



**KUYÇAM**

İSÜ | KUŞAK VE YOL ÇALIŞMALARI UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ



**BRIQ Working Paper Series**

# **Küresel Kapitalizmde Küresel Salgınlar, İklimsel Isınma ve Atmosfer**



**BİROL KILKIŞ**

Prof. Dr.  
OSTİM Teknik Üniversitesi

## BRIQ Working Paper Series

Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi (BRIQ) Working Paper Series, İstinye Üniversitesi Kuşak ve Yol Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (KUYÇAM) ve BRIQ ortaklığında düzenlenmekte ve yayımlanmaktadır. Bu çalışmalar, uluslararası işbirliği, çatışma ve kalkınma alanlarında devam eden araştırmalara yer vermektedir. Makaleler, bir KUYÇAM ya da BRIQ üyesi ve bir harici hakemin bulunduğu çift kör hakem sürecinden geçmektedir. Yazarların talebi doğrultusunda, kabul edilen makalelerin daha sonra akademik dergilerde yayınlanması halinde çevrimiçi erişimi kaldırılabilir.

Kılış, B. (2021). Küresel Kapitalizmde Küresel Salgınlar, İklimsel Isınma ve Atmosfer, BRIQ Working Paper Series, No:2, Kuşak ve Yol Çalışmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (KUYÇAM) İstinye Üniversitesi.

E-ISSN 2718-0581

Telif hakları yazara aittir. Kişisel araştırma dışında başka amaçlarla basılı ya da elektronik olarak çoğaltılması yazar(lar)ın rızasına tabiidir. Atıf yapmak ya da alıntılanmak için yazar(lar)ın tam adını, başlığı, working paper numarasını ve yılını ve de yayıncı adını içerir şekilde referans verilmelidir.



kuycam@istinye.edu.tr



briq@briqjournal.com  
editor@briqjournal.com

# Küresel Kapitalizmde Küresel Salgınlar, İklimsel Isınma ve Atmosfer

BRIQ Working Paper Series

No.2/2021 • Aralık 2021

## 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 yükseltilen Kılış, 2004 yılında da Seçkin Öğretim Görevlisi (Distinguished Lecturer) seçilmiştir. 2008'de Seçkin Hizmet (Distinguished Service) ve İstisnai Hizmet (Exceptional Service) ödüllerini almıştır. Yeşil ve sürdürülebilir binalar konusunda uzman olup, karbondioksit salımları, enerji performansı ve bölge enerji sistemleri üzerinde ekserji tabanlı çözümlenmeleri 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-posta: birolkilkis@hotmail.com*

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

## ÖZ

Bu çalışmada, küresel güçlerin serbest ekonomi perdesi arkasında küreselleşmelerini pekiştirirken dünyaya verdikleri çevresel zararlar arasındaki bağlantıya değinilerek tümsalginlara olan doğrudan etkileri tartışılmıştır. Makalede ozon katmanının incelenmesi ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki bire-bir ilişkiden başlayarak, atmosferdeki hareketler, buzulların erimesi, hava kirliliği, kuraklık ve buna karşı sellerin oluşumu, enerjinin akılcı değerlendirilmeyişi sonucu çözümlenemeyen ek hava kirliliğinin çevrelediği kısır döngüden COVID-19 salgınının aldığı olumsuz pay tartışılmaktadır

**Anahtar Kelimeler:** Hava Kirliliği, İklimsel Isınma, Karbondioksit Salınımı, Sera Etkisi, Tümsalgin

## Giriş

YAŞADIĞIMIZ TÜMSALGIN (PANDEMİ), küresel kapitalizmin insanlığa ve dünyaya karşı ne denli bir tehlike oluşturduğunu en çarpıcı biçimde hatırlatmış, küreselleşme söylemleriyle desteklenen kapitalizm ve küresel salgın arasındaki bire-bir ilişkinin artık ayrıştırılması gerektiği görülmüştür. Bu bağlamda, son yüz yıl boyunca sanayileşme adına bilinçli bir şekilde yapılan büyük “hatalar” zinciri inkâr edilemez biçimde gün yüzüne çıkmış bulunmaktadır. Liberal Batı medyasının önde gelen organlarından olan The Guardian gazetesi 12 Nisan 2021 tarihli sayısında vahşi kapitalizmin kontrolsüz tahribatının acilen durdurulmaması durumunda çok daha ölümcül ve yıkıcı salgınların geleceği uyarısında bulundu (The Guardian, 2021). Uluslararası çekişmeleri ve petrol odaklı vekalet savaşlarını bir an önce terk edip sürdürülebilir ve samimi bir insan ve çevre odaklı işbirliğine yönelerek yeni ve sürdürülebilir bir dünyanın oluşturulmasında hatalardan geri dönülebilirliğin son dönemecindeyiz. Salgınla ulaştığımız bu dönemeci keskin bir politik, ekonomik ve etik bir U-dönüşü ile çok iyi değerlendirmeliyiz. Aksi durumda artık geri dönüş muhtemelen hiç olmayacaktır. Her ne kadar son yüzyılda atmosferde giderek yoğunlaşan olağandışı hareketler birçok bilim adamı tarafından gözlenmekte ise de salgınlardaki etkileri henüz yeterli düzeyde incelenmemiş ve ortak bir kanıya varılamamıştır. Bu yazıda iklimsel ısınmanın temel mekanizmaları bağlamında iklimsel ısınma ile ozon katmanının incelenmesi arasındaki doğrusal ilişki ilk kez ortaya konarak insanlık ve çevre üzerindeki bileşik etkileri açıklanmaktadır. Bu kapsamda, atmosferde artan nemin ozon

katmanının incelenip delinmesine CO<sub>2</sub> salımlarından daha fazla etkili olduğu, bunun da insan bağışıklığını büyük ölçüde zayıflattığı ortaya konmaktadır. Mühendislik gözlemlerinden hareketle yapılan yanlışlardan örnekler sunulurken nasıl vazgeçilebileceği, dingin, mutlu ve temiz bir dünya için neler yapılması gerektiği özetlenmektedir.

## İklimsel Isınmanın Temel Mekanizmaları

### İklim Değişikliği mi Küresel Isınma mı?

Bilim adamlarının büyük bölümü insan kaynaklı olan küresel ısınmayı savunurken iklimsel ısınma terimi sizlere yabancı gelebilir. Bu terim küresel ısınma savunucuları ile iklim değişikliği savunucularını ortak paydada uzlaştırmak için ortaya atılmış ve bu iki görüşün ortak akıl noktasında buluşması için İklimsel Isınma terimi (Climate Warming) sıkça kullanılmaya başlamıştır (Stirling & Parkinson, 2006). Küresel Isınma bilim adamlarınca tamamen ispat edilmiş olsa da (NASA, 2021) kimi yazarlar bu olguya iklim değişikliği demektedirler. Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) kuruluşu da Climate Change teriminden vazgeçmemektedir (IPCC, 2014). Hatta küresel ısınmanın sonucu buzulların erimesinin insanlığa faydalı olacağı, CO<sub>2</sub> salımlarının da canlılara faydalı olduğu konusunda demeçler veren bilim insanları bulunmaktadır (Yaşar, 2021).

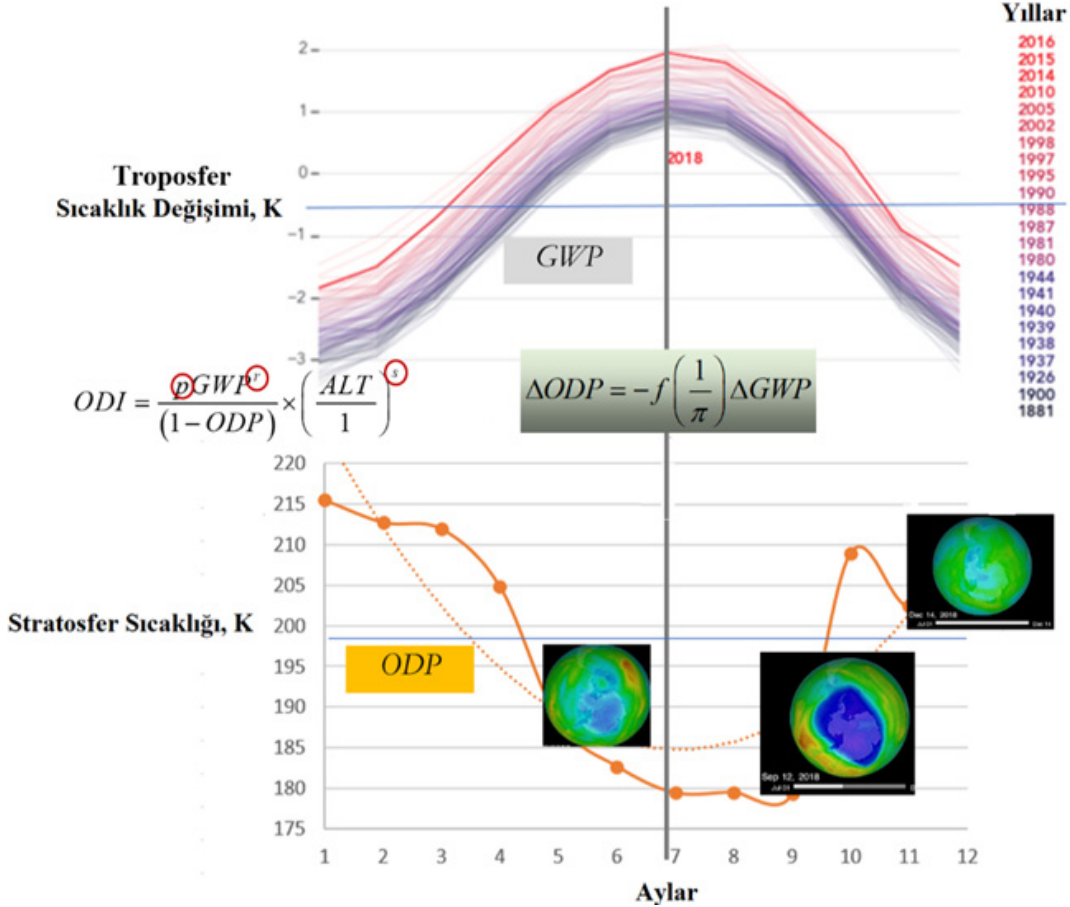
### Ozon Katmanı Neden ve Nasıl Deliniyor?

Her ne kadar literatürde bazı ön araştırma raporları mevcut ise de (Mooney vd., 1989), ozon katmanındaki deliklerin oluşumu ile küresel ısınma arasındaki doğrusal ilişki bu yazının mi-

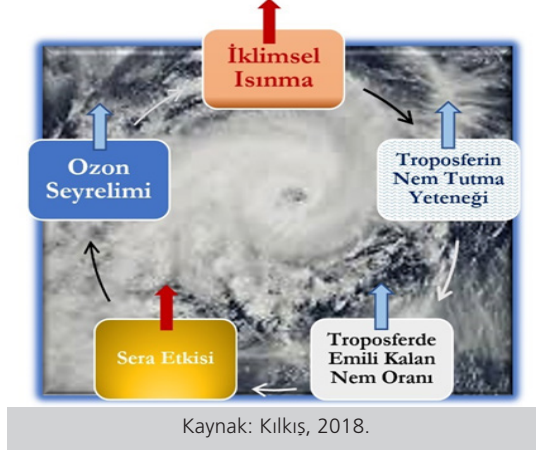
henk taşı oluşturmaktadır. Şekil 1'de gösterildiği gibi, yeryüzüne yakın troposferdeki küresel ortalama hava sıcaklığı bir yıl boyunca periyodik olarak değişmektedir. Atmosferin alt katmanındaki (troposfer) sera etkisi çoğaldıkça dünyadan daha üst katman olan stratosfere iletilmesi gereken ısı bir battaniye varmışçasına tutulmakta ve bu nedenle ortalama küresel sıcaklık artmaktadır. Bu nedenle de troposferdeki ozon katmanını soğumakta ve delikler oluşmaktadır. Bu deliklerden ise güneşin daha zararlı olan UV-B ışınları yeryüzüne ulaşarak canlı-

ların bağımsızlığını azaltmaktadır (Anwar vd., 2016). Burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu ozon katmanındaki stratosfer sıcaklığı ile troposfer sıcaklığının yıllık değişimleri arasında tam bir ters simetri bulunmasıdır. Diğer bir deyişle, Kuzey Yarımküre'de troposferin en sıcak olduğu Temmuz ayında stratosfer de en soğuk dönemindedir ve ozon tabakası yaklaşık bir aylık ısıl ataleti takiben en büyük delik boyutuna ulaşmaktadır. Kuzey Yarımküre'de kış aylarında ise troposfer soğurken stratosfer ısınmakta ozon deliği küçülmekte hatta

Şekil 1. Stratosfer ve Troposfer Sıcaklıkları Arasındaki Mükemmel Ters Simetri

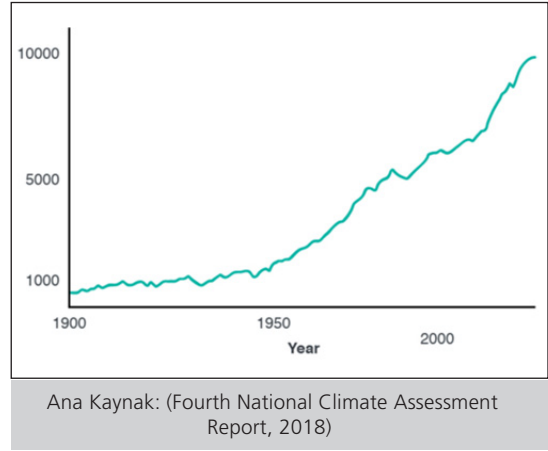


**Şekil 2.** İklimsel Isınma-Atmosferdeki Nem Oranı-Ozon Seyreltme Kısır Döngüsü



“geçici” olarak kapanmaktadır. Söz konusu bu ilişki ise bilim dünyasında yeterince irdelenmemiştir. Bu eksikliği gidermek ve gerçek sorunları dile getirmek üzere sera gazı salımlarının ozon katmanı seyreltme potansiyeli (Ozone Depletion Potential, ODP) ile öncelikle insan kaynaklı CO<sub>2</sub> ve su buharı salımlarının iklimsel ısınma potansiyeli (Global Warming Potential, GWP) arasındaki ilişki ilk kez matematiksel olarak gösterilmiş ve yeni ozon katmanı seyreltme endeksi (Ozone Depletion Index, ODI) endeksi tanımlanmıştır (Kılış, 2020a; Kılış, 2018; Kılış 2020b).  $p$ ,  $r$  ve  $s$  katsayılarının daha da geliştirilme çalışmaları ise sürmektedir ( $s = 0.1$ ,  $t = 0.07$ ,  $u = 0.01$ ).  $r$  katsayısı GWP ile birlikte atmosfere salınan insan-kaynaklı su buharının sera etkisini de içermektedir. Atmosferde kalış süresi (ALT) ise bir sera gazının atmosferde kalış süresidir (yıl olarak). Ayrıca, yıl boyunca troposfer ve stratosfer sıcaklık değişimlerinin eksi orantılı olmak üzere  $\pi$  sayısının sabit olduğu da Şekil 1’de görülmektedir. Bu şekilde bağlı kalarak hazırlanmış bulunan Şekil 2 ise iklimsel ısınma ile ozon seyreltme arasındaki kısır döngüyü göstermektedir. CO<sub>2</sub> ve diğer insan kaynaklı endüstriyel

**Şekil 3.** Fosil Yakıt Tüketim Kaynaklı CO<sub>2</sub> salımları (Harrington & Samantha, 2020).



gazların neden olduğu iklimsel ısınmayla beraber troposferin su buharını tutma yeteneği arttıkça endüstrinin ve toplumun salmakta olduğu su buharı (termik santrallerin soğutma kuleleri, araç egzozları gibi) atmosferde daha çok barınabilmekte ve sera etkisini daha da arttırmaktadır (ACS Chemistry for Life, 2021).

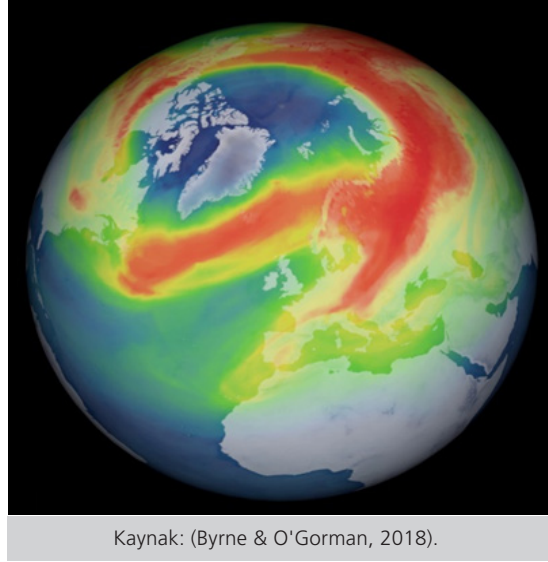
Sera etkisi ile de yer kürenin atmosferin yukarı katmanlarına ve buradan da uzaya ışıma yolu ile iletmesi gereken ısı iletimi yavaşlayarak stratosfer daha da soğuyarak ozon katmanı daha da seyrelmektedir. Günlük bir deyişle ozon soğuşu hiç sevmez, soğudukça seyrelir (Anwar vd., 2016; Kılış, 2020b). Ozon katmanı seyreltikçe de güneş ışınları dünyaya daha çok nüfuz ederek iklimsel ısınma bir kez daha tetiklenerek döngü tamamlandıktan sonra hızlanarak devam eder.

Bu döngünün olumsuz bir sonucu da troposferde doğal bir denge içerisinde yağış olarak geri dönmeden daha uzun bir sürede ve daha fazla miktarlarda emili kalan insan kaynaklı su buharı arttıkça ani boşalmı büyük sel felaketleri ve tayfunlardır. Bu anormal döngü aslında doğanın kendisini bir ölçüde koruyabilme ve geri dönüşü

çok zor olan bir noktada tekrar dengelenme mekanizmasıdır. Bu döngünün en büyük etmenleri başta CO<sub>2</sub> olmak üzere sera gazı salımları ve atmosferde artan nem miktarıdır. Şekil 3’de özellikle 1950 yılından sonra dramatik biçimde tüketimi artan fosil yakıt kaynaklı CO<sub>2</sub> salımlarının milyon metrik ton birimindeki değerleri gösterilmektedir. Bu şekil aslında ekonomik gelişmişlik adına yapılan çılgınlığın bir simgesidir. Sonuçta, 2020 yılı başlarında kuzey kutbu üzerinde Grönland adasının üç katı büyüklüğünde bir ozon deliği oluşmuştur (Şekil 4). Deliğin bir ay içerisinde “geçici olarak” kapandığı doğru olmakla birlikte, kamuoyunda deliğinin kısa sürede kapanmasının salgın sırasında insan, ulaşım ve endüstri faaliyetlerinin kısıtlanması ile ilişki olasılığına konu üzerinde bir araştırma yapılmadan getirilen yanıtlar, açıklamaların bilimsel dayanağını sorgulatmaktadır. Söz konusu açıklamalarda salgınla deliğin kapanması arasında hiçbir ilişki bulunmadığı ve troposferin ısınması ile deliğin kapandığını belirtmektedir. Halbuki bu ısınmanın arka planını ve esas nedenini de açıklamaları gerekirdi. Maalesef, bilim insanlarının da bazen küresel kapitalizmin esiri olduğunu söylemek hiç de abartılı olmayacaktır.

Bu bağlamda, sorumlu ve etik davranışlı bilim adamlarının ozon deliğinin hızla kapanmasının ana nedenini salgın süresince getirilen faaliyetlerdeki önemli kısıtlamalar sonucunda sera gazı etkisinin azalarak dünyada hapsolmuş ısının kısmen ozon tabakasına ulaşarak ozon gazını ısıtmasıdır demeleri gerekirdi. Konu ile ilgili bilim adamlarının %97’si iklimsel ısınmanın insan kaynaklı olduğunu kabul ediyor (Harrington, 2020; Cook vd. 2016). Ne enteresandır ki, bu kocaman deliğin oluşmasının nedeni her yıl tekrarlanan iklimsel ısınma-ozon katmanının soğuması salı-

**Şekil 4.** Kuzey Kutbu’nda 2020 yılında Görülen En Büyük Ozon Deliği



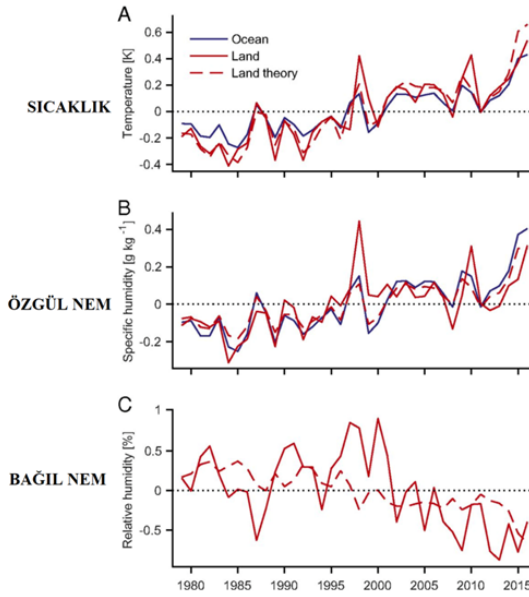
Kaynak: (Byrne & O’Gorman, 2018).

nım ikilisinin insan kaynaklı olması kadar (Şekil 1’de gösterildiği üzere iklimsel ısınma kışın doruk noktasına ulaşmaktadır) yaz aylarında başlaması gereken ozon deliğinin kapanmasının normal periyodundan daha önce hızla kapanmış olması da insan kaynaklı olmuştur (kısıtlamalar nedeni ile). Dolayısı ile insan faaliyetlerinin atmosfer olaylarında ne denli etkili olduğunun çok somut ve güncel bir örneği ile karşı karşıyayız. Bu potansiyel sürdürülebilir biçimde vakit kaybetmeden değerlendirilmelidir. Bu yönde yapılması gereken ilk iş iklimsel ısınma zincirini kırmak olmalıdır. Bu gerekliliği Şekil 2’deki döngü ve Şekil 3’teki ani artış da açık bir biçimde göstermektedir. Fakat, insanlık bu salgından ders almayıp alışkanlıklarına devam edecek olursa seneye aynı ozon deliğinin belki de daha yaygın biçimde ortaya çıkacağı muhakkaktır (Kılış, 2019a).

#### **Atmosferdeki Nem Miktarı**

İklimsel ısınmanın önemli bir nedeni de insan kaynaklı CO<sub>2</sub> salımlarından önce atmosferde gi-

**Şekil 5.** Yıllara Göre Atmosferdeki Sıcaklık, Özgül Nem ve Bağıl Nem Değişimi



Kaynak: Byrne & O’Gorman, 2018.

derek artan nem oranıdır. Bu nedenle, Şekil 5’te görüldüğü üzere küresel ısınmaya paralel olarak atmosferdeki özgül nem de yükselirken bağıl nem oranı azalmaktadır. Bu ters ilişkinin nedeni bağıl nem tanımının özgül nemin atmosferin belirli sıcaklıkta tutabileceği en fazla neme oranı şeklinde oluşudur. Troposfer ısınırken havanın nem tutma kapasitesindeki artışın özgül nemdeki artıştan daha baskın olması sonucu bağıl nem (relative humidity, RH) azalıyor gözükmemektedir. Aslında havadaki nem miktarı dolayısı ile sera etkisi giderek artmaktadır.

İnsan sağlığı ve salgın hastalıklara olan direnç açısından bağıl ve mutlak nem değerlerinden hangisinin daha etkili ve hangi yönde etki gösterdikleri konusunda tam bir karar birliği olmamakla birlikte bağıl nemin %50’den az veya çok olması, kısacası kuru ve çok nemli ortamların salgın ortamlarında zararlı olduğu konusunda fikir birliği vardır (Şekil 12). Şekil 6’da ise bağıl nemin bazı bölgeler dışında

küresel boyuttaki yüksek dağılımı görülmektedir. Çok nemli veya kurak olsun salgının yayılma riski hemen her bölgede yüksektir. Bu ilişki takip eden bölümlerde kapsamlı biçimde irdelenmektedir.

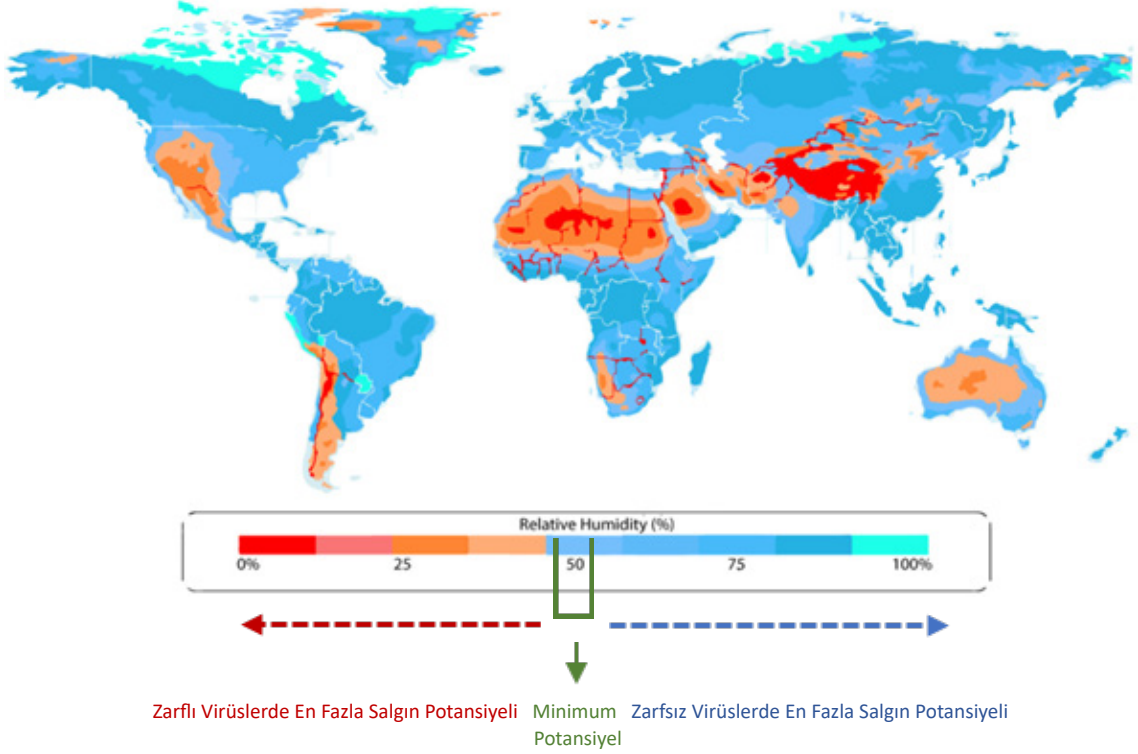
### İnsanlar Niçin ve Nelerden Sorumlu?

Atmosferik anomalilerin nedenleri arasında başta gelen sera gazı salımlarının çok büyük bir bölümünün ve ozon katmanının incelmelerinin insan kaynaklı olduğu Şekil 7 ve Şekil 8’de görülmektedir (Kılıkış, 2018a; Kılıkış, 2019b). Şekil 7’de kış ve yaz aylarına özgü kısır döngü özetlenmektedir. Küresel ısınma ile binaların ısıtma yükleri azalsa da temel teknolojisi 100 yılı aşkın süredir değişmeyen ısıtma ve klima teknolojilerinden sıyrılmadığımız sürece üretilen CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazları takip eden yaz dönemlerindeki klima yüklerine kümülatif biçimde eklenmektedirler.

Aynı bağlamda, kış aylarında iklimsel olarak soğuyan (Şekil 1) troposferin ozon katmanı üzerindeki olumsuz etkisi biraz azalmakla birlikte troposferde emili kalan CO<sub>2</sub> ve su buharı yaz ayları yaklaştıkça tekrar ısınarak sera etkisinin ozon katmanı üzerindeki olumsuzluğu artırarak yaz aylarının çok daha sorunlu geçmesine neden olmaktadır (kış aylarının yaz aylarına mirası: Şekil 8). Küremizin yaz aylarında daha da ısınması soğutma gereksinimini arttırmaktadır. Bu olguda küreselleşmenin yüzeyde insan refahı adına desteklediği ve alıştırdığı klimaların yaygınlaşması da etkindir. Sonuçta soğutma talep ve yükleri artmakta ve ısı pompası, soğutma grubu gibi cihazların elektrik tüketimleri zaten daha sıcak havalarda düşen verimlerinin de etkisi ile artmaktadır. Bünyelerindeki soğutucu gazların sızıntıları ise ozon tabakasına ek zararlara yol açmaktadır. Daha çok ve daha uzun süreler



Şekil 6. Dünyada Yıllık Ortalama Bağlı Nem Değerleri

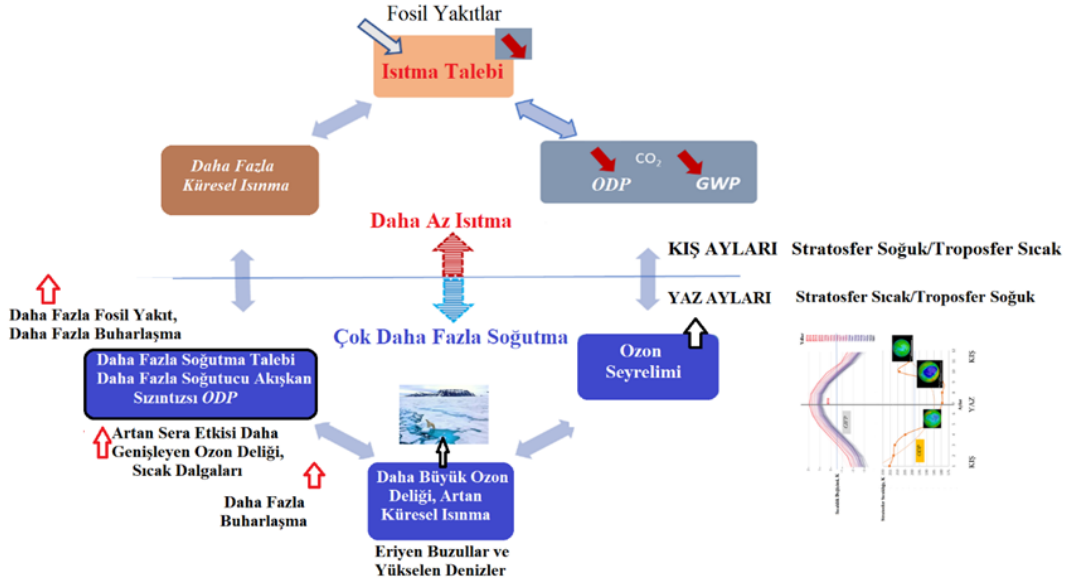


Kaynak: H2O Machine, 2021

klima kullanımı daha çok arıza yapan ve genelde zamanında bakımı yapılamayan ve bu nedenle daha çok sızıntı yapan klima demektir. Klimaların konfor ortamından çıktıkları ısının atılması gereklidir ve genelde soğutma kulelerinden havaya hem ısı hem de su buharı atılır. Hava ile soğutma sistemlerinde ise aynı ısı salımı gereklidir ve bu kez termik santrallerinden çıktıkları elektrik nedeni ile CO<sub>2</sub> ve yine su buharı salımlarından ötürü dolaylı olarak sorumlu olmaktadır. Yaz aylarında özellikle tatil bölgelerinde elektrik kısıtlamaları sonucu verimsiz jeneratörler devreye girerek fosil yakıt tüketimleri daha da artmaktadır. Bütün bunların anlamı daha çok petrol, kömür ve daha çok doğalgaz demektir ve bunlar kapitalist sistemin büyümesinde etkili bir araç haline gelmektedir. Bunun sonucu olarak

da ülkeler daha yaygın, daha derin petrol araştırmalarına yönelmekte, yenilenebilir enerji kaynakları göstermelik projeler dışında arka planda kalmaktadır.

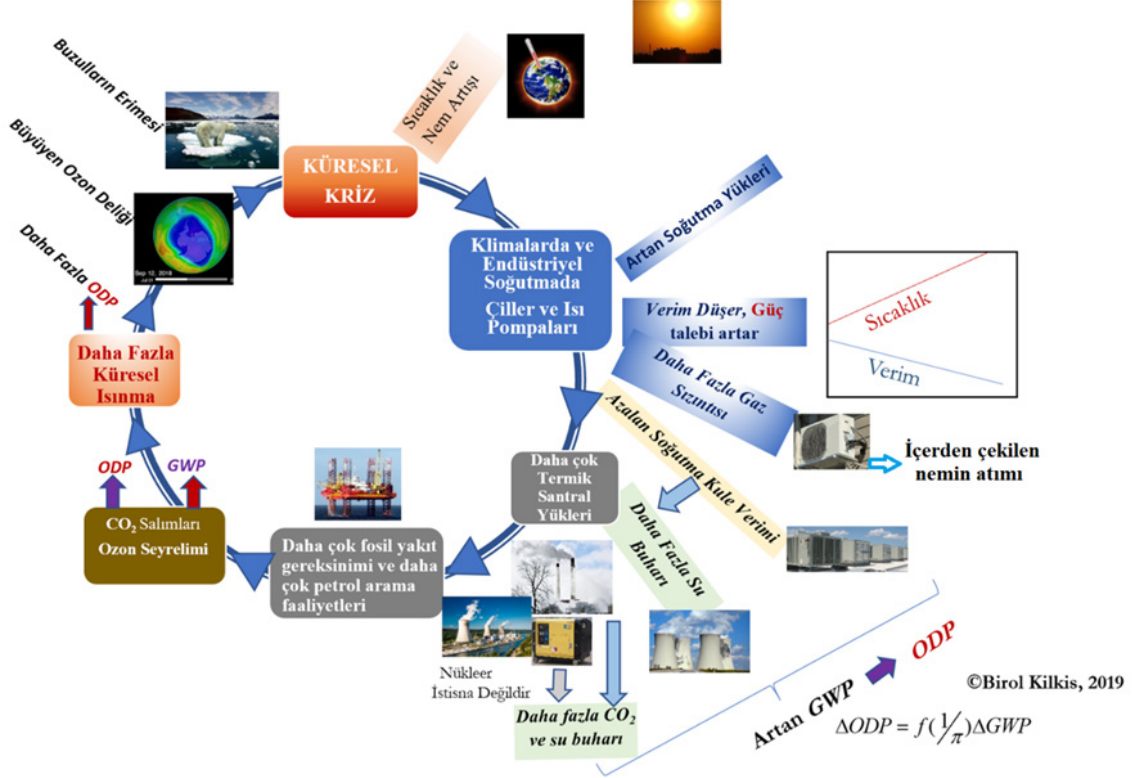
Şekil 17’de görüleceği üzere Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2005 yılından beri sadece yaklaşık %8’den %13’e yükselmesine karşın petrol ve doğalgazın ortak payları yaklaşık %58’den %63’e çıkmıştır. Unutmayalım ki doğalgazın her metre-küpü yer altından çıkarırken kaynaktan en son kullanıma kadar en az 3 kg CO<sub>2</sub> salım potansiyeli ve yaklaşık %7 su buharıyla birlikte gelmektedir. Bu değere gömülü karbon salımları dahildir (Gan vd. 2020). Tüm bu nedenlerle “küresel ısınma” İskoç Başbakanı tarafından “küresel kriz” olarak tanımlanmıştır.

**Sekil 7.** İklimsel Isınmanın Binalardaki Konfor Isıtması ile İlişkisi ve Yaz Dönemine Mirası

### İnsanlar Niçin Sorumlu?

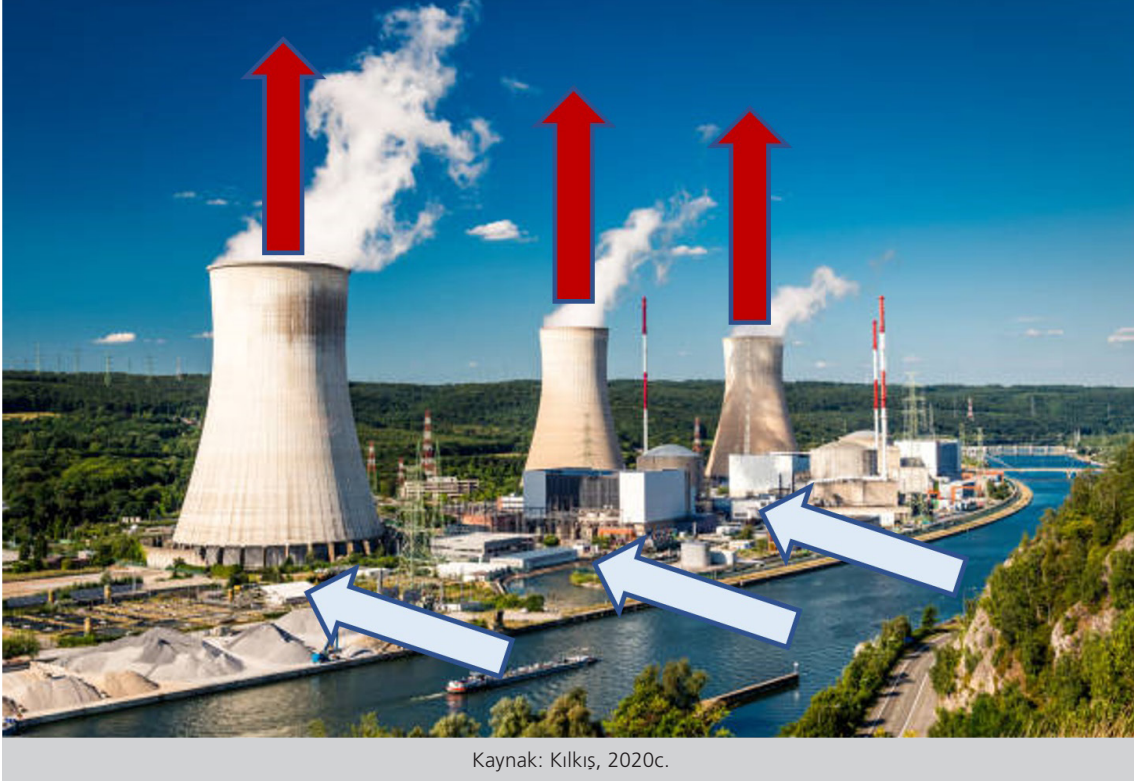
İnsanlar tüm olumsuzluklardan ve kendi sağlıklarından her açıdan sorumludur. Bu sorumluluğun başında alışkanlıklarını sürdürmek, bilim ve teknolojide çevreden çok finansın önde duruşu ve büyük enerji tekellerinin dar-çıkarcı politikaları gelmektedir. Bu yazıda sadece bazı örnekler üzerinde durulacaktır. Örneğin, nükleer santral sektörü uluslararası enerji politikaları çerçevesinde giderek kaybettikleri pazarı geri kazanabilmek adına yenilenebilir enerji kaynağı olarak tanıtılmaktadır. (Office of Nuclear Energy, 2021). Halbuki bu referansın ait olduğu aynı devletin bir başka kurumuna göre bu santraller çevre açısından tehlike oluşturmaktadırlar (US Energy Information Administration, 2020). En azından soğutma kulelerinde büyük ölçüde su buharını atmosfere salarken su tükettiklerinden kömür santrallerinden pek de farkları yoktur. Nükleer bir santralin yakıtın katma değer potansiyelini değerlendirme kapasitesi de bir kömür santralinden biraz daha azdır (Kılış, 2020a).

Bu nedenle, Termodinamiğin İkinci Yasası uyarınca küresel enerji bilançosu içerisinde daha çok CO<sub>2</sub> salımından sorumlu olmaktadır. Ürettikleri 1 MW-saat elektrik enerjisi karşılığında atmosfere en az 2 MW-saat ısı salmaktadırlar. Ayrıca bu ısıyı salmak için soğutma kulelerinde su kullanarak atmosfere CO<sub>2</sub>'ten daha zararlı olan su buharı salmaktadırlar (Şekil 9). Aslında bu tüm santraller için geçerlidir. Ancak, nükleer santraller fosil yakıtlı santrallere oranla sadece su ile soğutulabilirler. Dolayısı ile sera gazı zararı biraz daha fazladır. Ancak, termik santraller gibi atık baca gazları bulunmamaktadır. Akkuyu Nükleer Santrali'nde ısı değiştiriciler aracılığı ile deniz suyu ile reaktörlerin soğutulmaları planlanmıştır. Zaten ılık olan Akdeniz suyu iklimsel ısınma ile daha da ısınmaktadır. Böyle bir uygulamada körfezin su sıcaklığı artacak ve deniz yüzeyinden buharlaşma artacağı gibi ısı transferinde kullanılan hidrolik pompa kapasiteleri, eşanjör boyutları artacaktır. Bu enerji talepleri ve malzeme gömülü karbon salımları hesaba ka-

Şekil 8. Evsel ve Endüstriyel Soğutmanın CO<sub>2</sub> ve Su Buharı Salımlarına Döngüsel Etkisi

tıldığında santrallerin net güç arzından düşeceği gibi dolaylı CO<sub>2</sub> salımları oluşacaktır. Ayrıca bölgedeki deniz suyunun ısınması ile ekoloji de bozulacağından uzak mesafelerden gene denizden alınan suyun boru hatlarından pompalanarak getirilmesi, hatta Toros dağlarından eriyen kar sularının getirilmesi gündemde gelmiş de bunun taşıdığı riskler bulunmaktadır. İklimsel ısınma ile Toros dağlarının karları da dolayısı ile taze su arzı da azalmaktadır. Zaten yörede su sıkıntısı oluşmaktadır. Mersin açıklarından daha serin deniz suyu getirilmesi düşünülse bunun da terör saldırı riskleri ve pompa giderleri ve yatırım işletme maliyetleri söz konusudur (Kılıç, 2010). 30 yılı aşkın bir süre sonra Çernobil'de kalın betonla örtülü santral kalıntıları tekrar radyasyon üretmeye başlamıştır (Sparkes, 2021).

Eğer Toros dağlarında nükleer atık depolaması düşünülüyorsa bu son haber de dikkate alınmalıdır. Soğutma suyunun nükleer santrallerde ne kadar önemli olduğu Çernobil ve Fukushima kazalarında görülmüştür. Her durumda nükleer santrallerin sera etkileri nedeni ile dolaylı olarak ODI etkileri sıfır değildir. İnsanlığın sabırsızlıkla beklediği füzyon teknolojisi bugünün nükleer santrallerdeki radyasyon sızıntı potansiyelini önemli ölçüde azaltsa da ısı hala atmosfere soğutma kuleleri ile atıldığı sürece olumlu yönde bir değişim beklenmemektedir. Bu sorun ancak elektrik gücünün daha fazla oranlarda yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilmesi ile kısmen çözülebilir (RHC, 2014). Buna örnek olarak yoğunlaştırıcı güneş santrallerinde soğutma kulelerinin varlığı gösterilebilir. Soğutma kule-

**Şekil 9.** Nükleer Santrallerdeki Doğal Su Kaybı ve Su Buharı Salım Zinciri

leri doğadan aldıkları suyu, su buharı dengesini bozacak oranda atmosfere salarken su kıtlığının da önemli bir nedeni olmaktadır. Bu ısının emniyetli bir biçimde geri kazanılması ve katma değere dönüştürülmesi gerekir. Aynı sorun fosil yakıtlı termik santrallerde de geçerlidir.

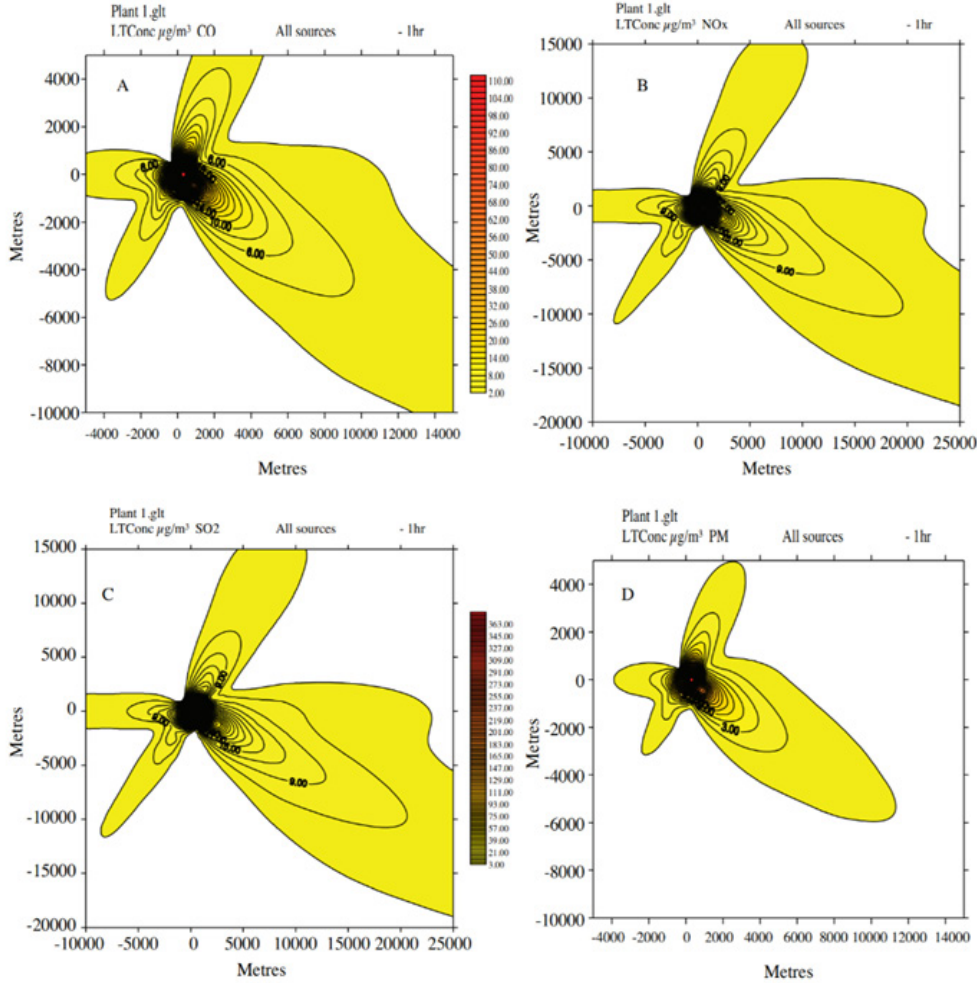
Yeraltından çıkarılan kömürün santralde yakılmasından sonra bacalardan atmosfere salınan gaz ve partiküller su buharı ile karşılaştığında nükleer serpintiye neden olabilmesi nedeniyle ne kadar yüksek olursa olsun, santral bacaları merkezinden en az 3 km daire yarıçapındaki alanlarda meskûn bölge, tarım ve mera alanları bulundurulmamalıdır. Ancak bu riske rağmen, Bursa'da doğalgaz santrali mahallenin hemen hemen içinde kuruludur, Eskişehir'deki kömür santrali de köyün içerisinde. Şekil 10'da örnek

serpinti alanları (gri alan) gösterilmektedir.

Uluslararası platformda Batılı sermayedarların temsilcisi politikacılar çarpık ekonomik düzeni geri getirmek ve petrol fiyatlarını arttırmak için milyarlarca avro hibe desteğini oluştururken, Dünya Bankası'ndan kredi kuyruğuna girerken ve IMF'nin kapısını aşındırırken yeterli destekler "gelişmekte olan" bazı ülkeler dışında yenilenebilir enerji kaynaklarına ayrılmamaktadır (Dezem, 2020).

Bir başka örnek termik santrallerdir. Termik santrallerde türbin veya kazanlarda yakılan bir molekül doğalgazdan (metan ağırlıklı) bir molekül  $CO_2$  gazı yanında iki molekül de su buharı atmosfere salınmaktadır. Yoğuşturulan su kontrolsüz biçimde tekrar çevreye salındığından kazanım sadece %7 dolayındaki gizli ısıdır.

Şekil 10. Kömür Santrallerinin Gri Salım Alanları



Kaynak: Ali &amp; Athar, 2010.

Ayrıca, yanma gazının yoğunlaştırıldığı baca kanalındaki fanın tükettiği ek elektriğin enerji bilançosundaki katma değer kaybı, elde edilen ısının katma değerinin üzerindedir (Kılış, 2019c). Doğaya yararı olmayan bu tür su buharı salımları yeraltında milyonlarca yılda oluşan fosil yakıtların dünya yüzeyine insanlarca kendi elleri ile çıkarılıp yakılmasının en olumsuz sonuçlarından birisidir, zira su buharının bir kısmı yağış olarak dünyaya geri dönse de sonuç itibarı ile atmosferin ve yerin toplam su bilançosu den-

gesiz biçimde artmaktadır.

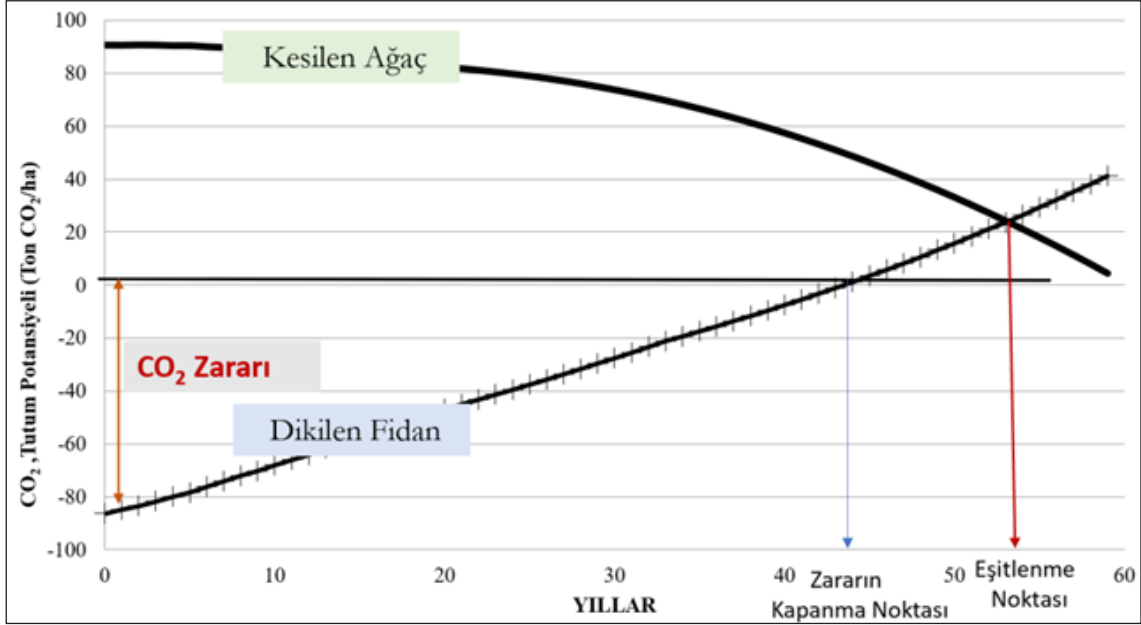
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$  (San Jose State University, t.y.).

Petrol yakan taşıtlarda da durum pek farklı değildir (San Jose State University, t.y.).

$2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$

Su buharı ve  $CO_2$  salımlarının ortak etkisi göz önünde tutularak yeni bir katsayı geliştirilmiştir (Kılış, 2020a). Bu katsayı yukardaki denklemlerle (San Jose State University, t.y.) birlikte ele

**Şekil 11.** Yetişkin Bir ağaç Yerine Dikilen Bir Yaşındaki Fidanın Kaybedilen CO<sub>2</sub> Tutum Potansiyeline Erişmesi İçin Gereken Ortalama Yıllar.



alındığında bugünkü senaryoya göre dünyada “yerinde tüketilen” 1 kW-saat enerjiye karşılık gelen küresel ısınma oranı yılda  $0.3^{\circ}\text{C}\cdot 10^{-12}$ dir (Kılış, 2020a). Aslında bu küçük gibi gözükten iklimsel ısınma ile yerinde enerji tüketimi katsayısının ne anlama geldiği anlaşılır: Küresel ısınma artış hızı giderek yükselen (2019’da %2.3) (BP, 2019; IEA, 2021), sadece 2019 yılı için sıcaklık artışı  $0.3^{\circ}\text{C}$  olacaktır. Eğer enerjiler arasındaki kalite farkını (fosil yakıt, hidro-elektrik, güneş, jeotermal, artık ısı gibi) gözetmezsek- ki bu da başlı başına büyük bir sorundur (Kılış, 2018b), küresel ısınmanın önümüzdeki yıllar boyunca katlanarak sürmesi beklenmelidir. Enerji tasarrufu, verimlilik ve yenilenebilir enerji payının artması bu eğilimi yavaşlatabilir ama çözemez (Kılış, 2018b).

Diğer güncel bir örnek olarak, elektrikli taşıtlar da bu eğilime asla çözüm getiremez bilakis sorun katar (Kılış, 2019d). Elektrikli taşıt-

larda elektrik bataryalarının araç klimaları ile (sera gazı etkili,  $ODP_{KG}$ ’ye sahip klima gazları (Ozone Depletion Potential of Refrigerant) kullanılmaktadır. Sürekli soğutulma gereksinimi yanı sıra, bataryalardan oluşan ek sera gazı sızıntılarına karşın 2.5 volt üzerinde tüm elektrik aksamın belirli miktarda (Şekil 3) havaya ozon saldıkları birlikte göz önünde tutulduğunda (Li vd., 2013), elektrikli arabaların net ozon seyreltim potansiyeli,  $ODP_{EL}$  (ODP of Electric Vehicle) değerinin sıfırdan büyük olduğu  $GWP$  ve  $EP$  (Li vd., 2013, Şekil 3) salımları cinsinden ortaya çıkmaktadır (WIPO IP Portal, t.y.). Ayrıca bataryaların şarj edildiği elektrik gücünün kaynağına bağlı olarak CO<sub>2</sub> salım sorumlulukları da kaçınılmazdır. Her ne kadar bir elektrikli araç üreticisi bataryaların soğutulmasında yeni bir yöntem geliştirdiğini belirtse de sonuç itibarı ile patentini aldığı ısı borulu veya soğutma borulu/plakalı sistemin termodinamik açıdan

ısıyı bir ısı kuyuya atması gerekir ve genelde bu arabadaki hazır klima sistemidir. Özellikle sıcak iklimlerde hava soğutması yetersiz kalır ve zaten klimaya en çok gereksinim olan bir evrede klima sistemi de zorlanmış olur, çekeceği güç artar (WIPO IP Portal, t.y.). Burada  $P$  araç klimasının toplam elektrik güç talebi,  $V$  ise elektrikli aracın genel voltaj değeridir,  $c$  ise bir katsayıdır.

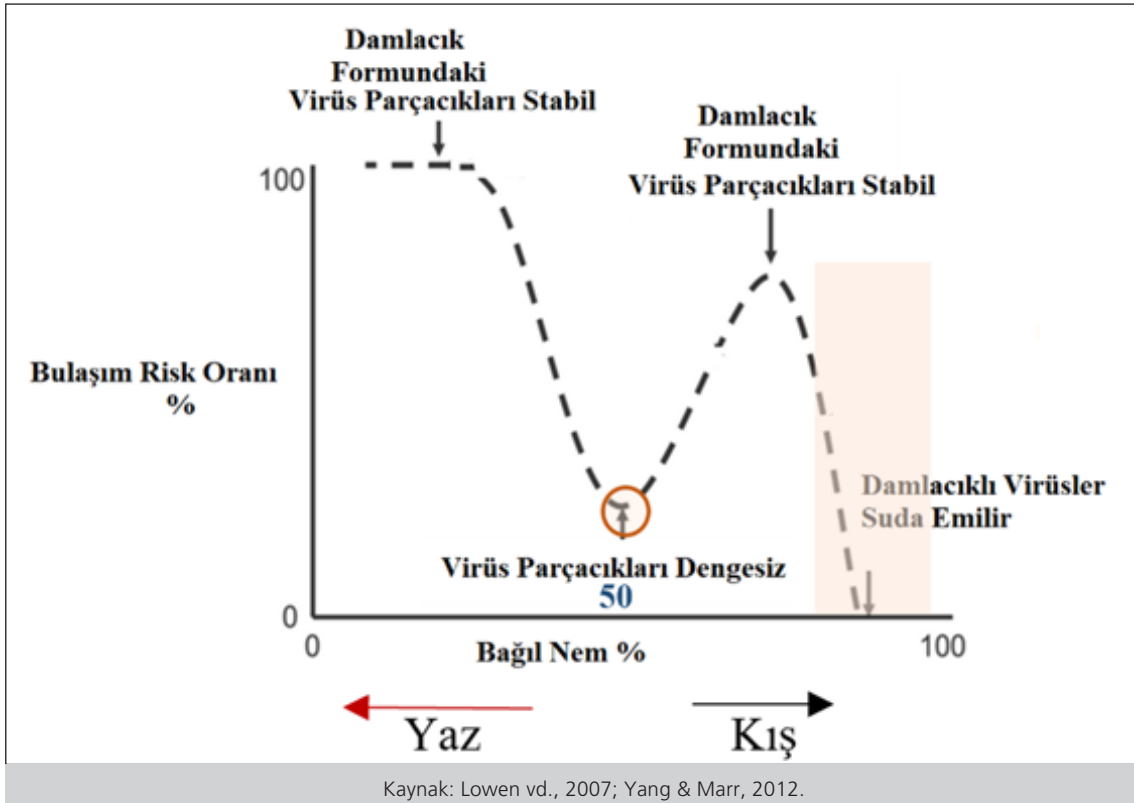
$$ODP_{EL} = ODP_{KG}(1 - cV^n P^m) > 0$$

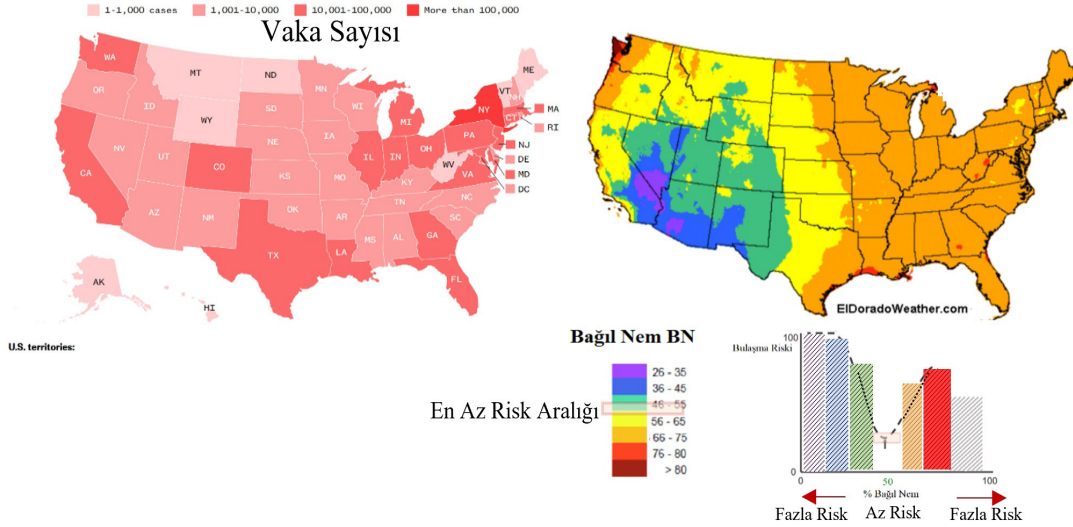
Bu olgu da hiç açıklanmamakta ve elektrikli arabalar yüzde-yüz çevreci olarak tanıtılmaktadır. Halbuki özellikle Türkiye'deki elektrik gücünün yarıdan fazlası termik santrallerde üretilmekte, yakıttan-prize verim %30 bile değildir. Dolayısı ile şebeke elektriği ile şarj edilen batar-

yaların dolaylı  $CO_2$  salımı yanı sıra termik santrallerin soğutma kulelerinden salınan su buharı benzinli araçlardan az değildir (Kılış, 2018a). Bu gerçekler göz önüne alındığında elektrikli arabaların şu anda hiçbir çevreci yanı bulunmamaktadır ve atmosferik anomalilere olumsuz yönde artan bir oranda gelecek yıllarda etki edecektir.

Hidrojen enerjili ve yakıt pili ile tahrikli araçlar az da olsa  $NO_x$  salımından ve kontrolsüz salımları su buharı kaynaklı sera gazından sorumludurlar. Zira, hidrojen araçlarının egzozundan çıkan su buharı kontrolsüz biçimde atmosfere salınmaktadır. Demek ki aslında tüm alışkanlıklarımızdan ve güncel tercihlerimizden kökten vazgeçmedikçe yeni teknolojiler bile küresel

**Şekil 12.** Bağıl Nem ile Bulaşma Riski Arasındaki İlişki



**Şekil 13.** ABD de Yıllık Ortalama Bağıl Nem (BN) ile Vaka Sayısı Arasındaki Muhtemel İlişki

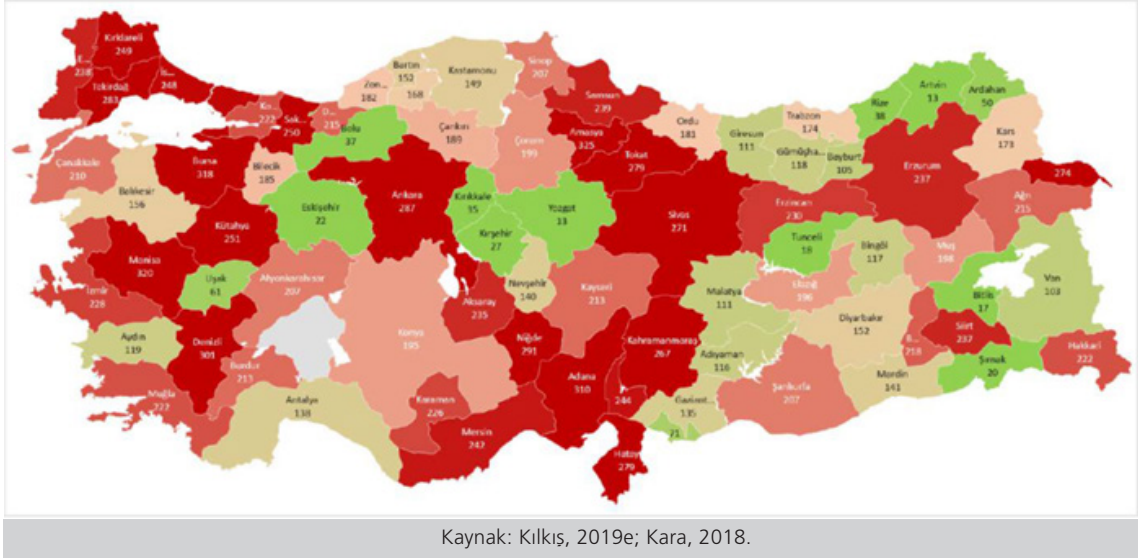
Kaynak: To vd., 2017.

sorunlara yeterli çözüm getirememektedirler. Ancak insan kaynaklı sera gazı salımlarını ve ozon etkilerini belirli bir düzeyin altına indirebilirsek doğaya eskiden olduğu gibi kendini iyileştirme olanağını vermiş oluruz. Bu çözüme ise öncelikle doğayı tahrip etmekten, çevreyi hiç kirletmeden, ormanları yok etmekten tamamen vazgeçmemiz ile ulaşılabılır (Şekil 26). Ancak, kesilen bir yetişkin ağaca karşılık üç genç fidan dikilmesi gibi yaklaşımlar çevresel açıdan yetersiz kalmaktadır Kesilen 30 yaşındaki sağlıklı ve yetişkin bir ağacın yerine türü, toprak yapısı ve iklime bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte ortalama 80 adet fidan dikilmesi gerekir ki bu sayı sadece kesilen ağacın yok edilen CO<sub>2</sub> tutumunu bugünden eşitlemek içindir. Kesilen ağaçlar bir de yakıt olarak kullanılırsa %60 oranındaki karbon içerikleri de ayrıca atmosfere salınmış olacaktır. Tüm diğer ekolojik faktörler bu sayıyı daha da arttırmaktadır (Kılış, 2019e; Kılış, 2019f; Kılış, 2019g; Kılış, 2014; Kılış, 2019h).

### Esasen İnsanlar Kendi Sağlıklarından Sorumlu

Burada verilen basit örnek bile insanın kendi sağlığını konfor adına günlük hayatta ne denli etkileyebileceğini göstermektedir. Şekil 12'de bağıl nemin bulaşım riski üzerindeki doğrudan etkisi gösterilmektedir (Yang & Marr, 2012). Kış aylarında Kuzey Yarımküre'de sıcaklık azalırken havanın tutabileceği nem oranı da azalır. CO<sub>2</sub> yoğunluğu ve hava kirliliği de artar (ısıtma ve sanayi). Dolayısı ile bir yandan ısıtma amaçlı cihazlardan salınan özgül nem artarken bağıl nem de artmaktadır. Bu süreç hava koşullarını Şekil 12'de sağ ekstreme götürmektedir. Kuzey Yarımküre'de yaz aylarında ise sıcaklık artmaktadır ve çalışan klima sistemlerinin saldıkları nem ve ODP sızıntıları yanı sıra soğutma gücüne artan taleple termik santrallerin soğutma kulelerinden verimsiz biçimde nem salımı (sıcak havada atık ısı atımı daha zordur) sonucu özgül nem artsa da küresel ısınma etkisiyle giderek artan hava sıcaklığı nedeni ile bağıl nem çoğu bölgede azalmaktadır. Bu kez Şekil 12'de hava koşulları soldaki ekstre



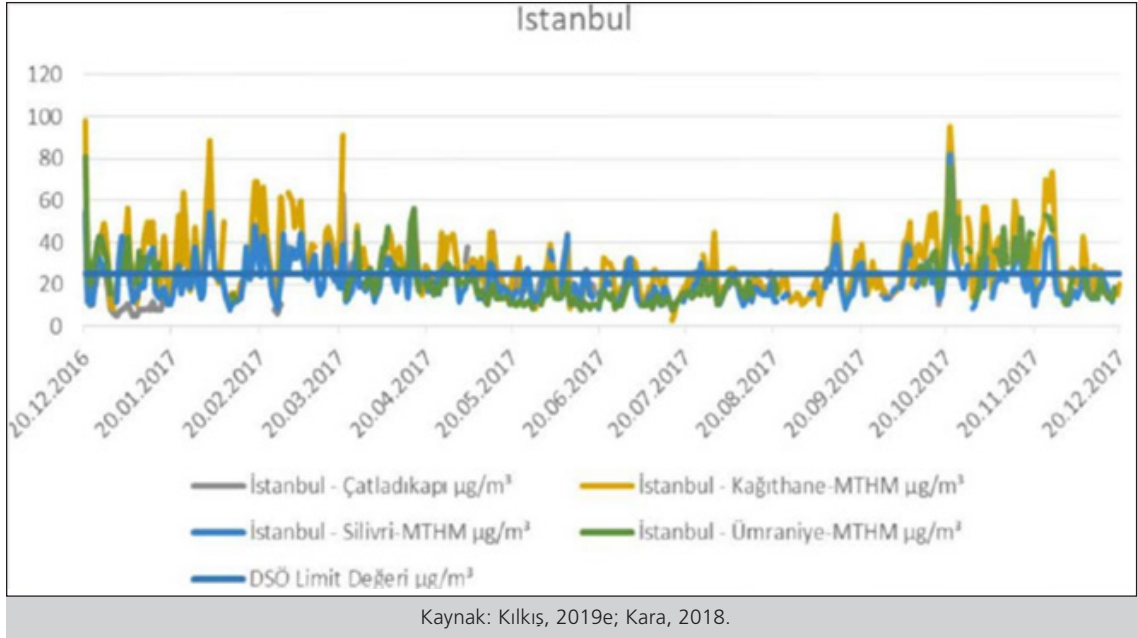
**Şekil 14.** PM<sub>10</sub> Değerlerinin Tehlike Sınırını Bir Yıl İçerisinde Aşan Toplam Gün

kaymaktadır. Görüldüğü üzere insan kaynaklı atmosferik anomaliler hava koşullarının minimum bulaşım riski noktasında (%50 RH) dengelenmesini önlemekte ve insanlar kendi elleri ile bulaşım riskini yükseltmektedir. Bu sorunu gidermek üzere insanlar klima sistemleri ile oluşturdukları yapay iç mekanlarda daha uzun süreler kalmaya eğilim duymaktadır. Bu durumda ise sıkışık alanlarda bulaşım riski artarken kapitalist düzenin hep desteklediği “klimalı modern” ortamlar için enerji tüketimi artarak Şekil 8’de görülen döngü daha da hızlanmaktadır. Her ne kadar çok nemli ortamlarda (RH>%80) bulaşım riski çok azalıyor gözükse de insan sağlığı üzerindeki diğer olumsuz etkileri bu avantajdan fazladır.

### Atmosferdeki Küresel Anomaliler ve Küresel Salgın

Ozon katmanı adeta bir güneş kremi gibi dünyayı güneşin zararlı ışınlarından korumaktadır. (Ozone Hole, 2013). İnsanların bağışıklıkları üzerindeki en olumsuz ışın UV-B ışınıdır. UV-A ışınları ise ancak uzun

süre maruz kalındığında zararlı olabilmektedir UV-B ışınının yeryüzündeki yoğunluğu ile ozon tabakasındaki mevsimsel değişimi arasında bire-bir  $I_{UVB} = 45DU^{-1.0014}$  ilişki (El-Noubi, 2010) de hesaplara katıldığında ozon katmanının küresel ısınma ile olan ilişkisi (Şekil 1) yanında bağıl nem ve sıcaklığın insan sağlığı üzerindeki etki zinciri (Şekil 12) bizlere “tüketirilen” her gereksiz kW-saat enerjiden başlamak üzere tamamlanmıştır (WHO, 2021; Norval, 2006; Plos Pathogens, 2021; Linsey vd., 2019). Şekil 13’de ise son salgında ABD’deki vaka sayısı yoğunluğu ile bağıl nemin bölgelere göre dağılımı yan yana izlenmektedir. Bu şekle bakıldığında vaka sayısı yoğunluğu ile bölgesel bağıl nem dağılımı arasında belirli bir örtüşüm görülmektedir. En az risk aralığı olan ortalama %50 ±5 bağıl neme sahip yöreler (sarı ve yeşil alanlar) ile vaka sayıları nispeten az olan yöreler benzerlik göstermekte olup bu etki çok daha kapsamlı ve disiplinler arası bir platformda incelenmelidir.

Sekil 15. İstanbul'da 2017 yılı içerisindeki PM<sub>2.5</sub> değerleri

### NOx Salımları ve Sağlık

Atmosferi kirleten diğer bir endüstriyel atık türü ve mobilite kaynaklı (arabalardan, uçaklardan) NOx (nitrojen oksit ve bir miktar nitrojen dioksit) gazlarıdır. Nitrojen dioksit gazı daha az zehirli olmak üzere tüm bu zehirli gazlar uzun süre solunduğunda teneffüs yollarında ve akciğerlerde virüs kaynaklı hastalıklara karşı vücut direncini büyük oranda azaltır, alerjenlere olan tepkileri ise çoğaltır. NO<sub>2</sub> ise insanların anti-viral dirençlerini büyük ölçüde azaltır (Icopal Noxite, t.y.; Lammel & Graßl, 1995). Ayrıca, yer yüzeyinde çok küçük parçacıkların oluşumuna ve zararlı ozon derişiklerine yol açtığından insanlara ve diğer canlılara büyük oranda zararlı oldukları gibi tarıma da zarar verirler (Icopal Noxite, t.y.; Lammel & Graßl, 1995). Tarımsal zararın ekonomik ve beslenme boyutlarının ötesinde verilen zarar kadar tarımsal mekanizasyonda ilave CO<sub>2</sub> ve NOx salımlarına neden olmaları mümkündür (traktörler, biçerdöverler gibi). Tüm bu olumsuzlukların

da ötesinde asit yağmurlarına ve kentlerde hava kirliliğine (Smog) neden olurlar (Icopal Noxite, t.y). Belki daha da önemlisi küresel ısınma potansiyeli 20 yıllık zaman ufkunda en az metan gazı kadardır (GWP= 30-33, CO<sub>2</sub> gazının GWP değerinin 1'e endekslenmesi ile) (Lammel & Graßl, 1995). Diğer bir deyişle, sera etkisinde CO<sub>2</sub> ve su buharı yanında NOx gazlarının da büyük etkisi bulunmaktadır.

NOx gazları arabaların içten yanmalı motorlarında, uçak türbinlerinde, termik santrallerde ve diğer endüstriyel süreçlerde fosil yakıtların yüksek sıcaklıkta yanmasından kaynaklanır (The Air Quality Expert Group, 2004). Bu olgu değişik nedenlerle motorların fakir yanması durumunda daha da artar. Türkiye'de ise arabalardaki katalitik dönüştürücülerin orijinaleri bozulduklarında çoğu kez pahalı olan bu dönüştürücülerin değiştirilmesinden ziyade araba egzozlarında bunlar iptal edilmektedir. Uçaklarda ise zaten böyle bir aygıt bulunmamaktadır. Ancak son yıllarda motorların yanma teknolojilerindeki

iyileştirmeler ve üç yollu katalitik dönüştürücülerin kullanımı ile NOx miktarında belirli bir düşüş gözlemlenmektedir (The Air Quality Expert Group, 2004). Ancak bu aygıtların toplumdan gizlenen çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Öncelikle ağır metallerin daha küçük parçacıklar haline solunum yollarından akciğerlerin çok daha derinliklerine nüfuz etmeleri mümkündür. Ayrıca egzoz gazındaki suyun denetimsiz şekilde su buharı halinde atmosfere atımı söz konusudur (Zelinsky Institute of Organic Chemistry, 2016).

Türkiye’de NOx salımları ile ilgili olarak düzenli ölçümler dışında yeterli önlemlerin alındığı söylenemez. Günümüzün büyük salgınından önce Türkiye’de 2019 yılı itibarı ile -önceki yıla göre %6 azalmasına rağmen- toplam 1,461 milyon araç üretildi (BloombergHT, 2019). Bu sayıya ithalat sayısı dahil değildir ve azalan üretime karşın SUV sayısındaki artış dikkat çekmektedir. Bu değerler özellikle Ülkemizdeki kişisel ulaşımdaki alışkanlıklarımızdan bir türlü vaz geçmeyeceğimizin bir göstergesidir. Nitekim, Şekil 14 de Türkiye’deki ölçümlere bakıldığında bir yılda havadaki NOx değerlerinin tehlike sınırını aşan gün sayıları illerimize göre görülmektedir (Kılış, 2019e). 2018 yılında NOx 173 istasyonda ölçülmüştür. Aynı yıl 123 istasyon tehlike sınırını aşmıştır (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2018). Havadaki parçacık yoğunluğu arttıkça virüsün kaynaktaki yakın çevresinde havada bir süre asılı kalabilmesi ve göreceli olarak daha uzun mesafelere taşınabilmesi mümkün olabilir. Bu konunun çok daha kapsamlı incelenmesi gerekmektedir. Kentlerde zaten daha yoğun olan hava kirliliği, buradaki yoğun nüfusla bitiştiğinde salgınlara bu tür olası etkiler fazlalaşacaktır. Taşıt egzozlarının zararlı salımlarına karşı elektrikli araba furysı da yeterli çözüm olamaz. Türkiye’nin bugünkü enerji harmanında elektrik

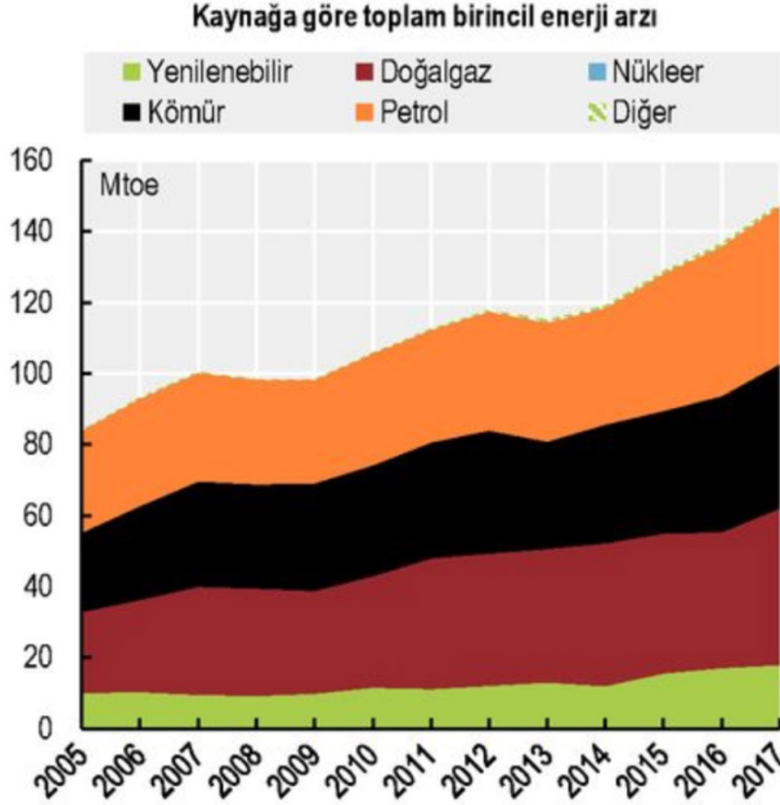
**Şekil 16.** Kış Aylarında Durumu



gücü çoğunlukla termik santrallerde üretildikçe elektrikli arabalarda olduğu gibi sorunun esasına inmeyen göz boyayıcı, esas sorunları arka plana itici bu tür palyatif ve temeli ticari amaçlara ve biraz da prestije dayalı çözümler yerine yavaş şehirler yani mobilitesi az, yerli kaynakları ile kendini sürdürebilen “mutlu yaşayan ve mutlu yaşatan,” %100’e yakın oranda yenilenebilir enerjili kaynaklı kentler çözüm ve ulusal strateji odağı olmalıdırlar. Elektrikli araba furysı bugünkü enerji altyapısı ve teknolojisi ile zararlı salımları yerel ölçekten yani şehirlerden alıp termik santral bölgelerine fazlası ile taşımaktan başka bir yarar sağlamayacaktır.

Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) verilerine göre Avrupa’nın havası en kirli 10 kentinden 8’i Türkiye’de bulunmaktadır. İstanbul ise Avrupa’nın en kirli ikinci mega kentidir. 7 Mayıs Dünya Astım Günü’nde yayınlanan “Hava Kirliliği ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor”, Türkiye’de hava kirliliğinin DSÖ’nün önerdiği seviyelere indirilmesiyle önlenebilecek can kayıplarına odaklanmıştır. Araştırmaya göre, 2017’de yaşanan 30 yaş üstü toplam 399 bin ölümün (kazalar/dışsal yaralanmalar hariç) 51 bin 574’ü hava kirliliğinden kaynaklandı (eBelediye, 2019). Aynı yıl hava kirliliği nedeniyle en fazla ölümün yaşandığı ilk üç il ise İstanbul (5,851), Bursa (3,098) ve Ankara (2,139) oldu. Bu sayılar il bazında yaşanmakta olan küresel salgının etkilerinin üzerindedir. Hava kirliliğinin virütik salgınlarda

Şekil 17. Ülkemizde Yıllara ve Türlere Göre Yakıt Arzı



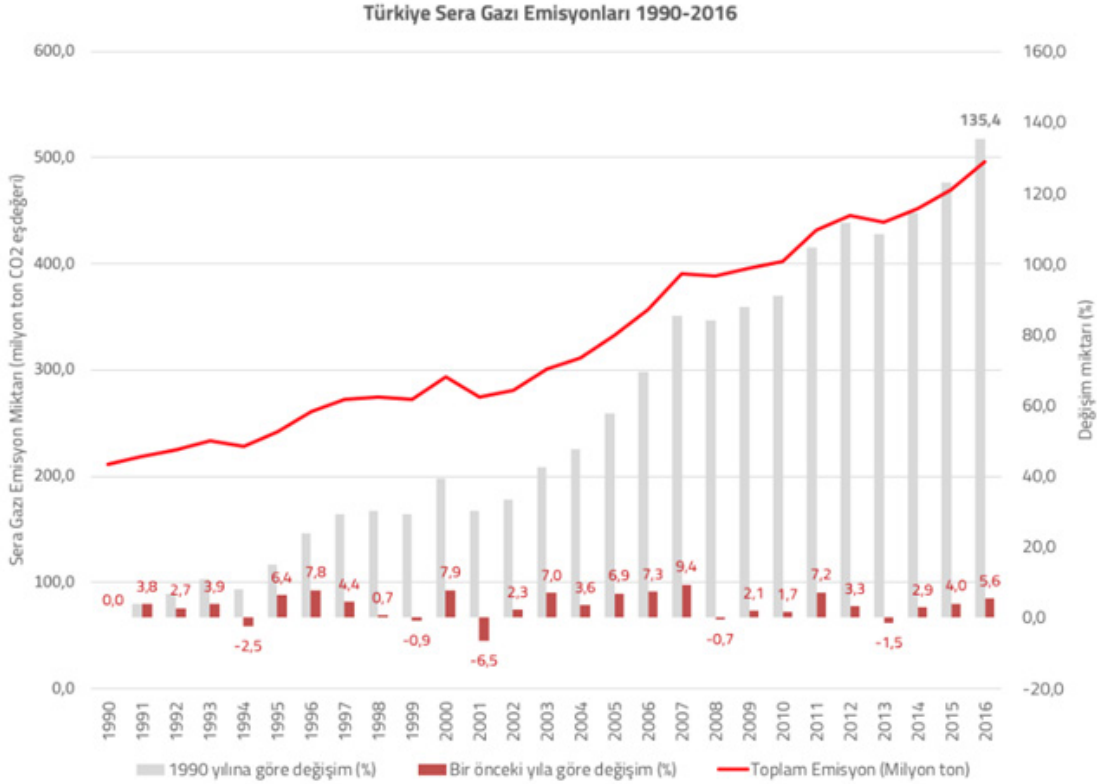
Kaynak: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019.

ne denli etkili olabileceği yukarıda özetlendiği gibi kalıcı çözüme hava kirliliğinin önlenmesi ile başlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Şekil 14’te 2017 yılında Türkiye’deki kentlerde  $PM_{10}$  değerinin kritik sınırı aştığı toplam gün sayısı gösterilmektedir. Şekil 15 ise İstanbul’un değişik semtlerinde  $PM_{2.5}$  değerlerinin aşıldığı toplam gün sayılarını vermektedir. Şehirlerin daha temiz havaya kavuşturulması dururken fosil yakıt arzı ise giderek arttırılmaktadır.

Şekil 16’da görüldüğü gibi doğalgazın pahalılığı nedeni ile büyük kentlerde kömür sobalarına dönüş başlamıştır. Bu bağlamda grip türü salgınların kış aylarında ortaya çıkması rastlantı

olmasa gerek. Kaldı ki doğalgaz kullanılsa bile doğalgazın kombi kazanlarda sadece konfor için tüketiliyor olması da ayrı bir çevre sorunudur (Kılış, 2019c). Fosil yakıt arzının ülkemizdeki senelere göre artış eğilimi Şekil 17’de görülmektedir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019). Türkiye’nin şu anki yıllık toplam  $CO_2$  salımı 500 milyon ton/yıl sınırını aşmıştır (Kılış, 2019e). İnsanlığın bu gerçekleri bir yana bırakıp ütöpik sayılabilecek projelere imza atma yarışı içerisinde olabileceklerini de izlemekteyiz. Kanal İstanbul projesi de bu yazının özgün kapsamına sadık kalmak üzere istisna değildir.

Sadece inşaatı sırasındaki doğrudan salımlar

**Şekil 18.** Yıllara Göre Türkiye'nin Sera Gazı Salımları

Kaynak: Kılış, 2019e.

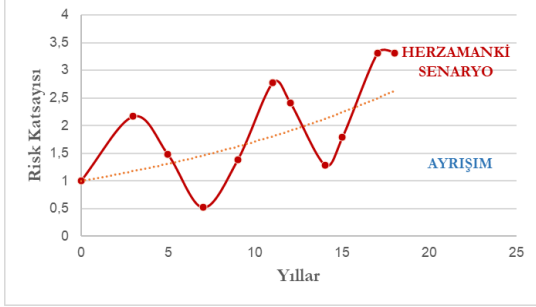
ve ülkede üretilecek milyonlarca ton çimento ve demirin sorumlu olacağı gömülü CO<sub>2</sub> salım potansiyeline Melen suyundan su getirme altyapı ve pompaj salımları dahil olmak üzere salımların 1 milyar ton CO<sub>2</sub> olacağı hesaplanmıştır (Kılış, 2019e). Bu ise Şekil 18'de görülen yıllık CO<sub>2</sub> salımlarının iki yıllık toplamını aşmaktadır. Bu projede önemli enerji ve çevresel kazanımların olacağı savı ise geçerli bulunmamıştır (Kılış, 2019e).

Konulara yanlı bakan medyada ise üretilecek demir ve çimentonun gayrisafi hasılaya ne denli katkıda bulunacağı anlatılmaktadır. Bu bağlamda çimento fabrikalarının hisse senetleri İstanbul Borsasında hareketlenerek epey yükselmektedir.

(BloombergHT, 2021). Uluslararası ölçekteki benzer örnekler -ister salgın ister küresel ısınma olsun- sorunların temeli gösterilmedikçe, kapital ekonomisi en ön planda tutuldukça bu sorunların artarak süreceğine kuşku yoktur. Kaldı ki, Mecliste onay bekleyen fakat yetkililerce imzalanmış bulunan Paris Anlaşması çerçevesinde Türkiye'nin 2030 yılına dek CO<sub>2</sub> salımlarında %21 azalma sağlayacağı açıkça taahhüt edilmiştir. Bu taahhüdü Türkiye (BMİDÇS-UNFCCC) sekreteryasına Ulusal Katkı Niyeti (Intended Nationally Determined Contribution, INDC) şeklinde 30 Eylül 2015'te sunmuştur. Buna göre Türkiye, referans senaryoya (BAU) göre 2030 yılında 1,175 MtCO<sub>2</sub>e



**Sekil 20.** Kapitalist Ekonomik Düzen Devam Ettığı Sürece Küresel Salgın Risklerinin Olası Seyrine Karşılık Ayrışım ile Elde Edilebilecek Olumlu Doğrusal Eğilim

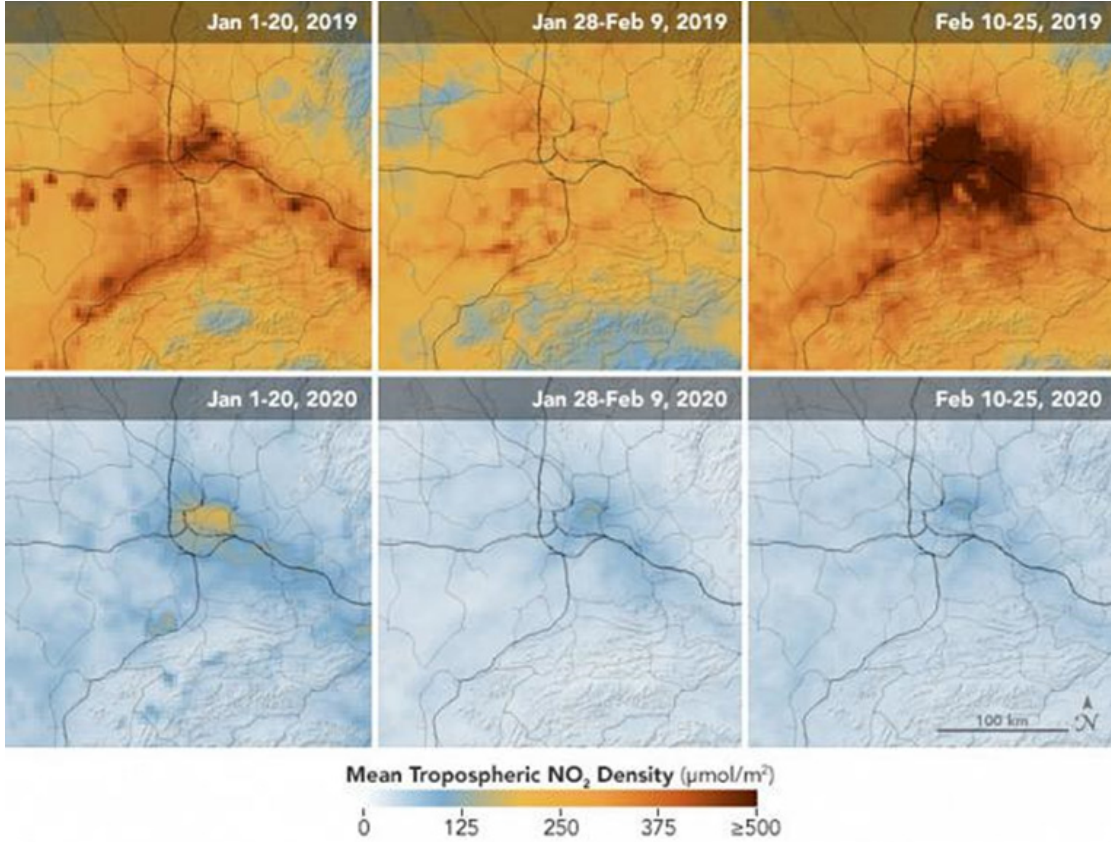


düzendir.

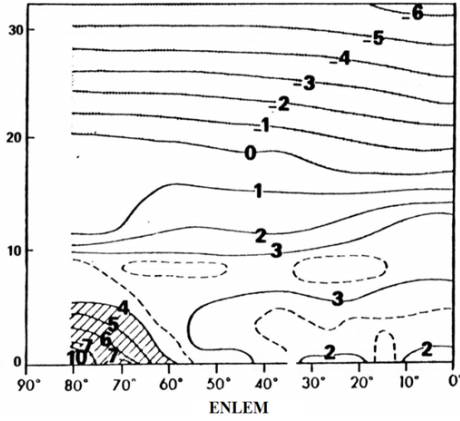
Geçen yüzyılın son çeyreğinde yabancı

sermayenin üstünlüğünde gelişen küresel kapitalizmin bir tümör gibi atılması gerektiği dillendirilmişti (Kılış, 1979). Dolayısı ile bu düzenin sadece ayrıştırılması değil tamamen terk edilmesi zorunludur. Bu sağlanamazsa (her zamanki senaryo) salgın riskinin giderek artan sıklık ve yayılımlarına ilişkin kestirimi Şekil 20 göstermektedir. Kapitalizmin dayattığı ekonomik gelişme yerine insan ve çevre bütünündeki sürdürülebilir gelişmeye odaklanılırsa bir miktar gelişme sağlanabilir (ayrışım eğrisi). Esas çözüm ise en kısa sürede kapitalist düzenin terk edilmesidir (terk edilmiş çizgisi). Bu çözümle salgın riski doğrusal bir

**Sekil 21.** Wuhan Kenti NO<sub>2</sub> Yoğunluğu



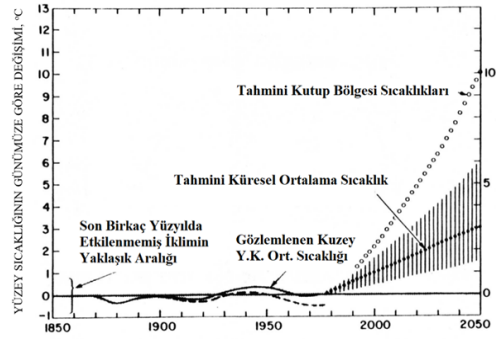
Kaynak: Cereceda & Gaubert, 2020.

**Şekil 22.** CO<sub>2</sub> Miktarının İkiye Katlanması ile Sıcaklık Değişimi

Kaynak: Black, 1977.

biçimde azalarak uluslararası boyutu hemen hemen yok olma noktasına gelebilmektedir. Bu çözümün ümit verici olabilirliği Wuhan Kenti'nin NO<sub>2</sub> yoğunluğunun kısıtlamalar süresince ne denli azalmış olması Şekil 21'de gözler önüne serilmektedir. Bu gibi olumlu görünümün yazının en başında belirtildiği üzere son 100 yıllık küresel kapitalizmden, alışkanlıklarımızdan ve sosyo-ekonomik dayatmalardan U-dönüşü yapmadığımız takdirde uzun sürmeyeceğe benzemektedir (Stone, 2020; Yang & Marr, 2012).

Kalıcı çözümün ana eksenini, Kuşak ve Yol Girişimi (KYG) karbonsuzlaşırken insan odaklı küresel sürdürülebilirliği yakalama çizgisidir. Bu tür evrensel çözümlerin dünyanın gerçek gelişmişliğinin, barışık ve mutlu kent ve ülkelerini yeni toplumsal ve teknolojik ekvatoru olacağına kuşku yoktur. Ancak İngiliz kökenli uluslararası sermaye ve ekonomik analiz kuruluşlarının bu projeye "Yeşil Finans" kılıfı ile finans ortağı olması kapitalist düzenin devamını getirecek şekilde algılanabilir (Tsinghua PBCSF, 2019).

**Şekil 23.** ▲T Tahminlerinin Günümüz Sıcaklıkları ile Mukayesesi

Kaynak: Black, 1977.

## İnsan ve Çevrenin Kapitalizmden Ayrışması Önündeki Engeller

### İnkarcılık

Toplum genelde temel çözümlerle ilgilenmeyi ve bütüncül ortak çözümleri araştırmayı vakit kaybı zanneder. Objektif bilgilerin kapsamına bakmadan ilgilenmez ve yorum yapmaz. Onlar için mümkünse gününü gün etmek ön plandadır. Bu yaklaşım kendiliğinden oluşmamıştır. Toplumsal uyku kapitalizmin en büyük silahlarından birisidir.

### Alışkanlıklar

Toplum alıştığı günlük hayattan uzaklaşmak istemez, üstün olmak, kendince refah içinde yaşamak daha önemlidir. Doğayı da pek o kadar düşünmez. Her şeyin kolayını ve rahatını ister. Küresel sanayi de bunu yeni ürünlerle destekler. Elektrikli arabalar da bunlardan birisidir (Kılıkış, 2017b).

### Petrol ve Doğalgaz Çılgınlığı

Bu soruna bir sorumlu bulunacak ise en büyük suçlunun uluslararası petrol şirketleri olduğu konusu bir genel kabul olarak ele alınabilir. Bugün küremizde ulaşılan 400 ppm üzeri CO<sub>2</sub> yoğunluğunu daha 1977



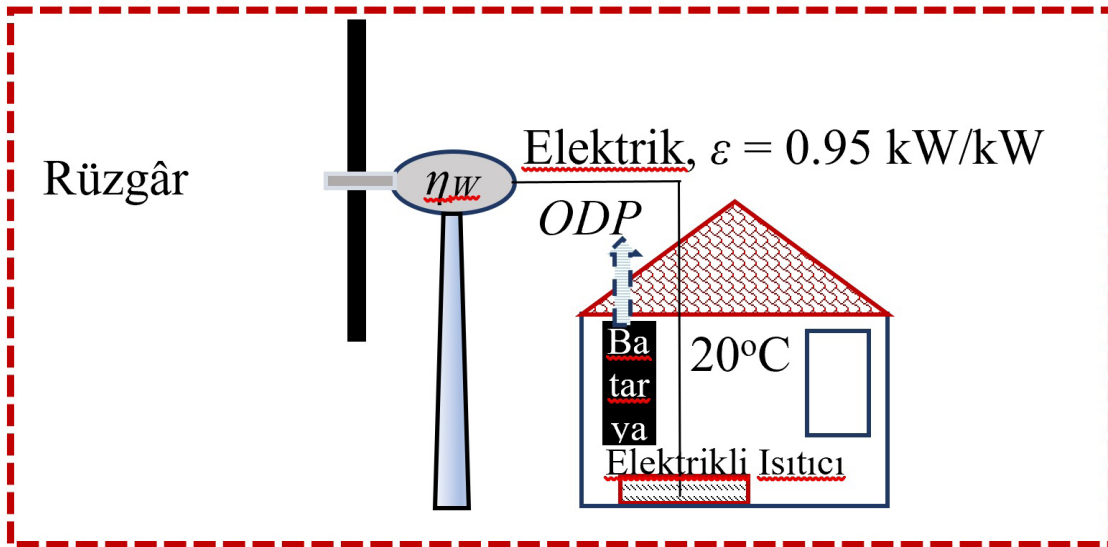
yılında EXXON/Mobil mühendisleri tahmin etmiş ama bu kestirim üst yönetimlerce hiç kamuoyu ile paylaşılmamıştır (Black, 1977). Şimdilerde kamuoyunun güvenini bazı enerji yayınları ile tekrar kazanmak istiyorlar ancak ikna edicilikten uzaklar (Exxon Mobil, 2019). Tüm küresel petrol şirketleri insanlığa ve çevreye bilerek zarar vermekten büyük davalarla karşı karşıyadır (State Energy&Environmental Impact Center NYU School of Law, 2021).

### Kapitalizmde Ulaşım ve Havacılık Sektörü: Sivil Havacılık

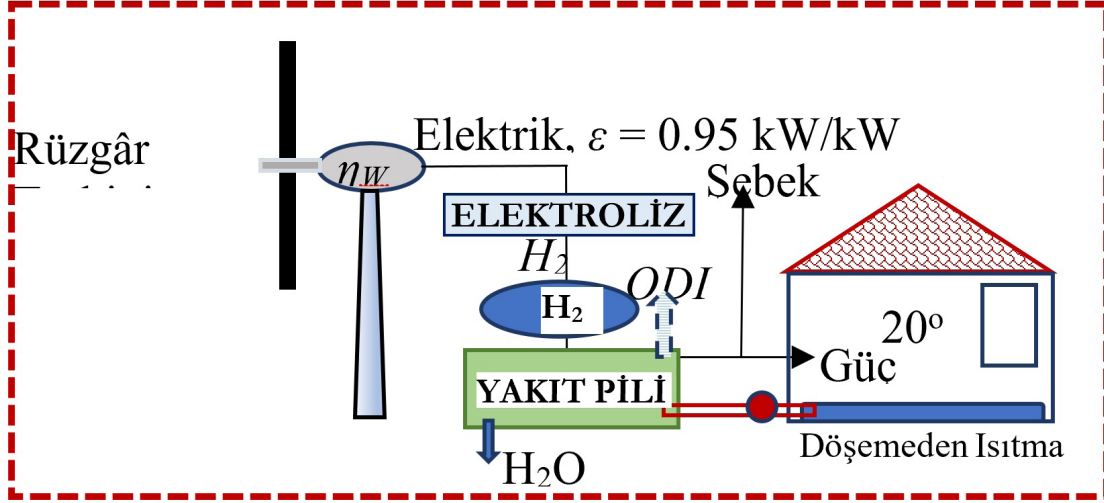
Her ne kadar sivil havacılığın yıllık CO<sub>2</sub> salımlarına zararlı katkısı %5'in altında gözükse de yolcu uçaklarının yüksek irtifalarda uçarken motor egzozlarından saldıkları su buharının sera etkisi tahminlerin çok üzerindedir. Bu tür hesaplarda çevreye ve iklimsel ısınmaya çok daha fazla zararı olan askeri uçaklar doğal olarak dahil değildir. Bu

genel çerçeve içerisinde en masum görüneni ülke veya şehirlerin uluslararası uçuş merkezi (Hub) olma çabalarıdır ki bunun en son örneği IGA (İstanbul) hava alanıdır. Yılda milyonlarca yolcu trafiğinin olduğu mega havaalanlarının olası küresel salgınlarda önemli derecede birer tetikleme ve odak noktaları olabileceği yıllar önce belirtilmişti (Kılış, 2019f; Kılış, 2019g; Kılış, 2014; Kılış, 2019h). Havaalanları adeta birer ticari mega alışveriş merkezlerine dönüştürülerek enerji tüketimleri ve buna bağlı olarak dolaylı ve dolaysız sera gazı salımları da artmaktadır. İstanbul Havaalanı'nın (Istanbul Grand Airport, IGA) yıllık toplam CO<sub>2</sub> salım sorumluluğunun yaklaşık 1 milyon ton olduğu hesaplanmıştır (Kılış, 2019g). Bu havaalanının tasarımında ve işletiminde klasik yoğuşmalı kazan ve soğutma grubu ile şebeke elektriğine bağlı kalınması nedeni ile yıllık CO<sub>2</sub> salım (işletmedeki ilk faz için) yaklaşık bir milyon ton dolayındadır (Kılış,

Şekil 24. Rüzgâr Enerjisinden Doğrudan Elektrikli Isıtmaya



Kaynak: Birol Kılış, 2018.

**Şekil 25.** Rüzgâr Enerjisinden Birlikte Isıtma ve Güç Üretimi

Kaynak: Birol Kılış, 2018.

2019g). Bu değere çevrede kesilen ağaçların salım tutum potansiyelindeki zarar dahil değildir. Halbuki daha akılcı ve verimli güç ve elektrik üretim tesisi kurulabilse idi bu salım yaklaşık %70 oranında azaltılabilecekti (Kılış, 2019g). Böyle bir sisteme sahipken (Birlikte Isı ve Güç Üretimi: Kojenerasyon) ve yıllardır başarı ile hizmet vermiş olan Atatürk Havalimanı (Yeşilköy) yerini IGA ya bırakmış fakat bu tür bir sistem IGA da kurulmamıştır. Ayrıca, hava trafiği de çok artmıştır (Flightradar24. 2021).

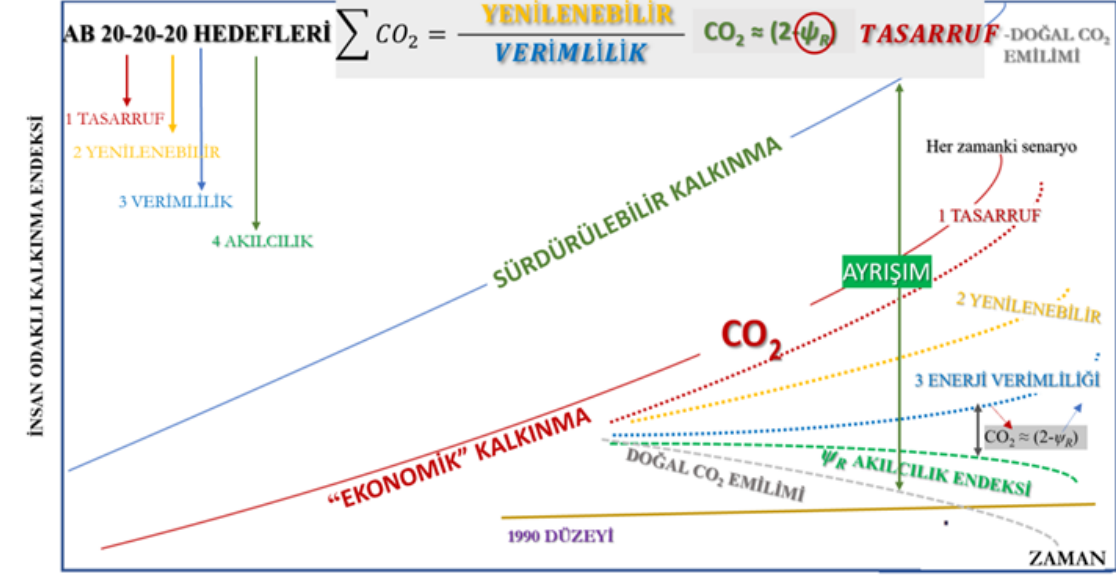
### Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yanlış Amaçlarla Kullanılması

Çin Hükümeti hava kirliliğini azaltabilmek için kış ayları sert geçen kuzey eyaletlerinde odun ve kömür sobaları yerine rüzgâr türbinleri ile elde edilecek elektrik enerjisini kullanarak doğrudan (elektrikli sobalar ve ısıtıcılar) ısınmanın gerçekleştirilmesini düşünmektedirler (Şekil 24) (Kılış, 2019). Halbuki elektrik ısınma için yaratılmamıştır. Elektrikle doğrudan ısıtmada kullanılmak üzere doğadan harmanlanan enerji kaynağı yenilenebilir

türde de olsa sadece konfor ısıtması ve sıcak su üretiminde kullanılırsa ekonomiye ve çevreye sağlayacağı katma değer potansiyeli çok fazla yıkıma uğrar ve bu yıkıma orantılı önlenemez CO<sub>2</sub> salım sorumluluğu oluşur. Bunun yerine, rüzgârdan elde edilen elektrik gücünü yöresel tarım ve hayvancılıkta (kooperatifçilik gibi ortak küçük köy tipi sanayide) kullanıp sonra da atık ısıyla küçük bir bölge ısıtması düzeninde daha değişik ve sürdürülebilir katma değerler oluşturulabilirdi (Kılış, 2020d; Kılış, 2020e; Kılış, 2000).

Bu kapsamda elektrikli küçük bahçe traktörleri elektrikli mobiliteye olumlu bir örnek olabilirdi. Bunlar yapılmadığında, beklenenin tam aksine Şekil 24'te görülen öneri ile kömür sobasının enerji kalitesini akılcı kullanma oranı (%3) aynı olmaktadır. Halbuki, Şekil 25'e gösterilen hidrojen enerjili ve yakıt pilli bir evin akılcı kullanım oranı %70 in üzerine çıkabilmektedir ve esas amaç olan CO<sub>2</sub> salımlarını aynı oranda azaltmaktadır. Bu yöntemde kesikli esen rüzgârdan elde edilen enerjinin hidrojen ortamında depolanması da mümkün olmaktadır. Bu kısa fakat güncel örneğe

Şekil 26. Kapitalist Dayatmadan Küresel Etiğe Geçiş



Kaynak: Kılış, 2017c; Kılış, 2020f.

göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının akılcı kullanımından ve geliştirilmesinden de öte nerede, ne zaman ve nasıl kullanılacağı büyük önem taşımaktadır.

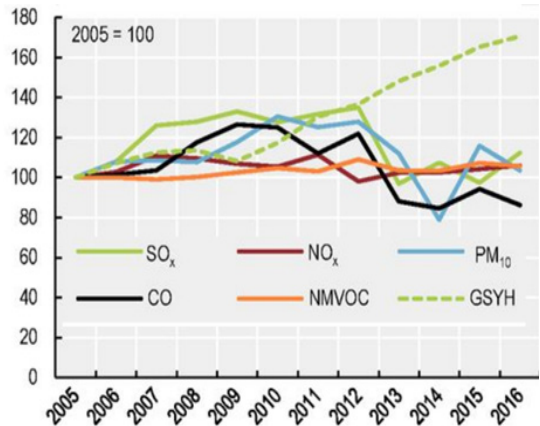
### Nasıl Ayrıştırılmalı?

Şekil 26'da kapitalist yaklaşımda insana ve çevreye olması gereken duyarlılığı sahneye çıkarmak adına finans odaklı olmak üzere enerjide tasarruf, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması ve enerji verimliliği gibi göze hoş gelen yöntemlerle 1990 düzeyine bile inebilmiş olmadığı açıkça görülmektedir. Teknolojide ve sanayide enerjinin sadece verimli değil aynı zamanda akılcı üretimi ve kullanımı ön plana çıkarılmadıkça ve akılcılık endeksinin %75 düzeyine çıkarılmadığı sürece ekonomik kalkınmadan sürdürülebilir kalkınmaya geçiş mümkün olmayacaktır. Akılcılık ayrışımının ana çözümüdür. Kaldı ki bu önlem de ancak bizleri doğanın eskiden olduğu gibi kendini tamir edebilir

düze getirebilecektir (Doğal emilim).

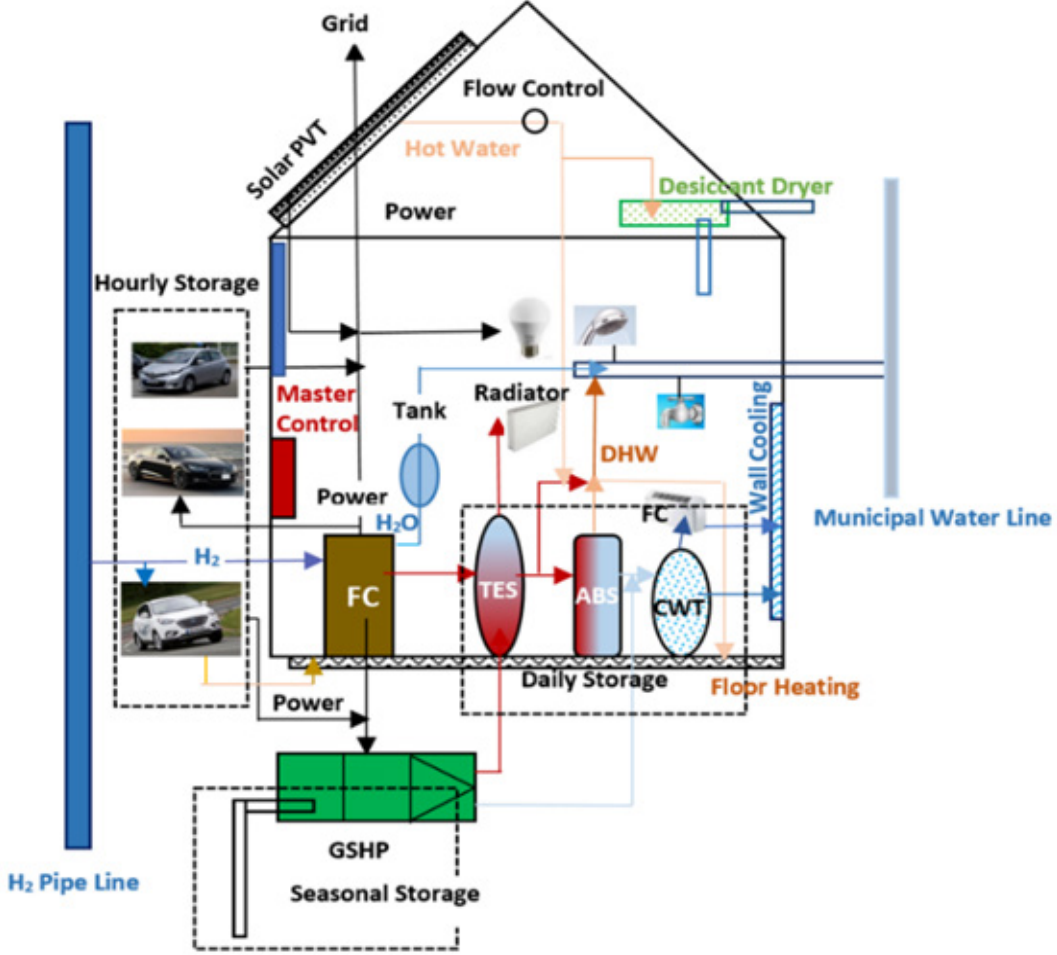
Nitekim, politik düzen hala sürdürülebilir kalkınmaya karşı köhnemiş "Ekonomik Kalkınma" peşinde koşuyor ve çarpık ekonomik düzene salgın sonunda dönmek için milyarlarca avro destek sağlamakla birlikte esas soruna yani çevreye ise destek bulunmamaktadır. (OECD, 2019; Haber7, 2020; Karakaya, 2020). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Şekil 27. Zararlı Salımların Ekonomik Büyümeden Kısmi Ayrışımı





Şekil 29. Yakın Geleceğin Hidrojen Evi



Kaynak: Kılış, 2019j.

hem de bünyelerinde bulundurdıkları soğutucu gazların atmosfere sızması ile ozon seyreltici etkiye (ODP) sahiptir.

### Sonuç ve Öneriler

Bu yazıda tarihimizin en yaygın salgını ile insanın kendi elleri ile oluşturduğu olumsuz düzen ilişkileri ele alınmıştır. Salgınların -virüsler ister yapay olsun veya doğal mutasyonla olsun- aslında çok büyük oranda küresel ısınma ve türevlerinden güçlendiği değişik kısır döngüler ve kilit denkliliklerle gösterilerek çevre-salgın-insan-kapital zincirinin tamam-

lanmasına çalışılmıştır. Bu yazıda örneklenen süreçlere karşı daha da bütüncül ve toplumların her mesleğinden oluşacak geniş katılımı kesin ve çözüm odaklı sonuçlara ancak mevcut ekonomik düzenin tamamen terk edilmesi ile gerçekleşebileceği öne sürülmüştür. Bu bağlamda, ODI etkisi ve CO<sub>2</sub> salım sorumluluklarının en az düzeye inmesi için çok dikkatli tasarımlar yanı sıra teknolojik gelişmelerin küresel dayatmalar-dışı yenilikçi çözümlerle hızlandırılması gerekmektedir ve toplumca enerjinin bir de kalitesi (katma değer potansiyeli) olduğunun bilincine varması gerekmektedir.

	<b>Simgeler</b>
ABB	Ankara Büyükşehir Belediyesi
ALT	Atmosferde kalış süresi, yıl
AT	Özgül Nem (Specific Humidity), g/kg
DU	Ozon tabakası yoğunluk birimi (Dobson Unit)
$\epsilon$	Birim ekserji (Enerjinin katma değer potansiyeli), kW/kW
GWP	Küresel Isıtma Potansiyeli
IUVB	UV-B ışını yoğunluğu endeksi
KW	Rüzgâr türbin verimi
NO <sub>x</sub>	Azot Oksit
ODI	Tümleşik (GWP ile) Ozon Seyreltim Endeksi
ODP	Ozon Seyreltim Potansiyeli
P	Araç klimasının toplam elektrik güç talebi, kW
PM <sub>2.5</sub>	Atmosferde çapı 2.5 mikrometreden az olan parçacıkların milyondaki sayısı
PM <sub>10</sub>	Atmosferde çapı 10 mikrometreden az olan parçacıkların milyondaki sayısı
RH (BN)	Bağıl Nem (Relative Humidity), %
V	Elektrikli arabanın voltaj değeri, Volt.

### Alt Simgeler

EL	Elektrikli araç
KG	Klima gazı

### Kısaltmalar

ABS	Absorpsiyonlu Soğutma Makinesi
BIRA	The Royal Belgian Institute for Space Aeronomy
CWT	Soğuk Depolama Tankı
DHW	Sıcak Kullanım Suyu
ESA	European Space Agency

FC	Yakıt Pili
GSHP	Toprak-Kaynaklı Isı Pompası
DLR	German Aerospace Center
IGA	İstanbul Grand Airport (Üçüncü Hava Alanı)
IMF	International Monetary Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MESS	Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası
UV-B	B Sınıfı Mor Ötesi Işın
PVT	Foto-Voltaik-Isıl Güneş Toplacı
TES	Isıl Depolama Tankı
TTMD	Türk Tesisat Mühendisleri Derneği
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

### Kaynakça

- ACS Chemistry for Life, (2021). It's Water Vapor, Not the CO<sub>2</sub>. <https://www.acs.org/content/acs/en/climatescience/climatesciencenarratives/its-water-vapor-not-the-co2.html> adresinden alındı.
- Ali, M. and Athar, M. (2010). Dispersion Modeling of Noxious Pollutants from Thermal Power Plants. Turkish J. Eng. Env. Sci., 34, 105-120. TUBITAK. doi:10.3906/muh-0910-65.
- Anwar, F., Chaudhry, F., Nazeer, S., Zaman, N. and Azam, S. (2016). Causes of Ozone Layer Depletion and Its Effects on Human: Review. Atmospheric and Climate Sciences, 6, 129-134. doi: 10.4236/acs.2016.61011.
- Black, J. F. (1977). The Greenhouse Effect, Products Research Division Exxon Research and Engineerlag Co. <https://mk0insideclimats3pe4.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2015/09/James-Black-1977-Presentation.pdf> adresinden alındı.
- BloombergHT. (2019). Türkiye'de otomotiv üretimi 2019'da yıllık yüzde 6 azaldı. <https://www.bloomberght.com/turkiye-de-otomotiv-uretimi-2019-da-yillik-yuzde-6-azaldi-2243874> adresinden alındı.
- BloombergHT. (2021) Kanal İstanbul açıklaması sonrası GYO ve çimento hisseleri hareketlendi. <https://www.bloomberght.com/kanal-istanbul-aciklamasi-sonrasi-gyo-ve-cimento-hisseleri-hareketlendi-2277525> adresinden alındı.
- BP. (2019). BP Statistical Review of World Energy 2019, 68th edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/>

- energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf adresinden alındı.
- Byrne, M. P. & O’Gorman, P. A. (2018). Trends in continental temperature and humidity directly linked to ocean warming, PNAS, 115 (19) 4863-4868, DOI: 10.1073/pnas.1722312115.
- Cereceda, R. & Gaubert, J. (2020, Mart 4). NASA confirms a fall in greenhouse gas emissions in China amid coronavirus outbreak. Euronews. <https://www.euronews.com/2020/03/04/nasa-confirms-a-fall-in-greenhouse-gas-emissions-in-china-amid-coronavirus-outbreak> adresinden alındı.
- CNNTürk. (2020). Ozon tabakasındaki delik kapandı. <https://www.cnntrk.com/video/dunya/ozon-tabakasindaki-delik-kapandi> adresinden alındı.
- Cook, J., Oreskes, N., Doran, P. T., Anderegg, W. R. L., Verheggen, B.,... Rice, K. (2016). Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming, Environmental Research Letter, 11, 048002.
- Dezem, V. (2020). World Bank Still Investing Billions in Fossil Fuels, Study Shows, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-10-11/world-bank-still-investing-billions-in-fossil-fuels-study-shows> adresinden alındı.
- eBelediye. (2019). ‘Hava Kirliliği Ve Sağlık Etkileri: Kara Rapor’: Temiz Hava 52 Bin Hayatı Kurtarabilirdi. <https://www.ebelediye.info/hava-kirliligi-ve-saglik-etkileri-kara-rapor-temiz-hava-52-bin-hayati-kurtarabilirdi> adresinden alındı.
- El-Noubi, A. M. (2010). Effect of Stratospheric Ozone in UVB Solar Radiation Reaching the Earth’s Surface at Qena, Egypt, Atmospheric Pollution Research 1, 155-160.
- Exxon Mobil. (2019). Outlook for Energy A Perspective to 2040. [https://corporate.exxonmobil.com/-/media/Global/Files/outlook-for-energy/2019-Outlook-for-Energy\\_v4.pdf](https://corporate.exxonmobil.com/-/media/Global/Files/outlook-for-energy/2019-Outlook-for-Energy_v4.pdf) adresinden alındı.
- Flightradar24. (2021). Real Time Flight Tracker Map. <https://www.flightradar24.com/39.98,30.12/5> adresinden alındı.
- Fourth National Climate Assessment Report. (2018). Chapter 2: Our changing climate. <https://nca2018.globalchange.gov/chapter/2/> adresinden alındı.
- Gan, Y., El-Houjeiri, H.M., Badahdah, A... Wang, M. (2020). Carbon footprint of global natural gas supplies to China. Nature Communications, 11, 824. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14606-4>
- H2O Machine. (2021). H2O Machine. <https://h2omachine.com/humidity-maps/#single/0> adresinden alındı.
- Haber7. (2020). Bilim insanları acı gerçeği yüzümüze vurdu: Salgının asıl sebebi! Acilen durdurun. <http://www.haber7.com/foto-galeri/62580-bilim-insanlari-aci-gercegi-yuzumuze-vurdu-salginin-asil-sebebi-acilen-durdurun> adresinden alındı.
- Harrington, S. (2020). Causes of global warming: How scientists know that humans are responsible. <https://www.yaleclimateconnections.org/2020/03/causes-of-global-warming/> adresinden alındı.
- İcopal Noxite. (t.y.). Nitrogen Oxide (NOx) Pollution. <http://www.icopal-noxite.co.uk/nox-problem/nox-pollution.aspx> adresinden alındı.
- IEA. (2021). World Energy Balances: Overview. <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-2019> adresinden alındı.
- IPCC Fifth Assessment Report. (2014). Special Report on Global Warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> adresinden alındı.
- Kara, O.N. (2018). Air pollution in Istanbul. Hague: Netherlands Enterprise Agency. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/07/Air-Pollution-In-Istanbul.pdf> adresinden alındı.
- Karakaya, E. (2020). COVID-19 Krizinin Ekonomi, Enerji ve Emisyonlara Etkileri: Mevcut Durum ve Olası Post-Korona Senaryoları. <https://www.iklimhaber.org/covid-19-krizinin-ekonomi-enerji-ve-emisyonlara-etkileri-mevcut-durum-ve-olası-post-corona-senaryolari/> adresinden alındı.
- Kılıç, H. (2010). Akkuyu Nükleer Santral Soğutma Sistemi ve Çevresel Sorunlar, TMOB Elektrik Mühendisleri Odası Elektrik Mühendisliği, sayı 438, 73-78.
- Kılış, B. (1979). 1979 Enerji Toplantısı, MESS Başkanı Turgut Özal ile anılar. Kişisel notlar, İstanbul.
- Kılış, B. (2000). Rationalization and Optimization of Heating Systems Coupled to Ground Source Heat Pumps, ASHRAE Transactions, Vol. 106, Pt. 2, 817-822.
- Kılış, B. (2014). Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emission Responsibilities of Terminal Buildings, A Case Study for the Future Istanbul International Airport, Energy and Buildings, 76, 109-118.
- Kılış, B. (2017a). Sustainability and Decarbonization Efforts of the EU: Potential Benefits of Joining Energy Quality (Exergy) and Energy Quantity (Energy) in EU Directives- A State of the Art Survey and Recommendations, Exclusive Position Report for EC Presidency, 30 pages, Malta, TTMD, 2017-1, Ankara.
- Kılış, B. (2017b). Elektrikli Arabaların Ülkemiz Açısında Sorunları ve Üniversitemiz Açısından Ar-Ge Fırsatları, Ön Değerlendirme Raporu, Başkent Üniversitesi, 1. Basım.
- Kılış, B. (2017c). Jeotermal Enerjimiz, CO<sub>2</sub> Salımları ve Organik Rankin Çevrimli Santraller, Yeni Enerji Dergisi, Sayı 61, s: 40-44.
- Kılış, B. (2018a). Ozon Tabakasının Korunmasında CO<sub>2</sub> Salımları Tehdit mi, Potansiyel Çözüm mü?,

- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ozon Paneli ve Ozon Tabakasının Korunması Etkinliği, 18 Aralık 2018, İstanbul.
- Kılış, B. (2018b). Önemli Olan Enerjinin Niteliği, TOKİ Haber, 99, Mayıs, 54-55.
- Kılış, B. (2019a). Exergy: Game Changer or Game Maker, CLIMA 2019 Conference and Exhibition, 26-29 May, Paper No: 467, Session 4F, Conference Proceedings. Bucharest.
- Kılış, B. (2019b). Decarbonization: Exergy to the Rescue, Highlights of the CLIMA 2019 HVAC Congress May, REHVA J., 24-30. Bucharest.
- Kılış, B. (2019c). Ekserji Akılcılığında Kazan mı, Kojen mi, Tiren mi? 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Özel Oturum, 17-20 Nisan, Bildiriler Kitabı, 1572-1582. İzmir.
- Kılış, B. (2019d). Yeşil Yapılı Çevrede Doğru Bilinen Yanlışlar, 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Oturum 11 A, 17-20 Nisan, Bildiriler Kitabı, 1536-1556. İzmir.
- Kılış, B. (2019e). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Kanal İstanbul Projesi Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu Hakkında Kişisel Görüş, Öneriler ve İtiraz Belgesi, s.26, Çevre ve Şehircilik Bakanlığına Sunu, 30.12.2019. Ankara.
- Kılış, B. (2019f). Yeşil Hava Limanlarında Beraber Isı ve Güç Sistemleri (Kojenerasyon/Trijenerasyon), Termodinamik Dergisi, Sayı 318, s: 62-74.
- Kılış, B. (2019g). Havaalanı Terminal Binalarında Ekserji Akılcılığı ve Küresel Isınma, Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi: SÜHAD, Cilt 4, Sayı 1, SARES.
- Kılış, B. (2019h). A Holistic View of Sustainable Aviation, Sustainable Aviation, Eds: Karakoç, H. and et.al.), Chapter 5, 97-117.
- Kılış, B. (2019ı). Rational Utilization of Wind Energy for Heating Purposes in Cold Climates in China, Report prepared for Chinese Officials, Technical Note 1 for Sustainability and Decarbonization in China-Electricity was not Created for Heating, s.24.
- Kılış, B. (2019j). Design of a Sustainable Hydrogen House for Future Hydrogen Cities, 4th Hydrogen Technologies Congress, IHTEC-2019, 20-23 June, Edirne, Proceedings Book, 57-62. ISBN: 978-605-66381-6-9. Also, in International Journal of Hydrogen Energy.
- Kılış, B. (2020a). Exergy to the Rescue: A Handbook of Quality of Life and Quality of Energy: Almost 50 Years of Formulae and Metrics 1972-2020-A Formula Bank for Engineers, s.177, (Basma).
- Kılış, B. (March 2020b) Exergy-Optimum Coupling of Heat Recovery Ventilation Units with Heat Pumps in Sustainable Buildings Journal of Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems, Vol.8, Issue 4, 815-845. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911106024>.
- Kılış, B. (2020c). Barriers, Solution, and Metrics for 100% Renewable Cities, Special Report to ETIP RHC Meeting, 2 March, Brussels.
- Kılış, B. (2020d). New Frontiers in Sustainability Metrics for Renewable Energy Utilization and Storage, Paper Submitted to 4th SEE Sdewes Conference, June 28- July 2. Sarajevo.
- Kılış, B. (2020e). An Exergy-Rational District Energy Model for 100% Renewable Cities with Distance Limitations, Thermal Sci. J. Special Issue on SDEWES 2029 Conference, Dubrovnik.
- Kılış, B. (2020f). Accelerating the Transition to 100% Renewable Era. But How? Exergy Rationality in the Built Environment (Ed. Uyar, T. S.), Lect. Notes Energy, Vol. 74, Chapter 1, Springer Nature.
- Lammel, G., & Graßl, H. (1995). Greenhouse effect of NOX. Environmental science and pollution research international, 2(1), 40-45. <https://doi.org/10.1007/BF02987512>
- Li, Bingbing, Li, Jianyang & Yuan, Chris. (2013). Life Cycle Assessment of Lithium Ion Batteries with Silicon Nanowire Anode for Electric Vehicles, Conference: 2013 IEEE International Symposium on Sustainable Systems & Technology.
- Lowen, A. C., Mubareka, S., Steel, J., & Palese, P. (2007). Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. Plos Pathogens, 3(10), 1470-1476. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030151>
- Marr, L. C., Tang, J. W., Mullekom, J.V. & Lakdawala, S. S. (2019). Mechanistic insights into the effect of humidity on airborne influenza virus survival, transmission and incidence, Journal of the Royal Society, Interface, 16(150), 20180298. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0298>.
- Mooney, H. A., Baker, J.D., Bretherton, F.P., Burke, K.C., Clark, W. C., ...Risser, P. G. (1989). Ozone depletion, greenhouse gases, and climate change, National Academy Press, Washington.
- NASA Global Climate Change. (2020). Climate Change: How Do We Know? <https://climate.nasa.gov/evidence/> adresinden alındı.
- Norval, M. (2006). The Effect of Ultraviolet Radiation on Human Viral Infections. [https://www.researchgate.net/publication/6776905\\_The\\_Effect\\_of\\_Ultraviolet\\_Radiation\\_on\\_Human\\_Viral\\_Infections](https://www.researchgate.net/publication/6776905_The_Effect_of_Ultraviolet_Radiation_on_Human_Viral_Infections) adresinden alındı.
- OECD. (2019). OECD Çevresel Performans İncelemeleri: Türkiye 2019, OECD Publishing, Paris/Ministry of Environment and Urbanization, Turkey, Ankara, <https://doi.org/10.1787/653318datr>



- Office of Nuclear Energy. (2021). 3 Reasons Why Nuclear is Clean and Sustainable. <https://www.energy.gov/ne/articles/3-reasons-why-nuclear-clean-and-sustainable> adresinden alındı.
- Ozone Hole. (2013). Health Effects of Ozone Depletion: Immunological Effects. <https://www.ozone-hole.org.uk/13.php> adresinden alındı.
- Plos Pathogens. (2021). Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature. <https://journals.plos.org/plospathogens/article/figure?id=10.1371/journal.ppat.0030151.g006> adresinden alındı.
- RHC. (2014). Cross-Cutting Technology Roadmap- European Technology Platform on Renewable Heating and Cooling, EC, Brussels.
- San Jose State University. (t.y.). The Role of Anthropogenic Water Vapor in Earth's Climate. <https://www.sjsu.edu/faculty/watkins/watervapor01.htm> adresinden alındı.
- Sparkes, M. (2021). Nuclear reactions at Chernobyl are spiking in an inaccessible chamber. <https://www.newscientist.com/article/2277195-nuclear-reactions-at-chernobyl-are-spiking-in-an-inaccessible-chamber/#ixzz77m6JNAO3> adresinden alındı.
- State Energy&Environmental Impact Center NYU School of Law. (2021). State Suits Against Oil Companies. <https://www.law.nyu.edu/centers/state-impact/issues/climate-action/suits-against-oil-companies> adresinden alındı.
- Stirling, I. & Parkinson, C. L. (2006). Possible Effects of Climate Warming on Selected Populations of Polar Bears (*Ursus maritimus*) in the Canadian Arctic, Arctic, Vol. 59, No. 3, 261-275.
- Stone, M. (2020). Carbon emissions are falling sharply due to coronavirus. But not for long. <https://www.nationalgeographic.co.uk/environment-and-conservation/2020/04/carbon-emissions-are-falling-sharply-due-coronavirus-not-long> adresinden alındı.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2019). OECD Çevresel Performans İncelemeleri: Türkiye 2019. <https://doi.org/10.1787/653318da-tr>
- Tech2, Scientist Say Ozone Layer Hole, Discovered Last Month, Over the Arctic Region Has Healed Itself. <https://www.firstpost.com/tech/science/scientists-say-ozone-layer-hole-discovered-last-month-over-the-arctic-region-has-healed-itself-8303741.html> adresinden alındı.
- The Air Quality Expert Group. (2004). Nitrogen Dioxide in the United Kingdom. <https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/aeqg/nd-summary.pdf> adresinden alındı.
- The Guardian. (2021). The climate emergency is here. The media needs to act like it. <https://www.theguardian.com/environment/2021/apr/12/covering-climate-now-guardian-climate-emergency> adresinden alındı.
- The Weather Channel. (2020). Largest Ozone Hole Formed arctic last month now closed. <https://weather.com/en-IN/india/news/news/2020-04-28-largest-ozone-hole-formed-arctic-last-month-now-closed> adresinden alındı.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Hava Kirliliği Raporu 2018. [http://cmo.org.tr/resimler/ekler/9d62b3a2bb620a4\\_ek.pdf](http://cmo.org.tr/resimler/ekler/9d62b3a2bb620a4_ek.pdf) adresinden alındı.
- To, E. E., Vlahos, R., Luong, R., Halls, M. L., Reading, P. C., King, P. T., Chan, C., ... and Selemidis, S. (2017). Endosomal NOX2 oxidase exacerbates virus pathogenicity and is a target for antiviral therapy. Nature Communications, 8(1), 69. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00057-x>
- Tsinghua PBCSF. (2019). Decarbonizing the Belt and Road, A Green Financial Roadmap. [https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2019/09/Decarbonizing-the-Belt-and-Road\\_report\\_final\\_lo-res.pdf](https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2019/09/Decarbonizing-the-Belt-and-Road_report_final_lo-res.pdf) adresinden alındı.
- UN. (2008). Achieving Sustainable Development and Promoting Development Cooperation, Economic and Social Affairs. [https://www.un.org/en/ecosoc/docs/pdfs/fina\\_08-45773.pdf](https://www.un.org/en/ecosoc/docs/pdfs/fina_08-45773.pdf) adresinden alındı.
- US Energy Information Administration. (2020). Nuclear explained: Nuclear power and the environment. <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/nuclear-power-and-the-environment.php> adresinden alındı.
- WHO. (2020). Stratospheric ozone depletion, ultraviolet radiation and health. <https://www.who.int/globalchange/climate/en/chapter8.pdf> adresinden alındı.
- WIPO IP Portal. (t.y.). 1. US20190319249 - Energy storage system, Description. <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=US254721855&tab=PTDESCRIPTION> adresinden alındı.
- Yang, W., & Marr, L. C. (2012). Mechanisms by which ambient humidity may affect viruses in aerosols. Applied and environmental microbiology, 78(19), 6781-6788. <https://doi.org/10.1128/AEM.01658-12>.
- Yaşar, D. (2021, Nisan 5). İklim Değişikliğinde Doğru Bilinen Yanlışlar II Prof. Dr. Doğan Yaşar [Video]. Youtube. <https://youtu.be/uM-FaZeAwg0> adresinden alındı.
- Zelinsky Institute of Organic Chemistry. (2016). The hidden danger of heavy metals in catalytic converters. <https://phys.org/news/2016-01-hidden-danger-heavy-metals-catalytic.html> adresinden alındı.