IŞIK KİRLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ; GAZİANTEP ÖRNEĞİ

LIGHT POLLUTION MEASUREMENT GAZIANTEP EXAMPLE

Kenan LATİFOĞLU

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi

Gezegenevi ve Bilim Merkezi,

Şehitkamil, Gaziantep.

ORCID NO: 0000-0002-3053-0278

Dr. Tuncay ÖZDEMİR

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,

Fizik Bölümü, Battalgazi, Malatya.

ORCID NO: 0000-0002-0395-5713

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan ve 6. Büyükşehir konumundaki Gaziantep ilinin merkez ilçelerini kapsayan (Şahinbey-Şehitkamil) bölgelerinde 49 km^2 alanda 49 gridten oluşan bölgeden, güneş battıktan en az 3 saat sonra başlayarak yapay aydınlatma kaynaklı uzaya kaçan ışık enerjisi miktarı ölçülmüştür. Gaziantep merkez bölgesi toplam 100 km^2 alana sahip olduğu düşünüldüğünde, Gaziantep merkezinin yaklaşık yarısının ışık kirliliği ölçümü yapılmıştır. Diğer bölgeler dağınık olarak bulunduklarından ortalama değerde büyük sapmaya neden olacağı için topografik haritalamaya eklenmemiştir. Her bir bölgenin ışık kirliliğinin topografik haritalaması oluşturulurken, bilgisayar programı olan Arcgis'de Sigmoid aktivasyonu yöntemi kullanılarak meydana getirilmiştir. Haritalamada kırmızıdan maviye doğru renk skalası kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmada Sky Quality Meter (SQM) cihazı LU-DL modeli ile ışık ölçümleri tespit edilmiştir. Çalışmalar 2020 yılında Şubat, Mart ve Nisan aylarının belirli tarihlerinde (Ay'sız, bulutsuz) gecelerde, 21:00-24:00 saatleri arasında alınmıştır.

Ölçüm sonuçları olarak, kayıp enerji miktarı Gaziantep ilinde 89.8 milyon lümen olarak tespit edilmiştir. Mali karşılığı ise yaklaşık 2.30 milyon Türk lirasıdır. Işık kirliliğini önlemek için, parklarda ve sokaklarda kullanılan aydınlatma armatürlerinin, yeni üretilen LED teknolojili, zemine paralel, üstüne ışık vermeyen, beyaz ya da beyaza yakın renkte armatürlerin kullanılması gerekmektedir. Yerel yönetimlerin ve diğer kamu kurumlarının ilgili birimleri, şehir aydınlatmacılığı hakkında uluslararası standartları gündeme almalı ve güncel politikalarını bu doğrultuda oluşturarak ildeki enerji israfına engel olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Işık Kirliliği, Enerji Kaybı, Şehir Aydınlatmacılığı

ABSTRACT

In this study, the amount of light energy escaping to space from artificial lighting starting at least 3 hours after sunset was measured in the area consisting of 49 km2 and 49 grids in the

central districts of Gaziantep (Sahinbey-Sehitkamil). Considering that Gaziantep central region has a total area of 100 *km*2, light pollution measurement of approximately half of Gaziantep center has been made. The other regions are not shown on the map because they are scattered and will cause a big deviation in the average value. In this study, measurements were made with the Sky Quality Meter (SQM) device LU-DL model. As a result of the measurements, the light pollution map of Gaziantep province was made using the ARCGIS program, and while light colors indicate light pollution, dark colors indicate areas with less light pollution.

The studies were taken between 21:00 and 24:00 at night on certain dates of February, March and April (without moon, cloudless). As a result of the measurement, the amount of energy lost in the measurement points of Gaziantep province is 89.8 million lumens in terms of luminous flux. Its financial equivalent is approximately 2.30 million Turkish liras. In order to prevent light pollution, the lighting fixtures used in park and street lighting should be of a new generation LED technology, parallel to the ground, not shining light on it, and white or almost white in color. Relevant units of local governments and other institutions should put international standards on city lighting on the agenda and prevent energy waste in the province by establishing their current policies in this direction.

Keywords: Light Pollution, Loss Of Energy, City Enlightment

GİRİŞ

Işık kirliliği araştırma ve değerlendirmesi kapsamında Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinden Gaziantep'te ölçümler alınmıştır. Işık kirliliğinin oluşmasında ve sonuçlarında arkasında yatan astrofiziği araştırılmıştır. Çalışmalarda SQM cihazı LU-DL modeli kullanılmıştır. Amaç, gelişen ve her yıl daha da büyüyen metropol şehir Gaziantep'in ışık kirliliğinin ölçümlerinin yapılması ve sonucunda mali kaybın bulunmasıdır.

Gaziantep ili coğrafi yapısı olarak çok dar alanda yerleşim yapılmış bir şehir olmasından dolayı, yapılar birbirine çok yakın ve düzensiz bir yerleşim mevcuttur. Yeni açılan toplu konut alanları şehirden biraz daha dışarda ve yüksek binalar olarak yapılmıştır. Bu koşullar içerisinde gece şehir üzerinde gök parlaması, aşırı ışıklandırılmış bölgeler oluşmaktadır. Bundan dolayı, şehrin ölçümlerini alırken sadece merkez bölgenin ölçümleri değerlendirilmiştir. Nüfusun en yoğun olduğu bölgeler de yine merkezde bulunan bölgeler olduğu için bu proje, enerji tüketimi ve ışığın insan sağlığı üzerine ve çevresel faktörler açısından önem arz etmektedir.

Dolayısıyla, şehrin merkez bölgelerinde bulunan parklar, ana caddeler ve yoğun yerleşim bölgelerinin ışık kirliliği ölçümleri yapılmış olup sonrasında topografik ışık kirliliği haritaları çıkartılmıştır.

YÖNTEM

Işık Kirliliği Ölçümü ve Hesaplanması

Bu çalışmada SQM (Sky Quality Meter) cihazı kullanarak ölçümlerimizi almayı tercih ettik. Çünkü Unihedron firmasının SQM (Gök Niteliği Ölçeri) mevcut en iyi yöntem olarak kabul

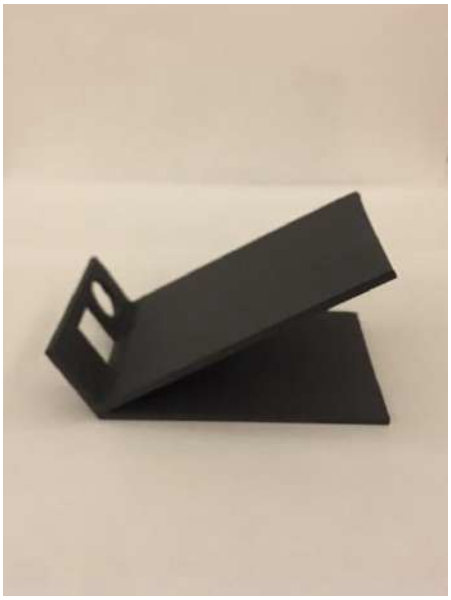
edilmektedir. SQM cihazı ile alınan değerler gerekli formüller kullanılarak ışık akısı değerine dönüştürülerek alan başına düşen aydınlanma hesaplanır. Sonrasında elektrik tüketimi kWh cinsinden karşılığı bulunur ve mali kayıp bu şekilde hesaplanmış olacaktır.

Bu çalışmada diğer yerlerde yapılan çalışmalardan farklı olarak 3 farklı açıda ölçümler kaydedildi ve üç farklı açı ölçüm içinse 3 boyutlu yazıcıdan PLA malzemelerden aparatlar çıkartıldı.



Şekil 1a. 60 derecelik ölçüm aparatı

Kaynak: Kenan Latifoğlu



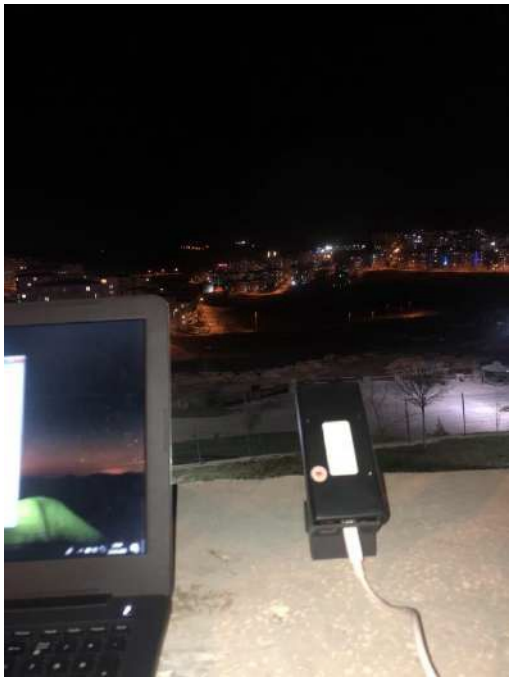
Şekil 1b. 30 derecelik Ölçüm aparatı

Kaynak: Kenan Latifoğlu



Şekil 1c. 90 derecelik ölçüm aparatı

Kaynak: Kenan Latifoğlu



Şekil 2. 60 derecelik aparat ile ölçüm alırken (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Ölçümler alındıktan sonra ışık kirliliğinin topografik haritaları çıkartıldı. Haritalar 30 derece 60 derece ve 90 derece için ayrı ayrı oluşturulurken karşılaştırabilmek için şu şekilde bir yöntem uygulanmıştır. Argcis programı üzerinde Sigmoid aktivasyonun kullanılmış olup veri setlerinin 0 ve 1 arasında normalleştirilme yapılmıştır. Sigmoid aktivasyonu için kullanılan formül;

Hdı= [Hd−(minHd)]/[(maxHd)−(minHd)Denklemde

Hd: Raster hücre değeri,

Min Hd: En küçükhücre değeri,

Max Hd: En büyük hücre değeri ve

Hdı : 0 ve 1arasındaki yeni hücre değeridir. (Cengiz vd. 2018).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Gaziantep ili merkezinde gerçekleştirilen bu projede alınan veriler işlendikten sonra ışık kirliliği topografik haritaları çıkartıldı. Şekil 6a, 6b, 6c üzerinde renkler tartışma ve sonuç bölümünde ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.



Şekil 3 Gaziantep'in Şehir Gösteren mevkiinden Doğu yönüne doğru bakış (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

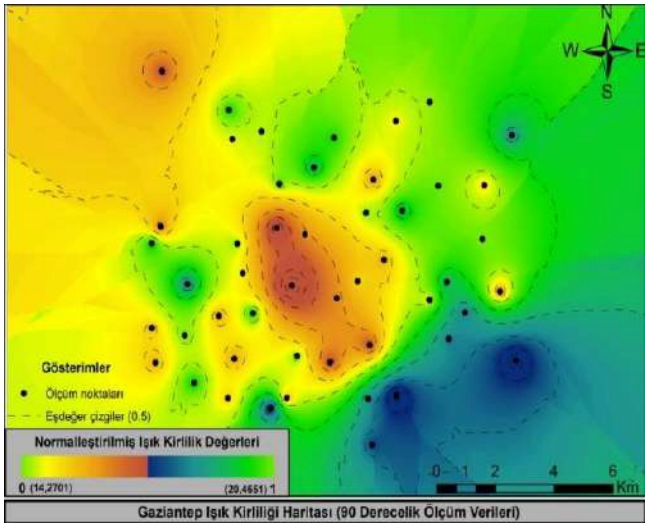
Gaziantep ili merkezinde yapılan çalışmalarda şehrin üzerinde oluşan ışık katmanları da fotoğraflanarak gök parlaklığı gösterildi.

Çalışmanın yapıldığı tüm bölgeler GPS koordinatları alınarak CBS programı üzerinde işlendi ve veriler daha anlamlı hale getirildi.

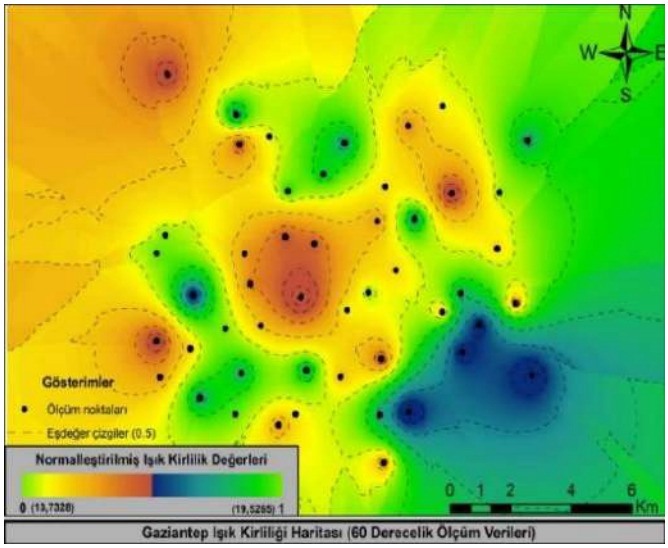


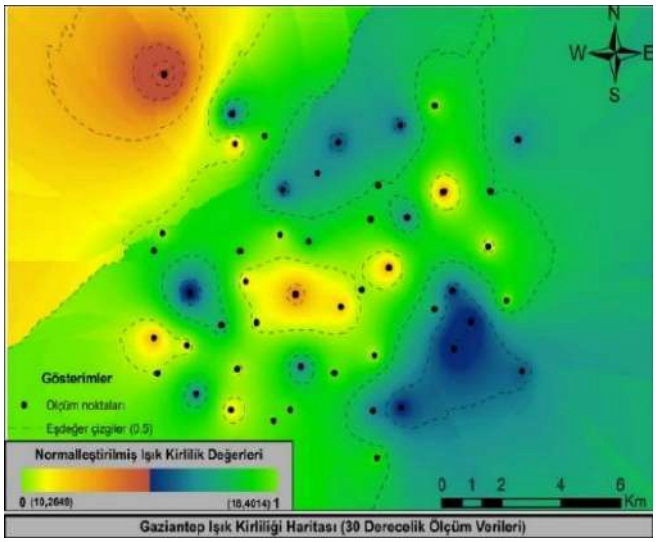
Şekil 4. Gaziantep'de Akkent bölgesinde bir dış aydınlatma görüntüsü (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Topografik haritalar aşağıda verilmiştir. İlk harita 90 derecelik ölçümlerden elde edilen ve uzaya kaçan enerji hesaplamasında kullanılan harita niteliğindedir.



Şekil 5a, 5b ve 5c 30,60,90 derecelik topografik ışık kirliliği haritaları

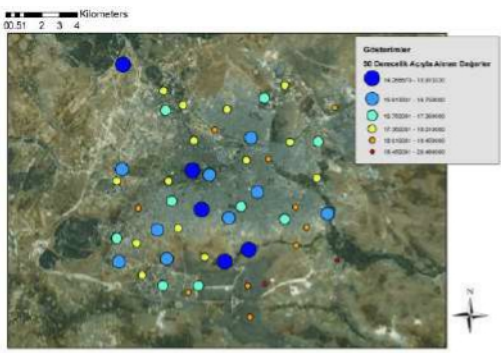


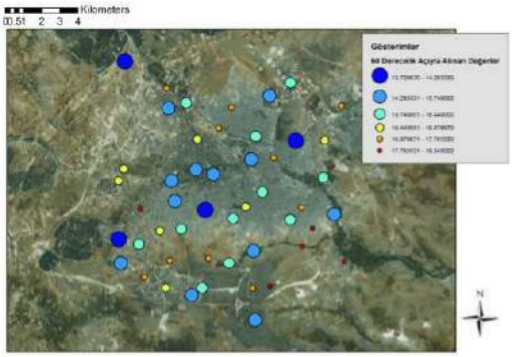


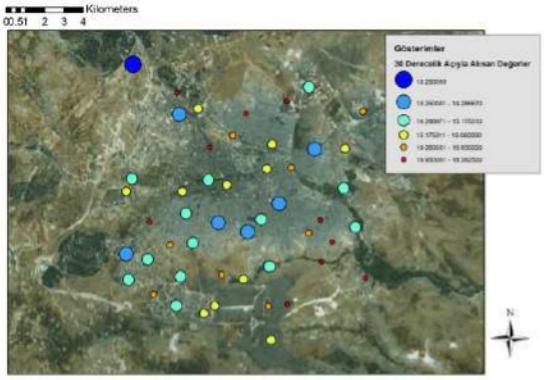




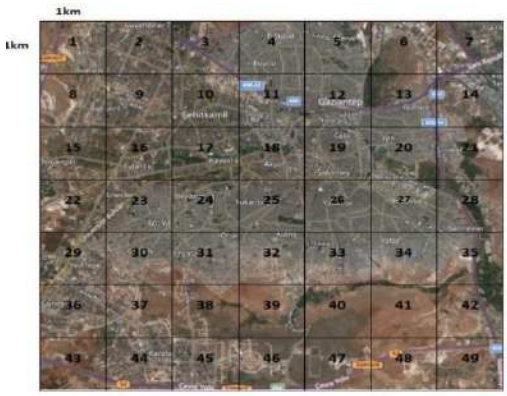
Şekil 6a ve 6b. Yanlış aydınlatma türlerine örnekler (Kaynak: Kenan Latifoğlu)







Şekil 7a, 7b, 7c Ölçümlerin alındığı koordinatlar (Kaynak: Kenan Latifoglu)



Şekil 8. Gaziantep il Merkezinde çalışmanın yapıldığı alanın Google Earth üzerinde yapılmış gridler halindeki haritası.

Tablo 1

	Ölçüm Değerleri		
Sıra no	30 derecelik ölçüm değerlerinin ortalaması	60 derecelik ölçüm değerlerinin ortalaması	90 derecelik ölçüm değerlerinin ortalaması
1	13.63	14.28	15.87
2	17.34	17.76	17.93
3	15.41	16.44	17.44
4	17.34	17.76	17.93
5	17.33	15.52	17.24
6	15.27	16.34	17.53
7	16.95	17.70	18.77
8	16.54	16.66	16.34
9	14.29	15.13	17.33
10	17.36	16.98	17.65
11	16.76	17.29	18.36
12	15.92	16.21	16.58
13	13.73	14.27	17.68
14	16.31	16.66	17.19
15	15.71	16.81	17.99
16	15.61	15.61	17.52
17	15.00	15.00	15.17
18	15.91	15.33	16.43
19	15.61	15.61	17.52
20	16.83	17.74	18.30
21	14.72	16.13	17.63
22	13.96	14.25	16.88
23	18.39	18.84	18.93
24	14.54	15.41	17.16
25	13.30	13.73	14.27
26	13.93	16.14	16.73
27	17.53	17.57	18.41
28	15.18	15.74	16.62
29	14.72	16.13	17.63

30	**16.35**	**16.72**	**16.73**
31	**14.80**	**15.94**	**17.91**
32	**14.26**	**16.37**	**16.41**
33	**15.15**	**16.65**	**17.26**
34	**16.37**	**16.14**	**17.36**
35	**18.39**	**18.84**	**18.93**
36	**15.41**	**15.68**	**16.75**
37	**14.91**	**17.58**	**16.66**
38	**16.89**	**17.53**	**17.57**
39	**15.34**	**15.97**	**15.87**
40	**15.00**	**15.29**	**15.91**
41	**18.39**	**18.84**	**18.93**
42	**17.27**	**19.45**	**20.48**
43	**16.83**	**17.74**	**18.84**
44	**14.54**	**16.82**	**16.98**
45	**15.42**	**15.66**	**19.45**
46	**15.42**	**16.24**	**16.98**
47	**17.51**	**17.70**	**18.77**
48	**17.85**	**19.54**	**20.29**
49	**17.42**	**18.66**	**19.29**

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gaziantep şehir merkezinde yapılan ışık kirliliği ölçümlerinde parklar bölgesi olarak bilinen Demokrasi meydanından Hayriye Tütüncüler Parkına kadar olan bölge ve Yeşil Vadiden Şehir Gösteren mevkiye kadarki 49 km2 alanda ölçümler yapıldı. Ölçümler aysız, bulutsuz gecelerde, güneş battıktan 3 saat sonra başladı. Genel olarak Güneş ufkun altına 18 derece indikten sonra başlanabilir. Bu kriterler ışık kirliliği için çok önemli unsurlardır. Ölçümler 3 farklı açıda gerçekleşti. Amaç, sadece uzaya kaçan ışıkları değil, göz mesafesi düzeyinde de yoğunluğun ne kadar olduğunu tahmin etmekti. 30, 60 ve 90 derecelerde alınan ölçümler sonrasında CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) programı kullanılarak topografik haritalar haline getirildi. 30, 60ve 90 derecelik ölçümlerin standart biçimde yapılabilmesi için SQM aygıtını sabitleyen mekanizmalar üretilmiştir. Bu mekanizmalar yardımıyla 30 ve 60 derecelerdeki ölçümler şunu göstermiştir, bina yüksekliklerinin ve birbirlerine yakınlık mesafeleri ışık kirliliğine etkisi yüksektir. Bunun sebebi ise, bina duvarlarının ve camların yansımaya olan etkisidir.

Seçilen noktalar, etrafının tamamen açık olmasına dikkat edilse bile, 30 ve 60 derecelik ölçümlerde ışık etkisi ölçümlere yansımıştır. Binalar birbirlerine ne kadar yakın olursa oluşan yapay ışık kirliliği o kadar açık renge dönmüştür

Topografik haritalar üzerindeki açık renkler ışık kirliliğinin çok olduğu kısımları gösterirken koyu renklere doğru giden bölgeler ışık kirliliğinin az olduğu bölgeleri göstermektedir. Şekil 7a,7b,7c'deki haritalar ise ölçümlerin alındığı koordinatları gösteriyor. Ölçüm değerlerine göre, ölçüm alınan noktalardaki yuvarlak boyutları değişiklik göstermektedir. 30, 60 ve 90 derecelik ölçüm noktalarının ayrı ayrı gösterilmesinin sebebi, bölgelerde bulunan binaların birbirlerine yakınlık mesafesinin ölçümlere ister istemez yansımasıdır.

Gök parlaklığından kaynaklı boşa giden enerji miktarı hesaplanırken sadece 90 derecelik ölçüm sonuçları kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise, uzaya direk kaçan ışığı hesaba katmak gerektiğindendir. 30 ve 60 derecelerden alınan SQM verileri daha çok yerden 30-40 metre yukarısında oluşan ışık katmanlarının etkileşimini vermektedir.

Bunlara ek olarak, kayıp enerji hesaplamaları sonucunda Gaziantep il merkezi için aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Her bir açı için (30^0,60^0, 90^0) ayrı ayrı uzaya kaçan ışık akıları bu yöntemle hesaplandığında Gaziantep ilinin merkezindeki 49000000 m^2 lik 49 bölgeden alınan gök parlaklığı verileriyle toplam uzaya kaçan ışık akısı; 30 derece açıda 1.2 milyar lümen, 60 derece de bu değer 233 milyon lümen ve **90 derecelik ölçüm sonucu ise 89.8 milyon lümen**. olarak bulunmuştur. Bulunan sonuçlar için 441 adet gök parlaklığı alan verisinden faydalanılmıştır. 90 derecelik ölçümlerin sonucunda ulaşılan değer;

89.8 milyon lümen 898 kW olarak dönüştürüldüğünde aydınlatma armatürlerinin günlük 10 saat çalıştıkları farz edilmiştir ve bir aydaki tüketim hesaplanmıştır.

$$898x10x30 = 269400 \text{ kWh/ay}$$

Bulunan bu sonuçla, elektrik tüketiminin mali karşılığı 2020 yılı Haziran ayı için 0.71 TL/kWh olduğu hesaba katılırsa toplam ışık kaybının mali değeri; (269.400Wh/ay) x (12 ay/yıl) x(0.71TL/kWh)= 2.295288 TL/yıl olduğu çıkmaktadır. Bu hesap bir kıyaslama ile anlatılacak olunursa ortalama bir ailenin aylık enerji tüketimi düşünüldüğünde (145.7 kWh/ay) ışık kirliliğinden dolayı her ay 1849 ailenin elektrik ihtiyacına karşılık gelmektedir.

Gaziantep ili genelinde 2019 Mayıs gaosb.org verilerine dayanarak toplam elektrik tüketiminin 4 milyar 559 milyon 193 bin 855 kWh ve bunun içerisinde Organize Sanayi Bölgeleri elektrik tüketimini çıkarırsak il genelinde bir yıllık elektrik tüketimi yaklaşık 4 milyar 108 milyon 71 bin 543 kWh'tir.

Bu verilere dayanarak uzaya kaçan ve kayıp enerji miktarı yıllık bazda (3232800 kWh) olduğunda

$$\% = \frac{3232800 \times 100}{4108071543}$$

=0.08

%0.08 oranındadır.

Bu oran küçük gibi görünse de sonucun sadece Gaziantep ili merkez bölgesini kapsadığı unutulmamalıdır. Buna rağmen, mali değeri yine de yüksektir. Coğrafi yapı olarak, dar bir alanda yoğun yerleşim yerlerinden ötürü oluşan bu kirlilik, insanlar ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Daha önceki kısımda detaylı bir şekilde bahsettiğimiz üzere, özellikle insanlarda gece uykuda salgılanan ve hücrelerin yenilenmesini, vücudun dinlenmesini sağlayan melatonin hormonu, ışık kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde daha az salgılanmasına veya hiç salgılanmamasına neden olmaktadır. Bu durum, doğal olarak insanların kendilerini daha yorgun ve halsiz hissetmelerine yol açacaktır. Gaziantep'te yapılan bu bilimsel çalışma, Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan şehirler arasında ilk defa yapılmıştır. Bunların yanı sıra, ışık kirliliği birçok ülkede henüz önemli çevre sorunları arasında görülmemektedir. Bu konuyla ilgili gelişmiş ülkeler daha az gelişmiş ülkelere göre daha önemseyen bir tutum içindedir. Işık kirliliğini dikkate alarak yapılacak her türlü planlama enerji tüketimini de olumlu etkileyecektir. Ülkemizin de dünyanın da en önemli konusu yeni enerji kaynakları bulmak ve enerjiyi doğru kullanmaktır. Bu yüzden ışık kirliliğini nasıl engelleriz ve nasıl önlemler alabiliriz bunları sıralayalım

Öneriler:

- Birincil öncelik aydınlatma armatürlerinin doğru seçilmesidir. Daha az enerji tüketimi ile daha fazla lümen değerine sahip lambalar seçilmelidir.
- Gaziantep'te yapılan çalışmalar esnasında yol ve sokak aydınlatmalarında küre tipi aydınlatma armatürleri sıkça kullanıldığı görülüp, parlak sarı renkte ışık yayan, şeffaf cam tüplü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması daha iyi olacaktır.
- Şekil 8 üzerindeki 40-41-42-47-48-49 nolu bölgeler Yeşil-kent mezarlığının olduğu bölgedir ve ölçüm sonuçları oldukça idealdir
- Şekil 8 üzerindeki 1-2-23-24-30-31-32-33 ve 34 nolu bölgeler yüksek binaların bulunduğu site şeklinde oluşturulmuş yerleşim yerlerini göstermektedir. Bu bölgelerde kullanılan aydınlatma lambalarının led teknolojili lümen değeri en fazla 13000ve watt değeri en fazla 100 olan yeni nesil armatürler ile değiş-tirilmeleri uygun olacaktır
- Harita üzerindeki 15-16-17 ve 18 nolu bölgeler parklar bölgesi olduğundan bu bölgelerde lümen değeri en fazla 6500 ve watt değeri en fazla 70 olan özelliklere sahip led teknolojili üstü kapalı armatürler tercih edilmelidir (Cinzano, 2004)
- 19-20-25-26-27 nolu bölgeler ticari alanların ve iş hanlarının çok olduğu yerler olduğu için reklam panoları ve bina dış cephe aydınlatmaları mümkün olduğu kadar yukardan aşağıya doğru aydınlatılması gerekmektedir. Mevcut yapıda, gelişi güzel ve eski tip aydınlatma armatürleri kullanılmıştır.

- Aydınlatma doğru yapıldığında tarihi yerler ve dikkat çekmesi istenen yerler görünür kılınır Z. Aslan (2019).
- Gelişen LED teknolojisinden daha çok faydalanılmalıdır.
- Yerel yönetimler bölgeleri projelendirirken muhakkak bu konuyla ilgili üniversitelerin ilgili bölümleriyle iletişime geçmelidir.
- Konuya dikkat çekmek adına ulusal çapta seminerler, konferanslar, düzenlenmeli, okullarda öğrencilerin farkındalığı arttırılmalıdır.
- Dış aydınlatma lambaları, lambanın bulunduğu yerden geçen yatay düzlemden daha yukarıya ışık gitmeyecek şekilde perdelenmelidir, yani armatürler “tam perdeli” olmalıdır.

Bu çalışma İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ (BAP) tarafından FDK-2020-2191 nolu proje ile desteklenmiştir.

Ayrıca, Gaziantep merkez parklardaki ve kavşak aydınlatmalarında kullanılan aydınlatma armatürleri konusunda destek verdikleri için Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Park Bahçeler Daire Başkanlığı’na teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

T. Kılıçoğlu "Ast202 Astronomi II 5. Konu Yıldızların Parlaklıkları.Sayfa: 3"

K W. Gatland, "Bilim Dizisi Gökyüzü", Remzi Kitabevi (1976)

Falchi F., Cinzano P., Duriscoe D., Kyba C. C.M., Elvidge C. D.,Baugh K., Portnov B.A., Rybnikova N. A., Furgoni R., The newWorld atlas of artificial night sky brightness., Science Advances2, e1600377 (2016)

.M. Taşyürek, "Görünür Işınlar veya Aydınlatma", Fişek Enstitüsü(2003)

Stevens,R.,Işıkkirliliğihttp://www.bbc.com/turkce/haberler/2016/06/160627_vert_fut_isik_kirliligi.amp

Ansarı, B. Karımı, Işık Kirliliği ve Çevreye olan etkileri. Ç.Ü.Z.F Dergisi (2013) 11-22

Demircioğlu, N., Yılmaz, H., Işık Kirliliği, Ortaya Çıkardığı Sonuçlar ve Çözüm Önerileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat fakültesi Derg.(2005)361 117-123

Aksay, C., Ketencioğlu, S., Işık Kirliliği. Afyon Kocatepe ÜniversitesiFen Bilimleri Dergisi (2009) Sayfa: 231-236

Z. Aslan, "5. Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu", Eskişehir,(2013)B. Aslan, "Bursa Nilüfer ilçesi Işık Kirliliği Araştırma Projesi", Aralık(2017)

K. Yetiş, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi / Fen Bilimleri Ens-titüsü Fen Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Karaman(2019)

Ö. Türk, "Samsun'un Atakum ilçesinde ışık kirliliği ölçümleri ve değerlendirilmesi" On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Bölümü, Samsun, (2019)

B. Aslan, "Astronomi Öğretmen Seminerleri AÖS-8 Arsuz Çalıştayı, (2016)

K. Yetiş, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı, Karaman(2019)

Z. Aslan, "Işık Kirliliği: Öğretmenlerimizle Türkiye'de Yaptığımız Çalışmalar", (2019)

Cengiz, S., Görmüş Cengiz, S., Koltan Yılmaz, Ş., & Yılmaz, B.,(2018). Modeling of Urban Sprawl Using Remote Sensing Dataand Multinomial Logistic Regression Analysis: A Case Study ofMalatya, Turkey. Science, Ecology and Engineering Research inthe Globalizing World (pp.204-218), Sofija: ST. KLIMENT OH-RIDSKI UNIVERSITY PRESS

B. Aslan, "Işığın Kirli Yüzü: Işık Kirliliği.", Sözkesen Matbaacılık, Sayfa:99-100-101, Ankara 1. Baskı Kasım (2018

Cinzano, P. (2004) A portable spectrophotometer for light pollution measurements, Memorie della Società Astronomica Italiana Supplement, v.5, p.211