



## KÜTAHYA KENT MERKEZİNDE HAVA KALİTESİNİN ZAMANSAL VE MEKANSAL DEĞİŞİMİ

Kaan İŞINKARALAR\*

Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kastamonu, Türkiye

### Anahtar Kelimeler

Hava Kirliliği,  
Karbondiyoksit,  
Kütahya,  
Partikül Madde,  
Hava Kalitesi.

### Öz

Şehirlerdeki insan nüfusunda hızlı sanayileşme ile ciddi bir artış yaşanmaya başlamış ve bunun sonucunda kentlerdeki hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi görülmeye başlanmıştır. Hava kirliliği özellikle çarpık kentleşmenin ve plansız sanayileşmenin sonucu olarak birçok şehirde tehlike sınırlarını aşmaya başlamıştır. Kentsel alanlarda hava kirliliği, küresel ölçekte halk sağlığı üzerinde doğrudan etkisi olan temel çevre sorunları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada Kütahya ilinde belirlenen 5 farklı dış ortam noktasında partikül madde (0,3, 0,5, 1, 2, 5 ve 10 µm boyutlarında) ve karbondiyoksit miktarları ölçülmüş, veriler SPSS 22.0 paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Ölçüm Kütahya ilindeki farklı özelliklere sahip bu bölgelerin hava kalitesi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Hava kirliliğinin ana kaynağı olarak sanayi faaliyetleri, trafik ve insan aktiviteleri gelmektedir. Kirlilik düzeyinin yüksek seviyede olması insan sağlığını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bundan dolayı kentsel planlamalarda bu durumun göz önüne alınarak gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada Kütahya şehir merkezinin kış dönemine ait CO<sub>2</sub> kirliliği ve partikül madde yoğunluğunun zamansal ve mekansal değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kütahya'daki hava kirliliğinin artışında ısınma başta olmak üzere kullanılan yakıtlar, endüstri faaliyetleri, enerji sağlama ve ulaşım araçlarından kaynaklı olarak yüksek düzeyde kirlilik tespit edilmiştir.

## TEMPORAL AND SPATIAL VARIATION OF AIR QUALITY IN KÜTAHYA CITY CENTER

### Keywords

Air Pollution,  
Carbon Dioxide,  
Kütahya,  
Particulate Matter,  
Air Quality.

### Abstract

The human population and industrialization has increased that occur negative effect of the air quality on human health in the cities. Air pollution has started to exceed the limits of danger in many cities, especially due to unplanned urbanization and unplanned industrialization. The air pollution in urban areas is among the main environmental problems that show a adverse impact to public health in global sciae. In this study, the amounts of particulate matter (0.3, 0.5, 1, 2, 5 and 10 µm) and carbon dioxide were measured at 5 different outdoor locations determined in the province of Kütahya and the data were evaluated with the help of SPSS 22.0 package program. In terms of air quality measurement in regions where were evaluated and compared with different characteristics in Kütahya province. Industrial activities, traffic and human activities are the primary sources of air pollution. The high level of air pollution can significantly affect human health. For this reason, it is necessary to consider some precaution in urban planning. Thus, it is aimed to determine the temporal and spatial changes of CO<sub>2</sub> and particulate matter pollution in Kütahya city center during the winter. In the increase of air pollution originating, a high level of air pollution was detected due to the use of fuels used in other activities, industrial activities, energy supply and transportation, especially heating in Kütahya.

### Alıntı / Cite

İşinkaralar, K., (2022). Kütahya Kent Merkezinde Hava Kalitesinin Zamansal ve Mekansal Değişimi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 10(1), 152-160.

\* İlgili yazar / Corresponding author: kisinkaralar@kastamonu.edu.tr, +90-366-280-2930

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
K. Işınkaralar, 0000-0003-1850-7515	<b>Başvuru Tarihi / Submission Date</b>	23.09.2021
	<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b>	19.10.2021
	<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b>	19.10.2021
	<b>Yayın Tarihi / Published Date</b>	23.03.2022

## 1. Giriş (Introduction)

Hava kirliliği çeşitli kirleticilerden ve bunların birbirleriyle olan reaksiyonlarından oluşmaktadır. İnsana, hayvana, bitkiye ve cansız varlıklara tehdit oluşturan hatta ilerleyen süreçlerde zarar veren ciddi bir çevre sorunudur (Kinney, 2018). Artan nüfus, plansız kentleşme ve kontrolsüz sanayileşme gibi faaliyetler sonucu oluşan hava kirleticilerinin salınmasıyla birlikte hava kirliliği sorunu ortaya çıkmıştır (Brauer vd., 2012; Türkyılmaz vd., 2017; Öztürk vd., 2021a, b). Çeşitli gazlar, sıvılar veya küçük görünmez katılar, farklı doğa olayları, insan faaliyetleri ve yüksek düzeyde gazların reaksiyonu ile atmosfere farklı formlarda yerini almaktadır. Hava kirliliği özellikle yaşanan sanayi devriminden sonra günümüzde artan yaşam standartlarıyla birlikte dünyada popüler bir sorun olmuştur. Diğer çevre kirliliklerinden daha da ciddi olmasının sebebi ise hava olaylarının küresel çaplı olmasıdır (Zhu vd., 2011; Bayraktar, 2012; Lelieveld ve Pöschl, 2017; Türkyılmaz ve Işınkaralar, 2020). Hava kirliliği iklim değişikliğine, canlı yaşama ve cansızları da tehdit eden unsur olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, nüfusun % 90'ı kirli hava solumaktadır ve hava kirliliği her yıl yaklaşık 7 milyon insanın ölümüne sebep olmaktadır. Kirliliğin sağlık üzerindeki etkileri oldukça şiddetli olup felç, akciğer kanseri ve kalp hastalığına neden olmaktadır. Dahası, ozon tabakasının incilmesi ve sera gazı etkisi gibi birtakım hava olaylarını tetiklemektedir. Bu hava kirleticileri de insanlar ve dünyanın ekosistemi üzerinde dolaylı ve direk olarak olumsuz bir etkiye sahiptir (Jo vd., 2020; Varol vd., 2021). Bu kirleticilerin başında ağır metaller, uçucu organik bileşikler (UOB), poliklorlu bifeniller (PCB'ler), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler), partikül maddeler (PM) ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gelmektedir (WHO, 2013).

Kirleticiler arasında en hızla artan CO<sub>2</sub> emisyonu olup her yıl bu değer ortalama 3 ppm olarak artış göstermiş ve 2021 yılının Ağustos ayı verilerine göre bu değer 414,47 ppm olduğu belirtilmiştir (www.co2.earth, 2021). Bu artış hızıyla ilerlerse CO<sub>2</sub> emisyonu 2050 yılında yaklaşık 500-700 ppm düzeyine çıkacaktır (Jacobson vd., 2019). Bunlar fosil yakıt kullanımına bağlı ev kaloriferleri ve sanayide kullanılan yanma ürünleri, araba, otobüs, kamyon, uçak, gemi, gibi mobil kirleticilerinde artması ayrıca azalan yeşil alanlar ve parklarla birlikte hızla artmaktadır (Öztürk ve Işınkaralar 2019a, b). Bunlara ek olarak ormanların yanması ve tahribatı, rüzgârların sahra bölgesinden taşıdığı tozlar, volkanik patlamalar, ithalat ve ihracatta önemli bir rol oynayan nükleer santraller ve diğer ağır makine sanayilerinden enerji elde etmek için CO<sub>2</sub> sorunu ortaya çıkmaktadır (Schweizer vd., 2007; Crump, 2011; Cetin vd., 2020). Ayrıca şehirlerin hakim rüzgârlarını kesecek şekilde yüksek katlı binalar yapılması hava kirleticilerin bu alanlarda birikmesine neden olmaktadır (Bergeron ve Strachan, 2011). Yoğun şehir merkezlerinde ise diğer şehirlere göre ortalama değerlerin 2-5 katı daha fazla miktarda CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ölçülmektedir (Ward vd., 2015). Burada CO<sub>2</sub> konsantrasyonu şehirdeki yüksek bina sayısına, trafik yoğunluğuna, park ve bahçe alanlarına, rüzgâr hızlarına, topografik özelliklerine, iklimine ve inversiyon gibi birçok etkene bağlıdır (Briber vd., 2013; Işınkaralar vd., 2015).

PM'ler ise havada askıda kalan katı ve sıvı parçacıklardan oluşan, değişik boyutlara sahip kimyasal içerikleri olan parçacıklardır (Kim vd., 2015). Bunlar genelde inorganik iyonlardan (nitratlar, sülfatlar, amonyum, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum vb.) elementel karbon, organik karbon, PAH'lar gibi organik karbonlar, endotoksin ve hücre parçaları gibi biyolojik bileşikler, demir, bakır, nikel, çinko gibi metallere oluşabilmektedir (Cheung vd., 2011; Işınkaralar, 2020; Savas vd., 2021). Ayrıca yeryüzü seviyesindeki ozondan (O<sub>3</sub>) ve karbonmonoksit (CO) gibi diğer hava kirleticilerinden daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Tomos vd., 2021). Her türlü yanma işlemleri, volkanik patlamalar, çöl tozlarının taşınımı, yol tozları, tarımsal aktivitelerden kaynaklı tozlar, nehir yatakları, inşaat faaliyetleri (kentsel dönüşüm), trafik ve madencilik başta olmak üzere hem antropojenik hem de doğal yollarla oluşabilmektedirler (Casati vd., 2007; Bayraktar vd., 2019a,b). Ayrıca PM'lerin şehirlerdeki emisyonlarının çoğunu trafik kaynaklı (aşınmış lastikler, aşınmış fren balatalarından kaynaklı tozlar ve süspansiyonların çalışmasından kaynaklı salınımlar vb.) oluşmaktadır (De Kok vd., 2006). Partiküllerin sınıflandırması ise aerodinamik çapları ve atmosferdeki taşınmaları ile ilgilidir. Partikül maddelerin sınıflandırmasını akciğerlere penetrasyon yeteneğine göre; 10 µm'lik bir aerodinamik çapa sahip olanlar yani iri taneli (PM<sub>10</sub>) ve 2,5 µm'lik bir aerodinamik çapa sahip ince partikül madde (PM<sub>2,5</sub>) diye 2 sınıfa ayırmıştır (USEPA, 1996). Ancak 0.1 µm'den daha küçük bir çapa sahip olanlar ise ultra ince parçacık olarak tanımlanmaktadır. İnsan sağlığı açısından ise en tehlikeli olanlar en küçük parçacıklar olarak (<PM<sub>10</sub>) tanımlanmaktadır. Bu küçük parçacıklar direk burun içerisinden alveollere geçmektedir (Londahl vd., 2007). Parçacık boyutları 5 ile 10 µm arasındakiler trakeobronşiyal yapıya, 1 and 5 µm arasındakiler solunum bronşiyollerinde ve alveollere, 1 µm ve altındakiler ise gaz molekülerine benzer bir yapıda difüzyon kuvvetiyle hareket ederek alveollere ardından da dokularla dolaşım sistemine nüfuz ederler ve buradan kalp ve akciğerin düzensiz çalışmasına, nefes almakta

zorluklara ve derin öksürüklere, hatta ölüme yol açabilmektedirler (Atkinson vd., 2010; Esworthy, 2013; Cadelis vd., 2014).

Bu çalışmanın amacı, Kütahya kent merkezinin farklı bölgelerindeki hava kalitesinin CO<sub>2</sub> ve farklı boyutlardaki PM'nin zamansal ve mekansal açıdan değişimini belirlemektir. Bu amaçla farklı zamanlarda ve farklı lokasyonlarda özellikle de sanayinin yoğun olduğu bölgelerde yapılan ölçümler ile kent merkezinin hava kalitesinin doğrudan ve dolaylı olarak nasıl etkilendiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve yorumlarda bulunulmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

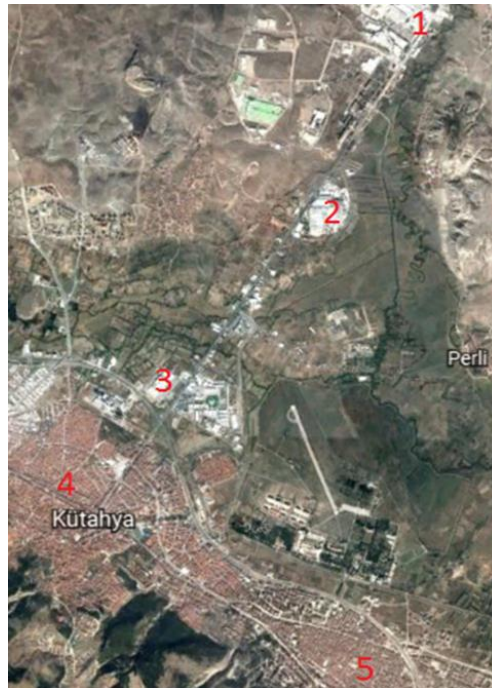
### 2.1. Çalışma Alanı (Study Area)

Çalışma kapsamında öncelikle Kütahya il merkezinin 2021 yılının Ocak ve Şubat aylarına ait, sanayi ağırlıklı olan bölgelerinde, hava kirliliğinin yoğun olabileceği yerler belirlenmiştir. Bu alanlar sanayi bölgelerinin hemen yanından (Kümaş AŞ., Şeker Fabrikası, Güral Porselen) ve yerleşim alanlarından (Spor kent mahallesi, Merkez vazo bölgesi) seçilmiştir. Çalışma kapsamında 5 farklı lokasyonda ölçüm noktaları belirlenmiştir. Bu noktalarda ölçüm saatlerindeki insan sayıları 50 kişinin altında ise insan yoğunluğu yok, 50 kişinin üzerinde ise insan yoğunluğu var olarak belirtilmiştir. Örneklem yerleri Kümaş AŞ. "K", Güral porselen "G", Şeker fabrikası "Ş", Vazo mevki "V" ve Sporkent mevki "S" harfleri ile kodlanmış ve Tablo 1'de özellikleri verilmiştir.

**Tablo 1.** Ölçüm yapılan alanlar ve özellikleri (Characteristics of the measured areas)

No	Yer	Özelliği	Yakıt türü	İnsan yoğunluğu
1	K	sinter manyezit ve bazik-asidik refrakter üretimi	doğalgaz	Yok
2	G	seramik bazlı ürünlerin üretimi	doğalgaz	Yok
3	Ş	şeker üretimi	doğalgaz	Yok
4	V	açık alan	-	Var
5	S	açık alan	-	Var

Çalışma için ölçümlerin yapıldığı Ocak ve Şubat ayları Kütahya il merkezinin hava kalitesinin en düşük olduğu dönemlerdir. Ölçüm yapılan alanların konumları Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Örneklerin alındığı alanların haritadaki konumları (Samples locations of the areas on the map)

### 2.2. Örneklem Yöntemi (Sampling Method)

Çalışma kapsamında belirlenen noktalarda gün içerisinde iki saatte bir (08:00-22:00 arasında) ve 1 Ocak 2021 tarihinde başlayarak 28 Şubat 2021 tarihinde sona erecek şekilde ölçümler yapılmış ve 6 farklı boyutta partikül madde ile CO<sub>2</sub> ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen değerlere SPSS 22.0 paket programı

yardımıyla Varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tablolaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışma boyunca CO<sub>2</sub> ölçümleri 'Extech EA80 marka portatif Hava Kalitesi Ölçer' hava kalitesi ölçüm cihazı ile partikül madde ölçümleri ise üç kanallı 'Lighthouse 3013' partikül sayma cihazı ile yerden ortalama 1,5 m yükseklikten 10'ar tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Partikül madde ölçümleri 0,3 µm (PM<sub>0,3</sub>), 0,5 µm (PM<sub>0,5</sub>) 1 µm (PM<sub>1</sub>), 5 µm (PM<sub>5</sub>) ve 10 µm (PM<sub>10</sub>) olarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular (Findings)

Değişik boyutlardaki partikül madde ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun gün bazında değişimi Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** PM (adet/L) ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) gün bazında değişimi  
(Variation of PM (piece/L) and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a daily)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	164728	47102	13391,9	1045,7	430,2	136,4	1210,5 bc
Salı	137536	44287,9	5601,3	952	334,9	103,8	1105,2 a
Çarşamba	150379	48339,2	6064	1032,1	357,3	105,9	1098,6 a
Perşembe	156387	47733,8	4388	1016,8	394,5	118,3	1151,2 ab
Cuma	166686	43608,9	19734,4	1070,8	406,8	121,8	1235,2 cd
Cumartesi	168817	56765,1	20729,3	1112,3	418,4	123,3	1296,8 d
Pazar	169113	53403	19319,6	1010,1	417,3	124,5	1299,1 d
F değeri	1,01ns	0,78ns	1,86ns	0,21ns	0,69ns	0,51ns	14,61***

\*\*\*:p<0,001, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

Varyans analizi sonucunda çalışmaya konu karakterlerden sadece CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde (p<0,001) olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun en düşük ortalama değerlerinin hafta içi günlerde (Salı, Çarşamba ve Perşembe), en yüksek konsantrasyonların ise hafta sonu (Cumartesi ve Pazar) günleri elde edildiği görülmektedir. Çalışmaya konu parametrelerin lokasyon bazında değişimi Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) lokasyon bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) at a location)

No	Yer	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
1	K	143088 a	54135,5 c	46158,5 b	1546,79 e	662,36 d	203,5 d	1225,64
2	G	143511 a	41602,93 b	5533,93 a	786,43 b	290,14 b	87,64 ab	1208,07
3	Ş	137771 a	44199 b	6142,43 a	1097 c	391 c	134,21 c	1184,36
4	V	223102 b	80271,36 d	3992,14 a	1295,93 d	413,21 c	109,36 bc	1242,36
5	S	147989 a	23534 a	1907,64 a	445,14 a	214,29 a	61 a	1137,14
F değeri		20,61***	51,58***	30,38***	59,89***	64,44***	32,30***	3,28ns

\*\*\*:p<0,001, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

Partikül madde ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimini gösterir tablo incelendiğinde CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun lokasyon bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı (p>0,05), partikül madde değerlerinin tamamının ise lokasyon bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde (P<0,001) olduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçlarına göre PM<sub>0,3</sub> ve PM<sub>0,5</sub>'de en yüksek ortalama değerler V'de elde edilmiştir. Büyük boyutlu partikül madde bakımından ise en yüksek değerler K'da elde edilmiştir. S'de elde edilen değerlerin tamamının Duncan testi sonucunda ilk grupta olması dikkat çekmektedir. Çalışmaya konu parametrelerin K'da gün bazında değişimi Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) K'daki gün bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a Daily at K)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	144812	54486,5 a	50006,5 b	1594,5 ab	702,5 b	212 b	1221 bc
Salı	129532	44258,5 a	6511 a	1269,5 a	529,5 a	171,5 a	1071,5 a
Çarşamba	140281,5	49555,5 a	7649 a	1524,5 ab	644,5 ab	195,5 ab	1035,5 a
Perşembe	146627,5	53111,5 a	8409,5 a	1566 ab	663 b	206,5 ab	1158 ab
Cuma	147389	54862 a	84663 c	1647,5 ab	706,5 b	211,5 b	1345,5 cd
Cumartesi	146207	55367 a	83521,5 c	1702 b	705 b	220 b	1376,5 d
Pazar	146772	67307,5 b	82349 c	1523,5 ab	685,5 b	207,5 ab	1371,5 d
F değeri	0,38 ns	4,21**	14,37***	1,28 ns	2,58*	1,96 ns	8,87***

\*:p<0,05, \*\*:p<0,01, \*\*\*:p<0,001, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

K'da 0,3  $\mu$ , 2,5  $\mu$  ve 10,0  $\mu$  boyutlu partikül maddelerin gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Pazar günü elde edilen bütün değerler son homojen grupta yer almıştır. Bütün parametreler bakımından en yüksek değerlerin Cuma, Cumartesi ve Pazar günleri elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Genel olarak en düşük değerler ise Salı ve Çarşamba günlerinde elde edilmiştir. Çalışmaya konu parametrelerin G için gün bazında değişimi Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) G'deki gün bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a Daily at G)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	154926 b	48347	5825,5	849,5	289,5 abc	96 cd	1197,5 ab
Salı	125387,5 ab	38363	4827	670,5	245,5 a	73 ab	1106 a
Çarşamba	121133,5 a	36842	4756	766	256 a	66 a	1127 a
Perşembe	126784 ab	37871,5	5081	786	281 ab	82 bc	1167 a
Cuma	157685,5 b	27828,5	5672	894,5	283 ab	91,5 cd	1213 abc
Cumartesi	159434,5 b	49594	6303	959,5	349,5 c	100,5 d	1333 c
Pazar	159232,5 b	52374,5	6273	579	326,5 bc	104,5 d	1313 bc
F değeri	3,01*	2,15 ns	2,52 ns	1,89 ns	3,24*	9,85***	4,69**

\*:p<0,05, \*\*:p<0,01, \*\*\*:p<0,001, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

G'deki en küçük (0,3  $\mu$ ) ve en büyük (5  $\mu$  ve 10  $\mu$ ) boyutlu partikül maddeler ile CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Cumartesi ve Pazar günleri elde edilen bütün değerlerin son homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Genel olarak ise en düşük değerler Salı Çarşamba ve Perşembe günlerinde elde edilmiştir. Çalışmaya konu parametrelerin Ş'nin gün bazında değişimi Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) Ş'deki gün bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a Daily at Ş)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	137039,5	43745,5	6846	1117,5	398,5	138,5	1221
Salı	135706	44277,5	5580	1085,5	421,5	129	1161,5
Çarşamba	139155,5	47591	5898	1090	397,5	138,5	1075,5
Perşembe	137567,5	43125	5630	1023	388	136	1090
Cuma	136539	42571,5	6490	1027	386,5	137	1207
Cumartesi	138869	44161	6395	1162,5	359	129	1295
Pazar	139522	43921,5	6158	1173,5	386	131,5	1240,5
F değeri	0,01 ns	0,20 ns	0,56 ns	0,09 ns	0,04 ns	0,01 ns	1,80 ns

ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

Ş'de çalışmaya konu parametrelerin tamamının gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir. Bundan dolayı verilere Duncan testi uygulanmamıştır. Çalışmaya konu parametrelerin V'nin gün bazında değişimi Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) V'deki gün bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a Daily at V)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	228335	84854b	3595,5 abc	1286	516,5 b	163,5 b	1288,5 bc
Salı	159938	53396,5 a	6551 c	1020	289,5 a	84 a	1103 a
Çarşamba	215343,5	68375 ab	7937,5 c	1119,5	308 a	74,5 a	1159 ab
Perşembe	230464	89629,5 b	1138,5 a	1396,5	449,5 ab	109 ab	1217,5 ab
Cuma	237788,5	88205 b	1183 a	1436	441 ab	109,5 ab	1292 bc
Cumartesi	243824,5	88181 b	6021 bc	1396	445 ab	111 ab	1270,5 bc
Pazar	246025	89258,5 b	1518,5 ab	1417,5	443 ab	114 ab	1366 c
F değeri	1,01 ns	2,71*	3,58*	0,66 ns	2,64*	2,24 ns	4,31**

\*:p<0,05, \*\*:p<0,01, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

V'deki 0,5  $\mu$ , 1  $\mu$  ve 5  $\mu$  boyutlu partikül maddeler ile CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda 0,5  $\mu$  boyutlu partikül madde miktarı bakımından en düşük değerlerin Salı ve Çarşamba günü elde edildiği, 1  $\mu$  boyutlu partikül madde miktarı bakımından en düşük değerlerin Perşembe ve Cuma, en yüksek değerlerin Salı ve Çarşamba günleri elde edildiği, 5  $\mu$  boyutlu partikül madde miktarı bakımından ise en düşük değerlerin Salı ve Çarşamba, en yüksek değerlerin ise pazartesi elde edildiği görülmektedir. CO<sub>2</sub> konsantrasyonu bakımından ise en düşük değerler Salı, Çarşamba ve

Perşembe günü, en yüksek değer ise Pazar günü elde edilmiştir. Çalışmaya konu parametrelerin S'deki gün bazında değişimi Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** PM ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun (ppm) S'deki gün bazında değişimi  
(Variation of PM and CO<sub>2</sub> concentration (ppm) on a daily at S)

Gün	PM <sub>0,3</sub>	PM <sub>0,5</sub>	PM <sub>1</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>5</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Pazartesi	158527,5	4077 a	686 a	381 a	244	72	1124,5 ab
Salı	137121	41144 b	4537,5 b	714,5 b	188,5	61,5	1084 a
Çarşamba	135985,5	39332,5 b	4079,5 b	660,5 b	180,5	55	1096 a
Perşembe	140492,5	14931,5 a	1681 a	312,5 a	191	58	1123,5 ab
Cuma	154031	4577,5 a	664 a	349 a	217	59,5	1118,5 ab
Cumartesi	155750,5	46522,5 b	1406 a	341,5 a	233,5	56	1209 b
Pazar	154018	14153 a	299,5 a	357 a	245,5	65	1204,5 b
F değeri	0,09 ns	5,85**	9,20***	4,40**	0,31 ns	0,08 ns	2,87*

\*:p<0,05, \*\*:p<0,01, \*\*\*:p<0,001, ns: p>0,05, Harfler ise Duncan testi sonucunda yer aldığı grupları göstermektedir.

G'deki en küçük (0,3 µ) ve en büyük (5 µ ve 10 µ) boyutlu partikül maddelerin gün bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda Salı ve çarşamba günleri elde edilen bütün değerlerin son homojen grupta yer aldığı görülmektedir. Partikül madde miktarı bakımından genel olarak en düşük değerler pazartesi, perşembe, cuma ve pazar günlerinde elde edilmiştir. CO<sub>2</sub> miktarı bakımından ise en düşük değerler salı ve çarşamba, en yüksek değerler ise cumartesi ve pazar günlerinde elde edilmiştir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç (Discussion and Conclusion)

Bu çalışmada Ocak-Şubat 2021 dönemine ait 2 ay boyunca Kütahya kent merkezinde bulunan 5 farklı konuma ait dış ortam PM ve CO<sub>2</sub> parametreleri ölçümleri yapılmıştır. PM<sub>10</sub> konsantrasyonunun gün bazında değişimi en yüksek değeri pazartesi günü elde edilirken CO<sub>2</sub> için bu değer 1299,1 ppm ile Pazar günü elde edilmiştir. K'daki PM<sub>10</sub> ve CO<sub>2</sub> değerine baktığımız zaman cumartesi gününe zirve yaparak diğer günlerden daha yüksek çıktığı görülmüştür. K ile kodlanmış olan bu yerde Manyezit üretimi yapılmakta ve bu günlerde emisyonlarda artış görülmüştür. Bir diğer yüksek emisyon değerine sahip olan V ile kodlanmamış olan sanayi bölgesi olmamasına rağmen, halka açık ve trafik yoğunluğunun çok olduğu ancak ağaçlandırma ve peyzaj bitkilendirmesinin yok denecek kadar az olduğu bir alan olup burada PM<sub>10</sub> gün içerisinde en çok pazartesi günleri, CO<sub>2</sub> emisyonunda ise 1288,5 ppm ile en yüksek değeri ölçülmüştür. Kentsel hava kirliliğinin kaynakları yapılan diğer çalışmalarda görüldüğü gibi bu çalışmada da konutlarda kullanılan fosil yakıt kalitesi ve miktarı, trafik kaynaklı emisyon salınımları bu çalışmada da etkisini V ve S alanlarında göstermiştir. Bu nedenle kullanılan yakıt türlerinin kalitesinin artırılması gerekmektedir. Kullanılan araçlarda ise emisyon salınımlarının düzenli bir şekilde kontrol edilmesi ayrıca sanayide kullanılan ağır vasıta araçlarının yakıtındaki kalitenin artırılması ve araç bakımlarının düzenli yapılması gerekmektedir. Bunlara ek olarak trafik yoğunluğu yaşanan bu alanlarda trafiğin rahatlaması adına planlamalar yapılmalıdır. Araç sayısının bu bölgelerde azaltılması yada araç trafiğine kapalı alanların oluşturulması gerekmektedir. Mentese ve Çotuker, (2021)'de yapmış oldukları çalışmada Çanakkale iline ait Çan ilçesinde ısınma amaçlı faaliyetlerden kaynaklanan ve yaz döneminde artan seyahat yoğunluğu nedeniyle trafik kaynaklı PM<sub>10</sub> konsantrasyonlarında artış eğilimi gözlenmiştir. Tepe ve Doğan, (2019)'da Türkiye'nin güney sahilinde yer alan Adana, Antalya, Hatay ve Mersin illerinde bulunan hava kalitesi izleme istasyonlarından alınan PM<sub>10</sub> verileri karşılaştırılmış ve konsantrasyonlarının AB direktiflerinde verilen sınır değerlerden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Özellikle de cumartesi ve pazar günleri insanların daha çok evlerde vakit geçirmesinden dolayı artan evsel ısınma faaliyetlerinden kaynaklanan PM ve CO<sub>2</sub> değerleri yükselmiştir. Haftanın günlerine bakıldığında sabah iş ve okul başlangıç saatlerinde bu değerlerde ciddi bir artış olmuştur. Isinkaralar vd. (2017)'de Kastamonu Üniversitesi kampüs içerisindeki yaptıkları çalışmada en yüksek PM<sub>10</sub> değerini yaz ayında, CO<sub>2</sub>'i ise 746 ppm ile kış aylarında ölçmüşlerdir. Çetin ve Şevik, (2017)'de Kastamonu kent merkezinde bulunan Kışla parkında yapılan ölçümde en yüksek CO<sub>2</sub> değer ortalaması 705 ppm olarak bulmuşlardır. CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun kentsel ölçekteki yapılan çalışmalarda, Chicago'da 384 ppm (Grimmond vd., 2002), Kore'de 478 ppm (Yoon vd., 2011), Şangay'da 435-550 ppm (Kim ve Choi, 2019), Polonya Krakov'da 411 ppm (Chmura vd., 2008), Irak Erbil'de 418 ppm (Abbas vd., 2019), İspanya Platosu'nda 384 ppm (Garcia vd., 2008), Roma'da 477 ppm (Gratani ve Varona, 2005), Dallas'ta 475 ppm (Clark-Thorne ve Yapp 2003), Hawaii'de 373 ppm (Keeling ve Whorf, 2005), California'da 397 ppm (Newman vd., 2008) Hindistan'ın Vilathur şehrinde 425 ppm (Palanivelraja ve Manirathinem, 2009) ve Brezilya'da 384 ppm (Sikar ve Scala, 2004) olarak ölçülmüştür.

Partikül madde kirliliğinin pek çok kaynağı bulunmakla birlikte enerji santralleri, araç egzozu, fabrikalar ve endüstriyel faaliyetler en önemli PM kaynaklarıdır (Bell vd, 2011; Shahid vd., 2017; Grzędzicka, 2019). Trafik emisyonları, şehirlerde hava ve toprak kirliliğinin ana küresel kaynağıdır (Kimbrough vd., 2013; Adelasoye ve Alamu, 2016; Kumar vd., 2016; Türkyılmaz vd., 2018). Yollardan kaynaklanan emisyonlar PM<sub>2.5</sub>'in yaklaşık% 66'sına katkıda bulunur (Grzędzicka, 2019). Yapılan diğer çalışmalarda da yapılan ölçümlerde kış aylarında PM ve

CO<sub>2</sub> seviyelerinin diğer aylara göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Isinkaralar and Gullu 2018). PM değerlerinin artışı insan aktiviteleriyle paralel olarak arttığı ve hakim rüzgarların bunların taşınmasında önemli olduğu görülmüştür (Tong vd., 2015; Isinkaralar and Gullu 2017). CO<sub>2</sub> değerlerinde ise vejetasyon mevsimi dışında gerçekleştirilen çalışmada mevsimsel koşullarının hava kalitesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu ortaya konmuştur. Şehrin yerleştiği alan dağlar arasında kaldığı zaman, vadi yüzünden hakim rüzgar yönü olan kuzey cephenin kapanmaması şehri havalandırılması açısından oldukça önemlidir. Çalışma sonuçlarına göre genel olarak partikül madde kirliliğinin en yüksek aralık, sonra şubat, sonra kasım ve en düşük ocak ayında olduğu belirlenmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. Adin vd., (2017) Batman'da 2006-2011 yılları arasında kış döneminde (Kasım-Mart ayları arasında) PM miktarının değişimini değerlendirdikleri çalışmada en yüksek değerlere 2010 yılında, 2010 yılındaki en yüksek değerlere ise Kasım ve Aralık aylarında ulaşıldığı belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre hafta içi elde edilen PM değerleri hafta sonu elde edilen değerlerden daha yüksek düzeydedir. Büyük boyutlu partikül madde sayıları bakımından ise gece yarısı (01:00-03:00 saatlerinde) PM değerlerinin daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

### Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the author.

### Kaynaklar (References)

- Abbas, K. A., Suliman, A. K., Hamad, A. T., & Saleh, K. N. (2019). Assessment of CO<sub>2</sub> with Weather Factors and its Percentage for Indoor and Outdoor. *Journal of university of Anbar for Pure science*, 13(2), 23-31.
- Adelasoye, K.A., Alamu, L.O., (2016). Accumulation of heavy metal pollutants in soil and vegetation and their effects on soil microbial population on roadsides in Ogbomosho, Nigeria. *J. Environ. Sci. Water Res.* 5 (1), 001–007.
- Adin, H., Yaşar, F., Altun, Ş., & İşcan, B. (2017). Batman Şehir Merkezinde Hava Kirliliği ve Kontrolü. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7(1/2), 48-55.
- Atkinson, R. W., Fuller, G. W., Anderson, H. R., Harrison, R. M., & Armstrong, B. (2010). Urban ambient particle metrics and health: a time-series analysis. *Epidemiology*, 501-511.
- Bayraktar OY (2012) The resistance of the alternative plaster mortars to the high temperature effect. Gazi University, Institute of Science and Technology, Master's thesis, Ankara.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019a). The use of scrap tires in the construction sector. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 253–256.
- Bayraktar, O. Y., Sağlam-Citoglu, G., & Abo Aisha, A. E. S. (2019b). Performance research of lime based mortars. *International Journal of Trend in Research and Development*, 6(1), 257–259.
- Bell, M.L., Morgenstern, R.D., Harrington, W., (2011). Quantifying the human health benefits of air pollution policies: review of recent studies and new directions in accountability research. *Environ. Sci. Pol.* 14, 357–368.
- Bergeron, O., & Strachan, I. B. (2011). CO<sub>2</sub> sources and sinks in urban and suburban areas of a northern mid-latitude city. *Atmospheric Environment*, 45(8), 1564-1573.
- Brauer, M., Amann, M., Burnett, R. T., Cohen, A., Dentener, F., Ezzati, M., ... & Thurston, G. D. (2012). Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. *Environmental science & technology*, 46(2), 652-660.
- Briber, B. M., Hutyrta, L. R., Dunn, A. L., Raciti, S. M., & Munger, J. W. (2013). Variations in atmospheric CO<sub>2</sub> mixing ratios across a Boston, MA urban to rural gradient. *Land*, 2(3), 304-327.
- Cadelis, G., Tourres, R., & Molinie, J. (2014). Short-term effects of the particulate pollutants contained in Saharan dust on the visits of children to the emergency department due to asthmatic conditions in Guadeloupe (French Archipelago of the Caribbean). *PloS one*, 9(3), e91136.
- Casati, R., Scheer, V., Vogt, R., & Benter, T. (2007). Measurement of nucleation and soot mode particle emission from a diesel passenger car in real world and laboratory in situ dilution. *Atmospheric Environment*, 41(10), 2125-2135.
- Cetin, M., Şevik, H., Türkyilmaz, A., & Işinkaralar, K. Using Abies's Needles as Biomonitors of Recent Heavy Metal Accumulation. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 7(1), 1-6.
- Cheung, K., Daher, N., Kam, W., Shafer, M. M., Ning, Z., Schauer, J. J., & Sioutas, C. (2011). Spatial and temporal variation of chemical composition and mass closure of ambient coarse particulate matter (PM<sub>10-2.5</sub>) in the Los Angeles area. *Atmospheric environment*, 45(16), 2651-2662.
- Chmura, L., Rozanski, K., Necki, J. M., Zimnoch, M., Korus, A., & Pycia, M. (2008). Atmospheric concentrations of carbon dioxide in southern Poland: Comparison of mountain and urban environments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 17(6), 859.
- Clark-Thorne, S. T., & Yapp, C. J. (2003). Stable carbon isotope constraints on mixing and mass balance of CO<sub>2</sub> in an urban atmosphere: Dallas metropolitan area, Texas, USA. *Applied Geochemistry*, 18(1), 75-95.
- Crump, D. (2011). Climate change–health impacts due to changes in the indoor environment; research need.
- De Kok, T. M., Driece, H. A., Hogervorst, J. G., & Briedé, J. J. (2006). Toxicological assessment of ambient and traffic-related particulate matter: a review of recent studies. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 613(2-3), 103-122.
- Esworthy, R. (2013, January). Air quality: EPA's 2013 changes to the particulate matter (PM) standard. Library of Congress, Congressional Research Service.
- Fisk, W. J. (2017). The ventilation problem in schools: literature review. *Indoor Air*, 27(6), 1039-1051.
- Garcia, M. O., Ovasapyan, T., Greas, M., & Treseder, K. K. (2008). Mycorrhizal dynamics under elevated CO<sub>2</sub> and nitrogen

- fertilization in a warm temperate forest. *Plant and Soil*, 303(1), 301-310.
- Gratani, L., Varone, L., (2006). Carbon sequestration by *Quercus ilex* L. and *Quercus pubescens* Willd. and their contribution to decreasing air temperature in Rome. *Urban Ecosyst.* 9, 27-37.
- Grimmond, C. S. B., King, T. S., Cropley, F. D., Nowak, D. J., & Souch, C. (2002). Local-scale fluxes of carbon dioxide in urban environments: methodological challenges and results from Chicago. *Environmental Pollution*, 116, S243-S254.
- Grzędzicka, E. (2019). Is the existing urban greenery enough to cope with current concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> and CO<sub>2</sub>. *Atmospheric Pollution Research*, 10(1), 219-233.  
<https://www.co2.earth> (erişim tarihi: Ağustos 2021).
- Isinkaralar K., Cetin M., İçen H.B., Sevik H. 2015. Indoor quality analysis of CO<sub>2</sub> for student living areas. The international conference on science, Ecology and technology I (Iconsete'2015 – Vienna) Abstract Book pp:123, August 25-28, 2015, Vienna, Austria
- Isinkaralar, K, Gullu, G. 2017. Investigation of Particulate Matter (Pm<sub>10</sub>) Concentration Depend on Time in Kastamonu Atmosphere. *Ecology Symposium 2017*. p.199. 11-13 May, Kayseri Turkey
- Isinkaralar, K, Gullu, G. 2018. The Impact of Meteorological Parameters on Urban Air Quality (PM<sub>10</sub> and SO<sub>2</sub>) in Kastamonu Province. *Ecology Symposium 2018*. p.371. 19-23 June, Kastamonu Turkey
- Isinkaralar, K. (2020). Removal of Formaldehyde and BTEX in Indoor Air Using Activated Carbon Produced from Horse Chestnut (*Aesculus Hippocastanum* L.) Shell. Ph.D. Thesis Hacettepe University Institute of Science Department of Environmental Engineering. Ankara, Turkey.
- Jacobson, M. Z. (2010). Enhancement of local air pollution by urban CO<sub>2</sub> domes. *Environmental science & technology*, 44(7), 2497-2502.
- Jacobson, T. A., Kler, J. S., Hernke, M. T., Braun, R. K., Meyer, K. C., & Funk, W. E. (2019). Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. *Nature Sustainability*, 2(8), 691-701.
- Jo, J., Jo, B., Kim, J., Kim, S., & Han, W. (2020). Development of an iot-based indoor air quality monitoring platform. *Journal of Sensors*, 2020.
- Kabir, E., Kim, K. H., Sohn, J. R., Kweon, B. Y., & Shin, J. H. (2012). Indoor air quality assessment in child care and medical facilities in Korea. *Environmental monitoring and assessment*, 184(10), 6395-6409.
- Keeling, C. D., & Whorf, T. P. (2005). Atmospheric carbon dioxide record from Mauna Loa. Carbon Dioxide Research Group, Scripps Institution of Oceanography, University of California La Jolla, California, 92093-0444.
- Kim, K. H., Kabir, E., & Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment international*, 74, 136-143.
- Kim, M. K., & Choi, J. H. (2019). Can increased outdoor CO<sub>2</sub> concentrations impact on the ventilation and energy in buildings? A case study in Shanghai, China. *Atmospheric environment*, 210, 220-230.
- Kimbrough, S., Baldauf, R.W., Hagler, G.S.W., Shores, R.C., Mitchell, W., Whitaker, D.A., Croghan, C.W., Vallero, D.A. (2013). Long-term continuous measurement of near-road air pollution in Las Vegas: seasonal variability in traffic emissions impact on local air quality. *Air Qual. Atmos. Health* 6, 295-305.
- Kinney, P. L. (2018). Interactions of climate change, air pollution, and human health. *Current environmental health reports*, 5(1), 179-186.
- Kumar, P., de Fatima Andrade, M., Ynoue, R.Y., Fornaro, A., de Freitas, E.D., Martins, J., Martins, L.D., Albuquerque, T., Zhang, Y., & Morawska, L. (2016). New directions: from biofuels to wood stoves: the modern and ancient air quality challenges in the megacity of Sao Paulo. *Atmos. Environ.* 140, 364-369.
- Lelieveld, J., & Pöschl, U. (2017). Chemists can help to solve the air-pollution health crisis.
- Newman, S., Xu, X., Affek, H. P., Stolper, E., & Epstein, S. (2008). Changes in mixing ratio and isotopic composition of CO<sub>2</sub> in urban air from the Los Angeles basin, California, between 1972 and 2003. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D23).
- Menteşe, S. & Çotuker, O. (2021). Partikül madde, karbon monoksit ve karbondioksit seviyelerinin iç ve dış ortamlarda değişimi . *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* , 9 (3) , 723-734 . DOI: 10.21923/jesd.811053
- Öztürk, S., & İşinkaralar, Ö. (2019a). Kastamonu kent merkezinde otopark sorunsali: eleştirel bir değerlendirme parking problematique in kastamonu city center: a critical evaluation. *The Journal*, 12(67).  
<http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2019.3738>
- Öztürk, S. & İşinkaralar, Ö. (2019b). Eğlence parklarında ziyaretçi memnuniyet düzeyinin belirlenmesi: wonderland eurasia tema parkı örneği. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 3. Uluslararası batı asya turizm araştırmaları kongresi özel sayısı , 31-52 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyusbed/issue/51801/673519>
- Öztürk, S., İşinkaralar, Ö., Yılmaz, D. & Çılğinoğlu, H. (2021a). Bir kültür turizmi destinasyonu olarak hasankeyf örneğinde ziyaretçi memnuniyeti . *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23 (2) , 359-369 . DOI: 10.24011/barofd.901027
- Öztürk, S. , İşinkaralar, Ö. & Yılmaz, D. (2021b). Restorasyon çalışmaları sonrası yerel halkın algı ve tutumları (Kayseri Kalesi Örneği) . *Doğu Coğrafya Dergisi* , 26 (45) , 183-194 . DOI: 10.17295/ataunidcd.933070
- Palanivelraja, S., & Manirathinam, K. I. (2009). A comparative study on indoor air quality in a low cost and a green design house. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(5), 120-130.
- Savas, D. S., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., & Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-8.
- Schweizer, C., Edwards, R. D., Bayer-Oglesby, L., Gauderman, W. J., Ilacqua, V., Jantunen, M. J., ... & Künzli, N. (2007). Indoor time-microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 17(2), 170-181.
- Shahid, M., Dumat, C., Khalid, S., Schreck, E., Xiong, T., & Niazi, N. K. (2017). Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of hazardous materials*, 325, 36-58.
- Sikar, E., & La Scala, N. (2004). Methane and carbon dioxide seasonal cycles at urban Brazilian inland sites. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 47(2), 101-106.
- Tepe, A. M. & Doğan, G. (2019). Türkiye'nin güney sahilinde yer alan dört şehrin hava kalitelerinin incelenmesi . *Mühendislik*



- Bilimleri ve Tasarım Dergisi , 7 (3) , 585-595 . DOI: 10.21923/jesd.535124
- Tomos, I., Dimakopoulou, K., Manali, E. D., Papiris, S. A., & Karakatsani, A. (2021). Long-term personal air pollution exposure and risk for acute exacerbation of idiopathic pulmonary fibrosis. *Environmental Health*, 20(1), 1-13.
- Tong, Z., Whitlow, T.H., MacRae, P.F., Landers, A.J., & Harada, Y. (2015). Quantifying the effect of vegetation on near-road air quality using brief campaigns. *Environ. Pollut.* 201, 141–149.
- Türkyılmaz A, Şevik H, Işınkaralar K, 2018. Investigation of Heavy Metal Accumulation in the Black Pine Needles. *Ecology Symposium* 2017. p.196. 11-13 May, Kayseri Turkey
- Türkyılmaz, A. & Işınkaralar, K. (2020). Sulu çözeltilerden aktif karbon üzerine adsorpsiyon ile antibiyotiklerin (tetrasiklin ve penisilin g) giderimi . *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* , 8 (3) , 943-951 . DOI: 10.21923/jesd.762953
- Turkyılmaz, A., Sevik, H., & Işınkaralar, K. (2017). Investigation of heavy metal accumulation in the black pine needles. In *Ecology Symposium 2017* (p. 196) 11–13 May, Kayseri, Turkey
- U.S. Environmental Protection Agency (1996) Review of National Ambient Air Quality Standards for Ozone: Assessment of Scientific and Technical Information (Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC), EPAy452y5-96-007, pp. 34–37
- Varol T, Canturk U, Cetin M, Ozel HB, Sevik H (2021) Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*. *Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119199. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119199.
- Ward, H. C., Kotthaus, S., Grimmond, C. S. B., Björkegren, A., Wilkinson, M., Morrison, W. T. J., ... & Iamarino, M. (2015). Effects of urban density on carbon dioxide exchanges: Observations of dense urban, suburban and woodland areas of southern England. *Environmental Pollution*, 198, 186-200.
- World Health Organization. (2013). Health Effects of Particulate Matter: Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia.
- Yoon, C., Lee, K., & Park, D. (2011). Indoor air quality differences between urban and rural preschools in Korea. *Environmental Science and Pollution Research*, 18(3), 333-345.
- Zhu, T., Shang, J., & Zhao, D. (2011). The roles of heterogeneous chemical processes in the formation of an air pollution complex and gray haze. *Science China Chemistry*, 54(1), 145-153.