

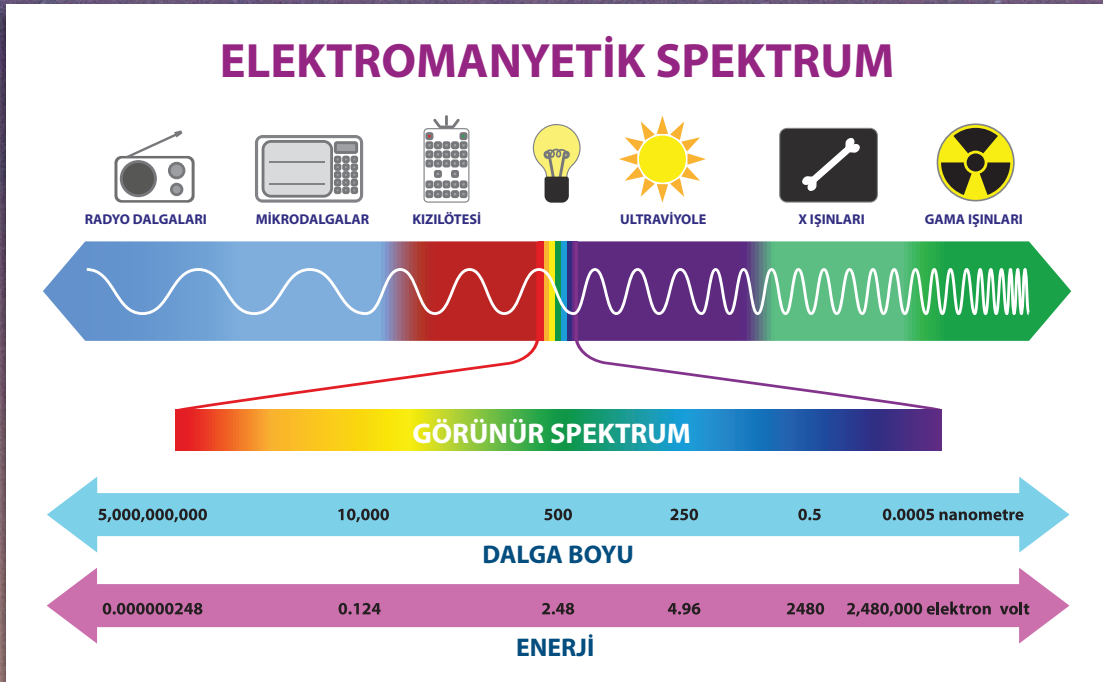
İŞIK KİRLİLİĞİ

Dr. Tuncay Özdemir [İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

Başınızı kaldırıp gökyüzüne baktığınızda en son ne zaman pırıl pırıl yıldızları ve gök adamızı gördünüz? Bu sorunun cevabı çok açık, şehir ışıklarından uzaklaşıp kırsal alana gittiğimizde.

Işık çağlar boyunca temelde korunma amaçlı kullanıldıktan sonra elektriğin günlük yaşantımıza girmesiyle; iletişim, sağlık ve tarım gibi birçok alanda insanlık yararına kullanılıyor olsa da özellikle gelişmişlik seviyesinin yükselmesi ve artan teknoloji ile birlikte artık ekolojik dengeyi ve sağlığımızı tehdit edecek bir kirlilik çeşidi hâline geldi.

Dünyaya gözümüzü açtığımız andan itibaren ilk tanıştığımız şeylerden birisidir ışık. Peki, aslında nedir ışık dediğimiz şey? Klasik tanımına göre ışık bir elektromanyetik dalgadır, yani elektrik ve manyetik alan bileşenlerine sahip, frekansı (saniyedeki titreşim sayısı) ile orantılı enerjisi olan bir dalgadır. Ancak aynı zamanda tanecik özelliği de gösterir, diğer bir deyişle ışık parçacık özellikleri de gösterir. Işık ışınları enerjisine göre elektromanyetik spektrum dediğimiz şematik yapıda yüksek enerjili gama ışınlarından görsel bölgeye, oradan da düşük enerjili radyo dalgaları bölgesine doğru farklı isimlerle sınıflandırılır. Bir madde ile etkileştiğinde onun atomlarından elektron koparabilecek kadar yüksek enerjili ışınlarla iyonlaştırıcı denirken daha düşük enerjili olanlara iyonlaştırıcı olmayan ışınım adı verilir.





Gece şehir ışıkları

Kirlilik kelimesi hâlihazırda günlük yaşantımızın bir parçası. Genel olarak doğada normal şartlarda olmaması gereken materyallerin bulunması ya da gerektiğinden fazla miktarda olması sonucu ekosistem dediğimiz ve içinde canlıların yaşadığı doğal yapıyı bozan etkilerin bütününe kirlilik diyoruz. Kirlilikler bozulmayı ortaya çıkaran etkiye bağlı olarak adlandırılır. Hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği gibi isimler verdiğimiz çevre kirliliği türlerine yakın zamanlarda elektromanyetik kirlilik ve ışık kirliliği gibi yeni kirlilik çeşitleri de eklendi.

Işığın yanlış zamanda, yanlış yerde, yanlış miktarda ve yanlış yönde kullanılmasına ışık kirliliği diyoruz. Endüstrileşmeyle birlikte uzayan çalışma saatleri elektrikle aydınlanmanın yolunu açtı. Günümüzde ise tüketim toplumu olmanın en büyük göstergelerinden biri olan yol aydınlatmaları ile bina aydınlatmalarındaki aşırılıkların yanı sıra reklam ve tanıtım ışıklandırmalarının etkisi yapay aydınlatmayı doğal yaşamı tehdit eder boyuta getirdi. Yapay aydınlatmanın ana kaynağı olan elektrik enerjisinin üretim teknikleri göz önüne alındığında aslında olayın sadece doğal yaşamın tehdidinden ibaret olmayıp başlı başına bir enerji sorunu olduğu da görülür. Nitekim yapılan çalışmalarda özellikle yerleşim birimleri büyürken artan nüfusa oranla ışık kirliliğinin çok daha büyük oranlarda arttığı ve bununla bağlantılı olarak elektrik tüketiminin de arttığı belirlenmiş. Elektrik enerjisinin üretiminde fosil yakıtların ne kadar büyük bir payı olduğu

düşünülürken aslında ışık kirliliği ile hava kirliliği arasında doğrudan bir ilişki bulunduğu da anlaşıyor.

Başlangıçta yaşam alanlarımızın güvenliğini sağlamak ve çalışma verimimizi arttırmak gibi faydalı işlevleri için kullanılmaya başlansa da zamanla artan reklam ve yanlış bina-yol aydınlatmaları yüzünden ışık kirliliği dediğimiz bir olgu ortaya çıktı. Işık kirliliği kendi içinde farklı sınıflara ayrılır.



Yanlış armatür seçimi sonucu ışığın yol açtığı etkiler.

Işık Kirliliği Çeşitleri

Gök parlaması: Gökyüzünün parlaklığındaki artış ve bu artışın şiddetine bağlı olarak gök cisimlerinin görünürlüğünün azalması olarak tanımlanabilir. Ay'ın evreleri ya da yıldızlar arası ortamdan gelen ışınım gibi doğal etkiler nedeniyle gökyüzünün parlaklığı zaman zaman değişse de



Gök parlaması

kirliliğe neden olan asıl etki yapay parlamadır. Yapay parlama, uygun şekilde yönlendirilmemiş ışıklar ya da kötü armatürler yüzünden gökyüzüne kaçan ve geri yansıyan ışınlar nedeniyle oluşur. Bu yüzden gök cisimlerinin birçoğunu göremeyiz. Bir şehre uzaktan bakıldığında gök parlaması kendisini şehrin üstünde belirgin bir kubbe şeklinde belli eder.

Bilindiği gibi gökyüzünün mavi görünmesi ve gökkuşağı gibi olaylar genellikle ışığın atmosferde bulunan moleküller ya da parçacıklar tarafından saçılması sonucu oluşur. Saçılma ışığın atmosferde aldığı yola bağlı olarak değişir. Yukarı doğru giden ışık ışınları az miktarda saçılırken yatay yönde yol alan ışınlar daha uzun yol katettiklerinden %90'lara varan oranlarda saçılır ve soğurulur. Bu yüzden yatay yönde saçılan ışınlar çok daha fazla ışık kirliliğine yol açar.

Aşırı aydınlatma ve ışık karmaşası: Gök parlamasına yol açan ana etkenlerden biri ışığın gereğinden çok daha fazla veya sık kullanılmasıdır. Özellikle park, bahçe ve yollarda güvenlik riskinin en az olduğu zamanlarda bile yanmaya devam eden kötü armatürlü lambalar, gereksiz yere aydınlatılmış binalar ve hatta tarihî ören yerleri aşırı aydınlatmanın ana nedenleridir. Yol ya da sokak boyunca çok sık veya düzensiz döşenmiş lambaların yanı sıra özellikle reklam amaçlı aydınlatılan panolar ve yapılar ışık karmaşasına yol açar. Bununla birlikte, dikkat çekmek için tasarlanan reklam panolarındaki parlak ve değişken ışıklar otayollardaki güvenliği de son derece tehdit eder.



Aşırı aydınlatma ve ışık karmaşası

Işık İhlali: Işığın istenmeyen yerde olması durumu ışık ihlalidir. Yaşam alanımıza istemimiz dışında giren ışık özellikle dinlenme saatlerimizin kalitesini büyük ölçüde düşürür. Işık ihlalinin başlıca sebebi dış aydınlatmada kullanılan armatürlerin ışığı yeterince iyi yönlendirememesidir. Işık ihlali sadece sokak ve bina aydınlatmaları kaynaklı olmayıp yan komşumuzun belki kendi güvenliğini ön plana alarak yerleştirdiği yanlış yönlendirilmiş bir ışık kaynağı yüzünden de gerçekleşebilir.



Işık kirliliğinin bileşenleri

Işık Kirliliğinin Olumsuz Etkileri

Doğal yaşama etkileri

Çevre kirliliğine neden olan ana etkenlerin birçoğunun aslında insanların hayatlarını kolaylaştırmak, iş ve üretimi gücünü arttırmak gibi amaçlar için kullanılmaya başlandığını görürüz. Hava kirliliği gibi bazı kirlilik çeşitlerini doğrudan fark etmek kolaydır ancak ışık kirliliğinin etkileri genellikle kısa vadede fark edilmez.

Aslında bu bakımdan ışık kirliliği daha tehlikeli bir kirlilik çeşididir. Işık kirliliğinin sonucu sadece yıldızlarla dolu bir gökyüzünden mahrum kalmak değil, doğal yaşama da doğrudan zarar vermektir.

Milyonlarca yıldır süregelen canlı yaşamı, Dünya'nın gece gündüz değişimi gibi ritmik düzenine göre hareket ettiğinden canlılarda biyolojik saat diyebileceğimiz ve sirkadiyen ritim olarak tanımlanan bir mekanizma bulunuyor. Uyuma, hormonal düzeylerin ayarlanması ve biyolojik onarım işlemleri gibi birçok işlem bu vücut saatimize ayarlıdır. Nobel ödüllü bilim insanımız Prof. Dr. Aziz Sancar ödülünü, biyolojik saatin DNA'ya etkisi ve bunun kanser tedavisinde kullanımına dair çalışmalarıyla almıştır. Benzer etki tüm canlılarda vardır ve gece gündüz farkı canlı yaşamında kritik önemi olan göç etme, üreme, yumurtadan çıkma ve avlanma süreçleri ile yakından ilgilidir. Eğer biz yapay aydınlatma ile canlıların algıladığı gece sürecini değiştirirsek onların biyolojik ritmini kesintiye uğratmış oluruz. Bu da genellikle canlı yaşamına ve doğaya ciddi hasarlar bırakır.

Hayvanlar âlemi açısından bakıldığında, Güneş'in günlük hareketi ve Ay'daki yüzey parlaklık değişimleri gibi doğal parlaklık değişimlerine adapte olmuş doğal canlı yaşamın hayati faaliyetlerinin birçoğu karanlık ortamlarda gerçekleşir. Amfibiler denilen ve hem karada hem suda yaşayabilen canlıların bir kısmı ışık değişimlerine o kadar hassastırlar ki ışık miktarındaki en küçük bir değişiklikten sonra bile gözlerinin ortamdaki ışığa alışması saatler sürebilir. Görme duyusundan uzun süreler mahrum kalmak bu canlıların avlanamamasına ve çoğu durumda üreyememesine yol açar.

Benzer bir durum kuşlar için de söz konusudur. Gece vakti çevreyi aşırı aydınlatmak özellikle göçmen kuşların yön bulma duyularını etkiler; bu da onların yanlış yönlenmesine, çoğu durumda yorgun düşmelerine ve daha kolay av olmalarına neden olur. Benzer şekilde, aydınlatılmış yüksek binalar nedeniyle kuşlar arasında yaralanma ve ölüm oranı çok yüksektir. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 100 milyondan fazla kuş aydınlatılmış binalara çarparak hayatını kaybediyor.

Karada olduğu kadar olmasa da yapay aydınlatmanın su yaşamı üzerindeki etkileri de çok büyüktür. Büyük yerleşim yerlerinin yarıdan fazlası ya kıyılarda ya da kıyıya yakın bölgededir. Besin zincirinin en altında kalan zooplanktonların ışığın durumuna göre dikey yönde aşağı- yukarı hareketleri ve zincirin üyelerinin de bu harekete uyması balıkçılar tarafından iyi bilindiğinden, karanlık olması gereken derin deniz bölgelerinin bile ışık kirliliği ile karşı karşıya kalması sonucunu doğurmuştur.



Çoğu Japonya, Tayvan, Çin ve İspanya'ya ait yaklaşık 300 balıkçı gemisi Arjantin kara sularına çok yakın bir bölgede mürekkep balığı avlıyor.

Deniz kaplumbağaları yumurtalarını kuma bırakır, yumurtadan çıkan yavrular da Ay'ın su üzerindeki yansımaları sayesinde denize yönelir. Kıyı şeritlerinde bulunan turizm amaçlı yapılardan kaynaklanan doğal olmayan ışıklar, bu yavruların deniz yerine kara içlerine doğru gitmesine neden olur, bu yüzden de deniz kaplumbağası popülasyonunu olumsuz yönde etkiler. Bizim çok küçük yaşlardan itibaren ışığa doğru uçtuğunu bildiğimiz bir diğer canlı türü ise güvedir. Bunlar da ışık etrafında dolanmakla harcadıkları enerji yüzünden normal yaşam döngülerinden uzaklaşır ve bu yüzden popülasyonları sürekli azalır.

Yırtıcıların çoğu gece avlandığından artan ışık miktarı onların avları tarafından daha kolay fark edilmesine yol açar. Hâlihazırda avlanma yetenekleri azalmış olan bu yırtıcıların çoğu artan ışık yüzünden aç kalır ve hayatını kaybeder.

Besin zinciri sürecindeki kırılmalar o döngüdeki tüm canlıları etkiler. Bunun en dikkat çekici örneklerinden biri Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Yellowstone parkında avcı kurtların yok olması sonucu geyik popülasyonunun artması ve sayısı artan geyiklerin bitki örtüsünü aşırı tüketmesi sonucunda doğal döngünün bozulmasıdır.

Bununla birlikte, biyoritim bitkiler için de geçerlidir. Bitkilerin gelişimleri sırasında bir süre ışık görmeleri ama daha sonra da ışıksız bir sürece maruz kalmaları doğal döngüleri açısından önemlidir. Bu fotoperiyodik dönem, bitkilerde durgunluk, yaprakların filizlenmesi, çiçeklenme ve yaprakların dökülmesi gibi süreçleri doğrudan etkiler.

İnsan sağlığına etkileri

Gece uzun süre ışığa maruz kalmak obeziteden depresyona, diyabetten bazı kanser çeşitlerine kadar çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir. Normalde karanlıkta gerçekleşmesi gereken biyolojik olaylar, maruz kalınan ışığın şiddeti yüzünden ya tamamen engelleniyor ya da çok az miktarda gerçekleşiyor. Hücre yenilenmesi, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, yaşlanma, kolesterol miktarı ve bunun gibi birçok mekanizmadan sorumlu olan melatonin hormonu ışığa duyarlı hücreler tarafından havanın kararmasıyla birlikte salgılanmaya başlar ve hormon salgı seviyesi gün ışması ile birlikte düşer. İnsan vücudunun ışığa maruz kalması bu hormonun salgılanmasına etki eder, bunun sonucunda uyku düzenimiz değişir ve sağlığımız bozulabilir.

Maruz kalınan ışığın miktarı kadar dalga boyu da önemlidir. İnsan vücudu özellikle mavi ışığa daha duyarlıdır. Günümüzde düşük enerji tüketimleri nedeniyle oldukça yaygın kullanıma sahip LED lambaların mavi dalga boyunda güçlü yayımları vardır. LED teknolojisi artık o kadar yaygınlaştı ki sürekli elimizde olan cep telefonlarımızın ekranlarından TV ve bilgisayar ekranlarınıza, hatta reklam panolarına kadar birçok cihazda LED

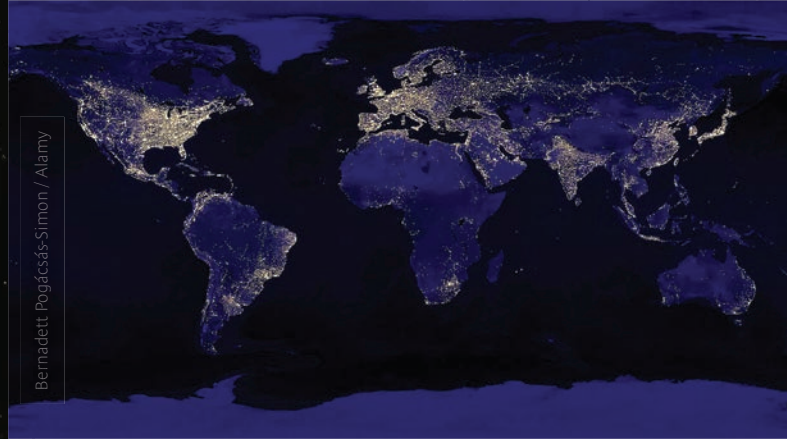
aydınlatma kullanılıyor. Bu da günlük olarak maruz kaldığımız mavi ışık miktarını büyük ölçüde artırıyor. Dolayısıyla sağlığımız da bu durumdan fazlasıyla etkileniyor.

Enerji israfı

Işışın gerekenden fazla ve yanlış yönde kullanılması sadece ışık kirliliğine yol açmakla kalmaz, aynı zamanda bu ışığı elde etmemizi sağlayan enerjinin de israf edilmesi demektir. Elektrik enerjisi elde etmek için günümüzde fosil yakıtlar yaygın olarak kullanılır. Dolayısıyla gereksiz yapay ışık; enerji israfının yanı sıra kullanılan fosil yakıt ve harcanan para gibi kaynakların da israf edilmesi ve hava kirliliği demektir. ABD'de bu şekilde boşa harcanan maddi kaynaklar yıllık yaklaşık 3,5 milyar dolardan fazladır. Ülkemizde yapılan çalışmalarda da bu rakamın epeyce yüksek olduğu biliniyor. Uygun aydınlatma armatürleri kullanılarak, gereksiz aydınlatmalardan kaçınarak ve gerekirse aydınlatma zamanlarını azaltarak bu kayıp çok daha düşük seviyelere çekilebilir.

Astronomiye etkileri

Yapay aydınlatmanın etkilediği bir başka süreç de astronomidir. Evreni incelemenin anahtarı oradan aldığımız ışınının taşıdığı bilgidir. Milyonlarca kilometre uzaklıktan gelen bu zayıf ışınım, gece yapay aydınlanmalar yüzünden ortaya çıkan ışık kirliliği



Gece Dünya'nın uzaydan görünümü

karmaşası içinde kaybolur. Bu yüzden gözlemvleri olabildiğince ışık kirliliğinden etkilenmeyecekleri bölgelere kurulur. Ancak gözlemvlerinin gezegenimizin çevresindeki yörüngelerinde dolanan Starlink uydularının yol açtığı ışık kirliliğinden kaçması neredeyse imkânsızdır. Parlama etkileri ile ışık kirliliğine yol açan ve güncel sayıları 4.000'i aşan bu uydular, ilk olarak 2019'da uzaya gönderilmeye başlanmıştı. Yeryüzündeki yüzlerce gözlemevi bu uydular yüzünden işlevselliğini yitirme tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Karanlık Gökyüzü Parkları

Yok olmayla karşı karşıya kalan türleri ve doğal park alanlarını korumaya almaya benzer şekilde, gece gökyüzümüzü korumak için de karanlık gökyüzü parkları vardır. İzin verilen yapay ışık miktarına göre bu parklar üç sınıfa ayrılır.

- 1- Karanlık gökyüzü koruma bölgelerinde yalnızca doğal aydınlatmaya yer vardır, hiçbir şekilde yapay aydınlatma bulunmaz.
- 2- Kentsel yıldız alanlarında yapay aydınlatma sıkı biçimde denetlenir. Bölge dışından gelen ışık kirliliği etkisi fark edilebilir olsa da korunan alan gökyüzü gözlemi için uygundur.
- 3- Gece koruma bölgelerinde yapay aydınlatma sıkı biçimde denetim altında olsa da ana hedef gece karanlığını korumaktır, astronomik gözleme uygunluk ön koşul değildir.

2001 yılında Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği kurulduktan sonra, ışık kirliliğinin etkilerini ortaya koyan çalışmalar hız kazandı. Ülkemizde TİKE (Türkiye'de Işık Kirliliğini Engelleme) çalışmaları kapsamında, özellikle gönüllü öğretmenlerin desteği ile SQM (Sky Quality Meter) cihazları kullanılarak yapılan ışık ölçümleri de dâhil olmak üzere birçok veriye isikkirliligi.org sitesinden erişilebiliyor.

Ayrıca, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde faaliyetlerini sürdüren kalkınma ajansları, Türkiye'de

karanlık gökyüzü parklarının yer alacağı alanların belirlenmesi ve bu parkların hizmete açılması çalışmalarını yürütmeye başladılar. Ülkemizdeki karanlık gökyüzü parklarının oluşturulması ile ilgili çalışmaları yakından takip ederek gelişmeleri sizlerle paylaşmaya devam edeceğiz.

İnsanlığın uzayda kolonileşeceği günler gelecekte mümkün olabilir ama hâlihazırda yer altı ve yer üstündeki kaynaklarını hızla tükettiğimiz Mavi Dünyamız bizim için yaşanılacak tek yerdir ve hatta yakın gelecekte alternatifi de yoktur. Bu yuvayı olabildiğince korumak onu kirleten canlı türü olarak yine bizim görevimizdir. Alınabilecek önlemler ile çevreye birçok olumsuz etkisi olan ışık kirliliğini azaltabiliriz. Toplum genelinde her birimiz ışık kirliliği konusunda bilinçlenerek ve harekete geçerek bir farkındalık oluşturabiliriz. Geceleri kendi evimizde, sokağımızda ve mahallemizde yanan ışıkları en aza indirerek bu konuda adım atmaya başlayabiliriz. ■



Kaynaklar

<https://light-efficientcommunities.com/>

"Light-Efficient Community Guide" Rod E. Mc Connell, 2022.

Bülent Aslan, Işığın Kirliliği: Işık Kirliliği, ADA Yayınları, 2018.

<https://www.darkskysociety.org/>

<https://www.darksky.org/>

<https://www.darksky.org/light-pollution/>

<http://www.isikkirliligi.org/>

<http://www.isikkirliligi.org/index.php/belgeler> (Işık kirliliği broşürü)