

# Hava Kirliliğini Etkileyen Faktörler

Ege Eroğlu\*

## Özet

2019-2020 yılı TÜİK verileri eşliğinde, Türkiye’deki ekonomik faaliyetler yoluyla oluşan emisyon çeşitlerinin hava kirliliğine ne denli etkisi olduğu incelenmiştir. Bahsi geçen yıllardaki emisyon çeşitleri ve rakamları, projenin kaynağı olmakla birlikte hava kirliliğine çözüm üretmek konusundaki en can alıcı noktadır.

## 1 Giriş

Ülkemizde hava kirliliği, özellikle kış aylarında artan doğal gaz kullanımıyla insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada iktisadi sektörlerin hava emisyonu üzerindeki etkisi araştırılmak istenmektedir. Araştırmayı desteklemek için 2019-2020 yılı TÜİK verileri kullanılmıştır. Hangi iktisadi faaliyetin hava kirliliğine ne denli etkisi olduğu verilerle tespit edilirse kirliliğin doğuracağı olumsuz sonuçlara çözüm bulmak da o denli kolaylaşacaktır.

### 1.1 Çalışmanın Amacı

Türkiye’de hava kirliliğine neden olan sektörleri belirleyip, bu sektörlerin hangi oranda ve hangi emisyon çeşitleriyle hava kirliliğine sebep olduklarını analiz edip, sorunlara çözüm üretmektir.

### 1.2 Literatür

İktisadi sektörlerin kâr etme isteğinin artmasıyla hava kirliliğinin artması bir paralellik göstermektedir. Firmalar daha çok kazanmak içgüdüleriyle hava kirliliğine yol açtığı dışsallıkları göz ardı etmektedir. Kârlılık isteyen sektörlerin yanında kış ayının da gelmesi Türkiye’deki hava kirliliğinin azımsanmayacak boyutlara ulaşmasına yol açmıştır (SÜMER, 2014). Bu kirliliğin azaltılması için de kirliliğin ne çeşitte ve hangi gazlar yoluyla oluştuğu anlaşılmalıdır ki bu en bariz fosil yakıt kullanımıyla açıklanabilir (Bernstein vd., 2004). Fosil yakıt kullanımı

---

\*19080214, [Github Repo](#)

sonucunda da zararı en çok bilinen karbondioksit gazı oluşmaktadır. Atmosferde çoğunlukla oksitlenmiş formunda olan CO<sub>2</sub> şeklinde bulunur. Normalde ekosistem karbon dengesini kendine ait bir döngü ile sağlarken fosil yakıt, sera gazı gibi maddeler bu döngüyü sekteye uğratmaktadır (Civelekoğlu ve BIYIK, 2018). En gelişmiş sanayilerden biri olan Çin, bu problemi en çok yaşayan ülkelerin başında gelmektedir. Yaşanılan problemler onları çeşitli önlemler almaya itmiştir. Devlet tarafından bahsi geçen ekonomiyi araç kullanarak uygulanan önlem ise karbon vergisidir (Liu vd., 2014).

## 2 Veri

2019-2020 yılları arasında TÜİK’in açıkladığı verilerde, hava kirletici emisyon çeşitleri ve bu çeşitlerin hava kirliliğine hangi oranda etki ettiği gösterilmiştir. Özet istatistiklerde bütün ekonomik faaliyetler göz önüne alınmıştır. 2019 yılında kirliliğe en çok neden olan gazlar tablo haline getirilmiştir. Sadece minimum ve maksimum değerlerinden yola çıksak bile havayı en çok kirleten emisyon çeşidinin “karbondioksit” ve “Sera Gazları” olduğunu anlamak zor olmayacaktır. Karbondioksit ve sera gazları tarafından maruz kalınan minimum kirlilik sırasıyla 130.584 ve 131.617 bu rakamlar bize gösteriyor ki hava kirliliğini azaltmanın sırrı karbondioksit ve sera gazlarıyla mücadele etmekten geçiyor.

Tablo 1: Özet İstatistikler

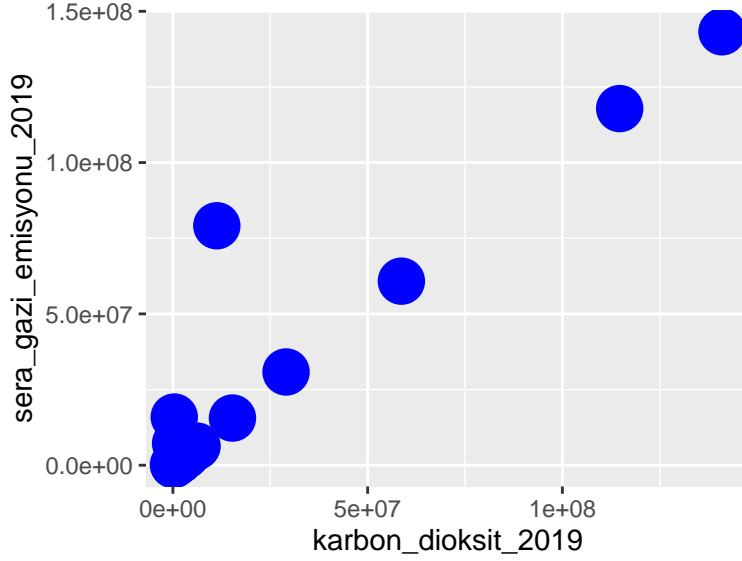
	Ortalama	Std.Sap	Min	Medyan	Mak
amonyak_2019	39436.29	171108.61	0.00	24.00	785671.00
karbon_dioksit_2019	19129511.10	38802503.65	130584.00	2679194.00	140985566.00
karbon_monoksit_2019	83170.81	230550.48	103.00	3436.00	973220.00
kukurt_oksitler_2019	120233.86	407258.37	2.00	40.00	1841506.00
metan_2019	120257.24	341450.53	15.00	690.00	1503724.00
sera_gazi_emisyonu_2019	23896961.81	41222534.50	131617.00	3669759.00	143222520.00

## 3 Yöntem ve Veri Analizi

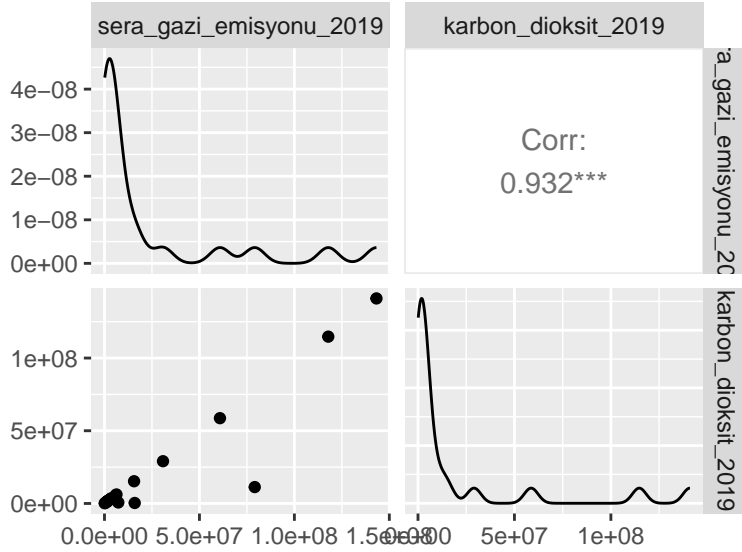
Bu bölümde veri setindeki değişkenler kullanılarak emisyon çeşitleri arasındaki bağlantıların tespit edilmesi için korelasyon katsayıları incelenmektedir. Aynı zamanda bu inceleme kovaryans analiziyle birlikte değerlendirilip sağlıklı bir çözüme ulaşabilmek amacıyla hazırlanmıştır. İlk olarak ilgili değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri incelenmiştir. Devamında ise kovaryans analizi yapılmıştır.

Veri bölümündeki özet istatistik tablosundan ilgi odağımızın karbondioksit ve sera gazları olduğunu belirlemiştik. Sözü geçen bu gazların yayılımını azaltmak için öncelikle saçılma grafiğini incelediğimizde her iki gazında neredeyse bütün sektörlerde emisyona sebep olduğu ancak bazı sektörlerde ise çok daha fazla miktarda bir kirliliğe sebep olduğunu gözlemliyoruz. Aynı zamanda sektörlerde karbondioksit gazının artmasıyla sera gazının da artış trendine

girdiğini gözlemliyoruz. dolayısıyla karbondioksit ve sera gazı arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu söyleyebiliriz.



Bu iki değişkenin dağılım matrisini oluşturduğumuzda bir önceki saçılım grafiğinden de gördüğümüz gibi değişkenler arasında pozitif bir korelasyon vardır. Grafiklerdeki değişkenlerin dağılımlarındaki benzerlikten de bu ilişkiyi gözlemleyebiliriz. Artış ve dalgalanma hareketleri benzerlik göstermektedir. Bunlarla kalmayıp bütün bu analizlerimizi korelasyon katsayısını da göz önünde bulundurarak yaparsak ki 0.932 gibi bir değer alıp +1 değerine çok yakın seyretmektedir, pozitif korelasyonun mantıklı olduğunu belirtmiş oluruz.



Özet istatistik tablosunda da görüldüğü üzere minimum değeri karbondioksit ve sera gazlarından sonra en yüksek olan emisyon çeşidi karbonmonoksit gazıdır. Aşağıdaki değerler Karbonmonoksit gazının analize dahil edilmiş ve aralarında bir korelasyon katsayısı elde edilmiş değerlerini göstermektedir.

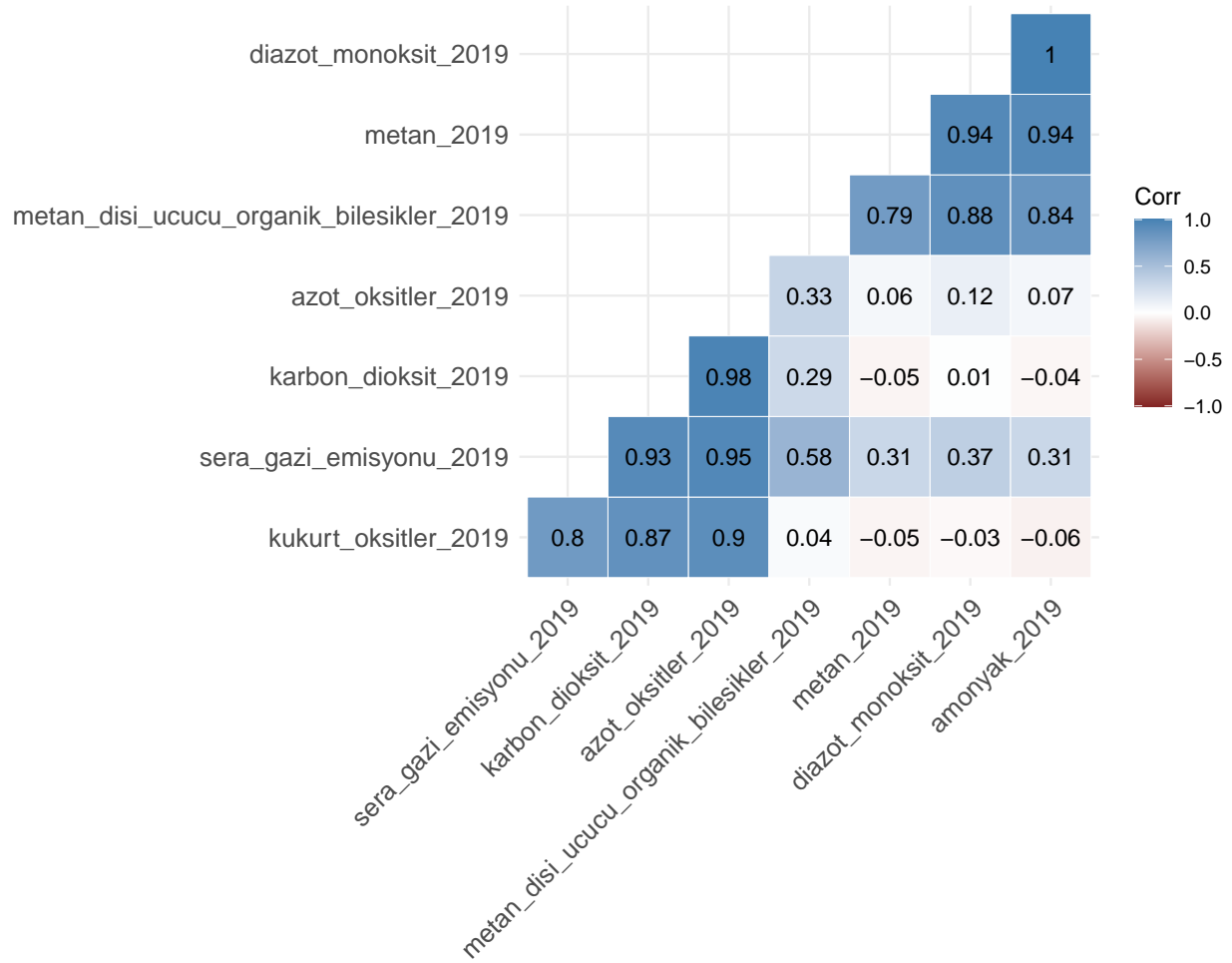
```

##                sera_gazi_emisyonu_2019 karbon_dioksit_2019
## sera_gazi_emisyonu_2019                1.0000000          0.9324951
## karbon_dioksit_2019                    0.9324951          1.0000000
## karbon_monoksit_2019                   0.4517387          0.4979100
##                karbon_monoksit_2019
## sera_gazi_emisyonu_2019                0.4517387
## karbon_dioksit_2019                    0.4979100
## karbon_monoksit_2019                   1.0000000

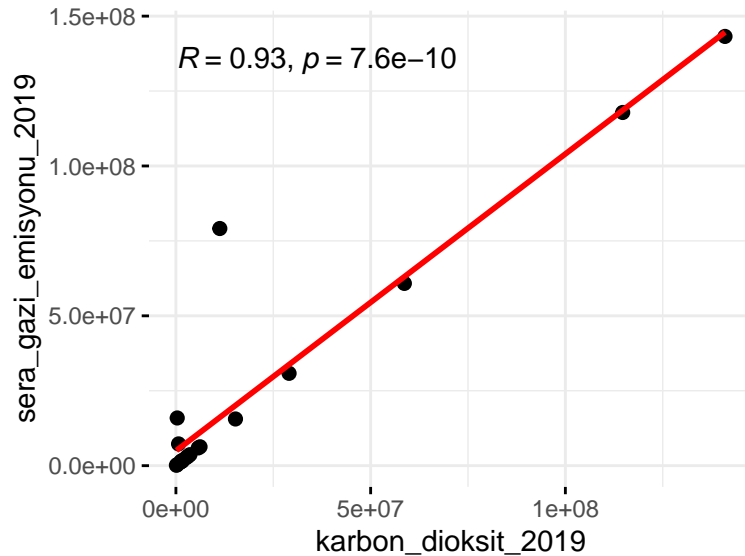
```

Görüldüğü üzere karbonmonoksit gazının, sera gazlarıyla ve karbondioksit gazıyla sırasıyla 0.45, 0.50 gibi bir korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. Karbondioksit ve sera gazı arasındaki ilişki kadar kuvvetli olmasa da genel olarak en çok kirlilik saçan gazların birbirleriyle ilişkili olduğunu dolayısıyla gazların doğaya yayılımına bulunacak bir çözümün bağlantılı olarak çoğu emisyon çeşidine bir çözüm olacağı sonucuna varabiliriz.

Bu bağlantı aşağıdaki ısı haritasında emisyon çeşitleri üzerinde gösterilmiştir. En çok yayılan gazların birbirleriyle ilişkili olduğunu bununla beraber diazotmonoksit ile amonyak yayılımı arasındaki ise tam bir ilişki olduğu görülmektedir.



Değişkenlerin korelasyon katsayılarını inceleyip ilişkilerini belirledikten sonra çalışmanın bu bölümünde kovaryans analizi yapılmaktadır. Kovaryans analizinin yapılabilmesi için ilgili değişkenlerin arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı belirlenmelidir. Aşağıdaki grafik bu ilişki hakkında bilgi vermektedir.



Grafikten de görüldüğü üzere istisna olan birkaç gözlem haricinde değişkenler arasında doğrusal bir ilişki vardır. Kovaryans analizinin yapılabilmesi için gerekli olan doğrusallık ilişkisi sağlanmıştır. Bununla birlikte gerekli olan diğer bir koşul değişkenlerin normal dağılıma sahip olmasıdır.

```
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  ekonomik_faaliyetlere_gore_hava_emisyonu$karbon_dioksit_2019
## W = 0.54348, p-value = 5.255e-07

##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  ekonomik_faaliyetlere_gore_hava_emisyonu$sera_gazi_emisyonu_2019
## W = 0.62713, p-value = 3.863e-06
```

Yukarıdaki değerler normal dağılıma sahip olma koşulu olan 0.05 anlamlılık düzeyinden büyüklüğü ölçen Shapiro-Wilk testi sonucunda elde edilmiştir. 2019 yılında sektörler tarafından yayılan karbondioksit ve sera gazları, p-value değerinin 0.05 düzeyinden büyük olması sebebiyle normal dağılıma sahiptir. Şartlar sağlandıktan sonra Pearson korelasyon testi artık yapılabilmektedir.

```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data:  ekonomik_faaliyetlere_gore_hava_emisyonu$sera_gazi_emisyonu_2019 and ekonomik_
## t = 11.254, df = 19, p-value = 7.603e-10
```

```
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  0.8382371 0.9726469
## sample estimates:
##          cor
## 0.9324951
```

Yapılan test sonucunda “df” değeri serbestlik derecesini(19), “p-value” hipotez testine ait p değerini göstermektedir. Alternatif hipotez doğru korelasyon sıfıra eşit değildir diye verilmiştir ki bunun sonucunda da boş hipotez korelasyon sıfıra eşittir şeklinde olacaktır. Bir alt basamakta güven aralığı ve hesaplanan korelasyon katsayısı verilmiştir. 0.93 korelasyon katsayısının istatistiksel olarak anlamlılığını test etmek için yaptığımız bu test sonucunda p değerinin 0.05 değerinden çok daha büyük olduğunu görüyoruz ki bu sebepten ötürü boş hipotez reddedilemeyecektir. Elde edilen sonuç neticesinde korelasyon katsayısı 0.93 değerinde olmasına rağmen bu rakamın istatistiksel olarak anlamlılığı Shapiro-Wilk testiyle ölçüldüğünde boş hipotez yani korelasyonun sıfıra eşit olduğu reddedilememiştir.

## 4 Sonuç

Yapılan analizler ve testler sonucunda açıkça görülüyor ki emisyon çeşitlerinin havaya yayılmasında hepsi olmasa da büyük bir bölümü birbirleriyle ilişkili durumdadır. Örneğin inşaat sektörünün varlığı sonucunda doğaya sadece karbondioksit gazının yayıldığı söylenemez. 2019 yılında ülke içindeki ekonomik faaliyetlerde emisyona en çok sebep olan gazlar karbondioksit ve sera gazlarıdır. Yapılan korelasyon-kovaryans incelemeleri sonucunda birbirleriyle yakın bir ilişki halinde olduklarını açıkça görülmektedir. Bu sebeple iki gazdan biri için alınacak önlem aslında diğeri için de bir çözüm ifade etmektedir. Bu önlemlerden bazıları; 1. Kentlerde kömür kullanımının yasaklanması 2. Karbon vergisi sistemi oluşturulmalı 3. Sanayi tesislerinin bacalarına filtre takılmalı, uygulanmaması halinde devlet tarafından ciddi cezalar verilmeli

Çalışma sonucunda hava kirliliğine sebep olan emisyon çeşitleri incelenmiş ve birbirleriyle ilişkileri istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu çalışmanın geliştirilmesi için daha detaylı bir veri toplanma işlemi yapılmalıdır, bu sayede yapılan istatistiksel testlerin anlamlılığı literatürde daha geçerli olacaktır.

## 5 Kaynakça

- Bernstein, J. A., Alexis, N., Barnes, C., Bernstein, I. L., Nel, A., Peden, D., ... Williams, P. B. (2004). Health effects of air pollution. *Journal of allergy and clinical immunology*, 114(5), 1116-1123.
- Civelekoğlu, G. ve BIYIK, Y. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklı karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), 157-166.
- Liu, Z., Mao, X., Tu, J. ve Jaccard, M. (2014). A comparative assessment of economic-incentive and command-and-control instruments for air pollution and CO2 control in China's iron and steel sector. *Journal of environmental management*, 144, 135-142.
- SÜMER, G. Ç. (2014). Hava Kirliliği Kontrolü: Türkiye'de Hava Kirliliğini Önlemeye Yönelik Yasal Düzenlemelerin ve Örgütlenmelerin İncelenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (13), 37-56.