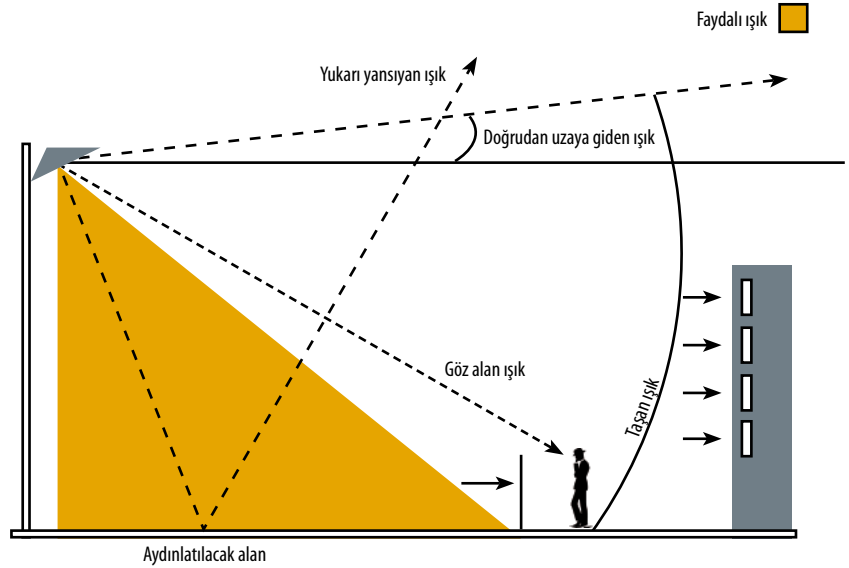


Biyolojik Zorunluluk: Karanlık

Cadde ışıkları, reklam tabelaları, binalardaki aydınlatmalar, bahçe ve park aydınlatmaları, güvenlik aydınlatmaları, spor ve eğlence alanlarının aydınlatılması, gece çalışılan iş yerlerindeki aydınlatmalar... Hepsi bir araya geldiğinde etkileyici, masum bir manzara gibi görünse de aslında karşımıza önemli çevre kirliliklerinden biri olan ışık kirliliği çıkıyor. Hava kirliliği kadar sıkça duymamış olsak da ışık kirliliği maalesef insan sağlığı, doğal hayat ve gökbilim çalışmaları açısından tehlike sinyalleri veriyor.

İnsan gözünün görebildiği ışık, elektromanyetik tayfın (400-700 nm) bir parçası olarak tanımlanıyor. Yerleşim yerlerindeki ışıklandırmalar o bölgede yaşayanların görsel ihtiyaçlarına göre tasarlanıyor. Ancak kötü tasarlanmış aydınlatma, uygun gölgeleme kullanılmaması, ışığın aydınlatılması amaçlanan alanın dışına yayılması, aydınlatılan yüzeylerden ışığın yansımaları, ışık kirliliğinin nedenlerinden sayılıyor.

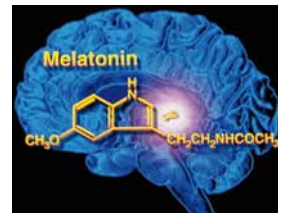
Uzmanlar, aydınlatma yapılırken ya da tasarlanırken ışığın parlaklığının, yönünün ve dalga boyunun göz önünde bulundurulması gerektiğine dikkat çekiyor. Aydınlatılması amaçlanan bölgelerin uygun ve doğru tasarımlar sayesinde gerektiği kadar aydınlatılması ışık kirliliğine alınacak önlemler arasında. Aynı zamanda ülke ekonomisi açısından da enerji tasarrufuna yönelik önemli bir adım olarak değerlendiriliyor.



Işıkları Kapatın: Melatonin Lazım!

Işık kirliliği insan sağlığına, doğal hayata ve gökbilim çalışmalarına olumsuz etkisi nedeniyle gelişmiş ülkelerin önemli çevre sorunlarından biri olarak biliniyor. Ancak ışığın sağlığımız için bir tehdit oluşturduğu ve karanlığın sağlığımız için gerekli olduğu kaçımızın aklından geçmiştir acaba? Gerçekten vücudumuz, biyolojik saatinin kusursuz işlemesi için karanlığa ihtiyaç duyuyor. Yirmi dört saatlik gece-gündüz ritimi, diğer adıyla sirkadiyan ritim beynin hipotalamus bölgesindeki suprakiazmatik çekirdekte bulunan bir grup hücrenin biyolojik saati düzenlemesiyle sağlanıyor. Örneğin karanlığın biyokimyasal tanımlayıcısı olarak bilinen ve epifiz bezi tarafından salgılanan melatonin hormonunun üretilmesi de suprakiazmatik çekirdeğin kontrolünde gerçekleşiyor. Melatonin hormonunun üretilmesi için karanlığa ihtiyaç duyuluyor. Karanlığın çökmesiyle başlayan üretim gece en yüksek seviyeye ulaşıyor, sabahın olmasıyla da melatonin üretimi sonlanıyor ve vücudumuzdaki melatonin düzeyi düşüyor.

The Institution of Lighting Engineers, ILE Guidance Notes For the Reduction of Light Pollution, 2000.



Işık Kirliliğinden Doğal Hayat da Nasibini Alıyor

Kimyasal kirliliğin ve gürültü kirliliğinin ekosistem üzerindeki güçlü etkileri biliniyor. Fakat ışık kirliliğinin doğal hayattaki canlı popülasyonları üzerindeki çok da farkında olmadığımız etkileri ve sonuçları aslında dikkate alınması gereken diğer bir nokta. Doğal hayattaki pek çok canlının yön bulma duygularını zayıflatan, rekabet etkileşimlerini, av-avcı ilişkilerini değiştiren ışık kirliliği özellikle gece aktif olan hayvanlarda ölümcül sonuçlara neden oluyor. Örneğin her yıl milyonlarca böcek cadde lambalarına çarparak ölüyor. Göçmen kuşlar yapay gece aydınlatmaları nedeniyle yönlerini şaşırarak, aydınlatılmış yüksek binalara çarpıyor. Bu nedenle bazı ülkelerde kuşların göç dönemlerinde yüksek binaların ışıklarının kapatılması yönünde kurallar uygulanıyor. Yumurtadan çıkan deniz kaplumbağaları sahillerdeki yapay gece aydınlatmaları nedeniyle deniz yerine bu ışıklara doğru ilerledikleri için denize ulaşamayıp ölüyor.

Melatonin, temel aminoasitlerden olan triptofandan sentezlenerek hemen kan damar sistemine ve beyin omurilik sıvısına karışıyor. Gece karanlıkta artan melatonin seviyesi suprakiazmatik çekirdek için biyolojik zamanlama sinyali gibi görev yapıyor. Yani tüm hücrelere, dokulara ve organlara günün zamanıyla ilgili bilgi veriyor. Hatta sadece biyolojik bir saat gibi değil aynı zamanda organizmaya mevsimsel değişikliklere bağlı olarak gün uzunluğuyla ilgili bilgi vererek bir tür biyolojik takvim gibi de görev yapıyor. Melatonin uyku-uyanıklık döngüsünü düzenlemesinin yanı sıra, kanser gelişimini ve yayılmasını önlemede, antioksidan ve serbest radikal tutucu olarak rol oynuyor. Uykusuzluk ve yüksek tansiyon tedavisinde kullanılmasının yanı sıra kanser tedavisinde de alternatif tedavi yöntemi olarak kullanılıyor.

Melatonin Eksikliği, Kansere Davetiye

Günümüz modern toplumlarında çalışma saatlerinin uzaması, sosyal hayat ve eğlence ortamlarındaki, cadde ve sokaklardaki doğru olmayan ve yoğun aydınlatma nedeniyle pek çok kişi uzun süre ışığa maruz kalıyor. Bilim insanları ise bu durumun melatonin hormonunun üretimi üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğu konusunda hemfikir.

Özellikle endüstrileşmiş ülkelerde işgücünün % 20'sini vardiyalı çalışan kişiler oluşturuyor. Vardiyalı çalışan kişilerin iş sorunlarından biri de, çalışma saatlerinden dolayı sirkadiyan ritimlerinin bozulması. Bu nedenle, melatonin üretimi ve uzun süre ışığa maruz kalma arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalarda, özellikle vardiyalı çalışan insanların melatonin düzeyleri araştırılıyor. Sonuçlara göre bu kişilerde de kalp damar hastalıklarının, sindirim sistemi hastalıklarının ve psikolojik sorunların yanı sıra meme, prostat, bağırsak ve rahim kanseri riski önemli derecede yükseliyor.

Gece aydınlatması güvelerin ve gece aktif olan başka böceklerin de becerilerini kısıtlıyor. Geceleri çiçek açmaları güvelerle tozlaşmalarına bağlı bitkiler ve çiçekler de gece aydınlatmasından nasibini alıyor. Bu da bitkilerin çoğalmasını engelliyor ve uzun dönemde de ekosistemde değişiklikler meydana gelmesine neden oluyor. Ayrıca bitkilerin gerektiği gibi büyümesi ışık ve karanlık döngüsüne bağlı olduğundan, karanlığın başlaması çiçeklenme ve üreme sürecinde önemli rol oynuyor.



Çocuklarınızı Karanlıkta Uyutun!

Uzmanlar "çocuklar mutlaka göz kusuruna 5 kat daha fazla karanlıkta uyumalı" diyor ve gece uydukları odada ışık olmasının görme bozukluklarına yol açabileceğini ekliyor. Amerikalı bilim insanları uyudukları odada ışık olan çocuklarda, karanlıkta uyuyan çocuklara göre görme bozukluğunun daha yüksek olduğunu söylüyor. Yapılan çalışmalarda, ışığın açık olduğu ortamlarda uyuyan 2 yaşın altındaki çocuklarda, karanlıkta uyuyan çocuklara göre uzağı görme yani miyopi olarak bilinen

göz kusuruna 5 kat daha fazla rastlandığı sonucuna ulaşılmış. Odalarında gece lambası açıkken uyuyan çocuklarda ise bu oran karanlıkta uyuyanlara göre 3 kat daha fazla. Amerika'da yaşları 2 ile 16 arasında değişen 479 çocuğun ebeveynleriyle yapılan görüşmeler sonucunda, karanlıkta uyuyan çocuklarda miyopi görülme oranı % 10, gece lambası açıkken uyuyan çocuklarda % 34 iken, aydınlık bir ortamda uyuyan çocuklardaki miyopi oranı % 55 olarak belirtiliyor.



Gelişmiş ülkelerde özellikle meme kanserinin görülme sıklığının, gelişmekte olan ülkelere göre 5 kat daha fazla olduğu belirtiliyor. Geceleri uzun süre ışığa maruz kalınması nedeniyle melatonin salgılanmasının baskılanmasının, meme kanserinin en büyük risk faktörü olduğu varsayılıyor. Ayrıca meme kanseri vakalarının % 50'sinin de bilinen risk faktörleriyle açıklanamadığı belirtiliyor. Özellikle epifiz bezi çıkarılmış ya da sürekli ışığa maruz bırakılmış, dolayısıyla da melatonin salgısı baskılanmış deney hayvanlarında meme tümörü oluşumunun uyarılması bu kuramı destekliyor.

İsrail'in 147 farklı yerleşim bölgesindeki gece ışık dağılımı uydu görüntüleriyle değerlendirildiğinde, ışık yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde, ışık yoğunluğunun az olduğu bölgelere göre % 73 oranında daha fazla meme kanseri olduğu saptanmış. Bu çalışmada da gece maruz kalınan ışık yoğunluğu ile meme kanseri riski arasında güçlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmış.

Yapılan araştırmalardan bir diğerinde yaşları 18-30 arasında değişen, sağlıklı 116 kişi, 5 gün boyunca uyumadan önce 8 saat süreyle normal oda ışığına ya da loş ışığa maruz bırakılmış. Belirli aralıklarla kan örnekleri alınarak melatonin seviyeleri saptanmış. Normal oda ışığına sadece 90 dakika maruz kalmanın sonucunda bu kişilerde melatonin seviyesinin loş ışığa maruz kalanlara göre azaldığı görülmüş. Ayrıca ışığı açık olan bir odada uyuyan kişilerde melatonin üretiminin % 50'den daha fazla oranda baskılandığı gözlenmiş.

Melatonin üretiminin baskılanmasının bağırsak kanseri riskini de artırdığı düşünülüyor. Bağırsak kanseri olan kişilerden alınan doku örneklerinde melatonin bağlanma bölgelerinin saptanmasından sonra, melatonin baskılanmasının bağırsak kanserinde rolü olabileceği ihtimali gündeme gelmiş. Bu nedenle 2000'li yıllarda tüm dünyada % 0,36 oranında görülen bağırsak kanserinin, 2020 yılına gelindiğinde % 0,46'ya çıkacağı tahmin ediliyor.

Gece ışığa maruz kalmak ve melatonin hormonunun baskılanması artan kanser oranının tek sorumlusu olmasa da önemli risk faktörlerinden biri olarak değerlendiriliyor. Diğer yandan ailede kanser hastası olmasının kanser riskini % 100, kişinin obez olmasının kanser riskini % 50 artırdığı göz önünde bulundurulduğunda, ışık kirliliğinin kanser riskini % 36 oranında artırması nedeniyle nispeten daha az önemseniyor olabileceği söyleniyor. Bu oran bazalarına ışık kirliliğinin bir halk sağlığı sorununa neden olabilecek bir unsur olduğunu düşündürtürken, bazıları bu "küçük" oran nedeniyle ışık kirliliği ve bunun sağlığa olan etkilerinin önemli olup olmadığının bireysel bakış açısına bağlı olduğunu düşünüyor.

Oksidatif Stres Artıyor

Gece ışığa maruz kalmak aynı zamanda bağışıklık sistemi hücrelerine zarar vermek, kanser riskini artırmak ve yaşlanmayı hızlandırmak gibi pek çok tetikleyici etkisi olan oksidatif stresin artmasına da neden oluyor. Oksidatif stres nedeniyle DNA'da hasar meydana gelmesi kanser gelişimine önemli katkısı olan faktörlerden biri olarak biliniyor. Vücudumuzda gelişmiş olan doğal antioksidan savunması ise, oksidatif strese neden olan serbest radikallerin üretimini ve DNA'nın hasar görmesini engellemek konusunda önemli rol oynuyor. Bu doğal antioksidan savunma mekanizmalarından biri de melatonin. Melatonin bilinen işlevleri dışında antioksidan özelliğe de sahip olduğundan DNA'yı oksidatif hasardan koruyor. Örneğin yapılan bir araştırmada, kimyasal ajanlarla kanser oluşumunun test edildiği deney hayvanlarında melatoninin tümör oluşumunu baskıladığı tespit edilmiş. Bilim insanları bunun birkaç mekanizmayla gerçekleşmiş olabileceği kanısında. Bu mekanizmalardan birinin, melatoninin antioksidan özelliği yani güçlü bir serbest radikal tutucu olması, bir diğerinin de zehirli ve kimyasal maddeleri uzaklaştıracak yolları aktifleştirme-

Nerede O Eski Gökyüzü

Uzay İstasyonu'nda yaşayan astronotların çektiği yeryüzü fotoğraflarına baktığımızda o sırada gece olan yerlerin ışıltılı parladığını görürüz. Öyle ki özellikle ABD'nin bir bölümünde ve Avrupa'nın neredeyse tamamında karanlık bir bölge görmek zor. Ülkemizde de özellikle büyük şehirler ve çevreleri ile uzunluğuyla öğündüğümüz sahil şeridinin neredeyse tamamı ışıltılı görünüyor. Bunun nedeni çoğunlukla yanlış ve fazla aydınlatma nedeniyle uzaya kaçan ışık. Atmosfer geçirgen bir katman olsa da, içerdiği gaz molekülleri ve toz parçaları bu ışığın bir bölümünün saçılarak atmosferin aydınlanmasına yol açıyor.

Gece gökyüzünün aydınlanması canlılar üzerinde birtakım etkilere sahipken, özellikle gökbilim alanındaki bilimsel çalışmaları da olumsuz etkiliyor. Çünkü gök cisimlerinden gelen son derece az miktardaki ışık, ondan daha parlak olan gökyüzünden gelen ışığın içinde kayboluyor. Uzak gök cisimlerinden bize ulaşan ışık bu cisimleri anlamak için yararlanabildiğimiz tek kaynak olduğu için gök cisimlerinden gelen her bir ışık parçası gökbilimciler için son derece değerli. Gökyüzünün parlaklığının artması, en gelişmiş teknolojiyle bile sönük gök cisimlerinden gelen ışığı algılamamızı zorlaştırıyor, bazen de olanaksız hale getiriyor.



si olduğu düşünülüyor. Böylelikle kanser oluşumuna neden olan kimyasallar DNA'ya bağlanamıyor, bağlansa da ortaya çıkan karmaşık yapıların hücrede birikimi önleniyor. Melatoninin hasarlı DNA'nın onarımını teşvik ettiği ve bu mekanizmayla kanser oluşumunu engelleyebildiği düşünülüyor.

Kanser hücreleri için enerji kaynağı ve büyüme faktörü olan linoleik asit vücutta üretilmiyor ve sadece besinlerden alınıyor. Bu noktada gene melatonin devreye giriyor ve kanser hücrelerinin gelişimi, bölünmesi ve çoğalması için gerekli linoleik asitin kanserli hücreye alınmasını ve metabolize edilmesini baskılıyor. Hatta linoleik asit açısından zengin beslenme ile gece uzun süre ışığa maruz kalınması sonucu melatoninin baskılanması bir araya geldiğinde, bunun yıllarca gece vardiyasında çalışan kadınlarda daha yüksek oranda meme kanseri görülmesini tetikleyebildiği belirtiliyor.

Işığın Karanlık Yüzü

Son yıllarda aslında ışık kirliliğinin diğer çevre kirlilikleri gibi önemli bir sorun olduğunun farkına varanların sayısı artıyor. Bilim insanları, gökbilimciler, doğabilimciler ışık kirliliğinin etkileri konusunda herkesi bilgilendirmeye çalışıyor. Mühendisler, mimarlar ve şehir planlamacılar ışık kirliliğini sınırlayacak hatta önleyebilecek, daha sağlıklı aydınlatma tasarımları uygulama çabasında.

Bilim insanlarının çabası ise dikkatleri, karanlığın canlılar için ne kadar önemli bir ihtiyaç olduğuna çekme yönünde. Bu çabaya en iyi örnek, 2003 yılı Eylül ayında Kanada'da düzenlenen "Gece Ekolojisi: Biyolojik Zorunluluk Olarak Karanlık" konulu uluslararası sempozyum. Sempozyumda bu konu bir bilim dalı olarak tanımlanmış. Gece aktif olan ve işlevsel olması için de karanlığa

Büyük gözlemleri, üzerlerindeki atmosfer katmanının olabildiğince ince olması için yüksek yerlere kurur. Gözlemevi yeri seçiminde havanın açık olduğu gece sayısı, atmosferdeki çeşitli kirlenmeler de göz önünde bulundurulsa da, günümüzde en önemli kriter ışık kirliliği haline gelmiş durumda. O nedenle gözlemlerinin kurulabileceği bölgeler çok sınırlı. Örneğin TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Antalya kent merkezine kuş uçuşu yaklaşık 30 km uzakta ve 2500 metre yüksekte bulunmasına kar-

şın Antalya'nın giderek artan ışık kirliliğinden olumsuz şekilde etkileniyor.

Profesyonel gökbilim çalışmaları bir yana, varoluşundan bu yana her zaman gökyüzünün etkileyici güzelliği altında yaşamış, ondan çeşitli şekillerde etkilenmiş, esinlenmiş olan insanoğlu son birkaç on yılda bundan giderek uzaklaşıyor. Son zamanlarda "doğa yoksunluğu" nasıl önemli bir sorun olarak görülüyorsa, yıldızlı gökyüzünün de doğanın bir parçası olduğu düşünüldüğünde "gökyüzü yoksunluğunun" da bir sorun olarak değerlendirilmesi gerekir. Üstelik giderek bozulan, yok olan doğal ortamlarda olduğu gibi, artan ışık kirliliği nedeniyle yıldızlı gökyüzüne ulaşmak da giderek zorlaşıyor.

Canlılar üzerindeki olumsuz etkileri ve boşa harcanan önemli miktardaki enerji bir yana, ışık kirliliği bizi içinde yaşadığımız ve hakkında daha öğrenecek çok şeyimizin olduğu evrenden giderek koparıyor. Birtakım basit önlemlerle bunun önüne geçmek mümkün. Yeter ki hükümetler ve yerel yönetimler başta olmak üzere hepimiz bu sorunun farkında olalım ve üzerimize düşeni yapalım.

Alp Akoğlu



ihtiyaç duyan tüm biyolojik sistemleri kapsayan bilim dalı, (scotobiology) ışık kirliliğinin karanlıkta gerçekleşen biyolojik sistemlerin biyokimyası ile fizyolojisi arasındaki ilişkiyi ve bu kirliliğin organizmanın sosyal davranışlarına olan etkisini inceliyor.

Bilimsel araştırmaların yanı sıra birçok ülke eğitim ve bir takım yasal düzenlemeler yoluyla ışık kirliliğinin önlenmesi ve karanlığın gerekli olduğunun anlaşılmasıyla ilgili toplum bilinci oluşturmaya çalışıyor. Biz de bu bilinci oluşturmaya evimizden ve aile bireylerimizden başlayabiliriz; bu hem enerji tasarrufu sağlamak, hem sağlığımızı korumak hem de ışık kirliliğine katkımızın olmaması için önemli bir adım olabilir.



Kaynaklar

Webb, A. R., "Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light", *Energy and Buildings*, Cilt 38 , s. 721-727, 2006.
Blask, D. E., "Melatonin, sleep disturbance and cancer risk", *Sleep Medicine Reviews*, Cilt 13, s. 257-264, 2009.

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2011-01/tes-rlb011211.php
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-11/osu-lan111210
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-09/uoh-cbl090210