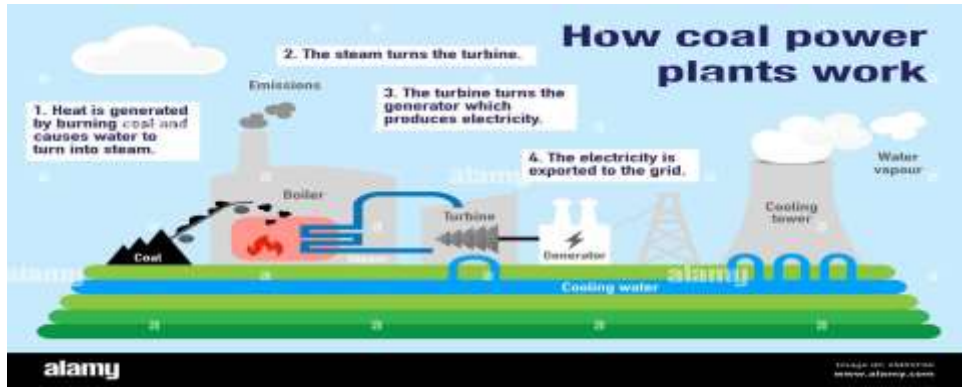


ABD Kömür Santralleri Çevrelerindeki Hava Kirliliğinin ve Ölümcül Etkilerinin Zamanla Azaltılması ve Türkiye’deki Durum?

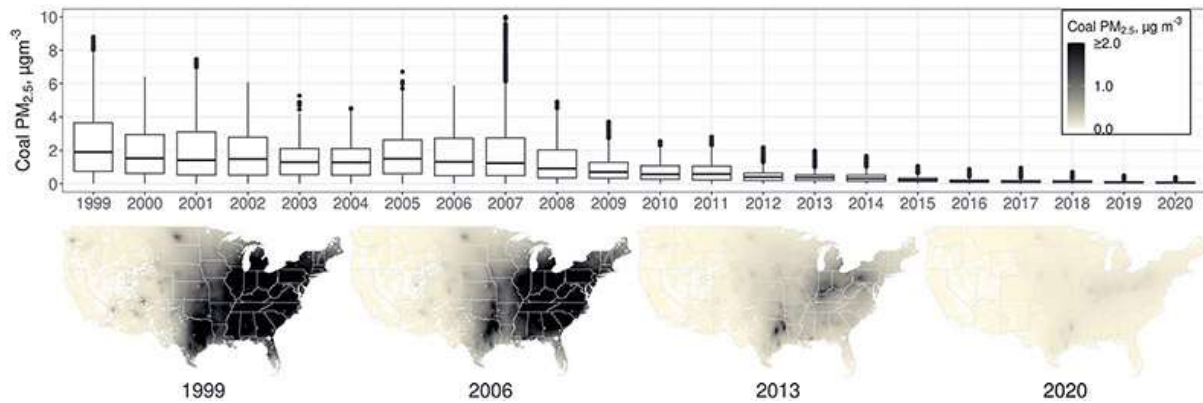
Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr.Fizik Y.Müh., ybatakan4@gmail.com 15.02.2026 /I/

Bu çalışma, Amerika Birleşik Devletleri’nde 1999–2020 yılları arasında çalışmış kömürle çalışan elektrik santrallerinden kaynaklanan ince partikül madde ($PM_{2.5}$) emisyonlarının mortalite üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel bulguları değerlendirmektedir. Kömür yakılması sonucu açığa çıkan kükürt dioksit (SO_2), atmosferde kimyasal dönüşümler geçirerek ikincil $PM_{2.5}$ oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Medicare verileri (650 milyon kişi-yılı) kullanılarak yapılan modellemeler, kömür kaynaklı $PM_{2.5}$ etkilenmesinin ölümcül gücünü istatistiksel olarak göstermektedir. 1999–2020 döneminde yaklaşık 460.000 ölümün kömür kaynaklı $PM_{2.5}$ etkilenmesine bağlanabileceği kestirilmiştir. Bulgular, havaya salınmalarında kontrol sistemleri kullanılmasının ve santral kapatmalarının halk sağlığı üzerinde önemli olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadır.



Giriş

Kömürle çalışan elektrik santralleri, enerji üretiminde uzun yıllar boyunca temel kaynaklardan biri olmayı sürdürmektedir. Ancak kömür yakılması sonucu atmosfere yayılan kirleticiler, çevre ve halk sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. İnce partikül madde ($PM_{2.5}$), çapı 2.5 mikrometreden küçük olan ve solunum sistemi aracılığıyla akciğerlerin derin bölgelerine kadar ulaşabilen parçacıklardır. $PM_{2.5}$ etkilenmesi; kardiyovasküler hastalıklar, solunum sistemi hastalıkları ve erken ölümlerle ilişkilendirilmiştir.



Şekiller ABD’de kömür santralleri çevresindeki havanın zamanla çok daha fazla temizlendiğini gösteriyor.

Son araştırmalar, kömür kaynaklı PM_{2.5}'in toplam PM_{2.5}'e göre daha yüksek zehirlilik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu durum özellikle kömür yakılması sonucu açığa çıkan SO₂'nin atmosferde sülfat aerosollerine dönüşmesiyle oluşan ikincil partikül maddelerin kimyasal bileşimiyle ilişkilidir.

Yöntem

Santrallerin Belirlenmesi

Çalışmada 1999–2020 döneminde işleyen 480 kömür yakıtlı elektrik santrali (EGU) analiz edilmiştir. Bu tesislerin önemli bir bölümü Mississippi Nehri'nin doğusunda yoğunlaşmaktadır.

Etkilenme (Maruziyet) Modelleme

Her santralin saldığı kükürt dioksit (SO₂) gazının atmosferde oksidasyon süreçleri sonucunda sülfat aerosollerine dönüşerek PM_{2.5}'e dönüşümü yıllık düzeyde modellenmiştir. Meteorolojik modelleme ile rüzgâr yönü ve atmosferik taşıma mekanizmaları dikkate alınarak santral kaynaklı PM_{2.5}'in hangi ZIP kodlarında ne düzeyde birikim yaptığı hesaplanmıştır.

Nüfus ve Sağlık Verileri

1999–2020 dönemine ait ABD Medicare verileri (650 milyon kişi-yılı) kullanılmıştır. Bu veri seti 65 yaş ve üzeri nüfusu kapsamaktadır. Her santral için yıllık PM_{2.5} etkilenme düzeyleri ile buna bağılı ölüm riski kestirimleri hesaplanmıştır.

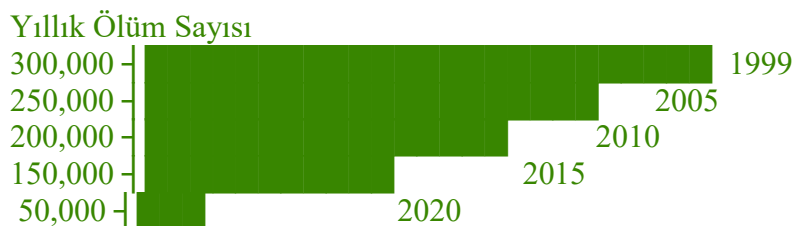
Bulgular

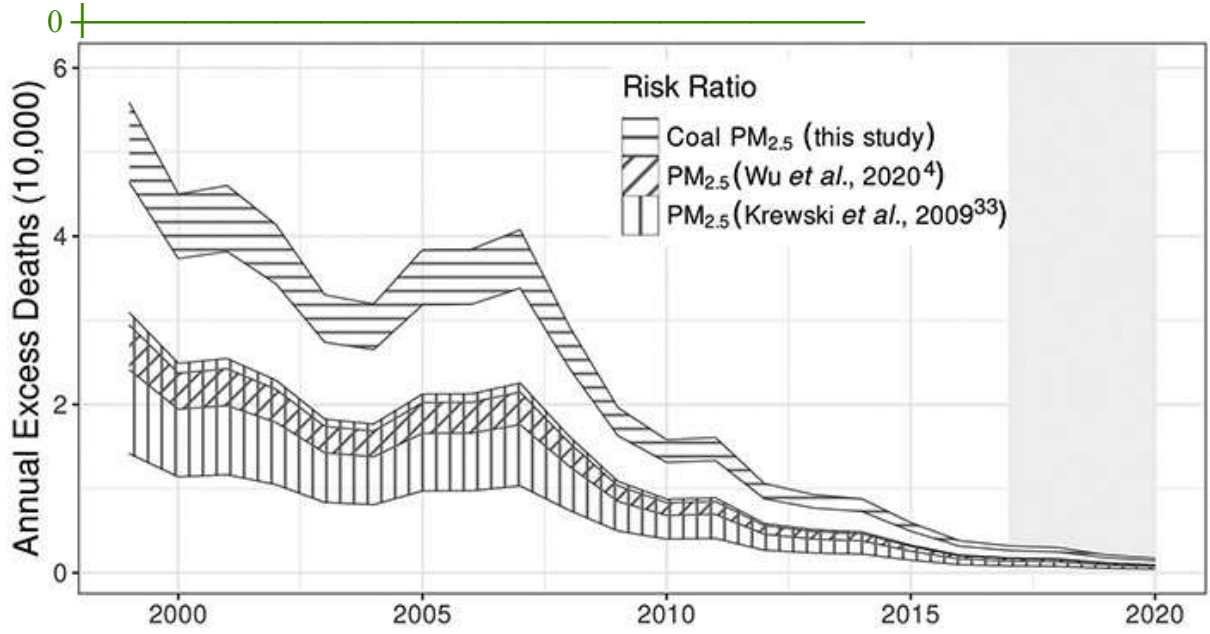
1999 yılında kömür kaynaklı PM_{2.5} düzeyleri yüksek iken, 2020 yılına kadar belirgin bir azalma gözlenmiştir. Bu düşüş, baca gazı kükürt giderim sistemlerinin kurulması ve bazı santrallerin kapatılması ile ilişkilidir.

1999–2020 döneminde yaklaşık 460.000 ölüm kömür kaynaklı PM_{2.5} etkilenmesine bağlanmıştır. Bu sayı yalnızca Medicare kapsamındaki 65 yaş ve üzeri nüfus için geçerlidir.

Grafik – Kömür Kaynaklı PM_{2.5}'e Bağlanan Yıllık Ölüm Kestirimi (Azalan Eğilim)

Deaths Attributable to Coal PM_{2.5} (Annual Estimate)





Özellikle bazı büyük santraller (örneğin Pennsylvania'daki Keystone tesisi ile Georgia'daki Bowen ve Scherer santralleri) tarihsel olarak yüksek sayıdaki ölümle ilişkilendirilmiştir.

Tartışma

Elde edilen bulgular, kömür santrallerinin halk sağlığı üzerinde önemli bir ölümcül etkisi olduğunu göstermektedir. Kömür kaynaklı SO₂'nin atmosferde kimyasal dönüşümü sonucu oluşan ikincil PM_{2.5}'in daha yüksek zehirlilik gösterebileceği düşünülmektedir.

Emisyon kontrol teknolojilerinin devreye girmesi ve santral kapatmaları, ölümlerde belirgin azalma sağlamıştır. Bu durum enerji politikalarının doğrudan halk sağlığı sonuçları üretebildiğini göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışma, kömür kaynaklı PM_{2.5} etkilenmesinin ölümlerle güçlü bir ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Yaklaşık 460.000 ölümün bu etkilenmeye bağlanabileceği kestirilmiştir. Bulgular, baca gaz kontrol sistemleri ve enerji dönüşüm politikalarının halk sağlığı açısından kritik önem taşıdığını göstermektedir.

TÜRKİYE'deki Durum

Olumsuz Gelişmeler (Kaynaklar: Mavi)

Türkiye'de PM_{2.5} ölçümleri henüz yeterince yaygın olmadığı gibi, bu konuda bir mevzuat da bulunmamaktadır [Airqoon](#). Türkiye'deki tüm Hava Kalitesi İzleme İstasyonlarında PM 2.5 kirliliğinin ölçülmeye başlanması ve PM 2.5 için ulusal limit değerler belirlenmesi gerekmektedir [Termiksiz Gelecek](#).

Afşin-Elbistan A Termik Santrali'nde ölçülen Karbonmonoksit, Kükürt Dioksit, Azot Oksitler ve Toz değerlerinin ortalama değerleri, yönetmelik sınırlarını 1 buçuk kattan 8 kata kadar aşmaktadır [Greenpeace](#).

2022 ve 2023 yıllarında Türkiye genelinde hava kalitesi izleme ağındaki istasyon sayıları artsa hava kirliliğinin izlenmesi verimi hala çok düşüktür [İklimhaber](#). Özellikle fosil yakıt kullanan ağır sanayinin olduğu bölgelerde hava kalitesi düzenli takip edilmemektedir [İklimhaber](#).

Bazı İyileştirmeler:

Partikül madde giderimi için elektrostatik filtre kullanımı ve sülfür dioksit giderimi için baca gazı kükürt arıtma (FGD) sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [Dunyaenerji](#). Yeni kurulması planlanan kömür yakıtlı termik santrallerin ileri teknoloji yakma ve arıtma sistemleri ile kurulması öngörülmektedir [Dunyaenerji](#).

Sonuç

ABD'de gördüğümüz 20+ yıllık dramatik iyileşme Türkiye'de henüz gerçekleşmemiştir. Türkiye'de:

- PM2.5 için yasal düzenleme bile yoktur
- Ölçüm altyapısı yetersizdir
- Mevcut santrallerin çoğu emisyon sınırlarını aşmaktadır
- Çevre yatırımları ertelenmiş/yapılmamıştır

ABD'deki temizlik başarısı, katı emisyon standartları, zorunlu filtre sistemleri ve düzenli denetimlerle sağlanmıştır. Türkiye'nin de benzer bir yolu izlemesi için kapsamlı yasal düzenlemeler ve ciddi denetim gereklidir.

Kaynaklar /I/ YZ

Henneman, L., Choirat, C., Dedoussi, I., Dominici, F., Roberts, J., & Zigler, C. (2023). Mortality risk from United States coal electricity generation. *Science*, 382(6673), 941–946. <https://doi.org/10.1126/science.adf4915>
National Institutes of Health. (2023). Deaths associated with pollution from coal power plants.

Fan, M., & Wang, Y. (2020). The impact of PM_{2.5} on mortality in older adults: Evidence from retirement of coal-fired power plants. *Environmental Health*.