



Işık Kirliliğinin Kentsel Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisinin Araştırılması: İskenderun/Hatay Örneği

Sebahat Sinem ÖZYURT ÖKTEN^{1*}, Asuman AYSU KAPAN²

¹İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Kalkınma Bölümü, 31200, Hatay

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 31200, Hatay

¹<https://orcid.org/0000-0003-4010-2565>

²<https://orcid.org/0000-0002-1225-8362>

*Sorumlu yazar:sinem.okten@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZ

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 18.01.2022

Kabul tarihi:01.01.2023

Online Yayınlanma: 04.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Işık kirliliği

Gökyüzü niteliği ölçer (SQM)

Aydınlatma

İskenderun

Işık, günümüzde ihtiyaç duyduğumuz en önemli kaynaklardan olmasına karşın, gereğinden fazla kullanımının yarattığı etkilerle en önemli kirlilik kaynaklarından biri haline gelmiştir. Işık kirliliği insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerinde ciddi etkilere sahiptir. Bu olumsuz etkilerin önemli bir bölümü alan kullanımlarına bağlı olarak seçilen uygun aydınlatma elemanlarıyla kontrol altına alınabilmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin önemli bir kıyı yerleşimi olan İskenderun ilçe merkezi ve yakın çevresindeki ışık kirliliğinin kontrolünü sağlamaktır. Bu kapsamda Sky Quality Meter - Gökyüzü Kalitesi Ölçer (SQM-LU) cihazıyla 1x1 km'lik gridlerin merkez noktalarında ölçümler alınmış ve IDW (Inverse Distance Weighting) yöntemi ile Bortle ölçeğine göre ışık kirliliği dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu değerlendirme sonucunda çalışma alanının %30,02'lik bölümü Bortle ölçeğine göre altıncı ve yedinci sınıf alanlar, %69,98'lik bölümü ise sekizinci ve dokuzuncu sınıf alanlar olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yüksek oranda ışık kirliliğinin tespit edildiği İskenderun ilçe merkezi ve yakın çevresinde daha nitelikli bir yaşam kalitesi için tercih edilmesi gerek aydınlatma elemanları ve geliştirilmesi gereken stratejiler sunulmuştur.

Investigation of the Effect of Light Pollution on Quality of Urban Life: The Case of İskenderun/Hatay

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 18.01.2022

Accepted: 01.01.2023

Published online:04.12.2023

Keywords:

Light pollution

Sky quality meter (SQM)

Lighting

İskenderun

Although light is one of the most important sources we need today, it has become one of the most important sources of pollution with the effects of overuse. Light pollution has serious effects on human, animal and plant health. A significant amount of these negative effects can be controlled with appropriate lighting elements selected depending on the area usage. The aim of this study is to control the light pollution in İskenderun district center and its surroundings, which is an important coastal settlement in Turkey. In this context, measurements were taken at the center points of the 1x1 km grids with the Sky Quality Meter (SQM-LU) device and a light pollution distribution map was created according to the Bortle scale with the IDW (Inverse Distance Weighting) method. As a result of this evaluation, 30,02% of the study area was determined as sixth and seventh grade areas according to the Bortle scale, and 69,98% of it was determined as eighth and ninth grade areas. As a result, lighting elements that should be preferred for a more qualified quality of life and strategies that should be developed are presented in İskenderun district center and its vicinity, where a high level of light

1. Giriş

Dünya hızla gelişen teknolojik yeniliklerin etkisinde yol alırken, yarattığı çeşitli çevresel yüklerin de hızla artmasına neden olmaktadır. Işık, hiç şüphesiz bu süreçte ihtiyaç duyulan en önemli kaynaklardandır. Geceleri oluşan yapay ışık ise dünyanın her bölgesinde insanları etkileyen küresel bir sorundur (Falchi ve ark., 2016). Ortamın doğal ışık varlığının yapay ışık kaynakları kullanılarak, ihtiyacın ötesinde değiştirmesiyle ışık kirliliği ortaya çıkmaktadır (Aslan, 2019). Günümüz yaşam koşullarına bakıldığında ise dünya nüfusunun %80'inden fazlası, Avrupa'nın ise %99'u ışık kirliliği ile kirlenmiş gökyüzü altında yaşamaktadır (Mitchell ve Gallaway, 2019). Işık kirliliği terimi, 19. yüzyılın başında gaz lambalarının piyasaya sürülmesinden birkaç yıl sonra ortaya çıkmıştır (Van Bommel, 2015). 1918 yılında Squires ve Hanson tarafından yürütülen ilk çalışmayla da ışık kirliliğinin kuş göçü ve hareketleri üzerindeki etkileri incelenmiştir (Czarnecka ve ark., 2021).

Işık kirliliği, olumsuz estetik, sağlık veya ekolojik etkilere neden olan yapay gece aydınlatması olarak tanımlanabilir (Lyytimäki, 2015). Işık kirliliğinin temel nedenlerinden biri de birçok ülkede yasal düzenlemelerin olmamasıdır. Bu nedenle özellikle yerel yönetimler altyapı düzenlemelerinde insanlar ve çevreye zararlı olabilecek tercihler yapabilmektedir (Chepesiuk, 2009). Birleşmiş Milletler, 1999 yılında Viyana'da gerçekleşen Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanılması Konferansı'nda uzayı tüm insanların ortak alanı olarak tanımlamış ve ışık kirliliğinin denetim altına alınması için üye ülkelerin harekete geçmesini istemişlerdir. 2009 yılında Brezilya'da gerçekleşen International Astronomical Union - Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) Genel Kurulunda ise kirlenmemiş gökyüzünün tüm insanlık için önemi vurgulanmış ve her ülkenin uygun alanlarda nitelikli astronomi gözlem noktalarını korumaları istenmiştir (Aslan, 2019). Hem bir Birleşmiş Milletler ülkesi hem de Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) üyesi olarak Türkiye'nin dış aydınlatma politikalarıyla ilgili uygulamalar yapması gerekmektedir (Aslan, 2019). 2005 yılında küresel olarak tüketilen enerjinin %8'i dış mekân aydınlatması için harcanmıştır (Atış ve Ekren, 2016). Doğru planlanmamış dış mekân aydınlatması gereksiz enerji tüketimine, ışık kirliliğine ve CO² emisyonuna neden olmaktadır (Küçük ve Ekren, 2021). Özellikle kış mevsiminde gece süresinin daha uzun olmasından dolayı ışık kirliliğinden daha fazla etkilenilmektedir (Bashiri ve Hassan, 2014). Aydınlatma birimlerinin konumu, sayısı ve ayarlarının yanlış yapılması gökyüzü parlamasını artırarak astronomik gözlemlerin yapılamamasına ve gece gökyüzünde değişikliklere yol açmaktadır (Pun ve So, 2011). Atış ve Ekren (2016)'e göre enerji tüketiminde tasarruf sağlamak ve karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmak için gün ışığından daha fazla yararlanılması, iç ve dış aydınlatmada amaca uygun aydınlatma elemanlarının ve daha az enerji tüketen lambaların seçilmesi, aydınlatma sistemlerinde kontrol ve izleme sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Gerekli önlemler ve uygulamalar ile Türkiye'de yıllık 300 milyon liranın üstünde elektrik enerjisi tasarrufu sağlanabilecektir (Aslan, 2019).








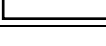
Daha iyi görebilmek, güvende hissetmek, uzun süre aktif kalmak, yol ve kavşaklarda görünürlüğü artırmak ve tarihi yapılar vb. alanlarda farklı estetik deneyimler elde edebilmek amacıyla aydınlatma elemanları kullanılmaktadır (Boyce, 2013; Czarnecka ve ark., 2021). Yanlış aydınlatma uygulamaları ise insanların beden ve ruh sağlığını etkilediği gibi canlılar ve çevre üzerinde de olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Chepesiuk, 2009, Czarnecka, 2021). Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği, çalışmalarında ışığın ekosistem ve peyzajın üzerinde buldozer gibi bir yıkım etkisi yarattığına dikkat çekmiştir (Moore, 2020). Amerikan Tabipler Birliği Bilim ve Halk Sağlığı Konseyi ise insan dâhil birçok türün hayatta kalması ve gelişmesi için karanlığa ihtiyacı olduğunu belirtmiştir (IDA, 2020). Işık kirliliğinin insanlar üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmalarda; konsantrasyon azalması, sinirlilik durumunun artması, davranış değişiklikleri ve karamsarlığın artması gibi birçok etkinin ortaya çıktığı görülmektedir (Chepesiuk, 2009). Bu etkilerin yanı sıra Haim ve Portnov (2013) yoğun ışığın, karanlıkta üretilmesi gereken melatonin hormonunu baskılayarak insanların günlük ritimlerinin ve vücut ısı dengesinin bozulmasına neden olduğunu ve hatta bağışıklık sisteminin zayıflayarak vücudun kanser hastalığına yakalanma riskinin arttığına dikkat çekmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise yoğun aydınlatma koşullarında gece vardiyasında çalışan kadınların meme riskine yakalanma riskinin %50 oranında arttığını belirlenmiştir (Anisimov, 2006).

Işık kirliliği insanları olduğu kadar hayvan ve bitkilerin yaşam kalitesini de etkilemektedir. Yapay ışık kirliliği, türler içinde doğal iletişim, göç ve üreme davranışını etkilediği, rekabet veya avlanma gibi topluluk etkileşimlerini bozması sebebiyle biyoçeşitlilik için önemli bir tehdittir (Barranco ve Hughes, 2015, Hölker ve diğerleri, 2010). Işık kirliliği nedeniyle hayvanlarda rastlanılan en belirgin değişim yumurtlama döngülerinin bozulmasıdır. Bu değişim de ekosistem döngüsünü doğrudan değiştirebilecek öneme sahiptir (Chepesiuk, 2009). Işık kirliliği deniz canlılarında da dikey göçü yönlendiren ana faktördür. Işık kirliliğinin tüm deniz canlıları açısından zararı belirlenememiş olsa da deniz kaplumbağaları ve deniz kuşları için zararları belgelenmiştir (Barranco ve Hughes, 2015).

Bitkiler ise büyüme hormonlarını karanlıkta üretirler. Işığın etkisiyle gerekli hormon üretimi için yeterli karanlık süreç sağlanamazsa metabolizmalarında ciddi değişiklikler gerçekleşerek renklerini koruyamaz ve çiçek açamazlar. Bu sürecin sonunda da bitki yaşamını sürdüremez (Raven ve Cockell, 2006, Chepesiuk, 2009). Tüm canlılar ve çevre üzerinde hayati etkileri olan, ekolojik ve ekonomik boyutta ciddi kayıplara neden olan yapay ışık kaynaklarının kontrolünün sağlanması gerekmekte, ilgili gözlem, denetim ve gelişen teknolojiler ışığında gerçekleştirilecek çalışmalarla alternatif uygulamalara yer verilmelidir.

Bu gelişmelerin ışığında 20. yüzyılın sonlarından bu yana ışık kirliliği sorununa ilişkin farkındalık artmış ve insanlar ışık kirliliğinin doğrudan ölçülmesi ve modellenmesi çalışmalarını üstlenmiştir (Czarnecka ve ark., 2021). Dünya nüfusunun üçte ikisi, yapay ışık kirliliğinin en yaygın olduğu kıyı bölgelerinde yaşamaktadır (Barranco ve Hughes, 2015; Elvidge ve diğerleri, 1997; Cinzano ve diğerleri, 2001). İlerleyen yıllarda demografik yayılmanın kıyı paralelinde gelişeceği öngörülmektedir (Depledge ve diğerleri, 2010). Bu nedenle Hatay'ın İskenderun ilçesi çalışma alanı olarak seçilmiş ve

Tablo 1. Karanlık gökyüzünün Bortle ölçeği ve parlaklık değerleri (Ledesma ve ark., 2019)

Tanım	Renk	Bortle Ölçeği	Gökyüzü parlaklığı
Mükemmel gökyüzü		1	>21.90
Tipik karanlık gökyüzü		2	21.90-21.50
Kırsal gökyüzü		3	21.50-21.30
Kırsal/banliyö geçişi		4	21.30-20.80
Banliyö		4.5	20.80-20.10
Parlak banliyö		5	21.10-19.10
Banliyö/şehir geçişi		6,7	19.10-18.00
Şehir		8,9	<18.00

Tablo 1’de belirtilen birinci sınıf mükemmel gökyüzü görünürlüğünü, dokuzuncu sınıf ise kentsel alan kullanımlarının yoğunluğuna bağlı olarak tamamen yok olmuş gökyüzünü ifade etmektedir. SQM cihazıyla elde edilen sayısal gökyüzü parlaklık değerleri ise kadir/açısanıye² birimindedir (Ledesma ve ark., 2019). Belirtilen değerlerin hassasiyetini ifade etmek için, SQM değerindeki 5 kadir/açısanıye² azalmanın, gökyüzü parlaklığının algılanma düzeyini 100 kat arttırdığı söylenebilir (Nilüfer Belediyesi vd., 2017).

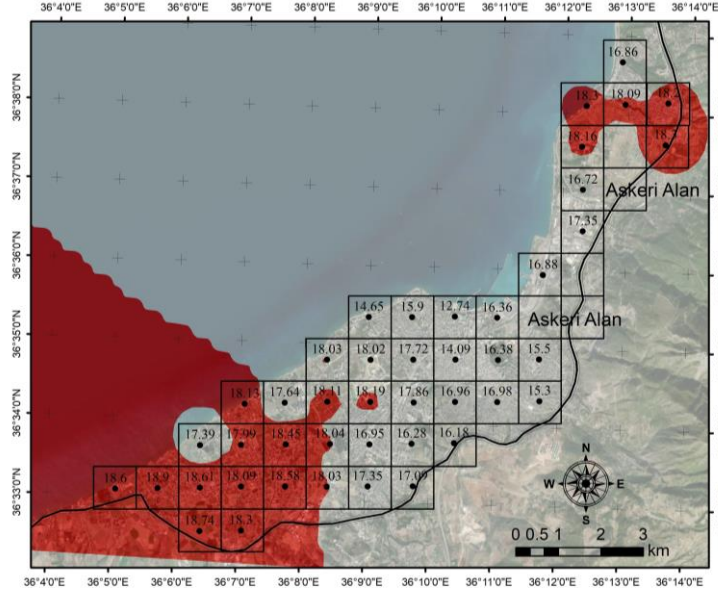
2.3. Metot

Çalışma kapsamındaki ölçümler gerçekleştirilirken, Nilüfer Belediyesi vd. (2017)’nin kullandığı yöntem dikkate alınarak, ArcMap ortamında çalışma alanı 1x1 km’lik gridlere bölünmüş ve bu gridlerin orta noktalarındaki koordinatlara göre GPS yardımıyla ilgili ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde askeri alanlar bulunduğu için belirlenen gridlerden 5 tanesinde ölçüm yapılamamış, ölçüm alınabilen 44 noktada alınan sonuçlar kullanılmıştır. SQM-LU cihazıyla elde edilen ölçümlerin haritalanması için temel alınan ölçütler Tablo 1’de yer alan parlaklık değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen ölçümler ArcMap ortamında oluşturulan grid merkez noktalarının öznitelik tablosuna eklenmiştir. Ölçüm değerlerine göre yakındaki noktaların uzaktaki noktalarda daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılan Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi (Inverse Distance Weighted – IDW) kullanılarak noktalar arasındaki ışık dağılımı haritası oluşturulmuştur.

3. Bulgular

Çalışma alanına ait ışık kirliliğinin tespitinde kullanılan SQM cihazı ile gerçekleştirilen ölçümlerin doğru sonuç vermesi için saha çalışmasının aysız gökyüzü dönemlerinde yapılması gerekmektedir. Bu nedenle saha çalışması için aysız gökyüzü dönemi olan 25 Kasım-04 Aralık 2021 tarihleri seçilmiştir (Anonim, 2021). 1x1 km’lik gridlerin merkezlerinde üçer kez alınan ölçüm sonuçlarının ağırlıklı ortalaması hesaplanmış ve bu sonuçlara göre ArcMap programında öznitelik verileri oluşturulmuştur.

Bu veriler IDW yöntemi kullanılarak Tablo 1’de verilen Bortle ölçeğine göre değerlendirilmiş ve çalışma alanına ait ışık kirliliği haritası ortaya çıkmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanına ait SQM-LU ölçüm sonuçları ve ışık kirliliği dağılımı

Alınan ölçümler sonucunda oluşturulan Şekil 2’deki haritaya göre çalışma alanının %30,02’lik bölümü Bortle ölçeğine göre altıncı ve yedinci sınıf alanlar, % 69,98’lik bölümü ise sekizinci ve dokuzuncu sınıf alanlar olarak belirlenmiştir. Çalışma alanındaki ışık kirliliğinin en yoğun olduğu bölge, 12,74 kadir/açısanıye²’lik ölçümün yapıldığı İskenderun limanı yakın çevresi ile çocuk oyun alanı, lunapark ve halka açık spor tesislerinin bulunduğu alan olarak belirlenmiştir. Karanlık düzeyi en fazla olan bölgelerin ise çalışma alanının güneybatısında yer alan Arsuz yolu ve çalışma alanının kuzey doğu kesimlerinde yer alan askeri alan çevresinde olduğu görülmektedir. Arsuz yolu üzerinde 18,74 kadir/açısanıye²’lik ölçüm noktasının kent merkezinde bulunan konut yoğunluğundan nispeten uzak olan tarım arazisi üzerinde olduğu görülmüştür. Askeri alan çevresindeki 18,3 kadir/açısanıye²’lik ölçüm ise askeri güvenlik nedeni ile ışıklandırmanın az miktarda kullanıldığı kıyının doğu bölgelerinde saptanmıştır.

Çalışma alanına ait ölçümlerde ışık kirliliğinin tespit edildiği alanlara ait görseller Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’te verilmiştir. Şekil 3’te İskenderun sahil şeridinin özellikle yaz aylarında sıkça kullanıldığı alanlardır. Bu ölçüm değerlerinin çok yüksek çıkmasının temel nedeni, ihtiyaç duyulan aydınlatma düzeyinin üzerinde ışık kullanımındır. Bu bölge ölçüm ortalaması 14,65 kadir/açısanıye² olarak hesaplanmıştır.



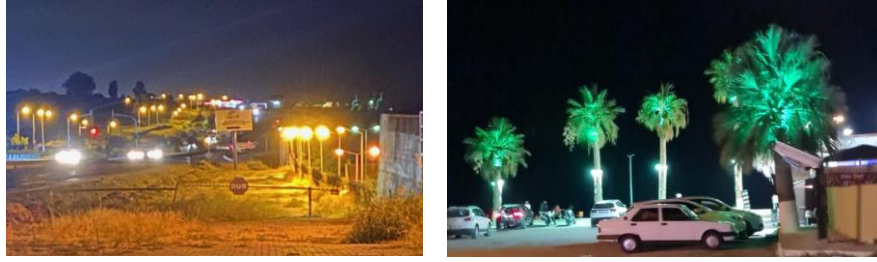
Şekil 3. İskenderun sahil şeridinde aydınlatma elemanlarının kullanımı

İskenderun sahil şeridi yılın her döneminde kullanılmamasının yanında özellikle yaz aylarında neredeyse 24 saat aktif haldedir. Sahil şeridinden doğuya doğru ilerledikçe yerleşim ve ticaret bölgelerinin yoğunlaştığı görülür. Bu alanlar da yine yaz aylarında daha hareketli olsa da yılın her döneminde hareketliliğin devam ettiği alanlardır. Bu alanlara ait görseller ise Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 3'te olduğu gibi bu alanlarda da ihtiyaç fazlası ışık miktarı dikkat çekmektedir. Aydınlatma elemanlarından kaynaklanan ışık dağılımının da yine amacı dışında alanları aydınlattığı hatta fazla ışığın yansıdığı görülmektedir. Bu bölge ölçüm ortalaması 15,9 kadir/açısanıye² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. İskenderun sahil şeridine yakın yerleşim bölgelerinde aydınlatma elemanlarının kullanımı

İskenderun yerleşiminin kuzeyinde ve güneydoğusunda yer alan kıyı bölgesinden alınan görseller ise Şekil 5'te görülmektedir. Özellikle İskenderun'un kuzeyinde bulunan askeri bölgenin kıyı şeridinde herhangi bir kullanım olmamasına rağmen tercih edilen aydınlatma elemanlarının yoğunluğu, Şekil 5'te de görüldüğü gibi ciddi bir ışık kirliliği oluşturmaktadır. Bu alana ait ölçüm sonucu 16,88 kadir/açısanıye² olarak görülmektedir. İskenderun kıyı şeridinin güneydoğusunda bulunan alanda ise daha çok estetik amaçlı yapılan aydınlatmalarda ölçüm sonucu 18,03 kadir/açısanıye² olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. İskenderun sahil şeridinin kuzey ve güneybatı yönünde bulunan aydınlatma elemanlarının kullanımı

Karanlık alanların oluşturulması, ışık kaynaklarının kontrolü ve alan kullanımlarına uygun tercihlerin planlamasıyla kontrol altına alınabilmektedir. Bu kontrol, aydınlatma elemanlarının doğru tercihiyle sağlanabilmektedir. Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te incelenen çalışma alanındaki aydınlatma birimlerine ait yapılan incelemeler sonucunda alanda kullanılan armatür tasarımları ve mevcut tasarımların yer değiştirebileceği öneri tasarımlar Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6'da önerilen değişimler, ışığın belirlenen alanda, yeteri miktarda ve ihtiyaç duyulan zaman aralıklarında aktif olmasını sağlamaktadır.

Alana ait görseller	Kullanılan armatürler	Öneri armatürler	Alana ait görseller	Kullanılan armatürler	Öneri armatürler

Şekil 6. Çalışma alanına ait aydınlatma örnekleri ve önerileri

4. Sonuç ve Tartışma

Işığın yanlış yerde, yanlış yönde, yanlış miktarda ve yanlış zamanda kullanımı sonucunda ortaya çıkan ışık kirliliği kontrol edilebilmektedir (Aslan, 2019). Aydınlatmanın sınırlandırılması sadece karanlık gökyüzüne sahip olmak için değil başta insan sağlığı olmak üzere, kişisel güvenliğin, doğal ve vahşi yaşamın, kırsal manzaraların ve kültürel miras öğelerinin bütünlüğünün ve özgünlüğünün korunması ile sürdürülebilirliğinin ve enerji verimliliğinin sağlanması ve astronomi çalışmalarına olanak tanınması açısından da oldukça önemlidir (Welch ve Dick, 2012). Bu nedenle yeterli miktarda karanlığa sahip

olmak için yeryüzündeki aydınlatma seçeneklerini doğru kullanmak gerekmektedir. Falchi ve ark. (2016) yapay ışık kaynaklarının insan yaşamını ciddi oranda etkilediğini, Mitchell ve Gallaway (2019) ise Avrupa'nın tamamına yakınının ışık kirliliğiyle mücadele ettiğini belirtmişlerdir. İlerleyen yıllarda İskenderun ilçesi gibi, kıyı bölgelerinde nüfus artışlarının yaşanacağı öngörülerine (Depledge ve ark., 2010) paralel olarak, Chepesiuk (2009)'un da belirttiği gibi özellikle bu bölgelerde yerel yönetimlerin tercihleri doğrultusunda yanlış aydınlatma tercihleri kullanımı sonucunda ortaya çıkan ışık kirliliği engellenmelidir. Işık kaynaklarının kullanımının gece aydınlatma ihtiyacının daha çok olduğu kış aylarında artması beklenirken (Bashiri ve Hassan, 2014), İskenderun'un iklimsel özellikleri ve bir kıyı yerleşimi olmasından dolayı, kış veya yaz farkı olmaksızın kıyının aktif kullanımı geceleri yoğun bir ışık kirliliğine neden olmaktadır. Işık kirliliğinin önüne geçmek için doğru aydınlatma elemanlarının kullanımı basit ama en etkili yöntemlerden biridir. Bu kapsamda aydınlatılacak alanla ilgili öncelikler ve ihtiyaç duyulan ışık miktarı belirlenmelidir. Aydınlatılacak olan alanın sınırları ve ihtiyaç duyulan ışık miktarı ve süresi ise doğru şekilde planlanmalı ve planlamaya uygun armatür seçimleriyle uygulamaya geçilmelidir. Belirli önlemler çerçevesinde gerçekleştirilecek aydınlatma planlarıyla yerleşim bölgelerinde ışık kirliliği düzeyinin azaltılacağı düşüncesi tek başına yeterli olmayacaktır. Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği - International Dark-Sky Association (IDA) ışık kirliliğinin zararlı etkilerini en aza indirmek için aydınlatma birimlerinin sadece gerektiğinde açık olan, ihtiyaç duyulan alanı aydınlatan ve gerekenden daha parlak olmayan şekilde seçilmesi gerektiğini belirtir. Bu aydınlatma birimlerinde ışık yönünün tamamen aşağıya dönük tasarlanması ve mavi ışık emisyonlarının minimum düzeye indirilmesi gerekmektedir (IDA, 2021).

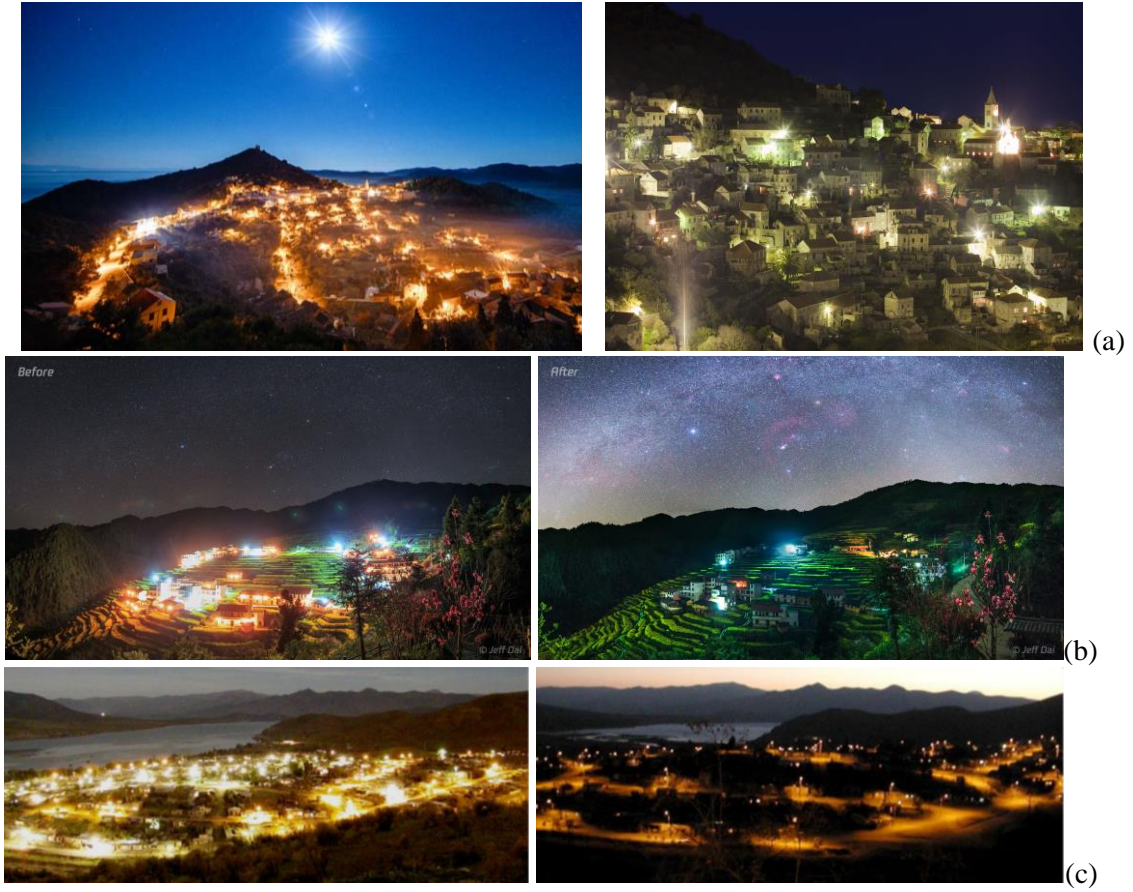
Işık kaynaklarının doğru kullanımını yönlendirmek amacıyla öncelikle yanlış kullanım alanlarını belirlemek ve ışık kirlilik alanlarını saptamak gerekmektedir. Bu kapsamda araştırma alanımız olan İskenderun kıyı şeridinde saptanan çalışma alanında ait bulgular şu şekilde özetlenebilir:

-İskenderun ilçesi otoyol ve deniz kıyı hattı arasında kalan çalışma alanında yapılan farklı 44 ölçüm noktasında üçer kez alınan ölçüm sonuçlarının ortalamasına göre en aydınlık alan, 12,74 kadir/açısanıye² ile İskenderun limanı çevresinde bulunan çocuk oyun alanı, lunapark ve halka açık spor tesisinin bulunduğu bölge, en karanlık alan ise 18,74 kadir/açısanıye² ile konut yerleşimlerinden nispeten uzak, tarım arazileri üzerinde kalan kır-kent arasındaki kullanım alanlarıdır.

- Alınan ölçüm sonuçlarına göre çalışma alanının %69,98'i, Bortle ölçeğine göre şehir aydınlığı sınıfına girerken, %30,02'si banliyö/şehir geçişi sınıfında yer almaktadır.

- Bulgular bölümünde verilen Şekil 3, 4 ve 5'teki görsellerde de mevcut aydınlatma birimlerinin kullanım yoğunluğu ve tasarımlarından kaynaklı ışığı dağılmasına sağladıkları katkılar da dikkate alınarak, Şekil 6'da mevcut aydınlatma birimleri yerine kullanılacak tasarımlar örneklendirilmiştir. Yapılması öneriler çerçevesinde gerçekleştirilebilecek değişimler oldukça etkili olabilmektedir. Bu kapsamda yerleşim alanlarında aydınlatma elemanları ve ışık kaynaklarının değişimi ile gerçekleştirilmiş çeşitli uygulama örnekleri bulunmaktadır. Lastovo Adası (Adriyatik denizi), Kaihua (Çin Halk Cumhuriyeti) ve Monte Patria (Şili) yerleşimlerinde gerçekleşen bu uygulama örnekleri,

aydınlatma elemanlarının planlama sürecinin öncesi ve sonrasında elde edilen görseller Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Lastovo Adası (Adriyatik denizi) (a), Kaihua (Çin Halk Cumhuriyeti) (b) ve Monte Patria (Şili) (c) yerleşimlerinde aydınlatma elemanlarının kontrollü şekilde kullanımı sonucunda oluşan görünüm (Welch ve Dick, 2012, Anonim, 2019, Küçük ve Ekren, 2021)

Şekil 7’de verilen örneklerde, yerleşim alanlarında oluşan ve özellikle dış mekân aydınlatmalarından kaynaklanan ışık kirliliğinin etkili bir şekilde kontrol edilebileceği görülmektedir. Dünya nüfusunun hızlı artışı sonucunda artan yerleşim talebi karşısında mekânsal alanların aydınlatılması kamusal bir hizmet olarak sağlanmaktadır. Bu hizmetin çevreye ve canlılara zarar vermeden kontrollü şekilde uygulanması amacıyla, gerçekleştirilen örnekler dikkate alınmalı ve doğru aydınlatma planlarıyla ışık kirliliği önlenmelidir.

Gerçekleştirilecek çalışmaların temelini toplumun ışık kirliliğine karşı bilinçlendirilmesi oluşturmaktadır. Gelişen teknolojiye uyumlu olarak enerji verimliliğini koruyan akıllı sistemlerin kullanılması yaygınlaştırılmalıdır. Bu sistemlerin oluşturulması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasında IDA ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu - International Commission on Illumination (CIE) ’nun hazırlamış olduğu aydınlatma ve armatür sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu öneriler doğrultusunda ışık kirliliğinin olumsuz etkileri kontrol altına alınabilecek ve canlıların sağlıklı yaşam koşulları desteklenebilecektir.

Teşekkür

Çalışmamız süresince verdiği destekler için Fen ve Teknoloji Öğretmeni Sayın Ayşe FİZAN SASA'ya çok teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynakça

- Anisimov VN. Light pollution, reproductive function and cancer risk. *Neuro Endocrinology Letters* 2006; 27(1-2): 35-52.
- Anonim. Cielos Oscuros: Enciendan la Noche 2019. <https://astro.org.sv/imagendeldia/mayo-16-2019-cielos-oscuros-enciendan-la-noche-mayo-16-2019-cielos-oscuros-enciendan-la-noche/> (Erişim tarihi: 17.09.2020)
- Anonim. EXPO'21 Hatay 2021. <https://expo2021hatay.com/hatay/kultur/toplum/> (Erişim tarihi: 22.10.2021)
- Aslan Z. Işık kirliliği: Öğretmenlerimizle Türkiye'de yaptığımız çalışmalar. *Anadolu Öğretmen Dergisi* 2019; 3(2): 246-257.
- Atış S., Ekren N. Development of an outdoor lighting control system using expert system. *Energy and Buildings* 2016; 130: 773-786.
- Barranco CN., Hughes L. E. Effects of light pollution on the emergent fauna of shallow marine ecosystems: Amphipods as a case study. *Marine Pollution Bulletin* 2015; 94: 235-240
- Boyce PR. Human factors in lighting. 3rd ed. London: Taylor & Francis; 2014.
- Bashiri F., Hassan CRC. Light pollution and its effect on the environment. *International Journal of Fundamental Physical Sciences* 2014; 4(1): 8-12.
- Chepesiuk R. Missing the dark: effects of light pollution. *Environmental Health Perspective* 2009; 117(1): 20-27.
- Czarnecka K., Błazejczyk K., Morita T. Characteristics of light pollution-A case study of Warsaw (Poland) and Fukuoka (Japan). *Environmental Pollution* 2021; 291(2021): 1-8.
- Depledge MH., Godard-Codding, CAJ., Bowen RE. Light pollution in the sea. *Marine Pollution Bulletin* 2010; 60(9): 1383-1385.
- Falchi F., Cinzano P., Duriscoe D., Kyba CCM., Elvidge CD., Baugh K., Boris PA., Rybnikova NA., Furgoni R. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances* 2016; 2016(2): 1-25.

- Harita Genel Komutanlığı. İl ve ilçe yüz ölçümleri 2016. https://web.archive.org/web/20160304141226/http://www.hgk.msb.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf (Erişim tarihi: 10.09.2021).
- Hölker F., Wolter C., Perkin EK., Tockner K. Light pollution as a biodiversity threat. *Trends in Ecology & Evolution* 2010; 25(12): 681–682.
- IDA. Light pollution affects us all, 2020. <https://www.darksky.org/> (Erişim tarihi: 03.07.2020)
- IDA. Outdoor Lighting Basics 2021. <https://www.darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-citizens/lighting-basics/> (Erişim tarihi:13.12.2021)
- Küçük ZK., Ekren Z. Light pollution and smart outdoor lighting. *Balkan Journal Of Electrical & Computer Engineering* 2021; 9(2): 191-200.
- Ledesma MM., Sanhueza P., Falchi F. Spectral and zonal restriction justification - review process of DS043/2012 MMA (Ministry of Environment). Erişim tarihi: 28.06.2021. https://www.researchgate.net/publication/337547281_Spectral_and_Zonal_Restriction_Justification_-_Review_Process_of_DS0432012_MMA_Ministry_of_Environment
- Lyttimäki J. Towards eco-efficient and enjoyable lighting. Brief for GSDR 2015. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5520Light%20pollution_rev.pdf
- Miguel AS., Aub'e M., Zamorano J., Kocifaj M., Roby J., Tapia C. Sky quality meter measurements in a colour changing world. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society(MNRAS)* 2017; 467: 2966-2979.
- Mitchell DM., Gallaway T. Dark sky tourism: economic impacts on the Colorado Plateau Economy, USA. *Tourism Review* 2019; 74(4): 930-942.
- Moore C. Işık kirliliğinin yaban hayatı ve ekosistemler üzerindeki etkileri 2020. Erişim tarihi:05.08.2020, <https://www.darksky.org/light-pollution/wildlife/>
- Nilüfer Belediyesi, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası (EMO), Bursa Amatör Astronomi Kulübü (BAAK),isikkirliligi.org. Nilüfer İlçesi Işık Kirliliği Araştırma Projesi Sonuç Raporu, 2017.
- Pun CSJ., So, C. Night-sky brightness monitoring in Hong Kong: a city-wide light pollution assessment. *Environmental Monitoring Assessment*, 2011; 184(4): 2537-2557.
- Squires WA., Hanson HE. The destruction of birds at the lighthouses on the coast of California. *The Condor* 1918; 20(1): 6-10.
- TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Nüfus ve demografi. İlçe nüfusu. <https://biruni.tuik.gov.tr/nufusapp/idari.zul>, 2020, (24.10.2021).
- Van Bommel W. Road lighting: fundamentals, technology and application.1st ed. Switzerland: Springer International Publishing; 2015.
- Viola AU., James LM., Sclangen LJ., Dijk DJ. Blue-enriched White light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health* 2008; 34(4): 297-306.

Welch D., Dick R. Problems and solutions related to white led lighting, Dark-sky parks 2012. J. Anderson (Ed.), 22-25, Cansel Mdc, Canada.