

Üç Şey Birlikte Doğdu: İnsan, Özgürlük ve Işık Three Things were Born Together: Human, Freedom and Light Anatole France

¹Ahmet Can Çelebi, ¹Ömer Faruk Fıstıkçı, ¹Ceren Kalyoncu, ¹Bengisu Yılmaz,
¹Alper Erdem, ²Selda Kabadere

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi 1. Sınıf Öğrencisi, Eskişehir, Türkiye
²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

Özet: Dalga boylarına ya da frekanslarına göre ışık ışınları sıralandığında ışık tayfı elde edilir. Görünür ışık, insan gözü tarafından algılanabilen ışıktır ve bu ışık, tayfın ortalarında yerleşmiştir. Işık doğadaki tüm canlıların yaşamı üzerinde son derece önemli etkilere sahip olduğu gibi insan fizyolojisi ve psikolojisi üzerinde de anlamlı rol oynamaktadır. Işık olgusu multidisipliner bir yaklaşım ile ele alınabilecek bir konu olup, sirkadiyen ritim ve göz sağlığı ile doğrudan ilişkili bir konudur. Beynimizde hipotalamusta bir çift yapı olarak bulunan suprakiazmatik çekirdek sirkadiyen ritmi düzenleyen merkezdir. Melatonin, kortizol, ve büyüme hormonunun salgılanması, vücut ısı ritmi, uyku-uyanıklık döngüsü suprakiazmatik çekirdek tarafından ayarlanan durumlardır. Bu mekanizma, organizmanın fizyolojik işleyişinin dış ortam ile uyumlu olarak işlemesini ve şartlar değiştiğinde ritmik fonksiyonların devamını kontrol eder. Ritmi düzenleyen en önemli faktör ışıktır. Sosyal ve fiziksel aktiviteler de diğer düzenleyicileri oluşturmaktadır. Yanlış aydınlatma kişide sirkadiyen ritmi bozmakta ve göz sağlığı üzerinde olumsuz etki göstermektedir. İyi aydınlatma gözümüzün görme verimliliğini artırmaktadır. Işığın doğru olmayan yerde veya gereğinden çok kullanılmasıyla ışık kirliliği oluşmaktadır ve çevreye ciddi zararlar vermektedir. Işık kirliliğine neden olan ışıklar aynı zamanda boşa harcanan enerji anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, bu derlemede ışık olgusu üzerinde durularak ışığın canlılar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ele alınmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ışık, sirkadiyen ritim, melatonin, ışıkla tedavi, ışık kirliliği.

Çelebi AC, Fıstıkçı ÖF, Kalyoncu C, Yılmaz B, Erdem A, Kabadere S. 2019. Üç Şey Birlikte Doğdu: İnsan, Özgürlük ve Işık, Türk Tıp Öğrencileri Araştırma Dergisi

Abstract: The light spectrum is obtained by ordering the light rays according to their frequencies or wavelengths. The visible light that can be detected by the human eye is located in the middle of this spectrum. Light plays an important role in human physiology and psychology as well as having important effects on the life of all living things in nature. The phenomenon of light is a multidisciplinary approach. It is directly related to circadian rhythm and eye health. The brain that regulates the circadian rhythm in our brain is a suprachiasmatic nucleus, which is found in the hypothalamus as a double structure. This mechanism controls the physiological functioning of the organism in harmony with the external environment and the continuation of rhythmic functions in different conditions. The most important factor that regulates rhythm is light. Other regulators are social and physical activities. Wrong lighting deteriorates circadian rhythm and has a negative effect on eye health. Good lighting increases the visual efficiency of our eyes. Light pollution occurs when the light is not in the right place or in excess and causes serious damage to the environment. In conclusion, in this review, the negative or positive effects of light on the living beings are tried to be studied by focusing on the phenomenon of light.

Keywords: light, circadian ritm, melatonin, light treatment, light pollution.

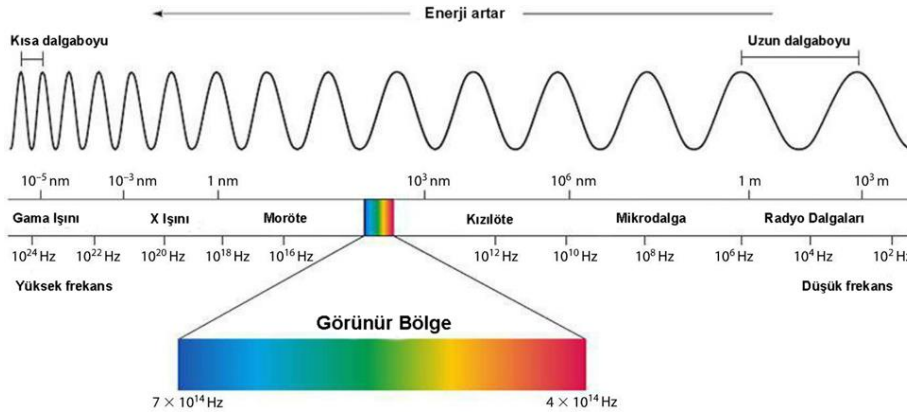
Çelebi AC, Fıstıkçı ÖF, Kalyoncu C, Yılmaz B, Erdem A, Kabadere S. 2019. Three Things were Born Together: Human, Freedom and Light Anatole France, The Research Journal of Medicine Turkish Students

ORCID ID of the authors: A.C.Ç. 0000-0003-1748-2774, Ö.F.F. 0000-0002-8145-4973, C.K. 0000-0002-8959-820X
B.Y. 0000-0003-3864-7320, A.E. 0000-0001-7959-6748, S.K. 0000-0002-9589-0063

1. Giriş

Dalga boylarına ya da frekanslarına göre ışık ışınları sıralandığında ışık tayfi elde edilir. Görünür ışık, insan gözü tarafından algılanabilir ve bu tayfin ortalarındadır (Şekil 1). Işık tayfinda görünür ışığın hemen altında, dalga boyu görünür ışıktan daha büyük olan, kızıl ötesi ışın yer alır. Dolayısıyla kızıl ötesi ışının enerjisi görünür ışığından daha düşüktür. Kızılötesi ışık ile kıyaslandığında

mikrodalgalar ve radyo dalgaları daha uzun dalga boylarına sahiptir. Işık tayfinda görünür ışığın hemen üstünde, dalga boyu görünür ışıktan daha küçük olan mor ötesi ışın bulunur. Mor ötesi ışık ışınlarının dalga boyu, görünür ışığa göre düşük olup enerjileri daha fazladır. Morötesi ışıktan da daha kısa dalga boyuna sahip X-ışınları ve gama ışınları ise daha yüksek enerjilidir [1].



Şekil 1. Işık tayfi

UV Işığının DNA Origamisine Yapısal Etkileri

DNA origami konformasyonunun farklı dalga boylarında ve dozlarda UV ışınlarına verdiği tepkiler incelenmiştir. Kısa ve orta dalga boylu UV ışığı DNA origamisinde foto lezyonlarına neden olabilir. Orta dozlarda, DNA origami yapısındaki içsel stresin hafifletilmesine ve tasarlanan konformasyona geri yüklenmesine yardımcı olurlar. Yüksek dozlarda, yapısal ayrışmaya neden olan temel ayrışma artar. Uzun dalga boylu UV tek başına origami konformasyonu üzerinde herhangi bir etki göstermez. DNA yapısına zarar gelmesini önlerken, bu UV aralığının foto-yeniden yapılandırma için fotoaktif moleküller ile birlikte kullanılabileceği yapılan çalışmada gösterilmiştir [2].

Işık ve sirkadiyen ritim ilişkisi

Sirkadiyen kelimesi, yaklaşık olarak bir günü ifade etmek için kullanılmaktadır.

Organizmanın yaklaşık bir gündeki fizyolojik ve biyolojik süreçlerini sirkadiyen ritim ifadesi tanımlamaktadır. Beynimizde hipotalamusta bir çift yapı olarak bulunan suprakiazmatik çekirdek (SKN) sirkadiyen ritmi düzenleyen merkezdir. Melatonin, kortizol, ve büyüme hormonunun salgılanması, vücut ısı ritmi, uyku-uyanıklık döngüsü SKN tarafından ayarlanır [3]. Bu sayede organizmanın dış çevre ile uyum içerisinde fizyolojik işleyişini sürdürmesini sağlar. Işık, ritmi düzenleyen en önemli faktördür. Sosyal ve fiziksel aktiviteler de diğer düzenleyicilerdendir. Işık melanopsin içeren ışığa duyarlı retinal ganglion hücrelerini uyarır ve sinyaller SKN'ye aktarılır. Ardından karmaşık nöral ağlar ile superior servikal ganglion üzerinden epifiz bezine aktarılır ve ışığın etkisiyle melatonin sentezi inhibe edilir. Sirkadiyen ritmin düzenlenmesinde dış ortamın aydınlık ve karanlık döngüsü önemlidir. Melatonin sentezi ışısız çevrede uyarılırken ışığın etkisi

ile gündüz inhibe edilmektedir [4]. Melatonin ayrıca uykuyu başlatma etkisine de sahiptir. Gece uyurken gece lambası kullanmak melatonin seviyesinde düşmeye neden olmaktadır. SKN'deki nöronal ateşlemeyi melatoninin baskılaması ile uykuyu uyarıcı ve devam ettirici etki sağlar. Uyku sorunu yaşayan kişilerin sentetik melatonin tabletleri kullanımı uyku getirici etki yaratmaktadır [5]. Uygun saatlerde parlak ışık ve melatonin uygulanması sirkadiyen ritim aksaklıklarının giderilmesinde işe yarayabilir [6].

Meslek gereği rutin yaşam ritminden farklı olan nöbet tutmak gibi çalışma sonucu oluşan aşırı uykululuk, uykusuzluk ve işlevsellik kaybına neden olan sirkadiyen ritim bozukluğu vardiyalı çalışma tipi uyku bozukluğuna neden olmaktadır. Kişilerde iş performansında düşmenin yanı sıra, dikkat azalması sonucu artmış iş kazalarına da neden olmaktadır [7]. Psikiyatrik bozuklukların oluşması ve düşük yaşam kalitesi açısından vardiyalı sistemde çalışmak bir risk teşkil etmektedir [8]. Yazın gündüz süresinin uzun olması ve vücudumuzun fazla gün ışığı alması üretilen melatonin miktarını azaltmakta, gece süresi uzun olan kış mevsimi ise üretilen melatonin miktarını arttırmaktadır [9]. Farklı iklim bölgelerinde yaşayan kişiler arasında bu etkileşim daha açık görülmektedir. Mevsimsel etkili hastalık (seasonal affective disorder) olarak değerlendirilen bu durum az güneş alan ülkelerde yeteri kadar gün ışığına maruz kalmayan kişilerin hormon sisteminde bazı düzensizlikler oluşumuna neden olur. Kuzey ülkelerinde sık görülen bu rahatsızlığı tedavi etmek için hastalara, yüksek aydınlık seviyelerinde ve değişen periyotlarda ışık terapisi uygulanmaktadır. Işık terapisi diye adlandırılan bu tedavi, İsviçre'de devlet hizmeti şeklinde ücretsiz olarak verilmekte, birkaç hafta içinde güneş ışığı yokluğuna bağlı olarak ortaya çıkan depresyon belirtilerini ortadan kaldırdığı savunulmaktadır.

Melatonin hormonunun kanserle ilişkisi

Tüm hücre ve dokuların işlevlerinin uyum içerisinde yürütülmesinde melatonin hormonu birçok etkiye sahiptir ve birçok vücut hücresinde reseptörü bulunur. Yapılan

çalışmalarda melatoninin anti-kanser etkiye sahip olduğu bunun yanısıra kronobiyolojik düzenleyici olması, immün destekleyici ve antioksidan özelliklerinin de kanser süreciyle ilişkili olduğu düşünülmektedir [10-11].

Hücre metabolizmasının kontrolünü genler sağlamaktadır. Kansere özel kontrol mekanizması olarak ise protoonkogenler ve tümör süpresan genler arasındaki denge önemlidir. Hücrede birçok fizyolojik işlev vücut homeostazisi çerçevesinde dengeli ve hassas bir şekilde işletilmektedir. Bu dengenin devamlılığı için melatonin, hücrelerdeki saat genlerini epigenetik olarak düzenleyen bir üst denetleyici görevi yapmakta ve melatoninin salgılanmasını bozan etmenlerin de kansere eğilimi artırabileceği düşünülmektedir [12]. Melatonin hormonu salınımını ışığın etkilemesi de düzenli bir yaşam tarzının sağlık açısından son derece önemli olduğunu gözler önüne sermektedir.

Işığın göz sağlığı üzerindeki etkisi

Işık en temel ihtiyaçlarımızdan birisi olduğundan bulunduğumuz mekanlarda ve özellikle çalışma ortamımızda, çok sık kullandığımız telefon, kişisel bilgisayarlarımızda doğru ışık ve aydınlatmayı kullanmamız göz sağlığımız için çok önemlidir. Işık sadece görmemize yardım etmez. Kendimizi iyi hissedip hissetmediğimiz, yaşam ritmimiz üzerinde de son derece önemlidir. Çevresel enerji kaynağımız olan güneş ışığının belirli şiddet ve belirli bir sürede insan sağlığı için gerekli olduğu görülmüştür. Bu ışınlar kansızlık, gelişmede yavaşlık, iştahsızlık ve romatizma gibi hastalıkların önlenmesinde kullanılır. Böyle örnekler ışığın insan vücudu için ne kadar gerekli olduğunu şiddetle ortaya koymaktadır [13]. Oysa yanlış aydınlatmaya maruz kalmak göz kuruluğu, baş ağrıları, migren, göz tansiyonu gibi sorunların oluşumuna yol açmaktadır. Göz kuruluğu gözde kızarmalara ve yanmalara sebep olur. Önlem olarak direkt ışık almamalıyız. Göze gelen direkt ışıklar migren ataklarına da sebep olabilir. Görme verimliliğimiz için ortam karanlık ya da çok parlak olmamalıdır. Karanlık ortamda göz bebeklerimiz büyür ve bu durum bazı insanlarda göz tansiyonun

yükselmesine sebep olabilir. Çok ışıklı bir ortamda ise göz bebeklerimiz küçülür. Bu durumda da baş ağrıları hatta migren atakları görülebilir [14]. Gece karanlıkta uyumak bizim için önemlidir. Ayrıca disko ortamlarında kesik verilen ışık epilepsi hastalarında nöbet nedeni olabilirken normal bireylerde de mide bulantısı ve baş ağrılarına sebep olabilir [15]. Sürekli etkileşim halinde olduğumuz tabletlerimiz telefonlarımız, bilgisayarlarımız mavi ışık yayar. Mavi ışığın insan vücuduna zararlı etkileri vardır. Bu ışığa sürekli maruz kalmak göz yorgunluğu, katarakt ve sarı nokta dejenerasyonuna yol açabilir. Mavi ışığı filtre eden gözlük camları ya da elektronik cihazlarda mavi filtre uygulamaları gözlerimizi koruyabilmektedir.

Işığın tedavi edici etkisi

Gözlerimizle görebildiğimiz ışık ortalama 400 ve 750 nm dalga boyları arasındadır. Kızıl ötesi ışık ağrı tedavisinde, UV ışık cilt problemlerinde kullanılmaktadır. Işık tedavisinde kullanılan yöntem rezonans etkisiyle nörotransmitterlerin ve hormonların açığa çıkmasını sağlamaya çalışmaktadır. Renklerin insan psikolojisi üzerinde etkileri olduğu düşünülmektedir. Yapılan bir anket çalışmasında kırmızının heyecan ve öfke duygusu ile lacivert renginin ciddiyet ve içedönüklük duygusu ile anlamlı ilişkide olduğu belirtilmektedir. [16]. Işığın tedavi üzerindeki etkileri arasında renk dışında parlaklığı da ağır basmaktadır. Psikiyatride tedavi yöntemlerinden biri de parlak ışıktır. Çünkü parlak ışık duygu durumunda iyileşmeyi ve depresyonu da ortadan kaldırmayı sağlar. Mevsimsel özellikli depresyonlarda parlak ışık tedavisi en etkili tedavi seçeneklerinden biridir. Sabah uygulanan tedavinin akşam uygulanan tedaviye göre daha etkili olduğu görülmüştür. Mevsimsel depresyon, sonbahar ve kış aylarında görülen karbonhidrat içeren besinlerin tüketilmesinin yanında kilo artışıyla sonuçlanan bir depresyondur. Gecenin uzamasına bağlı olarak ışık alımının azalmasıyla ortaya çıkar. Antidepresan ilaçların yanında parlak ışık tedavisinin de kullanılması tedaviden daha çabuk olumlu sonuç alınmasını sağlamıştır. Parlak ışık tedavisinin gebelik depresyon tedavisinde

güvenilir bir tedavi olduğu söylenebilir; yan etkileri tehlikeli değildir ve çoğunlukla geçicidir [17].

Kanser tedavisinde çok kullanılan bir yöntem de ışıktır. Kanser tedavisinde radyoterapi ve kemoterapi en çok kullanılan tedavi çeşididir. Radyoterapi, kanserli hücreleri iyonize ışığı kullanarak öldürmeye yarayan tedavi şeklidir. Çok yüksek dozdaki radyasyon çok küçük bölgelere titizlikle uygulanarak güzel sonuçlar alınmaktadır. Radyoterapinin en büyük dezavantajlarından birisi öldürülmek istenilen hücrelerin yanında sağlam hücre kayıplarının da meydana gelmesidir [18].

Işığın tedavi amacıyla kullanıldığı diğer bir yöntem yeni doğanların üzerinde etkili olan fototerapidir. Sarılık, yenidoğan bebeklerin %50'sinden fazlasında görülmektedir. Sarılık, bilirubinin deride birikmesi sonucu renginin sarıya yakın bir renk almasıdır. Bilirubin bazen beyinde de birikerek nöronal hasar meydana getirebilir [19]. Yenidoğanda ışık tedavisi etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Görme, işitme ve beyinde oluşabilecek hasarlara engel olmak amacıyla sarılık erken fark edilmelidir. Yapılan çalışmalarda güneş ışığına maruz kalan bebeklerde bilirubin seviyesinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak ışığın bilirubin üzerinde bir etkisi olacağı düşünülmüştür. Fototerapi uygulanırken yeni doğan bebeğin çıplak olması gerekmektedir. Fototerapide mavi ve beyaz lambadan eşit miktarda kullanılmaktadır. Tüm lambalar koruma altına alınmalıdır. Fototerapi için kullanılan ışıkların dalga boyları da önemlidir. En iyi dalga boyları 430-490 nm dalga boylarıdır. Çalışanların mide bulantısını önlemek için de beyaz ışığı da mavi ışığın yanına eklemiştirler. Fototerapi uygulamaları bazı yan etkiler oluşturabilir. Örneğin, gözde büyük bir hasar oluşturabileceğinden yenidoğanların gözleri geçirgen olmayan maddelerle kapatılır ki retina dejenerasyonundan etkilenmesin. Fototerapide ışınların etkisiyle melanin pigmenti artmakta ve sonucunda bronzlaşma meydana gelmektedir. Tedavi bittiğinde bu etki ortadan kalkmaktadır. Tedavi alan yenidoğanlarda deri döküntüsü meydana gelmektedir. Fototerapi alan yeni doğan bebeklerde

trombositlerin yıkımı da artmaktadır. Hipertermi ya da hipotermi ile de sıklıkla karşı karşıya kalınabilmektedir. Daha çok hipertermi görülmektedir. Fototerapi kalp hızını artırırken solunumu yavaşlatmaktadır [20].

Lazer (light amplification by stimulated emission of radiation), "uyarılmış radyasyon yayılımı ile ışığın güçlenmesi" anlamına gelmektedir. Lazer ışığı normalde canlılar üzerinde olumsuz etkilere sahipken bu olumsuz etkiler gözde çeşitli hastalıkların tedavisinde başarıyla uygulanmaktadır. Glokom hastalığı olan gözlerde irise yönelik lazer uygulamaları yapılmaktadır. Bu hastalara lazer iridotomi denilen teknik ön kamara ile arka kamara arasında yeni bir açıklık oluşturarak pupiller bloğu çözmek ve arka kamarada daha yüksek olan basıncı ön kamara ile eşitlemek amacıyla kullanılmaktadır [21]. Katarakt cerrahisinin postoperatif en sık komplikasyonu olan arka kapsül bulanıklığı, arka kapsüle göç eden lens epitel hücrelerinin çoğalması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Arka kapsül bulanıklığını engellemek için Nd: YAG lazer genellikle ilk tedavi seçeneği olarak oftalmolojide kullanılmaktadır [22]. Argon lazer ise diyabet gibi çeşitli kronik hastalıklarda göz damarlarında oluşan rahatsızlıklar için tedavi amaçlı kullanılan bir yöntemdir. Retina hastalıklarının tedavisi için kullanılmakta ve hastanın var olan görme fonksiyonunu korumak amacıyla uygulanmaktadır. Diğer bir lazer türü olan excimer lazer ile korneaya yapılan müdahale kırma kusurlarının tedavisinde kullanılmaktadır.

Işık kirliliği

Yanlış yerde ya da gereğinden fazla ışığın kullanılması sonucu ışık kirliliği oluşmakta ve çevreye ciddi zararlar vermektedir. Işık kirliliğin temel sebepleri şunlardır:

- Işık taşması: Işığın aydınlatması gereken yerin dışında bir yeri aydınlatması.
- Göz kamaşması: Işık kaynağının aydınlattığı nesneden daha parlak olması sebebiyle nesnenin görünürlüğünün kaybolması.

- Dikine ışık: Doğrudan gökyüzüne giden ışıklardır. Bu ışıklar nedeniyle gökyüzünü seyretmek isteyenler amacına ulaşamaz.
- Aşırı miktarda ışık: Gerektiğinden fazla yapılan aydınlatmadır.,

Aydınlatma yapılırken plan yapılmaması, yanlış lamba seçimi ve ışığın yanlış yöne yönlendirilmesi de ışık kirliliğinin başlıca sebeplerindendir [23]. Işık kirliliği çevremizdeki canlıların yaşam döngülerini, insan sağlığını ve enerjinin israfı gibi konuları da etkilemektedir. Örneğin kanguruların üremesi için aldıkları gün ışığının ve ortam sıcaklığının ideal olmaması durumunda bazı sorunlar görülebilir. Yerleşim yerlerinden bulutlara yansıyan ışıklar kırsalda yaşayan kanguruları da aydınlattığı için hormonal düzensizlik nedeniyle zamanından önce ya da sonra doğum görülmektedir. Yumurtalarını sahile bırakan deniz kaplumbağaları da bu durumdan etkilenmektedir. Yumurtadan çıkan yavrular ay ışığıyla aydınlanan denize gitmek yerine yapay ışıkla kirlenmiş karaya doğru yönelirler ve hayatta kalamazlar [24]. Kuşlar yön bulmak için takım yıldızlardan yararlanırlar. Fakat ışık kirliliğinden dolayı yıldızları göremeyen kuşlar deniz fenerleri ya da gökdelenlerden yayılan ışıkları takip ederler. Bunun sonucunda ya binaya çarparlar ya da uzun süre kanat çırpılmaktan yorulan kuşlar yere düşerler. Ateş böceklerinin yaydıkları ışıklar eşlerini etkileyerek ateş böceklerinin çoğalmasında önemli rol oynarlar. Fakat şehirlerden yansıyan ışıklar sebebiyle ateş böcekleri eşleri yerine şehre yönelip hem eşlerinden uzaklaşırlar hem de şehir ortamında yaşamlarını devam ettirmek zor olduğu için ölürlar. Yapay ışıklandırmanın çok olduğu kıyı kesimlerinde yaşayan balıklar açık denizde yaşayan balıklara göre daha az gelişirler. Bunun nedeni ise üzerine ışık yansıyan balığın hareketli aktivite yapma isteğinin artması ve bunun sonucunda büyüüp gelişmeye harcanacak olan enerjinin büyük çoğunluğunun hareket etmek için kullanılmasıdır [25].

İnsanlar da ışık kirliliğinden önemli derecede etkilenmektedir. Yapılan araştırmalara göre ışık kirliliğinin en önemli etkilerinden biri meme kanseridir. Işık kirliliği meme kanseri

riskini %30-%50 oranlarında arttırır. Kadınlar aydınlatmanın hatalı olması sonucu daha sık olarak gece yeterli uyuyamamaktadırlar. Meme kanserinin yanı sıra prostat kanseri riski de yapay ışıklandırılmanın artışına bağlı olarak artmaktadır. Ayrıca ışık kirliliği nedeniyle, gece uykusunda üretilen serotonin ve melatonin hormonunun az salgılanması nedeniyle psikolojik ve fizyolojik sorunların ortaya çıktığı görülmüştür. Gece çalışan insanlarda insülin direnci, kalp rahatsızlıkları, obezite, yüksek tansiyon gibi rahatsızlıklar sıklıkla görülmeye başlamıştır. Ayrıca yanlış gece aydınlatmaları ve yanlış far kullanımı nedeniyle karayollarında meydana gelen

kazalar da ışık kirliliğinin sonuçlarına eklenmelidir [26]. Işık kirliliğine neden olan ışıklar aynı zamanda boşa harcanan enerji demektir. Bu da enerji üretirken kullandığımız kömür, su veya petrol gibi kaynakların israf edildiğini gösterir ve bu enerji üretilirken ister istemez bir çevre kirliliği de oluşturduğu için aynı zamanda doğaya zararlıdır [14].

Sonuç olarak, sağlığımız üzerinde bu denli önemli etkilere sahip olan ışık sadece ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılmalı, ışığın gücü bulunduğu ortama uygun olmalı ve lambadan çıkan ışığın yalnızca istediğimiz ortamı aydınlatmasına dikkat etmeliyiz.

KAYNAKLAR

- Halliday D, Resnick R, Walker J. *Fundamentals of Physics Extended*-8th Edition. Hardcover; 2007.
- Chen H, Li R, Li S, Andréasson J, Choi JH. Conformational Effects of UV Light on DNA Origami. *Am. Chem. Soc.*; 2017; 139(4): 1380-1383.
- Gooley JJ, Saper CB "Anatomy of the mammalian circadian system." In *Principles and Practice of Sleep Medicine*. (Eds MH Kryger, T Roth, WC Dement): 335-350. Philadelphia:Elsevier Saunders. 2005.
- Szymusiak R, McGinty D "Hypothalamic regulation of sleep and arousal." *Ann N Y Acad Sci*, 2008; 1129:275-286.
- Sack RL, Hughes RJ, Edgar DM, Lewy AJ "Sleep promoting effects of melatonin at what dose, in whom, under what conditions, and by what mechanisms?" *Sleep*; 1997; 20:908-915
- Atasoy ÖB, Erbaş O. Melatonin hormonunun fizyolojik etkileri. *FNG & Bilim Tıp Dergisi* 2017;3(1):52-62.
- Sevim S "Sirkadyen ritim bozuklukları." *Uyku Fizyolojisi ve Hastalıkları* (Eds H Kaynak, S Ardiç):325-332. İstanbul, Nobel Matbaacılık. 2011.
- Moore-Ede MC, Richardson GS *Medical implications of shift-work* *Annu Rev Med*, 1985; 36:607-617.
- Brainard G ve Glickman G. "The Biological Potency of Light in Humans:Significance" to Health and Behavior, 25th Session of CIE Proceedings, San Diego, Vol 1,pp I22I33, 2003.
- Reiter RJ. Melatonin: Clinical relevance. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2003; 17;273-85.
- Jung B, Ahmad N. Melatonin in cancer management: Progress and Promise. *Cancer Res* 2006; 66:9789-93.
- Reiter RJ, Korkmaz A. Clinical aspects of melatonin. *SMJ* 2008; 29:1537-47.
- Özsungur F, Öztop H. Kurumlarda faaliyet alanlarının aydınlatılması ve çalışanlar üzerindeki etkisi. *Verimlilik Dergisi* 2019/2: 185-204.
- Ansari BK. Işık Kirliliği (Karanlık Kirliliği) ve Çevreye Olan Etkileri. *Çukurova University Journal of the Faculty of Agriculture*, 2013; 28: 11-22.
- Baysal L, Bebek N, Baykan B. Fotosensitivite ve Refleks Epilepsiler. *Epilepsi* 2014;20(Ek 1):23-31.
- Aktekin DB, Şimşek Y, Kaplan B. Renklerin duygular üzerine etkisi. *Maltepe Tıp Dergisi*; 2011; 3(1): 31-33.
- Özdemir PG, Yılmaz E, Selvi Y, Boysan M. Psikiyatride parlak ışık tedavisi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry* 2017;9(2):177-188.
- Baykara O. Kanser tedavisinde güncel yaklaşımlar. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*; 2016; 5(3): 154-165.
- Sivaslı E. Yenidoğan bebeklerde uzamış sarılık. *Gaziantep Tıp Dergisi* 2009; 15(2):49-55.

20. Çoban A, Türkmen M, Gürsoy T. Türk Neonatoloji Derneği, Yenidoğan sarılıklarında yaklaşım, izlem ve tedavi rehberi 2014.
21. Özkök A, Tamçelik N, Cicik E, Uçar D. Glokom tedavisinde irise yönelik lazer uygulamaları. Turk J Ophthalmol 2013; 43: 190-4.
22. Polat N, Tuncer İ, Karahan E, Zengin MÖ. Nd: YAG Lazer kapsülotominin görme keskinliği, göz içi basıncı, santral kornea kalınlığı ve refraktif duruma etkisi Turk J Ophthalmol 2014; 44: 275-9.
23. Koçer D. Işık kirliliği. Anadolu Öğretmen Dergisi 2017; 1(1): 1-6. M. Grubsic, Annals of Applied Biology, 173: 180-9, 2018.
24. Demircioğlu N, Yılmaz H. Işık Kirliliği , Ortaya Çıkardığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 2005; 36 (1), 117-123,
25. Yalçın C. Işık Kirliliği Üzerine Sosyolojik Bir Değerlendirme. Mavi Atlas, 2017; 5(2); 337-354.