olduğu tespit edilmiş, bu durumun değerlendirilerek çocuk parklarının konumlandırılmasının gerekliliği öngörülmüştür. Özellikle yeşil alanlara yakın bölgelerdeki çocuk parklarında düşük partikül madde konsantrasyonları tespit edilmiştir. Bu çalışmada Osmaniye parkı bu açıdan en iyi sonuçlara sahiptir. Mevsimsel olarak karşılaştırma yapıldığında, kış mevsimi partikül madde konsantrasyonlarının, yaz mevsimine göre yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Hava kirlleticilerine maruziyette çocukların daha hassas olması, onların daha sağlıklı ortamlarda oyunlar oynayabilmesi için bu araştırmaların süreleri, lokasyon olarak daha fazla parkların değerlendirilmesi ve bunun tüm boyutlarıyla incelenmesi önem arz etmektedir.

Elde edilen sonuçlar; oyun parklarının anayol ve caddelerde, sokak kenarlarında konumlandırılmasının, trafik sebebiyle uygun olmayacağı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Ek olarak limana yakın bölgelere konumlandırılması da uygun olmayacağı görülmüştür. Dolayısıyla, çocuk oyun parklarının yerlerinin, mümkün olduğunca ağaçlarla çevrili ve özellikle trafiğin olabildiğince uzağında olan bölgelerde seçilmesi, bünyesi daha düşük olan çocukların sağlığı açısından önemli faydalar getireceği düşünülmektedir.

EVALUATION OF THE PLAYGROUND LOCATIONS IN AKÇAKOCA IN TERMS OF AIR POLLUTION

SUMMARY

Keywords: Air pollution, particulate matter, playground, PM_{2.5}, PM₁₀

In this study, particulate matter measurements (PM_{2.5} and PM₁₀) were made at 3-month periods in summer and winter seasons in playgrounds located in 5 different locations in Akçakoca district of Düzce province and the results were presented. In line with the results obtained, it has been determined that the particulate matter concentrations of the port area, the main road area with traffic density and the industrial zone are still high, although they are below the limit values of the regulation. Particularly low concentrations of particulate matter have been detected in playgrounds in areas close to green areas. In this study, Osmaniye park has the best results in this respect. When seasonally compared, it was concluded that winter particulate matter concentrations were higher than summer seasons. In order for children to be more sensitive to exposure to air pollutants and for them to play games in healthier environments, it is important to evaluate the duration of these studies, to evaluate more parks in terms of location, and to examine it in all its dimensions.

The results obtained; it concludes that the positioning of playgrounds on highways and streets and on street edges will not be suitable due to traffic. In addition, it was seen that it would not be suitable to be located in areas close to the port. Therefore, it is thought that choosing the locations of children's playgrounds in areas as tree-lined as possible, especially in areas as far away from traffic as possible, will bring significant health benefits for children with lower bodies.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Rüzgâr, okyanus ve volkanlar gibi doğal veya insan oluşumlu kaynaklardan meydana gelen ve havada asılı katı-sıvı, organik ve inorganik maddelerin oluşturduğu kompleks karışıma partikül madde (PM) denir (Seinfeld ve Pandis, 2006). Ayrıca literatürde ‘aerosol’ olarak da adlandırılmaktadır. Partikül boyutu genellikle aerodinamik çap olarak ifade edilir ve birkaç nanometreden (nm) onlarca mikrometre (μm) çap aralığında değişim gösterir. Genel anlamda aerodinamik çaplarına göre PM_{10} ve $\text{PM}_{2.5}$ olarak sınıflandırılır. Çapı $2,5 \mu\text{m}$ 'den büyük olan partiküller kaba, $2,5 \mu\text{m}$ 'den küçük olan partiküller ise, ince PM olarak isimlendirilir. Çapı $10 \mu\text{m}$ 'den az olan partiküller PM_{10} ve çapı $2,5 \mu\text{m}$ 'den küçük parçacıklar $\text{PM}_{2.5}$ olarak adlandırılır. $\text{PM}_{2.5}$ ayrıca $0.1 \mu\text{m}$ 'den daha küçük bir çapa sahip ultra ince tanecikleri içerir. Avrupa'nın birçok yerinde $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} 'un %50-70'ini oluşturmaktadır (WHO, 2020).

Kentsel yerleşim alanlarının en önemli çevre sorunu, doğrudan sağlık etkileri nedeniyle hava kirliliğidir. Partikül madde (PM), bu kirliliğinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sanayileşme ve nüfusun artışı, akabinde yaşanan trafik yoğunluğu, ısınma ve insan aktiviteleri sonucunda oluşan partikül madde bileşiminin önemli bir kısmının antropojenik olduğu ve sodyum, sülfat, karbonlu maddeler, ağır metaller, amonyum, nitrat, klor, toprak elementleri ve su içerdiği görülmektedir. (Seinfeld ve Pandis, 2006, Özdemir ve ark., 2010). İçerdiği bileşenlerden dolayı da solunum yolu sistemi üzerinde risk oluşturmakta ve solunum yolu hastalıklarının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Tiwari ve ark., 2015; Shahid ve ark., 2016; Bozkurt 2018; Xu ve ark., 2017; Tepe ve Doğan, 2019).

Çocuklar sahip oldukları yüksek aktivite özelliği ve vücut ağırlığı birimi başına daha fazla miktarda hava kirleticisini solumaları sebebiyle, yetişkinlerden daha fazla hava kirliliğine ve olumsuz etkilerine maruz kalmaktadır. Bunun yanı sıra zamanlarının

çoğunu dışarıda geçirmekte, bu da kirletici konsantrasyonlarına daha fazla maruz kalmalarına sebep olmaktadır. Çocukların dışarıda en çok zaman geçirdikleri alanların başında parklar gelmektedir. Park ve çocuk parkları, şehirlerde yaşayan insanların yakın mesafede en kolay ulaşabilecekleri açık hava rekreasyon alanlarıdır. Bu alanlarda yetişkinler bedenlen ve zihnen dinlenip boş vakitlerini geçirirken, çocuklar da bu ortamları oyun ve sosyalleşme alanı olarak değerlendirmektedir (Demir ve ark., 2010, Amato ve ark., 2014).

Yaşanılan bölgede bulunan çocuk parklarının ağaçlık alana, sanayi bölgesine, denize ya da trafiğin yoğun olduğu bölgeye olan mesafesi, havada bulunan partikül maddelerin dağılımı veya birikimi üzerinde etkilidir. Sadece mevcut konumu değil aynı zamanda bölgenin iklimi, mevsimsel yağış düzeni, sanayileşme durumu vb. birçok kriter hava kirleticilerin çeşidini ve yoğunluğunu etkilemektedir. Nüfusun yoğun olduğu alanlarda, rüzgâr hızı ve şiddeti vb. çeşitli meteorolojik faktörler yüzünden yoğun bir kirlilik de yaşanabilmektedir (Shahid ve ark., 2016). Bu yüzden kirleticilerin zamansal ve mekânsal değişkenliklerini incelemek gerekir. Aynı zamanda çocukların kirleticilere karşı hassas grupta olmaları beraberinde çocuk parklarındaki bu maruziyet üzerine çalışmaları da hassaslaştırmıştır. Bu yüzden ülkelerin sunmuş olduğu standart değerlere göre ölçümlerin düzenli olarak yapılması, kirletici emisyonlarının azaltılması, ulusal veya uluslararası önemlerin belirlenmesi ve uygulanması oldukça önemlidir (Aldabe ve ark., 2011).

Ancak bu konu, ülkemizde sınırlı bir çalışma alanı olarak kalmış ve özellikle sanayileşmenin çok yoğun olduğu veya nüfusun büyük bölümünün yaşadığı mega kentlerin varlığında yapılan çalışmalar olmuştur. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada, Düzce iline bağlı Akçakoca ilçesindeki 5 farklı lokasyonda bulunan çocuk parklarında mevsimsel partikül madde ölçümleri yapılmış ve sonuçları sunulmuştur. Bu çalışmanın, hem mevsimsel hava değişimleri üzerindeki etkileri hem de hassas grup olan çocukların partikül maddeye maruziyetleri sonucu oluşabilecek sağlık risklerinin tahmin edilmesi hususunda sonraki çalışmalar için bir değerlendirme olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra çocuk parklarının lokasyonlarının belirlenmesinde göz ardı edilen partikül madde kirliliğine dikkat çekilmesi ve çocukların bu

emisyonlara maruz kalmasını azaltmak için şehir planlamasının öneminin vurgulanması hedeflenmektedir.

Çalışmanın amaçları;

- Akçakoca ilçesinde seçilen 5 adet çocuk parkındaki $PM_{2.5}$ ve PM_{10} değerlerinin değişiminin mevsimlik olarak incelenerek, ulusal ve uluslararası sınır değerlerle karşılaştırılması,
- Elde edilen sonuçlar doğrultusunda olası $PM_{2.5}$ ve PM_{10} kirletici kaynakların belirlenmeye çalışılması,
- $PM_{2.5}$ ve PM_{10} kirliliği ve bileşiminin muhtemel sağlık etkilerinin araştırılması,
- Çocukların bu kirleticilere maruz kalmasını azaltmak için şehir planlamasının öneminin vurgulanması,
- Hava kirliliği ve sağlık etkileri konusunda halkın ve yetkililerin duyarlılığının artırılmasıdır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Hava Kirliliği ve Kaynakları

Hava kirliliğini tanımlamadan veya açıklamadan önce havanın ne olduğuna ve içeriğinde neler barındırdığını bilmek oldukça önemlidir. Genel anlamda hava, diğer temel bileşenler gibi insan ve genel canlı yaşamı için gereklidir. Atmosfer adı verilen gaz kütleşi içerisinde canlıların hava içerisinde bulunan gazların kompozisyonu dâhilinde yaşayabileceği bir tabaka mevcuttur ve literatürde bu tabakaya ‘troposfer’ denilmektedir. Saf havanın içeriğine bakacak olursak başta azot ve oksijen olmak üzere diğer asal gazlar belli oranlarda bulunmaktadır. Yaklaşık olarak bu oranlar %78 azot, %21 oksijen, %1 karbondioksit ve diğer asal gazlardır.

İnsan aktiviteleri veya kentselleşme sonucu meydana gelen sanayileşme hareketleri doğrultusunda hava ortamına çeşitli kirleticilerin salınımı gerçekleşmektedir. Bunlar; toz, duman buhar, iri veya ince partiküller, gazlar vb. Bu tarz kirleticiler havayı kirleterek canlı hayatı üzerinde, ticari veya kişisel eşyalara olumsuz etkiler bırakmaktadırlar. Hava ortamının durağan olmayıp dinamik bir yapıya sahip olması onu noktasal bir sorundan evrensel bir sorun haline dönüştürebilmektedir (Gurjar ve Ojha 2016). Bu sebeple, hava kirliliğinin canlı sağlığına etkisi üzerine gerçekçi ve mantıklı değerlendirmeler yapabilmek ve stratejiler tasarlayabilmek adına çalışmalarda bulunmanın gerekli olduğu öngörülmüştür (Hennig ve ark., 2016). Sanayileşmenin yanı sıra kötü yakıt kullanımı, yoğun trafik ve egzoz gazı salınımı, yeşil bölgelerin yetersizliği ve dahası hava kirliliğine yol açan faktörler arasında sayılabilmektedir (Tuncel ve ark., 1994, Evcı 2009, Grsic ve ark., 2014, Partigöç ve Çubukçu 2017). Ayrıca daha öncede bahsedildiği üzere dinamik yapıda olan hava kütleşi sıcaklık, rüzgâr yönü, hızı ve bağıl nem vb. meteorolojik unsurlar hava kirleticilerinin taşınımını veya karışımını etkilemektedir (Ocak ve Turalioğlu 2008).

Havada bulunan ya da meydana gelen kirleticiler arasında karbon monoksit (CO), kükürt oksitler (SO_x), azot oksitler (NO_x), ozon (O_3), hidrojen sülfür (H_2S), hidrojen florür (HF), uçucu organik bileşikler (VOC) vb. bulunmaktadır. Kirletici konsantrasyonları çeşitli meteorolojik veya kaynaklarına göre değişkenlik gösterebilmektedir (Ahmad ve Aziz 2013, Adedeji ve ark., 2016). Gaz kirleticiler dışında kaba ve ince tanecik boyutlarına sahip olan partikül madde adı verilen kirleticilerde bulunmaktadır. Partikül madde olarak $\text{PM}_{2.5}$ ve PM_{10} yani çapları sırasıyla 2.5 mm ve 10 mm'den küçük olan kirleticiler daha çok kullanılır ve hava kalite indeksi (AQI) ile ölçümleri yapılmaktadır (Du ve Varde 2016, Li ve ark., 2016). Bu tarz kirleticilerin canlı yaşamına olan sağlık etkileri maruziyeti sırasındaki taneciklerin büyüklüğü, sayıları ve içerikleri ile ilgilidir. Tablo 2.1.'de hava kirleticilerinin olası kaynakları gösterilmiş olup daha detaylı bilgiler bir sonraki bölümde verilecektir.

Tablo 2.1. Hava kirleticileri ve kaynakları (Heinsohn ve Kabel 1999, Gurjar ve ark., 2010, Trivedy ve Goel 2010)

Kirleticiler	Kaynakları
Partikül madde (PM)	Volkanik patlamalar, orman yangınları, eksik yanma, trafik, elektrik santralleri ve inşaat, tarım aktiviteleri
Kükürt oksitler (SO_x)	Kükürt içerikli materyallerin yanması, elektrik santralleri, fosil yakıt yakımı
Karbon monoksit (CO)	Sigara, eksik yanma, trafik emisyonları, katı atık depolama tesisleri ve üretim tesisleri
Azot oksitler (NO_x)	Fosil yakıt yakımı, endüstriyel ve elektrik santralleri, egzoz salınımı
Ozon (O_3)	Atmosferde fotokimyasal reaksiyonlar sonucu azot oksitler ile kirleticiler arasında oluşan ikincil kirleticilerdir.

2.2. Türkiye’de Hava Kirliliği ve Hava Kalitesi

Hava kirleticilerinin oluşumunda ısıtma kaynaklı yakılan yakıtlar önemli bir paya sahiptir. Türkiye’de evlerde ısınmada yaygın olarak linyit kömürü kullanılmaktadır ve bilindiği üzere linyit bol miktarda kükürt içermektedir. Kükürt içerikli materyallerin yanması sonucu ise kükür oksitler atmosfere salınmaktadır. Kükürt oksitler içerisinde ise kükür dioksitler insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Yanma reaksiyonları sonucu oluşan kirletici kompozisyonuna bakıldığında %85’ini karbondioksit, %15’ini kükürt dioksit, karbon monoksit, partikül madde ve azot oksitler oluşturmaktadır (Yasemin ve Kırmacı 2015, Elshahat ve ark., 2019, Yin ve ark., 2019).

Türkiye’deki hava kalitesi indeksi, elde edilen gözlem verileri ve yapılan çalışmalar neticesinde özellikle kış mevsiminde hava kirleticilerinin konsantrasyonlarında kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde olduğu ve aynı zamanda orta ve küçük ölçekli şehirlerdeki mevcut imkanlar doğrultusunda hava kalitesini daha iyi duruma getirmek için gelişmiş mega kentlere göre daha çaba gerektiği bildirilmiştir (Tuncel 2008). Sadece Türkiye için değil evrensel olarak hava kalitesinin korunması veya düzenlenmesi amacı; çevreye veya insan sağlığı üzerine her türlü aktivite sonucu oluşabilecek kirlenmenin kabul edilebilir seviyelere indirgenmesidir (Aydın Coskun ve ark., 2011). Hava kalitesi indeksi, Türkiye’de 1970’lerden sonra araştırmacıların çabaları sonucunda bazı şehirlerde hava kalitesinin izlenip değerlendirildiği bir oluşumdur. 1990’larda ise daha büyük şehirlerde sürekli izlenme ve gözleme dayalı bir sisteme geçilmiştir (Özdilek 2006). Büyük kentlerde hava kirliliğinin gözlemlenmesi, insanlar için kirliliğin ne anlama geldiğini kavraması ve anlamlandırmasına dayalı bir sistem olup belirli sayıda izleme istasyonları vasıtasıyla veriler elde edilerek yapılmaktadır (Banja ve ark.,2010).

Türkiye’deki en önemli kirlenme kaynakları kentleşme ve üretimdir. Genel olarak bakıldığında ülkede kükürt ve azot oksit seviyeleri yüksek olsa da partikül madde en önemli kirleticilerdir. Hava kalitesi indeksi ne kadar yüksekse hava kirliliği de o kadar yüksektir. Hava kalite indeksleri EPA’ya göre Tablo 2.2.’de standartları Türkiye’ye göre uyarlanmış hali verilmiştir.

Tablo 2.2. Sağlık sorunları için EPA hava kalite indeksi standartları

Sağlık sorunları için hava kalite indeksi	Sayısal değer	Anlamı
İyi	0-50	Az riskli ya da risk teşkil etmiyor
Orta	51-100	Hava kalitesi uygun fakat hassas gruplar için sağlık endişesi oluşturabilir.
Hassas	101-150	Sadece hassas gruplar için sağlık sorunu teşkil eder.
Sağlıksız	151-200	Genel halk için sağlık sorunu teşkil ederken hassas gruplar için ciddi olabilir.
Kötü	201-300	Acil durum oluşturabilir
Tehlikeli	301-500	Sağlık alarmı. Herkes için ciddi sorun yaratır.

2.3. Hava Kirleticilerinin Sınıflandırılması

Atmosferde sayısız hava kirleticisi kaynakları vardır. Bu kaynaklar sürekli değişmektedir. Primer (birincil) ve sekonder (ikincil) olarak kirleticileri ikiye ayırabiliriz ki bu ayırma çeşidine aynı zamanda orijine göre sınıflandırmada denilmektedir. Birincil kirleticiler kaynaklar atmosfere direkt olarak yayılan olarak ifade edilirler ve beş ana grupta incelenirler. Bunlar; CO, SO_x, NO_x, hidrokarbonlar (HC) ve PM. İkincil kirleticiler ise doğal, kükürt, organik, azot bileşenleri ve fotokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan ozon gibi kirleticilerdir (Gustafson 2009, Godish ve ark., 2014). Ayrıca insan aktivitelerine, kimyasal kompozisyonlarına göre ve fiziki hallerine göre de sınıflandırmak mümkündür. İnsan aktivitelerine göre sınıflandırmada kirleticiler kaynak çeşitlerine göre, kimyasal kompozisyonlarına göre sınıflandırmada organik veya inorganik olma durumlarına göre tekrar sınıflandırılır ve son olarak fiziki hallerine göre ise kirleticilerin gaz ya da partikül olarak sınıflandırılmasıdır (Bayat 2002). Beş ana gruba ayrılan kirleticilere ek olarak kurşun da eklendiği Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) bu altı kirleticisi için Ulusal Ortam Hava Kalite Standartları (NAAQS)'nı kurmuştur ve kriter olarak bu kirleticileri

seçilmiştir. Temel olarak SO_x , NO_x , O_3 , CO ve en önemlisi PM hava kirleticileri üzerinde durulacaktır.

2.3.1. Kükürt oksitler (SO_x)

Kükürt oksitlerin atmosferdeki çevre ve insan sağlığını tehdit ettiği ve en önemli paya sahip olan formu kükürt dioksit (SO_2)'dir. Kükürt dioksit renksiz, yanmayan, patlamayan, yüksek konsantrasyonlarda zehirli ve kötü, keskin kokuya sahip bir ortak gazdır. Atmosferde diğer bileşenler ile reaksiyon verebilir ve SO_3 ve sülfatlara dönüşür. Ayrıca SO_3 , eğer yağışlı ortamda oluşursa havadaki damlalar ile birleşerek H_2SO_4 şeklinde asit yağmurlarının oluşmasına sebep olur (Müezzinoğlu, 2005). Kükürt dioksitlerin kaynakları genel anlamda insan kaynaklı gerçekleşmektedir. Fosil yakıtların yanması ki %80 gibi bir oran ile en önemli paya sahiptir (Bayat, 2002). Maden sahalarında kükürt içeren cevherlerin işlenmesi ve volkanik patlamalar kaynak olarak ayrıca örnek verilebilir. SO_2 'nin zamansal ve mekânsal değişimleri önemlidir çünkü insan sağlığı açısından yarattığı tehdit ile birlikte atmosferik kimya, ısıtım ve son olarak iklim üzerinde de oldukça önemli etkiye sahiptir.

2.3.2. Azot oksitler (NO_x)

En önemli hava kirleticilerinden birisi de azot oksitlerdir. Kaynakları arasında trafiğe dayalı egzoz gazları ve fosil yakıtların yakılması ayrıca orman yangınları, yıldırım vb. doğal kaynaklar da olabilmektedir (İncecik, 1994). Azot oksit çeşitlerinden olan azot monoksit (NO) inert bir gaz olup çevreye karşı toksisitesi orta derecelidir. NO, karbon monoksit gibi kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürse de 1 ppm'den düşük bir konsantrasyonda havada bulunduğundan dolayı sağlığa zararının olmadığı düşünülmektedir. Fakat NO oksitlenerek sağlık açısından oldukça zararlı olan NO_2 'ye dönüşmektedir (Müezzinoğlu, 2005). Azot dioksit güçlü keskin bir kokuya sahip bir gazdır. Azot dioksitler ayrıca atmosferik aerosoller ile etkileşebilmektedir. Azot dioksitler de doğal olarak meteorolojik şartlardan etkilenmektedirler. Kıtalar arası taşınımı söz konusudur.

2.3.3. Karbon monoksit (CO)

Renksiz, kokusuz ve yoğunluğu havadan daha düşük olan eksik ya da yetersiz yanma sonucu oluşan zehirli bir gazdır. Karbon monoksitin varlığının kolay fark edilmeyişi onu sağlık açısından oldukça tehditkâr yapmaktadır. Atmosferik karbon monoksit hidroksil radikallerinin ana kaynağıdır. CO hem doğrudan hem de dolaylı yolla sera gazı oluşumunda önemli etkiye sahiptir. Kaynakları genel olarak kükürt dioksitler ile aynıdır. Dış hava ortam kalitesinin yanı sıra iç hava ortam kalitesi içinde ‘kriter’ denilebilecek bir hava kirleticisidir. Havalandırılmamış gaz yağı ve şofbenler, sızdıran baca ve fırınlar iç hava ortamda karbon monoksitin kaynaklarıdır (EPA2018). CO normal temiz bir hava ortamında konsantrasyonu 0.2 ppm seviyelerindedir ve bu değer genellikle insan yaşamı için tehlike arz etmez. Fakat karbon monoksit salınımını destekleyen kaynaklar yoluyla veya meteorolojik, mevsimsel faktörler ile bu değer artabilmektedir. Özellikle otobanlara yakın yerlerde CO eğilimi oldukça yüksektir. Ayrıca deniz ya da okyanussal bölgelerde CO kaynağı çözünmüş organik maddelerin foto oksidasyonudur ve atmosfere doğru yayılım gösterirler.

2.3.4. Ozon (O₃)

Ozon, üç oksijen atomuna sahip olan ve fotokimyasal süreçler sonucunda ikincil hava kirleticisi olarak sınıflandırılan bir gazdır. Güçlü oksitleme ve reaktif özelliklerine sahiptir. Atmosferdeki ozon konsantrasyonu güneş ışınım yoğunluğu ve sıcaklık gradyanlarından etkilenebilmektedir. Böylece farklı mevsimlerin farklı zamanlarında çeşitlilik gösterebilir. Gün içerisinde ozon konsantrasyonunda bir artış gözlemleniyorsa, gün boyunca uçucu organiklerin emisyonlarının artmasına ve azot oksit emisyonlarının azalmasına atfedilmektedir (Ying ve ark., 2009).

2.3.5. Partikül madde (PM)

EPA, partikül maddeleri, organik bileşikler, metaller, asitler, toprak ve toz gibi çeşitli bileşenlerden oluşan havadaki parçacıklar ve damlacıkların karışımı şeklinde tanımlamaktadır. Çok çeşitli şekilde doğal veya suni yolla oluşabilir ve içeriğinde birçok kimyasal maddeyi barındırması dolayısıyla oldukça karmaşıktır (Ayvaz Kahramantekin ve ark., 2007). Çok çeşitli doğal ve antropojenik emisyon kaynakları, rüzgârlı toprak tozu, deniz ve biyogenik aerosoller, karayolu trafiği ve arazi araçları, sabit yanma süreçleri, endüstriyel ve inşaat süreçleri ve tarımsal atıkların yanması gibi atmosferdeki PM konsantrasyonlarına katkıda bulunurlar. (El-Fadel ve Massoud, 2000). Parçacık çapı ne kadar küçükse, havada o kadar uzun süre asılı kalır ve o kadar tehlikelidir. Aerodinamik çapı $<10\ \mu\text{m}$ (PM_{10}) veya $<2,5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) olan atmosferik PM, halk sağlığı için önemli bir endişe kaynağıdır. Bu partiküller, atmosferik mikroorganizmaların kimyasal ve biyolojik bileşenlerinden de meydana gelebilmektedir.

2.3.5.1. Partikül madde boyutu ve kimyasal özellikleri

Partikül maddelerin hem boyutu hem de kimyasal bileşimi çok önemlidir. Partikül boyutları (aerodinamik çap), birkaç nanometre (nm) ölçeğinden onlarca mikrometre (μm) çap aralığında değişim gösterebilmektedir. Aerodinamik çapı; $10\ \mu\text{m}$ ve daha küçük kaba partiküller PM_{10} , $2,5\ \mu\text{m}$ ve daha küçük olan ince partiküller $\text{PM}_{2,5}$, $0,1\ \mu\text{m}$ ($100\ \text{nm}$) ve daha küçük ultra ince partiküller $\text{PM}_{0,1}$ olarak tanımlanır. Kaba PM, çapı $2,5\ \mu\text{m}$ ile $10\ \mu\text{m}$ arasında olan fraksiyon olarak alınır. Çapı $0,1$ ile $1\ \mu\text{m}$ arasındaki parçacıklar günler veya haftalar boyunca atmosferde kalabilmekte ve böylece havada uzun menzilli sınır ötesi taşınmaya maruz kalabilmektedir. PM parçacıkları için boyut karşılaştırılması Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. PM parçacıkları için boyut karşılaştırmaları (EPA,2020)

Direkt doğal veya insan kaynaklı olarak atmosfere salınanlara birincil partiküller ve atmosferde SO_2 , NO_2 ve amonyak (NH_3) gibi gaz-partikül değişimi yoluyla oluşanlara ikincil partiküller denir. Birincil partiküller kaba boyuttayken ($< 2.5 \mu\text{m}$) ikincil partiküller ince boyuttadır ($> 2.5 \mu\text{m}$). Deniz aerosolleri ve tuzları, rüzgârla savrulan parçacıklar, volkanik tozlar, çöl kumları birincil partiküllerin doğal kaynakları arasında yer almaktadır. Çimento fabrikaları, çöp yakma fırınları, buhar jeneratörleri, ısıtma işlemleri, yangınlar, termik santraller, evsel ısınma işlemleri, trafik, tarım, inşaat faaliyetleri, metal endüstrisi ve madencilik faaliyetleri ise birincil partiküllerin antropojenik kaynaklarındandır. Birincil partiküllerin havaya salındıktan sonra havada bulunan diğer bileşenlerle kimyasal reaksiyonları sonucunda ikincil partiküller meydana gelmektedir. Havadaki gaz molekülleri sıvı veya katı partiküllere dönüşmeye başladığında da üç proses meydana gelir: adsorpsiyon, çözünme ve yoğunlaşma. Adsorpsiyon; ortamda mevcut olan partiküllerce gaz molekülleri hızla çekilerek partikül maddelere yapışır. Çözünme; gazların çoğu suda az veya çok çözünmektedir. Gazların bu özelliğinden dolayı ortamda bulunan SO_2 , NO_2 ve organik gazlarla sıvı partiküller hızla doymuş hale gelmektedir. Yoğunlaşma; gaz molekülleriyle atmosferde halihazırda olan partiküllerin çarpışması ile yoğunlaşma meydana gelmektedir.

Hava yüzeyindeki PM'nin mekânsal ve zamansal dağılımı üzerine yapılan çalışmalar önemlidir. Çünkü bu dağılım atmosferdeki PM'nin oluşumuna bağlı önemli bilgiler sağlar ve aşırı PM seviyelerini etkiler. Dahası, havadaki PM ve diğer gaz kirleticileri

hakkındaki bilgiyi ikincil atmosferik PM üretimi hakkındaki bilgiyi eş zamanlı olarak sağlar (Chan ve Yao, 2008).

Partiküllerin kimyasal ve biyolojik içeriği, çevredeki farklı materyal, bitki örtüsü ve insan üzerindeki zararlı etkilere sebep olan PM türlerini tanımlar. PM içeriği, PM'nin zehirli etkisi konusunda önemlidir. PM_{2.5} kaynakları, motorlu araç trafiği (EC); demir endüstrisi (Fe, Mn); metal endüstrisi (Pb, Zn); topraktaki partiküller (Ca, Si); kömür yakma (As, Se); petrol yakma (V, N,) tuz partikülleri (Na, Cl); ve biyokütle yanması (K, OC) gibi elemental iz metalleri ile ilişkilendirilir ve kategorize edilir. Partikül madde türleri ve boyutları Tablo 2.3.'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Partiküler madde türleri ve boyutları

Tip		PM çapı [μ m]
Partiküler kirleticiler	Sis	0.01–1
	İs	0.01–0.8
	Tütün dumanı	0.01–1
	Uçucu kül	1–100
	Çimento tozu	8–100
Biyolojik Kirleticiler	Bakteri ve bakteri sporları	0.7–10
	Virüs	0.01–1
	Mantarlar ve küfler	2–12
	Alerjenler (köpekler, kediler, polen, ev tozu)	0.1–100
Toz Tipi	Atmosferik tozlar	0.01–1
	Ağır toz	100–1000
	Çöken toz	1–100
Gazlar	Farklı gaz kirleticiler	0.0001–0.01

Partikül maddelerin kimyasal yapısı çeşitlilik gösterebilmektedir. Metallerden, organik bileşiklere pek çok madde, hava ortamında askıda kalarak zararlı partikül veya aerosol

meydana getirebilirler (Müezzinoğlu, 2005). Kimyasal içerikleri oldukça karmaşık olan partikül maddelerin veya aerosollerin bünyesinde sülfat, amonyum, sodyum, karbonlu maddeler, iz metaller, azot, klor ve su damlacıkları bulunmaktadır.

2.3.5.2. Partikül madde kaynakları

Atmosferdeki partikül madde kaynakları doğal ve insan olarak ikiye ayrılır. Doğal kaynak örneklerinden bazıları toprak, çöl, deniz ve volkanik faaliyetlerdir; insan kaynakları ise fosil yakıtlar, endüstriyel tesisler, tarımsal faaliyetler, ulaşım faaliyetleri vb. Hava kirliliğinin oluşmasında en büyük etken insan faaliyetleridir. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan hava kirliliğinin etkileri bölgesel olarak değişebilir (Yatkın ve Bayram, 2007). İnsan faaliyetlerinin etkisinin yoğun olduğu yerlerde şehirler ön plandadır. Kentte sanayi, konut ve merkezi iş alanları bulunan alanlar genellikle hava kirliliği açısından oldukça hassas alanlardır. Gerekli önlemlerin alınmaması durumunda, endüstriyel üretim süreçlerinde, evlerin ısıtılmasında ve merkezi iş alanındaki günlük aktivitelerde önemli ölçüde hava kirliliği meydana gelir.

Şehirde bu kirliliği sönümlendiren bazı alanlar da var. Bu alanlardan en önemlisi ormanlık ve yeşil alanlardır. Genellikle kentteki yeşil alanlarda bitkilerin en yoğun kullanıldığı alanlar yol kenarları ve parklardır. Günümüzde şehirlerde görülen ve kullanılan yeşil alanlar, sanayinin neden olduğu çevre sorunlarına çözüm olarak ortaya çıkmıştır (Adıgüzel ve Doğan, 2016). Bu alanlar birçok kişi tarafından yüksek hava temizleme etkisi düşüncesiyle farklı şekillerde kullanılmaktadır (Şevik ve ark., 2016). İnsan faaliyetlerinin yoğun olarak görüldüğü yeşil alanlar, konut bahçeleri, çocuk oyun alanları, mahalle ve semt parkları, mezarlıklar, botanik bahçeleri, sergi ve fuar alanları, gıda üretim alanlarıdır. Bu alanlar dinlenme, oturma, piknik yapma, koşma, yürüyüş gibi rekreasyonel ve sportif faaliyetlerin yanı sıra, ürün, bitki ve ağaç yetiştiriciliği gibi birçok aktivite ve eğitim gibi daha birçok faaliyete imkân sağlamaktadır (Najafidashtape ve Hamamcıoğlu, 2018). Bu alanlar kentteki hava kirliliğinin azaltılmasına ve insan sağlığının korunmasına büyük katkı sağlar (Akpınar ve ark., 2019) ayrıca karbondioksit ve diğer kirleticilerin azaltılmasında son derece önemli ve etkilidir (Benek ve Şahap, 2017). Ancak nüfus ve inşaatteki hızlı artış sonucunda

kentteki yeşil alanlar giderek azalmaktadır (Aksoy ve Ergun, 2009, Alkan, 2018). Geniş orman alanları ve büyük miktarda yeşil alana sahip şehirlerde hava kirliliği seviyesi düşüktür (Şevik ve ark., 2015). Ancak genel olarak kentsel alanlarda yeşil alanlara çok az önem verilmektedir ve planlamada şehirlerin ihtiyaçlarını karşılayacak yetkinlikleri çok azdır (Çetin, 2015).

2.3.5.3. Sağlık etkileri

PM'lerin boyutu ile sağlık üzerindeki olumsuz etkisi doğrusal olarak bağlantılıdır. PM'nin 10 mikrondan büyük kısmı üst solunum yollarında tutulurken, 10 mikrondan küçük kısmı alt solunum yollarına inmektedir. 2.5 mikronun altındaki ince parçacıklar, alveollere inebildikleri ve kan dolaşımına girebildikleri için sağlık açısından en büyük riski teşkil etmektedirler.

Partikül maddelerin fiziksel özellikleri yanında, kimyasal kompozisyonu da sağlık açısından oldukça önemlidir. Partikül maddeler civa, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller ile kanserojenik kimyasalları bünyelerinde bulundurabilmekte ve sağlık üzerinde önemli tehdit oluşturabilmektedirler. Bu zehirli ve kanser yapıcı kimyasallar, nemle birleşerek aside dönüşmektedir. Kurum, uçucu kül, benzin ve dizel araç egzoz partikülleri benzo(a)pyrene gibi kanser yapıcı maddeler içerdiğinden bunların uzun süre solunması kansere sebep olmaktadır. Partikül madde yapısındaki bazı elementlerin sağlık etkileri Tablo 2.4.'te verilmiştir.

Tablo 2.4. Partiküler madde yapısındaki bazı elementlerin sağlık etkileri (Bilir N.,2016)

Element	Sağlık etkisi
Arsenik	Anemi, nöropati, akciğer ve deri kanseri
Berilyum	Pnömonitis, progresif interstiyel fibrozis, akciğer kanseri
Çinko (Zn)	Metal tütsü ateşi
Kadmiyum	Kronik Böbrek yetmezliği, Osteoporoz, İtai-itai hastalığı, akciğer kanseri
Nikel (Ni)	Burun sinüslerinde ve boşluğunda kanser
Krom (Cr)	Deride irritasyon ve ülserasyon, Akciğer kanseri
Civa (Hg)	Tremor, Stomatit, Eretizm, Böbrek yetmezliği

Kurşun (Pb)

Anemi, Kurşun ensefalopatisi, Fanconi

PM_{2.5}'ye hem kısa vadede (saat, gün) hem de uzun vadede (aylar, yıllar) maruz kalmadan kaynaklanan sağlık etkileri şunlardır:

- Astımın şiddetlenmesi, solunum semptomları ve hastanede yatışlarda artış gibi solunumsal ve kardiyovasküler morbidite;
- Kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarından ve akciğer kanserinden mortalite artışı.

PM_{2.5} ve PM₁₀ hava kirleticilerinin farklı ülkelerin yönetmeliklerindeki sınır değerleri Tablo 2.5.'te verilmiştir.

Tablo 2.5. PM_{2.5} ve PM₁₀ hava kirleticilerinin farklı ülkelerin yönetmeliklerindeki sınır değerleri

	Hava Kirleticisi	Zaman Birimi	Ortalama Sınır Değer (µg/m ³)
TÜRKİYE	PM2.5	24 saatlik ort.	25
		Yıllık ort.	-
	PM10	24 saatlik ort.	50
		Yıllık ort.	40
AB	PM2.5	24 saatlik ort.	25
		Yıllık ort.	25
	PM10	24 saatlik ort.	50
		Yıllık ort.	40
DSÖ	PM2.5	24 saatlik ort.	25
		Yıllık ort.	10
	PM10	24 saatlik ort.	50
		Yıllık ort.	20
ABD	PM2.5	24 saatlik ort.	35
		Yıllık ort.	12
	PM10	24 saatlik ort.	50
		Yıllık ort.	25

2.3.5.4. PM_{2.5} ve PM₁₀ ile ilgili yapılan çalışmalar

Çocuk parkları, oyun etkinliğinin, çocuğun sosyal, psikolojik ve fiziksel gelişimindeki tamamlayıcı rolü açısından önem taşımaktadır (Öztürk Levend, 2008). Aynı zamanda açık hava rekreasyon talebini karşılayan çocuk parkları “şehirsel açık alanlar” olarak anılır ve çeşitli mekân ölçeklerinde farklı büyüklük ve nitelikte olabilirler. Bu parklar, kentsel alanda plan yapıldığı sırada mevcut arazi kullanımı ve kentsel altyapı içerisinde değerlendirilir. Ancak nüfusun artması, endüstriyel ve teknolojik gelişmeler beraberinde çevre kirliliği problemini getirmiştir. Çevre kirliliğini oluşturan kirleticilerin de kontrolsüz bir şekilde artması bu problemin bir tehdit halini almasına neden olmuştur. Akabinde yaşanan hızlı betonlaşma ve arazi fiyatlarının artması da bu tür alanları geriletmiş ancak konuya çevresel açıdan bir yaklaşımı gerekli kılmıştır.

Demir ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları çalışmada, biri trafiğin yoğun olduğu şehirde, diğeri İstanbul Boğazı'nın sahil şeridinde ve sonuncusu da otoyola yakın konumda olmak üzere 3 farklı çocuk parkı seçmişlerdir. Bu parklarda belirli periyotlarda partikül madde (PM) fraksiyonlarının (PM_{2.5} ve PM₁₀) konsantrasyonları belirlenmiştir. PM konsantrasyonları ile iz metal konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon matrisleri de geliştirmişlerdir. Sonuç olarak element konsantrasyonları ve PM sonuçları, seçilen çocuk parkları arasında farklılıklar göstermiştir.

Özdemir ve arkadaşları (2012) çalışmalarında, İstanbul'da seçilen çocuk parklarında PM₁₀ ve PM_{2.5} başta olmak üzere PM kirliliğini incelemişlerdir. Trafik emisyonlarının çocuklar üzerindeki etkisini tahmin etmek için parkların yerlerini trafik yoğunluğuna göre seçmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar, yoğun trafiğe yakın konumların PM kirliliğinden önemli ölçüde etkilendiğine işaret etmiştir. Ayrıca İstanbul'daki atmosferik kirliliğin sınır ötesi PM taşımacılığı ile arttığına değinmişlerdir. Bu nedenle, ilk adım olarak, ana yolların yakınında çocuk parklarının inşası yasaklanmalı

ve önceden belirlenmiş bir mesafe içinde veya yoğun trafik yollarından en uzak yerde bulunması gerektiğinin altını çizmişlerdir. Bu stratejinin, ulaşımın ve yerel şehir planlamasının ayrılmaz bir parçası olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu tür bir çözümün PM kirliliğinin çocuklar üzerindeki etkisini azaltabileceğini öngörmüşlerdir.

Özdemir ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları başka bir çalışmada, çocukların etkisi altında kaldığı hava kirliliğinin önemli parametrelerinden olan $PM_{2.5}$ ve PM_{10} ölçümlerini, İstanbul'da trafik yoğunluğuna göre seçilmiş 5 farklı çocuk parkında gerçekleştirmişlerdir. Her bir parka ölçüm istasyonu yerleştirerek, belirlenen periyotlar doğrultusunda ölçümler yapmışlardır. Bu ölçüm sonuçlarına göre; trafiğin yakınındaki $PM_{2.5}$ ve PM_{10} konsantrasyonlarının kritik değerlere ulaştığını, deniz kenarındaki parkta daha düşük değerlerde olduğu ve orman içerisindeki parkta ise konsantrasyonların sınır değerlerin altında kaldığını gözlemlemişlerdir.

McConnell ve arkadaşları (1999) çalışmalarında, hava kirliliğinin astım öyküsü veya ilgili semptomları olan çocuklarda kronik alt solunum yolu semptomlarının prevalansı ile ilişkisini, kesitsel bir çalışmada incelemişlerdir. Güney Kaliforniya'daki 12 topluluktaki sınıflardan toplam 3.676 dördüncü, yedinci ve onuncu sınıf öğrencisinin ebeveynleri, çocukların solunum yolu hastalığı öykülerini ve ilişkili risk faktörlerini karakterize eden anketleri tamamlamışlardır. Bronşit, kronik balgam ve kronik öksürük prevalansları astım öyküsü olan, astım tanısı konmamış hışıltısı olan ve hışıltı ya da astımı olmayan çocuklarda araştırma yapılmıştır. Ozon, partikül madde (sırasıyla PM_{10} , $PM_{2.5}$, $\leq 10 \mu m$ ve $< 2.5 \mu m$), asit buharı ve nitrojen dioksit ortalama yıllık maruziyeti, her topluluktaki izleme istasyonlarından tahmin edilmiştir. Hava kirliliği ile bronşit ve balgam arasında pozitif ilişki sadece astımı olan çocuklarda gözlenlenmiştir. PM_{10} topluluklar arasında arttıkça, bronşitin çeyrekler arası aralığı başına riskte buna karşılık gelen bir artış tespit edilmiştir. Artan balgam prevalansı, ozon hariç tüm ortam kirlleticilerine artan maruziyet ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. En güçlü ilişkilendirme, 12 toplulukta çeyrekler arası aralık başına nispi riske dayalı olarak NO_2 için olmuştur. Sonuçlar, önceden astım tanısı almış çocukların Güney Kaliforniya'da hava kirliliğine maruz kaldıklarında kalıcı alt solunum yolu semptomları geliştirme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Zhang ve arkadaşları (2002) çalışmalarında, dört şehrin sekiz bölgesinde ikamet eden 7.621 okul çocuğunda uzun süreli ortam hava kirliliğine maruz kalmanın solunum sağlığı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Dört farklı boyutta partikül madde fraksiyonları [$\leq 2.5 \mu\text{m}$ aerodinamik çapta ($\text{PM}_{2.5}$), 2,5 ile $10 \mu\text{m}$ arasında ($\text{PM}_{10-2.5}$), $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) aerodinamik çapta ve toplam asılı partiküller (TSP)] ve iki gaz kirleticiyi (SO_2 ve NO_x) analiz etmişlerdir. Hastalık yaygınlığı ile tüm partikül madde boyut fraksiyonlarında PM'nin dış mekân seviyeleri arasında pozitif ilişkiler bulmuşlar, ancak bu ilişki kaba partiküller için daha güçlü görülmüştür ($\text{PM}_{10-2.5}$). Sonuçlar ayrıca, ortamdaki NO_x ve SO_2 seviyelerinin çocukların solunum semptomları ile pozitif olarak ilişkili olduğuna dair bazı kanıtlar sunmuştur, ancak bu iki gaz halindeki kirleticiye ilişkin kanıtlar PM'den daha zayıf görülmüştür.

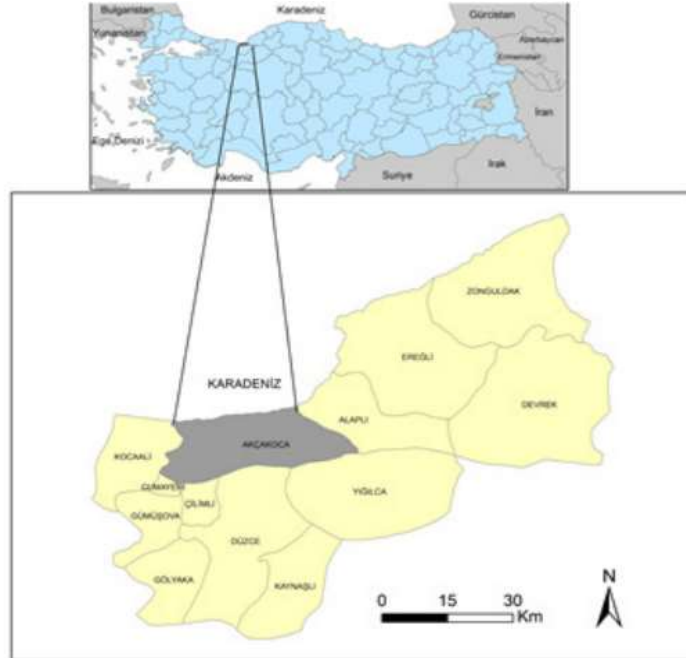
Kiurski ve arkadaşları (2019) yapmış oldukları çalışmada, Sırbistan'ın Novi Sad kentinin merkezine yakın kentsel çocuk oyun alanlarındaki hava kirliliğinin üç önemli göstergesini belirlemişlerdir. Üç çocuk oyun alanında kirletici konsantrasyonu, sıcaklık ve bağıl nem parametrelerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, MANOVA ve ANOVA kullanarak kirleticilerin konsantrasyonunu ölçerek çocuk oyun alanında zaman içinde hava kalitesindeki herhangi bir değişikliği tespit etmektir. Elde ettikleri sonuçlar, incelenen faktörlere bağlı olarak hava kalitesinin büyük ölçüde değiştiğini göstermiştir. Hava kalitesinin büyük ölçüde, ölçümlerin yapıldığı günün saatine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Gün içinde artan sıcaklıklar nedeniyle ikinci ve üçüncü zaman aralığında kirletici konsantrasyonunda önemli bir artış gözlemlenmiştir.

Borucu ve arkadaşları (2010) çalışmalarında, bir megakentin seçilen oyun alanlarında parçacık sayısı konsantrasyonunun ölçümü için parçacık sayacı kullanmışlar ve 90 gün boyunca partikül sayı dağılımlarını belirlemişlerdir. Sonuçlar, trafiğin çok daha yoğun olduğu ana yollara yakın olan oyun alanlarında $2,5 \mu\text{m}$ 'den küçük partiküllerin sayı konsantrasyonlarının yüksek olduğunu göstermiştir. Elde ettikleri veriler doğrultusunda, oyun alanlarının kentsel alanlardaki konumuna göre önerilerde bulunmuşlardır.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Bölgesi

Akçakoca, Düzce ilinin deniz kenarında bulunan tek ilçesi olup Batı Karadeniz bölümünün en batısında yer almaktadır. Düzce merkezine 37 km mesafededir. 30 km'lik kıyı şeridinde sahiptir. Toplam 463 km² yüz ölçümüne sahiptir ve toplam arazinin aşağı yukarı %40'ı ormanlık alanlardan ve fındık tarlalarından oluşmaktadır. Ormanlık alanların yaklaşık yarısını kayın ağaçları oluştururken diğer Karadeniz ve Marmara iklim tipi ağaç türleri de görülmektedir. Arazi genel olarak kalkerli kayalardan meydana gelir ve depreme karşı dayanıklıdır. Birinci derece deprem bölgesi dışında yer alıp güçlü bir jeolojik yapısı vardır. 12 Kasım 1999 Düzce depremini, diğer ilçelere göre en hafif hasarla atlattır. Akçakoca lokasyon haritası Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Akçakoca lokasyon haritası (Siyanuş,2013)

Genel olarak ılıman deniz iklimi hâkim sürmektedir ayrıca Marmara ile Karadeniz arasında bağlantı konumunda olduğu için diğer iklim tip özellikleri de yıl içerisinde kendini göstermektedir. En sıcak ayı Temmuz iken en soğuk ayı Ocak ayıdır. Akçakoca'nın hâkim rüzgârı kışın lodos, bahar aylarında karayel, yazın ve sonbahar başlarında ise poyraz olup, özellikle yaz aylarında rüzgâr hızı oldukça düşüktür. Her mevsim yağışlı bir iklim görülmektedir ve yıllık yağış ortalama 990 mm'dir. En çok yağış sonbahar ve kış aylarında görülmektedir. Yağış tipi olarak daha çok kar veya karla karışık yağmur şeklindedir.

3.2. Yöntem

Bir bölgede hava kalitesini ölçmek, o bölgede yaşayan insanların nasıl bir hava teneffüs ettiğinin saptanması açısından çok büyük önem taşımaktadır. Şehir içi bölgelerde hava kalitesi seviyesinin belirlenmesi için uzun süreli ve kapsamlı çalışmaların yapılması gereklidir. Bacadan ve egzozdan atılan kirleticilerin atmosferde dağılımını, topoğrafik ve meteorolojik faktörler etkiler. Ölçümlerle, nokta (sanayi), alan (konutlar) ve mobil (taşıtlar) kaynaklarının her birinin veya tümünün bölgenin, hava kalitesi seviyesi üzerine etkisi tespit edilmelidir. Hava kalitesi ölçüm istasyonu yeri, harita üzerine işlenmelidir. Kirletici konsantrasyonlarının bölgeyi temsil edici olabilmesi için hava kirliliği ölçüm cihazları girişleri; ev, apartman, sanayi ve taşıtların bacalardan çıkan emisyonların ve türbülans, vorteks, bastırma (down wash) gibi etkenlerden direk etkilenmemesi için mümkün olduğu kadar yapılardan ve ağaçlardan etkilenmeyen yerlerde, mümkünse park-bahçelerde, eğitim alanlarında veya hastane bahçelerinde, trafik yoğunluğunun çok az veya hiç olmadığı yerlerde, spor alanları, şehir meydanları ve regresyon alanlarında olması gerekir. Hava kalitesi ölçüm cihazlarının numune alma girişleri, yüksek yapılarla çevrili (bina, ağaç, duvar ve işyeri v.b. gibi) hava hareketini kesen, durgun hava oluşumunu sağlayan yerlerden uzak olmalıdır. Genel kural olarak numune alma girişleri, bina çatısının yatayla 30 derece veya daha az açı yaptığı veya en yakın yapı (bina, işyeri gibi) yüksekliğinden iki kat daha uzak mesafede olmalıdır. Yani numune alma girişi; 20 metre yüksekliğindeki binadan asgari 37 metre uzakta olmalıdır. Sadece yoldan ileri gelen kirlilikten etkilenmemesi için, ölçüm cihazı girişi, yoldan belirli uzaklıkta olmalıdır. Ancak yollardan ileri gelen kirlilik seviyesi inceleme esası ayrıdır. Yerden yükselecek toz

etkisini minimize etmek ve solunum seviyesini temsil etmek üzere partikül ölçüm cihazları girişleri yerden asgari 2 metre, en fazla 15 metre yükseklikte olmalıdır. Ağaçlık bölgelerde bu yükseklik 8 metre olabilir. Hava debisinde azalma meydana getirmeden en az 270 arc oluşturacak şekilde olmalıdır. Sonuç olarak, ölçüm cihazları sonuçlarından, özellikle belirli bir kirletici kaynak etkisinden çok o bölgede mevcut tüm kirletici kaynakların, bölgenin genel hava kalitesi seviyesi üzerine etkisi elde edilebilmelidir. Hava denilen gaz kütlesi dinamik bir yapıya sahip olduğu ve kirleticilerin diğer meteorolojik faktörler ile birleşerek taşınımı mevcut olup bu çalışmada da hem mevsimsel hem lokasyonel hem de partikül madde için önemli olan trafik yoğunluğuna göre seçilmiş olan 5 farklı çocuk parkında $PM_{2.5}$ ve PM_{10} ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen parklar ve lokasyonel özellikleri Tablo 3.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışmada belirlenen çocuk parkları ve lokasyonel özellikleri

Çocuk parkları	Lokasyonel özellikleri
1) Liman Park	Liman bölgesi yakınında-trafik yoğunluğunun olduğu bölgede
2) Hasan Ağa Parkı	Liman bölgesi yakınında-trafik yoğunluğunun olduğu bölgede
3) Ayazlı Parkı	Sanayi bölgesine-anayola yakın bölgede
4) Osmaniye Parkı	Yeşillik alanda-trafik yoğunluğunun az olduğu bölgede
5) Toki Parkı	Trafik yoğunluğunun çok az olduğu-konutların bulunduğu bölgede

Yapılan sınıflandırmaya göre; Liman Park ve Toki Parkı kentsel, Osmaniye Parkı kırsal, Ayazlı ve Hasan Ağa Parkı ise trafik istasyonları olarak tanımlanmıştır. Yaz dönemi ölçümleri 01.06.2020 – 01.09.2020 aralığında, kış dönemi ölçümleri 01.12.2019 – 01.03.2020 tarih aralığında gerçekleştirilmiştir. Her bir park için mevsimsel bazda 9 örnek toplanmış, $PM_{2.5}$ için 45 adet numune, PM_{10} için 45 adet numune olmak üzere toplamda 90 numune elde edilmiştir. Şekil 3.2.'de çalışmaya dâhil edilen çocuk parklarının lokasyon haritası verilmiştir.



Şekil 3.2. PM_{2.5} ve PM₁₀ ölçümleri yapılan parkların lokasyonları

3.3. Kullanılan Araç ve Gereçler

Partikül madde konsantrasyonları (PM_{2.5} ve PM₁₀), taşınabilir el tipi partikül sayacı olan PCE-MPC 10 cihazı ile tespit edilmiştir. Şekil 3.3.'te PCE-MPC 10 ölçüm cihazının resmi yer almaktadır. Hava ortamındaki partikül madde konsantrasyonlarını izlemek için kullanılan bu cihaz aynı zamanda taşınabilir el tipi partikül sayacıdır. Özellikle iç hava kalitesi değerlendirme ve raporlarına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Partikül madde dışında sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri de yapabilmektedir. Entegre veri kaydedici ekipmanı ile 30 saniye, 1 dakika, 2 dakika veya 5 dakika gibi ayarlanabilir bir örnekleme zamanına sahiptir. Hava ortamında kaynaklardan bir şekilde yayılan ve insan sağlığını tehdit eden PM_{2.5} ve PM₁₀ parçacıklarının sayımını yapan bu cihaz sayesinde birçok pratik sağlık ve güvenlik uygulamalarında kullanımı fazladır.



Şekil 3.3. PCE-MPC 10 ölçüm cihazı

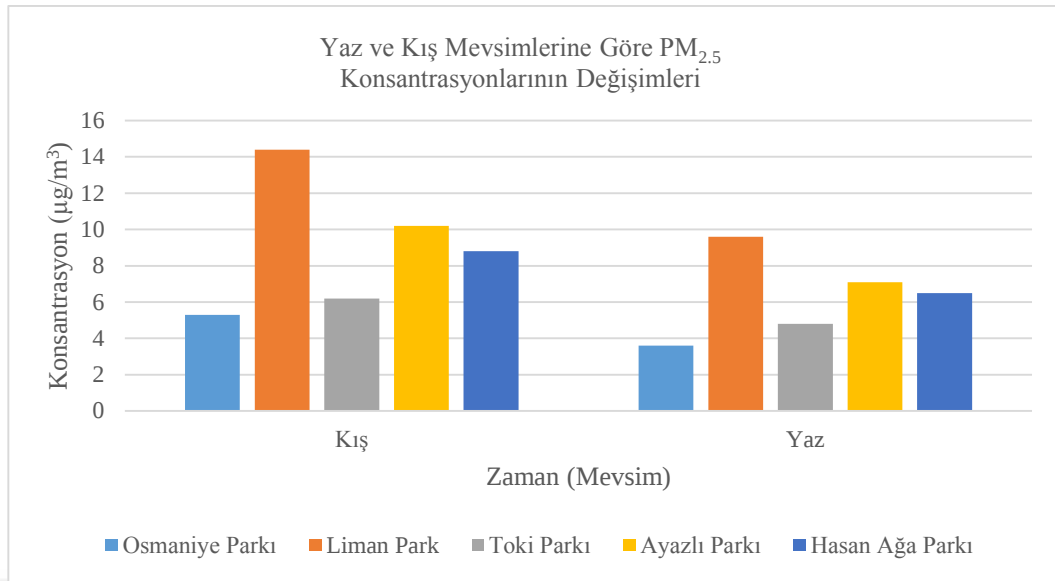
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. PM_{2.5} ve PM₁₀ Konsantrasyonları

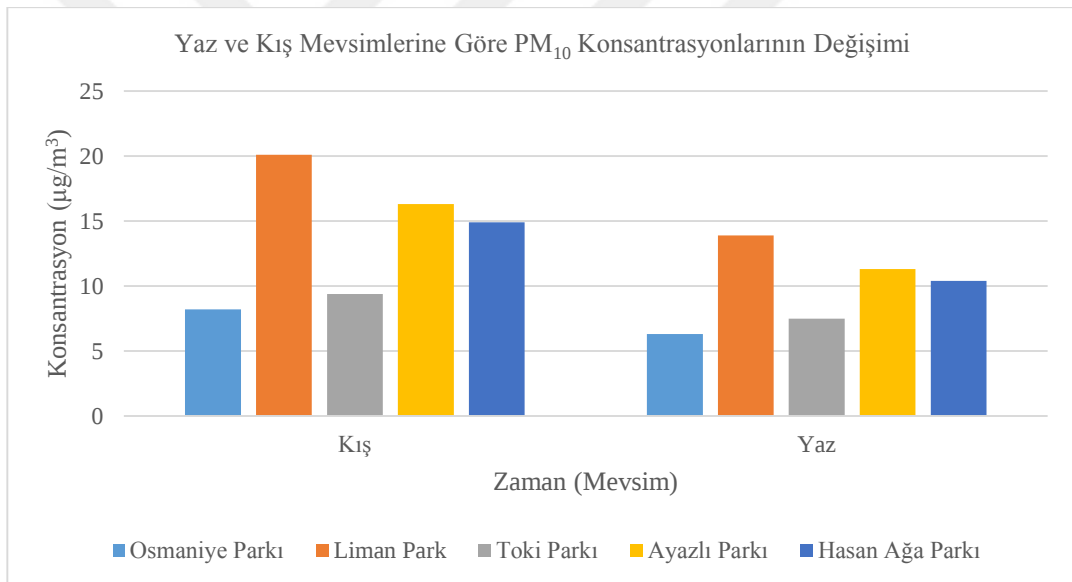
Ölçümlerin gerçekleştirildiği 5 adet çocuk parkında elde edilen yaz ve kış mevsimine ait ortalama partikül madde konsantrasyonları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Şekil 4.1.'de PM_{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve Şekil 4.2.'de PM₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimi olarak ortalamaları verilmiştir.

Tablo 4.1. 01.06.2020-01.09.2020 ve 01.12.2019-01.03.2020 tarihleri arasında ölçülen ortalama PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonları ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ölçüm Yapılan Parklar	Örnekleme Yeri Özelliği	İstatistiksel Değerler	KİŞ DÖNEMİ (01.12.2019-01.03.2020)		YAZ DÖNEMİ (01.06.2020-01.09.2020)	
			PM _{2.5}	PM ₁₀	PM _{2.5}	PM ₁₀
			($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Osmaniye Parkı	Trafik yok Kentsel	Ortalama	5,3	8,2	3,6	6,3
		Minimum	1,9	4,2	1,1	3,1
		Maksimum	9,1	12,6	5,2	10,1
		Veri Sayısı	9	9	9	9
Liman Park	Kentsel	Ortalama	14,4	20,1	9,6	13,9
		Minimum	6,9	8,7	5,4	6,2
		Maksimum	21,8	30,4	13,9	18,5
		Veri Sayısı	9	9	9	9
Toki Parkı	Kentsel	Ortalama	6,2	9,4	4,8	7,5
		Minimum	2,3	5,6	2,7	3,9
		Maksimum	10,2	14,1	6,8	13,2
		Veri Sayısı	9	9	9	9
Ayazlı Parkı	Trafik	Ortalama	10,2	16,3	7,1	11,3
		Minimum	5,9	7,6	4,4	5,5
		Maksimum	16,1	25,4	10,7	16,9
		Veri Sayısı	9	9	9	9
Hasan Ağa Parkı	Trafik	Ortalama	8,8	14,9	6,5	10,4
		Minimum	4,7	5,8	3,2	4,3
		Maksimum	13,1	23,6	9,2	15,6
		Veri Sayısı	9	9	9	9



Şekil 4.1. İstasyonlar arası ortalama PM_{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kış ve yaz mevsimlerine göre değişimi



Şekil 4.2. İstasyonlar arası ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kış ve yaz mevsimlerine göre değişimi

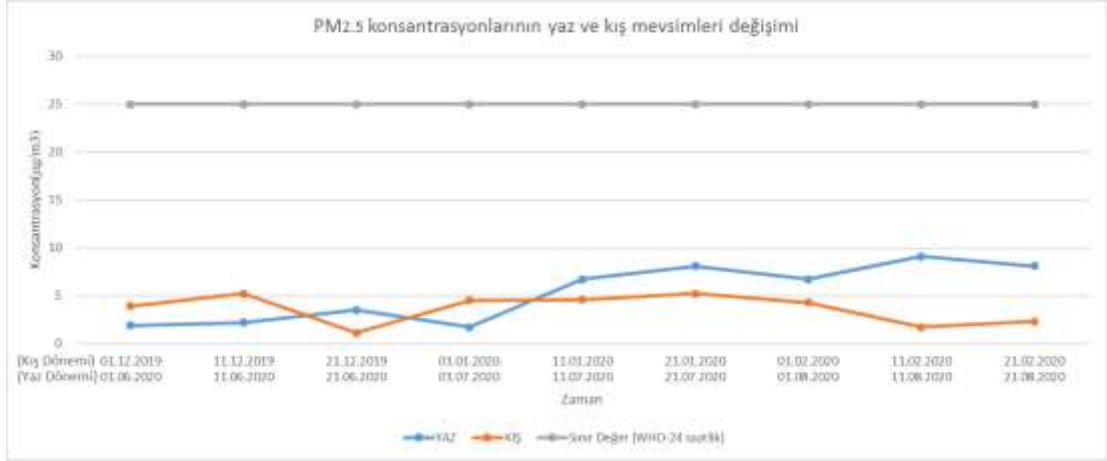
Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, PM_{2.5} ortalaması en yüksek olan kış mevsimin de $14,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük değer ile liman bölgesine yakın olan Liman parkıdır. En düşük PM_{2.5} ortalaması ise yaz mevsiminde $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük değer ile Osmaniye parkında ölçülmüştür. PM₁₀ değerlerine bakıldığı zaman en yüksek ortalama PM_{2.5} konsantrasyonları ile benzer şekilde, kış mevsiminde $20,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile Liman parkıdır. Ek olarak Ayazlı parkı da kış mevsiminde $16,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yüksek değerler arasındadır.

Çalışmada ölçülen bağıl nem (%) ve sıcaklık (°C) ölçüm sonuçları Tablo 4.2.'de verilmiştir.

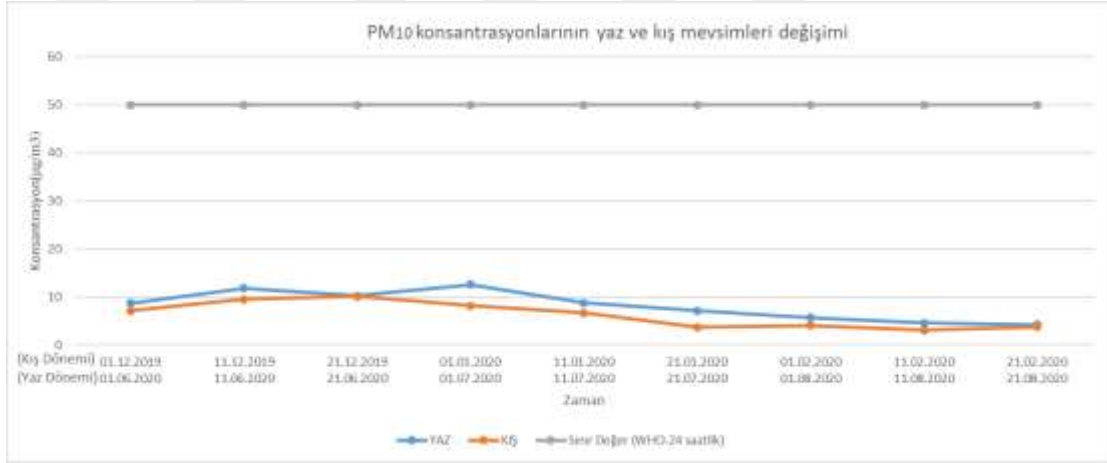
Tablo 4.2. 01.06.2020-01.09.2020 ve 01.12.2019-01.03.2020 tarihleri arasında ölçülen ortalama bağıl nem ve sıcaklık ortalamaları

Ölçüm Yapılan Parklar	Örnekleme Yeri Özelliği	İstatistiksel Değerler	KİŞ DÖNEMİ (01.12.2019-01.03.2020)		YAZ DÖNEMİ (01.06.2020-01.09.2020)	
			Bağıl Nem	Sıcaklık	Bağıl Nem	Sıcaklık
			(%)	(°C)	(%)	(°C)
Osmaniye Parkı	Trafik yok Kentsel	Ortalama Veri Sayısı	38 9	8 9	45 9	27 9
Liman Park	Kentsel	Ortalama Veri Sayısı	34 9	5 9	43 9	24 9
Toki Parkı	Kentsel	Ortalama Veri Sayısı	41 9	7 9	51 9	26 9
Ayazlı Parkı	Trafik	Ortalama Veri Sayısı	35 9	4 9	50 9	21 9
Hasan Ağa Parkı	Trafik	Ortalama Veri Sayısı	37 9	6 9	48 9	26 9

Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te Osmaniye Parkına ait sırasıyla PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimleri verimektedir.



Şekil 4.3. Osmaniye Parkı PM_{2.5} konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi



Şekil 4.4. Osmaniye Parkı PM₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

Osmaniye parkında kış ve yaz mevsimlerinde PM_{2.5} konsantrasyonu ortalama olarak 3-6 µg/m³ arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 9,1 µg/m³ olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise yaz mevsiminde 1,1 µg/m³ olmuştur. Yaz ve kış mevsimlerinde PM₁₀ konsantrasyon ortalaması 5-10 µg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 12,6 µg/m³, en düşük değer ise yaz mevsiminde 3,1 µg/m³ olarak tespit edilmiştir. Tamamen yeşillik bölgede, arabaların geçmediği alanda bulunmasından dolayı Osmaniye parkı diğer parklara oranla en düşük partikül madde konsantrasyonlarına sahip olan parktır. Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da Liman Parkına ait

sırasıyla PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimleri verimektedir.



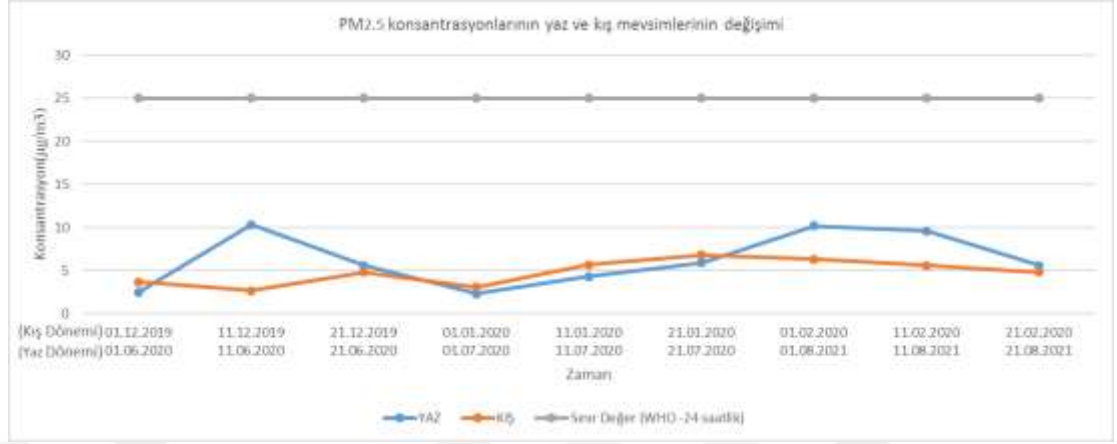
Şekil 4.5. Liman Parkı PM_{2.5} konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi



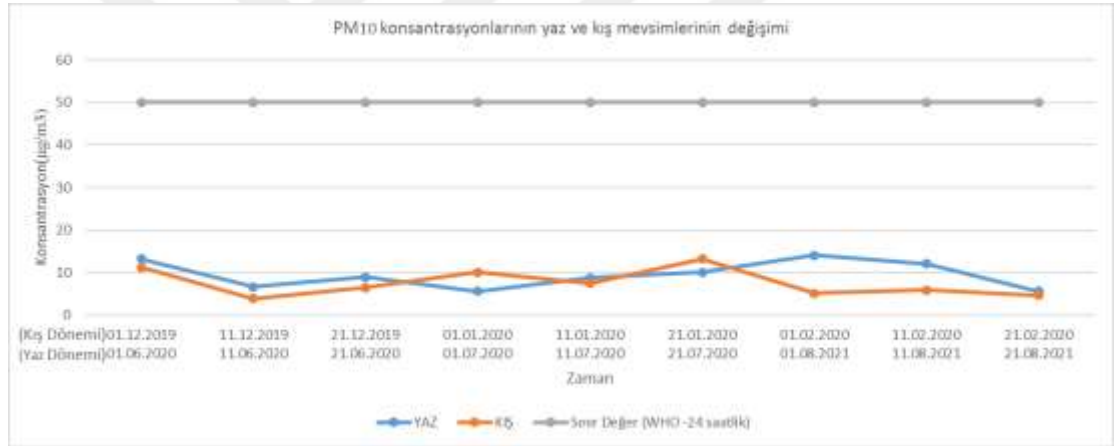
Şekil 4.6. Liman Parkı PM₁₀ konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

Liman parkta kış ve yaz mevsimlerinde PM_{2.5} konsantrasyonları ortalama olarak 10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 21,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise 5,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ile yaz mevsiminde elde edilmiştir. Yaz ve kış mevsimlerinde PM₁₀ konsantrasyonu ortalaması 10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişmiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 30,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en düşük değer ise yaz mevsiminde 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olmuştur. Liman park diğer parklara oranla en yüksek partikül maddde konsantrasyonuna sahip olan parktır. Bu durumun, lokasyon olarak limanın hemen yanında bulunması ve dolayısıyla çok fazla gemi bulunması, trafik olarak yoğun bir bölge olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de

Toki Parkına ait sırasıyla $PM_{2.5}$ ve PM_{10} konsantrasyonlarının ($\mu g/m^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimleri verimektedir.



Şekil 4.7. Toki Parkı $PM_{2.5}$ konsantrasyonlarının ($\mu g/m^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

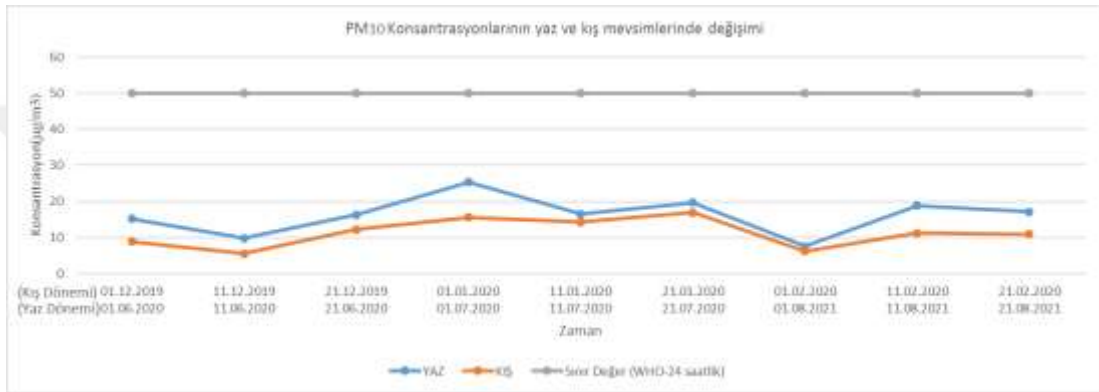


Şekil 4.8. Toki Parkı PM_{10} konsantrasyonlarının ($\mu g/m^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

Toki parkında kış ve yaz mevsimlerinde $PM_{2.5}$ konsantrasyonu ortalama olarak 4-7 $\mu g/m^3$ arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 10,2 $\mu g/m^3$, en düşük değer ise yaz mevsiminde 2,7 $\mu g/m^3$ olarak tespit edilmiştir. Yaz ve kış mevsimlerinde PM_{10} konsantrasyonu ortalaması 7-10 $\mu g/m^3$ aralığında ölçülmüştür. En yüksek değer kış mevsiminde 14,1 $\mu g/m^3$ olurken, en düşük değer ise yaz mevsiminde 3,9 $\mu g/m^3$ olmuştur. Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.'da Ayazlı Parkına ait sırasıyla $PM_{2.5}$ ve PM_{10} konsantrasyonlarının ($\mu g/m^3$) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimleri verimektedir.

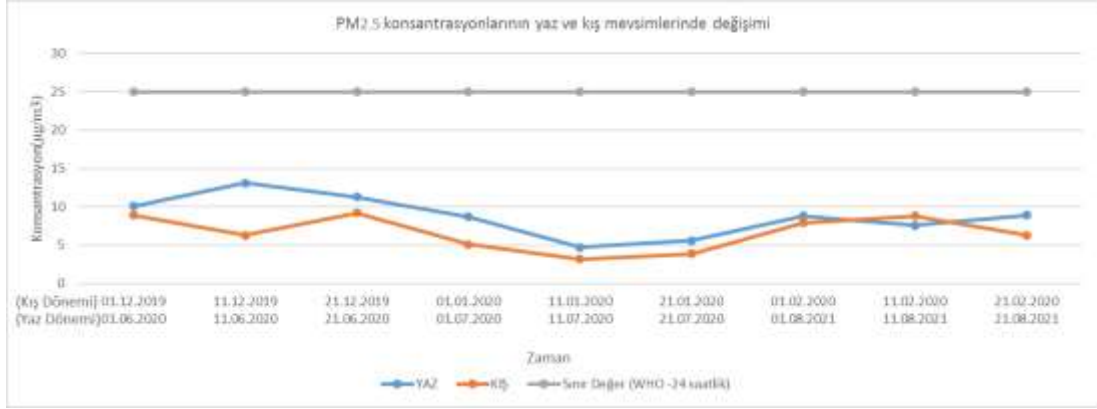


Şekil 4.9. Ayazlı Parkı PM_{2.5} konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

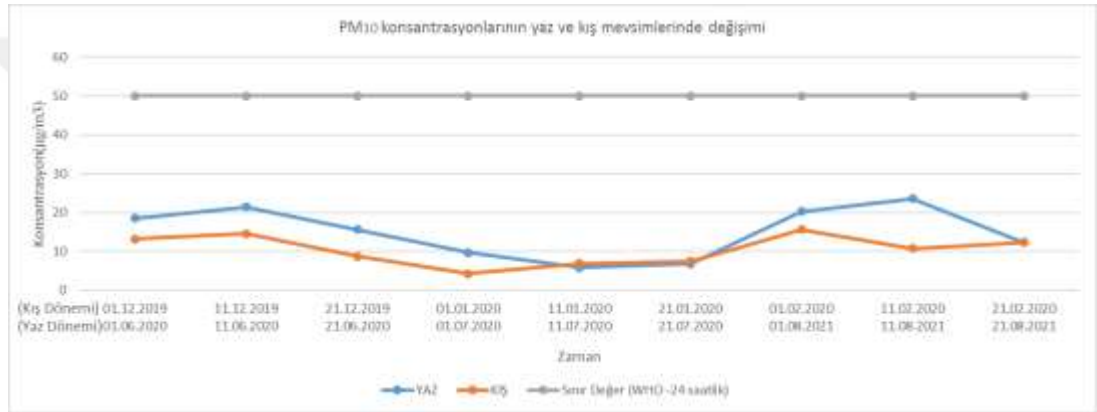


Şekil 4.10. Ayazlı Parkı PM₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

Ayazlı parkında kış ve yaz mevsimlerinde PM_{2.5} konsantrasyonu ortalama olarak 6-10 µg/m³ arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 16,1 µg/m³, en düşük değer ise yaz mevsiminde 4,4 µg/m³ tespit edilmiştir. Yaz ve kış mevsimlerinde PM₁₀ konsantrasyonu ortalaması 10-17 µg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 25,4 µg/m³, en düşük değer ise yaz mevsiminde 5,5 µg/m³ olarak ölçülmüştür. Genel olarak PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonları incelendiğinde, Liman parktan sonra en yüksek partikül madde konsantrasyonuna sahip olan parktır. Ayazlı parkının anayol üzerinde olmasını ve yakınında sanayi bölgesinin yer almasını, bu kirletici konsantrasyonlarındaki artışın sebebi olarak sıralayabiliriz. Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.'de Hasan Ağa Parkına ait sırasıyla PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimleri verimektedir.



Şekil 4.11. Hasan Ağa Parkı PM_{2.5} konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi



Şekil 4.12. Hasan Ağa Parkı PM₁₀ konsantrasyonlarının (µg/m³) yaz ve kış mevsimlerine göre değişimi

Hasan Ağa Parkında kış ve yaz mevsimlerinde PM_{2.5} ortalama olarak 6-9 µg/m³ arasında değişim göstermiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 13,1 µg/m³, en düşük değer ise yaz mevsiminde 3,2 µg/m³ ölçülmüştür. PM₁₀ konsantrasyonlarına baktığımızda yaz ve kış mevsimlerinde ortalama olarak 10-15 µg/m³ arasında değişmiştir. En yüksek değer kış mevsiminde 23,6 µg/m³, en düşük değer ise yaz mevsiminde 4,3 µg/m³ tespit edilmiştir. Partikül madde konsantrasyonları Liman parktan sonra en yüksek olan parklardan biridir. Hasan Ağa ile Ayazlı parklarında ölçülen partikül madde konsantrasyonları birbirine çok yakındır. Hasan Ağa Parkının olduğu bölgede yerleşim çok fazladır ve hala bazı kesimlerinde kömür yakıt kullanılmaktadır. Bu da havadaki partikül madde konsantrasyonunu arttırmıştır. Tüm çocuk parklarında yapılan kış ve yaz mevsimlerindeki tüm ölçüm değerleri sonucunda hem Türkiye Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde yer alan standart değer (24 saatlik ortalama ile PM_{2.5} 25 µg/m³ ve PM₁₀ için 50 µg/m³ değerlerinin) hem de EPA

standartlarının (24 saatlik ortalama ile $PM_{2.5}$ 35 $\mu g/m^3$ ve PM_{10} için 50 $\mu g/m^3$) değerlerinin altında olduğu görülmüştür.



BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada araştırılmak üzere, Düzce ilinin Akçakoca ilçesinde trafiğe göre konumu farklı 5 çocuk oyun parkı seçilmiştir. Hasan Ağa Parkı ve Liman Parkı trafik yoğunluğunun olduğu yerlerde, Osmaniye parkı yeşilliğin ve araçların hiç geçmediği yerde, Ayazlı parkı anayol üzerinde ve sanayiye yakın yerde, Toki Parkı evlerin arasında trafiğin olmadığı bir bölge de bulunmaktadır. PCE-MPC 10 toz ölçüm cihazı ile havadaki partiküler madde konsantrasyonları $PM_{2.5}$ ve PM_{10} parçacık boyutu ile tespit edilmiştir. Yaz ve kış mevsimlerinde 5 farklı istasyonda her bir park için 9 ölçüm yapılarak toplamda 90 adet ölçüm tamamlanarak parklardaki partikül madde kirliliğinin mevsimsel, konumsal ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyon değişimleri incelenmiştir.

Seçilen çocuk parklarında en yüksek ve en düşük konsantrasyonlar mevsimsel olarak yaz ve kış aylarında değişim göstermiştir. 5 farklı park lokasyonunun $PM_{2.5}$ ortalama konsantrasyonu kış mevsimi için $8,98 \mu g/m^3$ iken yaz mevsimi için $6,34 \mu g/m^3$ olarak hesaplanmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda en yüksek $PM_{2.5}$ konsantrasyonu kış mevsiminde $21,8 \mu g/m^3$ ile Liman parkta tespit edilmiştir. En düşük $PM_{2.5}$ konsantrasyonu ise yaz mevsiminde $1,1 \mu g/m^3$ ile Osmaniye Parkında ölçülmüştür. Kirlilik kaynağı en yüksek Liman parkta olmasının nedenlerinden en önemlisi gemi kaynaklı egzoz gazları olduğu ve buna ek olarak trafiğe çok yakın bölgede olmasından kaynaklandığı görülmektedir.

PM_{10} ortalama konsantrasyonları kış mevsimi için $13,8 \mu g/m^3$ iken yaz mevsimi için $9,83 \mu g/m^3$ 'tür. Yapılan ölçümler sonucunda en yüksek PM_{10} konsantrasyonu $30,4 \mu g/m^3$ ile $PM_{2.5}$ konsantrasyonları ile benzer şekilde Liman parkta görülmüştür. En düşük PM_{10} konsantrasyonu $3,1 \mu g/m^3$ ile Osmaniye Parkında olmuştur. En düşük partikül madde konsantrasyonlarının Osmaniye Parkında çıkmasının en büyük sebebi araçlardan ve evlerden uzak bir lokasyonda olmasıdır.

Sonuçlar mevsimsel olarak değerlendirildiği zaman $PM_{2.5}$ ve PM_{10} konsantrasyonlarının yaz aylarında düşük seviyelerde olduğu gözlemlenirken, kış aylarında ise konsantrasyonların daha yüksek olduğu görülmüştür. Kış mevsiminde ısınmadan kaynaklı olarak yerleşimin yoğun olduğu bölgelerde fosil yakıtlarının kullanımının artması ve trafiğin kış aylarında daha yoğun olması, bu sonucun ortaya çıkmasında etkilidir. Yaz aylarında ise okulların kapanmasıyla birlikte trafik yoğunluğunun azalmasıyla birlikte, yakma kaynaklı PM konsantrasyonlarının azalmasıyla daha düşük konsantrasyonlar elde edilmiştir. Buna ek olarak limana yakın bölgede yer alan Liman parkta gemilerin yoğun olması, o bölgede partikül madde konsantrasyonlarının daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Elde edilen ölçüm sonuçları, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ve aynı zamanda Avrupa Birliği (EU) ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği PM_{10} sınır değerini ($50 \mu g/m^3$), kış ve yaz mevsiminde aşmadığı görülmüştür. Dünya Sağlık Örgütü'nün, $PM_{2.5}$ için belirlediği sınır değer olan $25 \mu g/m^3$ sınır değeri aynı şekilde kış ve yaz mevsiminde de aşılmamıştır ancak çok yakın değerler tespit edilmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiği zaman, trafiğin yoğun olduğu anayol ve cadde kenarlarındaki çocuk parklarında (Liman Parkı, Ayazlı Parkı, Hasan Ağa Parkı) konsantrasyonlarının sınır değerlerine çok yakın olduğu ve çocukların sağlığını olumsuz derecede etkileyebilecek şekilde olduğu görülmüştür. Bu yüksek sonuçlar trafiğin aşırı yoğun olduğu bölgede olmamasına rağmen limanda olmasından kaynaklı yüksek değerler ölçüldüğü görülmüştür. Yeşillik alanda seçilen çocuk oyun parkında (Osmaniye Parkı) ise sonuçlar diğer istasyonlara göre daha düşük partikül madde konsantrasyonları ölçülmüştür. Trafik olmayan bölgede olmasına rağmen Toki Parkında ölçülen PM konsantrasyonlarının, Osmaniye parkına göre biraz daha yüksek olmasının sebebi parkın konum olarak binaların arasında kalmasıdır. Bu da binaların ve sokakların aralarında kalan çocuk oyun parklarının atmosferik hareketlere açık olmamasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, elde edilen veriler çocuk oyun parklarının anayol ve caddelere, sokak kenarlarında konumlandırılmasının, trafik sebebiyle uygun olmayacağı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Ek olarak limana yakın bölgelere

koyulmasının da uygun olmayacağı görülmüştür. Dolayısıyla, çocuk oyun parklarının yerlerinin, mümkün olduğunca ağaçlarla çevrili ve özellikle trafiğin olabildiğince uzağında olan bölgelerde seçilmesi, bünyesi daha düşük olan çocukların sağlığı açısından önemli faydalar getireceği düşünülmektedir. Bu anlamda bu çalışmanın sonuçlarının şehir ve bölge planlayıcı ve yöneticilere önemli bir veri teşkil edebileceği düşünülerek bilimsel anlamda sonuçlar ortaya konmuştur.



KAYNAKLAR

- Adedeji, O. H. Oluwafunmilayo, O. Oluwaseun, T. A. O. 2016. Mapping of traffic-related air pollution using GIS techniques in Ijebu-Ode, Nigeria. *The Indonesian Journal of Geography*, 48(1), 73.
- Adıgüzel, F. Doğan, M. 2020. Analysis of Sufficiency and Accessibility of Active Green Areas in Cukurova. *Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 95-106.
- Ahmad, S. S. Aziz, N. 2013. Spatial and temporal analysis of ground level ozone and nitrogen dioxide concentration across the twin cities of Pakistan. *Environmental monitoring and assessment*, 185(4), 3133-3147.
- Akpınar, A. Büyük, F. Palut, S. 2019. Kentsel Yeşil Alanlar, Hava Kirliliği, İnsan Sağlığı ve Fiziksel Aktivite Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. 2. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi, 18-19 Ekim, Aydın.
- Aksoy, Y. Ergun, N. 2009. Kentleşme ve Yeşil Alan Sorunu Üzerine Bir Araştırma İstanbul Kenti Bakırköy İlçesi Örneği.
- Aldabe, J., Elustondo, D. Santamaría, C. Lasheras, E. Pandolfi, M. Alastuey, A. Querol, X. Santamaría, J. M. 2011. Chemical characterisation and source apportionment of PM_{2.5} and PM₁₀ at rural, urban and traffic sites in Navarra (North of Spain). *Atmospheric Research*, 102(1-2), 191-205.
- Alkan, A. 2018. Hava Kirliliğinin Ciddi Boyutlara Ulaştığı Kentlere Bir Örnek. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 641-666.
- Amato, F. Rivas, I. Viana, M. Moreno, T. Bouso, L. Reche, C. ... Querol, X. 2014. Sources of indoor and outdoor PM_{2.5} concentrations in primary schools. *Science of the Total Environment*, 490, 757-765.
- Aydin Coskun, A. Türker, O. Y. Velioglu, N. 2011. Air pollution regulations in Turkey and harmonization with the EU legislation. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 4(4), 181.
- Ayvaz Kahramantekin, T. Özden, Ö. Döğeroğlu, T. Kara, S. Tuncel, G. Gaga, E. 2007. Eskişehir Atmosferindeki Partikül Maddenin İyonik Bileşenler Açısından Karakterizasyonu. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknoloji, 24-27 Ekim 2007, İzmir.
- Banja, M. Como, E. Murtag, B. Zotaj, A. 2010. Mapping air pollution in urban tirana area using GIS. In *International conference SDI* (pp. 15-17).
- Bayat, C. 2002. Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ders Notları.

- Benek, S. Şahap, A. 2017. Şanlıurfa Şehrinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) Kullanılarak Yeşil Alan Yeterliliğinin Belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 36, 304-314.
- Bilir N. İş Sağlığı ve Güvenliği kitabı. Güneş tıp kitabevleri Baskı 2 Cilt 1; 2016:193-221.
- Borucu, G. Ozdemir, H. Demir, G. Yigit, S. Ozcan, H. K. 2010. Quantification of atmospheric particle number concentration for selected children playgrounds: a case study in Istanbul. *Journal of Residuals Science & Technology*, 7, 147-152.
- Bozkurt, Z. 2018. PM₁₀ ve PM_{2.5} boyutundaki atmosferik partiküllerin bölgesel, mevsimsel değişimlerinin ve meteorolojik parametrelerle ilişkilerinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 293–304.
- Chan, C. K. Yao, X. 2008. Air pollution in mega cities in China. *Atmospheric environment*, 42(1), 1-42.
- Çetin, M. 2015. Using GIS Analysis to Assess Urban Green Space in Terms of Accessibility: Case Study in Kutahya. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(5), 420-424.
- Demir, G. Yigit, S. Ozdemir, H. Borucu, G. ve Saral, A. 2010. Elemental concentrations of atmospheric aerosols and the soil samples on the selected playgrounds in Istanbul, *Journal of Residuals Science and Technology*, 7(2):123-130.
- Du, X. Varde, A. S. 2016. Mining PM_{2.5} and traffic conditions for air quality. 7th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS) (pp. 33-38). IEEE.
- El-Fadel, M. Massoud, M. 2000. Particulate matter in urban areas: health-based economic assessment. *Science of the Total Environment*, 257(2-3), 133-146.
- Elshahat, A. Soliman, A. A. Elshahat, M. F. 2019. Studying the effect of the fuel used on the pollutants emission from the power plants west Cairo. *Life Sci J*, 16(4).
- EPA 2018 Particulate Matter (PM) Pollution. <https://www.epa.gov/pm-pollution/2006-national-ambient-air-quality-standards-naaqs-particulate-matter-pm25>
- Evci, M. 2009. Determination of ozon, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide pollution around Aliğa by passive sampling (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Godish, T. Davis, W. T. Fu, J. S. 2014. Air quality. CRC Press.
- Gršić, Z. J. Dramlić, D. M. Milutinovic, P. Pavlović, S. Arbutina, D. Dramlić, S. D. Miljević, N. R. 2014. Representativity of air quality control in limited number of grid points. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15(1), 1-6.
- Gurjar, B. R. Molina, L. T. Ojha, C.S.P. (Eds.). 2010. Air pollution: health and environmental impacts. CRC press.
- Gurjar, B. R. Ojha, C. S. P. 2016. Special issue on hazardous and toxic pollutants in the air.

- Gustafson, P. 2009. Exposure to some carcinogenic compounds in air, with special reference to wood smoke.
- Health Effects of Particulate Matter. WHO (Eriřim Tarihi: 26.07.2020).
- Heinsohn, R. J. Kabel, R. L. 1999. Sources and Control of Air Pollution, Prentice Hall, NJ.
- Hennig, F. Sugiri, D. Tzivian, L. Fuks, K. Moebus, S. Jöckel, K. H. ... Hoffmann, B. 2016. Comparison of land-use regression modeling with dispersion and chemistry transport modeling to assign air pollution concentrations within the Ruhr area. *Atmosphere*, 7(3), 48.
- İncecik, S. 1994. Hava Kirliliği, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- Kiurski, J. S. Ralević, N. M. Ignjatijević, S. D. Vapa-Tankosić, J. M. Soleša, D. Đ. 2019. Analysis of air quality indicators at children's playgrounds. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8), 955-962.
- Li, M. H. Fan, L. C. Mao, B. Yang, J. W. Choi, A. M. Cao, W. J. Xu, J. F. 2016. Short-term exposure to ambient fine particulate matter increases hospitalizations and mortality in COPD: a systematic review and meta-analysis. *Chest*, 149(2), 447-458.
- McConnell, R. Berhane, K. Gilliland, F. London, S. J. Vora, H. Avol, E. Peters, J. M. 1999. Air pollution and bronchitic symptoms in Southern California children with asthma. *Environmental health perspectives*, 107(9), 757-760.
- Müezzinoğlu, A. 2005. Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.
- Najafidashtape, A. Hamamcıoğlu, C. 2018. Sorumlu Üretim ve Tüketim Bağlamında Permakültür ve Kentsel Açık ve Yeşil Alan İlişkisi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi (MBUD)*, 3(1), 1-17.
- Ocak, S. Turalioğlu, F. S. 2008. Effect of meteorology on the atmospheric concentrations of traffic-related pollutants in Erzurum, Turkey. *J. Int. Environmental Application & Science*, 3(5), 325-335.
- Ozdemir, H. Mertoglu, B. Demir, G. Deniz, A. Toros, H. 2012. Case study of PM pollution in playgrounds in Istanbul. *Theoretical and Applied Climatology*, 108(3), 553-562.
- Özdemir, H. Borucu, G. Demir, G. Yięit, S. Ak, N. 2010. Examining the particulate matter (PM_{2.5} ve PM₁₀) pollution on the playgrounds in Istanbul. *Ekoloji*, 19(77), 72-79.
- Özdilek, H. G. 2006. An analogy on assessment of urban air pollution in Turkey over the turn of the millennium (1992–2001). *Environmental monitoring and assessment*, 122(1), 203-219.
- Öztürk Levend, T. 2008. İstanbul İli Bayrampařa İlçesi Açık ve Yeşil Alanlarının Nitelik ve Nicelik Açısından İrdelenmesi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Konya, Türkiye.

- Partigöç, N. S. Çubukçu, K. M. 2017. Hava Kirliliği ve Kent İlişkisine Ampirik Bakış: Ekolojik Sürdürülebilirlik Ekseninde Bir Değerlendirme. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 28-45.
- Seinfeld, J.H. Pandis, S.N. 2006. Atmospheric chemistry and physics, from air pollution to climate change. 2nd edition, John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Shahid, I. Kistler, M. Mukhtar, A. Ghauri, B.M. Cruz, C.R. Bauer, H. Puxbaum, H. 2016. Chemical characterization and mass closure of PM₁₀ and PM_{2.5} at an urban site in Karachi-Pakistan. *Atmospheric Environment*, 128, 114-23.
- Şevik, H. Çetin, M. Belkayali, N. 2015. Effects of Forests on Amounts of CO₂: Case Study of Kastamonu and Ilgaz Mountain National Parks. *Pol. J. Environ. Stud.* 24 (1), 253-256.
- Şevik, H. Çetin, M. Işınkaralar, K. 2016. Bazı İç Mekân Süs Bitkilerinin Kapalı Mekanlarda Karbondioksit Miktarına Etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4, 493-500.
- Tepe, A.M. Doğan, G. 2019. Türkiye'nin güney sahilinde yer alan dört şehrin hava kalitelerinin incelenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 585-595.
- Tiwari, S. Hopke, P.K. Pipal, A.S. Srivastava, A.K. Bisht, D.S. Tiwari, S. Singh, A.K. Soni, V.K. Attri, S.D. 2015. Intra-urban variability of particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀) and its relationship with optical properties of aerosols over Delhi, India. *Atmospheric Research*, 166, 223-32.
- Trivedy, R. K. Goel, P. K. 2010. An introduction to air pollution. ABD Publishers.
- Tuncel, S. G. Baykal, A. H. Tuncel, G. Özer, U. 1994. Measurement of NO_x, SO₂, SPM, and O₃ at a high altitude station in Northwestern Turkey. *Israel Journal of Chemistry*, 34(3- 4), 403-409.
- Tuncel, S. G. Öztas, N. B. Erduran, M. S. 2008. Air and groundwater pollution in an agricultural region of the Turkish Mediterranean coast. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58(9), 1240-1249.
- Xu, G. Jiao, L. Zhang, B. Zhao, S. Yuan, M. Gu, Y. Liu, J. Tang, X. 2017. Spatial and temporal variability of the PM_{2.5}/PM₁₀ ratio in Wuhan, Central China. *Aerosol and Air Quality Research*, 17 (3), 741-51.
- Yasemin, O.Ğ.U.Z. Kımracı, V. 2015. Bartın İlinde Kullanılan Isıtma Sistemlerinin Ekonomik ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. *Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 3(1), 4-10.
- Yatkin, S. Bayram, A. 2007. Elemental composition and sources of particulate matter in the ambient air of a metropolitan city. *Atmospheric Research* 85, 126-139.
- Yin, Z. Cui, K. Chen, S. Zhao, Y. Chao, H. R. Chang-Chien, G. P. 2019. Characterization of the air quality index for Urumqi and Turfan cities, China. *Aerosol and Air Quality Research*, 19(2), 282-306.
- Ying, Z. Tie, X. Li, G. 2009. Sensitivity of ozone concentrations to diurnal variations of surface emissions in Mexico City: A WRF/Chem modeling study. *Atmospheric Environment*, 43(4), 851-85.

Zhang, J. J. Hu, W. Wei, F. Wu, G. Korn, L. R. Chapman, R. S. 2002. Children's respiratory morbidity prevalence in relation to air pollution in four Chinese cities. *Environmental health perspectives*, 110(9), 961-967.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aydan ÇAKIR

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Çevre Mühendisliği	2022
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi/ İnşaat Fakültesi/ Çevre Mühendisliği	2017
Lise	Akçakoca Barbaros Anadolu Lisesi	2012

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2019-Halen	Akçakoca Belediyesi	Çevre Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

1. Çakır, A. ve Dede, G. (2021) Akçakoca İlçesindeki Çocuk Parklarındaki Yer Tespitlerinin Hava Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi, 4th International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences 2021, 1012-1019.

HOBİLER

Çiçek yetiştiriciliği, kayak yapmak.