

# İklim Acil Durumu, Pandemi ve Binalar Arasındaki İlişki:

COVID-19'un Artık Bir Aşısı Var  
Ancak İklim Acil Durumunun Yok\*



**BİROL KILKIŞ**

Prof. Dr.  
OSTİM Teknik Üniversitesi

*Birol Kılış, 1949 yılında Ankara'da doğdu. ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1970 yılında Yüksek Şeref derecesi ile mezun oldu. 1971-1972 yıllarında TÜBİTAK bursu ile Brüksel NATO von Karman Enstitüsünde akışkanlar mekaniği ve aerodinamik konularında çalışarak şeref derecesi ile mezun oldu. 1973 yılında yüksek lisans ve 1979 yılında doktora derecelerini aldı. 1981 yılı TÜBİTAK Teşvik Ödülü sahibi Kılış, 1999'da ODTÜ Makine Mühendisliği Bölümü Profesör kadrosundan emekli oldu. Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Derneği'nin (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers- ASHRAE) değişik teknik komitelerinde görevlidir. 2003 yılında uluslararası başarılarından dolayı ASHRAE Fellow üyeliğine yükseltildi Kılış, 2004 yılında da Seçkin Öğretim Görevlisi (Distinguished Lecturer) seçilmiştir. 2008'de Seçkin Hizmet (Distinguished Service) ve İstisnai Hizmet (Exceptional Service) ödülleri almıştır. Yeşil ve sürdürülebilir binalar konusunda uzman olup, karbondioksit salımları, enerji performansı ve bölge enerji sistemleri üzerinde ekserji tabanlı çözümleri bulunmaktadır. Yeni Nesil Melez Güneş Enerjisi Sistemleri ve Isı Pompaları üzerinde patentleri mevcuttur. AB Başkanlığına karbon dioksit azaltımı konusunda raporlar hazırlamaktadır. 2017-2019 yılları arasında Türk Tesisat Mühendisleri Derneği'nin Yönetim Kurulu Başkanlığı'nı yürütmüştür. Halen Avrupa Birliği Yenilenebilir Isıtma ve Soğutma Platformu Başkan Yardımcılığı görevini yürütmektedir.*

E-mail: [birolkilkis@hotmail.com](mailto:birolkilkis@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2580-3910>

Atf: Kılış, B. (2021). İklim acil durumu, pandemi ve binalar arasındaki ilişki: COVID-19'un artık bir aşısı var ancak iklim acil durumunun yok. *Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi*, 2(3). 61-68.



## ÖZ

Bu makale iki tür karbondioksit gazı salımını tanımlamaktadır. Birinci tür, fosil yakıtların dahil olduğu endüstriyel süreç, elektrik üretimi ve ulaşım gibi kaynaklardan ve çiftlik atıklarından kaynaklanan doğrudan salımlarla ilgilidir. Şimdiye kadar belirtilmeyen ve dikkat edilmeyen ikinci tür, doğrudan fosil yakıtlar dahil olmasa bile, herhangi bir süreçte arz ve talep arasındaki ekserji uyumsuzluğuyla ilgilidir. Ekserji, herhangi bir enerji miktarı veya akışı için yararlı iş potansiyelidir. Bu makale, enerji arzı ve enerji talebi arasındaki (ekserji) uyumsuzluklar nedeniyle iklim acil durumu ve karbondioksit salımları arasında doğrudan bir bağlantı sunmaktadır; bu, yapıları çevrede uygun tasarım, kontrol ve sistem seçimi ile en aza indirilebilir. Bu tür neredeyse önlenemez ekserji uyumsuzluklarının, fosil yakıt kullanımından kaynaklanan doğrudan salımlar kadar önemli olduğu ve bu tür yıkımların, güneş ve rüzgar enerjisi sistemleri dahil yeşil enerji sistemlerinde de gerçekleştiği gösterilmiştir. Makale ayrıca, ikinci tür salımların birinci tür doğrudan salımlar kadar iklim acil durumundan (küresel ısınma) sorumlu olduğunu da açıklamaktadır. Rüzgar enerjisiyle ısıtılan ev hakkında bir örnek verilmiş ve sahada fosil yakıt kullanılmamasına rağmen salımlardan sorumlu olduğu gösterilmiştir. Daha sonra bu makale, salım aşırıları ile ek pandemi riski arasında doğrudan bir bağlantı kurmuş ve bu ek pandemi risklerinin çoğundan binaların sorumlu olduğunu tartışmıştır.

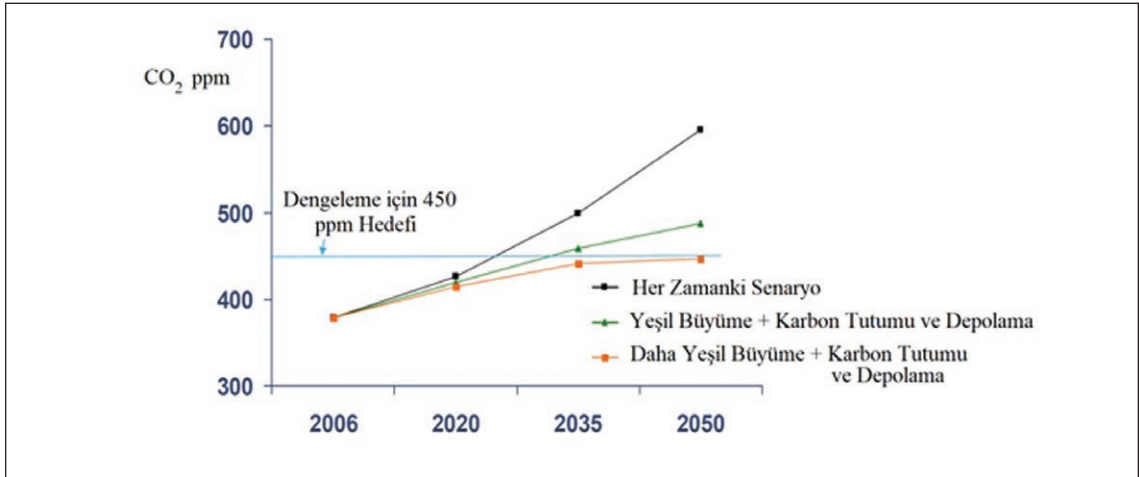
**Anahtar Kelimeler:** CO<sub>2</sub> salımı, COVID-19, iklim acil durumu, küresel ısınma, salgına dayanıklı bina.

## Giriş

### İklim Acil Durumu

BİRLEŞMİŞ MİLLETLER (BM) GENEL Sekreteri Antonio Guterres, İklim Tutkusu Zirvesi'ndeki konuşmasında tüm ülkeleri iklim acil durumlarını ilan etmeye çağırdı ve net sıfır salıma ulaşmak için daha çok çalışılması gerektiğini söyledi (Reuters, 2020). Bu bağlamda, küresel ısınmanın çoktan acil bir sorun haline geldiğini ve tüm ülkelerin buna karşı harekete geçmesi gerektiğini belirtti. Bu durum gerçekten acil bir konu, ama BM Genel Sekreteri'nin dileği gerçekleşecek mi? Cevap hayır, bugünün önlemleri, teorisi ve küresel ısınma-

nın mekanizması hakkında bütüncül bir bakış açısı olmadan değil. Şekil 1, şimdiye kadar geliştirilen karbonsuzlaştırma önlemlerinin Karbon Yakalama ve Depolama (KYD) ile bile yeterli olmayacağını göstermektedir. Bu Şekil bütüncül sürdürülebilirlik bulmacasında eksik bir parça olduğu anlamına gelir ve Genel Sekreter de tam bu konuya değinmek istemiştir. Küresel ısınmaya ilişkin mevcut anlayış, atmosferdeki CO<sub>2</sub> içeriği düzeyinin tam bir resmine sahiptir (Şekil 1), ancak insanlık CO<sub>2</sub> salımının temel nedenlerine dair günümüzün sınırlı anlayışıyla tüm potansiyel çözümler setini kabul etmekte yetersiz kalmaktadır. Şekil 1, temel nedenlerin bütünsel bir resmi çizilmedikçe, net-sıfır karbon arzusunun asla gerçekleşmeyeceğinin üzücü bir kanıtıdır.



Şekil 1. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu zor olsa da dengelenebilir fakat azaltılamaz (Hawksworth, 2006)

### CO<sub>2</sub> Salımı, Nem ve Ozon

Yazar, Şekil 2’de, iklim, atmosfer, küresel ısınma, nem, konfor ve atmosferdeki ozon katmanının incelmesi arasındaki doğrudan ilişkileri göstermektedir. Rüzgar türbini veya fotovoltaik (güneş pili) gibi bir yeşil enerji sistemini ele alalım. Elektrik gücü üretildikten sonra, ekserji açısından nasıl kullanıldığının izini sürmek de üretmek kadar önemlidir. Örneğin, bu “yeşil” elektrik gücü 20°C (293 K) iç mekan konforu ısıtması için bir elektrikli radyatörde kullanılıyorsa, ısıtma için yararlı iş talebi olan,  $\epsilon_{dem}$ ’in birim kalitesi (ekserji) ideal Karno çevrimine göre hesaplanabilir.

$$\epsilon_{dem} = \left(1 - \frac{273 \text{ K}}{293 \text{ K}}\right) = 0.068 \text{ kW/kW}$$

Burada 273 K (0°C) referans çevre sıcaklığı olarak alınmıştır. Öte yandan elektrik gücünün, birim ekserjisi  $\epsilon_{sup}$  0.95 kW / kW olan çok yüksek kaliteli bir enerji kaynağıdır. Bu uygulamada, üretilen elektrik gücünün kullanılabilen iş potansiyelinin çoğunun yok olduğu anlamına gelir.

$$\epsilon_{des} = (0.95 \text{ kW-h/kW-h}) - (0.068 \text{ kW-h/kW-h}) = 0.88 \text{ kW-h/kW-h}$$

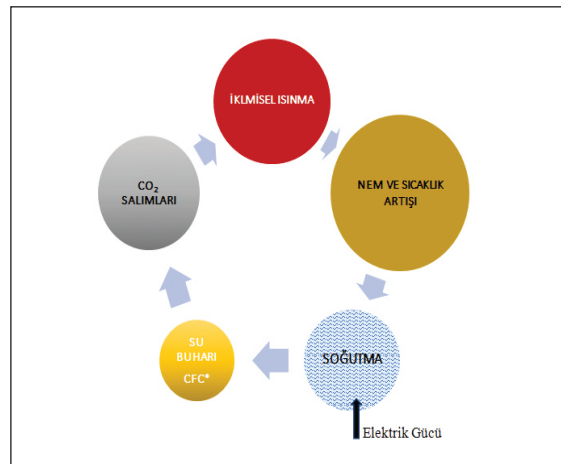
Konfor ısıtmasında rüzgar veya güneş enerjisi kullanmanın ekserji akılcılığı sadece 0.07 (0.068/0.95) dir.

Geri dönüşü olmaksızın yıkılan bu ekserji

miktarı (kaybedilen kullanılabilir enerji fırsatları), birisi tarafından, bir yerde ve büyük olasılıkla fosil yakıtlar kullanılarak dengeleniyor olacaktır. Bu olgu, “yeşil güç” için ek ve “görünmeyen” CO<sub>2</sub> salım sorumluluğuna neden olur:

$$\Delta CO_2 = [0.27 \text{ kg CO}_2/\text{kW-h}] \times \epsilon_{des} = 0.24 \text{ kg CO}_2/\text{kW-h}$$

Bu örnekteki sonuca bakıldığında, doğrudan bir CO<sub>2</sub> salım kaynağı olmamasına rağmen (imalat, kurulum, vb. ile ilgili faaliyetlerin neden olduğu gömülü salımlar hariç), ekserji yıkımlarının büyük miktarlarda ek salımlardan sorumlu olduğu ve doğrudan ölçüp görebileceğimiz doğalgaz yoğunlaşmalı kazanlardan çıkan salımlara neredeyse eşit olduğu görülmektedir.

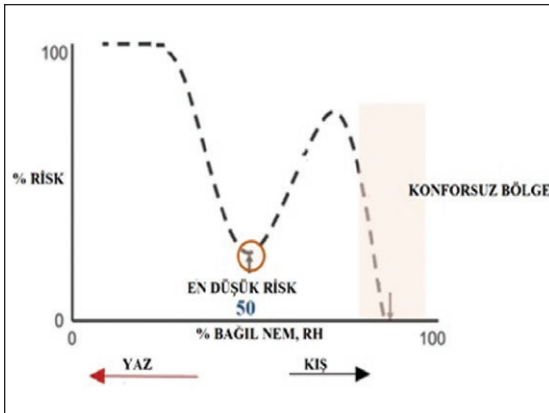


Şekil 2. Nem ve sıcaklık artışı ile oluşan iklim çemberi. Şekil: Birol Kılıç ©2020 \*CFC: Kloro-Floro Karbon

Yine de, ekserji yıkımlarından kaynaklanan ek salımlar görünmez ve kendilerini yalnızca ölçülmekte olan küresel ısınma sıcaklıklarında belli ederler. Başka bir deyişle, bu salımlar küresel ısınma bağlamında gözlemlenir, ancak ekserji kavramında bilim adamları ve mühendisler açısından yeterli farkındalık oluşmadıkça açıklanamaz ve çözümsüz kalır. Yazarın neredeyse önlenebilir CO<sub>2</sub> salımlarını ekserji yıkımlarıyla matematiksel olarak ilişkilendiren başka bir araştırmasına (Kılış, 2021a) göre, yıkılan her ekserji için küresel sıcaklığın 0.256 x 10<sup>-13</sup> K / kW-h oranında artacağı beklenmektedir. Eğer örneğin, 2 x 10<sup>13</sup> kW-h /yıl, sayısı fosil yakıtlar kullanılarak yıllık elektrik enerjisi üretimini temsil ediyorsa enerji sektöründe ekserjiyi değerlendirme akılcılığının önümüzdeki onlu yıllarda 0.8'e yükseleceği tahmin ediliyorsa:

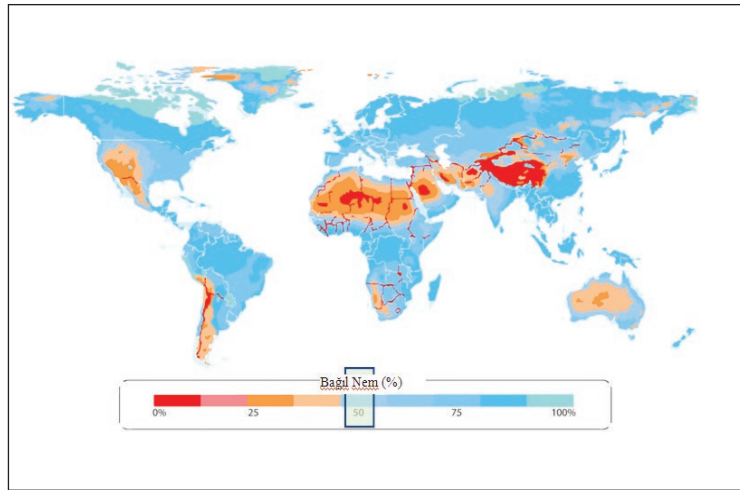
$$\Delta CO_2 = 0.256 \times 10^{-13} \text{K/kW-h} \times 2 \times 10^{13} \times (1 - 0.8) = 0.1 \text{ K/yıl}$$

salımların görünmeyen kısmı yaklaşık 0.1 K kadar bir küresel sıcaklık artışından sorumludur ve tüm karbonsuzlaştırma önlemleri, ekserji yıkımları dikkate alınarak buna göre revize edilmelidir.



Şekil 3. COVID-19 gibi virütik bulaş riski ile bağıl nem ilişkisi. En emniyetli bağıl nem: %50. (Lowen, vd., 2007)

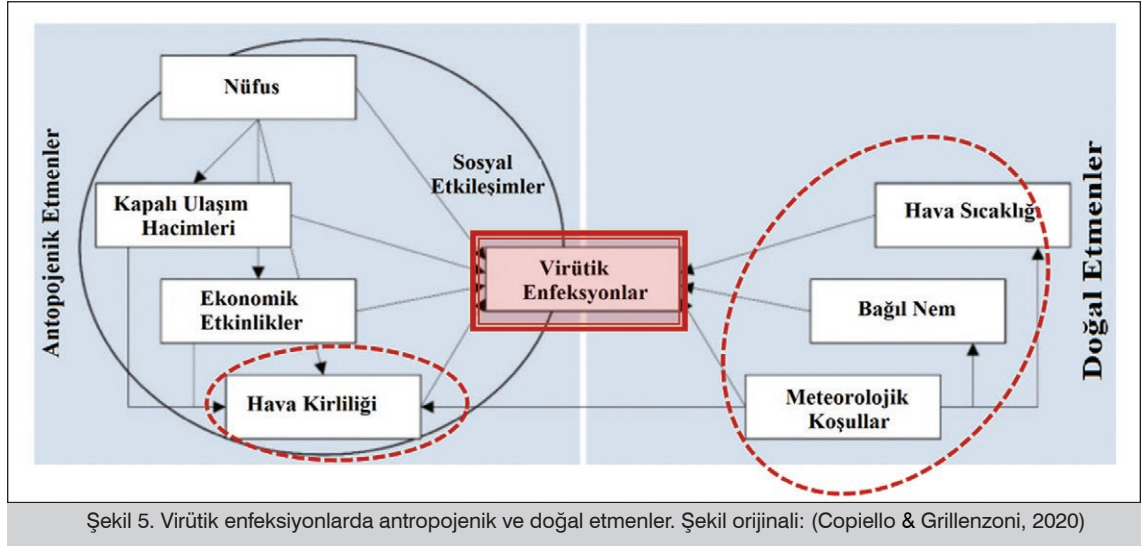
Şekil 4 dünyanın birçok bölgesinin çok nemli ve bazı kısımlarının çok kurak olduğunu göstermektedir. İdeal bir bağıl nem değeri olan %50 değerine sahip bölge dünyada neredeyse bulunmamaktadır. Örneğin, Çin hariç, Türkiye ve diğer Kuşak Yol Girişimi ülkelerinin hepsinde bağıl nem yüksektir. Bağıl nem havadaki nem içeriği demek değildir. Örneğin, aynı nem içeriğine sahip bir hava kütesinin sıcaklığı azaldıkça bağıl nem artar. Şekil 3 ve 4, pandeminin en güçlü olduğu yerleri kısmen açıklayabilir. Nem içeriği, soğutma kuleleri gibi çeşitli kaynaklardan salınan atık ısı ve su buharının yanı sıra küresel sıcaklık ve CO<sub>2</sub> salımları ile ilgilidir.



Şekil 4. Küresel bağıl nem atlası (H<sub>2</sub>O, 2021)

### İklim Acil Durumu ve Virüs Enfeksiyonları

Denklemin antropojenik tarafında iyi bilinen, iyi gözlemlenmiş hava kirliliğine ek olarak, hava sıcaklığı, nem ve diğer olumsuz hava koşulları arasında niteliksel olarak kurulmuş ilişkiler geliştirilmiştir. Buna karşın, ne yazık ki, virüs enfeksiyonları ile iklim acil durumu arasındaki bağlantıya çok az değinildi. Makalede, bilim adamlarını ilk kez böyle doğrudan bir bağlantının matematiğini daha iyi anlamaya yönlendirmesi beklenen bir matematiksel model geliştirilmesinin ana nedeni budur.



Şekil 5. Virütik enfeksiyonlarda antropojenik ve doğal etmenler. Şekil orijinali: (Copiello & Grillenzoni, 2020)

### Yeşil Bina COVID-19 için Güvenli Olmayabilir

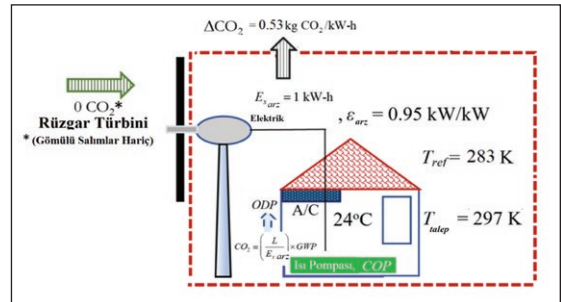
Binalar hem enerji hem koronavirüs riski yoğun kapalı ortamlardır. Pandeminin yayılmasına karşı önlemler bağlamında kişilere yönelik izolasyon önlemleri süresince zamanımızın normalde %90'ı olan sürelerden daha fazlasını kapalı mekanlarda geçiriyoruz. Özellikle COVID-19'un yayılmasına karşı %100 temiz hava ihtiyacı olan binalar, dünyadaki toplam enerji tüketiminin neredeyse %45'inden sorumludurlar. (Cao, Xilei, & Liu, 2016; Tokazhanov, vd., 2020).

Böylesine yüksek düzeyde bir enerji tüketimi, son derece yüksek CO<sub>2</sub> salım sorumlulukları anlamına gelir ve kullanabilecekleri yeşil enerji, enerjinin kullanımına bağlı olarak yeşil olmayabilir. Örneğin, Çin hükümeti, yerel kömür ve linyit sobalarını ve kazanlarını yerel rüzgar türbinleriyle değiştirerek soğuk kırsal alanlardaki CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmayı düşünmektedir. Bir ön çalışmada (Kılış, 2021b), Termodinamiğin 1. Yasası'na göre, ısı pompaları ve rüzgar enerjisinin doğrudan ısıtma için kullanılmasının bile 2. Yasa'ya göre akılcı olmadığını ortaya konmuştur. Bir ısı pompasından gelen soğutucu akışkan kaçağı da ΔCO<sub>2</sub>'ye eşdeğer ozon inceltme etkisine sahiptir. Her bir kW-h rüz-

gar elektrik enerjisi için, salım sorumluluğu, 677 küresel ısınma potansiyeli (global warming potential-GWP) ve varsayılan soğutucu akışkan kaçak oranını  $L \cdot 1.7 \times 10^{-4} \text{ kg / saat}$  olan R32 soğutucu akışkanına dayalı olarak aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\sum CO_2 = 0.63 \times 1 \text{ kW-h} \times \left( 1 - \frac{\epsilon_{dem}}{\epsilon_{det}} \right) + \left( \frac{L}{1 \text{ kW-h}} \right) GWP = 0.65 \text{ kg CO}_2 / \text{kW-h}$$

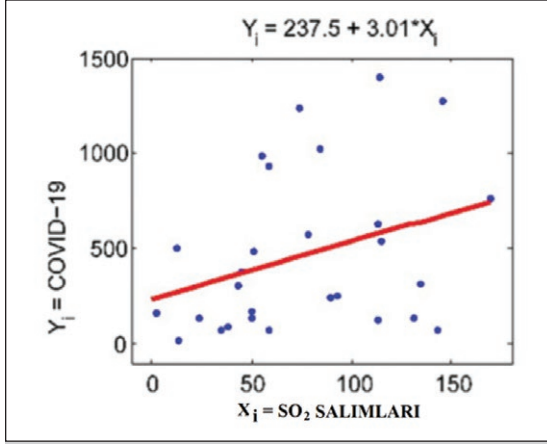
Öte yandan, linyit için  $\epsilon_{sup} = 0.8 \text{ kW / kW}$  ve ozon katmanını inceltme potansiyeli olmayan (soğutucu akışkan yok) 0.35 verimliliğe sahip bir linyit sobası için  $\sum CO_2$  yalnızca  $0.26 \text{ kg CO}_2 / \text{kW-h}$  ısıdır. Bu nedenle, 1. Yasa'ya göre performans katsayısı,  $COP = 3$  ve neredeyse sıfır CO<sub>2</sub> sorumluluğuna karşın 2. Yasa neredeyse önenebilir salım sorumluluğunun 2.5 kat olduğunu göstermektedir.



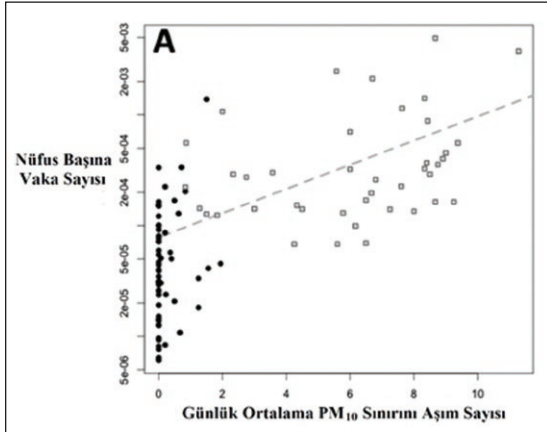
Şekil 6. Kuzey Çin bölgeleri için rüzgardan-ısıtmaya kavramı. Şekil: Bırol Kılış ©2020 (Kılış, 2021b)



### Mevcut Çalışmaya Duyulan Gereksinim



Şekil 7. İtalya için COVID-19 ve hava kirliliği ilişkisinde ön veriler (Setti, vd., 2020)



Şekil 8. Nüfus başına günlük PM<sub>10</sub> hava kirliliği aşım ve vaka sayısı ilişkisi (Setti, vd., 2020)

Henüz başlangıç niteliğinde olmakla birlikte bu verilerin önemi, Türkiye dahil birçok ülkede PM<sub>2.5</sub> ve PM<sub>10</sub> sınırlarını aşım sayılarının fazlalığıdır. PM<sub>10</sub> havada 10 mikrometre (0.01 mm) veya daha küçük çapa sahip parçacık miktarıdır (EPA Victoria, 2021). Bu miktarın yıl boyunca resmi olarak ve saatlik veri toplayacak şekilde izlenmesi gerekir. İyi bir hava kalitesi, 1 saatte ortalama 40 PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup>'ten daha azına karşılık gelir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) bu değeri 20 PM<sub>10</sub>

µg/m<sup>3</sup> ile sınırlar. Bu sınırın aşılması, kaydedilen miktara bağlı olarak çeşitli hastalıklar için risk taşımaktadır. Örneğin, 1 saatte ortalama PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup> 300'ün üzerindeyse, hava kalitesi son derece düşüktür. Örneğin, Ankara'da PM<sub>10</sub> sınırları 2017 yılının 365 gününün toplam 287 gününde aşıldı. Bu değer, olayın ciddiyetinin ve aciliyetinin açık bir göstergesidir.



Şekil 9. Türkiye'nin yıl boyu PM<sub>10</sub> değerlerinin aşım gün sayıları (Nur, 2018)



Şekil 10. Türkiye'de 2019 yılında 50 PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup> aşımaları 2019. (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2019)

Şekil 10'a göre, sadece Hakkari ili 50 PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup> değerini yılda 35 defadan daha fazla aşmamaktadır. 50 PM<sub>10</sub> µg/m<sup>3</sup> sınırı oldukça yüksek bir değer olmasına rağmen, diğer tüm iller yıllık olarak bu sınırı aşmaktadır ve özellikle pandemi dönemlerinde kısa vadeli sağlıksız koşullara karşılık gelmektedir. Gri alanlar, yılın %75'inden fazlası için ölçüm yapılamayan illerdir.

## Bağıntı Modeli

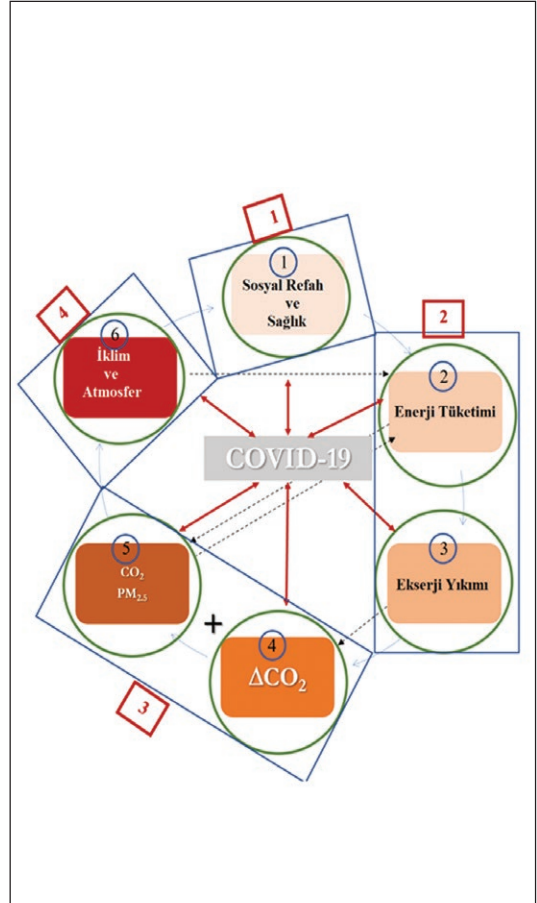
Bu çalışmada,  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$ 'in bir fonksiyonu olan bin kişi başına günlük COVID-19 vakaları hakkında İtalya'dan alınan ilk verilere dayanarak bir bağıntı modeli geliştirilmiştir. COVID-19 vakaları ile  $CO_2$  salımları arasındaki bağıntı şimdiye kadar önemsenmemiş olmasının nedeni, somut bağıntı modellerinin henüz geliştirilmemiş olmasıdır. Bu amaçla, önce PM değerleri ile  $CO_2$  salım değerleri arasında bir ilişkiyi Şekil 11'de görülen dörtlem (Quadrilemma) ve altı vektör kapsamında belirlemek gerekmektedir. İlişkilerin geri kalanı halihazırda mevcuttur, bilinmektedir veya daha kolay belirlenebilir. COVID-19 salgını, bu dörtlemün tüm tarafları ile iki yönlü bir ilişkiler yumağının merkezinde yer almaya başladı. Bu nedenle, genişletilmiş güvenli binalar başlığı altındaki yeşil ölçütlere "Pandemiye Dayanıklı Binalar" kavramını dahil etmenin zamanı gelmiştir.

PM, Şekil 12'de gösterilen  $CO_2$  salımları ile ilgilidir ve ortalama dönüşüm eşleme faktörü,  $f$  cinsinden aşağıdaki doğrusal ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Örneğin, dizel deniz motorları için  $PM_{2.5}$  değerinin  $CO_2$  salımına oranı, yani  $f$  faktörü, ağırlıkça 0.002'dir. Kömür veya linyitle çalışan enerji santrallerinde bu oran yaklaşık 0.1'dir. Bu nedenle, fosil yakıtlar birçok sektörde giderek daha az kullanılmaya devam edildikçe, şimdiye kadar hesaba katılmamış olan  $\Delta CO_2$ , pandemi riski konusunda daha da önemli bir etmen olmaya devam edecektir.

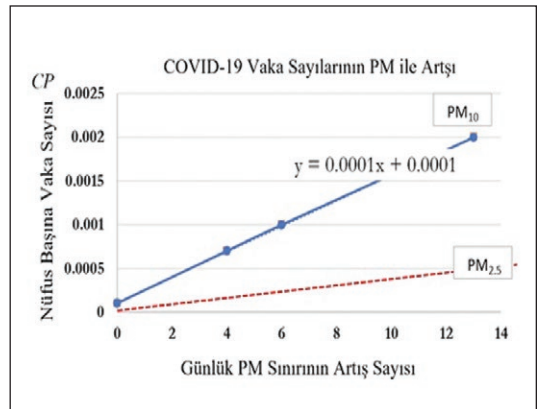
$f$  faktörü için ağırlıkça 0.06 olarak tahmin edilebilir. Bu, 0.06 kg  $PM_{2.5}$  artıştan 1 kg  $\Delta CO_2$ 'nin sorumlu olduğu anlamına gelir. Yerel en fazla günlük aşım sayısı sınırlarına bağlı olarak, o bölgede nüfus başına potansiyel COVID-19 vaka artışı tahmin edilebilir. Böyle bir çaba için, Şekil 8 ve 9'da gösterilen güncel tıbbi raporlar kullanılmıştır.

$$PM_{2.5} = fCO_2$$

$$CP = (0.000006 \times CO_{2,exceedance} + 0.0001) \{Minimize\}$$



Şekil 11. İklimsel ısınmaya karşı pandemi direnç kavramı (Erten & Kılıç, 2021, hakem incelemesinde). Şekil: Birol Kılıç ©2020



Şekil 12. Nüfus başına COVID-19 vaka sayısı ( $CP$ ) ile günlük  $NO_x$  sınırının aşım sayısı ilişkisi. Şekil: Birol Kılıç ©2020 (Şekil 7 ve 8 verilerinden türetilmiştir).

Yerel hava kalitesi ölçümlerinden günlük CO<sub>2</sub> aşımı belirlenebilir. Aşım sınırları ise yerel ve ulusal yetkililerce belirlenebilir. Örneğin, belirli bir bölgede aşım sınırı 300 ppm ise ve CO<sub>2</sub> derişikliği bu sınırı yirmi iki kez aşarsa, CP 0.0002'dir, yani CO<sub>2</sub> aşımı nedeniyle 10,000 kişilik bir nüfusta iki vaka daha fazladır. Bu, parçacık sayısı aşımına ilişkin ek bir sayıdır. CO<sub>2</sub> düzeyi her zaman 300 ppm sınırının üzerinde ise, o zaman on bin nüfus başına ek yirmi beş vaka tahmin edilebilir. Bununla birlikte, bu makalede verilen bağıntının daha yüksek güvenilirliğe ulaştırılabilmesi için daha fazla veriye ihtiyaç vardır.

### Sonuç ve Tartışma

Değişen iklim koşullarının insanların sağlığı, hatta ölüm oranlarının artışı üzerindeki önemli etkileri biliniyor. Hava koşullarıyla ilişkili ölümler ve hastalıklar, daha sık görülen aşırı iklim olayları nedeniyle daha da artabilir. Birbirini izleyen çok sıcak gün sayısındaki artış, doğrudan akut sağlık problemi olan kişileri, özellikle yaşlı; kardiyovasküler ve solunumla ilgili rahatsızlıkları olan kişileri etkiler. İklim değişikliğine bağlı olarak artacak sel riski, bulaşıcı hastalıkların yayılma risklerini ve bölgeselliğini de değiştirecektir. Bulaşıcı ve/veya yeni tür hastalığa neden olan mikroorganizmaların veya vektörlerin çevreye girmesi ve beklenen küresel ısınmaya karşı yeni yaşam ortamları bulur. Ayrıca iklim değişikliğinden dolayı zoonozlar gibi böcekler tarafından taşınan ciddi bulaşıcı hastalıkların yayılması olasıdır.

Bu araştırma, ek COVID-19 vakaları ile yerel CO<sub>2</sub> derişiklikleri arasındaki ilk matematiksel bağıntıyı geliştirmiştir. Bu bağıntı özellikle binalarla ve bunların sağlık sorumluluklarıyla ilişkilidir, çünkü binalar şu anda %100 temiz hava gereksinimi ve iç mekanlarda daha fazla zaman geçirilmesi nedeniyle toplam enerji tüketiminin %45'ten fazlasından sorumludurlar. Burada sunulan çalışma, Şekil 11'de gösterilen bulmacayı tamamlamak için iddialı bir araştırma planının ilk adımıdır. Bu çaba, BM Genel Sekreteri'nin Paris Anlaşması'na uymaya çağırıldığı gibi, tüm uluslar tarafından yapılması gereken olağanüstü bir atılım olacaktır. Bu hedefe zamanında ulaşırsa, mevcut ve gelecekteki pandemi riskleri de azalabilecektir.

### Kaynakça

- Cao, X., Xilei, D. & Liu, J. (2016). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy and Buildings*, 128. 10.1016/j.enbuild.2016.06.089. [https://www.researchgate.net/publication/304712030\\_Building\\_energy-consumption\\_status\\_worldwide\\_and\\_the\\_state-of-the-art\\_technologies\\_for\\_zero-energy\\_buildings\\_during\\_the\\_past\\_decade](https://www.researchgate.net/publication/304712030_Building_energy-consumption_status_worldwide_and_the_state-of-the-art_technologies_for_zero-energy_buildings_during_the_past_decade) adresinden alındı.
- Copiello, S. & Grillenzoni, C. (2020). The Spread of 2019-Ncov in china was primarily driven by population density. Comment On "association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China" By Zhu Et Al., Elsevier Public Health emergency Collection. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7365069/> adresinden alındı.
- EPA Victoria. (2021, Mart 16). PM10 particles in the air. <https://www.epa.vic.gov.au/for-community/environmental-information/air-quality/pm10-particles-in-the-air> adresinden alındı.
- Erten, D., & Kılış, B. (2021). How can green building certification systems cope with the era of climate emergency and pandemics? Makale değerlendirme sürecindedir.
- H2O. (2021). Atmospheric water collector production. <https://h2omachine.com/humidity-maps/> adresinden alındı.
- Hawksworth, J. C. (2006). The world in 2050: Can rapid global growth be reconciled with moving to a low carbon economy? [https://www.pwc.com/gx/en/psrc/pdf/world\\_in\\_2050\\_carbon\\_emissions\\_psrc.pdf](https://www.pwc.com/gx/en/psrc/pdf/world_in_2050_carbon_emissions_psrc.pdf) adresinden alındı.
- Kılış, B. (2021a). Is exergy destruction minimization the same thing as energy efficiency maximization? *Journal of Energy Systems* 2021, DOI: 10.30521/jes.
- Kılış, B. (2021b). (In Print). An exergy-based minimum carbon footprint model for optimum equipment oversizing and temperature peaking in low-temperature district heating systems, *Energy*.
- Lowen, A. C., Mubsreka, A. S., Steel, S., & Palese, P. (2007). Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. *PLoS Pathog*, 3(10) PMC2034399.
- Nur, O. K. (2018). Air Pollution in Istanbul. Netherlands Enterprise Agency.
- Reuters. (2020). U.N. chief urges leaders of every country to declare "climate emergency". <https://www.reuters.com/article/uk-climate-change-un-summit-idUSKBN28M0IR> adresinden alındı.
- Setti, L., Passarini, F., De Gennaro, G., Barbieri, P., Licen, S., Perrone, M. G., Piazzalunga, A., Borelli, M., Palmisani, J., Di Gilio, A., Rizzo, E., Colao, A., Piscitelli, P., & Miani, A. (2020). Potential role of particulate matter in the spreading of COVID-19 in northern Italy: First observational study based on initial epidemic diffusion. *BMJ Open*. <https://bmjopen.bmj.com/content/bmjopen/10/9/e039338.full.pdf> adresinden alındı.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası. (2019). Hava Kirliliği Raporu 2019. <https://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/2019.pdf> adresinden alındı.
- Tokazhanov, G., Tleuken, A., Guney, M., Turkyilmaz, A., Karaca, F. (2020). How is COVID-19 experience transforming sustainability requirements of residential buildings? *Sustainability*, 12, 8732. <https://doi.org/10.3390/su12208732>. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/20/8732/htm> adresinden alındı.