

# Türkiye’de Işık Kirliliği

Nazım Aksaker<sup>1,2</sup>  , Sinan Kaan Yerli<sup>3</sup> , Zühal Kurt<sup>4,2</sup> , M. Akif Erdoğan<sup>5</sup> 

<sup>1</sup> Çukurova Üniversitesi Adana Organize Sanayi Bölgesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 01330 Adana, Türkiye

<sup>2</sup> Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER), 01330 Adana, Türkiye

<sup>3</sup> Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, 06800 Ankara, Türkiye

<sup>4</sup> Çukurova Üniversitesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 01330 Adana, Türkiye.

<sup>5</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı, 31060 Hatay, Türkiye.

Accepted: December 12, 2022. Revised: December 11, 2022. Received: November 7, 2022.

## Özet

Türkiye’de ve gözlemevlerinde ışık kirliliği, **astroGIS** veritabanı kullanılarak 2012–2020 yılları arasında incelenmiştir. 2019 yılında Türkiye’den uzaya salınan toplam enerji 2012 yılına göre %80 artmıştır (**Aksaker ve diğ. 2020a**). Veri seti kapsamında ülkenin tüm illerinde ve hemen hemen tüm gözlemevi yerleşkelerinde istikrarlı ve sürekli bir artış gözlemlenmiştir. Öte yandan Karanlık Gökyüzü Park konumları, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ve çoğunlukla şehirlerin çevresindeki kırsal alanlarda ışık kirliliği seviyelerinin sabit olduğu yerler bulunmuştur.

## Abstract

Light pollution in Turkey and observatories were investigated between 2012–2020 using the **astroGIS** database. The total energy released into space from Turkey in 2019 has increased by 80% compared to 2012 (**Aksaker ve diğ. 2020a**). Within the scope of the dataset, a steady and continuous increase has been observed in all provinces of the country and in almost all observatory sites. On the other hand, places with stable light pollution levels have been found in Dark Sky Park locations, Eastern and Southeastern Anatolia regions, and mostly in rural areas around cities.

**Anahtar Kelimeler:** light pollution – methods: data analysis – telescopes

## 1 Giriş

Gece gökyüzünün insan temelli gözlemler yapmak için yeterince karanlık olması beklenmektedir. Bununla birlikte, insanlığın karanlık gece gökyüzünü deneyimlemesini yavaş yavaş engelleyen, Dünya yüzeyinin her yerinde devam eden bir insan etkinliği vardır. Bu nedenle ışık kirliliği basitçe gece gökyüzünü etkileyen yapay ışık olarak tanımlanabilir (**Cavazzani ve diğ. 2020; Mendoza ve diğ. 2020; Simons ve diğ. 2020**). Bu etki o kadar büyük ki, insanlığın üçte biri Samanyolu’nu görememekte ve tanımlayamamaktadır. Bunun en basit nedeni aslında dünya nüfusunun şehirlerin içinde veya çevresinde birikmesidir (**Falchi ve diğ. 2016**). Gece gökyüzündeki ışık kirliliği, büyük şehirlerin üzerindeki kümülatif ışık, özellikle gözlemler için gözlemlerin kalitesini düşürdüğünde, astronomik nesnelere gözlemlenmesini çok zorlaştırmaktadır (**Gronkowski ve diğ. 2018**).

Işık kirliliği birçok farklı ölçüm tekniği kullanılarak izlenir ve incelenir: Gökyüzü Kalite Ölçer (SQM) fotometreleri (**Zamorano ve diğ. 2016; Puschig ve diğ. 2019**), Uydu üssü Savunma Meteorolojik Uydu Programı - Operasyonel Hat Tarama Sistemi (DMSP/OLS), International Space Station (ISS) gece ışık ölçümleri (**Kuffer ve diğ. 2018**) ve Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) (**Levin ve diğ. 2019**).

Bu çalışmada, Türkiye’deki ışık kirliliğinin zamansal değişimi incelenmiştir. Bu amaçla **Aksaker ve diğ. (2020a)** Türkiye için uyarlanmıştır. Yapay Işığın (AL) katmanlama detayları **astroGIS** veritabanında bulunmaktadır.

\* naksaker@cu.edu.tr

## 2 CBS ve Yapay Işık Veri Seti

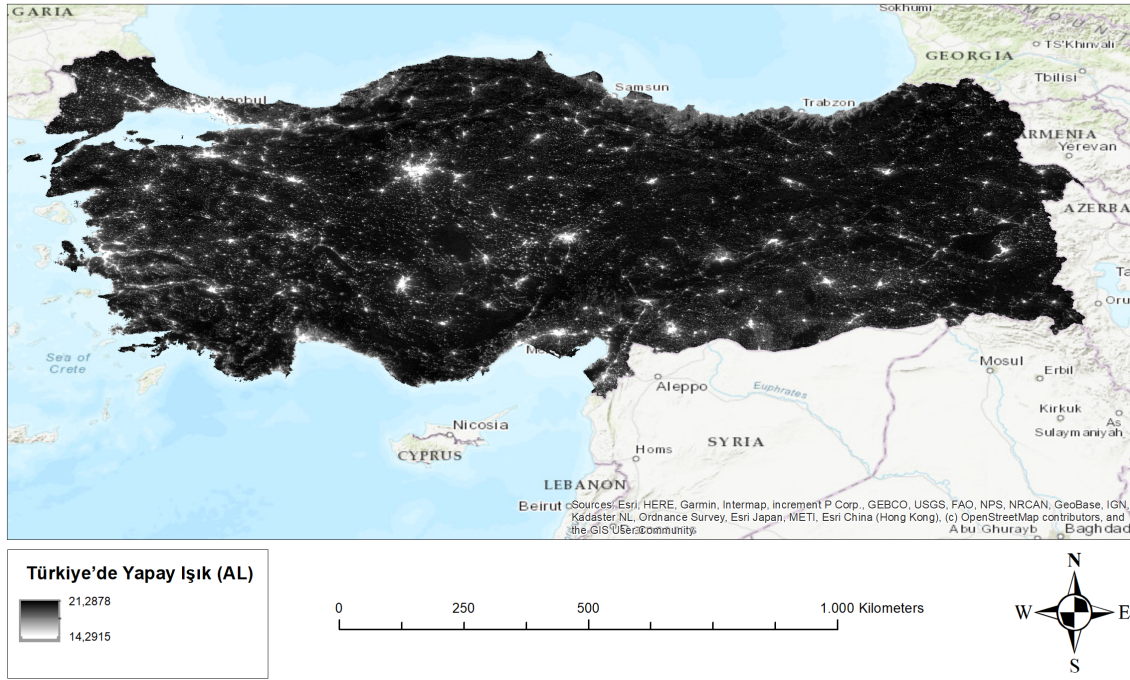
Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) veri edinme, saklama, işleme ve görüntüleme yetenekleri ile herhangi bir yerde, yukarıda ya da aşağıda herhangi bir mekansal olayın analizinde sağlam, kullanımı kolay ve zaman ve maliyet açısından önemli fayda sağlamaktadır (**Chang 2009**). Bu çalışmada **astroGIS** veri tabanı kullanılmıştır (**Aksaker ve diğ. 2020b**). 2012 Aralık ayına ait örnek bir veri Şekil 1’de verilmiştir.

SUOMI-NPP uydusu VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) enstrümanı DNB (Day Night Band) gece verilerini almak için kullanılmaktadır. Bunlar görünür bölgeye karşılık gelmektedir. Fransa için uygulanan benzer veri analizi yöntem ve teknikleri (**Aksaker ve diğ. 2020a**) bu çalışmada da uyarlanmıştır. GEOTIFF görüntülerinin sonuçta ortaya çıkan uzamsal çözünürlüğü piksel başına 463 m’dir.

## 3 Verilerin Analizi

**astroGIS** veri tabanı kullanılarak aylık ortalama gece veri seti üretilmiştir. Tarih aralığı Nisan 2012 ile Aralık 2019’dur. Tüm zaman aralığı boyunca ortalama ışık kirliliği değerine ilişkin ön filtreleme algoritması Python kodunda yazılıp kullanılarak her piksel için  $3\sigma$ ’nın üzerindeki değerler hariç tutulmuştur. Her şehir için aylık gece verileri kullanılarak şehir bazlı bir ışık kirliliği veri seti üretilmiştir.

Sahanın astronomik kalitesi hakkında iyi bir fikir sahibi olmak için her bir gözlemevi konumu için SQM değerleri (mag/arcsec<sup>2</sup> - magnitude/streadian/'': mpsas birimlerinde) hesaplanmıştır. Her gözlemevi için AL veri setimiz SQM değerlerine dönüştürülmüştür (**Sanchez de Miguel ve diğ. 2020**).



**Şekil 1.** 2012 Aralık ayına ait Türkiye'de Yapay Işık (AL) haritası SQM değerlerine dönüştürülmüş olarak sunulmuştur. AL'nin renk değişimi beyazdan siyaha doğru ilerlemektedir. Beyaz, ışık kirliliğinin yüksek olduğu; Siyah karanlık bölgeleri temsil etmektedir.

AL'nin etkisini anlamak için tüm ilçe ve tüm gözlemleri için SQM'nin kontur haritası da üretilmiştir.

#### 4 Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada Türkiye için 2012–2019 aralığında 96 aylık ışık kirliliği incelenmiştir. Tüm veri seti önceki **astroGIS** veritabanımızdan oluşturulmuştur (Aksaker ve diğ. 2020b). Veri setinin analizi ile şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- 2019 yılında Türkiye'den uzaya salınan toplam enerji, 2012'ye göre %80 artmıştır.
- Veri seti kapsamında ülkenin tüm illerinde istikrarlı ve sürekli bir artış gözlemlenmiştir.
- Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ve çoğunlukla şehirlerin çevresindeki kırsal alanlarda AL seviyesinin sabit kaldığı belirlenmiştir.
- Dört demografik parametre incelenmiştir ve bunların AL ile çok iyi korele olduğu bulunmuştur: Nüfus (R: 0.90), GSYİH (R: 0.87), Toplam Güç Tüketimi (R: 0.66) ve Dış Aydınlatma (R: 0.67).
- 2019'daki en parlak ve en karanlık gözlemleri sırasıyla İstanbul Üniversitesi Gözlemevi (138.03), TUG ve TURAG (0.10) olarak bulunmuştur.
- AL'de 2012-2019 yılları arasında en büyük artış ve azalış sırasıyla UZAYBİMER ve UZAYMER'de görülmüştür.
- İstanbul en kalabalık şehir olarak 2019 yılında ülkenin toplam AL'sinin %12'sini üretmiştir.
- AL'de düzensiz yıllık düşüşler olmasına rağmen AL'nin tüm şehirler için eğilimi pozitif ve sabittir.

#### Teşekkür

Bu çalışma 121F251 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir. Bu çalışmanın geniş kapsamlı sonuçları **Yerli ve diğ. (2021)** olarak yayınlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Aksaker N., Yerli S. K., Kurt Z., Bayazit M., Aktay A., Erdoğan M., 2020a, *Astrophysics and Space Science*, 365, 1
- Aksaker N., Yerli S. K., Erdoğan M. A., Kurt Z., Kaba K., Bayazit M., Yesilyaprak C., 2020b, *MNRAS*, 493, 1204
- Cavazzani S., Ortolani S., Bertolo A., Binotto R., Fiorentin P., Carraro G., Saviane I., Zitelli V., 2020, *MNRAS*, 493, 2463
- Chang K., 2009, *Introduction to Geographic Information Systems with Data Files CD-ROM*. McGraw-Hill Companies, Incorporated, <https://books.google.com.tr/books?id=vnPYoAEACAAJ>
- Falchi F., ve diğ., 2016, *Sci. Adv.*, 2, e1600377
- Gronkowski P., Tralle I., Wesołowski M., 2018, *Astronomische Nachrichten*, 339, 37
- Kuffer M., Pfeffer K., Sliuzas R., Taubenbock H., Baud I., van Maarseveen M., 2018, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 11, 2578
- Levin N., Kyba C. C. M., Zhang Q., 2019, *Remote Sensing*, 11, 1472
- Mendoza D., Kieda D., Seth A., 2020, in *American Astronomical Society Meeting Abstracts*. American Astronomical Society Meeting Abstracts. p. 401.03
- Puschnig J., Wallner S., Posch T., Binder F., 2019, in *Light Pollution: Theory*. p. 1, [doi:10.5281/zenodo.3654028](https://doi.org/10.5281/zenodo.3654028)
- Sanchez de Miguel A., Kyba C. C. M., Zamorano J., Gallego J., Gaston K. J., 2020, *Scientific Reports*, 10, 7829
- Simons A. L., Yin X., Longcore T., 2020, *Environmental Research Communications*, 2, 2
- Yerli S. K., Aksaker N., Bayazit M., Kurt Z., Aktay A., Erdoğan M. A., 2021, *Ap&SS*, 366, 34
- Zamorano J., ve diğ., 2016, *J. Quant. Spectrosc. Radiative Transfer*, 181, 52

#### Access:

M23-0340: *Turkish J.A&A* — Vol.4, Issue 3.