

Atmosferik Ozon ve Karbondioksitin Hayvan Sağlığı Üzerindeki Etkisi

Yaęmur Özal^{1*}

¹ Veteriner Fakültesi, Yakın Doęu Üniversitesi, Lefkoęa, KKTC

*Sorumlu Yazar, E-posta: 20200266@std.neu.edu.tr

Editör: Serkan Sayiner, Biyokimya Anabilim Dalı, Veteriner Fakültesi, Yakın Doęu Üniversitesi, Lefkoęa, KKTC

ÖZ

Gezegendeki tüm canlılar için güneş enerjisi gereklidir. İklim değişikliği, küresel ısınma, gaz emisyonları ve sera etkisi, güneş ışınlarına aracılık eden atmosferi değiştirmektedir. Atmosfer canlı yaşamı için hayati önem arz eder. Ozon tabakasını değiştiren etkenlerden ultraviyole (UV) radyasyonunun Dünya yüzeyine daha doğrudan girmesine yol açmaktadır. Doğrudan güneş ışınımı alan ortamlar ve hayvan türleri etkilenmiş, sonuç olarak değişmiştir. Güneş ışınlarına aşırı maruz kalma konusunda canlı hayvan türleri savunmasız durumdadır.

Anahtar kelimeler: Hayvan Sağlığı, Karbondioksit, Ozon, Ultraviyole radyasyon

Giriş

HAVA NEDİR: Dünya'nın atmosferi yerçekimi tarafından tutulan gaz tabakasıdır. Dünya atmosferi, Dünya yüzeyinde sıvı suyun var olmasını sağlayan basıncı oluşturur, ultraviyole güneş radyasyonunu emerek, yüzeyi ısı tutma yoluyla ısıtarak (sera etkisi) ve gündüz ve gece arasındaki aşırı sıcaklıkları (günlük sıcaklık) azaltarak Dünya üzerindeki yaşamı korur.

OKSİJEN NEDİR: Oksijen, O sembolü ve atom numarası 8 olan kimyasal elementtir. Periyodik tablodaki kalkojen grubunun bir üyesidir ve diğer bileşiklerin yanı sıra çoğu elementle kolayca oksit oluşturan bir oksitleyici ajandır. Hidrojen ve helyumdan sonra oksijen, kütlece evrende en çok bulunan üçüncü elementtir. Fotosentez sırasında bitkiler tarafından üretilen havanın önemli bir bileşenidir ve hayvanların solunumu için gereklidir.

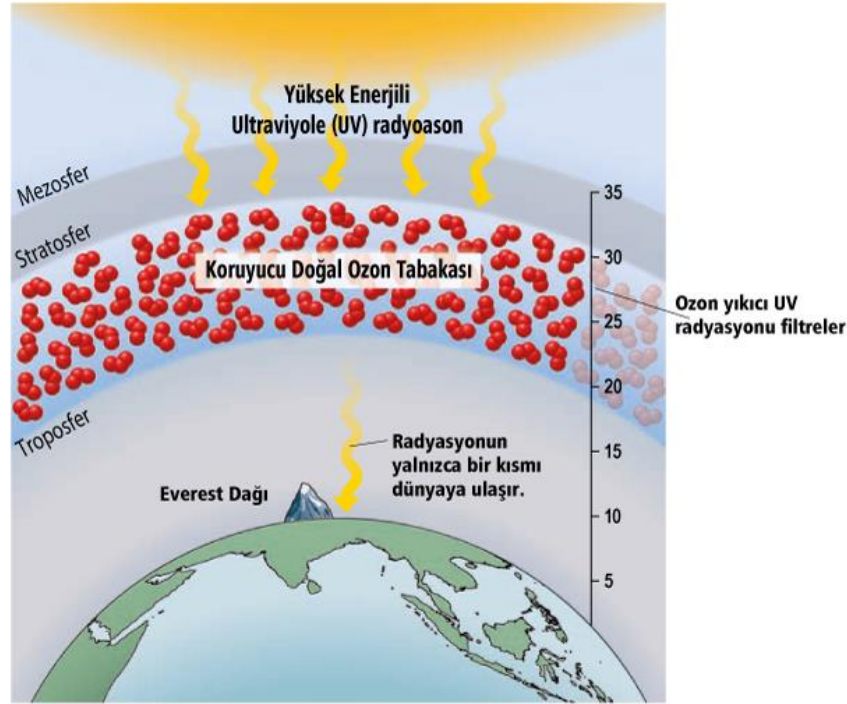
Atmosferik ozon nedir?

Atmosfer dünyayı saran çeşitli birçok gazlar ile su buharından oluşan ve dünyaya uzaydan ulaşan güneş rüzgarları artı güneş ışınımlarından koruyan tabakadır (Anonim 5, 2020). Ozon (O_3) gazı kokusuz renksiz bir gaz olup 3 oksijen atomundan oluşan oksijenin (O) kimyasal olarak benzeridir denebilir. Ozon tabakası diğer bir deyişle ozonosfer olarak da adlandırılabilir (Figür 1) (Çelik, 2019). Ayrıca hayat zincirindeki önemli elementlerden biri olan azotun da kaynağıdır. Oksijen ozondan daha karardır. Dünya yüzeyinin yaklaşık 50 km yukarısında meydana gelir ve zararlı radyasyonu uzaya geri yansır. Ham maddesi oksijen olan ozon depolanamayan ve stoklama imkânı olmayan tek gazdır (Saucedo ve ark., 2019).

Ozon tabakası nasıl oluşur?

Havada serbest oksijen bulunmamasından ötürü ilk canlılar oksijene ihtiyaç duymayan canlılardı. Daha sonra canlıların suyla, karbondioksitle glikoz ve oksijen üretmeleri serbest oksijen birikimi stratosfer tabakasında başladı. Ultraviyole (UV-Mor ötesi) ışınları oksijen molekülleriyle etkileşime girerek oksijen molekülünü iki atoma ayırdı ve oksijen atomları oksijen molekülleriyle birleşip ozon katmanını oluşturdu (Figür 2). Atmosferi oluşturan ince bir tabaka halinde bulunan ozon tabakası, Stratosferik "iyi ozon" ve troposferik "kötü ozon" olarak 2 kısma bölünür. Ozonu oluşturan ve yıkımına neden olan olayların dengesine bağlıdır. Bu dengedeki bozulma, yeryüzünde ki hayatı çok derinden sarsacak biçimde etkiler. Yeryüzünün sıcaklığının aynı kalabilmesi soğrulan ışık ile yayınıma uğrayan ışık oranının korunmasına bağlıdır. Soluduğumuz havada oksijen içerisinde, troposferik ozon (kötü ozon)

artmaktadır. Ayrıca koruyucu ozon tabakamız içerisinde stratosferik ozon (iyi ozon) azalmaktadır (Anonim 1, 2007).

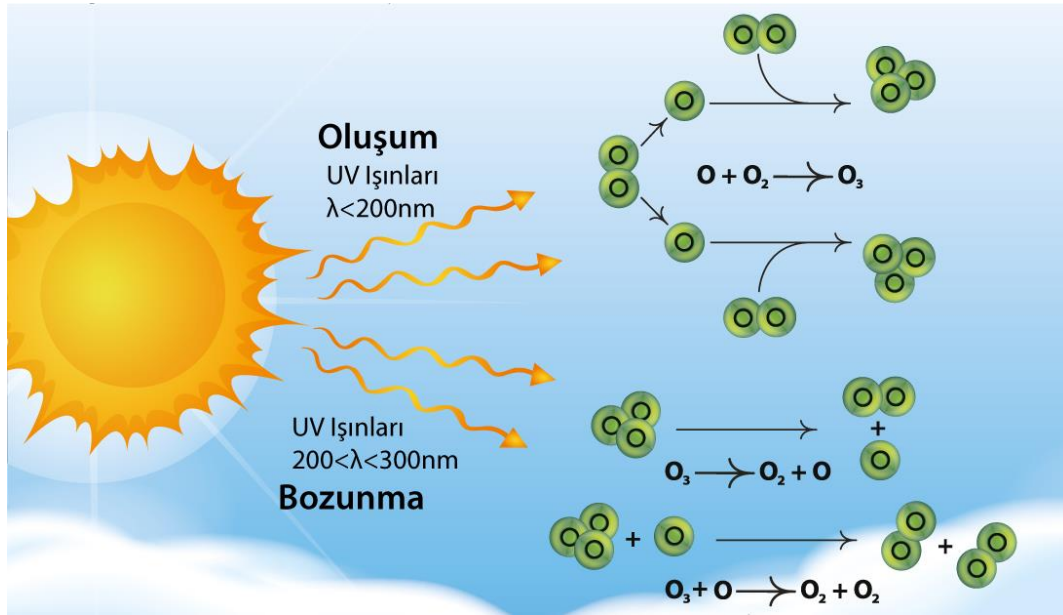


Figür 1. Üst atmosferde ozonun görevi (Smith, 2012)

Ozon tabakasının önemi

Ozon tabakası, dünyaya gelen güneş ışınlarını engelleyen tabakadır. Güneş radyasyonunun tüm spektrumundan yalnızca görünür ışık, kızılötesi ve ultraviyole spektrumunun bir kısmı gezegenin yüzeyine ulaşır ve kalan dalga boyları stratosferik ozon tarafından durdurulur. Kısacası ozon tabakası zararlı güneş ışınlarından yer yüzünü koruyan ve güneşin yaydığı zararlı UV radyasyonunu (UV-A, UV-B, UV-C) soğurmaktadır (Saucedo ve ark., 2019). UV güneş radyasyonu, yüzey birim başına UV güneş enerjisinin gücü olarak tanımlanır. Ozon tabakası az da olsa dejenere olursa UV-C zararlı etkilere neden olabilir. Hem UV-A hem de UV-B spektrumları dünya yüzeyine ulaşır ve bunlara maruz kalma cilt kanseri gelişimi, nükleik asitlerde bozunma, epidermiste görülen yanıkların neden olduğu çeşitli cilt neoplazmalarıyla doğrudan ilişkilidir. UV ışınları sadece sağlığımızı etkilemekle kalmaz çevre üzerine de olumsuz etki yapabilir (Saucedo ve ark., 2019). Tarımsal üretimi azaltabilir, ayrıca deniz besin zincirini bozarak balık nüfusunu etkileyebilmektedir. Ozon bilinen yüksek oksidasyon mikrop öldürücü dezenfektanlara göre güçlü ve koku gidericidir. Hızlıca oksijene parçalanabilir ve kalıntı bırakmaz. Bu sebeple gıda ve kimya endüstrisi gibi birçok alanda kullanılır (Çelik,

2019). Gaz ve sıvı şekilde bulunabilir. Örneğin mikrobiyal faaliyetleri engellemek, tavuk etinde ve kesimhanesinin sterilizasyonu gibi alanlarda kullanılabilir. Buna ek olarak yemlerde haşere ile mikrobiyal faaliyetlere yönelik dezenfektan şeklinde kullanılmaktadır (Remondino ve Valdenassi 2018). Ozon, gezegende bildiğimiz şekliyle yaşamı korumak için gereklidir, çünkü yaşam formlarını hem kara hem de deniz hayvanlarında önemli bir fiziksel kanserojen olan UV radyasyonundan korumaktadır (Saucedo ve ark., 2019).



Figür 2. Ozonun oluşumu. Bir Oksijen molekülü dalga boyu 200 nanometreden (metrenin milyarda biri) daha kısa olan bir ışık fotonunu soğurduğunda, enerji molekülü iki Oksijen atomuna böler. Bu atomlardan biri, bir Ozon molekülü oluşturmak için başka bir Oksijen molekülü ile reaksiyona girebilir. Güneşin yüksek enerjili UV ışığının (UV-B ve UV-C) %98'e kadarı, atmosferik ozonun tahribatı ve oluşumu tarafından soğrulur. Ozon ve oksijen arasındaki küresel değişim günlük 300 milyon ton civarındadır (Graedel ve Crutzen, 1993).

Karbondioksit nedir?

Karbondioksit (CO_2), molekül yapısı kovalent bağlı olup bir karbon ve iki oksijen atomundan oluşur. Normal kokusuz gaz halinde olan bileşiğin adıdır. Karbon besin maddelerin metabolize edilmesi sonucu açığa çıkan bir son üründür. Solunumda ki yeri hayati açıdan oldukça önemlidir (Pirce, 2020).

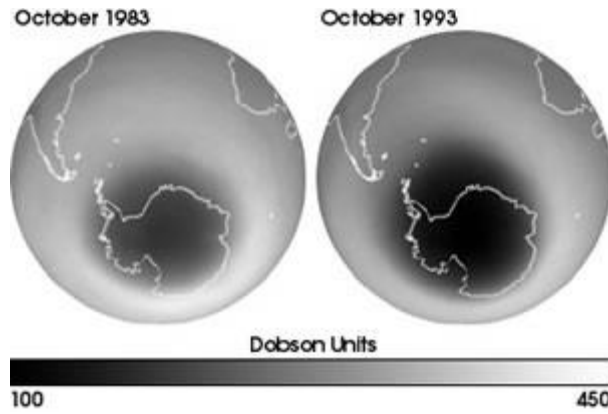
Hayvanlarda karbondioksitin önemi

Enerji akışı güneş kaynağından başlayarak fotosentez ile besin aracılığıyla üreticiler, otçullardan etçillere doğru tek yönlü olarak ilerler. Mevsimsel ve bölgesel olarak ozon tükenmesi enlem ve yıla göre değişir. Bu nedenle ozon tabakasının kutuplarda daha kalın olması ile tropiklerde daha ince olması şanstır (Anonim 5, 2020).

Karbondioksitin ana kaynağı; hayvan barınaklarında oluşan, çalışanların ve hayvanların solunumlarıdır. Organik maddelerin mikrobiyal şekilde parçalanması sonucu karbondioksit aerobik veya anaerobik olarak ortaya çıkabilir. Aerobik etkiler altında karbondioksit ile su son üründür ve karbon tamamen karbondioksit olarak çevreye dağılabilmektedir (Kılıç ve Şimşek, 2009). Metan ile birlikte organik maddenin mikrobiyal parçalanması sonucunda karbondioksit anaerobik etkiler altında ortaya çıkar. Bu şartlar altında, içerisinde oksijen bulunan karmaşık organik maddelerin olduğu reaksiyonlarda parçalanmanın ek-yan ürünü olarak oluşmaktadır. Tarım alanlarına hayvansal gübrenin uygulanması sonucu gübredeki organik maddeler toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak karbondioksit ortaya çıkmaktadır. Karbondioksit miktarının iç ortamda fazlaca bulunması çalışanlara ve hayvanlara zarar vermektedir. Özellikle karbondioksit kış mevsiminde yüksek düzeylere çıkabilmektedir (Çelik, 2019).

Ozonun tabakasının delinmesinin yeryüzüne etkileri

Ozon deliği bir incelmedir, gerçek delik değildir. Havaya salınan kimyasallar ozon tabakasına zarar vermektedir. Ozon tükenmesi sonucu ile ilgili olarak dünyaya ulaşan ek UV-B radyasyon, en sıradan tek hücreli bitkilerden böceklere, kuşlara, balıklara ve memeli hayvanlara kadar insanlar da dahil olmak üzere bütün canlılar üzerinde olumsuz bir etkendir (Anonim 3, 2017). Antarktika'da ozon etkisi ise; oluşan kutupsal stratosferik bulutlar Dünya'nın şiddetli geçirdiği kış mevsimlerinde stratosfer, çok düşük derecelere kadar inerek soğuması ile oluşur. Bu sebeple kutupsal kimyasal olayın kutupsal stratosferik bulut parçaları üzerinde gerçekleşmesiyle, Antarktika ile Arktik bölge üzerinde bulunan ozon yoğunluğunu, büyük oranda azalttığı görülmüştür. Bu sebeple bilim insanları, Antarktika da gerçekleşen ozon kaybına, Antartik ozon deliği demişlerdir (Figür 2) (Anonim 1, 2007).



Figür 3. Antarktika ozon deliği (Anonim 1, 2007)

Atmosferdeki karbon miktarını etkileyen faktörler

Atmosferde karbondioksit oluşum nedenleri

- Yangınlar sonucu meydana gelir (orman yangınları vb.)
- Solunumla atmosfere yayılır.
- Volkanik patlamalar sonucu oluşur.
- Karbonatlı kayalar ve çözünen kireç taşları ile karbondioksit açığa çıkar.
- Hava ile su arasındaki çift yönlü hareket su yüzeyinde karbondioksit alışverişini sağlar.
- Ölen hayvanların çürümesi sonucu karbondioksit serbest kalır.

Atmosferde karbondioksit azalması nedenleri

- Kemosentezde, kemosentezik bakteriler glikoz üretiminde kullanılır.
- Fotosentez için yeşil bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından kullanılır.
- Deniz canlılarının kabuk oluşumunda kullanılır.
- Karbonatlı kayaç içerisinde deniz hayvanlarının ölümü sonucu karbondioksit depo edilir.
- Atmosferin yapısında bulunan karbondioksitin çözünerek suya geçmesinde.
- Basıncın etkisi ile ölen canlılarda bulunan karbondioksit zaman için de fosil yakıtta dönüşür (Anonim 5, 2020).

Güneş radyasyonu, gezegendeki yaşamı etkileyen ana çevresel faktörlerden biridir. Karasal ve sucul ekosistemlerin işleyişini fotobiyolojik süreçlerin (örneğin fotosentez, fotoperiyot,

fototropizmler) kontrolü yoluyla yönetir. Bunlar da sonuçta organizma dağılımını etkileyen sıcaklık, nem ve doğal döngüler (günlük, yıllık ve hidrik döngüler) gibi diğer çevresel faktörleri etkiler (Baiz ve ark., 2015). Bu, Dünya'da yaşamı mümkün kılar, ancak yüksek yoğunluklarda veya kısa dalga radyasyon oranı belirli sınırları aştığında ona zarar verebilir. Yüksek yoğunluklu radyasyon ve spektral bileşimdeki değişiklikler organizmalardaki önemli süreçleri etkileyebilir (Bornman ve ark., 2015).

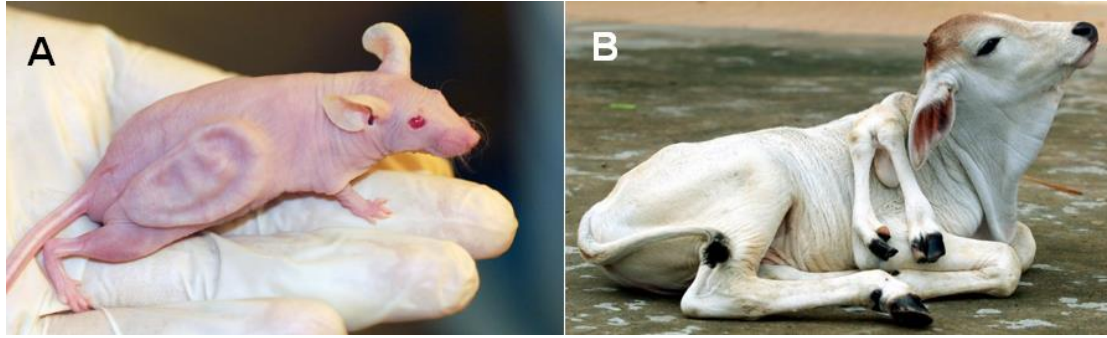
Dünya yüzeyine ulaşan radyasyonun miktarı ve kalitesi, belirli bir bölgede hem yayılan güneş enerjisine hem de atmosferik özelliklere bağlıdır. Deri, radyasyona, özellikle farklı dalga boylarındaki güneş radyasyonuna karşı koruma sağlar. Bu nedenle birçok hayvan türünde yüzeysel tabaka olan epidermis, radyasyonların daha derin dokulara nüfuz etmesini engelleyen pigmentler (melanin granülleri) üretir. Doğrudan güneş ışınlarına, buzdan ve kardan yansıyan dolaylı radyasyona maruz kalan yoğun ışıklı bir ortama adaptasyon olarak beyaz kürk ve siyah cilde sahip olan kutup ayısının derisi buna örnek verilebilir (Saucedo ve ark., 2019).

Deri, hayvan büyümesinde veya somatik vücut gelişiminde önemli bir rol oynar. Çünkü D vitamininin aktivasyon alanıdır. Güneş'ten gelen UV ışınları ile kolesterolden kolekalsiferole dönüştürülür. Kolekalsiferol dolaşım sistemine geri döner, karaciğere geçer ve son olarak böbreklerde parathormon (PTH) etkisi ile aktif vitamin D hormonuna (1,25-dihidroksikolekalsiferol) dönüşür. Bu hormon, kalsiyumun fakültatif emilimini uyararak bağırsak mukozasında hareket eder, böylece raşitizmi önler (Saucedo ve ark., 2019).

Güneş radyasyonu hayvanları nasıl etkiler?

Uzun süre güneş radyasyonu altında kalan, yüksek rakımlarda veya tropik bölgelerde yaşayan hayvanlarda epidermiste pigment eksikliğine, az tüylere sahip olma veya saç dökülmesine maruz kalma ve yüksek cilt hastalıkları riski altındadır (Targino ve ark., 2013). Bunun nedeni, UV ışınlarının, replikasyon ve transkripsiyonun engellenmesi gibi olumsuz etkilere neden olan siklobütan pirimidin dimerlerini, pirimidin ve pirimidinonu (6,4 PP) indükleyen hücre DNA'sına zarar vermesi, mutasyonlar, hücre döngüsünün durdurulması ve hücre ölümü görülür (Saucedo ve ark., 2019) (Figür 3). Bu faktörlerle ilişkili bir hastalık skuamöz hücreli karsinomdur. Epidermoid karsinom olarak da karşımıza çıkar. Esas olarak sığırlar türlerinde bulunan bu tümörler, özellikle gözlerde olmak üzere tamamı pigmentsiz beyaz tenli ırklarda en sık görülmektedir. Bu durum, bu cinslerde yaygın olan pembe göz olarak da bilinen göz kanserine bağlı ağır mali kayıplara neden olur. Kökeni genetikdir ancak UV'ye maruz kalma ile

ilişkilidir. Kedigiller ve köpekgiller de risk altındadır, ancak koyun ve domuzlarda nadirdir (Saucedo ve ark., 2019)



Figür 4. A. Pembe göz kanseri (Anonim 4, 2018) **B.** Mutasyona uğramış canlı (Anonim 6, 2018).

SIĞIRLARDA PEMBE GÖZ HASTALIĞI; Hastalık etkeni mikroorganizma çeşidi olan *Moraxella bovis* ' dir. Bir hayvandan başka bir hayvana sinekler aracılığıyla bulaşır. *Moraxella bovis* enfeksiyonları genellikle yazın görülür. Güneş ışığı hastalık etkeni olan mikroorganizmanın enzim aktivitesini artırır (Saucedo ve ark., 2019).

Ultraviyole radyasyonun hayvanlar üzerinde ki faydalı etkileri

Güneş radyasyonunun temel faydalarından biri, bazı homeotermik hayvanların metabolizma için uygun iç vücut sıcaklığını korumasına izin vermesidir. Bunun yanında D vitamini metabolizmasını sağlamaktır, aslında yetersiz maruz kalma D vitamini eksikliğine yol açabilir. Bu, kemik bakımında ve büyümenin düzenlenmesinde hayati bir işlev olan kalsiyumun (ve daha az ölçüde fosfor) emilimini, taşınmasını ve birikmesini kontrol etmek için günlük olarak üretildiğinden, kırık riskini artırarak iskelet sistemi üzerinde anında etkileri olabilir (Saucedo ve ark., 2019).

D vitamini ayrıca hormonal işleyiş, organ gelişimi ve embriyogenez için gereklidir. UV-B radyasyonu, D vitamini sentezinde yer alan fotokimyasal süreçler için gerekli olduğundan hayvan sağlığı için önemlidir. Başka bir deyişle, hayvanlar yeterli bir diyet alsalar ve optimum bir sıcaklıkta olsalar bile, D vitamini üretimi için gerekli radyasyon sağlanmadıysa birçok besini doğru bir şekilde birleştiremeyeceklerdir (Saucedo ve ark., 2019).

UV, kuşlar, balıklar, böcekler, örümcekler ve diğer taksonlarda eş seçimi ve gıda kaynaklarının konumu dahil olmak üzere kritik yaşam süreçleri için çok çeşitli omurgasızlar ve omurgalılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı omurgasızlar, doğal koşullar altında özellikle UV-B radyasyonunu tespit edebilir ve bunlara yanıt verebilir (Bornman ve ark., 2015).

Küresel ısınmayla beraberinde gelen sorunları belirtirsek; Küresel ısınmanın en belirgin etkileri kutuplarda görülmektedir. Bu soruna bağlı olarak yaşamlarını sürdüren su altı diatomları, ayıbalıkları, kutup ayıları ve mors gibi canlılar için sorun yaratacaktır. Ayrıca, buzulların erimesiyle meydana gelecek deniz suyu seviyesindeki yükselmeler taşkınlara, erozyona ve artan sediment taşınımına neden olacaktır. Küresel ısınma yaban hayatını da olumsuz etkilemektedir (Bornman ve ark., 2015).

Çevre kirlenmesini iki tipe ayırabiliriz;

Birinci tip kirlenme: Kendi kendine ya da biyolojik olarak zararsız hale gelen maddelerin oluşturduğu kirliliktir. Hayvanların dışkıları, besin artıkları, bitki kalıntıları ve hayvan ölüleri gibi maddeler birinci tip kirlenmeyi oluşturur. Kısa süre de kolayca yok olan maddelere ortaya çıkardığı kirliliğe geçici kirlilik denir.

İkinci tip kirlenme: Kendi kendine ya da biyolojik olarak kaybolmayan çok uzun yıllar içinde yok olan maddeler sonucu oluşan kirliliktir. Neden olan materyaller; deterjan, plastik, radyasyon, böcek öldürücüler, tarım ilaçları vb. ikinci tip kirlenmedir. Bitkilerin ve hayvanların vücuduna da katılan ikinci kirlenme diğer bir deyişle kalıcı kirlenme besin zincirinin en son halkası olan insanların yaşamını da tehlikeye sokmaktadır (Anonim 2, 2017).

Ozonun mikotoksinlere olan etkisi

Yem hammaddeleri, yetiştirme, hasat, işleme ve depolama sırasında herhangi bir zamanda bakteri ve mantarlarla kirlenebilirler. Mikotoksinler, toksik etki gösteren bazı küf mantarları tarafından üretilmekle birlikte, insan ve hayvanlar tarafından alındıkları zaman, latent, kronik veya akut zehirlenmelere yol açan kimyasal maddeler veya metabolitlerdir (Çelik, 2019).

Kanatlı yemlerindeki mikrobiyal faaliyetler nedeniyle oluşan küf ve mantar kontaminasyonları, yemin kalitatif ve kantitatif kalitesini belirleyen en önemli konulardan biridir. Mikrobiyal kontaminasyon, kuru madde ve besin maddelerinin azaltılması, küflü veya ekşi kokulara neden

olması ve yemlerin topaklanması gibi sayısız yolla da yem kalitesini olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Yem ve gıdaların yüzeylerinde veya tamamına kontamine olan mikroorganizmalar, ürünlerin besin kalitesini bozar ve ayrıca insan ve hayvan sağlığı için tehlikeli olan metabolitler (mikotoksinler) üretir. Bunların kanserojen ve immünoşüpresif özellikler gösterdiği ve hem insanlarda hem de hayvanlarda çeşitli fizyolojik bozukluklara neden olduğu bilinmektedir (Çelik, 2019).

Kanatlı hayvanların mikotoksinlere maruz bırakılması, öncelikle kontamine mısır, tahıl veya diğer yem bileşenlerinin tüketilmesi ile oluşur. Biyolojik ve kimyasal koruma, yemin işlenmesi ve depolamadaki koruyucu önlemlere rağmen, mikotoksin kontaminasyonu yemdeki varlığını devam ettirerek, yem endüstrisi için hala ciddi bir sorun olmaya ve yem tedarik güvenliği için süregelen bir risk oluşturmaya devam etmektedir (Çelik, 2019).

Yemlerde mikotoksinleri etkisiz hale getirmek ve mantar kontaminasyonunu ortadan kaldırmadaki etkinlikleri ile bağlantılı olarak çeşitli kimyasal işlemler incelenmiştir. Bununla birlikte, kullanılan bu kimyasalların çoğu, toksik kalıntı bırakmalarının yanı sıra kanserojen özelliklere sahiptir (Çelik, 2019).

Ozon, mantar büyümesini kontrol etmek ve mikotoksin bulaşmasını azaltmak için etkili bir şekilde kullanılabilir (Çelik, 2019).

Sonuç

Bu yazıda atmosferik ozonun hayvanlar üzerinde ve dünya üzerinde olan büyük ve etkili nedenlerini açıklamaya; karbondioksitin yaşamımız ve hayvan sağlığı için fark edilmese de ne kadar önem arz ettiğini vurgulamaya çalıştım. Ek olarak yapılan çalışmalar doğrultusunda, hayvan barınaklarının başta olan kirletici gazları ile birlikte, partiküler madde, uçucu organik bileşikler ve endotoksinler vb. gibi birçok farklı konularda kirleticilerin atmosfere salındığı da gösterilmiştir. Hayvansal üretim birtakım kirleticilerin temel kaynağını oluşturmaktadır.

Kaynaklar

- Anonim 1, 2007. <http://www.yaklasansaat.com>. 2007. Ozon tabakasının oluşumu ve yıkımı. http://www.yaklasansaat.com/dunyamiz/kuresel_isinma/ozon2.asp (Erişim 16.11.2020).
- Anonim 2, 2017. Çevre kirliliği ve geri dönüşüm. <https://azkurs.org/cevre-kimyasi.html> (Erişim 17.11.2020).
- Anonim 3, 2017. <https://www.sabah.com.tr>. 2017. Ozon nedir? ozon tabakası neden delinir? <https://www.sabah.com.tr/egitim/2017/01/24/ozon-nedir-ozon-tabakasi-neden-delinir> (Erişim 17.11.2020).
- Anonim 4, 2018. <https://52haftabilim.medium.com>. 2018. <https://52haftabilim.medium.com/52-hafta-bilim-6-hafta-doku-muhendisliginin-tarihi-ozeti-9f520188b24b> (Erişim 17.11.2020).
- Anonim 5, 2020. Karbon Döngüsü Nedir? <https://www.semtrio.com/karbon-dongusu>. (Erişim 17.11.2020)
- Anonim 6, 2018. <https://geyikmi.com/cok-sasiracaginiz-mutasyona-ugramis-hayvanlar> (Erişim 16.11.2020).
- Baiz AF, McKenzie RL, Bernhard G, Aucamp PJ, Ilyas M, Madronich S, Tourpali K. 2015. Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation Photochem Photobiol. Sci, 14:19-52.
- Bornman JF, Barnes PW, Robinson SA, Ballaré CL, Flinte SD, Caldwell MM. 2015. Solar ultraviolet radiation and ozone depletion driven climate change: effects on terrestrial ecosystems. Photochem Photobiol, 14:88-100.
- Çelik O. 2019. Ozon uygulamasının, etlik piliç yemlerinin mikrobiyolojik özellikleri ve besin madde kompozisyonu üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Graedel TE, Crutzen PJ. 1993. Atmospheric Change: an Earth System Perspective. 2nd ed. Freeman, New York.
- Kılıç İ, Şimşek E. 2009. Hayvan barınaklarından kaynaklanan gaz emisyonları ve çevresel etkileri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, 14(2),151-160.
- Pirce S. 2020. Atmosferde oksijenin birikmesi organik karbonun saklanmasına bağlı. <https://www.atlasdergisi.com/kesfet/karbondioksit-nedir-karbondioksitin-kuresel-iklime-nasil-onemli-etkisi-olabilir.html>. (Erişim 15.11.2020)
- Remondino M, Valdenassi L. 2018. Different Uses of Ozone: Environmental and Corporate Sustainability. Literature Review and Case Study. Sustainability 2018, (10): 47-83.

- Saucedo MO, Rodriguez SHS, Flores CFA, Valenzuela RB, Luna MAL. 2019. Effects of ultraviolet radiolet (UV) in domestic animals. Review. Rev Mex Cienc Pecu, 10(2):416-432.
- Smith JG. 2010. Principles of General, Organic, & Biological Chemistry 1st ed. McGraw Hill.
- Sönmez Bi. 2019. Kapalı alanlardaki karbondioksit oranları sağlığa zararlı olabilir. <https://www.dunyahalleri.com/kapali-alanlardaki-karbondioksit-oranlari-sagliga-zararli-olabilir/>. (Erişim 14.11.2020)
- Targino J, Almeida S, Macedo E, Almeida BE, Santana de OR, Anjos FE, Ocampos PPM. 2013. Squamous cell carcinoma in the frontal region of the head in a goat. Acta Scient Vet, 41:4-8.