



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**KONYA İLİNDE BAZI OTOYERKLERİN
KAPALI ALANLARINDA HAVA
KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Hisham Amjad SAADI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

**KASIM-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Hisham Amjad Saadi SAADİ

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İLİNDE BAZI OTOPARKLARIN KAPALI ALANLARINDA HAVA KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Hisham Amjad SAADI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğrt. Üyesi Fatma KUNT

2021, 93 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Prof. Dr. Ali TOR

Dr. Öğrt. Üyesi Fatma KUNT

Ekonomik ve teknolojik gelişmelerin hız kesmeden devam ettiği günümüzde ulaşım konusunda da çok büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Gelişen teknoloji, insanların alım gücündeki artış ve ulaşım esnekliği nedeniyle bireysel araç sahipliği her geçen gün artmaktadır. Artan araç sayısı trafik sıkışıklığı ve otopark ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Özellikle Büyükşehirlerde arsa maliyetlerinin çok yüksek oluşu eskiden olduğu gibi açık arsalar üzerine parklanmayı lüks kılmakta, cadde üzeri parklanmalar ise trafik sıkışıklığını bir kat daha artırmaktadır. Bütün bu faktörler göz önüne alındığında daha düzenli, modern, araca ve sürücüye ait ihtiyaçların da karşılandığı otoparklar ihtiyaç haline gelmiştir. Otoparklar türleri arasında kapalı otoparklar; çevresel açıdan çok iyi irdelenmesi gereken bir otopark sistemidir. Fosil yakıtların yakıldığı motorlardan egzoz yoluyla dışarı atılan yanmamış partikül madde ve egzoz gazlarının iç ortamda ne düzeylere ulaşabileceğini önceden kestirmek mümkün değildir. Bu konuda uygulanacak ampirik yöntemde gerçeği yansıtmayacaktır. Çünkü ortamın havalandırmasından aracın tipine kadar bir çok etken ortamda biriken emisyon miktarını değiştirebilmektedir. Bu çalışmada, kapalı otoparklar havanın kalitesi değerlendirmek için; Karbon monoksit (CO), Karbondioksit (CO₂), Partikül maddeler (PM_{2,5} ve PM₁₀) ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, İç ortamlarda sıcaklık ve nem değerleri kaydedilmiştir. Dört kirlilik parametresi ile sıcaklık arasındaki ilişki SPSS 25 paket programı yardımı ile araştırılmıştır. Çalışmada sıcaklık ile tüm kirlilik parametreleri arasında pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, tüm otoparklarda PM_{2,5} ve PM₁₀ seviyelerinin EPA, WHO ve HKDY tarafından belirlenen standartları sırasıyla 1000-4000 ppm ve 150-180 ppm aştığı, ancak CO₂ ve CO konsantrasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. 390-600 ppm ve 0.8-3.0 ppm ve bu seviyeler belirtilen değerlere göre kabul edilebilir düzeydedir.

Anahtar Kelimeler: Hava kalitesi, Karbonmonoksit, Karbondioksit, Otoparklar, Partikül madde.

ABSTRACT

MS THESIS

RESEARCH OF AIR QUALITY IN THE CLOSED AREAS OF SOME PARKING AREAS IN KONYA PROVINCE

Hisham Amjad SAADI

**The Graduate School Of Natural and Applied Sciences Of
Necmettin Erbakan University
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
in Environmental Engineering**

Advisor: Assistant Prof. Fatma KUNT

2021, 93 Pages

Jury

Prof. Dr. Şükrü DURSUN

Prof. Dr. Ali TOR

Assist. Prof. Üyesi Fatma KUNT

In today's world, where economic and technological developments continue unabated, there are great developments in the industry. Individual vehicle ownership is increasing day by day due to the developing technology and economy, the increase in people's purchasing power and the flexibility of transportation. The increasing number of vehicles brings with its traffic jams and the need for parking place. Especially in metropolitan cities, the high cost of land makes it luxurious to park on open lands, as in the past, while parking on the street increases traffic congestion even more. Considering all these factors, more regular, modern car parks that meet the needs of the vehicle and the driver have become a necessity. Types of car parks include indoor car parks, It is a parking system that needs to be examined very well from an environmental point of view. It is not possible to predict in advance what levels the unburned particulate matter and exhaust gases emitted from the engines in which fossil fuels are burned will reach in the indoor environment. The empirical method to be applied in this regard will not reflect the truth. Because many factors, from the ventilation of the environment to the type of vehicle, can change the number of emissions accumulated in the environment. In this study, To evaluate the air quality in the car parks; Carbon monoxide (CO), Carbon dioxide (CO₂), Particulate matter PM_{2,5} and PM₁₀ were examined. In addition, indoor temperature and humidity values were recorded. The data were analyzed by using the program SPSS statistics 25. It has been mentioned the points that must be considered, measurements and suggestions to reduce air pollution in the car parks.

When the measurement results were evaluated, it was observed that the PM_{2,5} and Pm₁₀ levels in all car parks exceeded EPA, WHO and HKDY specified standards it was 1000-4000 ppm and 150-180 ppm respectively, but the CO₂ and CO concentrations 390-600 ppm and 0.8- 3.0 ppm and these levels are acceptable according to the specified values.

Keywords: Air quality, Carbon dioxide, Carbonmonoxide, Parking garages, Particulate Matter.

ÖNSÖZ

Başta danışmanım Dr.Öğrt. Üyesi Fatma KUNT'a rehberliği, sabrı ve tavsiyesi için en içten dileklerle teşekkür ediyorum. Ayrıca çalışmalarımı yürüttüğüm Necmettin Erbakan Üniversitesi'ne ve Çevre Mühendisliği Bölümüne teşekkürü borç bilirim. Çalışmam boyunca yardımını, desteğini, ilgisini kesmeyen ve bana güç veren annem Warka ALSULTAN'e, babam Amjad SAADI'ya, kardeşimlerim'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Hayallerimi gerçeğe dönüştürmek için elinden geleni yapan, yardımını eksik etmeyecek olan babam Amjad SAADI ve manevi destekleriyle her an yanımda olan ailem ve arkadaşlarıma sonsuz şükranlarımı bir borç bilirim. Ayrıca üzerimden duasını hiç eksik etmeyen anneme ne kadar teşekkür etsem az gelecektir. Yine de sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Hisham Amjad SAADI

KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
Şekiller Listesi	xi
Tablolar Listesi	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Hava kirliliği.....	3
1.2 İç Ortam Hava Kirliliği.....	4
1.2.1 İç ortam hava kirletici kaynakları.....	5
1.2.2 İç ortam hava kalitesi.....	7
1.2.3 Hava kalitesi indeksi	8
1.3 Otoparklar ve Kapalı Otoparklar.....	9
1.3.1 Otoparklar.....	9
1.3.2 Kapalı Otoparklar	9
1.3.3 Otoparkların Tarihsel Gelişimi.....	10
1.4 Otopark Türleri.....	11
1.4.1 Yol Kenarı otoparkları.....	11
1.4.2 Yol dışı otoparkları.....	12
1.4.3 Çok katlı otoparklar.....	12
1.5 Kapalı Otoparklarda Kimyasal Maruziyet.....	12
1.5.1 Karbonmonoksit.....	13
1.5.2 Karbondioksit.....	13
1.5.3 Azotoksitler.....	13
1.5.4 Kükürtdioksit.....	14
1.5.5 Aromatik Hidrokarbonlar.....	14
1.5.6 Partikül madde.....	15
1.5.7 Kurşun.....	16

1.6 Kapalı Otoparklarda Oluşan Patlama Ve Yangınlar.....	17
1.6.1 Otomatik Yağmurlama (Sprinkler) Sistemi.....	17
1.6.2 Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri.....	19
1.6.3 Yangın Dolapları.....	20
1.6.4 Taşınabilir Yangın Söndürücüler.....	21
1.6.5 Yapısal Olarak Yangına Dayanıklılık, Acil Çıkışlar, Acil Durum Aydınlatması.....	23
1.7 Havalandırmaların Kapalı Otoparklarda Kullanılması.....	23
1.7.1 Otopark Havalandırma Sistemleri.....	25
1.7.1.1 Kanallı Sistemleri	26
1.7.1.1 Jet Fanlı Sistemler.....	26
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	26
2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar	27
2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar.....	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
3.1. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması.....	33
3.1.1 İplekçi katlı Otopark.....	34
3.1.2 Osmanlı buğday Pazarı Katlı Otopark.....	34
3.1.3 Mevlana Katlı Otoparkı.....	35
3.1.4 Zindankale Katlı Otoparkı.....	36
3.1.5 Konevi Kent Meydanı ve Katlı.....	37
3.2. Ölçüm Cihazlarının Özellikleri.....	37
3.2.1. Partikül Madde Ölçümleri için kullanılan Cihazı.....	37
3.2.2. Karbondioksit ve Karbonmonoksit Ölçümleri için kullanılan Cihazı.....	38
4. BULGULAR.....	39
4.1. Otoparkların İç Ortam Hava Kirleticileri Yönünde Değerlendirilmesi.....	40
4.2. Kirleticilerin İstatiksel Değerlendirilmesi.....	58
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63
5.1 Sonuçlar	64
5.2 Öneriler	65
KAYNAKLAR	68
EKLER	74
ÖZGEÇMİŞ	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: Metre küp başına mikrogram

μ : Mikro

ppm : Milyon başına bir birim

$^{\circ}\text{C}$: Selsius derecesi

dB : Decibel

l/dk : Litre / dakika

kPa : kilopaskal

KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ACE : Anjiotens Çevirici Enzim

Air-conditioning

ASHRAE : The American Society Of Heating, Refrigerating And

C : Karbon

C_2H_4 : Etilen

C_6H_6 : Benzen

CO : Karbonmonoksit

COHB : Karboksihemoglobin

DSÖ : Dünya Sağlık Örgütü Decibel

DTK : Doğrudan Tehlike Konsantrasyonu

EEC : Avrupa Ekonomik Topluluğu

EPA : Çevre Koruma Ajansı

EU : Avrupa Topluluğu

FVC : Zorlu Vital Kapasite

H_2 : Hidrojen

H_2S : Hidrojen Sülfür

H_2SO_4 : Sülfirik Asit

HC : Hidrokarbon

HF : Hidrojen Florür

HFK : Hava Fazlalık Katsayısı
HKKY : Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği
HNO₃ : Nitrik Asit
HSO : Sülfüroz Asit
İUAP : İstanbul Ulaşım Ana Planı
KM : Kilometre
KVS : Kısa Vade Sınır Değer
LPG : Likit Petrol Gazı
MAK : Maksimum Atmosfer Konsantrasyonu
MİK : Maksimum İşyeri Konsantrasyonu
NO : Azotoksit
NO₂ : Azotdioksit
NO_x : Azotoksitler
O₃ : Ozon
Pb : Kurşun
PM : Partikül Madde
SO₂ : Kükürtdioksit
TSE : Türk Standardları Enstitüsü
USEPA : Amerika Çevre Koruma Ajansı
UVS : Uzun Vade Sınır Değer
VOC : Uçucu Organik Bileşenler
WHO : Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Adı	Sayfa
1	Hava kirliliğinin başlıca kaynakları	3
2	İnsanların genellikle iç ve dış ortamlarda geçirdikleri zaman	4
3	İç ortam hava kalitesi anlaması	5
4	İç Ortam hava kirlenmesinin oluşum şekli	6
5	Yangınları Yağmurlama söndürmek sistemi	17
6	Otopark Havalandırma Sistemleri A (Jet fan sistemi), B (Kanalı sistemi).	26
7	İplikçi Katlı Otoparkı	34
8	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı	35
9	Mevlana Katlı Otoparkı	35
10	Zindankale Katlı Otoparkı	36
11	Konevi Kent Meydanı ve Katlı Otoparkı	37
12	Partikül madde ölçümünde CEM DT-9880 model cihazı	38
13	IAQ-CALC marka 7575 model cihazı	38
14	İplikçi Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	41
15	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	41
16	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	42
17	Zindankale Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	42
18	Mevlana Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	43
19	İplekçi Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi	44
20	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi	45
21	Zindankale Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi	45
22	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	46
23	Mevlana Katlı Otoparkında CO ₂ değerlerinin zamanla değişimi	46
24	İplikçi Katlı Otoparkında PM ₁₀ değerlerinin zamanla değişimi	48
25	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında PM ₁₀ değerlerinin zamanla değişimi	48
26	Zindankale Katlı Otoparkında PM ₁₀ değerlerinin zamanla değişimi	49
27	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında PM ₁₀ değerlerinin zamanla değişimi	49
28	Mevlana Katlı Otoparkında PM ₁₀ değerlerinin zamanla değişimi	50

29	İplikçi Katlı Otoparkında PM _{2.5} değerlerinin zamanla değişimi	50
30	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında PM _{2.5} değerlerinin zamanla değişimi	51
31	Zindankale Katlı Otoparkında PM _{2.5} değerlerinin zamanla değişimi	51
32	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında PM _{2.5} değerlerinin zamanla değişimi	52
33	Mevlana Katlı Otoparkında PM _{2.5} değerlerinin zamanla değişimi	52
34	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi	54
35	Zindankale Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi	54
36	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi	54
37	İplikçi Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi	55
38	Mevlana Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi	55
39	Zafer-Konevi Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi	56
40	Zindankale Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi	56
41	Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi	56
42	İplikçi Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi	57
43	Mevlana Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi	57
44	PM ₁₀ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi	61
45	PM _{2.5} konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi	62
46	CO konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi	62
47	CO ₂ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi	63
48	Bağıl nem oranı sıcaklık ile ilişkisi	63

TABLolar LİSTESİ

Tablo	Adı	Sayıfa
1	İç ortam hava kirleticileri, kaynakları ve sağlık etkileri	4
2	Uluslararası ve Türkiye’de Hava Kalitesi Konsunda Yayınlanmış Olan Standartlar	7
3	Hava kalitesi İndeksi Kategorileri	8
4	Konya şehrinde de çekilen otoparklar	33
5	Tüm Otoparklardaki ölçüm sonuçları değerlendirmesi	39
6	Otoparklarda ölçülen CO ₂ değerleri	43
7	Otoparklarda ölçülen CO değerleri	47
8	Otoparklarda ölçülen partikül maddeler (PM _{2.5} ve PM ₁₀) değerleri	53
9	Otoparklarda ölçülen nem değerleri	55
10	Otoparklarda ölçülen sıcaklık değerleri	58
11	Korelasyon Katsayısının değerlendirilmesi	59
12	Otoparklarda kirleticiler aritmetik ortalamaları arasındaki korelasyon katsayısı	59
13	Kirleticiler Arasındaki Korelasyon	60

1. GİRİŞ

Türkiye’de artan nüfus ve dünyada gelişen teknolojiyle birlikte trafiğe çıkan araç sayısı her geçen gün artmış, özellikle otomobil sayısının artması şehirlerde kapalı otopark sayılarındaki artışı da beraberinde getirmiştir. Kapalı otoparkların büyük kısmı, şehirlerin eğitim, sağlık, ticaret ve iş merkezlerinin bulunduğu yoğun bölgelerinde kişi veya firmalarca özel olarak işletilen kapalı otoparklar ve alışveriş merkezlerinde konumlanmış kapalı otoparklardan oluşmaktadır. Bu kapalı otoparklarda araçların park edilmesi, otopark güvenliğinin sağlanması, otopark temizliği ve otopark ücretlerinin alınması gibi konularda görevli birçok çalışan istihdam edilmektedir. Bunların yanı sıra, bazı kapalı otoparkların içinde araç yıkama istasyonları ve kuru temizleme gibi işletmeler de bulunmaktadır. Tüm bu çalışanların ve kısa süreli de olsa kullanıcıların bulunduğu kapalı otoparklarda iş sağlığı ve güvenliği konularında birçok eksiklik bulunmaktadır (Kurtuluş ve ark.,2021).

Ulaşım; durmaksızın gelişen dünyamızda özellikle de sanayi devriminden sonra insanların olmazsa olmaz ihtiyaçları arasında yer alan ana olgulardan biri haline gelmiştir. Ulaşım sistemleri bu denli önemli ve insanların vazgeçilmezi iken; küresel bir artış gösteren, Türkiye’de de teknolojik gelişmeler ve alım gücündeki artışa paralel bir ivme kazanan bireysel araç sahipliği ve araç çeşitliliği beraberinde telafisi oldukça güç birtakım çevresel problemler meydana getirmektedir. İlk üretilen araçtan günümüze kadar, araçlara hareket kazandıran motor tertibatlarında fosil yakıtların yakılması egemen olmuştur. Bu yakıtların motor içersinde tam olarak yanmamasından kaynaklanan bir takım zararlı atık maddeler çevreye egzoz gazı olarak yayılmaktadır. Egzoz kirleticileri olarak adlandırılan bu gazlar çevresel ve yaşamsal birçok fonksiyona etki etmektedir.

Yeraltı garajının işletilmesi, iş sağlığı ve güvenliği için risk sınıflarına ilişkin Tebliğ’in “daha az tehlikeli” kategorisine dahil edilmiştir. Ancak otoparklarda çalışan çalışanlar egzoz dumanlarına maruz kaldıkları için astım, bronşit, kalp ve akciğer hastalıkları ve kanser gibi sağlık risklerinin yanı sıra yangın, elektrik çarpması ve trafik kazası gibi tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadırlar.

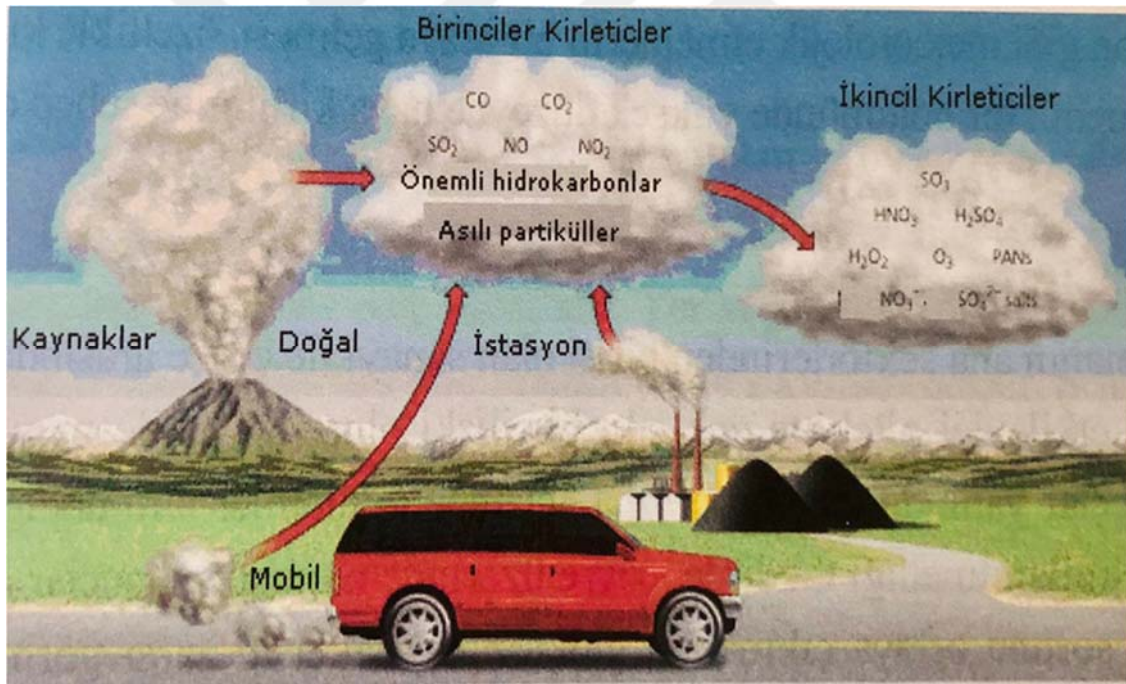
Çalışmanın içeriğine bakıldığında; otopark kavramı kapalı otopark kavramı, kapalı otoparklarda oluşan yangın ve havalandırma gibi sorunlar, otoparklarda çalışan bireylerin iş sağlığını ve iş güvenliğini etkileyecek unsurlar dile getirilmiştir.

Kapalı otoparklardaki en önemli risklerden biri olan egzoz emisyonu kaynaklı kimyasal maruziyet hakkında önemli bilgiler vermek için bu çalışmada, Konya merkezinde beş kapalı otopark birisi yarı kapalı otopark seçilmiştir. CO₂, CO, PM_{2.5} ve PM₁₀ konsantrasyonları, seçilen otoparklarda iç ortam kimyasal maruziyet incelemelerini yapmak için belirlenmiştir. Ayrıca, İç ortamlarda sıcaklık ve nem değerleri kaydedilmiştir. Dört kirlilik parametres sıcaklık ile arasındaki ilişki SPSS 25 paket programı yardımı ile saptanmıştır. Çalışmada Sıcaklık ile tüm kirlilik parametreleri arasında pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Bu tez çalışmasının konusu, kapalı otoparklardaki hava kirliliğinin nedenleri ve önlemlerini araştırmamız olarak belirlenmiştir.

1.1 Hava kirliliği

Hava kirliliği, Doğal veya insan faaliyetleri sonucunda havada bulunabilecek kirleticiler veya yabancı maddeler insan sağlığına, canlılar hayatına ve ekolojik dengeye zarar verebilecek miktar ve sürelerde bulunmasıdır (Müezzinoğlu, 2000). Hava kirliliğinde söz konusu ise pek çok faktörler etkileyebilir. Bu faktörlerin kaynakları doğal ve antropojenik olmak üzere ikiye olarak ayrılmaktadır, doğal kaynaklar (orman yangınları , deniz tuzları , Volkanik patlamalar ve tozları) örnek olarak verilebilir, insan aktiviteleri (Antropojenik) beş grupta toplanabilir (Trafik , Enerji , Sanayi , Isıtma ve diğer kaynaklar). Kaynaklarına göre çizgisel ve hareketli kaynaklar (ulaştırma) ve sabit kaynaklar (Endüstri ve ısıtma) olarak ayrılmaktadır.

Artan nüfus, ekonomik büyüme ve şehirleşme hızı ve kalkınmışlık seviyesi ile enerji ihtiyacı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Dünyada üretilen enerjinin %70'i Fosil yakıtlar, yani doğal gaz, kömür ve petrolden, bu yakıtların yanması sonucu atmosferin kompozisyonunda geçtikçe artan değişikliklere neden olmaktadır (Karakaş, 2015).



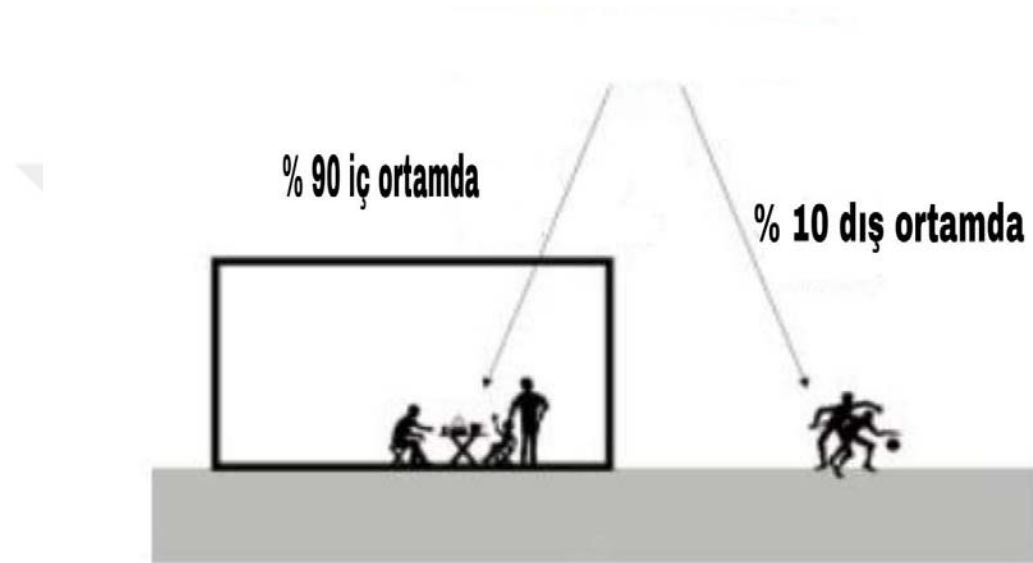
Şekil 1. Hava kirliliğinin başlıca kaynakları

Dünyada yıllık yaklaşık üç milyon insanın hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmiştir, dünyadaki tüm ölümlerin yüzde 5'ini oluşturmaktadır. İnsanlar durmaksızın havayı günde 13000-16000 litre solunur bundan dolayı hava saflığı insan sağlığı açısından oldukça önemlidir (Yurtseven, 2008). Hava kirleticiler insanların sağlığına ve organlarına olumsuz etkilenir özellikle çocukların akciğerin

fonksiyonlarına daha fazla risk taşımaktadır (Öztürk, 2008). Doğal fiziksel dolaysıla (volkanlar ve yangınlar) atmosfere farklı kirleticiler salmasına olsa da , insan aktivitelerinin (antropojenik) çevresel hava kirliliğinin ana nedeni olarak belirlenmiştir.

1.2 İç Ortam Hava Kirliliği

İnsan çoğu zamanların %90 iç ortamda “ev , okul , AVM ve ofis” geçirmektedir (Bouhamra,1996). İç ortam hava kirliliği, hastalıkların mortalitesi artırmasına veya şiddetlendirmeye neden olabilir ayrıca saosyal ve ekonomik açıdan etkilenebilmektedir. Şekil (2) İnsanların genellikle iç ve dış ortamlarda geçirdikleri zaman gösterir.



Şekil 2. İnsanların genellikle iç ve dış ortamlarda geçirdikleri zaman (EC,2003).

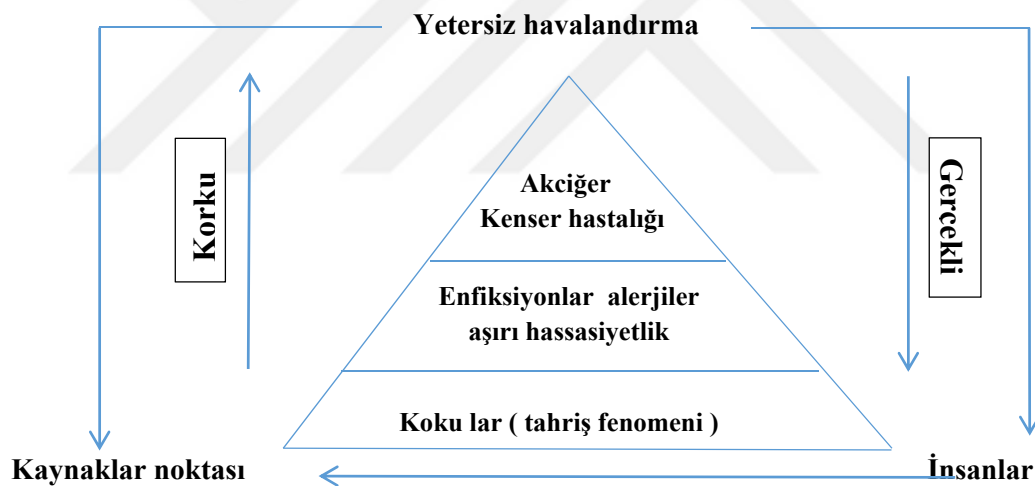
Bina ve inşaat malzemeleri, mobilya ve tüketici ürünleri son 50 yılda yeni ürünler kullanarak çevrede ve binalarda yeni kimyasalların artması ile sonuçlanmıştır. Üretilen kimyasalların sayısı artması nedeni günlük hayatımız faaliyetleri (temizlik malzemeleri, mobilya, yazıcılar, bilgisayarlar ilaveten iç mekan kaplama) gibi belirtmiştir. Tablo 1'de iç ortam hava kirleticilerin çeşitleri, kaynakları ve onların insan sağlığı üzerindeki etkileri göstermektedir.

Tablo 1. İç ortam hava kirleticileri , kaynakları ve sağlık etkileri

Kirletici	Kaynaklar	sağlık etkileri
PM	Ocak , şömine , sigara dumanı , dış ortam	Solunum ve kardiyovasküler hastalıklar
SO ₂	Ocak , şömine , dış ortam	Solunum fonksiyonunun bozulması
NO ₂	Ocak , şömine , dış ortam	Akciğerleri tahriş eder ve solunum yolu enfeksiyonuna karşı direnci azaltır
CO	Şofben , Ocak , şömine , dış ortam	Aşırı zehirli (700 ppm konsantrasyonda ölümcül)
Ozon	Hava Temizleme Cihazı , dış ortam	Astım ve alerjik tetikleyiciler

UOB (formaldehit, terpenler vb.)	Bina malzemeleri (kontrplak , boyalar , halılar vb.) Temizlik malzemeleri Diğerleri (spreylere , tütsü ve bazı bitkiler)	Bazıları kanserojendir , göz tahrişi .
Radon	granit ve gnays gibi kayalardan ve topraktan Sızdırabilir. , havalandırmayı düşükse radon yüksek seviyede bulunabilir	Radyoaktif , akciğer kanserinin önde gelen nedeni
Biyolojik hava kirleticileri (gazlar ve havadaki partiküller)	Avcil hayvanlar (tüyler) , insanlar (ince deri ve ayrılmış saç) , bitkiler Küf	solunum probleminin riski artışı astım hastalıkları ve riskli veya az gelişmiş bağışıklık sistemleri

İç ortam hava kirliliği başta yaşlılar ve çocuklar olmak üzere insan sağlığını ve ayrıca kronik hastaları (kardiyo ve solunum) ciddi şekilde etkilemektedir. Uzun periyot iç ortam hava kirleticilerine maruz kalan, kalmayana göre iç ortam hava kirliliğinin etkilerine daha hassasiyet gösterirler (Weschler, 2009). İç hava kalitesi düşerken solunum sistemine ve duyu sistemlerine önemli ve ciddi olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır (ASHRAE, 2009). Şekil (3) hastalıkların çeşitleri ve insanların hiss ettiği korku hissedilen miktarı gösterir.



Şekil 3. İç ortam hava kalitesi anlamı

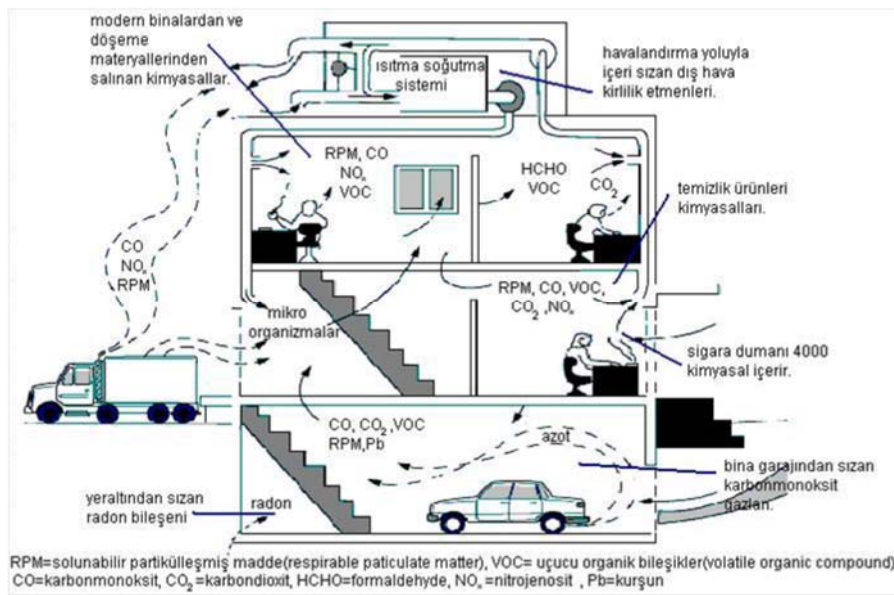
1.2.1 İç ortam hava kirletici kaynakları

Farklı kirletici kaynakları farklı özelliklere, toksisiteye, tehlikeliliğe sahip demektir, bu nedenle uyarı seviyesi farklı olacaktır. dolayısıyla bazı özelliklere dikkate alınması gerekir; örneğin Kirletici yayan kabiliyeti , emisyonun tehlikeli doğası, kirleticilerin kaynağı ile bina sakinleri arasındaki yakınlığı, havalandırma sisteminin arındırıcı kapasitesi. Bazı yaygın iç mekan hava kirletici kaynakları :

1. **Bina Konumu** : Kirletici kaynakları ile binalar arasındaki yakınlığı iç ortam hava kalitesini etkileyebilir. Örneğin, otoyolların, caddelerin, şantiyelerin ve sanayi bölgelerinin yakınında bulunan konut veya ticaret merkezleri, yüksek düzeyde partikül ve diğer kirleticilerle karşılaşabilir.
2. **Bina Tasarımı** : İç hava kalitesi açısından iyi tasarlanmamış binalar; iç ortamlarda kirleticiler sıkışan ve zayıf havalandırma sistemi nedeniyle iç ortam hava kirliliği yüksek seviyeler gösterir. İyi tasarlanmamış binaların bazı örnekler :
 - İstikrarsızlık veya zayıf temeller .
 - Sızdıran tavanlar .
 - Kirleticilerin geçtiği açıklıklar (kapılar ve pencereler) .

Bazı kirletici kaynaklar (parkmış araçlar "Rölanti arabalar", atık konteynerleri, yanma ürünleri vb.) Binaların hava girişlerine yakınsa iç ortam havası kirlenebilir. (EC, 2003).

3. **Personal faaliyetleri** : Bina içinde çoğu faaliyetler temizlik ,yemek pişirme , sigara içmek, ısınma vb. örnek olarak verebilir , iç ortamda bulunan partiküllerinin konsantrasyonu ve emisyonu üzerine yapılmış çalışmalar yemek pişirmeyin süresinde PM'yi değeri 1.5 - 27 kat artırabileceğini bulunmuştur (He et al. 2004). İç ortam hava kirlenmesinin oluşum basamaklarını şekil 4 de görebilmekteyiz.



Şekil 4. İç Ortam hava kirlenmesinin oluşum şekli

1.2.2 İç Ortam Hava Kalitesi

İç Ortam Hava Kalitesi (İHK), özellikle bina sakinlerinin sağlığı ve konforu ile ilgili olarak, bina ve yapıların içindeki ve çevresindeki hava kalitesini ifade eder. İç ortamdaki yaygın kirleticileri anlamak ve kontrol etmek, iç ortam sağlık endişeleri riskinizi azaltmaya yardımcı olabilir. İç ortam hava kirleticilerinden kaynaklanan sağlık etkileri maruziyetten kısa bir süre sonra veya muhtemelen yıllar sonra yaşanabilir (ULR 1). ASHRAE tarafından tanımlandığı gibi kabul edilen iç ortam hava kalitesi (İHK), zararlı konsantrasyonların bilinen kirleticilerden arınmış olduğunu ve maruz kalan insanların (%80 veya daha fazlasının) memnuniyetsizlik ifade etmediğini gösterebilen havadır. Tablo 2’de uluslararası ve Türkiye’de Hava Kalitesi Konsunda Yayınlanmış Olan Standartlar açıklanmıştır.

Tablo 2. Uluslararası ve Türkiye’de Hava Kalitesi Konsunda Yayınlanmış Olan Standartlar.

Parametreler	US EPA	WHO	HKDY
CO	9 (ppm)	9 (ppm)	Geçiş dönemi: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2014 yılı sonrası $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
CO ₂	1000 (ppm)	1000 (ppm)	-
SO ₂	70 (ppb)	70 (ppb)	Geçiş dönemi: $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2014 yılı sonrası $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	0.05 (ppm)	0.12 (ppm)	2022 yılı sonrası $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
UOB	3 (ppm)	1-3 (ppm)	-
Nem	<70	<70	-
Sıcaklık	22.5 – 25.5 (°C)	22.5 – 25.5 (°C)	-
PM ₁₀	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Geçiş dönemi: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2014 yılı sonrası $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2.5}	$35 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-

İç ortam hava kalitesi ve hasta bina sendromu kavramı 1890’li yıllarda ortaya çıkmıştır ve bunları önemli ve ciddi etkileri olduğu görülebilmektedir ve kirleticiler, (işyerleri, okullar, ofisler, evler ve araçlar) içindeki solunabilir havada bulunan kimyasal, fiziksel veya biyolojik kirleticiler olarak da tanımlanabilir (Jacobs ve diğerleri, 2007). Kirletici maddelere sağlık üzerine çeşitli etkilere neden olabilir. Örneğin Klimanın havasında bulunabilen mikro organizmalar pnömoni ve klima ateşine neden olur, küflenmenin alerji riskini artırır ve çevresel tütün dumanı (ÇTD) ve radon maruz kalmayı akciğer kanseri riskinin artmaktadır (Crump et al., 2009 ve ASHRAE, 2009).

Avrupa Komisyonu (2003) , bina sakinlerine sağlıklı iç ortam hava kalitesi ve tatmin edici iç ortam konforu sağlamak için gelecekteki kırsal ve kentsel bina gelişimlerinin havalandırılmasına yönelik bir takım avantajlar belgelemektedir. Komisyona göre, iyi bir iç ortam hava kalitesinin sağlanması aşağıdakiler gibi bazı avantajlar kazanabilecektir:

1. Bina sakinlerinin sağlığını ve esenliğini iyileştirin.
2. Konfor ve üretkenlik ile enerji kullanımını optimize eder ve maliyet tasarrufu sağlar.
3. İç ve dış ortamlarda sağlığa olumsuz etkileri olan kirleticilere ve diğer etkenlere maruziyeti azaltır.
4. Seyrek malzeme kullanımından kaçınır ve bunun yerine geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılmasını önerir.
5. Çevreye zararlı malzeme ve maddelerin kullanımını engeller.
6. İç veya dış mekanlarda üretilen gürültü, hava akımı, hava kirleticiler ve kirleticiler gibi yan etkileri önler.

1.2.3 Hava kalitesi indeksi

Atmosfere zararlı gazlar ve dumanlar girdiğinde hava kirlenir ve havanın kalitesi düşer. İç ortam hava kalitesi, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından majör hava kirleticilerinden kaynaklanan kirlilik seviyelerini ölçmek için tanıtılmıştır. Bu nedenle, hava kalitesi indeksi (HKİ), hava kirliliği ile ilgili ayrı ayrı parametrelerin ağırlıklı değerlerini tek bir sayıya veya sayı kümesine dönüştüren genel bir şema olarak tanımlanmıştır; tablo 3'te hava kalitesi İndeksi Kategorileri göstermektedir (Mukesh Sharma, 2003).

Tablo 3. Hava kalitesi İndeksi Kategorileri (Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, CPCB, Ekim 2014)

Kategori	İndeks	Anlam
0 – 50	İyi	Hava kalitesi memnun edici ve hava kirliliği az riskli veya hiç risk teşkil etmiyor
51 – 100	Orta	Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.
101 – 200	Hassas	Hassas gruplar için sağlık etkileri oluşabilir Genel olarak kamunun etkilenmesi olası değildir.
201 – 300	Sağlıksız	Herkes sağlık etkileri yaşamaya başlayabilir, hassas gruplar için ciddi sağlık etkileri söz konusu olabilir.
301 – 400	Kötü	Sağlık açısından acil durum oluşturabilir. nüfusun tamamının etkilenme olasılığı Yükseklerdir .
401 – 500	Tehlikeli	Sağlık alarmı: Herkes daha ciddi sağlık etkileri ile karşılaşabilir .

1.3. Otoparklar ve Kapalı Otoparklar

1.3.1. Otoparklar

Dünya nüfusundaki sürekli artış; teknolojik gelişmelerin doğal bir sonucu olan kentleşmeyi de beraberinde getirmiştir. Kentleşmenin özellikle gelişmekte olan ülkelerde meydana getirdiği en önemli sorunlardan birisi de ulaşım problemleridir. Gelişmekte olan ülkelerde toplu taşıma araçlarının yetersizliği ve uzun süreli ulaştırma planlarının yapılmaması insanlarda araç sahibi olma isteğini doğurmaktadır. Sürekli artan araç sayısı ile trafik sorunları giderek büyümekte ve buna paralel olarak park yeri ihtiyacı da gitgide artmaktadır. Bu tespit göz önünde bulundurulduğunda, park yeri ihtiyacının ne kadar önemli olduğu kolaylıkla anlaşılabilir. Genel bir tanımlama ile otoparklar araçların trafikteki hareket halinin son bulması veya araçların dinlenmek üzere hareketsiz halde zamanlarını geçirdiği yerdir (Doğan, 2012).

1.3.2. Kapalı Otoparklar

Motorlu ulaşım ve taşıma araçlarının muhafaza edildiği yerlere otopark denir. Otoparklar açık ve kapalı olmak üzere ikiye ayrılıyor. Otoparkların kapalı otopark olarak kabul edilebilmesi için atmosfere açık toplam yüzey alanının otopark alanının %5'inden az olması gerekmektedir. Aksi takdirde otoparklar açık otopark sayılır (Doğan, 2012).

İl genelinde belediyeler, sorumlu oldukları bölgelerde yapılacak otoparklar için yönetmelik çıkarmaktadır. Kapalı veya Açık otoparklar yapılırken bu düzenlemelere uyulması zorunludur (Hakseverler, 2010). Örneğin İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından çıkarılan otopark yönetmeliğine göre:

- Birim park alanı otomobiller için en az 20 m², kamyon ve otobüsler için en az 96 m²'dir.
- Otopark giriş kapısının genişliği 2,75 metreden az olamaz.
- Otopark giriş kapısının yüksekliği iki metreden az olamaz.
- Otoparkların iç yüksekliği hiçbir noktada 2 metreden aşağı ve 3,5 metreden yukarı oluşturulamaz.
- Halka açık otoparklarda rampaların eğimi %15'ten fazla olamaz. Halka açık otoparklar hariç, otopark ihtiyacını karşılayan binalarda otopark rampasının eğimi %20'den yüksek oluşmaz.

- Park rampasının genişliği 2,75 metreden aşağı oluşmaz.
- Kamu binalarının giriş, çıkış ve asansörlerine en yakın 20 adet engelli otoparkı ve otoparkından en az birinde engelli levhası asılması zorunludur (Yılmaz, 2012).

Otoparklar oluşturulurken ilgili buldukları belediyelerin yayınladıkları tüzüklere uymak zorundadırlar ayrıca iş sağlığı güvenliği kapsamında işlevlerin yükümlülüklerini de yerine getirmek zorundadırlar. 6331 sayılı “ İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ” kapsamında işverenlerin yükümlülükleri arasında;

- Çalışanlara yönelik iş sağlığı ve güvenliği eğitimi,
- Acil durum eylem planı,
- Risk değerlendirmesi,
- Çalışanlar açısından işe giriş yeterliliği gibi yükümlülükler vardır.

1.3.3. Otoparkların Tarihsel Gelişimi

İlk kapalı otoparklar ani ve pratik ihtiyaçlar dolayısıyla yapılmıştır. Bu otoparkları tanımlayan özellikler de buna bağlı olarak mevcut yapılardan yararlanılması, standart mimari kalıplar ve yapı sektöründeki yerleşik uygulamaları içerisinde çözüm aranmıştır. İlk otoparklarda sadece bakım ve koruma değil; soyunma kabini, tuvalet, araba yıkama ve bakımı, kuaför dükkânı gibi hizmetler de verilmekteydi ki bu da arabaların o zaman diliminde toplum hayatında yer aldığı konumu göstermektedir (Güngör, 2006).

İlk otoparklar tek katlı olmakla beraber kısa süre içerisinde günümüzdeki çok katlı otopark modelleri tercih edilmeye başlandı. İlk otoparkları incelerken ABD ile Avrupa’yı ayrı ayrı incelemek gerekir. Avrupa’da arabanın yaygınlaştığı dönemde şehirler düzenli ve bakımlı iken ABD’de şehirler henüz büyümekteydi. Bu sebeple ABD’de araba, şehirlerin şekillenmesini büyük ölçüde etkilemiştir. Başlangıçta hem hareketi kolaylaştırmak hem de onarım, bakım ve yakıt ikmali operasyonlarına kolayca cevap verebilmek için geniş alanlara ihtiyaç vardı. İkincisi, ilk otomobiller hassas iç mekanlara ve hava koşullarına dayanıklı malzemelere sahip üstü açık araçlar olduğundan, bu araçları barındırmak için tasarlanan yapıların tamamen kapalı olması ve iç sıcaklığın buna göre ayarlanması gerekiyordu. İlk otoparklar atlar için ahır ve barınak

gibi yerlerde kurulmuştur. Bu, otomobillerin at arabalarının yerini almasının doğal bir sonucuydu. Ahırlarda hastalıkların yaygın olması (özellikle çiçek hastalığı) ve yangın tehlikesinin yüksek olması sigorta şirketlerinin yeni çözümler aramalarına sebep oldu. Ayrıca istisnalar haricinde ahırlar otopark ihtiyacını karşılamak için yeterince geniş değildi. ABD’de bisiklet tamirhaneleri ve lokomotif depoları da ilk dönemde otopark olarak kullanılan binalar arasındadır. Amerika Birleşik Devletleri’ndeki ilk tescilli otopark, 1897’de eski bir kızak katından tasarlandı. Broadway merkezli Elektrikli Araç Şirketi’ne ait olan ve şirket tarafından New York’ta Elektrikli Taksiler olarak bilinen park yeri hızla düzenlendi ve kazandı. Bir Fransız gazetesinde yayınlanan yazıda, Paris’in New York’tan daha yoğun bir otomobil nüfusuna sahip olduğu ve kapılarını meraklılarına açan Mondial de l’Auto’nun dünyada bir ilk olduğu ifade edildi (Şahin, 2009).

Kısacası, ilk otoparkların kökenleri ahırlardan bisikletçilere uzanıyordu. Otoparkların tek amacı, teknolojik gelişmelere ayak uydurabilecek düzeyde otopark hizmeti vermektir. Erken park yerleri ile modern park yerleri arasındaki ortak özellikler, arabalar için geniş bir açık alan ve bakım ve diğer hizmetler için yerleştirilmiş yan destek alanları ile temsil edilebilir.

1.4. Otopark Türleri

Duran otomobillerin zamanını geçireceği yere otopark denir. Türk standartlarına göre otopark, yol üstü ve yol dışı olmak üzere iki türü olan, herkesin kullanması için araçların park etmesi için ayrılmış yer veya tesistir. Otopark çeşitleri “ Yol parkları ”, “ Yol dışı parklar ” ve “ Çok katlı parklar ” olmak üzere üç ana grupta belirtilmiştir (Güngör, 2006).

1.4.1. Yol kenarı otoparkları

Cadde üstü otoparklar, araç veya yaya şeridi üzerinde, yaya şeridinden ayrı bir cepte veya şeridin kullanımına bağlı olarak sınırsız kullanım süresi olan refüjün ortasında iki tip otoparktır. Park süresi, yol kenarındaki sınırlı park yerlerinde polis veya parkmetreler kullanılarak kontrol edilebilir (Kutlu, 1975).

1.4.2. Yol dışı otoparklar

Hareket halindeki araçların cadde ve sokaklardan ayrı bir alana park etmeleri için ayrılmış alanlardır. Ana ulaşım akışı çoğunlukla iş merkezlerinin yakınındadır. Bu nedenle cadde dışı otoparklar, iş bölgesi sınırları içerisinde ve yaya akışları ile çok iyi etkileşime girebilecekleri yerlerde yer almalıdır. Özellikle ticari alanlarda yol dışı otopark sağlamak zor olsa da çok katlı otoparklar yapılarak bu sorun çözülmeye çalışılmaktadır (Kutlu, 1975).

1.4.3. Çok katlı otoparklar

Artan otopark ihtiyaçlarının özellik Şehir merkezlerinde rantabilite yönünden hemzemin otoparklarda karşılanamaması, çok katlı otoparkların yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu tür otoparklar yer üstünde yapılabildiği kadar yer altında da yapılabilmektedir. Bir arsanın alanı ve boyutları genellikle katlı park tip ve kapasitesini doğrudan etkiler. Katlı otopark iki türde incelenebilir:

- Rampalı çok katlı park türleri
 - a. düz rampa
 - b. spiral rampalı
 - c. kavisli rampa
- Araç asansörlü otopark türleri (mekanik)
 - a. Döner tablalı veya döner tablasız sabit asansörlü
 - b. Yatay ve dikey hareket sağlayan mobil asansörlü
 - c. Tam otomatik asansörlü (Güngör ve Güngör, 2011).

1.5. Kapalı Otoparklarda Kimyasal Maruziyet

Kapalı otoparklar, çalışanların ve kullanıcıların sağlığına zararlı kirleticiler içermektedir. Bu kirleticiler esas olarak benzinli ve dizel içten yanmalı araçların egzoz gazlarından gelir: nitrojen oksitler, karbon monoksit, karbondioksit, aromatik hidrokarbonlar (benzen, toluen, etilbenzen, ksilen, vb.), solunabilir. Ayrıca toz (PM₁₀ partikülleri), kükürt dioksit, kurşun, formaldehit, metil etil keton ve ozon dahi içerisinde barındırmaktadır (Güngör ve Güngör, 2011). Hava kirliliğinin ana kaynaklarından biri olan motorlu taşıtların kullanımının artması, egzozdan çıkan gazdan güçlü bir şekilde etkilenen asit yağmurları ve küresel ısınma gibi çevre sorunlarını artırmaktadır. Araç emisyonları solunum semptomları, astım atakları, akciğer kanseri, kardiyovasküler

hastalık, görme bozukluğu, öğrenme yeteneğinin azalması, kan kanseri, lenf kanseri, bronşit gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Kandiş vd., 2009).

1.5.1. Karbonmonoksit

Egzoz gazlarından yayılan gaz halindeki karbon monoksit, bakımı yeni yapılmış bir araçta 15.000 ppm'ye, bakımsız bir araçta ise 30.000 ppm'ye kadar çıkmaktadır. Ancak günümüz koşullarında otoparklarda izin verilen CO sınır değeri 50 ppm'dir. Bu değerler bize otoparklarda karbon monoksitin ne kadar yüksek riskli olduğunu kolaylıkla göstermektedir. Bu nedenle CO seviyesi kabul edilebilir bir aralıkta ise diğer tüm kirleticiler güvenli seviyeler olarak kabul edilir ve otopark havalandırması CO seviyesine göre yapılır. Karbon monoksit renksiz, kokusuz, tatsız ve tahriş edici olmayan bir gazdır. CO, karbon bazlı yakıtların yanlış yanması sonucu oluşur ve akut ve kronik zehirlenmelere neden olabilir. En yaygın CO kaynakları motorlu araç egzozu, yangın dumanı, benzinli motorlar ve orman yangınlarıdır. İnsan vücudu tarafından emilen karbon monoksit gazının yaklaşık %80-90'ı kandaki hemoglobin tarafından alınır ve karboksihemoglobin (COHb) oluşumuna neden olur. Hemoglobinin karbon monoksite afinitesi oksijenden 200 ila 250 kat daha fazladır (Durukan, 2015). Bu nedenle kanda COHb oluşumu kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır ve böylece kan yoluyla tüm vücuda yayılır ve dokuların canlılığını sağlayan yetersiz oksijen kaynağına neden olur. Karbon monoksite maruz kaldıktan sonra; huzursuzluk, yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, nefes darlığı vb.; Daha yüksek maruziyetler kas koordinasyonu kaybına, bilinç kaybına ve ölüme yol açar (Cavkaytar ve Soyer, 2013).

1.5.2. Karbondioksit

Renksiz, kokusuz, toksik olmayan, yanıcı olmayan ve boğucu bir gazdır. Havadan 1,5 kat daha ağır olduğu için doğrudan yerde birikmeye başlar. Karbondioksit, kana yerleşerek oksijene bağlanır ve bu durum ile boğucu etkisini ortaya çıkarmaktadır. Bu, karbondioksit zehirlenmesi olarak bilinen, sinir sistemine zarar veren, solunum sisteminin kalıcı olarak bozulmasına ve ölüme neden olan durumdur (Durukan, 2015).

1.5.3. Azotoksitler

Nitrik oksit (NO) ve azot dioksit (NO₂), fosil yakıtların yakılması sırasında motorlu taşıtların egzoz borularından atmosfere karışan azot oksitlerin (NO_x) en yoğun

olanlarıdır. Azot oksitler asidik karakterli gazlardır. Azot oksit renksiz zehirli bir gazdır ve azot dioksit kahverengi reaktif bir gazdır. Nitroz oksitin solunması kalp, akciğer, karaciğer ve solunum yollarında hastalıklara neden olur (Durukan, 2015).

1.5.4. Kükürtdioksit

Kükürt dioksit (SO₂), kömür ve petrol gibi kükürt içeren yakıtların yanması sonucu oluşur. Zehirli bir gazdır; üst ve alt solunum yollarında bozukluklara neden olur. Yetişkinleri ve çocukları astım ve akciğer enfeksiyonlarına yatkın hale getirebilir (Cavkaytar ve Soyer, 2013).

Dünya çapındaki temel kaynakları, endüstriyel prosesler, ısınma amaçlı kullanılan evsel yakıtlar ve termik santrallerdir. Çok az miktarı ise dizel yakıtlı taşıt araçlarından kaynaklanmaktadır. SO₂'nin yüksek konsantrasyonları, öksürük ve bunun sonucunda akciğer fonksiyonlarında değişime neden olarak solunum sistemi tahribatına neden olmaktadır. Bu gaz ayrıca taş binaların ve diğer materyallerin de korozyonuna neden olur, bitkilere zarar verebilir ve asit yağmurlarının ve ikincil partiküllerin temel kaynağıdır. SO₂'nin atmosferik konsantrasyonları, genellikle evsel ısıtma amacıyla kömür kullanımının yaygın olduğu şehirlerde çok yüksektir. Son 20-30 yıldır bazı şehirlerde daha temiz yakıtların kullanılması veya daha temiz ısıtma tekniklerinin uygulanması ile konsantrasyonlarda bir azalma eğilimi gözlenmektedir (Çoşgun, 2012).

1.5.5. Aromatik Hidrokarbonlar

Benzen kokulu, renksiz, yanıcı bir sıvıdır. Benzen vücuda solunma ve cilt teması yoluyla girebilir. Cilde maruz kaldığında, düşük konsantrasyonlarda benzen (sıvı veya buhar) baş dönmesine, baş ağrısına, iştah kaybına ve mide ağrısına ve ayrıca burun ve boğazda tahrişe neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlarda hayatı tehdit eden kardiyak aritmilere neden olabilir. Benzen, AB ülkelerinde kanserojen, toksik ve kolay alevlenir olarak sınıflandırılmaktadır.

Toluen son derece yanıcı, uçucu ve renksiz bir çözücüdür. Buharlar havadan ağırdır ve patlayıcı bir atmosfer yaratır. Maruz kalma, toluen dumanlarını solunmak ve benzin, gazyağı veya boya gibi maddelerle çalışmak suretiyle meydana gelebilir. Toluene maruz kalma, solunma, yutma, cilt veya göz teması yoluyla gerçekleşebilir. Kısa süreli maruz kalınması durumunda gözlerde, ciltte ve solunum yollarında tahrişe neden olabilir (Tatar, 2014).

Toluen esas olarak sinir sistemi üzerinde etkilidir. Yüksek konsantrasyonlarda toluene kısa süreli maruz kalma bile bilinç kaybına veya komaya neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlarda toluen de böbreklere zarar verebilir. Havadan ağır olduğu için zemine yakın ek bir havalandırma sistemi kurulması gerekir (Tatar, 2014).

Ksilen renksiz ve kokulu bir sıvıdır. Suda çok az çözünür. Yanıcı bir çözücüdür. Hava ile karışan buharlar, parlama noktalarının üzerinde ısıtılırsa patlayıcı olabilir. Buharlar havadan ağırdır. Daha az volatiliteye sahiptir. Ksilene maruz kalma deri ve solunum yoluyla meydana gelebilir. Yüksek konsantrasyonlarda ksilene kısa veya uzun süreli maruz kalma, akut veya kronik zehirlenmeye neden olabilir. Bu nedenle, ksilene maruz kalan ortamlarda iyi havalandırma gereklidir (Durukan, 2015).

1.5.6. Partikül madde

Partikül madde havada sıvı , katı gibi hem organik hem de inorganik bileşikler bulunabilir (Wilson, 2002).

Partikül maddeler kütlelerine göre iki gruba ayrılır kaba ($10 \mu\text{m}$) , ince ($2,5 \mu\text{m}$) partikül olarak tanımlanır. Havada PM kalma süresi tanecik boyutuna bağlıdır ne kadar hacmini küçük olursa kalma süresini artırır (kaya,2015). PM konsantrasyonu , genellikle endüstriyel bölgelerde kütle/hacim ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, mg/m^3) olarak , büro , iş merkezi binalarında ve endüstriyel temiz bölgelerde ise adet/ m^3 olarak ifade edilir (ASHRAE, 2003).

EPA başka bir sınıflandırma (Partikül maddeler boyutuna göre) yapmıştır :

- **Toplam Askıda Partikül Maddeler (TSP)** : aerodinamik çapı 25-45 mikrometre Partikül Madde > 10 mikron (**çok kaba partiküller "supercoarse"**) olarak adlandırılmaktadır .
- **kaba partiküller " coarse" PM_{10}** : Aerodinamik çapı 2.5-10 μm aralığındaki partiküllerdir .
- **İnce partiküller "fine" $\text{PM}_{2.5}$** : Aerodinamik çapı 2.5 μm 'den daha küçük partiküllerdir .
- **Ultra ince partiküller "superfine"** : Aerodinamik çapı 0.1 μm 'den daha küçük olan havadaki partiküllerdir .

Sedimentasyon hızının düşük olması nedeniyle havada asılı kalan, üst ve alt solunum yollarından vücuda girebilen, solunum yollarında çökelebilen küçük ölçekli (genellikle 10 mikrondan küçük) maddelere verilen isimdir (Cavkaytar ve Soyer, 2013).

PM₁₀ solunum sisteminde birikebilir ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir. Astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve kalp hastalığı gibi kalp veya akciğer rahatsızlıkları olan kişiler, PM₁₀'a maruz kaldıklarında durumlarını kötüleştirebilir. Yaşlılar ve çocuklar PM₁₀'a maruz kalmaya çok duyarlıdır. PM₁₀'un yardımıyla tozdaki diğer kirleticiler akciğerlere derinlemesine nüfuz edebilir. İnce parçacıkların çoğu akciğerlerdeki alveollere ulaşabilir. Oradan kurşun gibi toksik maddeler kana %100 geçebilir (Krarti ve Ayari, 2014).

1.5.7. Kurşun

Çalışma ortamında izin verilen sınır değeri 0.15 µg/m³ olan kurşun, atmosfere metal veya bileşik olarak salındığı ve her zaman toksik etki yarattığı için çevre kirliliğine neden olan en önemli ağır metallere biridir. Atmosfere salınan kurşun kaynaklarından biri de fosil yakıtların kullanılması sürecidir. Önümüzdeki birkaç saat veya gün içinde kurşuna maruz kalma; İştahsızlık, bulantı ve kusma, uykusuzluk, baş ağrısı ve baş dönmesi, huzursuzluk, titreme, halüsinasyonlar, kardiyovasküler rahatsızlıklar (hipotansiyon, bradikardi) ve bazı ciddi vakalarda akut psikoz, spazmlar, yüksek ateş görülmektedir (Cavkaytar ve Soyer, 2013). Atmosferik kurşun (Pb) emisyonlarının ana kaynakları, tarihsel olarak motorlu taşıtlar (arabalar ve kamyonlar gibi) ve endüstriyel kaynaklar olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde kurşunlu benzinin aşamalı olarak kaldırılmasından bu yana, metal işleme, tüm endüstriyel süreçlerin %20'sinin dışı havaya kurşun emisyonlarının ana kaynağı haline gelmiştir (US EPA, 2012).

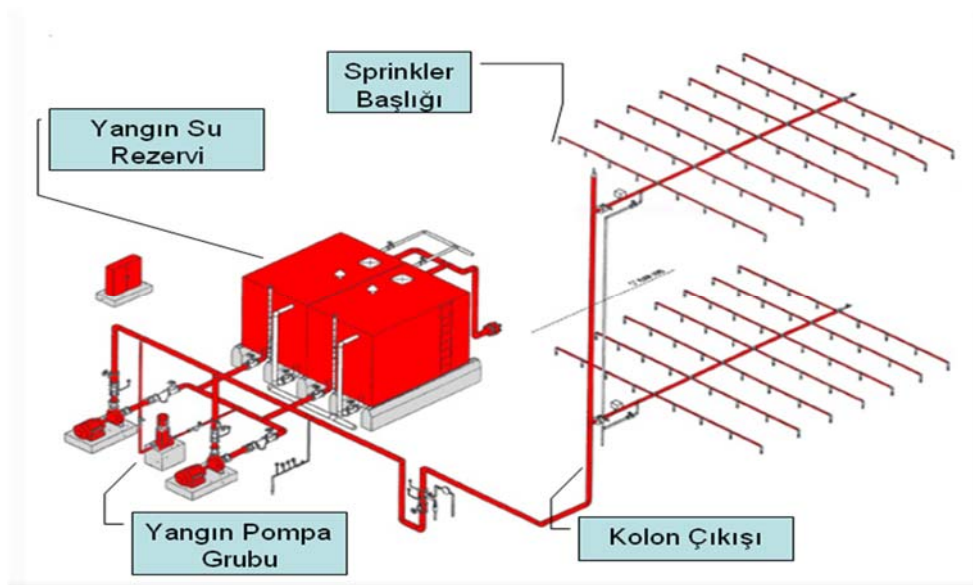
1.6. Kapalı Otoparklarda Yangın Ve Patlamalar

Otoparklarda karşılaşılan en ciddi risklerden biri yangın ve patlamadır. Kapalı otoparklar; Daire, alışveriş pasajlarının ve pasajların bodrum katlarında bir veya daha fazla katta yer almaktadır. Kapalı otoparklarda çıkan yangınlar, gerekli önlemler alınmadığı takdirde tüm binaya yayılarak can ve mal kaybına neden olabilir. Bunun gibi; Başta araç olmak üzere elektrik tesisatında, kablo bağlantılarında veya elektrik panosunda oluşabilecek yangın ve patlamalarda mümkün olan en kısa sürede müdahale edilmesi esastır. Otoparklarda oluşabilecek yangınları önlemek ve önlenemediği durumlarda etkin korumayı sağlamak için birçok önlemin bir bütün olarak ele alınması

gerekmektedir. Otomatik sprinkler sistemleri, yangın alarm sistemleri, yangın dolapları, yangın hidrantları ve portatif söndürücüler, havalandırma sistemleri, yapısal yangına dayanıklılık, acil çıkışlar, acil durum aydınlatması alınabilecek adımlardan bazılarıdır (WHO, 2000).

1.6.1. Otomatik Yağmurlama (Sprinkler) Sistemi

Yangın önlemede en önemli sistemlerden biri otomatik sprinkler sistemidir. Sprinkler sistemleri 1870'li yıllardan bu yana otomatik yangından korunma sistemlerinde en güvenilir ve yaygın olarak kullanılan sistemler olmuştur. Toplam alanı 600 m²'den fazla olan otoparklarda ve 10'un üzerindeki otoparklarda otomatik sprinkler sistemlerinin kurulması zorunludur (WHO, 2000). Sprinkler sisteminin amacı; Yangına erken müdahaleyi sağlamak, yangını kontrol altına almak ve söndürmek için belirli bir zamanda yangın bölgesine yeterli miktarda suyun dökülmesidir. Sprinkler ayrıca bina sakinlerini uyarmak ve itfaiyeyi aramak gibi çeşitli acil durum işlevlerini de etkinleştirebilir. sulama sistemi; Sprinkler başlıkları, hortumlar, bağlantı parçaları ve süspansiyonlar, sıhhi tesisat kontrol vanaları, alarm zilleri, akış göstergeleri, su pompaları ve acil durum güç kaynağı gibi öğeleri içerir. Şekil 5'te yangınları yağmurlama söndürmek sistemi göstermektedir. Sprinkler sisteminin tasarımı TSEN 12845'e uygun olmalıdır (TS EN 12845, 2007).



Şekil 5. Yangınları Yağmurlama söndürmek sistemi

Yağmurlama sistemi tipleri :

- Yağmurlama sistemi, su beslemesi ve bir veya daha fazla yağmurlama tesisatından oluşur. Bu tesisatların her biri, tesisat ana kontrol vanaları ve yağmurlama başlıkları takılmış bir borudan ibarettir. Yağmurlama başlıkları çatı veya tavana yerleştirilir.
- Sualtı boru tesisatı: En çok kullanılan sprinkler sistem tiplerindedir. Bu sistemde sprinkler başlıklarına su sağlayan borular basınçlı su ile doludur ve başlıkların yangın sırasında oluşan ısı etkisi ile patlaması sonucu basınçlı suyu yangın alanına boşaltır (Aydın, 2006).
- Kuru sistem: Bu tip sistemde sprinkler başlıklarını su ile besleyen borular uygun hava veya gaz (genellikle nitrojen) ile doldurulur. Manifoldlardaki boruların yangın anında ısı etkisiyle patlaması nedeniyle önce kuru vana açılır ve borulardaki hava dışarı atılır ve bu vananın arkasındaki basınçlı su “yangın bölgesine” açılır. Bu sistem sprinkler başlıklarına giden borularda su olması durumunda boruların donma riskinin olduğu tesisatlarda tercih edilmektedir (Onat ve Stakeeva, 2009).
- Ön reaksiyon sistemi: Bazı özellikleri ile kuru sisteme benzer. Sprinkler başlıklarına giden borular ya basınçlı hava ile doldurulmuş ya da boştur. Vananın arkasında basınçlı su vardır, bu vana yangın algılama sisteminden gelen uyarı ile açılır ve sprinkler başlıkları vasıtasıyla basınçlı su yangın mahalline tahliye edilir (Özen, 2006).

1.6.2. Yangın Algılama ve Uyarı Sistemleri

Yangınla mücadelede en önemli adımlardan biri yangın algılama ve uyarıdır. Yangının etkin bir şekilde kontrol altına alınması gereken ilk anlarda, yangın algılama ve uyarı sistemleri kurularak, tehlikeyi haber vermek, insan ve malzeme kayıplarının önüne geçmek için müdahalenin ilk aşaması hızlandırılır. yangın uyarı sistemi; Yangın algılama, alarm, kontrol ve haberleşme fonksiyonlarını içeren komple bir sistemdir. Yangın algılama sistemi ve bileşenleri TS EN 54'e uygun olarak imal edilmeli, projelendirilmeli, kurulmalı ve çalıştırılmalıdır (Sprinkler Sistemleri, 2015).

- Dedektörler

Yangın alarm sistemleri, dedektörlerinden aldığı yangın alarmını yorumlayarak çıkışlarını (söndürme sistemi, siren, telefon hattı vb.) devreye sokan sistemlerdir. Yangın riskine karşı uygun dedektörlerin seçilmesi önemlidir. Yangın riskinin üç ana belirtisi vardır. Bu duman, sıcaklık ve alev göstergeleri için tasarlanmış dedektörlerin kullanılması sistemin tam olarak çalışmasını sağlar (Altunkeser, 2015).

- Duman dedektörleri

Bunlar, algılama hücrelerine giren duman parçacıklarından gelen ışığı dağıtarak veya emerek çalışan dedektörlerdir. Genel olarak duman dedektörleri, ısı dedektörlerinden daha hızlı algılayabilir, ancak yanlış alarmlara karşı daha hassastırlar. Kapalı otoparklarda sigara dumanı veya egzoz dumanı olacağından yangın algılamada duman dedektörleri tercih edilmemektedir (Özkılıç, 2014).

- Sıcaklık dedektörleri

Sabit sıcaklık ve sıcaklık artış dedektörü olarak ikiye ayrılır. Sabit sıcaklık dedektörü, ortam hava sıcaklığı belirli bir değere ulaştığında alarm verir. Bu sabit değer genellikle 60 °C veya 90 °C'dir. Sıcaklık yükselme dedektörü, ortam havasının sıcaklığındaki artışı belirli bir süre ölçer ve bu artış normalden fazla ise alarm verir. İki termistör üzerindeki voltajları karşılaştırarak yangını kısa sürede algırlar. Kapalı otoparklarda en çok kullanılan dedektörlerdir (Özkılıç, 2014). Kapalı otoparklarda yangın çıkması durumunda kullanılacak en uygun dedektörlerin sıcaklık artış dedektörleri olduğunu bilmelisiniz.

- Ana kontrol paneli

Yangın alarm dedektörlerinin ve butonların uyarı sinyallerini değerlendiren 1'den 32'ye kadar bölge kontrol kartlı yangın alarm panelleridir. Sistemde meydana gelen arıza ve yangın bildirimlerini panelin ön kısmında bulunan ledler ile kullanıcılara bildirir. Gelen bir yangın alarmı varsa sistem otomatik olarak sirenleri devreye sokar (Özkılıç, 2014).

- Yangın ihbar butonları

Yangın algılama ve uyarı sistemi manuel, otomatik veya söndürme sisteminden aldığı uyarılardan bir veya birkaçı ile devreye alınmalıdır. Yangın alarm butonları ile manuel yangın ihbarı yapılmaktadır. Yangın alarm butonları, genellikle alarm sistemini çalıştıran ve yangın anında kullanıcılara gerekli uyarıları veren ürünlerdir. Acil çıkışlara yangın alarm butonları yerleştirilmiştir. Bu düğmeler; Yerden 1,40 metre yükseklikte ve alarm oluşturabilecek herhangi bir noktadan 30 metreden fazla hareket etmeyecek şekilde kolay ulaşılabilecek yerlere yerleştirilmelidir (Özkılıç, 2014).

- Sesli ve ışıklı uyarı cihazları

Yangın algılama ve uyarı sistemi, sesli ve görsel alarm veya veri iletişimi olması durumunda; Ana kontrol paneli ve diğer izleme noktalarındaki ikincil kontrol panelleri veya tekrarlayıcı panellerde sesli, ışıklı veya alfanümerik ekranlar, Sesli ve görsel uyarı cihazlarının, veri iletişim ekiplerinin ve cihazlarının parçaları, Bina sakinlerini yangın veya benzeri bir acil duruma karşı uyaran sesli ve görsel uyarılar binanın tüm kullanılan bölümlerinde veya ilgili alanlarda. İhbar cihazları ve telefon veya telefon hatları itfaiyecileri bilgilendirmek ve bilgilendirmek için kullanılan diğer iletişim araçlarıdır (Özkılıç, 2014). Yerden 150 cm yukarıda ölçülecek ve bina genelindeki ortalama ses seviyesi seviyenin en az 15 dB(A) üzerinde ölçülecektir. Buzzer'lar, üç metre mesafede 75 dB (A) ile 120 dB (A) arasında ses seviyeleri sağlamalıdır (Özkılıç, 2014).

1.6.3. Yangın Dolapları

Yangın dolapları; otopark içindeki kişilerin yangını söndürmesini ve kontrol altına almasını sağlamak amacıyla otopark içine yerleştirilen sabit dolaplardır. Dolaplar, duvarlar üzerine veya kabinler içine monte edilmiş ve kalıcı olarak bir su temin tesisatına bağlanmış olan sabit birimlerden oluşur (Özkılıç, 2014).

Alanlarının toplamı 600 m² den büyük olan kapalı otoparklarda yangın dolabı yapılması zorunludur. Yangın dolapları, her katta ve yangın duvarları ile ayrılmış her bölümde aralarındaki mesafe 30 metreden fazla olmayacak şekilde tesis edilir. Kolay kullanım ve ulaşılabilirlik açısından dolapların yüksekliği 1,20 metreyi geçmemelidir.

Yangın dolapları mümkün olduğu kadar koridor çıkışı ve merdiven sahanlığı yakınına, kolaylıkla görülebilecek şekilde konulur. Binanın yağmurlama sistemi ile korunması ve katlara itfaiye su alma ağzı yerleştirilmesi durumunda yangın dolapları, ıslak tip yağmurlama hattından beslenebilir ve aralarındaki mesafe 45 metreye kadar çıkarılabilir (Özkılıç, 2014).

Hortumları serme ve bağlama gibi becerilere sahip eğitilmiş personeli veya itfaiye görevlisi olmayan yapılarda, yuvarlak yarı-sert hortumlu yangın dolaplarının TS EN 671-1 standardına uygun olması mecburidir. Hortumun, yuvarlak yarı-sert TS EN 694 standardına uygun, çapının 25 mm olması, uzunluğunun 30 metreyi aşmaması ve lüle (lans) kapama, püskürtme, fiskiye veya her üçünü birden yapabilmesi gerekir. (Özkılıç, 2014). İçinde itfaiye su alma ağzı olmayan yuvarlak yarı-sert hortumlu yangın dolaplarında tasarım debisinin 100 l/dk ve tasarım basıncının 400 kPa olması mecburidir. Lüle girişindeki basıncın 900 kPa'yı geçmesi halinde, basınç düşürücülerin kullanılması şarttır.

1.6.4. Taşınabilir Söndürme Cihazları

Yangınlar, yanan maddenin cinsine göre 5 sınıfta incelenir.

1. A Sınıfı yangınlar: Kağıt, ahşap, kumaş gibi organik katıların yangınları,
2. B Sınıfı yangınlar: Benzin, motorin, yağ, tiner gibi sıvı yangınları,
3. C sınıfı yangınlar: Metan, propan, LPG gibi yanıcı ve parlayıcı gaz yangınları,
4. D Sınıfı yangınlar: Magnezyum, sodyum, alüminyum gibi hafif metal yangınları,
5. E sınıfı yangınlar: Elektrik yangınlarını içerir (Hakseverler, 2010)

Portatif söndürme cihazlarının türü ve sayısı, mevcut duruma ve ilgili yerlerdeki risklere göre belirlenir. Buna göre;

- A Sınıfı bir yangının meydana gelebileceği yerlerde, özellikle kuru kimyasal çok amaçlı toz veya su,

- Özellikle kuru kimyevi toz, karbondioksit veya köpük olmak üzere B Sınıfı yangın çıkabilen yerlerde,
- Özellikle kuru kimyasal toz veya karbondioksit olmak üzere C sınıfı yangın çıkabilen yerlerde,
- Özellikle kuru metal tozu durumunda D sınıfı yangın riski,
- Öncelikle E sınıfı yangın çıkma ihtimali olan alanlarda karbondioksitli yangın söndürücüler bulunmalıdır (R.G. Yönetmelik, 2007).

Bu bilgiler ışığında otoparklar için en uygun portatif yangın söndürücülerin kuru kimyasal veya karbondioksitli yangın söndürücüler olduğunu görüyoruz.

Orta ve yüksek risk sınıflarında her 250 m² yapı alanı için 6 kg kuru kimyasal veya muadili gazlı yangın söndürücü bulunmalıdır. Otoparklarda tekerlekli yangın söndürücü bulundurulması zorunludur (R.G.Yönetmeliği, 2007).

Yangın söndürme cihazları dışarıdan kolayca görülebilir, eşit olarak dağıtılmış ve geçitlerin yakınında bulunur ve yangın dolaplarının içinde veya yakınında her zaman kolayca erişilebilir. Söndürme cihazlarına ulaşılacak mesafe maksimum 25 metredir. Söndürme cihazları kapı arkalarında, yangın dolapları hariç kapalı dolaplarda ve derin duvar nişlerinde saklanmamalı, ısıtma cihazlarının üzerine veya yakınına yerleştirilmemelidir. Ancak herhangi bir nedenle söndürme cihazları doğrudan görülemeyecek yerlere yerleştirilmişse, yerleri uygun fosforlu işaretlerle belirtilmelidir. Portatif yangın söndürücüler için, yangın söndürücü asma halkası, duvardan kolayca çıkarılabilecek şekilde duvara yerleştirilmeli ve dört kg'dan fazla ve 12 kg'dan hafif cihazlar bu sınırı aşmamalıdır (RG Düzenlemeleri, 2007). Yangın söndürücülerin periyodik muayene ve bakımları TS ISO 11602-2'ye göre yapılmalıdır. Standartlarda belirtilen hususlara uygun olarak yılda bir kez söndürme sistemleri yerinde kontrol edilmekte ve dördüncü yılın sonunda söndürme maddeleri yenilenmekte ve hidrostatik testler yapılmaktadır. Cihazlar şarj için getirildiğinde, hizmet sağlayıcıların, cihazların konumlarını tehlikeye atmamak için satın aldıkları söndürücünün özelliklerine sahip yangın söndürücülerini geçici olarak kullanıma hazır bırakmaları gerekmektedir (R.G. Yönetmelik, 2007).

1.6.5. Yangına Yapısal Dayanım, Kaçış Yolları, Acil Durum Aydınlatmaları

Bir bileşenin veya yapı elemanının belirli bir süre boyunca yük taşıma, bütünlük ve yalıtım özelliklerini korurken yangına dayanıklılığı, o yapının yangına karşı yapısal direncini gösterir. Binaların yangına karşı korunmasına ilişkin yönetmelik, otoparklarda kullanılan yapı elemanlarının yangına dayanım sürelerini net bir şekilde açıklamaktadır.

Yangın, deprem gibi acil bir durumda, bina veya bina içindeki herhangi bir noktadan zemin seviyesinde cadde veya sokağa kadar olan ve hiçbir zaman kapatılmayan yolun tamamına kaçış yolu denir. Mekân içerisinde herhangi bir katta durdurulabilecek en uzak noktada bulunan bir kullanıcının bir sonraki katın çıkışına kadar alacağı yaya yolundan tahliye mesafesi olarak ifade edilir. , En yakın. Bir yangın veya başka bir acil durumda, kullanıcıların hızlı bir şekilde kaçabilmeleri için yeterli kaçış yolları bulunmalıdır (R.G. Yönetmeliği, 2007).

Kullanıcıların kolayca kaçabilmeleri için acil çıkışların yeterli aydınlatmaya sahip olması önemlidir. Acil çıkışların kullanılması gerektiğinde, otoparklarda acil çıkış aydınlatması sağlanmalıdır. Normal aydınlatma kesintiye uğradığında en az 60 dakika süreyle acil durum aydınlatması sağlanmalıdır. Acil çıkışlarda aydınlatma ünitelerinin seçimi ve montajı, zemin seviyesinde, katlarda ve geçitlerde, acil çıkışların ekseninde herhangi bir noktada, aydınlatma seviyesi en az bir lüks olacak şekilde yapılmalıdır. Acil çalışma süresinin sonunda bu aydınlatma seviyesi tüm noktalarda en az 0,5 lüks veya daha fazla olmalıdır (R.G. Yönetmelik, 2007).

Yön işaretleri, hem normal aydınlatma koşullarında hem de acil aydınlatma durumlarında, kaçış yolu üzerindeki tüm erişim noktalarından görülebilmelidir. Dışarıdan aydınlatılan yön levhalarının aydınlatması tüm görünür yönlerde en az iki cd/m^2 ve kontrast oranı en az 0,5 olmalıdır (R.G. Yönetmelik, 2007).

1.7. Kapalı Otoparklarda Havalandırma

Havalandırmanın kapalı otoparklarda kullanılmasının önemi; Otoparkta bulunan araçların motorlarında yanma sonucu oluşan başta karbon monoksit olmak üzere egzoz gazlarını tahliye etmek ve yangın durumunda dumanları tahliye etmektir. Otoparklarda iç hava kalitesini uygun seviyelerde tutmak ve gerekli havalandırma oranını belirlemek için hareketli ve park halindeki araçların ürettiği kirletici emisyon değerlerinin bilinmesi

önemlidir. Azot oksitler (NO_x), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO_2), benzen (C_6H_6), benapiren (BaP), kükürt dioksit (SO_2), kurşun (Pb), kurum (C) ve ozon (O_3). Bu tür maddeler vardır. Karbon monoksit, nitrojen oksitler, kükürt dioksit, kurşun ve uçucu organik bileşikler insan sağlığını etkiler. Yakıt olarak benzin veya dizel kullanan araçlardan kaynaklanan kirleticiler çevreye iki farklı şekilde yayılmaktadır: egzoz gazı emisyonları ve buharlaşma emisyonları (Kılıç, 2012).

Egzoz emisyonlarının oranı büyük ölçüde aracın çalışma moduna bağlıdır. Küçük araçlar için üç çalışma modu mevcuttur. Bunlar, soğuk çalıştırma, sıcak çalıştırma ve sıcak stabilize edilmiştir. Soğuk çalıştırma modu, aracın motorunun çalıştırılmasının ilk birkaç dakikasını kapsar. Sıcak Çalıştırma Motoru durdurup soğutmadan yeniden çalıştırırken, çalıştırma modundan sonra motorun çalıştığı işlem sıcak stabilize edilmiştir dur. Genel olarak, CO, NO_x ve uçucu organik bileşiklerin emisyonları soğuk başlatma sırasında daha yüksek, sıcak başlatma sırasında daha düşük ve kararlı durumda başlatma sırasında daha düşüktür (Kılıç, 2012).

Evaporatif Emisyonlar: Bu emisyonlar, yakıt tanklarından ve bağlantılarından kaynaklanan hidrokarbon sızıntılarından kaynaklanır. Evaporatif emisyonlar, motor rölantideyken karbüratör veya enjektörden buharlaşma, bir gün boyunca sıcaklık dalgalanmalarından kaynaklanan çalışma kayıpları, rölanti kayıpları ve karter emisyonları dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar yoluyla meydana gelir. Motorlu taşıtların emisyon oranlarını çeşitli parametreler etkiler.

Otoparklarda yeterli ve uygun havalandırma sağlanması çalışanları ve kullanıcıları otoparklarda bulunabilecek zararlı etkilerden korumak adına sağlanmalıdır. Zararlı etkilerden korumak için yeterli havanın bilinmesi gerekmektedir. Kapalı otoparklarda havalandırma oranı; Aşağıdaki dört ana faktör dikkate alınarak alan başına yenilenen hava miktarı (m^2) veya saatlik park hacmi ($\text{m}^3/\text{saat} \cdot \text{m}^2$) olarak hesaplanır.

Ayrıca, hava kalitesini hesaplamak için şu dört ana maddede kullanılmaktadır.

- Kabul edilebilir kirlilik seviyesi (CO veya NO_x),
- Dolaşımdaki maksimum araç sayısı,
- Ortalama kat edilen mesafenin bir fonksiyonu olarak tipik bir aracın otoparkta geçirdiği süre,

- Değişken koşullar nedeniyle tipik bir aracın emisyon oranı (Kılıç vd., 2010).

NFPA ve UK standartlarına göre otoparklarda normal havalandırma akışı için saatte en az altı hava değişimi gereklidir. Örneğin bir otoparkın hacmi 1800 m³ ise, verilecek temiz hava miktarı saatte 10800 m³ olmalıdır. ASHRAE'de otoparklarda havalandırma akışı için metrekare taban alanı başına saatte 27,4 m³ gereklidir. Aynı özellikteki bir otoparka bir saatte verilecek taze hava miktarı $20*30*27,4 = 16.440$ m³tür. Herhangi bir yüzeydeki otoparklarda, duman tahliyesi yangın sırasında ve sonrasında otoparktan dumanı tahliye etmek ve otoparktaki dumanı seyreltmek için mekanik duman tahliye sistemi kurulması zorunludur. Duman tahliye sistemi, binanın diğer bölümlerine hizmet veren sistemlerden bağımsız olmalı ve saatte en az 10 hava değişimine izin vermelidir. Duman Kontrolü Bir yangın sırasında, yangın zemini üzerinde uygun kaçış yolları sağlamak ve bu alanlarda yangın için dumansız yollar oluşturmak, böylece itfaiyecilerin yangına müdahale etmesi ve aktif olarak yangını söndürmesi için yapılması gereken kurallardır (R.G. Yönetmelik, 2007).

1.7.1. Otopark Havalandırma Sistemleri

Kapalı otoparklar için tasarlanan havalandırma sistemleri iki temel ihtiyaç etrafında planlanmıştır. Bu sistemler, günlük kullanımda araçlardan egzoz gazlarını çıkarmak ve acil bir yangın durumunda insanların ve itfaiyecilerin kaçmasına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Kapalı otoparklarda mekanik havalandırma sistemleri; Taze havanın veya egzoz havasının kanallardan geçtiği "kanal sistemi", havayı itme ve çekme etkisi ile aktaran "jet fan sistemleri" olarak iki gruba ayrılır (Aydınlar vd., 2009). Şekil 6 Havalandırma Sistemleri gösterir.

1.7.1.1. Kanallı Sistemler

Egzoz bazlı kanal sistemi ile otopark hacminin saatte belirli bir oranda değiştirilmesi prensibi ile tasarlanmış havalandırma sistemidir. Egzoz deliklerinin %50'si yüksek (tavana yakın) seviyelerden ve %50'si alçak (yere yakın) seviyelerden nefes almalıdır. Genellikle rampalardan, açıklıklardan ve meydanlardan doğal olarak temiz hava alımına dayanır. Duman tahliyesi için acil durumda tek katlı otopark hacminin 10 hava değişimi sağlanmalıdır.

1.7.1.2 Jet Fanlı Sistemler

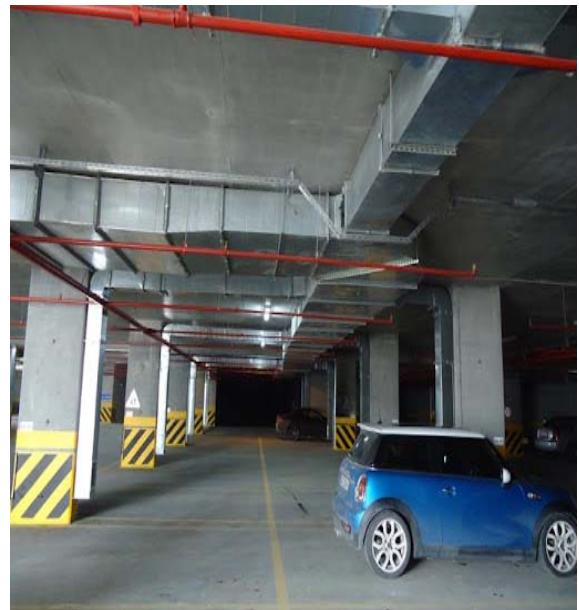
Adından da anlaşılacağı üzere jet fan sistemleri, otoparkta kanal sistemi yerine yüksek hava hızları oluşturabilen çok sayıda küçük fandan oluşmaktadır. Jet fanlar uzun süredir tünel uygulamalarında kullanılmaktadır. Fanların ağzında çok yüksek hava hızları oluşturarak önlerindeki büyük hava kütlelerini harekete geçirme prensibi ile tasarlanmıştır. Fandan çıkan yüksek hızlı hava kütlesi tüm ortamı etkileyecek ve indüksiyon etkisi ile fandan geçen havadan çok daha büyük bir hava kütlelerini harekete geçirecektir. Jet fanlar, otoparka stratejik olarak yerleştirilir ve söz konusu hava kütlesi hareketini egzoz şaftlarına iletir. Jet fanlar, otoparkta kontrollü bir şekilde istenilen rotada hava akımı oluşturur (Altunkeser, 2015).

Jet Fan Sistemleri İle Kanallı Havalandırma Sistemlerinin Karşılaştırılması :

Günlük havalandırmada jet fan sistemi ile daha kaliteli bir hava karışımı ve homojen dağılım sağlanabilir. Jet fan sisteminin çalışma bölgeleri kanallı sisteme göre çok daha esnek olduğundan ve daha küçük alanlarda devreye alınabildiğinden günlük işletmede ekonomi ve enerji tasarrufu sağlayacaktır. Kanallı sistem jet fan sistemine göre daha az çalışma malzemesi içerdiğinden ve daha basit bir kontrol gerektirdiğinden, işletme sırasındaki bakım ve komplikasyonlar daha az olacaktır. Duman tahliyesi istendiğinde her iki sistemle de başarılı tasarımlar gerçekleştirilebilir. Ancak kanallı sistem ile dumanı kontrol etmek mümkün değildir.



A



B

Şekil 6. Otopark Havalandırma Sistemleri A (Jet fan sistemi), B (Kanallı sistemi).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Bu kapsamda yapılmış en benzer çalışma Ankara Çankaya belediyesi tarafından Sıhhiye kapalı otoparkı için yaptırılan otopark içi gaz ölçüm değerlendirmesidir. Bu çalışmada; Karbondioksit, karbon monoksit, kükürt dioksit ve azot oksitler oranları belirlenmiş ve azot oksitler 0.25-0.50 ppm, 0.1-0.3 ppm kükürt dioksit ve 0.25-0.50 ppm olarak monoksit belirlenmiştir. Hazırlanan raporda sonuçların sağlık ve güvenlik önlemleri açısından belirtilen değerlerin çok altında olduğu, insan sağlığına herhangi bir risk bulunmadığı belirtilmektedir (Çankaya Belediyesi, 2013).

Atımtay vd., (2000) tarafından Ankara'da yapılan bir çalışmada trafik polislerinin karbon monoksite maruz kalışı belirlenmiştir. Dış ortamdaki CO seviyeleri ile mikro CO ölçer ile polislerin soludukları havadaki CO maruz kalışı tespit edilmiştir. 6 saatlik vardiya sureleri boyunca trafik polislerinin soludukları havadaki CO seviyelerinin oldukça değişken (0.23 ppm - 54.5 ppm) olduğu saptanmıştır.

Onat (2009) tarafından İstanbulda belirlenen AVM, Ev ve Ofislerde CO ve PM₁₀ değerleri ölçülmüş ve AVM için 14.03.2010 tarihinde yapılan ölçümlerde CO konsantrasyonu 2,79 ppm, 19.03.2010 tarihinde AVM giriş katında yapılan ölçümde PM₁₀ Konsantrasyonu 122 µg/m³ ölçülmüştür. Evlerde yapılan ölçümlerde elde edilen en yüksek değerler birinci evde PM₁₀ konsantrasyonu için 90 µg/m³ , ikinci evde CO konsantrasyonu için 2,92 ppm olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmada 18.01.2010 tarihinde ofislerde yapılan ölçümlerde en yüksek CO konsantrasyonu 10,42 ppm olarak belirlenmiştir.

Bozkurt (2009) tarafından Kocaelinde belirlenen ev, ofis ve okullarda SO₂, NO₂, O₃ gazları ve PM₁₀ için ölçümler yapılarak belirlenmiştir. Model sonucunda incelenen kirleticilerin en önemli emisyon kaynakları dış ortamlarda; toprak, fosil yakıt yakma, trafik, katı atık yakma tesisi, sanayi, yol tozu ve ikincil kirleticiler; iç ve dış ortamlarda kaynaklarının yanında, kapalı ortam aktiviteleri, mutfak ve sigara kullanımının yanı sıra; Kişisel maruziyetler ise hem dış hem de iç kaynaklar belirlenmiştir.

Kılıç (2012) Çalışmasında, otoparklar için en büyük risklerden birinin yangın olduğunu söyledi. Bu tez için yapılan risk değerlendirmeleri, otoparklardaki en büyük

risklerden birinin yangın olduğunu ortaya koymakta ve Kılıç'ın bakış açısını doğrulamaktadır.

Köseoğlu (1999) tarafından Kapalı otoparklarda yapılan doktora çalışmada CO ölçümleri yapılmış olup CO "Otopark çalışanları üzerindeki etkileri belirlenmek istenmiştir. Köseoğlu tarafından yapılan çalışmada ölçülen CO değeri maximum 5 ppm" dir. Mevcut çalışmamızda yer alan İskender paşa otoparkında ölçülen 9 ppm değeri karşılaştırma açısından oldukça dikkat çekicidir.

Vaizoğlu ve ark (2000) "İç Ortam Hava Kalitesi ve Sağlığa Etkisi" başlıklı çalışmalarında, CO₂ konsantrasyonunun dış mekanlarda 300-400 ppm, uluslararası sınır değerinin 5000 ppm olduğu ancak içeride 1000 ppm'e ulaştığında baş ağrısı, iştahsızlık gibi rahatsızlıkların olduğu belirtiliyor. Ayrıca göz, burun ve boğazda tahriş, üst solunum yollarında tahriş gibi şikayetler olduğunu bildirmişlerdir.

Tatlı (2011), yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, iç ortam hava örnekleri iki alışveriş merkezleri, bir anaokulu ve bir evin dahil edildiği farklı yerlerde ölçüm yapılarak toplanmıştır. Karbondioksit (CO₂), bağıl nem (RH), sıcaklık (°C), partikül madde (PM) ve bioaerosol konsantrasyon gibi iç ortam hava kalitesi parametreleri bu çalışmada ele alınmıştır. Bakteriyel ve fungal cinsleri, PCR tipli cihaz kullanılarak tespit edilmiştir. Üç cins mantarlar (*Stachybotrys chartarum*, *Aspergillus versicolor* ve *Cladosporium Spp*) ve iki cins bakteri (*Luteus micrococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*) tipi belirlenerek bunların toplam sayıları ve konsantrasyon dalgalanmaları açısından değerlendirilmesi için seçilmişlerdir. Çalışmada istatistiksel olarak korelasyon testleri yapılmıştır. Bu çalışmada tüm ölçüm sonuç değerleri ve değişkenler ele alınmıştır. PCR cihazı ile ancak bir cins bakteriyel bulunmuştur. Mantarlar toplanan kapalı bioaerosol örnekleri ile tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları bioaerosol fiziksel aktiviteleri nedeniyle artış olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca bazı binalar, yolcuların sağlık ve verimlilik üzerinde olumsuz bir etkisi olan bir düşük iç hava kalitesinin varlığına da değinilmiştir.

Onat ve diğerleri (2011), tarafından hazırlanan, İstanbul'da farklı bina içi ortamlarda PM_{2.5}, CO konsantrasyonları ve partikül sayısının belirlenmesi adlı bildirimlerinde, Aralık 2009 – Mart 2010 döneminde İstanbul'da ev, ofis ve alışveriş merkezi gibi farklı iç ortamlarda PM_{2.5} ve CO konsantrasyonları belirlenmiştir. Günlük aktivitelerin partikül boyutuna etkisini belirleyebilmek amacı ile iç ortamda 0.3–10 µm

arasında 5 farklı boyutta partikül sayımı yapılmıştır. PM_{2.5} konsantrasyonları mekanların iç ve dış ortamlarında eş zamanlı olarak ölçülmüş, iç ortamda sıcaklık ve nem parametreleri de ölçümler boyunca kaydedilmiştir. Evlerin konumunun ve evde yaşayan kişi sayısının kirletici miktarlarını etkilediği görülmüştür. PM_{2.5} konsantrasyonları evlerde 32–57 µg/m³, evlerin dış ortamında 67–98 µg/m³ arasında bulunmuştur. Evde yemek pişirme gibi aktiviteler sırasında ince partikül sayısının arttığı tespit edilmiştir. PM_{2.5} konsantrasyonları alışveriş merkezinde hafta içi 45 µg/m³, hafta sonu 85µg/m³, ofislerde 22–105 µg/m³ arasında bulunmuştur. CO konsantrasyonlarının ise tüm ortamlarda 1,6–9,5 ppm arasında değer aldığı tespit edilmiştir.

Bulut ve diğerleri (2008), çalışmalarında toz bulutlarının oluşum nedenleri, bölgenin meteorolojik, meteomorfolojik, jeolojik ve pedolojik özellikleri açısından tartışılarak, toz bulutlarının dış ve iç ortam hava kalitesine olan etkileri Şanlıurfa ili için araştırılmışlardır. Toz bulutunun hakim olduğu günler ve normal günler için dış ve iç ortam havasındaki değişik çaplardaki partikül madde miktarları ölçülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Toz bulutlarının dış ve iç ortam hava kalitesini önemli oranda etkilediği saptanmıştır. Toz bulutlarına karşı alınacak önlemler için bazı öneriler de çalışmalarında ayrıca belirtilmiştir.

2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Glorennec vd., (2008) yaptıkları çalışmada egzoz emisyonlarından kaynaklanan 39 kimyasalın kapalı otoparklarda çalışan çalışanlar için bir risk kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir. Glorennec ve ark. bu çalışma için ölçümleri yenilememiştir, ancak 2006 yılında Paris'teki dört otoparkta gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları kullanılmıştır.

Glorennec ve ark. (2008) ve Samal ve ark. (2013) NO₂ değerlerinin sınır değerlere yakın olduğunu ve bazen sınır değerleri aştığını belirlemiştir. Samal ve meslektaşları, otoparktaki sıcaklık düştükçe NO₂ değerlerinin düştüğünü gözlemledi. Glorennec ve ark. Öte yandan dizel motorlu araçların benzinli araçlara göre daha az NO₂ yaydığını belirtmişlerdir.

Chaloulakou ve ark., 2002 yılında Atina'da 6 otoparkta yaptıkları ölçümlerde, otoparktaki CO değerlerinin, otopark dışındaki değerlerden 5 kat daha fazla olduğunu ve otoparktaki havalandırma koşullarının sağlandığını belirtmişlerdir.

Samal vd., 2013 yılında İngiltere'de 13 katlı bir otoparkta çeşitli zamanlarda ölçüldüğünde CO değerlerinin 12 ile 164 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Dünya Sağlık Örgütü'nden alınan CO₂ sırasıyla 10, 30 ve 100 ppm ve ölçülen değerler çok yüksektir. Bunun nedeni, otoparktaki araç yoğunluğunun yüksek olması ve yetersiz havalandırmadır.

Kim ve ark. (2007) doğu Baltimore, MD'de hafta içi ve hafta sonları kentsel bir otoparkta karbon monoksit (CO) ve partikül bağlı polisiklik aromatik hidrokarbonları (pahlar) araştırmıştır. CO ve PAH, sırasıyla (L15 CO Maruz Kalma Monitörü) ve (PAS2000 Monitörü) ile ölçülmüştür. Hafta içi ve hafta sonu ortalama CO konsantrasyonları 3,3 mg/Nm³ ve 1,5 mg/Nm³ idi ve ortalama PAH 19 ng/Nm³ ve 2,6 ng/Nm³ belirlenmiştir.

Fondelli ve ark. (2008), İtalya'nın Floransa kentinde otobüs ve taksi gibi işe gidip gelen araçların içindeki kentsel parçacık konsantrasyonu değerlendirilmiştir. Sekiz iş günü boyunca dört dizel motorlu otobüs ve dört taksi içinde 4 Lpm akış hızına sahip taşınabilir bir parçacık örnekleyici (pDR 1200) kullanılmıştır. Ortalama PM_{2.5} konsantrasyonları otobüs ve taksilerde sırasıyla 32 µg/Nm³ ve 20 µg/Nm³ olarak gerçekleşti. Araçların içindeki PM_{2.5} kütle konsantrasyonlarının, izleme istasyonlarında ölçülen PM_{2.5} konsantrasyonlarının kentsel ortam havasıyla iyi ilişkili olduğunu bulmuşlar.

Hess ve ark. (2010), otobüs duraklarının yolcu barınaklarında 2.5 µm partikül maddeyi araştırmıştır. Aynı anda partikül madde konsantrasyonlarını ölçmek için 1,7 l/dk akış hızına sahip iki model 8520 DustTrak Aerosol monitör cihazı kullanılmışlar. Bir otobüs durağının içindeki ve dışındaki ortalama PM_{2.5} konsantrasyonlarının 17.24 µg/Nm³ ve 14.72 µg/Nm³ olduğunu buldular. İçerideki PM konsantrasyonları, sigara dumanının varlığı nedeniyle dışarıdaki bir otobüs durağının maruz kaldığından daha yüksektir.

Weingartner ve ark. (1997), her tüpte trafik akışının sadece bir yönü ile ayrı tüplere bölünmüş 3.25 km uzunluğunda bir yol tüneline aerosol emisyon ölçümü gerçekleştirmiştir. Ölçümler, cumartesi ve pazar günleri olmak üzere iş günlerinde iki test istasyonunda eş zamanlı olarak yapıldı. İlk istasyon tünel girişinden yaklaşık 100 m

sonra, ikincisi ise tünel çıkışından 100 m önce yer almaktadır. Parçacık kütle konsantrasyonları (PM_3), 3 l/dk akış hızına sahip mikro denge (TEOM) cihazlarını salınan iki konik elemanla ölçülmüştür. Giriş ve çıkış test istasyonlarından ortalama PM konsantrasyonları iş günleri için $25 \mu g/Nm^3$ ve $201.6 \mu g/Nm^3$, Cumartesi günü için $12.8 \mu g/Nm^3$ ve $70.9 \mu g/Nm^3$, Pazar günü için $10.9 \mu g/Nm^3$ ve $52.7 \mu g/Nm^3$ olarak belirlendi. Her durumda çıkış test noktasındaki partikül kütle emisyonlarının, iş günleri için giriş konsantrasyonundan 8 kat, cumartesi günleri için 6 kez ve pazar günleri için 5 kez daha yüksek konsantrasyonlar verdiği gözlenmektedir.

Rim (2009), tarafından insanların iç ortam hava kirleticilere maruz kalmalarının değerlendirilmesi adlı doktora tez çalışmasında, ticari ya da meskun mahallerde iç hava akışına, kaynak özelliklerine ve oturanların aktivitelerine bağlı olarak gaz ve partiküllere kişisel olarak nasıl maruz kalındığını araştırmak olduğu, çalışmasında sayısal akışkanlar dinamiğiyle bağlantılı deneysel ölçümler kullanarak hava akışı ve kirleticilerin yer değiştirmesini incelendiği, solumanın bir apartman sakininin solunum alanındaki hava akışı üzerinde ölçülebilir bir etkisi var olduğunu ancak apartman sakininin termal hava dumanı üzerinde çok küçük etkilerinin olduğu, sonuç olarak kaynağın konumuna ve partikül maddenin büyüklüğüne göre etki değişiklik gösterdiği ve nefes almanın solunan partikül maddenin yoğunluğunu da önemli ölçüde etkileyebileceği bu çalışmada saptamıştır. Sonuçlardan yararlanılarak iri parçacıklı kirleticilere maruz kalmanın bir göstergesi olarak havalandırma etkisinin yararı, parçacık büyüklüğüne bağlıdır. Büyük parçacıklar için kaynak yeri ve kirletici kaynağının çevresindeki hava akımı maruz kalma için önemli faktörlerken, küçük parçacıklar için havalandırma etkililiğinin artırılması apartman sakinlerinin kirleticilere maruz kalmalarında bir azalma sağladığı da belirlenmiştir.

Hui (2009), tarafından subtropikal iklimlerdeki klimalı ofislerde iç ortam hava kalitesinin gözlenmesi ve değerlendirilmesi protokolü adlı doktora çalışmasında, iyi bir iç ortam hava kalitesi (İHK) sağlamak, bir ortamın rahatlığı ve sağlığı konusundaki insani ihtiyaçları karşılamayı amaçlaması gerektiğini, çalışmanın amaçları subtropikal iklimlerdeki klimalı ofisler için daha iyi bir iç ortam hava kalitesi sağlamak adına uygulanabilir bir iç hava kalitesi gözleme, değerlendirme ve geliştirmek olduğu, bu protokol örneklendirme zamanları ve yerlerine ilişkin kabul edilebilir değerlendirme belirsizliklerinde değişik bir grup örneklemden alınan temsili kirletici seviyelerini

kullanan basit bir değerlendirme deneyi ile iç ortam hava kalitesi değerlendirme sonuçlarını görmeyi sağlamıştır. Protokolün gelişimi ve geçerliliği Hong Kong'taki klimalı ofislerde uzun vadeli bir ölçümden elde edilen ortak iç hava değişkenleri üzerindeki kapsamlı kesitsel deneyler kullanılarak ispatlanmaya çalışıldığı, değerlendirme değişkenlerinin seçimine ilişkin olarak yetersiz iç ortam hava kalitesinin baskın katkı sağlayıcılarının az sayıda bir miktarını belirleyerek ya da iç hava kalitesi kontrolünün performansı için karara varılmış belirleyici üç değişken ile temsili değişkenler seçmenin azaltılmış ölçüm çabaları ile kabul edilebilir bir uyum sağlayabildiği görülmüştür. Ölçüm sonuçları kullanılarak analizlerin seçilen temsili bir değişken için önerilen plan tarafından istenen ölçüm süresi %30'a kadar azaltılmakta ayrıca örneklem noktalarının sayısını %50 azaltmak aynı güvenilirlik seviyesindeki örnek uzamsal ortalama yoğunluk elde etme ihtimalini yalnızca %10 oranında azaltmaktadır. İç ortam hava kalitesi kabulünü ve bölgesel görüntülemeyi değerlendirmek adına bugünkü anlayışı geliştirebilmek için önceki bilgileri ve değerlendirme uygunluklarını kullanan epistemik yaklaşım ile uygunluk geçerliğini geliştirme ve örneklerin uygulanmasında karşılaşılan teknik sorunlar gösterilmiştir. Son olarak, Hong Kong'un klimalı ofisleri için karşılaştırma değişkeni olarak temsil gücü yüksek göstergelerden seçilen basit bir iç hava kalitesi dizini kullanıldığı, geniş ölçüde kabul görmüş yıldız dereceleme siteminde bulunan karşılaştırma sisteminin iç hava kalitesinin nispi performansını azaltmada etkili olduğunun tespit edilmiştir.

Metzger (2009), tarafından termal rahatlık, hava kalitesi ve enerji verimliliğinin tümünden gelişimi için kişisel havalandırma tasarımı ve optimizasyonu adlı yüksek lisans tez çalışmasında, kişisel havalandırma sistemlerinin en iyi ölçüm yapma koşullarını tam olarak saptayabilen basit ve tekrarlayan CFD tabanlı bir yöntemi sunmak olduğu, önceki çalışmaların aksine, PV sisteminin en iyi performansı çeşitli ölçüm özelliklerinin (hava besleme hızı, PV akış hızı, PV sıcaklığı, PV'nin yüzeye olan uzaklığı, türbülans yoğunluğu, bağıl nem, merkezi sistem akış hızı, merkezi sistem sıcaklığı, merkezi sistem türü ve PV açık/kapalı ölçümü) üç kritik performans faktörü üzerindeki etkilerini kapsamakta olduğu, Bu yöntem PV sistemlerinin daha ulaşılabilir ve kapsamlı ölçüm sonuçlarını tahmin edebilmekte olduğu belirtilmiştir. Sıcaklık, merkezi akış hızı ve PV akış hızının termal rahatlık, iç hava kalitesi ve enerji açısından beklenen performansı etkileyen en önemli faktörler olduğu bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Konya ili Meram, Karatay ve Selçuklu ilçelerinin resmi otoparklarında. Bu ilçeler trafik yoğunluğunun olması ve şehir merkezinde olması nedeniyle belirlenmiştir. Çalışma kapsamında partikül madde, CO, CO₂, sıcaklık ve bağıl nem ocak ve şubat 2020 tarihleri arasında günler yoğun saatlerinde otoparklardaki ölçme işleminin yapılmıştır. 13:30-18:00 saatleri arasında İplekçi katlı otoparkı ve Zindankale katlı otoparkı ölçümler yapılmış, 09:00-18:30 saatleri arasında Osmanlı katlı otoparkı ve Mevlana katlı otoparkında ölçümler yapılmıştır. Buna ek olarak, çok katlı Zafer-Konevi otoparkında 09:00-13:00 saatleri arasında ölçümleri yapılmıştır. Bu kirleticilerin iç ortam malzemelerinin yanı sıra dış kaynaklardan da olabileceği göz önüne alındığında, bu durum iş günlerinde koşullar izlenerek ve otoparklarda ölçümler yapılarak doğrulanmıştır. Çalışma alanındaki otoparklarda tüm katlarında ve giriş-çıkışında noktalar seçilmiştir. Ölçümlerde her 0-60 sn periyodunda örneklem alınmıştır, her noktada partikül maddeler, CO₂, CO, Sıcaklık ve Bağıl nem oranı ölçüm yapılması sağlanmıştır. Çalışmada partikül maddeler ölçüm amacıyla CEM DT-9880 model cihazı kullanılmıştır. Ayrıca CO, CO₂, Nem ve sıcaklık IAQ-CALC marka 7575 model cihazı ile tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye standartlarıyla karşılaştırmaları yapılacaktır.

3.1. Araştırma Bölgesinin Tanıtılması

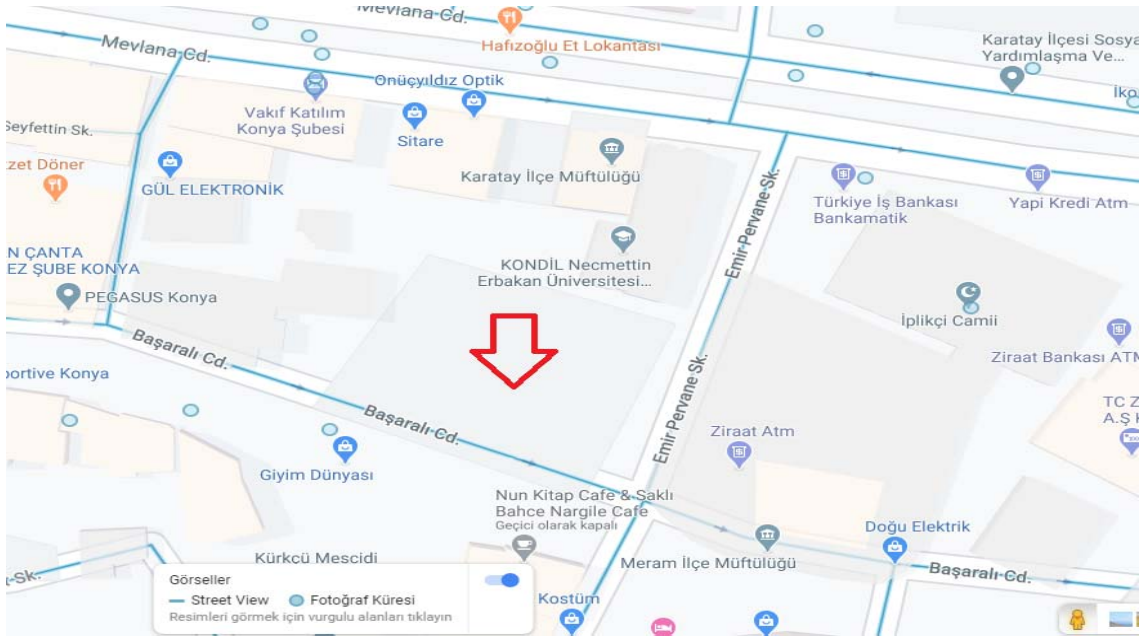
Bu çalışmada toplam beş farklı kapalı otopark ölçüm yapılmıştır tablo 4'te verilmiştir. 2020 yılından itibaren ilk kısmi tarihlerde gerçekleştirilen ölçümlerde PM_{2.5}, PM₁₀ CO ve CO₂ yanı sıra da nem ve sıcaklık parametreleri tespit edilmiştir.

Tablo 4. Konya şehrinde de çekilen otoparklar

OTOPARKLAR	ALAN (m ²)	Kat sayısı	Arac Sayısı
İplikçi Katlı Otoparkı (A)	1.781	2	400
Zindankale Katlı Otoparkı (B)	19.101	7	669
Zafer-Konevi Katlı Otoparkı (C)	12.015	4	300
Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı (D)	23.600	2	1000
Mevlana Katlı Otoparkı (E)	5.575	2	333

3.1.1 İplikçi Katlı Otoparkı

Meram ilçesinde (Konya merkezi) bulunan bir otoparktır. 1.781 m² alanı ve yaklaşık 400 araçlık kapasitesi bir otoparktır. Eski yapılıdır bir otoparkıdır. Otoparkın havalandırma sistemi kanallı havalandırmadır. Havalandırma sistemi vardır fakat eski yapısından dolayı tamiri sağlanamamış ve havalandırma sistemi çalışmamaktadır. Otoparkta oto yıkama mevcuttur. Otoparkta çok fazla kolon olduğu görülmüştür. Nedeni ise daha önce yapılması planlanan yüksek katlı bina olduğu ancak sonradan vazgeçildiğini ve kazımı yapılan yerin otopark olarak kalmasına karar verildiği öğrenilmiştir.



Şekil 7. İplikçi Katlı Otoparkı

3.1.2 Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı

Şehir merkezinde önemli noktalarda katlı otoparkları hayata geçiren Konya Büyükşehir Belediyesi'nin Tarihi Osmanlı Buğday Pazarı projesi kapsamında hizmete sunduğu yaklaşık bin araçlık yeraltı katlı otoparkı yapmıştır. Bu otoparkı 23.600 m² alana ve yaklaşık 1000 araçlık kapasitesine sahiptir. Otopark 16 Nisan 2018 tarihinde hizmete açılmıştır. Otoparkta oto yıkama mevcut değildir. Her kolonda havalandırma mevcuttur.



Şekil 8. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı

3.1.3 Mevlana Katlı Otoparkı

Mevlana Katlı Otoparkı, karatay belediyesi aittir Mevlana Meydanı 'nda bulunan 5.575 m² alanı ve 333 araç kapasiteli bir otoparktır. otoparkın üstüne alışveriş dükkânları mevcuttur. Otoparkın yapımı çok eskidir bu sebeple havalandırmalar tamiri sağlanamamaktadır. Ayrıca karot sonuçlarıyla yapılan deprem tahkiki sonucunda binanın 30.08.2020 tarihinde yıkımına Belediye tarafından karar verilmiştir.



Şekil 9. Mevlana Katlı Otoparkı

3.1.4 Zindankale Katlı Otopark'ı

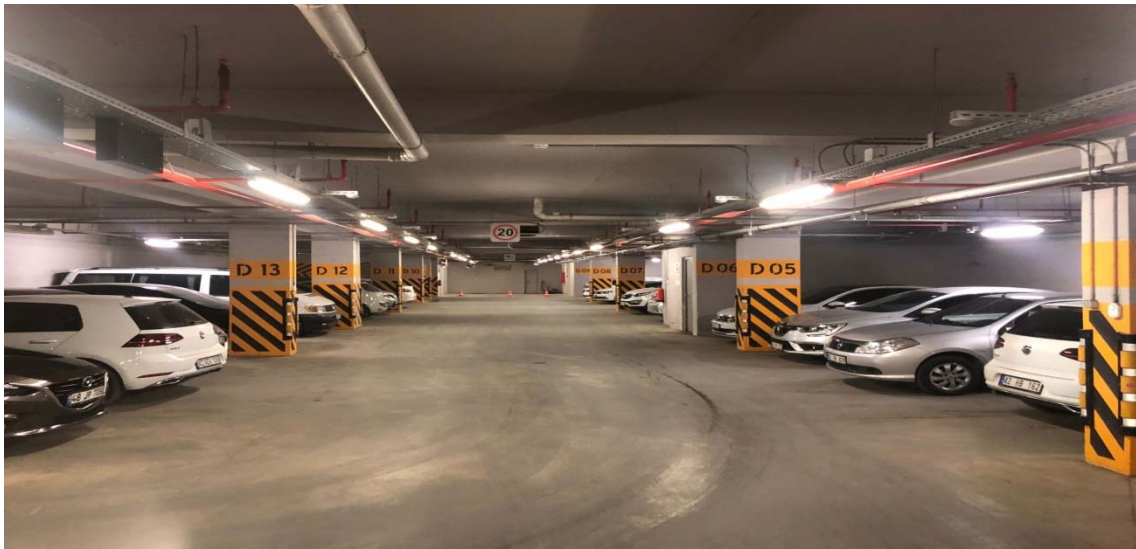
Zindankale Katlı Otopark'ı 669 araç kapasitesine sahiptir. Toplam 19.101 m² alana sahiptir. Bu otoparkı yarı kapalıdır; açık katlarda doğal havalandırma kullanılmaktadır ayrıca, kapalı katlarda kanallı havalandırma sistemi mevcuttur. Kapalı otoparkta oto yıkama da mevcuttur (ULR 2).



Şekil 10. Zindankale Katlı Otoparkı

3.1.5 Konevi Kent Meydanı ve Katlı Otoparkı

Kazım Karabekir Caddesi ile Milli Eğitim Müdürlüğü arasındaki bölge, şehrin yeni çekim merkezlerinden biridir. sürdürülen “Konevi Kent Meydanı ve Katlı Otoparkı”nın bölgede yaşanan park sorununu çözmüştür. Proje kapsamında 12.000 m²'lik alana sahiptir yer altına 300 araçlık, 3 katlı otopark yapılmıştır. Üst tarafın da kafeteryaları, çocuk oyun alanları ve oturma gruplarıyla meydan olarak hizmet vermektedir. Otopark havalandırması, havadaki CO oranına bağlanmıştır, bu nedenle oran yükseldiğinde havalandırma devreye girmektedir. Otoparkta oto yıkama mevcut değildir.



Şekil 11. Konevi Kent Meydanı ve Katlı Otoparkı

3.2 Ölçüm Cihazlarının Özellikleri

3.2.1 Partikül Madde Ölçümleri için Kullanılan Cihazı

Partikül madde ölçümünde CEM DT-9880 model cihaz kullanılmıştır . Bu cihaz, havada asılı partikül konsantrasyonunu belirlemek için yapılandırılmıştır. Bu cihaz, temiz odalar, iç ortam hava kalitesi, egzoz, tütün veya sigara dumanı ve diğer zararlı hava kirleticilerine maruz kalma ve havadaki toz seviyelerinin izlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. DT-9880 sayacı ile altı farklı parçacık boyutu (0.3, 0.5, 1, 2.5, 5, 10) µm toplanabilir ayrıca sayma çeşitleri (birikimli, diferansiyel, yoğunlaşma) sağlanır . EK olarak , bu cihaz sıcaklık ve bağıl nemi ölçmek için sensörlere sahiptir ve uygulanan kamera ölçülen verileri resimlerle veya videolarla bağlantı kurmaya izin

verir gelişmiş özelliklere sahip olduğunu göstermektedir . Şekil 12 CEM DT-9880 model cihazı gösterilmiştir.



Şekil 12. CEM DT-9880 model cihazı

3.2.2 Karbondioksit ve Karbonmonoksit Ölçümlerinde Kullanılan Cihazı

Karbondioksit ve karbonmonoksit ölçümlerinde IAQ-CALC marka 7575 model cihazı kullanılmıştır. IAQ-CALC hava hızı ölçer, birden çok sensörlü tek bir prob kullanarak birkaç ventilasyon parametresini aynı anda ölçer ve kaydeder. Doğru hava hızı ölçümleri, Birden çok ölçüm noktasının kolay kaydı, Önemli istatistikleri hesaplar (ortalama, maksimum , minimum ve değerler) , örnek sayısını kaydeder (26,900 numuneden fazla) , Akış hızı otomatik olarak hesaplanır, Nem ölçümü hesaplanır . Bu modelde teleskopik düz prob bulunur . HVAC sistem performansını, devreye alma, tesis bakımı, kritik ortam sertifikasyonu ve kanal geçişlerini optimize etmek için idealdir. Şekil 13 IAQ-CALC marka 7575 model cihazı gösterilmiştir.



Şekil 13. IAQ-CALC marka 7575 model cihaz

4. BULGULAR

Çalışmada CO, CO₂, partikül maddeler, sıcaklık ve nem cihazı ile ölçülmüştür. Tablo 5'te tüm otoparkta gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen veriler kullanılarak CO, CO₂, partikül maddeler, sıcaklık ve nem değerleri değişimi gösterilmektedir.

Tablo 5. Tüm Otoparklardaki PM, CO, CO₂, nem ve sıcaklık ölçüm sonuçları değerlendirilmesi

Otopark		Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma
A	PM _{2.5}	2603	4228,34	7697	1742,51
	PM ₁₀	164	423,34	1085	300,97
	CO	1,30	3,05	5,90	1,61
	CO ₂	463	593,31	984	128,06
	Nem	47,10	56,81	67	3,81
	Sıcaklık	8,70	9,55	11,90	0,54
B	PM _{2.5}	1097	3024,00	4282	741,76
	PM ₁₀	47	205,57	389	148,82
	CO	0,20	0,86	2,60	82,73
	CO ₂	372	499,40	619	1,21
	NEM	40,20	46,40	20,10	2,51
	Sıcaklık	8,20	9,23	10,2	0,60
C	PM _{2.5}	504	1028	2038	458,30
	PM ₁₀	30	168,16	375	99,61
	CO	0,30	1,49	2,70	97,46
	CO ₂	310	462,84	802	0,56
	NEM	35,50	39,06	52,90	4,13
	Sıcaklık	5,10	12,04	15,30	2,41
D	PM _{2.5}	686	1402,78	5099	1009,18
	PM ₁₀	17	159,35	674	175,02
	CO	0,20	1,46	3,70	91,74
	CO ₂	56	399,07	502	1,09
	NEM	38	57,47	85,60	4,84
	Sıcaklık	7	7,75	10	0,63
E	PM _{2.5}	1135	1862,39	5633	965,88
	PM ₁₀	106	278,08	643	186,28
	CO	0,20	3,36	13,60	4,11
	CO ₂	381	594,11	1523	227,82
	NEM	37,20	51,46	77,4	6,17
	Sıcaklık	6,80	9,51	26,50	3,27

Otoparklar içinde ortalama CO en yüksek 3,36 ppm olarak Mevlana katlı Otoparkında, ölçülen maksimum değer 13,6 ppm olarak yine aynı otoparkta ölçülürken, ölçülen

minimum değer ise 0,2 ppm ile Zafer-Konevi Katlı Otoparkı, Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı ve Mevlana katlı Otoparkında ölçülmüştür.

Otoparklar içinde ortalama CO₂ en yüksek konsantrasyon İplikçi Katlı Otoparkı ve Mevlana katlı Otoparkında 593,31 ve 594,11 ppm sırasıyla tespit edilmiştir, ölçülen maksimum değer 1523 ppm Mevlana katlı Otoparkında, ölçülen minimum değer ise 56 ppm ile Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında ölçülmüştür.

Otoparklar içinde ortalama nem en yüksek %57,47 olarak Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında ölçülen maksimum değer %85,6 ile yine aynı otoparkta, ölçülen minimum değer ise %35,5 ile Zindankale Katlı Otoparkında ölçülmüştür.

Otoparklar içinde ortalama sıcaklık en yüksek 12,04 °C, ölçülen maksimum değer 15,30 °C ve ölçülen minimum değer 5,10 °C olarak Zindankale Katlı Otoparkında bulunmuştur.

Otoparklar içinde ortalama PM_{2.5} en yüksek 4228,34 $\frac{\mu g}{m^3}$ olarak İplikçi Katlı Otoparkında, ölçülen Maksimum değer 7697 $\frac{\mu g}{m^3}$ ile yine aynı otoparkta, ölçülen minimum değer ise 405 $\frac{\mu g}{m^3}$ ile olarak Zindankale Katlı Otoparkında bulunmuştur.

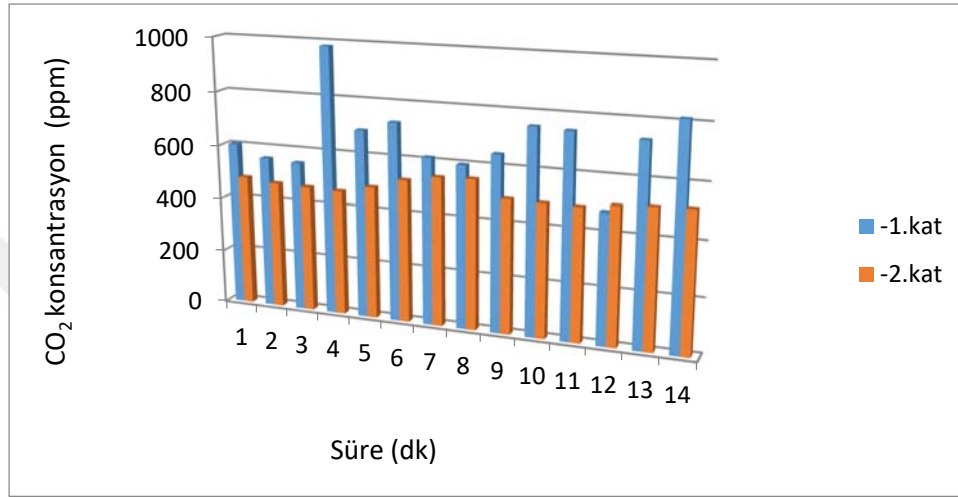
Otoparklar içinde ortalama PM₁₀ en yüksek 423,34 $\frac{\mu g}{m^3}$ olarak İplikçi Katlı Otoparkında, ölçülen maksimum değer 1085 $\frac{\mu g}{m^3}$ ile yine aynı otoparkta, ölçülen minimum değer ise 17 $\frac{\mu g}{m^3}$ ile Osmanlı Buğday Pazarı Katlı otoparkında tespit edilmiştir.

4.1 Otoparkların İç Ortam Hava Kirleticileri Yönünde Değerlendirilmesi

4.1.1 Karbon dioksit (CO₂)

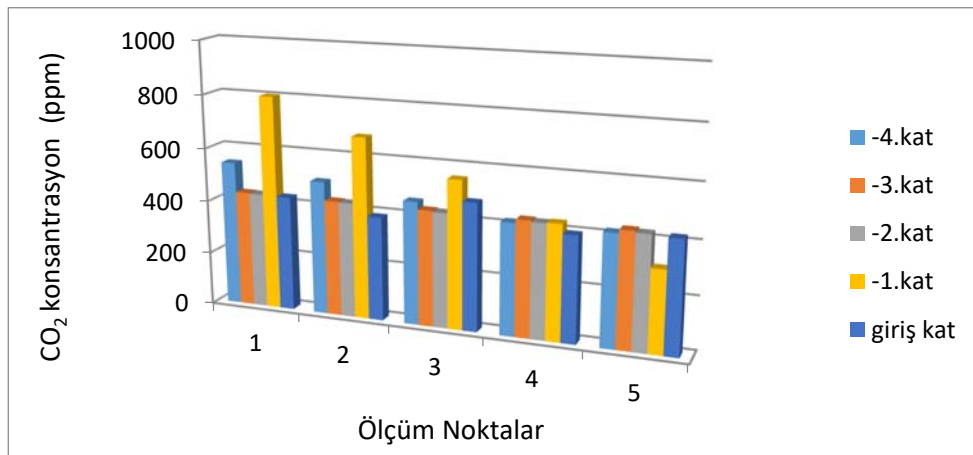
Karbon dioksit (CO₂) kapalı ortamlarda otoparklar gibi, yanma ürünlerinde oluşmakla beraber, dış ortamdan da iç ortama girebilmektedir. Ayrıca, kapalı otoparklardaki araç sayısının artmasıyla beraber, CO₂ emesyonu artmakta, bu durumda iç ortamın havasında salınan CO₂ konsantrasyonunun artırır ve özellikle havalandırma yeter olmemesi durumunda ortamda zaman ile birikip daha yüksek seviyelere ulaşılmasına neden olmaktadır (Apte M.G,2000).

Otoparklarda yapılmış ölçümler CO₂ konsantrasyonu değişim grafikleri aşağıdaki şekillerde görülmektedir. Şekil 14'te İplikçi Katlı Otoparkı için CO₂ ölçüm sonuçları verilmektedir. Ölçüm 02.02.2020 tarihinde yapılmıştır. CO₂ konsantrasyonu saat 14:00-15:15 arasında arttığı görülmektedir. En yüksek konsantrasyon 4. Noktada 984 ppm değerinde ölçülmüştür. Çünkü ölçüm sırasında özellikle bu saatte bazı araçlar otoparktan ayırlamaya başlamıştır.

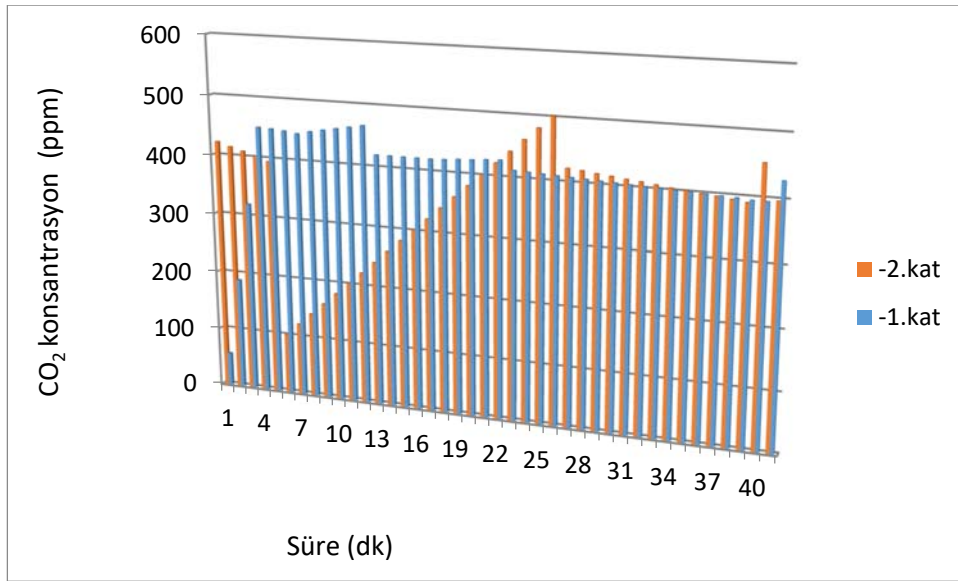


Şekil 14. İplikçi Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi

Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı ve Zafer-Konevi Katlı Otoparkında ölçülen CO₂ değerleri tüm katlarda 390 – 550 ppm arasında tespit edilmiştir. Havalandırma verimi dolayısıyla konsantrasyonlar stabil bulunmuştur. Fakat Zafer-Konevi Katlı Otoparkında en yüksek değer 802 ppm olarak, eksi bir katında ölçülmüştür bunun sebebi gelen giden arabalar düşünülmektedir. Şekil 15 ve 16 Otoparklarda CO₂ değerlerinin değişimi göstermektedir.

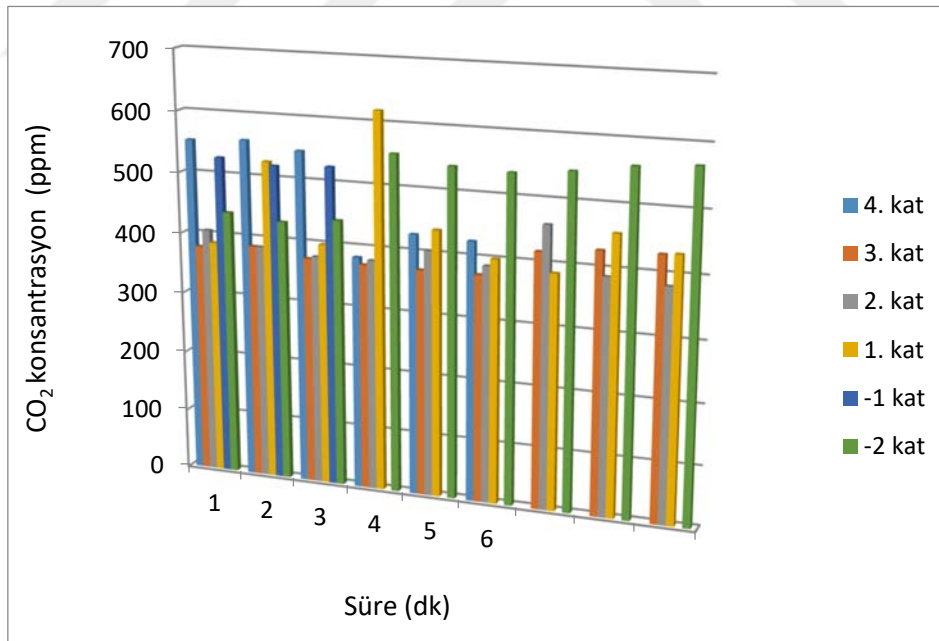


Şekil 15. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 16. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi

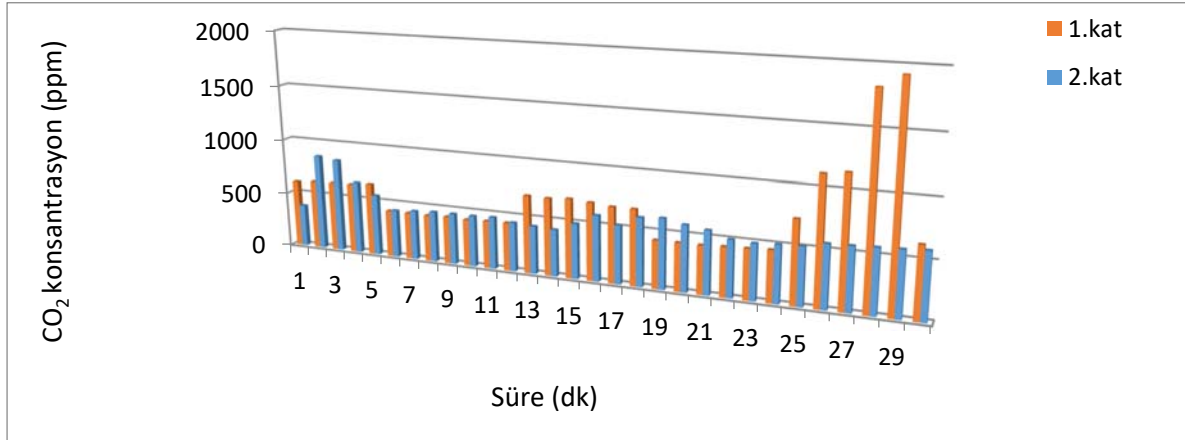
Zindankale yarı kapalı bir otopark olduğu için açık katlarda (2., 3. ve 4.) diğer katlardan daha düşük bir CO₂ konsantrasyonuna sahiptir. otoparkındaki CO₂ sonuçları Şekil 17'da yer almaktadır.



Şekil 17. Zindankale Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi

Şekil 18 Mevlana otoparkında CO₂ değerlerini değişmesi gösterir. Mevlana otoparkı yapımı eski sebebiyle havalandırma sistemi tamiri zordur ve verimi düşükmüştür bu

yüzden CO₂ konsantrasyonu yüksektir 450-700 ppm arasındadır. Ayrıca, bazı noktalarda 1000'den ppm seviyesi aşmıştır.



Şekil 18. Mevlana Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi

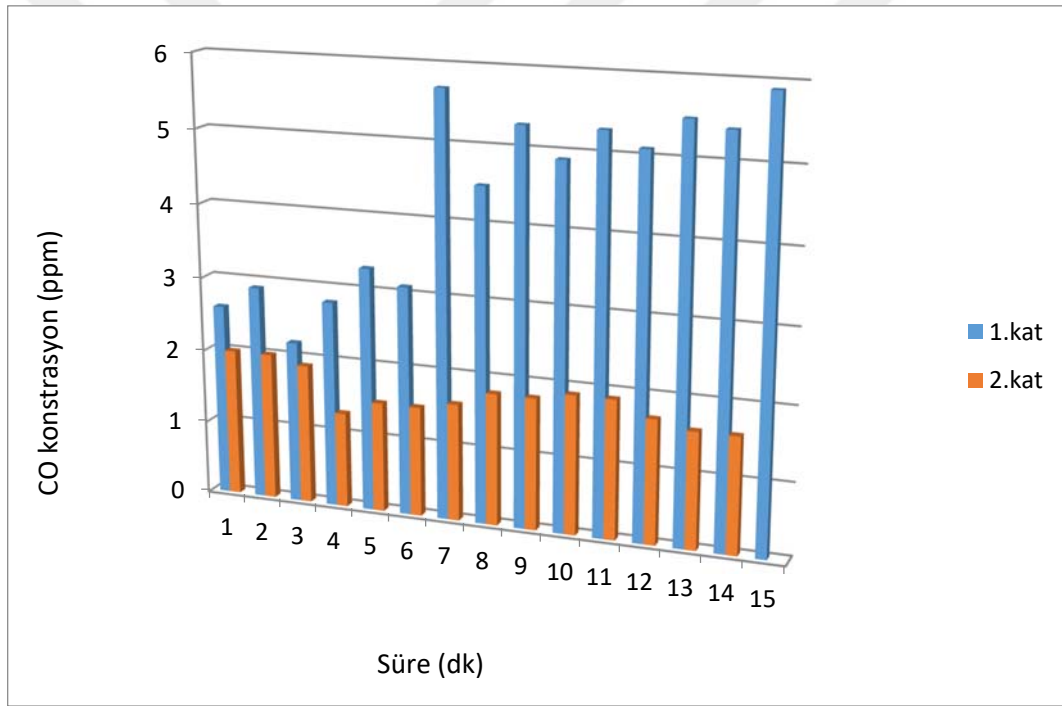
Tablo 6'da ölçüm yapılan her bir otoparktan elde edilen CO₂ değerlerinin minimum, ortalama, maksimum ve standart sapma değerleri verilmektedir.

Tablo 6. Otoparklarda ölçülen CO₂ (ppm) değerleri

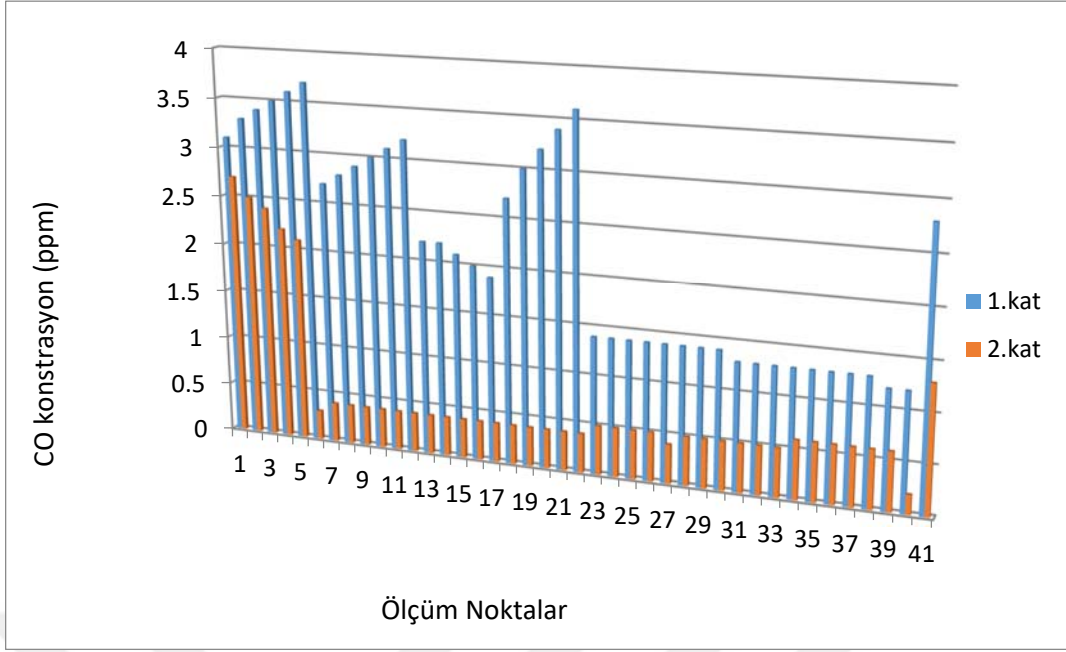
Otopark	Kat	Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma
A	-1	478	680,13	984	123,86
	-2	463	500,28	552	27,98
B	4	383	482,33	558	78,74
	3	372	392,33	430	25,32
	2	378	397	461	25,94
	1	386	499,11	619	77,56
	-1	520	524	527	3,60
	-2	430	512,33	567	58,04
C	-4	420	469,2	543	53,45
	-3	434	434	434	0,00
	-2	428	430,8	433	1,92
	-1	310	556	802	194,48
	giriş	390	424,2	479	35,02
D	-1	56	403,87	466	103,61
	-2	102	354,26	502	71,04
E	-1	113	190,73	643	120,26
	-2	381	537,87	862	109,03

4.1.2 Karbon Monoksit

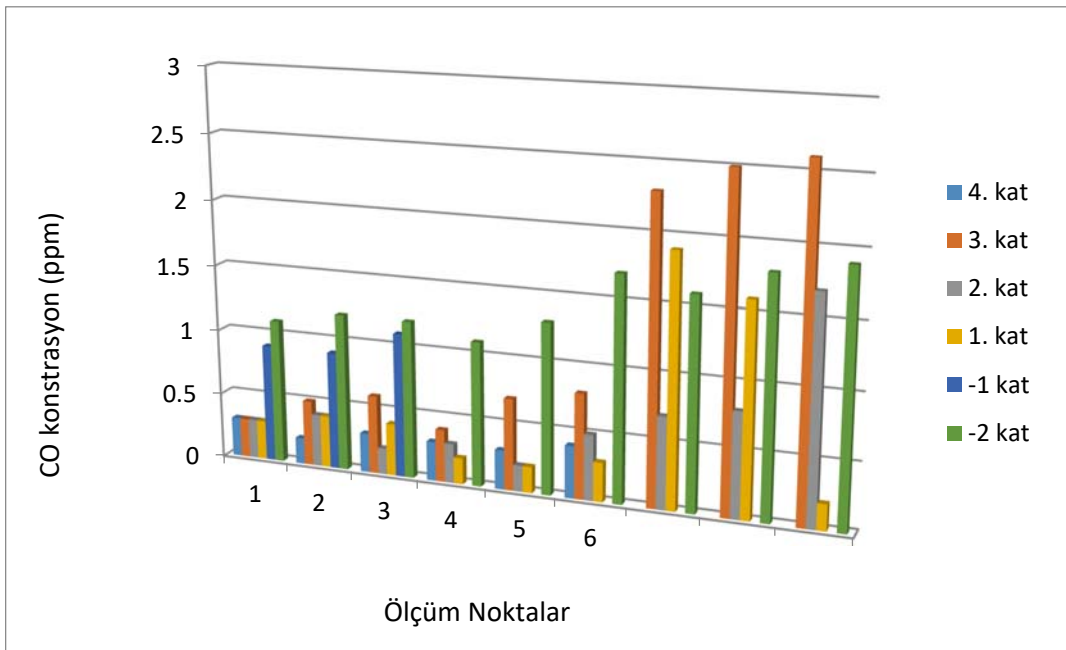
Otoparkta CO konsantrasyonu aracın sayısına ve yoğunluğuna bağlı olarak kapalı ortamlarda artış göstermektedir. Yapılmış ölçümleri CO₂ durumunda benzerdir, havalandırmasız CO değerinin zaman ile yükselendirir; havalandırma verimi ve yeterli hava akışı artığında zaman CO değeri azalır tespit edilmiştir. Şekiller 19-23 de otoparklarda ölçüm sonucunda bulunan CO değerlerinin zaman ile değişim grafiği verilmektedir. Ayrıca, tablo 7’de ölçüm yapılan her bir otoparktan elde edilen CO değerlerinin ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri verilmektedir.



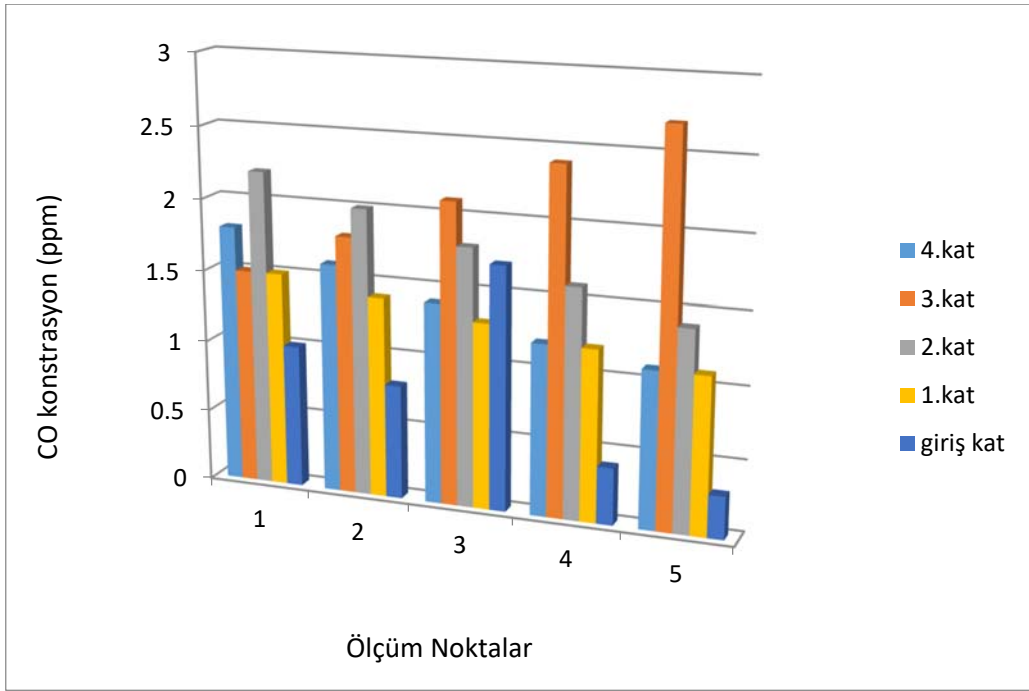
Şekil 19. İplikçi Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi



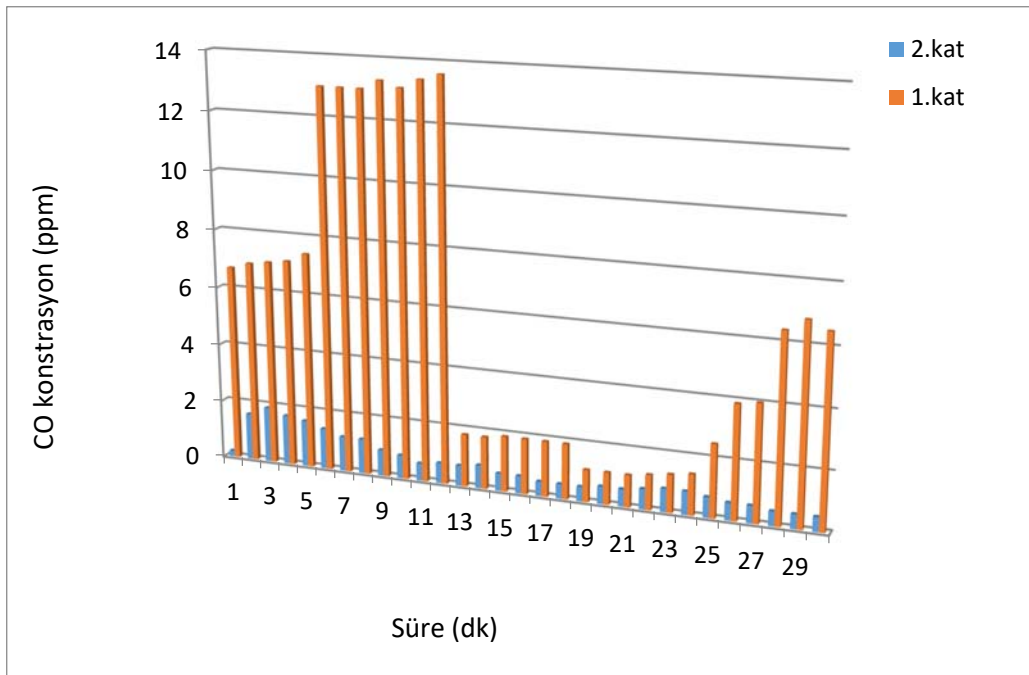
Şekil 20. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 21. Zindankale Katlı Otoparkında CO değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 22. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 23. Mevlana Katlı Otoparkında CO₂ değerlerinin zamanla değişimi

Tablo 7. Otoparklarda ölçülen CO (ppm) değerleri

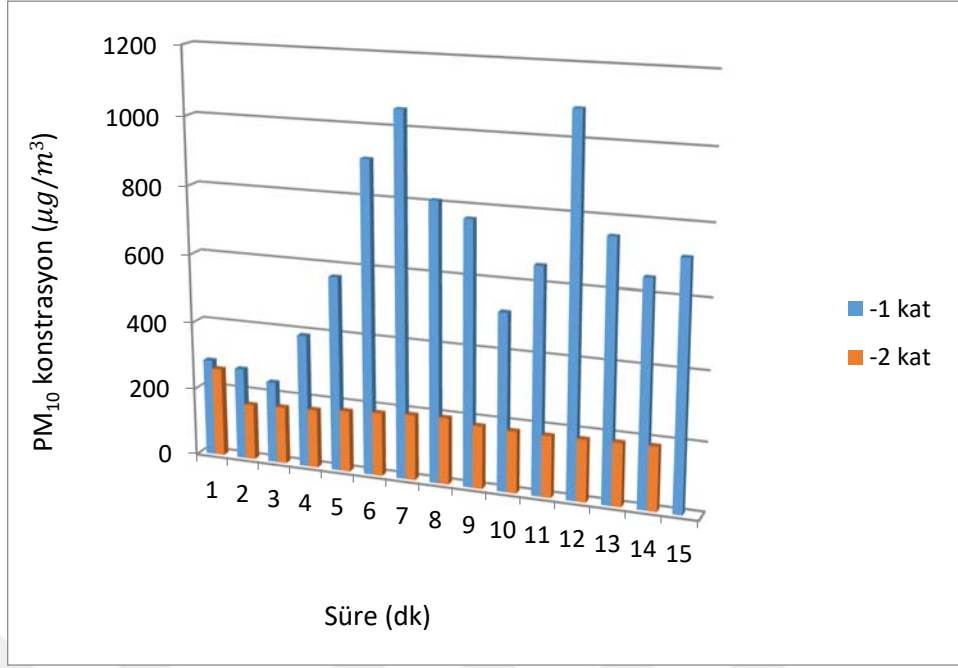
Otopark	Kat	Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma
A	-1	2,20	4,30	5,90	1,31
	-2	1,30	1,72	2,00	0,21
B	4	0,20	0,30	0,40	0,06
	3	0,30	1,18	2,60	0,97
	2	0,20	0,56	1,70	0,47
	1	0,20	0,61	1,90	0,65
	-1	0,90	0,96	1,10	0,11
	-2	1,10	1,43	1,90	1,43
C	4	1,10	1,42	1,80	0,28
	3	1,50	2,1	2,70	0,47
	2	1,40	1,8	2,20	0,31
	1	1,10	1,3	1,50	0,15
	Giriş	0,30	0,84	1,70	0,55
D	-1	1,20	2,22	3,70	0,65
	-2	0,20	0,71	2,70	0,89
E	-1	1,10	5,86	13,60	4,66
	-2	0,20	0,83	1,90	0,42

4.1.3 Partikül Madde

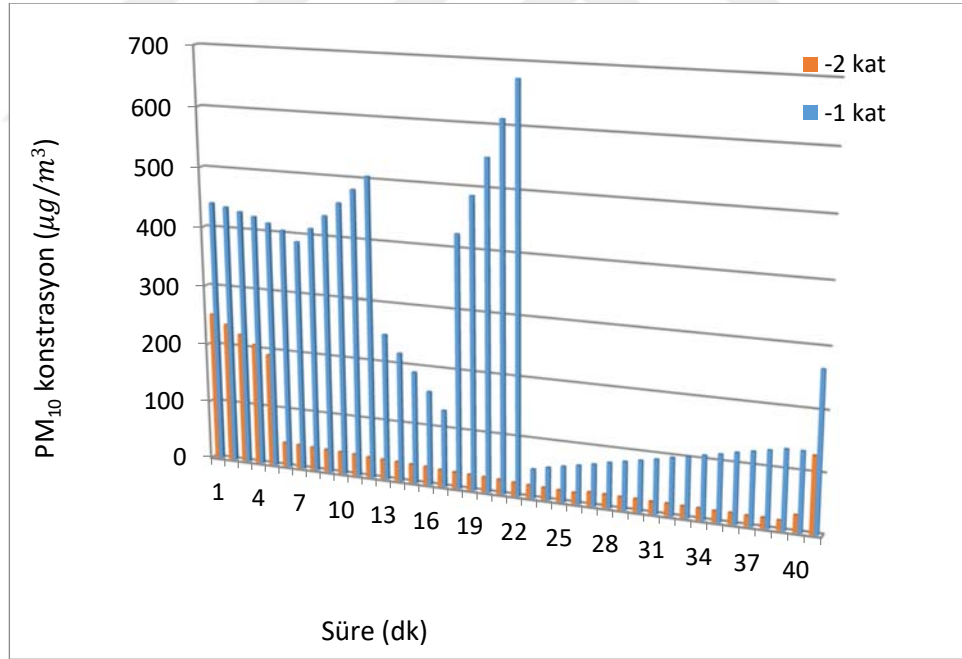
PM_{2.5} ve PM₁₀ çok çeşitli kaynaklardan iç ortama ulaşabilir ve zamanla kalarak ortamda birikimler. Otoparklar gibi kapalı bir ortam partikül maddeler konsantrasyonları araçlar sayısı, yoğunluğuna göre değişir, ayrıca binanın fiziksel özellikleri araçların yakıt tipi ve aracın durumu tüm bunlar kirleticilerin konsantrasyonuna etkilidir. PM_{2.5} ve PM₁₀ ana kaynağı dizelli araçlardır (ÖZTÜRK, 2017).

Yapılmış ölçümler tam kapalı otoparklar durumunda olan Partikül maddeler konsantrasyonları zaman ile değişim aşağıdaki grafiği şekiller gösterir. Zindankale otoparkı yarı kapalıydı bir otopark şekil 24 - 33 de otoparktaki ölçüm değerleri gösterilmektedir.

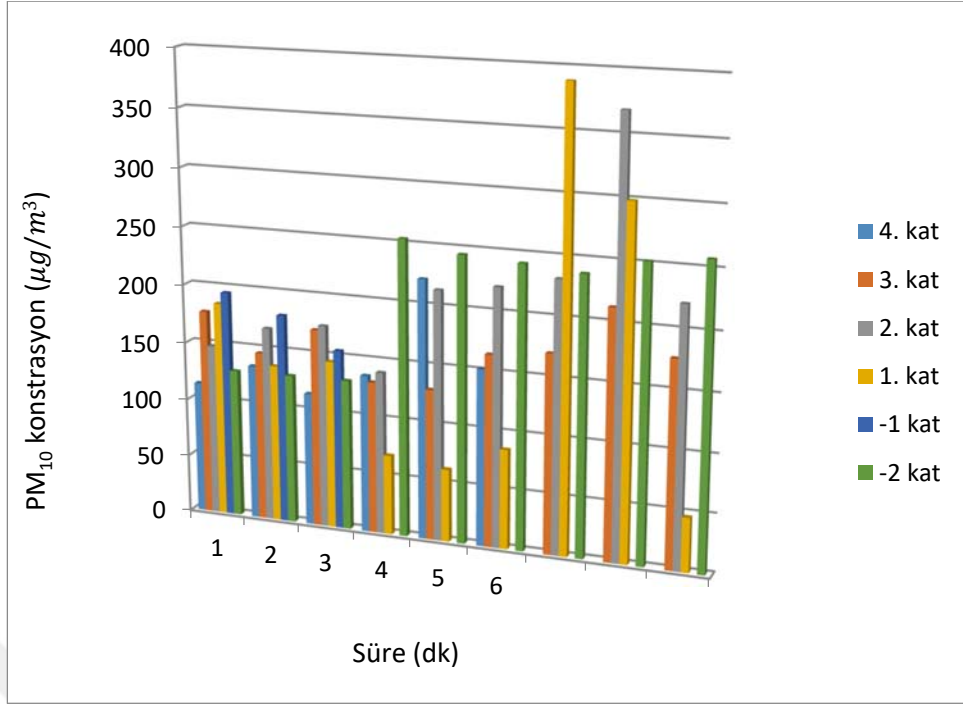
Ayrıca tablo 8’de Partikül maddeler konsantrasyonu otoparklardaki ölçüm değerleri gösterilmektedir.



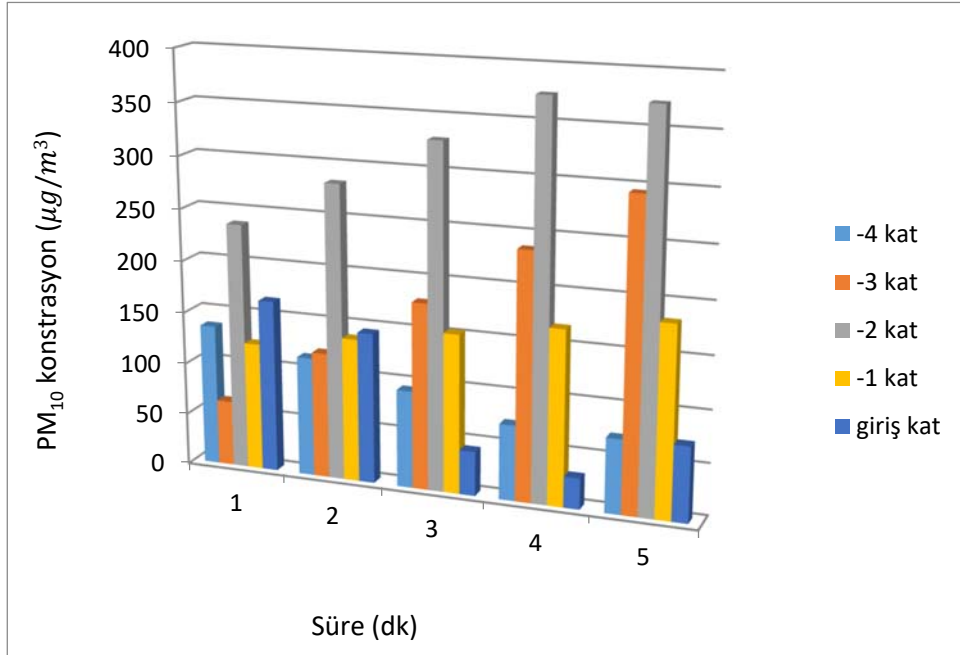
Şekil 24. İplikçi Katlı Otoparkında PM₁₀ değerlerinin zamanla değişimi



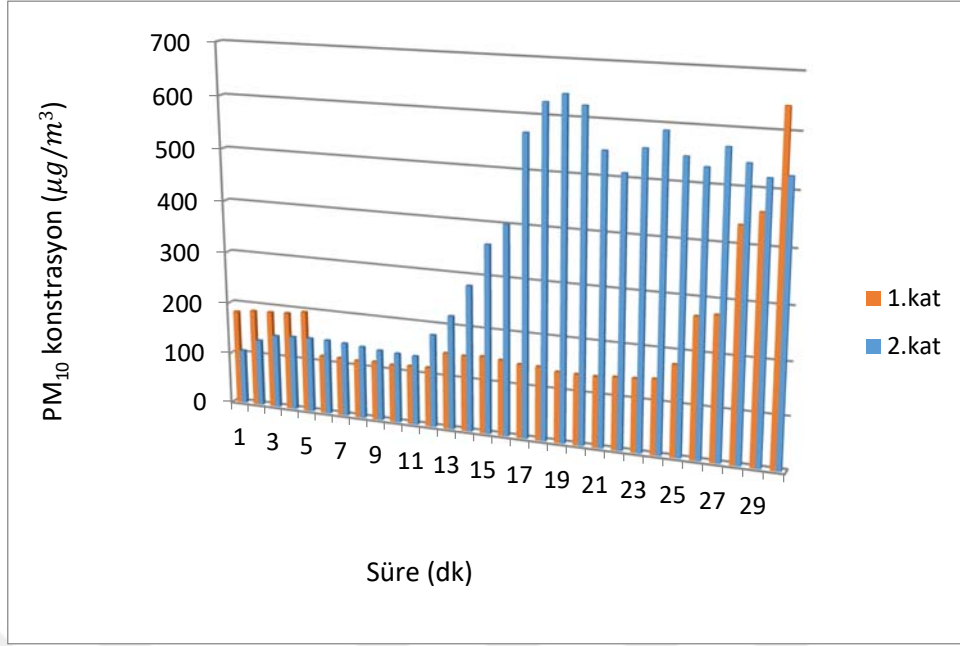
Şekil 25. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında PM₁₀ değerlerinin zamanla değişimi



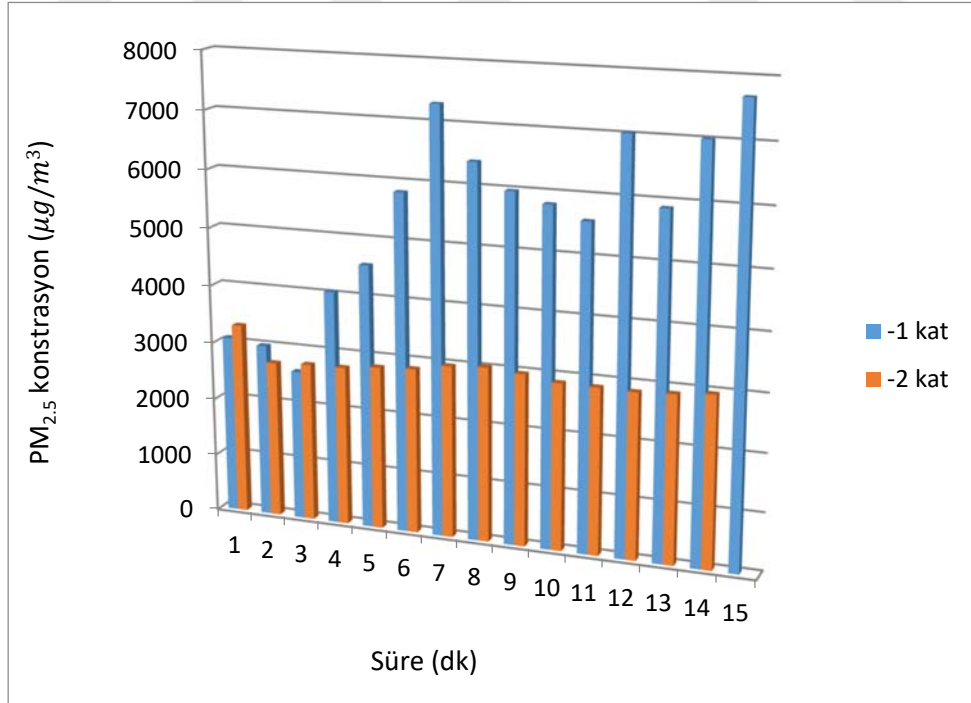
Şekil 26. Zindankale Katlı Otoparkında PM₁₀ değerlerinin zamanla değişimi



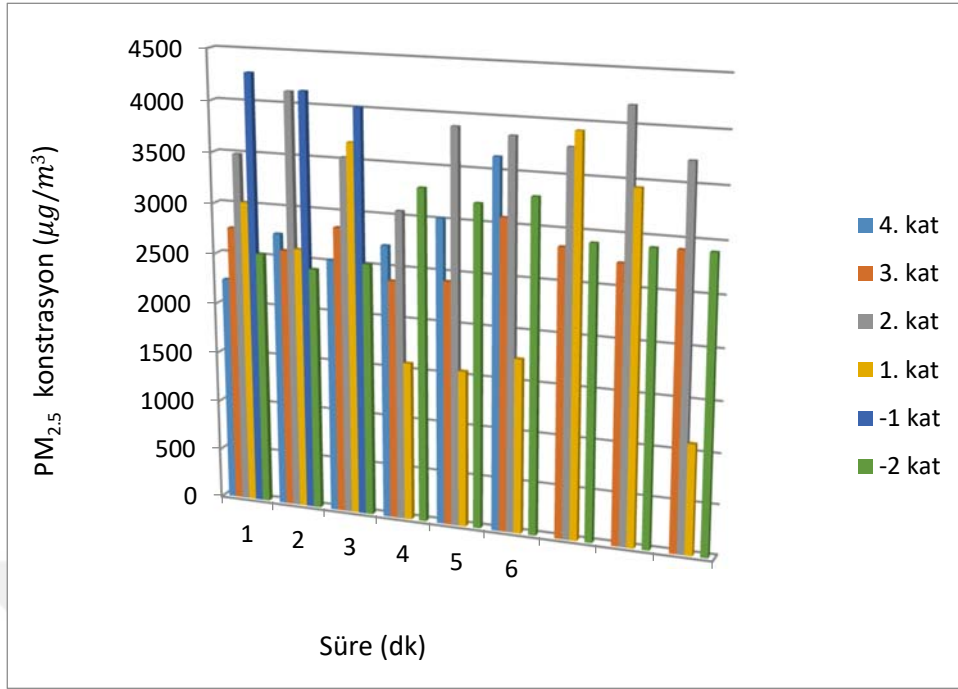
Şekil 27. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında PM₁₀ değerlerinin zamanla değişimi



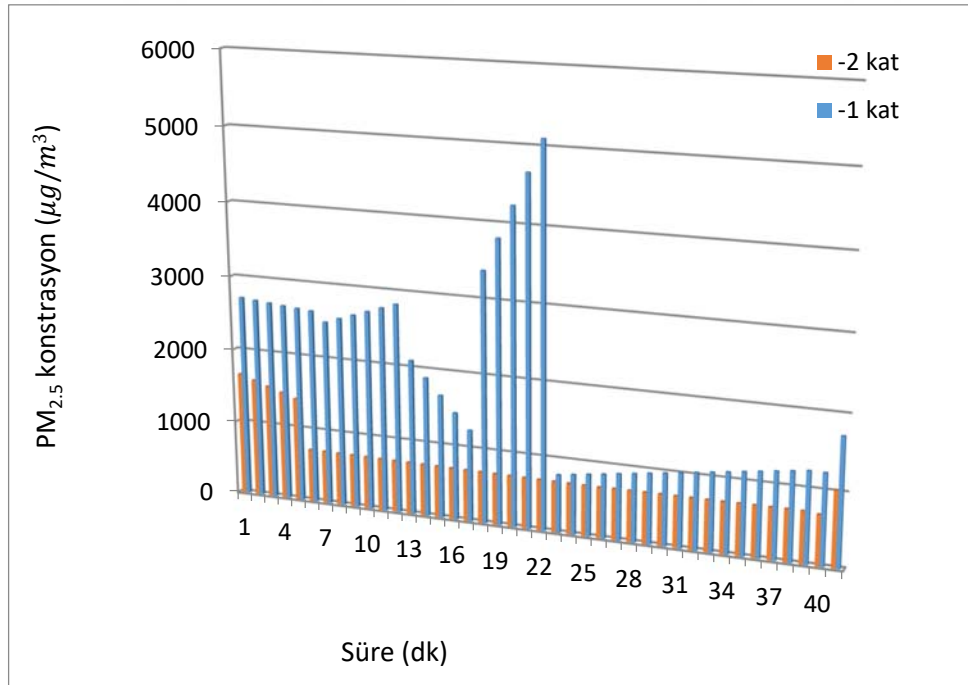
Şekil 28. Mevlana Katlı Otoparkında PM₁₀ değerlerinin zamanla değişimi



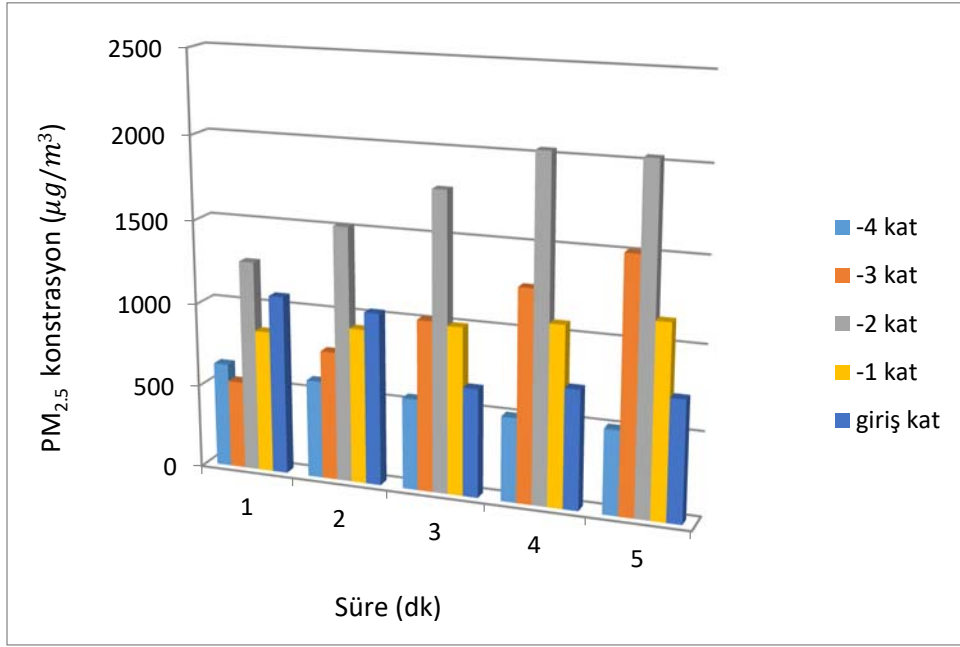
Şekil 29. İplikçi Katlı Otoparkında PM_{2.5} değerlerinin zamanla değişimi



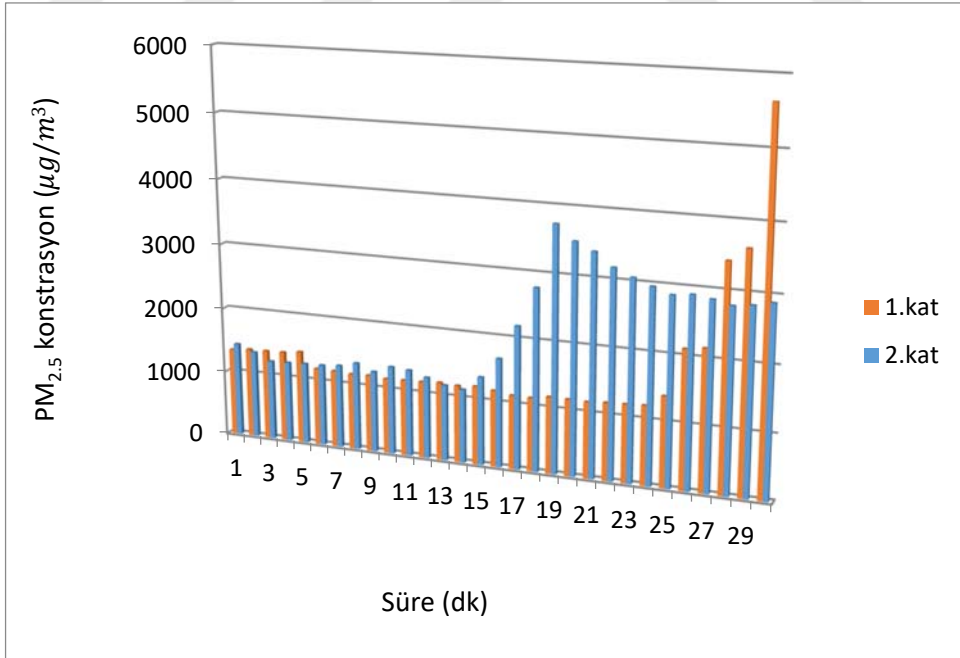
Şekil 30. Zindankale Katlı Otoparkında PM_{2.5} değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 31. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında PM_{2.5} değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 32. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında PM_{2.5} değerlerinin zamanla değişimi



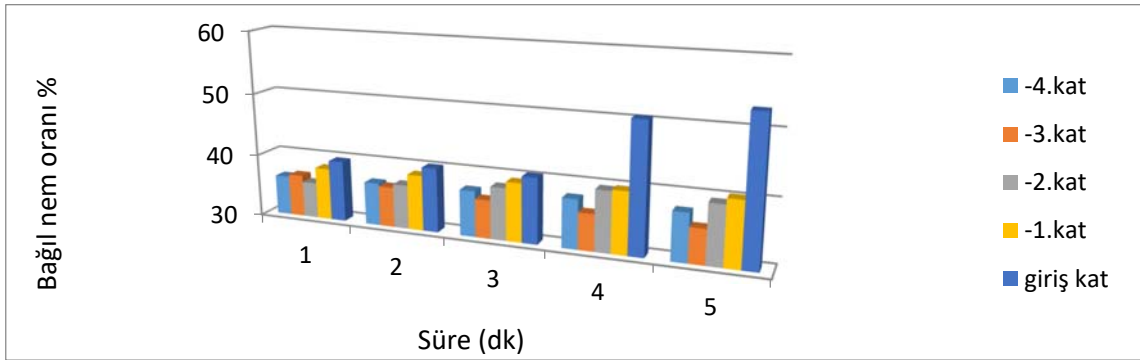
Şekil 33. Mevlana Katlı Otoparkında PM_{2.5} değerlerinin zamanla değişimi

Tablo 8. Otoparklarda ölçülen partikül maddeler (PM_{2.5} ve PM₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$) değerleri.

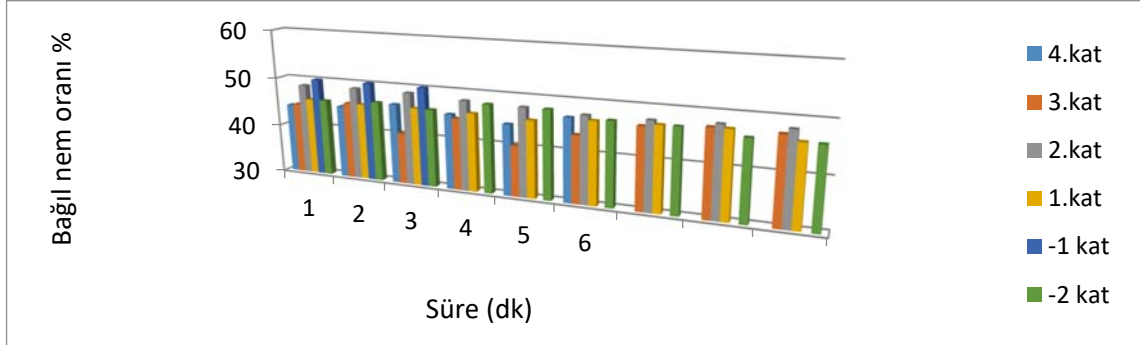
Otopark		Kat	Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma	
A	PM _{2.5}	-1	2603	5459,13	7697	1640,18	
		-2	2716	2909,64	3315	148,49	
	PM ₁₀	-1	240	644,33	984	268,85	
		-2	463	500,28	552	23,28	
B	PM _{2.5}	4	1097	2515,88	3925	479,09	
		3	4011	4143	5282	230,09	
		2	2420	2884,33	3295	345,01	
		1	2240	2812,50	3638	1053,55	
		-1	2376	2728,77	3076	135,63	
		-2	3057	3735	4184	337,45	
	PM ₁₀	4	114	145,50	222	40,09	
		3	130	164,55	213	25,99	
		2	140	209,77	369	68,69	
		1	47	157,66	389	116,76	
		-1	155	176,66	195	20,20	
		-2	128	208,44	258	59,89	
	C	PM _{2.5}	-4	504	554	628	53,68
			-3	527	1019	1511	388,96
-2			1264	1728,2	2038	336,16	
-1			853	1001	1149	117,00	
Giriş			648	837,8	1073	198,62	
PM ₁₀		-4	72	98	136	27,61	
		-3	63	179	295	91,70	
		-2	237	319,40	375	59,52	
		-1	123	153	183	23,71	
		giriş	30	91,40	166	61,01	
D	PM _{2.5}	-1	686	812,56	1662	278,89	
		-2	789	1993	5099	1127,14	
	PM ₁₀	-1	50	265,70	674	66,53	
		-2	17	53	252	185,52	
E	PM _{2.5}	-1	1135	1593,17	5633	979,61	
		-2	1140	2099,27	3740	897,24	
	PM ₁₀	-1	634	190,73	113	120,26	
		-2	106	361,60	641	204,37	

4.1.4 Nem

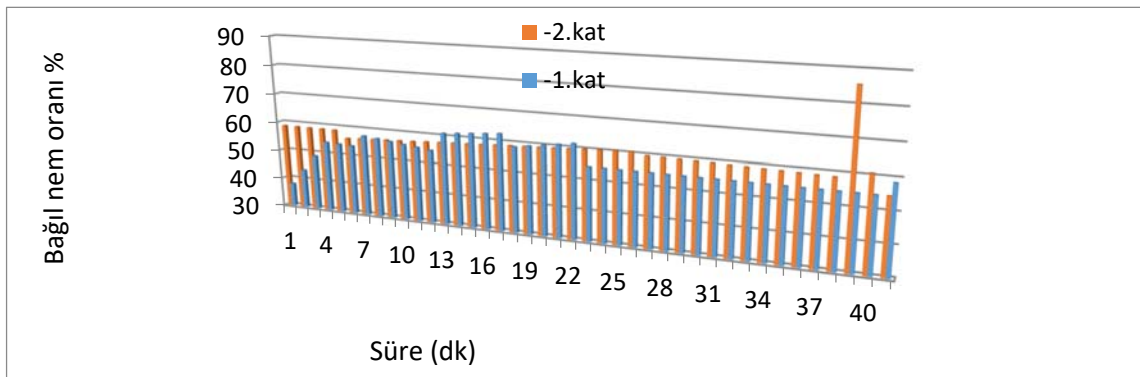
havadaki su buharı miktarı nem olup, İnsan sağlığı ve konforlu hissetmek için iç ortamda bağıl nem oranı % 40-60 arasında sağlanması gerekir; yapılmış çalışmalara göre bu aralıkta bağıl nem oranı insan görevleri üzerinde hiçbir etki bulamamışlardır. (Fang ve ark.,2002). Tüm otoparklarda yapılmış ölçümler nem oranı % 40-55 bulunmuştur ve sınır değerler arasında çıkmıştır. Şekil 33-37 otoparklarda ki nem değişim düzeyi gösterilmektedir. Tablo 9’da Otoparklardaki ölçülen nem değerleri düzenlenmiştir.



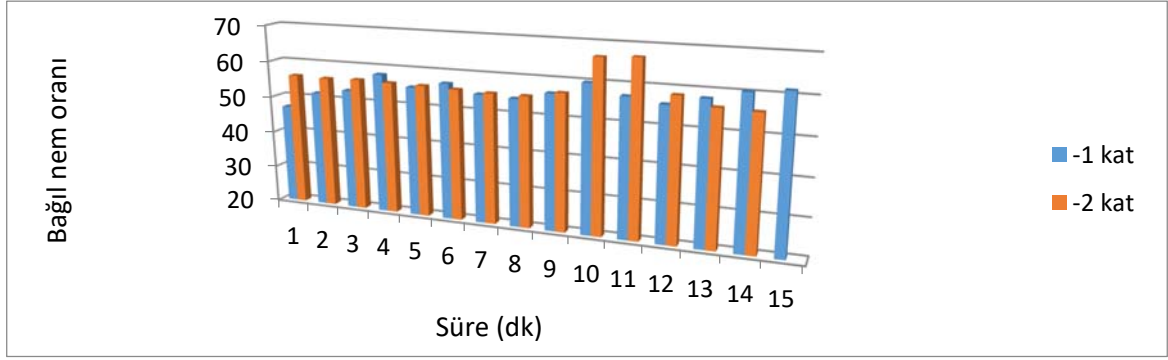
Şekil 34. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi



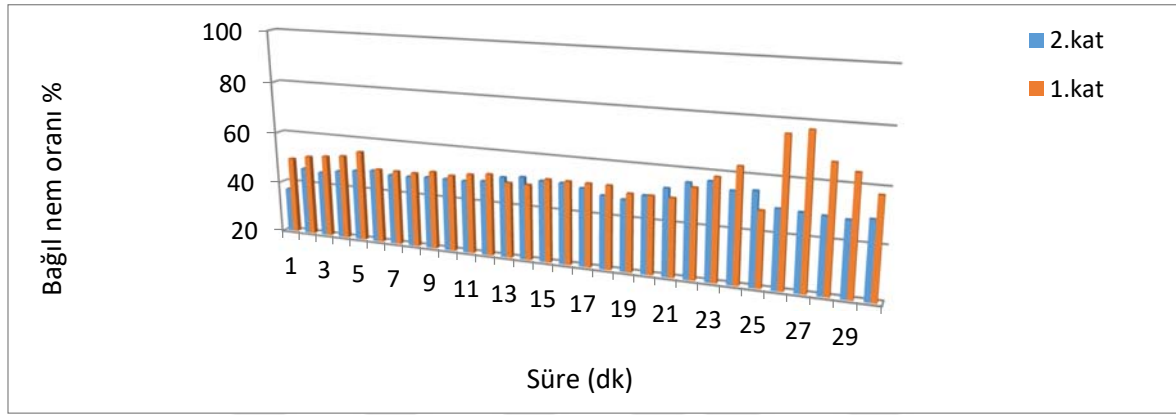
Şekil 35. Zindankale Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 36. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında Bağıl nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 37. İplikçi Katlı Otoparkında Bağlı nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 38. Mevlana Katlı Otoparkında Bağlı nem oranı % değerlerinin zamanla değişimi

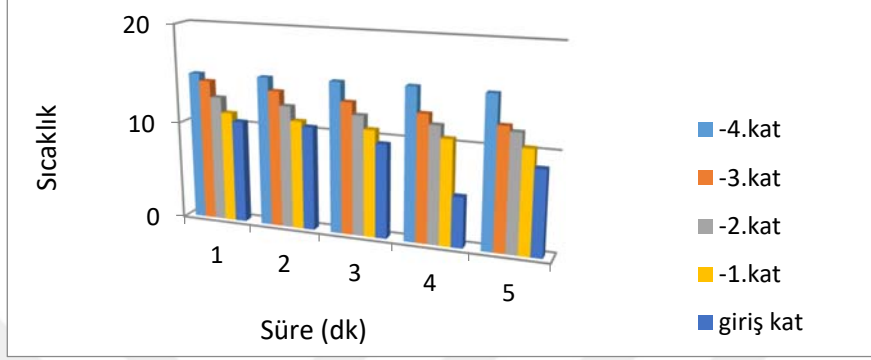
Tablo 9. Otoparklarda ölçülen bağlı nem oranı (%) değerleri

Otopark	Kat	Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma
A	-1	47,10	56,04	61,40	3,65
	-2	55,30	57,63	67,00	3,93
B	4	44,20	45,23	46,70	1,02
	3	40,20	44,36	47,20	2,61
	2	47,40	48,13	48,80	0,51
	1	45,50	46,10	47,20	0,59
	-1	50	50,06	50,10	0,05
	-2	45,7	46,555	47,90	0,86
C	-4	36,30	37,16	37,80	0,61
	-3	35,50	36,10	36,70	0,47
	-2	35,70	38,00	36,70	1,65
	-1	38,30	39,30	40,30	0,79
	giriş	39,70	44,74	52,90	6,41
D	-1	38,00	55,61	62,6	4,39
	-2	54,60	59,32	85,60	4,60
E	-1	48,30	53,92	77,4	7,28
	-2	37,20	49,17	56,80	3,64

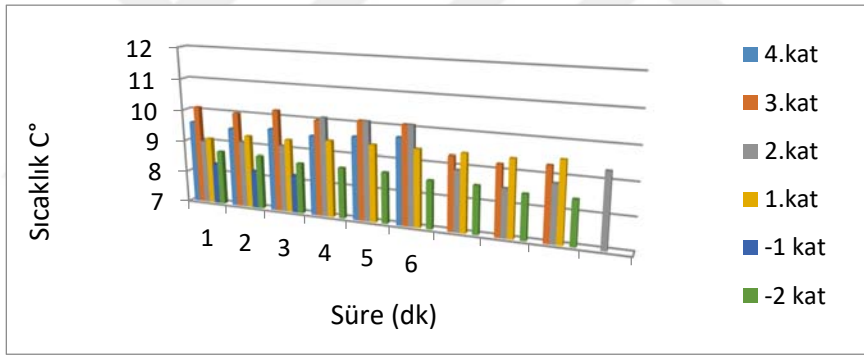
4.1.5 Sıcaklık

Otoparklarda yapılan ölçümleri sıcaklık düzeyinin zaman ile değişim grafiği şekillerde aşağıdaki gösterilmektedir.

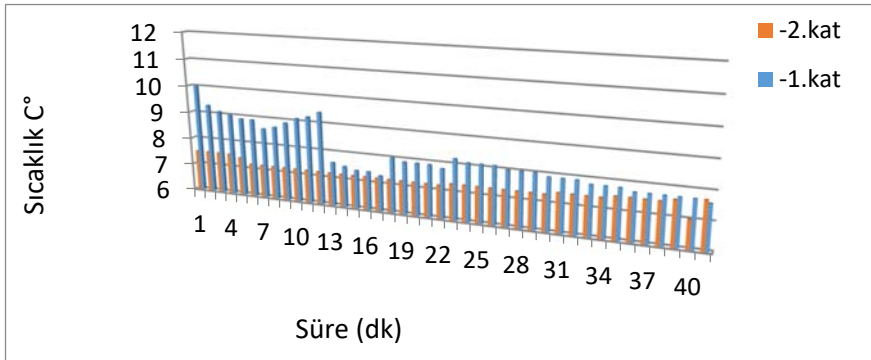
Tablo 10'da ölçüm yapılan her bir Otoparktan elde edilen Sıcaklık değerlerinin ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri verilmektedir.



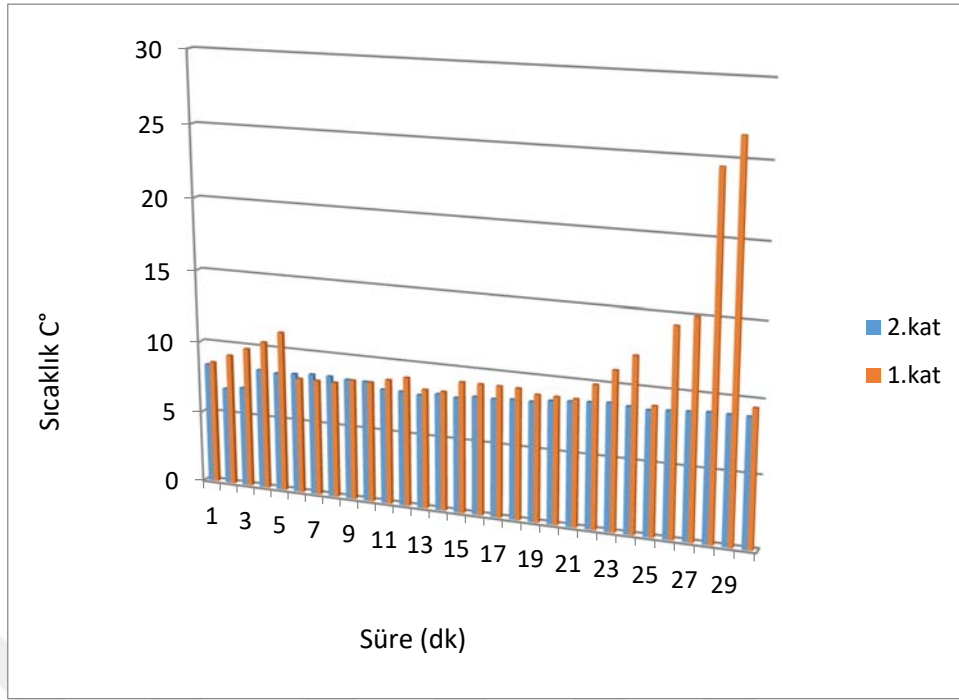
Şekil 39. Zafer-Konevi Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi



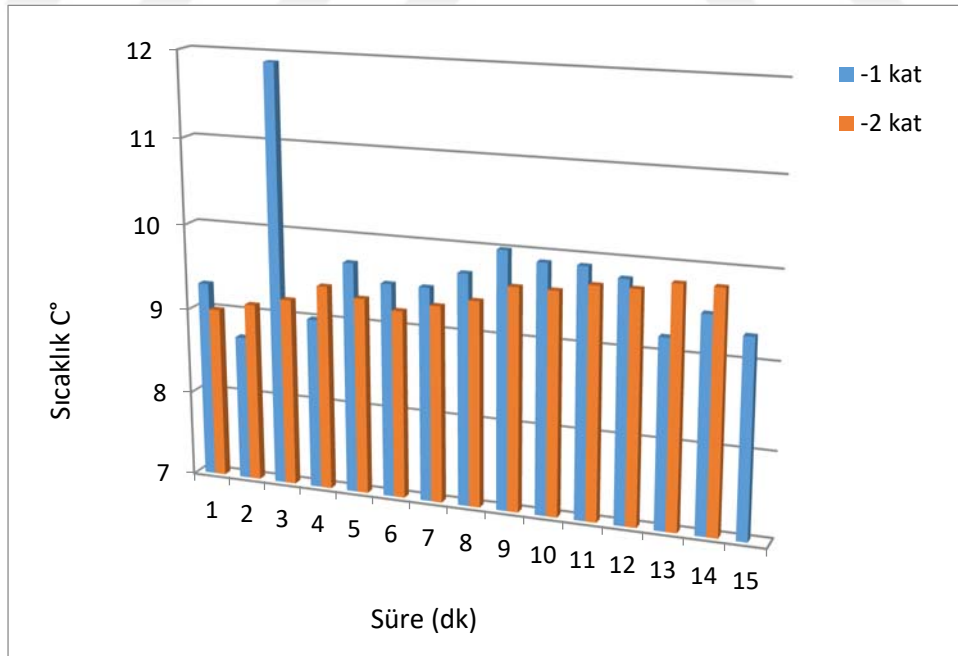
Şekil 40. Zindankale Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 41. Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 42. İplikçi Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 43. Mevlana Katlı Otoparkında Sıcaklık değerlerinin zamanla değişimi

Tablo 10. Otoparklarda ölçülen sıcaklık (°C) değerleri

Otopark	Kat	Minimum	Ortalama	Maksimum.	Standart Sapma
A	-1	8,70	9,68	11,90	0,71
	-2	9,00	9,42	9,80	0,71
B	4	9,50	9,58	9,70	0,59
	3	9,20	9,81	10,20	0,41
	2	8,50	9,30	10,10	0,62
	1	9,10	9,35	9,50	0,11
	-1	8,20	8,23	8,30	0,05
	-2	8,40	8,55	8,70	8,55
C	-4	15,00	15,16	15,30	0,11
	-3	12,30	13,30	14,30	0,79
	-2	11,80	12,16	12,70	0,39
	-1	10,40	10,80	11,20	0,31
	giriş	5,10	8,82	10,5	2,21
D	-1	7,30	8,18	10,00	0,14
	-2	7,00	7,32	7,70	0,60
E	-1	8,10	10,63	26,50	4,38
	-2	6,80	8,34	8,90	0,48

4.2 Kirleticilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında otoparklarda ölçülen kirleticiler arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için istatistiksel analiz yöntemleri uygulanmış ve bu amaçla veriler arasındaki ilişkilerin regresyon analizi yapılmıştır. Birden fazla kirlenici ve meteorolojik parametrenin bulunması ve bu parametrelerin öneminin değişmesi nedeniyle kademeli regresyon analizi yapılmıştır. Kademeli değişken seçme yöntemi en sık kullanılan yöntemlerden biridir.

Regresyon denklemi kurulurken bağımlı değişken olarak kirlilik parametreleri (PM_{2.5}, PM₁₀, CO₂ ve CO) ve bağımsız değişken olarak meteorolojik parametreler (Sıcaklık ve bağıl nem) seçilmiştir. Bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken tarafından tanımlandığını göstermek için belirleme katsayısı (R²) hesaplanır (Kabukçu, 1994). Korelasyon katsayısı, değişkenler arasında varsayılan doğrusal ilişkinin gücünü temsil eder; r bir harf ile gösterilir ve bu katsayı -1 ile +1 arasında değişir (Gürbüz ve Şahin, 2018). Tablo 11’de korelasyon katsayısı değerlerini açıklayan değerlendirmeleri göstermektedir.

Tablo 11. Korelasyon Katsayısının değerlendirilmesi (Hinkle DE ve ark. , 2003)

İlişki kuvveti	Değerler
Çok Kuvvetli pozitif (negatif) korelasyon	.90 to 1.00 (-.90 to -1.00)
Kuvvetli pozitif (negatif) korelasyon	.70 to .90 (-.70 to -.90)
Orta derecede pozitif (negatif) korelasyon	.50 to .70 (-.50 to -.70)
Zayıf pozitif (negatif) korelasyon	.30 to .50 (-.30 to -.50)
İhmal edilebilir korelasyon	.00 to .30 (.00 to -.30)

Bu kapsamında Otoparklardaki bazı özellikler (Araç sayısı ve sahanın alanı) ile arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Korelasyon katsayılarına bakılarak hava kirleticiler ile bağlı nem oranı ve sıcaklık arasında ilişki bulunmuştur. CO, CO₂ ve PM₁₀ sıcaklıkla arasındaki arasında zayıf ve orta pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, sıcaklık ile bağlı nem oranı arasında negetif ve anlamlı gösterilmiştir. Otoparklardan elde edilen kirletici parametreler arasında ilişkileri ortaya koymak amacıyla istatistiksel olarak incelenmiştir ve tablo 12’de verilmiştir.

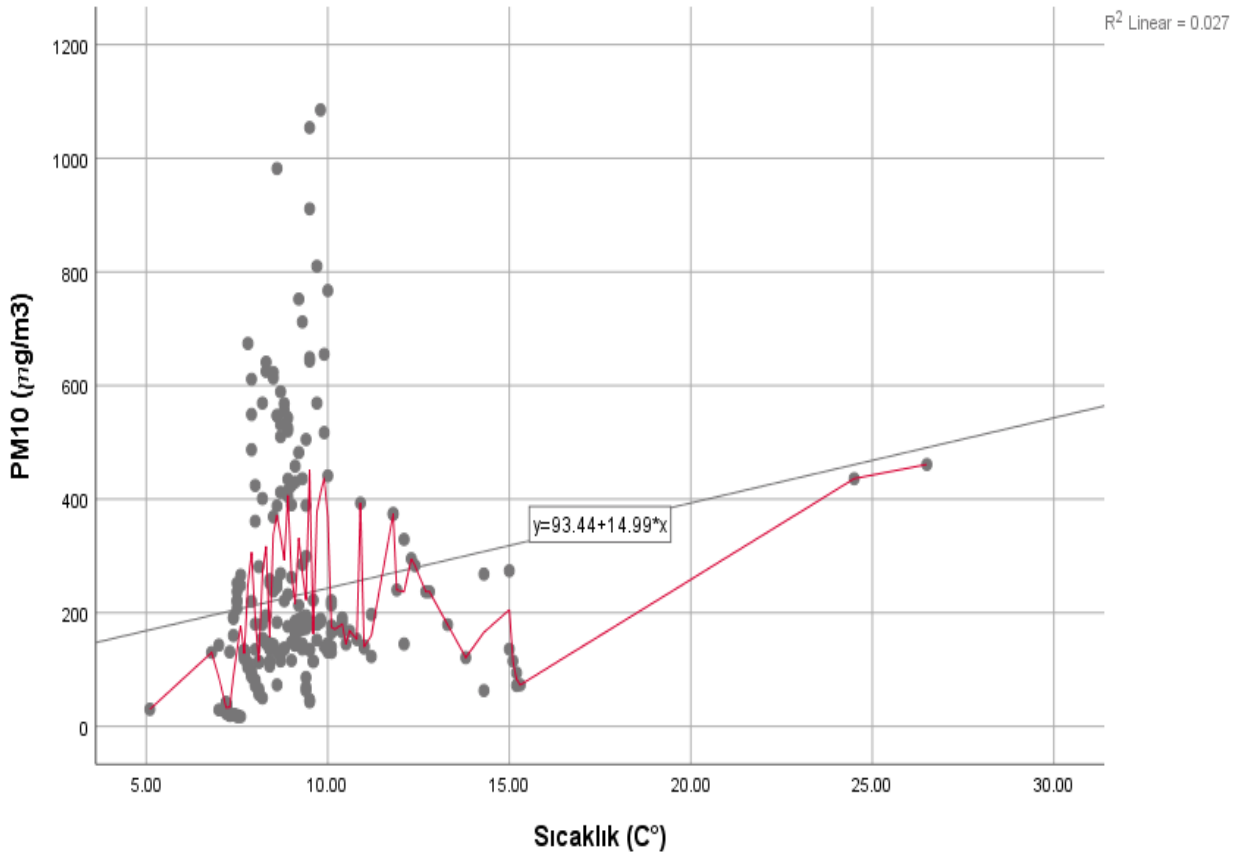
Tablo 12. Otoparklarda kirleticiler aritmetik ortalamaları arasındaki korelasyon katsayısı

		Correlations					
		PM _{2.5} (ppm)	PM ₁₀ (ppm)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	Nem (%)	Sıcaklık (°C)
PM _{2.5} (ppm)	Pearson Correlation	1					
	Sig. (2-tailed)						
	N	244					
PM ₁₀ (ppm)	Pearson Correlation	.788**	1				
	Sig. (2-tailed)	.000					
	N	244	244				
CO ₂ (ppm)	Pearson Correlation	.340**	.370**	1			
	Sig. (2-tailed)	.000	.000				
	N	244	244	244			
CO (ppm)	Pearson Correlation	.220**	.269**	.279**	1		
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000			
	N	244	244	244	244		
Nem (%)	Pearson Correlation	.078	.053	.126*	.075	1	
	Sig. (2-tailed)	.225	.409	.049	.246		
	N	244	244	244	244	244	

CO ₂	,19	,08	,18	,10						
CO	,88	,00	,94	,00	,26	,01				
NEM	-0,15	,15	-0,24	,02	,32	,00	-0,29	,00		
SICAKLIK	,61	,00	,72	,00	,09	,37	,76	,00	-0,55	,00
Mevlana Kati Otoparkı										
PM ₁₀	,89	,00								
CO ₂	,31	,00	,19	,13						
CO	-0,16	,19	-0,33	,00	,05	,66				
NEM	,36	,00	,20	,11	,88	,00	,15	,22		
SICAKLIK	,32	,01	,15	,24	,87	,00	,16	,21	,97	,00

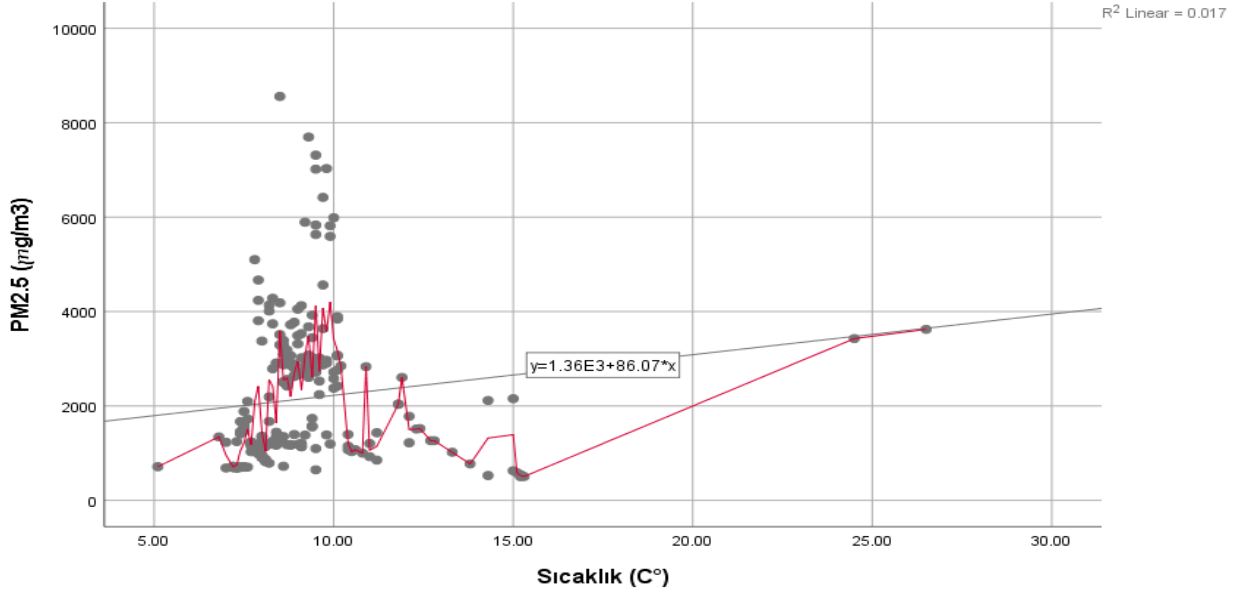
Aşağıdaki verilen şekillerde CO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5} ve bağıl nem oranı sıcaklık ile ilişkisine ait korelasyon grafiği yer almıştır. Şekiller değerlendirildiğinde; tüm otoparklarda CO₂, PM₁₀ ve CO ile sıcaklık arasında pozitif korelasyon olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, sıcaklık ile bağıl nem oranı arasında negatif gösterilmiştir.

Tablo 12’de PM₁₀ konsantrasyonu ile sıcaklık arasında korelasyon katsayısı $r = ,165$ olduğu görülmektedir. Bu durumda parametreler arasında pozitif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 44 PM₁₀ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi grafiği verilmiştir.



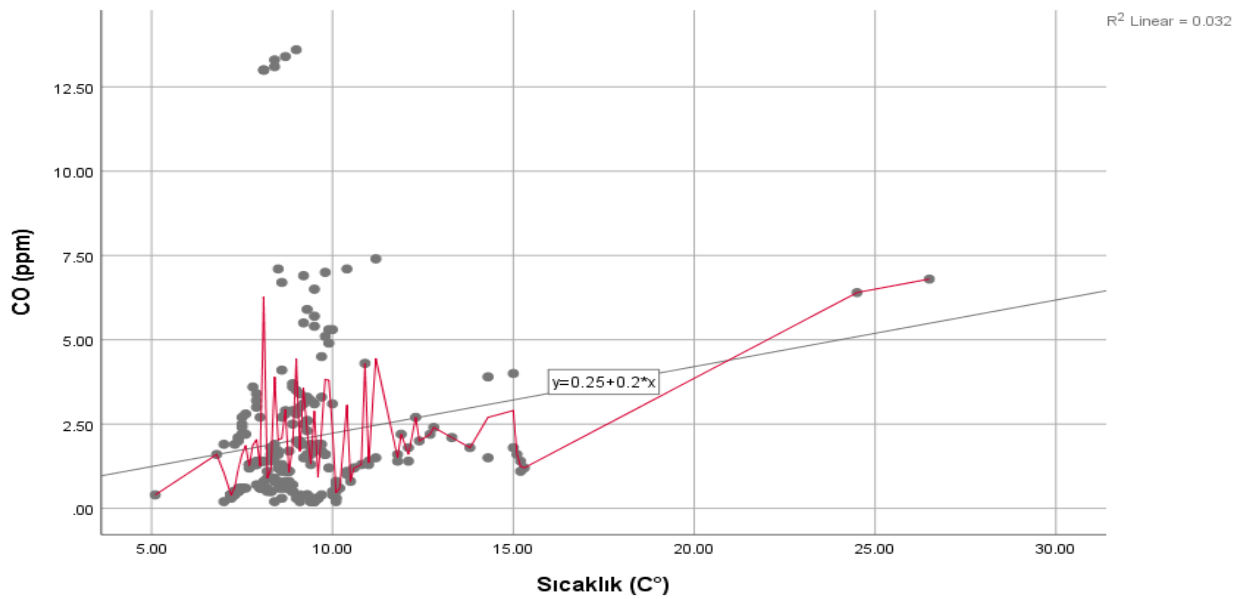
Şekil 44. PM₁₀ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi

Tablo 12’de PM_{2.5} konsantrasyonu ile sıcaklık arasında korelasyon katsayısı $r = ,13$ olduğu görülmektedir. Bu durumda parametreler arasında pozitif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 45’te PM_{2.5} konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi grafiği verilmiştir.



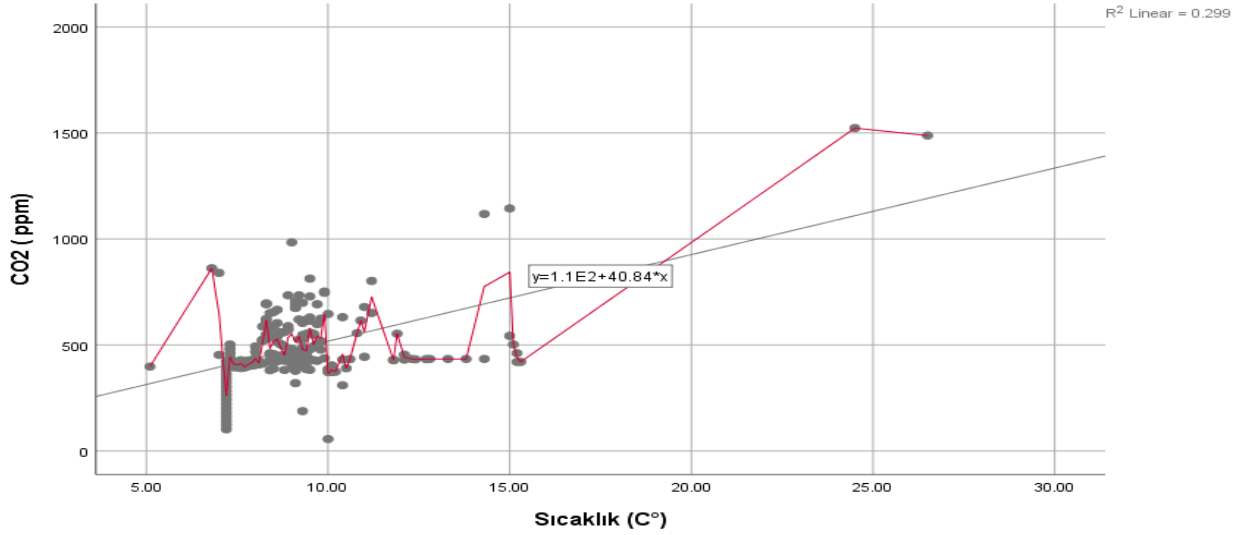
Şekil 45. PM_{2.5} konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi

Tablo 12’de CO konsantrasyonu ile sıcaklık arasında korelasyon katsayısı $r = ,18$ olduğu görülmektedir. Bu durumda parametreler arasında pozitif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 46’da CO konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi grafiği verilmiştir.



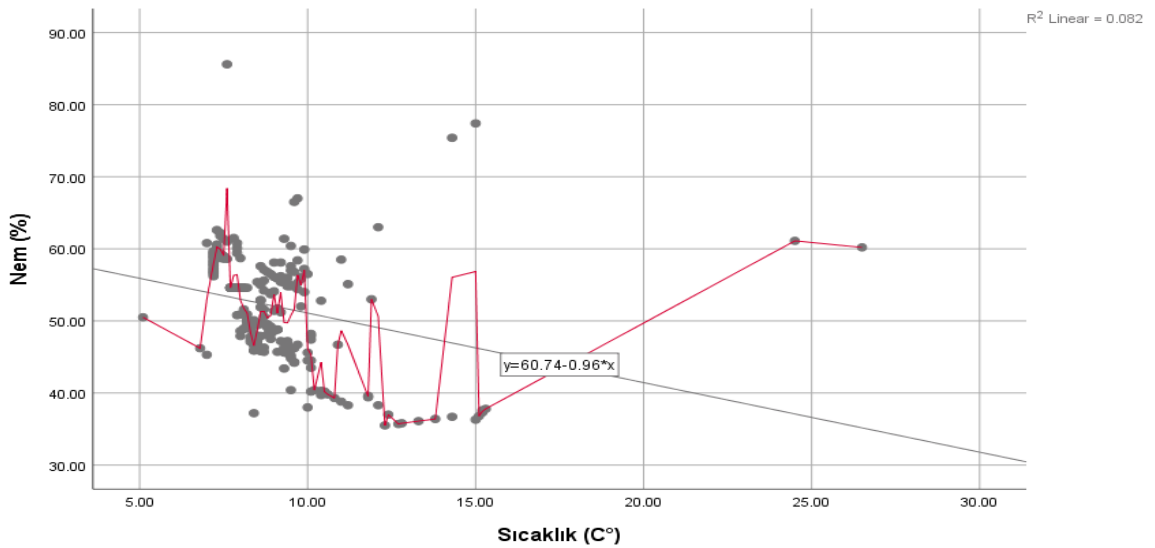
Şekil 46. CO konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi

Tablo 12’de CO₂ konsantrasyonu ile sıcaklık arasında korelasyon katsayısı $r = ,54$ olduğu görülmektedir. Bu durumda parametreler arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 47’de CO₂ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi grafiği verilmiştir.



Şekil 47. CO₂ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi

Tablo 12’de bağıl nem oranı ile sıcaklık arasında korelasyon katsayısı $r = -0,28$ olduğu görülmektedir. Bu durumda parametreler arasında negatif yönlü düşük düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Şekil 48’de CO₂ konsantrasyonlarının sıcaklık ile ilişkisi grafiği verilmiştir.



Şekil 48. Bağıl nem oranı sıcaklık ile ilişkisi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada, Konya İli, Karatay, Selçuklu ve Maram bölgelerinde bulunan beş otoparkta (birisi yarı kapalı) sıcaklık, nem, CO, CO ve partikül maddeler ölçümleri yapılmıştır. Otoparklarda iç ortam hava kirliliğini belirlemek için kirleticiler ile bu kirleticilerin oluşumuna neden olabilecek potansiyel fiziksel özellikler arasındaki ilişki incelenmiştir. Elde edilen sonuçların özeti ve değerlendirilmesi aşağıda verilmektedir.

PM_{2.5}, PM₁₀, CO ve CO₂ değerleri ölçülürken bazı parametre havalandırma sisteminin verimliliği ve iç ortam kalitesinin gibi dikkate alınmıştır. Bu çalışmada otoparkları değerlendirmek için bu göstereye odaklanılmıştır. Ölçüm sırasında havalandırma sisteminin çalışmaması nedeniyle İplekçi otoparkındaki kirleticilerin en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ölçüm yapılan otoparklarda İplikçi Katlı Otoparkı, Zindankale Katlı Otoparkı, Zafer-Konevi Katlı Otoparkı, Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı ve Mevlana Katlı Otoparkı PM_{2.5} ortalama değerleri $4228,34 \frac{\mu g}{m^3}$, $3024 \frac{\mu g}{m^3}$, $1028 \frac{\mu g}{m^3}$ ve $1402,78 \frac{\mu g}{m^3}$ sırasıyla olarak ölçülmüştür. PM₁₀ ise $423,34 \frac{\mu g}{m^3}$, $179,2 \frac{\mu g}{m^3}$, $168,16 \frac{\mu g}{m^3}$ ve $159,35 \frac{\mu g}{m^3}$ tespit edilmiştir.

Görüldüğü üzere ortalama değerleri yüksekliğini nedeni otoparktaki araç yoğunluğu, otoparkın konumu ve havalandırma sistemine ile ilgilidir. Aynı zamanda İlk gelen katlarda yapılan ölçümlerin sonraki katlara göre yüksek çıkmış olması ilk katlar dolmadan diğer katlar az araçlar geçirir ile ilişkilidir.

CO değerleri, otoparklarda göre yapılan ölçümlerde İplikçi Katlı Otoparkında ortalama 3,05 ppm, Zindankale Katlı Otoparkında 0,86 ppm, Zafer-Konevi Katlı Otoparkında 1,49 ppm ve Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkında 1,46 ppm olarak tespit edilmiş olup burada en yüksek değerlerin İplikçi Katlı Otoparkında olduğu gözlenmektedir. Bu tutarsızlık, garajdaki araç sayısının yanı sıra otoparkta bulunan havalandırma türünden kaynaklanmaktadır. İplikçi Katlı Otoparkında fark ettiğimiz gibi, havalandırma sistemi bozulduğunda konsantrasyonlar yükselmiştir, Zindankale Katlı Otoparkındaki ise havalandırma hem doğal hemde havalandırma sistemi kapalı katlarda mevcuttur nedenle ölçümlerin yapıldığı beş otoparkten en az yoğunlaşmıştır. Aynı sırada karbondioksit değerleri (593,31, 594,11, 499,40, 462,84 ve 399,07) ppm tespit edilmiştir, burada İplikçi Katlı Otoparkı ve Mevlana Katlı Otoparkında en yüksek konsantrasyonlar sahiptir çünkü ölçmek sırasında İplikçi Katlı Otoparkı havalandırma

sisteminin arızalanmış ve Mevlana katlı otoparkında havalandırma sisteminin verimi zayıftır.

İç ortam sıcaklıklarının ölçüm sırasında otoparklarda çoğu zaman 20 °C'nin altında kaldığı görülmüştür. Bu durum ısıtma sisteminin yeterli olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, genellikle tüm otoparklarında bağıl nem değerleri kabul edilebilir ve standartlarda belirtilen sınır aralıklarında belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda İplikçi Katlı Otoparkında PM_{2.5} konsantrasyonu yüksek sınır değerler aşmıştır ölçüm verileri 3000-7900 $\frac{\mu g}{m^3}$ arasındadır. PM₁₀ konsantrasyonu ise bazı ölçüm noktalarında 1000 $\frac{\mu g}{m^3}$ yakındır, CO 1,6 - 5,9 ppm arasında çıkmıştır. Bunlar sebebi otoparkın havalandırma sistemi çalışmaması dolayısıyla iç ortam havasını iyileştirmek için yeterli hava akışı sağlanamamaktadır.

Zindankale Katlı Otoparkında ölçümleri yapıldığında açık katlarda (1 - 4) karbonmonoksit ve karbondioksit kapalı katlara göre daha düşükmüştür bunu nedeni açık alanda sürekli hava değişmektedir. Ayrıca, kaplı katlarda kanalı havalandırma sistemi varlığı ve uygun bir şekilde dağılıması dolayısıyla CO ve CO₂ değerleri sınır değerleri aşmamıştır. PM_{2.5}'in ortalama değerinin 3024 $\frac{\mu g}{m^3}$ olduğu ve 1097 - 4282 $\frac{\mu g}{m^3}$ arasında değiştiği, PM₁₀'un ortalama değerinin ise 205,57 $\frac{\mu g}{m^3}$ olduğu ve 47 - 389 $\frac{\mu g}{m^3}$ arasında değiştiği; her ikisinin de sınır değerleri aştığı belirlenmiştir.

Zafer-Konevi Katlı Otoparkında havadaki CO oranına bağlanmış konsantrasyon yükseldiği zaman havalandırma devreye girmektedir. CO ve CO₂ değerlerin verileri bakarak konsantrasyonlar zamanla azalır ve genel olarak CO ve CO₂ sınır değerler arasında çıkmıştır. Fakat partikül maddeler sınır değerlerin aşmıştır; özellikle PM_{2.5} ortalamanı (554-1728,2) $\frac{\mu g}{m^3}$ tespit edildi ve PM₁₀ bazı katlarda sınır değerleri arasında bulunmuş ve diğer katlar sınırları aşmıştır.

Osmanlı Buğday Pazarı Katlı Otoparkı havalandırma sisteminin verimliliği ve düzgün dağılmasına her kolonda havadaki kirleticilerin çekilmesi için bir kanal bulunur, nedeniyle CO, CO₂ değerleri sınırlar arasında bulunmuştur. Partikül maddeler ölçüm

verileri tutarsızlık bulunmuş bazı noktalarda sınır değeri arasındadırlar diğer noktalar değeri aşmışlardır; bunun sebebi araçlar hareketine, katının temizliğine ve ya havalandırma filtrenin temizliğine bağlıdır düşünülmektedir.

Mevlana Kapalı Otoparkındaki elde edilen değerler çok yüksektir ve bazı kirleticiler standart limitleri aşmıştır. Otopark binasının eski olması ve çok sayıda gelen ve giden araçların yanı sıra havalandırma sisteminin de onarılması gerekmektedir. Bu sebeplerin bu tür sonuçları elde etmek için yeterli olduğunu söylenebilir.

Son olarak çalışmamızda SPSS 25 istatistik programı kullanılarak iç hava kalitesi parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri tespit edilmiştir. Önem seviyesi $\alpha = 0,05$ göre; iç ortam partikül maddeler ($PM_{2,5}$, PM_{10}) arasında yüksek derecede pozitif anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca , sıcaklık ile CO_2 değeri arasında orta ve anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Buna ek olarak zayıf derecede, partikül madde ($PM_{2,5}$ ve PM_{10}) ile gazlar (CO_2 ve CO) değerleri arasında, CO , $PM_{2,5}$ ve PM_{10} ile Sıcaklık değeri arasında düşük pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ile bağıl nem oranı arasında ise zayıf düzeyde negatif anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

5.2 Öneriler

1. Merkezi havalandırma sisteminin kurulu olduğu kapalı otoparklarda özellikle kişilerin güvenliği, enerji verimliliği ve araçların uzun süreli kullanımı için havalandırma sisteminin CO algılama sistemi ile yönetilmesi mutlaka gereklidir.
2. Kurulacak merkezi havalandırma sistemi elektrik ve mekanik projelere uygun olarak tasarlanmalıdır.
3. Kurulu sistemler, kullanıcılar tarafından sürekli olarak test edilmeli ve cihazların çalışır durumda olduğundan emin olmak için periyodik olarak kalibre edilmelidir.
4. Havalandırmanın uygunluğu kontrol edilmeli, gerekirse kapasitesi artırılmalı ve özellikle yoğun zamanlarda tam kapasite çalıştırılmalıdır.
5. Borularda biriken pislikleri gidermek için havalandırma sistemine bakım yapılmalıdır.

6. Rampa çıkışları kimyasallara en çok maruz kalan yerler olduğundan, otoparklardaki ödeme noktaları otopark dışındaki temiz havaya mümkün olduğunca yakın olmalıdır.
7. Otopark temiz tutulmalı, yağ birikintilerinin olduğu yerlere uyarı levhaları konulmalı ve en kısa sürede temizlenmelidir.
8. Çalışanların sorumlulukları paylaştığından emin olun ve otoparkı düzenli olarak temizleyin.
9. Otopark genelinde aydınlatma sağlanmalı, yetersiz aydınlatma alanlarına hareket algılayıcı ışıklar takılarak uygun aydınlatma ekonomik bir şekilde sağlanmalıdır.
10. Otopark araç ve yaya yollarının belirlenmesi için araç ve yaya yolları uygun renkteki çizgilerle ayrılmalıdır.
11. Acil durumlar için kaçış yolları belirlenmeli ve bu yollar aydınlatma sistemi ve ikaz levhalarıyla donatılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Alrazni, W. H. (2016). Improving Indoor Air Quality (IAQ) in Kuwaiti Housing Developments at Design, Construction, and Occupancy Stages. University of Salford (United Kingdom).

Altunkeser, A.,(2015) Otopark Havalandırma Sistemlerinin Yangınla Mücadeleye Yönelik Tasarımı, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Sayı 86, S:26

Apte M.G, Fisk W.J, Daisey J.M, (2000) Associations between indoor CO2 concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. office buildings: An analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air* vol:10 2000, pp 246-257.

ASHRAE, (2009). *Indoor air quality guide: Best practices for Design, Construction, and Commissioning*. Volume 101, Issue 6.

Atımtay, E. Vd., (2000) “Çerçevesi ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı”, Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri, Ankara.

Aydın, Ö.,(2006) Havadaki SO2 ve PM konsantrasyonunun istatistiksel yöntemler ile modellenmesi : Zonguldak Çehir örneği. Yüksek Lisans Tezi Zonguldak Karaelmas Üniversitesi FBE, Zonguldak

Aydınlr, B., Güven, H., Kırksekiz, S. (2009), Hava Kirliliği Nedir Ölçüm ve Hava Kalite Modelleme Yöntemleri Nelerdir Hava Kirliliği ve Modellemesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya

Bouhamra, W.S. (1996). Indoor air quality in Kuwaiti house: pollutants and their concentrations. *Kuwait Journal of Science and Engineering*. 23(2), pp209-215.

Bozkurt, Z., (2009) İç ortam havasında eser elementler ve inorganik gaz kirlleticilerin düzeylerinin, kaynaklarının ve sağlık etkilerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli

Bulut, H., Yeşilnacar, M. İ., Rastgeldi, T., Aslan, M., ve Uçar, D., “Toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesine etkileri: Şanlıurfa örneği”, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, UHAKS, Konya,369-377, (2008).

Cavkaytar, Ö., ve Soyer, Ö. (2013), Türkiye’de Hava Kirliliğinden Kaynaklanan Sağlık Sorunları, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi 2 105 – 111

Chaloulakou, A., Duci, A., & Spyrellis, N. (2002). Exposure to carbon monoxide in enclosed multi-level parking garages in the central Athens urban area. *Indoor and Built Environment*, 11(4), 191-201.

Crump, D., Dengel, A. & Swainson, M. (2009). Indoor Air Quality In Highly Energy Efficient Homes – A Review. *In: Building Technology Group, B. (Ed.). Institute Of Environment And Health, Cranfield University.*

Çankaya Belediyesi, (2013). http://www.cankaya.bel.tr/oku.php?yazi_id=8974 (Erişim:11.07.2021)

D. B. Hess, P. D. Ray, A. E. Stinson, J. Y. Park, Determinants of exposure to fine particulate matter (PM2.5) for waiting passengers at bus stops, *Atmospheric Environment*, Vol.44, 2010, pp. 5174-5182.

Doğan,A.,(2012), ulaştırma tarihi <http://www.ulasimgazetesi.com/?id=6672> (Erişim:11.07.2021)

Durukan, M.,(2015) Kapalı Otoparklarda CO-karbonmonoksit gaz algılama sistemi, standartlar ve uygulamalar, BEST: Bina Elektrik, Elektronik, Mekanik ve Kontrol Sistemleri Dergisi, <http://www.bestdergisi.com.tr/arsiv/yazi/kapaly-otoparklarda-cokarbonmonoksit-gaz-algylama-sistemi-standartlar-ve-uygulamalar>(Erişim:11.07.2021)

E. Weingartner, et al, Aerosol emission in a road tunnel. *Atmospheric Environment*, Vol.31, No.3, 1997, pp. 451-462.

European Commission, (2003). Ventilation, Good Indoor Air Quality And Rational Use Of Energy. *European Collaborative Action On Urban Air, Indoor Environment And Human Exposure*. European Commission.

European Commission, (2003). Ventilation, Good Indoor Air Quality And Rational Use Of Energy. *European Collaborative Action On Urban Air, Indoor Environment And Human Exposure*. European Commission.

Fang L, Wyon DP, Clausen G, Fanger PO. 2002. Sick building syndrome symptoms and performance in a field laboratory study at different levels of

temperature and humidity. In: Indoor Air '02: Proceedings of the 9th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, June 30-July 5 2002, Monterey, CA;466-461.

Glorennec, P., Bonvallot, N., Mandin, C., Goupil, G., Pernelet-Joly, V., Millet, M., ... & Alary, R. (2008). Is a quantitative risk assessment of air quality in underground parking garages possible?. *Indoor Air*, 18(4), 283-292.

Güngör, E.K.,(2006). Konya Şehir Merkezinde Otopark Sorunu ve Öneriler, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Güngör, H, C., Güngör, E, K., 2011. Konya merkezindeki park problemi ve öneriler, 6. İleri Teknolojiler Sempozyumu, Elazığ.

Gürbüz, S. ve Şahin, F. (2018). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Hakseverler, T., (2010) İstanbul’da farklı iç ortamlarda hava kalitesinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi FBE, İstanbul.

He, C., Morawska, L., Hitchins, J., & Gilbert, D. (2004). Contribution from indoor sources to particle number and mass concentrations in residential houses. *Atmospheric environment*, 38(21), 3405-3415.

Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. (2003). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin.

Hui, P. S, “An Indoor air quality monitoring and assessment protocol for air-conditioned offices in subtropical climates”, Ph.D Thesis, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 234 pages, (2009).

Jacobs, D., Kelly, T. & Sobolewski, J. (2007). Linking Public Health, Housing, And Indoor Environmental Policy: Successes And Challenges At Local And Federal Agencies In The United States. *Environmental Health Perspectives*, 115, 976.

Kabukcu, M. A. (1994). Sağlık, Sosyal ve Fen Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik. *Selçuk Univ Ziraat Fak Tarım Ekonomi Bölümü, Konya*.

Kandış, H. Vd.(2009), Karbonmonoksit Zehirlenmesi, Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi; 11(3):54-60

Karakaş, B., 2015, İç ve Dış Hava Ortamlarında Partiküler Madde (PM₁₀, PM_{2.5} ve PM₁) Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi.Hacettepe üniversitesi,Ankara,tez çalışması.

Kılıç, A.(2012), Otopark Havalandırması, Yangın ve Güvenlik, Sayı: 153, Sayfa:8-9

Kılıç, T., Bozkurt, T., Mamalı, C., Ünal, G., Gümüç, A., Şentürk, H., Solak, Z ve Karataş, Ö., (2010) Motorlu taşıtlar ve adapazarı'nda motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların envanterlenmesi.Bilim Dergisi, İstanbul s.4:12

Köseoğlu, P., (1999). Yeraltı otoparkı çalışanlarında motorlu taşıt egzoz emisyonuna bağlı sağlık sorunları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Krarti, M. ve Ayari, AM (2014) "Overview of Existing Regulations for Ventilation Requirements of Enclosed Vehicular Parking Facilities" ASHRAE Trans. 105, part 2: 18-26.

Kutlu, K., (1975). Trafik etüdüleri. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.

M. C. Fondelli, et al., Fine particle concentrations in buses and taxis in Florence, Italy, Atmospheric Environment, Vol.42, 2008, pp. 8185-8193.

Metzer,I. D. "Design and optimization of personalized ventilation for overall improvement of thermal comfort, air quality, and energy efficiency", M.Sc Thesis, University of Colorado, Boulder,127 pages, (2009).

Mukesh Sharma, 2003, Interpretation of air quality data using an air quality index for the city of Kanpur, India, Journal of Environmental Engineering and Science, Vol 2: 453–462.

Müezzinoğlu, A (2000) Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları . 9 Eylül Yayınları, 327 s, İzmir.

Onat,B.,ve Stakeeva, B.,(2009). İstanbul'da farklı ulaşım türleri ile seyahat esnasında maruz kalınan partikül maddenin (PM_{2.5}) belirlenmesi, Makina Mühendisleri Odası 9. Ulusal tesisat mühendisliği kongresi 06-09 mayıs 2009.

Özen M., (2006). Karayolu ulaşımının hava kirliliğine etkileri ve çözüm önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi FBE. Ankara

Özkılıç Ö. (2014), Risk Değerlendirmesi ATEX Direktifleri-Patlayıcı Ortamlar, Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması-Kantitatif Risk Değerlendirme, Seveso II ve Seveso III Direktifi, (Birinci Baskı), TİSK, Ankara.

Öztürk, M. (2017). *Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları.

Öztürk, M.,2008. Hava Kirliliğinin Halk Sağlığı Üzerine Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı. 2008.

Samal, C, G et al.(2013), Air Pollution in Micro-Environments: A Case Study of India Habitat Centre Enclosed Vehicular Parking, New Delhi, Indoor and Built Environment 22;4:710–718

Sprinkler Sistemleri (2015) Arena Eksperlik, <http://www.arenaeksperlik.com/?p=295> (Erişim:11.07.2021)

Şahin, A., (2009). Otopark Geliştirme Analizi: İstanbul Merter Yer Altı Otoparkı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

T.C. Resmi Gazete.(2007) Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 19 Aralık 2007. Sayı:26735, Ankara

Tatar P. Ç., (2014) Kurşun Maruziyetinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi (Akü, Maden Ve Metal İşyerlerinde), İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara

Tatlı E., “İç ortam hava kalitesi değerlendirme: biyolojik, gazlar ve partikül madde kirlilik göstergeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).

TS EN 12845 (2007) Sabit Yangın Söndürme Sistemleri- Otomatik Sprinkler SistemleriTasarım, Montaj ve Bakım, 10 Nisan

Türk Standartları Enstitüsü,(2014) " TS ISO 8518 Kurşun ve Kurşun Bileşiklerinin Tayini, Alevli Atomik Absorpsiyon Metodu", 2014.

U.S. EPA, 2012. Our Nation's Air: Status and Trends through 2010. U.S. EPA, Office of Air Quality Planning & Standards. U.S. EPA, Washington, DC.. EPA-454/R-12-001.

ULR 1 <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>.

ULR 2 <https://www.konya.bel.tr/haberayrinti.php?haberID=1701>.

Vaizoğlu, S. vd., (2000), Kapalı Ortam Hava Kalitesi ve Sağlığa Etkisi, Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, Kasım

Weschler, C. (2009). Changes In Indoor Pollutants Since The 1950s. *Atmospheric Environment*, 43, 153-169.

WHO (2000). Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No. 91

Yılmaz, O., (2012). Toplu Taşımanın ve Kullanımının Yaygınlaşması İçin Bir Çalışma: İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçe şehir Üniversitesi, FBE, İstanbul

Yurtseven, E., 2008. İki farklı bölgedeki ilköğretim okullarında iç ortam havasının insan sağlığına etkileri yönünden incelenmesi, Doktora Tezi, İ.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

KURTULUŞ, Y., ŞAHİN, H., & TEKTAŞ, M. Kentiçi Otopark Analizi: Çanakkale İli Örneği. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1), 27-58.

EKLER

İplikçi Katlı Otoparkı							
Kat	Ölçüm Noktası	PM2.5 (mg/m3)	PM10 (mg/m3)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Nem Oranı %	Sıcaklık °C
1	1	3080	285	604	2.6	47.1	9.3
1	2	2997	269	560	2.9	51.6	8.7
1	3	2603	240	553	2.2	53	11.9
1	4	4052	390	984	2.8	58.1	9
1	5	4563	569	692	3.3	55.3	9.7
1	6	5832	911	729	3.1	57	9.5
1	7	7313	1054	614	5.7	54.8	9.5
1	8	6418	810	598	4.5	54.4	9.7
1	9	5986	767	646	5.3	56.5	10
1	10	5817	517	752	4.9	59.9	9.9
1	11	5592	655	746	5.3	57.2	9.9
1	12	7029	1085	478	5.1	55.9	9.8
1	13	5893	752	734	5.5	58.1	9.2
1	14	7015	649	813	5.4	60.4	9.5
1	15	7697	712	699	5.9	61.4	9.3
1	1	3315	262	482	2	56.1	9
2	2	2716	164	470	2	55.9	9.1
2	3	2750	168	467	1.9	56.2	9.2
2	4	2760	172	463	1.3	56	9.4
2	5	2830	180	489	1.5	55.9	9.3
2	6	2867	186	526	1.5	55.6	9.2
2	7	2980	192	547	1.6	55.3	9.3
2	8	3025	195	552	1.8	55.3	9.4
2	9	2976	183	493	1.8	56.8	9.6
2	10	2890	180	490	1.9	66.5	9.6
2	11	2882	179	489	1.9	67	9.7
2	12	2870	181	505	1.7	58.4	9.7
2	13	2906	184	513	1.6	56.1	9.8
2	14	2968	186	518	1.6	55.8	9.8

Zindankale Kathi Otoparkı

Kat	çüm Nokte	PM2.5 (mg/m3)	PM10 (mg/m3)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Nem Oranı %	Sıcaklık °C
4	1	2240	114	553	0.3	44.2	9.6
4	2	2739	134	558	0.2	44.8	9.5
4	3	2527	115	547	0.3	46.2	9.6
4	4	2714	136	383	0.3	45.2	9.5
4	5	3017	222	428	0.3	44.3	9.6
4	6	3638	152	425	0.4	46.7	9.7
3	1	2761	177	378	0.3	44.5	10.1
3	2	2581	146	386	0.5	45.6	10
3	3	2850	171	374	0.6	40.4	10.2
3	4	2376	131	372	0.4	44.5	10
3	5	2421	130	372	0.7	40.2	10.1
3	6	3076	165	373	0.8	43.5	10.1
3	7	2844	171	418	2.3	46.3	9.3
3	8	2740	213	428	2.5	47.2	9.2
3	9	2910	177	430	2.6	47.1	9.3
2	1	3491	148	406	0.3	48.6	9
2	2	4125	168	386	0.4	48.8	9.1
2	3	3531	175	378	0.2	48.8	9.1
2	4	3057	140	380	0.3	48.2	10.1
2	5	3893	214	404	0.2	47.9	10.1
2	6	3841	221	388	0.5	47.4	10.1
2	7	3772	232	461	0.7	47.5	8.9
2	8	4184	369	388	0.8	47.9	8.5
2	9	3721	221	382	1.7	48.1	8.8
1	1	3022	185	386	0.3	45.7	9.1
1	2	2605	136	526	0.4	45.6	9.3
1	3	3677	145	399	0.4	45.8	9.3
1	4	1579	69	619	0.2	45.8	9.4
1	5	1557	63	438	0.2	45.5	9.4
1	6	1736	86	400	0.3	46.5	9.4
1	7	3925	389	386	1.9	46.8	9.4
1	8	3445	299	456	1.6	47.2	9.4
1	9	1097	47	432	0.2	46	9.5
-1	1	4282	195	527	0.9	50	8.3
-1	2	4136	180	520	0.9	50.1	8.2
-1	3	4011	155	525	1.1	50.1	8.2
-2	1	2524	128	438	1.1	45.7	8.7
-2	2	2420	129	430	1.2	46.3	8.7
-2	3	2517	130	440	1.2	45.8	8.6
-2	4	3295	254	553	1.1	47.9	8.6
-2	5	3190	245	540	1.3	47.9	8.6
-2	6	3293	242	537	1.7	46.8	8.5
-2	7	2904	238	546	1.6	46.8	8.5
-2	8	2906	252	560	1.8	45.9	8.4
-2	9	2910	258	567	1.9	45.9	8.4
	Giriş	3094	982	666	4.1	51.9	8.6
	Çıkış	8557	613	655	7.1	55.4	8.5

Zafer-Konevi Kath Otoparkı

Kat	Ölçüm Noktası	PM2.5 (mg/m ³)	PM10 (mg/m ³)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	Nem Oranı %	Sıcaklık °C
4	1	628	136	543	1.8	36.3	15
4	2	587	115	502	1.6	36.8	15.1
4	3	546	94	461	1.4	37.3	15.2
4	4	505	73	420	1.2	37.8	15.3
4	5	504	72	420	1.1	37.6	15.2
3	1	527	63	434	1.5	36.7	14.3
3	2	773	121	434	1.8	36.4	13.8
3	3	1019	179	434	2.1	36.1	13.3
3	4	1265	237	434	2.4	35.8	12.8
3	5	1511	295	434	2.7	35.5	12.3
2	1	1264	237	433	2.2	35.7	12.7
2	2	1522	283	432	2	37	12.4
2	3	1780	329	431	1.8	38.3	12.1
2	4	2038	375	430	1.6	39.6	11.8
2	5	2037	373	428	1.4	39.4	11.8
1	1	853	123	802	1.5	38.3	11.2
1	2	927	138	679	1.4	38.8	11
1	3	1001	153	556	1.3	39.3	10.8
1	4	1075	168	433	1.2	39.8	10.6
1	5	1149	183	310	1.1	40.3	10.4
Giriş	1	1073	166	431	1	39.7	10.4
Giriş	2	1032	145	390	0.8	40.2	10.5
Giriş	3	648	43	479	1.7	40.4	9.5
Giriş	4	713	30	398	0.4	50.5	5.1
Giriş	5	723	73	423	0.3	52.9	8.6

Osmanlı Buğday Pazarı Kath Otoparkı

Kat	Ölçüm Noktası	PM2.5 (mg/m ³)	PM10 (mg/m ³)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	Nem Oranı %	Sıcaklık °C
1	1	2717	441	56	3.1	38	10
1	2	2698	436	188	3.3	43.4	9.3
1	3	2679	430	320	3.4	48.8	9.1
1	4	2660	424	451	3.5	54.1	9
1	5	2644	415	450	3.6	53.9	8.9
1	6	2627	405	448	3.7	53.7	8.9
1	7	2495	388	445	2.7	57.6	8.6
1	8	2562	412	450	2.8	57.1	8.7
1	9	2628	435	454	2.9	56.5	8.9
1	10	2694	458	458	3	55.9	9.1
1	11	2761	482	462	3.1	55.4	9.2
1	12	2827	505	466	3.2	54.8	9.4
1	13	2097	248	420	2.2	61	7.6
1	14	1884	219	420	2.2	61.4	7.5
1	15	1671	190	420	2.1	61.8	7.4
1	16	1458	160	420	2	62.2	7.4
1	17	1245	131	420	1.9	62.6	7.3
1	18	3375	424	421	2.7	58.7	8
1	19	3806	487	423	3	59.4	7.9
1	20	4237	549	424	3.2	60.1	7.9
1	21	4668	611	426	3.4	60.8	7.9
1	22	5099	674	427	3.6	61.5	7.8
1	23	789	50	412	1.4	54.6	8.2
1	24	817	56	411	1.4	54.6	8.1
1	25	845	61	410	1.4	54.6	8.1
1	26	873	66	409	1.4	54.6	8.1
1	27	901	71	408	1.4	54.6	8
1	28	929	77	407	1.4	54.6	8
1	29	957	82	406	1.4	54.6	8
1	30	985	87	405	1.4	54.6	7.9
1	31	1013	92	404	1.3	54.6	7.9
1	32	1041	98	403	1.3	54.6	7.9
1	33	1069	103	402	1.3	54.6	7.8
1	34	1097	108	401	1.3	54.6	7.8
1	35	1125	113	400	1.3	54.6	7.8
1	36	1153	119	399	1.3	54.6	7.7
1	37	1181	124	398	1.3	54.6	7.7
1	38	1209	129	397	1.3	54.6	7.7
1	39	1236	134	395	1.2	54.6	7.7
1	40	1236	134	395	1.2	54.6	7.7
1	41	1725	266	428	2.8	58.6	7.6
2	1	1662	252	422	2.7	58.7	7.5
2	2	1598	237	415	2.5	58.7	7.5
2	3	1534	222	409	2.4	58.7	7.5
2	4	1470	207	402	2.2	58.7	7.5
2	5	1406	192	395	2.1	58.7	7.4
2	6	720	42	102	0.3	56.2	7.2
2	7	719	41	122	0.4	56.5	7.2
2	8	717	40	142	0.4	56.7	7.2
2	9	716	39	162	0.4	56.9	7.2
2	10	714	38	182	0.4	57.1	7.2
2	11	713	37	202	0.4	57.3	7.2
2	12	711	35	222	0.4	57.6	7.2
2	13	710	34	242	0.4	57.8	7.2
2	14	708	33	262	0.4	58	7.2
2	15	707	32	282	0.4	58.2	7.2
2	16	705	31	302	0.4	58.4	7.2
2	17	704	29	322	0.4	58.7	7.2
2	18	702	28	342	0.4	58.9	7.2
2	19	701	27	362	0.4	59.1	7.2
2	20	699	26	382	0.4	59.3	7.2
2	21	698	25	402	0.4	59.5	7.2
2	22	696	23	422	0.4	59.7	7.2
2	23	695	22	442	0.5	60	7.3

2	24	693	21	462	0.5	60.2	7.3
2	25	692	20	482	0.5	60.4	7.3
2	26	690	19	502	0.5	60.6	7.3
2	27	696	23	422	0.4	59.7	7.3
2	28	697	23	420	0.5	59.7	7.3
2	29	698	22	417	0.5	59.6	7.3
2	30	699	22	415	0.5	59.5	7.3
2	31	700	21	412	0.5	59.4	7.4
2	32	701	21	410	0.5	59.3	7.4
2	33	701	20	407	0.5	59.2	7.4
2	34	702	20	404	0.6	59.1	7.4
2	35	703	19	402	0.6	59	7.5
2	36	705	19	399	0.6	58.9	7.5
2	37	705	18	397	0.6	58.8	7.5
2	38	707	18	394	0.6	58.7	7.5
2	39	706	17	391	0.6	58.6	7.6
2	40	686	29	453	0.2	60.8	7
2	41	1029	129	397	1.3	54.6	7.7

Mevlana Katlı Otoparkı

Kat	Ölçüm Noktası	PM2.5 (mg/m3)	PM10 (mg/m3)	CO2 (ppm)	CO (ppm)	Nem Oranı %	Sıcaklık °C
2	1	1445	106	381	0.2	37.2	8.4
2	2	1345	130	862	1.6	46.2	6.8
2	3	1230	143	840	1.9	45.3	7
2	4	1240	145	650	1.7	46.6	8.4
2	5	1255	146	550	1.6	47.5	8.3
2	6	1262	146	430	1.4	48.3	8.4
2	7	1287	144	445	1.2	47.2	8.5
2	8	1356	141	457	1.2	47.3	8.5
2	9	1254	138	459	0.9	47.8	8.4
2	10	1360	136	460	0.8	47.9	8.4
2	11	1340	135	468	0.6	47.9	8
2	12	1259	180	440	0.7	48.6	8
2	13	1173	220	428	0.7	50.8	7.9
2	14	1140	281	418	0.8	51.6	8.1
2	15	1360	361	493	0.6	50.9	8
2	16	1673	401	587	0.6	50.9	8.2
2	17	2192	569	520	0.5	49.7	8.2
2	18	2789	625	609	0.5	47.8	8.3
2	19	3740	641	623	0.5	47.1	8.3
2	20	3512	623	587	0.6	49.4	8.5
2	21	3389	547	562	0.6	52.8	8.6
2	22	3185	510	503	0.7	55.6	8.7
2	23	3066	556	493	0.8	56.8	8.8
2	24	2964	589	504	0.8	54.2	8.7
2	25	2870	547	513	0.7	7	8.6
2	26	2903	531	557	0.6	49.5	8.7
2	27	2863	568	561	0.6	49.1	8.8
2	28	2799	543	570	0.5	48.7	8.9
2	29	2833	520	577	0.5	48.2	8.9
2	30	2894	526	589	0.5	49.2	8.9
1	1	1349	183	603	6.7	49.7	8.6

1	2	1382	188	620	6.9	51.2	9.2
1	3	1387	189	624	7	52	9.8
1	4	1396	191	631	7.1	52.8	10.4
1	5	1433	197	651	7.4	55.1	11.2
1	6	1198	114	422	13	48.9	8.1
1	7	1195	114	422	13	48.9	8.1
1	8	1176	113	419	13	48.9	8.1
1	9	1188	115	427	13.3	50.1	8.4
1	10	1167	113	420	13.1	49.4	8.4
1	11	1177	115	428	13.4	50.6	8.7
1	12	1185	116	432	13.6	51.4	9
1	13	1206	148	696	1.8	48.9	8.3
1	14	1190	147	692	1.8	48.9	8.3
1	15	1211	150	707	1.9	51.7	9.1
1	16	1179	147	693	1.9	51.7	9.1
1	17	1138	143	675	1.9	51.7	9.1
1	18	1135	143	675	1.9	51.7	9.1
1	19	1183	137	427	1.1	49.5	8.8
1	20	1178	137	427	1.1	49.5	8.8
1	21	1173	137	427	1.1	49.5	8.8
1	22	1195	140	437	1.2	54	9.9
1	23	1205	142	444	1.3	58.5	11
1	24	1221	145	454	1.4	63	12.1
1	25	1394	176	734	2.5	48.3	8.9
1	26	2116	268	1118	3.9	75.4	14.3
1	27	2155	274	1144	4	77.4	15
1	28	3427	436	1821	6.4	123.9	24.5
1	29	3623	461	1926	6.8	131.7	26.5
1	30	5633	643	630	6.5	57.6	9.5
	Giriş	2833	393	615	4.3	46.7	10.9