

SETTLEMENT MODEL FROM LOWLANDS TO MOUNTAINS MAY PREVENT CARBON DIOXIDE TOXICITY

Fatih KARA

ABSTRACT

Because the molecular weight of carbon dioxide (CO₂) is greater than the weight of the main molecules in the air, CO₂ tends to settle and accumulate on the ground. Large amounts of CO₂ emitted in cities, especially from fossil fuels, accumulate above cities, creating a CO₂-rich layer (i.e. an urban CO₂ dome). High levels of CO₂ in the air we breathe are a serious public health concern. On the other hand, CO₂ is an essential molecule for plant photosynthesis and supports plant growth. The "settlement model from lowlands to mountains", which is based on the principle of using lowlands for agriculture and solid rocky ground for settlement, and which came to the fore after the recent earthquakes in Kahramanmaraş, is a project aimed at reducing earthquake-related risks. But it can also have beneficial effects on human health and agricultural productivity, as the city's CO₂ load will move from the hills to the plains. In this article, the opinion that the CO₂ flow from the people who will live on the hills to the plants that will grow on the lowlands may be very beneficial for both groups has been tried to be grounded and detailed based on scientific studies.

Keywords: Carbon Dioxide, Toxicity, Lowland, Mountain, Earthquake, Settlement Model

Tıbbi Biyokimya Uzmanı, Kafkas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kars

Mail: fatihkara65@hotmail.com

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9729-5380>

Makale Atıf Bilgisi: Kara, F. (2023). "Ovalardan Dağlara Doğru Yerleşim Modeli Karbondioksit Toksisitesini Önleyebilir". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 2. Sayı: 4. ss. (348-360)

Makale Türü: İnceleme
Geliş Tarihi: 20.03.2023
Kabul Tarihi: 04.05.2023
Yayın Tarihi: 31.07.2023
Yayın Sezonu: Temmuz 2023

OVALARDAN DAĞLARA DOĞRU YERLEŞİM MODELİ KARBONDİOKSİT TOKSİSİTESİNİ ÖNLEYEBİLİR

Fatih KARA

ÖZ

Karbondioksitin (CO_2) molekül ağırlığı havayı oluşturan temel moleküllerin ağırlığından daha fazla olduğu için, CO_2 aşağı doğru çökerek zeminde birikme eğilimi gösterir. Şehirlerde, özellikle fosil yakıtlardan açığa çıkan büyük miktarlardaki CO_2 , şehrin üzerinde birikerek CO_2 bakımından zengin bir tabaka oluşturur (kentsel CO_2 kafesi). Solunan havadaki yüksek CO_2 konsantrasyonları halk sağlığı açısından ciddi bir endişe kaynağıdır. Buna karşılık CO_2 bitki fotosentezi için gerekli bir molekül olup bitki büyümesini destekleyici özellik gösterir. Ovaların tarım için, sağlam kayalık zeminlerin yerleşim için kullanılması ilkesine dayanan ve Kahramanmaraş'ta meydana gelen son depremlerin ardından gündeme gelen "ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli" depreme bağlı riskleri azaltmaya dönük bir projedir. Bununla birlikte, söz konusu proje kentsel CO_2 yükünün yamaçlardan ovalara doğru ineceği dikkate alındığında, aynı zamanda insan sağlığı ve tarımsal verimlilik açısından da faydalı sonuçlar doğurabilir. Bu makalede, yamaçlarda yaşayacak insanlardan ovalarda yetişecek olan bitkilere doğru gerçekleşecek CO_2 akışının her iki taraf için de oldukça faydalı olabileceği görüşü bilimsel çalışmalar ışığında temellendirilmeye ve detaylandırılmaya çalışılmıştır.

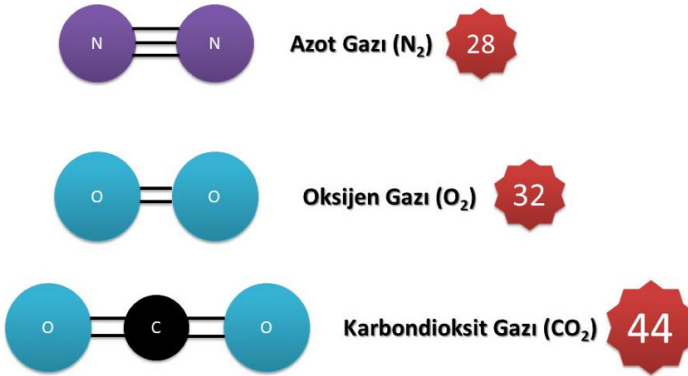
Anahtar Kelimeler: Karbondioksit, Toksikite, Ova, Dağ, Deprem, Yerleşim Modeli

Giriş

Bu makalede ovaların tarım için sağlam kayalık zeminlerin yerleşim için kullanılması esasına dayanan ve depreme bağlı riskleri azaltmak için Kahramanmaraş'ta yaşanan son depremlerin ardından ülke gündemine gelen "ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli"nin şehirlerdeki karbondioksit (CO₂) yükünü azaltma açısından da faydalı olabileceği görüşü bilimsel bilgiler ve gözlemler ışığında değerlendirilecektir.

Karbondioksit Zemine Yakın Bölgelerde Birikme Eğilimindedir

Gasların özgül ağırlıkları standart koşullarda havanın yoğunluğunun gazın yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır (Dembicki, 2017). İdeal gaz yasası uyarınca, gazın özgül ağırlığı, gazın molekül ağırlığının havanın molekül ağırlığına bölünmesiyle elde edilebilir (Dembicki, 2017). Bilindiği gibi CO₂'nin molekül ağırlığı 44 g/mol dolaylarındadır. Hava, başlıca azot gazı (N₂) ve oksijen gazından (O₂) oluşur. Bunların molekül ağırlıkları ise sırasıyla 28 g/mol ve 32 g/mol dolaylarındadır. Molekül ağırlığı havadaki gazlarınkinden daha yüksek olan CO₂ aşağı doğru çökme eğiliminde olur (Idso vd., 1998; Permentier vd., 2017) (Resim 1). Aşırı yüksek CO₂ seviyeleri ölümcül zehirlenmelere yol açabileceğinden dolayı (Permentier vd., 2017) artan CO₂ değerlerinin erken aşamada fark edilmesi çok önemlidir. Bu nedenle CO₂ dedektörlerinin binalarda zemine yakın olacak şekilde yerleştirilmesi önerilmektedir¹. Mui ve Shek (2005) tarafından yapılan bir çalışmada iki katlı otobüslerin alt katlarında üst katlardakine göre daha yüksek CO₂ değerleri tespit edilmiştir.

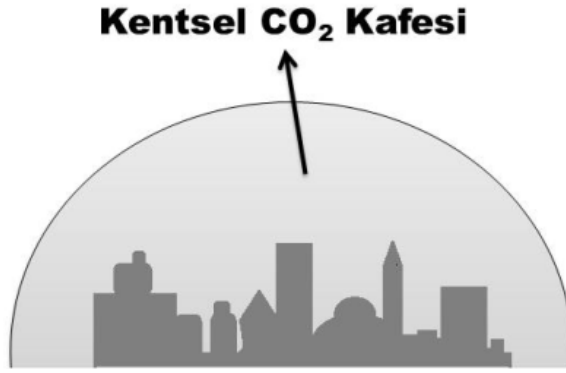


Resim 1. Havanın oluşturan temel gazlar ile CO₂'nin molekül yapısı ve ağırlığı.

1 Üretici tavsiyesine dair bir örnek için bkz. GasLab. (2020). Gas Safety Alarm Mounting Height. Florida, ABD. <https://gaslab.com/blogs/articles/gas-safety-alarm-mounting-height> (Son Erişim Tarihi: 16.03.2023)

Karbondioksit Kafeslerinin İçindeki Şehirler

CO₂ gazının dünyanın her yerinde eşit konsantrasyonda olacak şekilde atmosferde dağıldığı yönünde yaygın ama son derece yanlış bir düşünce vardır. Yapılan sürekli ölçümler, yere yakın kısımlarda daha belirgin olmak üzere, şehirleri kaplayan havanın kırsal bölgelerin havasına göre daha çok CO₂ içerdiğini göstermektedir (Idso vd., 1998; Idso vd., 2002; Zimnoch vd., 2004; Kiel vd., 2021). Bu özellik "*urban CO₂ dome/plume*" olarak adlandırılmaktadır (Umezawa vd., 2020; Kiel vd., 2021). Makalede bu terim "*kentsel CO₂ kafesi*" olarak ifade edilecektir (Resim 2).



Resim 2. Kentsel CO₂ kafesi.

Idso ve ekibi (1998) Arizona eyaletinin *Phoenix* şehrinde yaptıkları ölçümlerde şehir merkezinde şehrin kenar mahallelerine göre daha yüksek konsantrasyonlarda CO₂ varlığını tespit etmişlerdir. NASA'nın Uluslararası Uzay İstasyonu'ndaki OCO-3 (*Orbiting Carbon Observatory 3*) cihazından alınan veriler *Los Angeles* şehir merkezindeki bölgelerde şehrin kuzeyindeki tenha çöllere göre havadaki CO₂ içeriğinin belirgin olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir (Kiel vd., 2021)². Kopenhag, Paris, Roma ve Meksiko kentlerinde yapılan dört ayrı araştırma, şehirlerin havasındaki CO₂ yükünün önemli ölçüde trafik kaynaklı olduğunu ortaya koymuştur (Soegaard ve Moller-Jensen, 2003; Widory ve Javoy, 2003; Gratani ve Varone, 2005; Velasco vd., 2005).

Karbondioksitin İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Okullarda derslerin ardından öğrencilerin açık havaya çıkmaları için teneffüs araları verilir. Evlerde, iş yerlerinde bunalanlar kendilerini "*dışarı atarlar*". Hafta sonları veya daha uzun tatil günlerinde "*şehirden uzaklaşmak*"

² Ayrıca bkz. <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-map-gives-most-accurate-space-based-view-of-la-s-carbon-dioxide> (07.06.2021 - Son Erişim Tarihi: 02.05.2023).

kentlerde yaşayan hemen herkesin ortak arzusu haline gelmiştir. Peki neden? Bunun elbette birçok farklı sebebi olabilir. Söz konusu tüm bu alanların, yani kapalı mekanların ve şehirlerin insanların yüksek CO₂ seviyelerine maruz kalabildikleri yerler olması dikkat çekicidir. Geçmişte, özellikle verem ve kronik akciğer hastalıklarının tedavisi için kullanılan sanatoryumların genellikle şehir merkezlerinden uzak, yüksek/dağlık bölgelerde inşa edilmiş olması da dikkat çekici bir başka husustur.

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) konutlar için belirlediği 1968 tarihli sağlık standartlarında 5000 ppm'lik CO₂ konsantrasyonlarının³ solunum hızlarında değişiklikler oluşturduğu gözlenmiştir (Goromosov, 1968:41). Bu popüler sınır değer, 5000 ppm'in altındaki değerlerin sağlık üzerinde olumsuz bir etki oluşturmayacağına dair yanlış bir kanının yaygınlaşmasına yol açmıştır. Solunan havada 1000 ppm'lik CO₂ derişiminin de solunum hareketlerinin genliğini azalttığı, dolaşım sistemini etkilediği ve beynin elektriksel aktivitesini belirgin olarak değiştirdiği gözlenmiştir (Eliseeva, 1964). Bu vb. bulgular nedeniyle CO₂ konsantrasyonlarının solunan havada 500 ppm'in altında tutulması gerektiği uzun bir süredir önerilmekteydi⁴; ancak günümüzde küresel dış ortam ortalaması bile 420 ppm'e ulaşmıştır⁵ ve kentsel CO₂ kafeslerinde 500 ppm'in üzerinde değerlerle karşılaşılması nadir değildir; bu nedenle iç mekanların havasının doğal havalandırma ile 500 ppm sınırının altına çekilmesi gerçekçi bir beklenti olmaktan çıkmıştır (Lowther vd., 2021). Günümüzde birçok ülkede CO₂ maruziyeti için önerilen üst sınır 600-1000 ppm arasında değişmektedir⁶ (Lowther vd., 2021). Kronik CO₂ maruziyetinde güvenlik sınırının ne olması gerektiği konusunda henüz bir uzlaşıya varılamamış olmakla birlikte, tıbbi literatürde CO₂'nin bilişsel ve psikomotor performans, solunum işlevi ve solunum yolları ve damarların iç zarlarının (endotel) işlevleri üzerindeki olumsuz etkilerine dair ortak ve ciddi bir endişenin sürdüğünü söyleyebiliriz (Satish vd., 2012; Allen vd., 2016; Hong vd., 2018; Jacobson vd., 2019; Wargocki vd., 2020; Lowther vd., 2021).

3 ppm İngilizce "parts per million" un kısaltmasıdır ve özellikle düşük gaz konsantrasyonlarını ifade etmek için kullanılır. Yüksek gaz konsantrasyonları ise yüzde (%) olarak ifade edilir. Örneğin atmosferdeki azot gazı 780840 ppm (milyonda 780840) yerine yüzde 78 olarak ifade edilir.

4 EN 12021:2014 standardı.

5 Küresel atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun güncel kayıtları için bkz. UCSD, Scripps Institution of Oceanography, <https://keelingcurve.ucsd.edu/> (Son Erişim Tarihi: 17.03.2023).

6 Ayrıca bkz. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/publications/healthy-living/carbon-dioxide-home.html> (19.03.2021 - Son Erişim Tarihi: 17.03.2023).

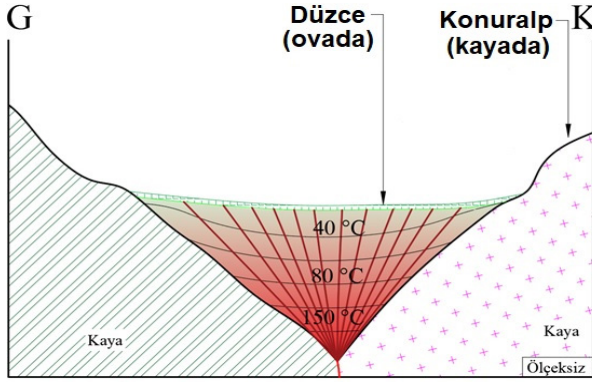
Karbondioksitin Bitkiler Üzerindeki Olumlu Etkileri

Bilindiği gibi CO₂, bitkilerin fotosentez yapabilmesi için temel girdidir. Idso ve ekibi (1998), Phoenix şehrinin kentsel CO₂ kafesinde yaptıkları araştırmada, öğleden sonraki CO₂ değerlerinin, muhtemelen kentsel bitki örtüsünün fotosentezle CO₂ tüketmesinden dolayı, şafak öncesi değerlere göre daha düşük olduğunu bulmuşlar ve şehirlerdeki yüksek CO₂ konsantrasyonlarının şehir içinde büyüyen bitki örtüsü üzerinde olumlu etkiler gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Kuveyt'te yapılan bir çalışmada ise, bitkilerin yeşerdiği mevsimleri takiben CO₂ değerlerinin azaldığı, bitkilerin kuruduğu mevsimleri takiben ise CO₂ değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Nasrallah vd., 2003). Lichtfouse ve ekibi (2003) de Paris'te yaptıkları çalışmada fosil yakıtlarından kaynaklanan CO₂'nin bitki dokularına olan katkısını izotop temelli bir çalışmayla ortaya koymuşlardır. Yüksek CO₂ fotosentezi sadece bir hammadde olarak desteklemekle kalmaz, aynı zamanda kentsel ısı adalarının (*urban heat islands*) oluşumuna az da olsa katkı sağlayarak ılıman bölgelerde bitki büyümesini teşvik edebilir (Rogers vd., 1999; Menzel ve Fabian, 1999; Balling Jr. vd. 2001).

Sera vb. örtü altı üretim sistemlerinde CO₂ püskürtülmesi (gübrelemesi) vazgeçilmezdir ve seradaki CO₂ değerleri 1200 ppm'in altına düştüğünde verim de doğru orantılı olacak şekilde azalmaktadır (Tezcan vd., 2011). Sera havasındaki karbondioksit konsantrasyonu artırıldığında, bitkiler daha fazla büyür; büyüme hızları %100-200 kadar, ortalama verim %50-55 kadar artırılabilir (De Pascale ve Maggio, 2008; Tezcan vd., 2011).

Ovaların Tarım İçin, Yamaçların Yerleşim İçin Kullanılması

Ovalar tarım için elverişli alanlardır; bununla birlikte ovalarda (gevşek zeminlerde) deprem dalgalarının genliğinin büyümesine, sıvılaşmaya ve yer öteleme hareketlerine bağlı olarak depremler yıkıcı etki göstermektedir (Yılmaz, 2002: 12; Yılmaz ve Yılmaz, 2002). Bunun çarpıcı bir örneğini Düzce Ovası'nda görmek mümkündür. Faylar, Düzce Ovası'nı alttan ısıtmakta, havalandırmakta ve minerallerle beslemektedir; böylece onu verimli bir tarım arazisine dönüştürmektedir (Yılmaz vd., 2022). Ovanın ortasına 19. yüzyılın sonlarında kurulan Düzce bugüne kadar birçok deprem ve taşkın afeti yaşamıştır; buna karşılık fayın/ovanın bitişiğindeki binlerce yıllık tarihi Konuralp deprem ve taşkınlardan zarar görmemiştir (Yılmaz vd., 1999; Yılmaz vd., 2004, Yılmaz vd., 2020, Yılmaz vd., 2021) (Resim 3).



Resim 3. Faylar, Düzce Ovası'nı alttan ısıtmakta, havalandırmakta ve minerallerle beslemektedir. Ovanın ortasına 19. yüzyılın sonlarında kurulan Düzce deprem ve taşkın afetleri yaşarken; hemen bitişiğinde kaya üzerindeki Konuralp bu afetlerden etkilenmemektedir.

2020 yılında meydana gelen Elazığ-Sivrice depremi kayadaki 4000 yıllık Harput'ta değil son yarım yüzyılda imara açılan Uluova, Kuzova ve Altınova ile Malatya'nın Battalgazi Ovası'nda yıkılmıştır⁷. Aynı yıl Sisam (Samos) Adası'nda oluşan depremin de 90 km uzaktaki Bornova'yı (Burunova'yı) yıktığı unutulmamalıdır; arada bulunan sağlam kaya üzerindeki bir milyondan fazla yapı ise etkilenmemiştir⁸. 2800 yıllık ve kireç taşı üzerine kerpiçten yapılmış Van Kalesi'nin de bölgede 30-40 yılda bir oluşan büyük depremleri hasarsız atlması rastlantı olamaz. Üstelik kaleyi ada görünümüne sokan ovada Urartu, Selçuklu ve Osmanlı medeniyetlerine ait yapıların depremlerle ovaya gömüldüğü gerçeği ortadayken... Benzer şekilde, 1999 yılında Kocaeli'de meydana gelen deprem, merkez üssü bitişiğindeki Kocaeli yamaçlarında tek bir evin camını bile kırmazken, 160 km uzaklıkta eski adı Göltarla olan Avcılar'da ve 250 km uzaktaki Tekirdağ'da ovalarda yıkıma yol açmıştır⁹.

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremler ovaların tarım için, kayalık zeminlerin yerleşim için kullanılması gerektiği gerçeğini bir kere daha gözler önüne sermiştir (Resim 4). Asrın felaketi olarak adlandırılan Kahramanmaraş depremlerinde, merkez üssünün bitişiğinde ancak sağlam kaya zemin üzerindeki yapılar hasar almazken, 160 km uzaktaki Malatya Beydağı akarsu çökelleriyle oluşmuş kırksız (fayı olmayan) ovadaki yapılar ve yine heyelanlarla oluşmuş Bostanbaşı (Yeşilyurt) yıkılmıştır; yaklaşık 200 km uzaktaki Urfa'nın Harran Ovası'ndaki yapılar yıkılmıştır¹⁰.

7 Sözlü görüşme: Prof.Dr. İlyas Yılmaz, 19-20 Mart 2023.

8 Sözlü görüşme: Prof.Dr. İlyas Yılmaz, 19-20 Mart 2023.

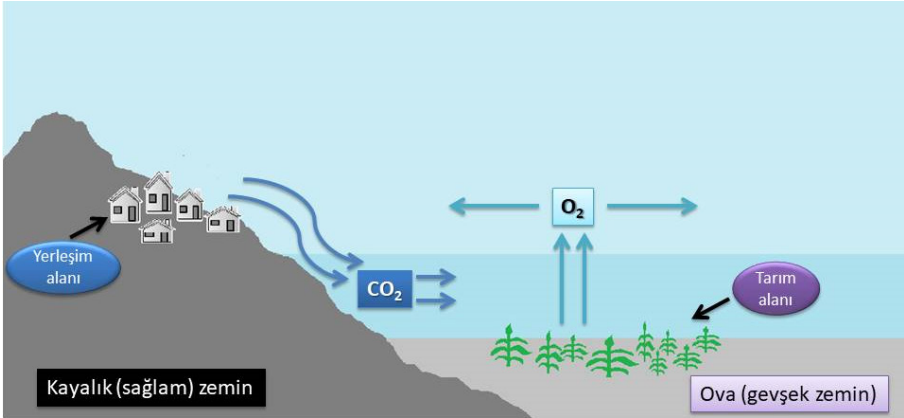
9 Sözlü görüşme: Prof.Dr. İlyas Yılmaz, 19-20 Mart 2023.

10 Sözlü görüşme: Prof.Dr. İlyas Yılmaz, 19-20 Mart 2023.



Resim 4. Antakya'da deprem, ovada büyük bir yıkıma yol açarken, hemen bitiştikteki sağlam zemindeki yapılara hasar vermemiştir; derme çatma yapılmış ancak zemini sağlam metruk ahır çarpıcı bir örnek olarak hala ayakta.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının açıkladığı 10 maddelik "deprem bölgesini yeniden ihya ve inşaa süreci" kapsamında, zeminin depreme dayanıklılığını ortaya koyan mikro-bölgeleme ve jeolojik etüt çalışmalarına devam edileceği, sağlam zemin için sıvılaşmanın olmayacağı yerlerin belirleneceği ve dirençli şehirler için ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli üzerinde durulacağı açıklanmıştır¹¹. Ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli, deprem risklerinin minimuma indirilmesine yönelik bir yaklaşım olmakla birlikte, mevcut bilimsel bilgiler ve gözlemler ışığında, bu modelin aynı zamanda kentsel CO₂ kafesleri açısından da faydalı olabileceği; bir taraftan kentlerde yaşayan insanların daha az CO₂'ye maruz kalmasını sağlarken, diğer taraftan ovalardaki tarımsal ürün verimliliğini niceliksel ve niteliksel olarak artırabileceği görülebilir (Resim 5).



Resim 5. Ovalardan dağlara doğru yerleşim modelinin insanlarda CO₂ toksisitesi ve bitkilerde tarımsal verimlilik açısından olumlu etkileri.

11 Bkz. <https://www.csb.gov.tr/bakan-kurum-10-maddede-deprem-bolgesinin-insa-ve-ihya-surecini-paylasti-bakanlik-faaliyetleri-38443> (21.02.2023 - Son Erişim Tarihi: 17.03.2023)

Seralarda (örtülü tarımda) karbondioksit zenginleştirme işlemi için kullanılan yöntemler (sıvı karbondioksit, doğal gaz yakma vb.) enerji tüketir, maliyetlidir ve bu yöntemlerin çevreye birtakım olumsuz etkileri vardır (Tezcan vd., 2011). Oysa ovalardan dağlara doğru yerleşim modelinde, ilave bir CO₂ üretimi, enerji tüketimi ve ekonomik gider söz konusu olmaksızın tarımsal üretimde CO₂ gübrelemesi yapılabilecektir.

Rüzgarların Düşük Karbondioksite Katkısı

Moriwaki ve ekibi (Moriwaki vd., 2006) rüzgar hızı arttıkça CO₂ düzeylerinin düştüğünü ve rüzgarlı koşullarda şehir havasındaki CO₂ düzeylerinin kırsal havadakine yaklaştığını bulmuşlardır. Bilindiği gibi, rüzgar olarak isimlendirilen hava akışları, hava ile zemin arasındaki sürtünmeye bağlı olarak yavaşlar; bu nedenle yerden yükseldikçe genellikle daha güçlü rüzgarlarla karşılaşılır (Yan-chun, 2014). Rüzgarların hızını ölçen anemometrelerin yüksek yerlere konulmasının sebebi budur¹². Ovalardan dağlara doğru yerleşim modelinde kentsel CO₂ yükünün azalmasına kuvvetli hava akışları da katkı sağlayabilir.

Sonuç ve Öneriler

Alüvyon, bitkiler için "anne sütü" gibidir; bitkilerin ihtiyaç duyduğu zengin organik ve inorganik madde desteğini sağlar. Bu verimli tarımsal arazileri betona boğmaktan vazgeçmeliyiz. Ovaların sadece tarım için, ovayı sınırlayan sağlam kayalık alanların yerleşim ve diğer yapılaşmalar için kullanılması aynı zamanda anayasal ve yasal bir gerekliliktir¹³. Depremler ovalar gibi gevşek zeminlerde yıkıcı etki gösterirken, sağlam kayalık zeminlerde deprem sarsıntısı daha az hissedilmektedir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca açıklanan "ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli"nin bir doğa olayı olan depremlerin felakete dönüşmemesi için bugüne kadar atılmış en ileri ve doğru adım olduğu açıktır. Bu makalede, söz konusu modelin aynı zamanda insan sağlığı ve tarımsal verimlilik açısından da olumlu sonuçlar doğurabileceği mevcut bilimsel literatür ışığında ortaya konulmaya çalışılmıştır. Solunumla ve değişik yapay kaynaklardan dışarı verilen CO₂ hızla aşağı doğru çöker. CO₂ derişimi 1200 ppm'e kadar olan hava bitkiler için gübre niteliğindedir. Dolayısıyla, "ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli" bir taraftan şehirlerde solunan havada daha az CO₂ konsantrasyonu olmasını sağlarken, diğer taraftan ovalardaki tarımsal verimliliği artırabilir.

12 Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun yayımladığı "Rüzgar ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ"de (Tarih: 17.06.2014; Sayı: 29033) "Rüzgar ölçüm direği boyu en az 60 m. olmalıdır." denmektedir.

13 Bkz. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 44-46. maddeleri ve Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu (Tarih:19/07/2005, Sayı: 25880).

Sonuç olarak, küresel dış ortam CO₂ değerlerinin insan sağlığı için belirlenen sınırları zorladığı ve gıda enflasyonunun gıda krizine doğru ilerlediği bir çağda, ovalardan dağlara doğru yerleşim modeli, ilave CO₂ yükü altındaki şehirleri daha temiz bir havaya kavuşturarak halk sağlığı açısından ve ovaların üzerinde yüksek CO₂ içerikli bir tabaka oluşturarak tarımsal üretim açısından önemli kazanımlar sağlayabilir.

Teşekkür

Bu makalede detaylandırılmaya ve bilimsel olarak temellendirilmeye çalışılan, yamaçlarda yaşayan insanlarla ovalarda yetişen bitkiler arasında gerçekleşecek CO₂ ve O₂ değiş tokuşunun her iki taraf için de oldukça faydalı olacağı görüşü, jeoloji mühendisi Prof. Dr. İlyas Yılmaz tarafından yerel ve ulusal medya organlarında yıllardır dile getirilmektedir. Kendisine hem bu fikri halka ve bilim dünyasına aşıladığı için, hem de bu makalenin yazılması sırasında sunduğu değerli katkılar için teşekkür ediyorum.

Kaynakça

- Allen, J.G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., Spengler, J.D. (2016). "Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: A controlled exposure study of green and conventional office environments". *Environmental Health Perspectives*. 124:6, 805–812.
- Balling Jr., R.C., Cerverny, R.S., Idso, C.D. (2001). "Does the urban CO₂ dome of Phoenix, Arizona contribute to its heat island?" *Geophysical Research Letters*. 28:24, 4599-4601.
- De Pascale, S., Maggio, A. (2008). "Plant stress management in semiarid greenhouses". *Acta Hort.* 797:205-215.
- Dembicki, H. (2017). "Interpreting Crude Oil and Natural Gas Data". *Practical Petroleum Geochemistry for Exploration and Production*. (135-188). Amsterdam: Elsevier.
- Eliseeva, O.V. (1964). "On the determination of maximum permissible carbon dioxide concentrations in the air of apartment buildings and public buildings". *Gig Sanit*. 29: 10-15.
- Goromosov, M.S. (1968). *The Physiological Basis of Health Standards for Dwellings; World Health Organization*. Cenevre, İsviçre. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39749> (Son Erişim Tarihi: 17.03.2023).
- Gratani, L., Varone, L. (2005). "Daily and seasonal variation of CO₂ in the city of Rome in relationship with the traffic volume". *Atmospheric Environment*. 39:14, 2619-2624.

- Hong, T., Kim, J., Lee, M. (2018). "Integrated task performance score for the building occupants based on the CO₂ concentration and indoor climate factors changes". *Appl. Energy*, 228, 1707–1713.
- Idso, C.D., Idso, S.B., Balling Jr., R.C. (1998). "The urban CO₂ dome of Phoenix, Arizona". *Physical Geography*. 19:2, 95-108.
- Idso, S.B., Idso, C.D., Balling Jr., R.C. (2002). "Seasonal and diurnal variations of near-surface atmospheric CO₂ concentrations within a residential sector of the urban CO₂ dome of Phoenix, AZ, USA". *Atmospheric Environment*, 36:10, 1655-1660.
- Jacobson, T.A., Kler, J.S., Hernke, M.T., Braun, R.K., Meyer, K.C., Funk, W.E. (2019). "Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide". *Nat Sustain*. 2: 691–701.
- Kiel, M., Eldering, A., Roten, D.D., Lin, J.C., Feng, S., Lei, R., Lauvaux, T., Oda, T., Roehl, C.M., Blavier, J.-F., Iraci, L.T. (2021). "Urban-focused satellite CO₂ observations from the Orbiting Carbon Observatory-3: A first look at the Los Angeles megacity". *Remote Sensing of Environment*. 258: 112314.
- Lichtfouse, E., Lichtfouse, M., Jaffrezic, A. (2003). "δ¹³C values of grasses as a novel indicator of pollution by fossil-fuel-derived greenhouse gas CO₂ in urban areas". *Environmental Science and Technology*. 37:1, 87-89.
- Lowther, S.D., Dimitroulopoulou, S., Foxall, K., Shrubsole, C., Cheek, E., Gadeberg, B., Sepai, O. (2021). "Low Level Carbon Dioxide Indoors - A Pollution Indicator or a Pollutant?" *A Health-Based Perspective. Environments*. 8:11, 125.
- Menzel, A., Fabian, P. (1999). "Growing season extended in Europe". *Nature*, 397: 659.
- Moriwaki, R., Kanda, M., Nitta, H. (2006). "Carbon dioxide build-up within a suburban canopy layer in winter night". *Atmospheric Environment*. 40:8, 1394-1407.
- Mui, K.W., Shek, K.W. (2005). "Influence of in-tunnel environment to in-bus air quality and thermal condition in Hong Kong". *Science of The Total Environment*. 347:1–3, 163–174.
- Nasrallah, H.A., Balling Jr., R.C., Madi, S.M., Al-Ansari, L. (2003). "Temporal variations in atmospheric CO₂ concentrations in Kuwait City, Kuwait with comparisons to Phoenix, Arizona, USA". *Environmental Pollution*, 121:2, 301-305.
- Permentier, K., Vercammen, S., Soetaert, S., Schellemans, C. (2017). "Carbon dioxide poisoning: a literature review of an often forgotten cause of intoxication in the emergency department". *International Journal of Emergency Medicine*, 10:1, 14.
- Rogers, H.H., Runion, G.B., Prior, S.A., Torbert, H.A. (1999). "Response of Plants to Elevated Atmospheric CO₂: Root Growth, Mineral Nutrition, and Soil Carbon".

Carbon Dioxide and Environmental Stress. (215-244). Newyork: Academic Press.

Satish, U., Mendell, M.J., Shekhar, K., Hotchi, T., Sullivan, D., Streufert, S., Fisk, W.J. (2012). "Is CO₂ an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO₂ concentrations on human decision-making performance". *Environmental Health Perspectives*. 120:12, 1671-1677.

Soegaard, H., Moller-Jensen, L. (2003). "Towards a spatial CO₂ budget of a metropolitan region based on textural image classification and flux measurements". *Remote Sensing of Environment*. 87:2-3, 283-294.

Tezcan, A., Atılgan, A., Öz, H. (2011). "Seralarda karbondioksit düzeyi, karbondioksit gübrelemesi ve olası etkileri". *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6:1, 44-51.

Umezawa, T., Matsueda, H., Oda, T., Higuchi, K., Sawa, Y., Machida, T., Niwa, Y., Maksyutov, S. (2020). "Statistical characterization of urban CO₂ emission signals observed by commercial airliner measurements". *Sci Rep*. 10:7963, 1-9.

Velasco, E., Pressley, S., Allwine, E., Westberg, H., Lamb, B. (2005). "Measurements of CO₂ fluxes from the Mexico City urban landscape". *Atmospheric Environment*. 39:38, 7433-7446.

Wargocki, P., Porras-Salazar, J.A., Contreras-Espinoza, S., Bahnfleth, W. (2020). "The relationships between classroom air quality and children's performance in school". *Build Environ*. 173, 106749.

Widory, D., Javoy, M. (2003). "The carbon isotope composition of atmospheric CO₂ in Paris". *Earth and Planetary Science Letters*. 215:1-2, 289-298.

Yan-chun, C. (2014). "The Higher the Place, the Stronger the Wind?" *Hong Kong Observatory*. <https://www.hko.gov.hk/en/education/weather/wind-and-pressure/00449-the-higher-the-place-the-stronger-the-wind.html> (December 2014 - Son Erişim Tarihi: 17.03.2023).

Yılmaz, İ., Yılmaz, Ö., Gökçekeş, H., (1999). "Practical engineering approaches to mitigate earthquake disasters". *Proceedings of the International Conference on Earthquake Hazard and Risk in the Mediterranean Region*, by Near East University, Nicosia, North Cyprus, October 18-22 '99, pp. 409-416.

Yılmaz, İ. (2002). *Deprem Sorununa Kalıcı Çözüm*. İstanbul: Kaynak Yayınları, 104 s.

Yılmaz, İ., Yılmaz, Ö. (2002). "Earthquake zones can be used as natural resources: Turkey". *International Environmental Conference on Environmental Problems of the Mediterranean Region*. Near East University, Nicosia, North Cyprus, 12-15 April, p. 412.

Yılmaz, İ., Yılmaz, O., Özvan, A., Biçek, C. (2004). "Why the earthquake disasters occur only in fertile soil grounds?: Turkey". *Proceedings of the 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*. Thessaloniki, Greece, 14-20 April 2004, pp. 667-669.

Yilmazer, O., Yilmazer, I., Leventeli, Y. (2020). "The Importance of Effective Land Use Planning for Reduction in Earthquake Catastrophe". *Arabian Journal of Geosciences*. 13, 1-7.

Yilmazer, O., Kırkayak, Y., Yilmazer, I. (2021). "A Practical and Effective Solution to Earthquake (EQ) Catastrophe". *International Journal of Geotechnical Earthquake Engineering*. 12:2, 1-17.

Yilmazer, İ., Yilmazer, Ö., Leventeli, Y. (2022). "Depremler Kayada Yıkılmaz ve Ovalar Stratejik Ürün Kaynağıdır". *Geosound*. 55:1, 165-189.

Zimnoch, M., Florkowski, T., Necki, J.M., Neubert, R.E.M. (2004). "Diurnal variability of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of atmospheric CO_2 in the urban atmosphere of Krakow, Poland". *Isotopes in Environmental and Health Studies*. 40:2, 129-143.