

PAPER DETAILS

TITLE: Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin Gökyüzü Parlaklık Ölçümleri

AUTHORS: Ahmet DEVLEN

PAGES: 401-408

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/608824>

Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin Gökyüzü Parlaklık Ölçümleri

Ahmet DEVLEN

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 03/05/2018, Kabul / Accepted: 03/09/2018

Özet

Büyük şehirler sahip oldukları ışıqla geceleri ışıltılıdır ve muhteşem görünürler. Bu ışıltılı şehir ışıqları kamu alanlarındaki aydınlatmalar, sokak aydınlatmaları, reklam panoları, bina dış aydınlatmaları ve ticari aydınlatmalardan oluşmaktadır. Bu görkemli görüntü yapay ışıqların uygunsuz ve aşırı kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Buna ışıqlı kirliliği denir. Yıldızlardan gelen zayıf ışıqları gözleyebilmek için karanlık, nemsiz, ışıqlı kirliliği ve hava kirliliği olmayan yerlere ihtiyacımız vardır. Gökcisimlerinden gelen bu zayıf ışıqlın incelenmesi sahip olduğumuz teknolojik kabiliyetlerin yanı sıra ışıqlı kirliliği olmayan gözlemelerine sahip olmamıza bağlıdır. Bu çalışmada Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde gece gökyüzü parlaklık ölçümleri yapılmıştır. 2010 yılında, zenit açısı $z < 60^\circ$ için gökyüzü parlaklığı tüm azimut açılarında 19 kadir civarında ölçülmüştür. 2017 yılında zenit açısı $35^\circ < z < 60^\circ$ için, gökyüzü parlaklığında azimut açısı $240^\circ < a < 270^\circ$, $270^\circ < a < 360^\circ$ ve $0^\circ < a < 30^\circ$ arasında, sırasıyla, 0.4, 0.8 ve 0.25 kadirlik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu parlaklık artışı, gözlem süresinin yaklaşık 1.5 saat kısalmasına neden olmuştur. Bu ölçümler Ege Üniversitesi Gözlemevi'ndeki ışıqlı kirliliğinin hızla arttığını ve astronomik gözlemlerin sınırlandırıldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Gökyüzü Parlaklığı, ışıqlı kirliliği, Karanlık Alanlar

Measurements of Sky Brightness of Ege University Observatory

Abstract

The big cities are shining and appear magnificent in the nights with their lights. These bright city lights come from the lightening of the public arenas, streetlights, advertisings, outdoor lightings and commercial lightings. This magnificent view arises from the inappropriate and excessive use of artificial light. This is called light pollution. We need grounds with darkness, moisture free, without light and air pollution to observe weak lights coming from stars. Surveying of this weak light which comes from celestial bodies depends on to have observatories without light pollution along with our technological capabilities. In this work, the night sky brightness at the Ege University Observatory is measured. The sky brightness is measured as approximately 19 magnitude at all azimuth for zenith angle $z < 60^\circ$ in the year 2010. It is determined that the increment of the sky brightness becomes 0.4, 0.8 and 0.25 magnitudes at azimuth angle $240^\circ < a < 270^\circ$, $270^\circ < a < 360^\circ$ and $0^\circ < a < 30^\circ$, respectively, for zenith angle $35^\circ < z < 60^\circ$, in the year 2017. This increment of the sky brightness causes the decrease of the observation period about 1.5 hours. The measurements point out that the light pollution increases rapidly at the Ege University Observatory and hence astronomical observations is restricted.

Keywords: Sky Brightness, Dark Areas, Light Pollution

1. Giriş

Gözlemsel astronomi ve astrofizik alanında çalışan bilim insanları, içinde yaşadığımız evrenin yapısını, geçmişini incelemek ve geleceğini öngörmek için gökyüzünden gelen ışıqlı kullanırlar. Gökyüzüne baktığımızda aslında geçmişini görürüz. İncelediğimiz gök cismi bizden ne kadar uzaksa ışıqlı bize o kadar geç gelir ve ışıqlı şiddeti uzaklığın

karesiyle ters orantılı olarak azalır. Bu zayıf ışıqları gözleyebilmek için karanlık, nemsiz ve hava kirliliği olmayan yerlere ihtiyacımız vardır. Gök cisimlerinden gelen bu zayıf ışıqlı yakalama kabiliyetimiz, sahip olduğumuz teknolojinin yanı sıra ışıqlı kirliliği olmayan gözlemelerine sahip olmamıza da bağlıdır. Kamu ortak kullanım alanlarında, parklar, meydanlar, caddeler, sokaklar, yollar ve dış aydınlatmalarda, bina dış cepheleleri ve önu,

site içi, bahçeler gibi kapalı olmayan mekanlarda yapılan aydınlatmalarda, reklam panolarında ve güvenlik amacıyla yapılan aydınlatmalarda gereğinden fazla ışık şiddeti içeren, yanlış yönlendirilmiş ve aydınlatılacak alana uygun olmayan armatürler kullanılarak gökyüzünün aydınlatılmasına “ışık kirliliği” denir (Sullivan, 1991; Aslan, 1998; Aslan ve Onaygil, 1999; Cinzano vd., 2001; Aslan, 2001; Efendi, 2001; Yıldız ve Yılmaz, 2005; Dokuzcan, 2006; McColgan, 2007a ve b, Aslan vd., 2011). Yer gözlem ve diğer yapay uydulardan çekilen fotoğraflar, dış

aydınlatmalarda kullanılan ışığın bir bölümünün uzaya gittiğini ve önemli bir bölümünün de atmosfere yayıldığını göstermektedir (Sullivan, 1991; Aslan, 1998; Cinzano vd., 2001; Aslan vd., 2011; NOAA, 2018). Şekil 1 ve Şekil 2’de, sırasıyla, Türkiye’nin 1999 ve 2010 yıllarında uzaydan çekilmiş iki fotoğrafı verilmiştir. Bu fotoğraflar artan ışık kirliliğini açıkça göstermektedir (NOAA, 2018).



Şekil 1. Türkiye’nin 1999 yılı görsel parlaklık fotoğrafı (NOAA, 2018).



Şekil 2. Türkiye’nin 2010 yılı görsel parlaklık fotoğrafı (NOAA, 2018).

Sanayileşme ve nüfus artışıyla beraber büyük şehirlerde yapay ışık kaynakları da artmıştır. Kullanılan armatürlerin uygun seçilmemesi, yanlış yönlendirilmesi ve gereğinden fazla ışık üretmesi sonucunda, ışığın yatay doğrultu yerine gökyüzüne doğru dikine yayılması hem ışık kirliliği hem de enerji kaybı oluşturmak suretiyle aydınlatma maliyetlerini gereğinden fazla arttırmaktadır. Bu da doğal kaynakların

boşa harcanmasına neden olmaktadır (Aslan vd., 2011). Işık kirliliği ve şehir aydınlatmalarında çevre tasarımı, mimari tasarım ve kullanılacak armatür seçiminin önemi çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiştir (Aslan ve Onaygil, 1999; Aslan vd., 2001; Aslan, 2001; Efendi, 2001; Dokuzcan, 2006). Örneğin, İstanbul’daki Taksim meydanının aydınlatması, tasarımı

bakımından detaylı olarak incelenmiş ve yapılan parlaklık ölçümleri sonucu, plansız yapılan aydınlatmaların ışık kirliliğine katkısı gösterilmiştir (Dokuzcan, 2006). Ülkemizde ışık kirliliği 1998 yılında kurulan Işık Kirliliği Çalışma Grubu'nun faaliyetleriyle başlamıştır (Yıldız ve Yılmaz, 2005). TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin yer seçim çalışmalarından açılışına kadar geçen 13 yıllık süre içinde Bakırlitepe yerleşkesinin gökyüzü parlaklığı %27 artmıştır (Aslan, 1998). Bu artışta Antalya ve çevresinin hızlı kentleşmesi ve plansız yapılan aydınlatmaların etkisi büyüktür. Ayrıca ışık kirliliğinin doğa ve canlılar üzerindeki etkileri de çok sayıda araştırmacı tarafından incelenerek çeşitli çözümler önerilmiştir (Yıldız ve Yılmaz, 2005). Işık kirliliğinin üç ana bileşeni aşağıdaki gibidir:

a) Kamaşma: Gereğinden fazla ışık şiddetinin kullanılmasıdır. Kaynaktan gelen ışığın yüksek şiddette olması nedeniyle ışık kaynağının aydınlatmayı amaçladığı bölgenin görülmesi engellenmektedir. Bu olay göz kamaşması da oluşturur. Gözün görebileceği ışık sınırlarını aşan aydınlatma nedeniyle görme duyusunun geçici olarak kaybolmasına göz kamaşması denir. Örneğin, yanlış ve ayarsız kullanılan araç farları çoğu zaman kamaşma oluşturur ve araç sürücülerinin görüş mesafesini azaltarak kazalara neden olabilir.

b) Işık taşması: Aydınlatılması amaçlanan yerlerin dışındaki bölgelerin ve gökyüzünün aydınlatılmasıdır. Doğal yaşamı olumsuz etkiler. Ayrıca boşa harcanan enerji nedeniyle aydınlatma maliyetleri artar.

c) Gökyüzü parlaması: Doğal ve yapay kaynaklarından gelen ışığın atmosferdeki toz, gaz ve moleküller tarafından saçılmasıyla oluşan gece gökyüzünün aydınlığıdır. Gece gökyüzünü görmemizi engelleyen ışıdamadır. Bilimsel gözlemleri de olumsuz olarak etkileyen bu olay ışık kirliliğinin başlıca kaynağıdır ve çoğunlukla ışık

kirliliğinden bahsedildiğinde akla bu olay gelir. Gökyüzü parlamasının kaynağı doğal ve yapay kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılır:

1. Doğal kaynaklar: Ay ve yeryüzünden yansıyan güneş ışığı, yıldız ışıklarının atmosferde yayılması, Zodyak ışığı ve Aurora ışıklarıdır.

2. Yapay kaynaklar: Doğrudan doğruya yeryüzünden uzaya giden ışığa dikine ışık denir. Yanlış tasarlanmış armatürlerin, yani yeri aydınlatacağına gökyüzünü aydınlatan armatürler kullanılması sonucu ortaya çıkan dikine ışık, ışık kirliliğine neden olur. Aydınlatmaların, reklam panolarının ve gaz alevlerinin ışığının atmosferdeki tozlar, gazlar ve moleküller tarafından saçılması sonucu gökyüzünün doğal parlaklığının artmasıdır. Bu ışık kirliliklerinin hepsi gökyüzünün doğal parlaklığını bozar. Ama en kötüsü yapay kaynaklar tarafından oluşturulan gökyüzü parlamasıdır. Gökyüzü parlaklığını iki farklı ışık saçılması artırır; ışığın başlıca azot (N₂) ve oksijen (O₂) molekülleri tarafından saçılması (Rayleigh saçılması) ve aerosollar tarafından oluşturulan saçılma. Işık kirliliğinin olumsuz etkilerini doğada (Roman vd., 2000; Efendi, 2001; Çetegen ve Batman, 2005; Ülger, 2013; IDA, 2018), kültürde (Sunguroğlu, 2001), ekonomide (Dokuzcan, 2006) ve astronomik çalışmalarda (Isobe ve Hamamura, 1998; Sciezor, 2013; Falchi vd., 2016; Fundacion Starlight, 2018; La Palma Declarastion, 2018) kolaylıkla görebiliriz.

2. Materyal ve Metot

ABD Hava Kuvvetleri 1972 yılında Savunma Meteoroloji Uydu Programı (Defence Meteorological Satellite Program: DMSP) adı altında bir dizi uydudan oluşan bir program başlattı. Bu programın başlangıçta öngörülme-yen bir yan ürünü, yeryüzünün elde edilen gece görüntüleridir (NOAA, 2018). Bu görüntüler gökyüzüne kaçan ışığı göstermektedir (Şekil 1 ve Şekil 2). Bu programın sayısal verileri kullanılarak büyük

şehirlerin cadde ve sokak aydınlatma armatürlerinden gökyüzüne giden ışık miktarı hesaplanabilmektedir (Isobe ve Hamamura, 1998; Elvidge vd., 1999; Isobe vd., 1999). İstanbul Kültür Üniversitesi 2010 yılında “Türkiye’de Gece Gökyüzü Parlaklığının Ölçülmesi” adlı bir projeyle Türkiye genelinde gece gökyüzü parlaklık ölçümlerini başlatmıştır (Aslan, 2001; Aslan vd., 2011). Bu çalışmada gökyüzü parlaklık ölçümleri SQM-LU model Unihedron marka sayısal Gök Niteliği Ölçer (Sky Quality Meter- SQM) kullanılarak yapılmıştır. Bundan sonra cihaz için SQM kısaltması kullanılacaktır (Welch ve Tekatch, 2017). SQM cihazıyla gece gökyüzü parlaklığı ölçümleri için bir sistem kurmak ve halka açık alanlarda da ölçüm yapmak oldukça kullanışlı ve hızlıdır (Kollath, 2001; Cinzano, 2005; Sciezor, 2013; Ribas vd., 2014; Welch ve Tekatch, 2017). Bu çalışmada yapılan gökyüzü parlaklık ölçümleri Ege Üniversitesi Gözlemevi Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin Bornova, Yıldıztepe yerleşkesinde (Enlem: 38° 23' 58" kuzey, Boylam: 27° 16' 37" doğu) yapılmıştır. Ölçümler açık ve Ay'sız gecelerde astronomik tan bitiminden sonra, başucu doğrultusunda ve ayrıca farklı zenit uzaklıklarında (farklı z açılarında), SQM cihazı 0° ila 360° azimut (a) açılarında döndürülerek gerçekleştirilmiştir. Böylece Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin İzmir şehrinin ışık kirliliğinden kaynaklanan gökyüzü parlaklık ölçümleri yapılmıştır. Kullanılan SQM cihazının özellikleri aşağıdaki gibidir:

- a) Parlaklıklar kadir/açısanıyekare biriminde ölçülür.
- b) Kırmızıötesi filtre sayesinde SQM cihazına gelen ışık görsel dalgaboyuyla sınırlanır.
- c) SQM cihazının Yarı Maksimumdaki Tam Genişlik (FWHM) duyarlılığı ~200.

- d) Parlaklık ölçmek için 1 ila 80 saniye zaman aralıkları kullanılabilir.
- e) Cihazın ölçüm duyarlılığı %10 civarındadır.
- f) -40 C ile +85 C aralığındaki ortam sıcaklığında ölçüm yapılabilir.

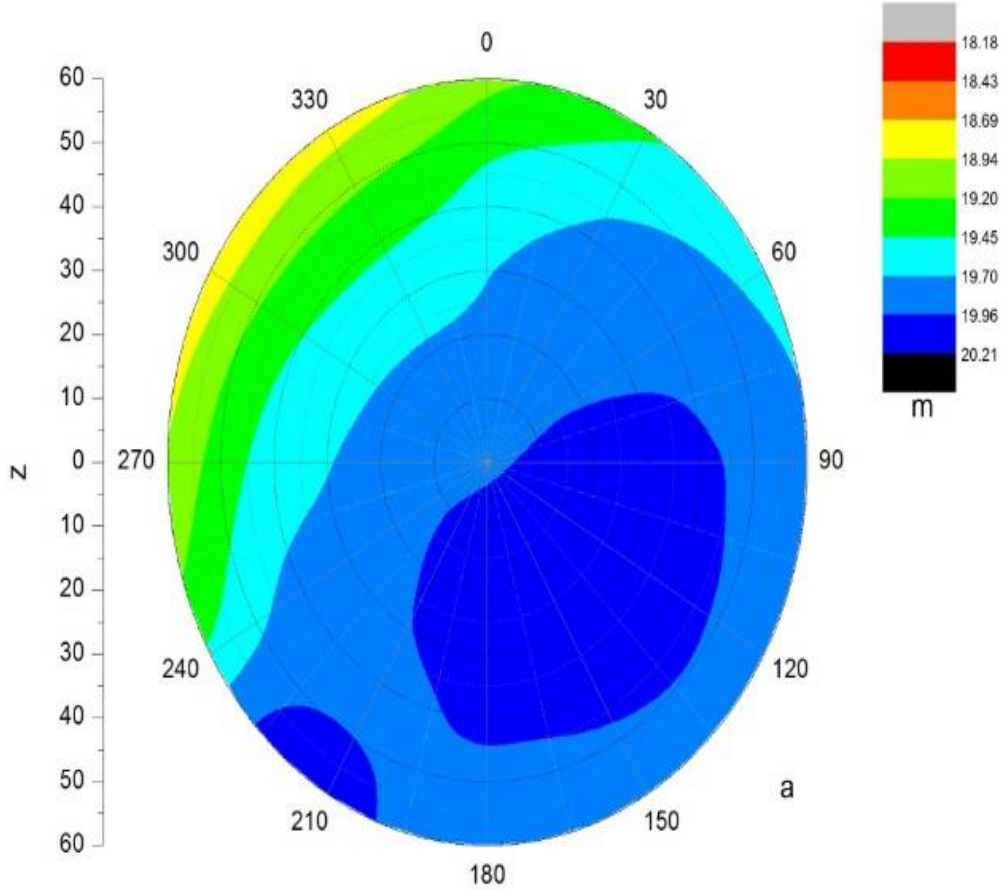
Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) Yönetim Kurulu, 4 Temmuz 1998 tarihinde bir bildiriyle Birleşmiş Milletleri uyararak, ışık kirliliğini önleyici her türlü çalışmayı desteklediğini duyurmuştur. Başta ABD ve İspanya olmak üzere birçok ülkede yerel yönetimlerin çoğu ışık kirliliğine karşı özel yasalar ve yönetmelikler çıkarmaktadır. Kanarya adalarında Avrupa Birliği ülkelerinin finanse ettiği gözlemevlerinin ışık kirliliğinden etkilenmesini önlemek amacıyla, La Palma adasının tüm ışıklandırması baştan sona değiştirilmiş ve yasalar ile aydınlatmalar sınırlandırılmıştır. Böylelikle ada sakinleri ve şirketlerin aydınlatmalarda keyfi davranmalarının önüne geçilmiştir. UNESCO, Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği (IDA), Uluslararası Astronomi Birliği (IAU), Avrupa Güney Gözlemevi (ESO), Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi vb. birçok kurumun katılımıyla 19-20 Nisan 2007 tarihlerinde İspanya'nın Kanarya adalarında, La Palma adasında “Yıldızları Görme Hakkı ve Gece Gökyüzü Kalitesinin Korunması” adıyla yapılan konferansın sonucunda ortaya çıkan Yıldızışıği Bildirisi (Starlight Declaration) ya da diğer adıyla La Palma Bildirisi'nde insanlığın ekonomik, sosyal, kültürel hakları gibi kirlenmemiş bir gökyüzünün de vazgeçilmez bir hak (starlight right) olduğu belirtiliyor (Fundacion Starlight, 2018; La Palma Declaration, 2018). 2009 Dünya Astronomi Yılı açılış konuşmasında da bu deklarasyon ilkeleri doğrultusunda “gökyüzünün, insanoğlunun ortak ve evrensel mirası olduğu ve doğanın bir parçası olarak algılanması gerektiği” tekrar vurgulanmıştır (La Palma Declaration, 2018). Yıldızlı

Gökyüzümüzü koruma ve ışık kirliliğine karşı duyarlılığı arttırmak için son yıllarda sürekli çalıştay ve etkinlikler yapılmaktadır. Bunlardan bir diğeri de 2016 yılında Kanarya adalarında, La Palma adasında yapılan “Işık Kirliliği Ardındaki Yıldızıışı” konulu çalıştaydır (Light Pollution, 2018). Cinzano ve diğ. (2001) “Yapay Gökyüzü Parlaklığının İlk Dünya Atlası”nı yayınladı. Bu çalışmaya göre Türkiye nüfusunun %25’i Samanyolu’nu gece hiç görememektedir (Aslan ve Isobe, 2000, Cinzano vd., 2001). Falchi ve diğ. (2016) de “Yapay Gökyüzü Parlaklığının Yeni Dünya Atlası”nı yayınladı. Yeni yayınlanan bu çalışmaya göre Türkiye nüfusunun %49.9’u Samanyolu’nu geceleyin hiç görememektedir.

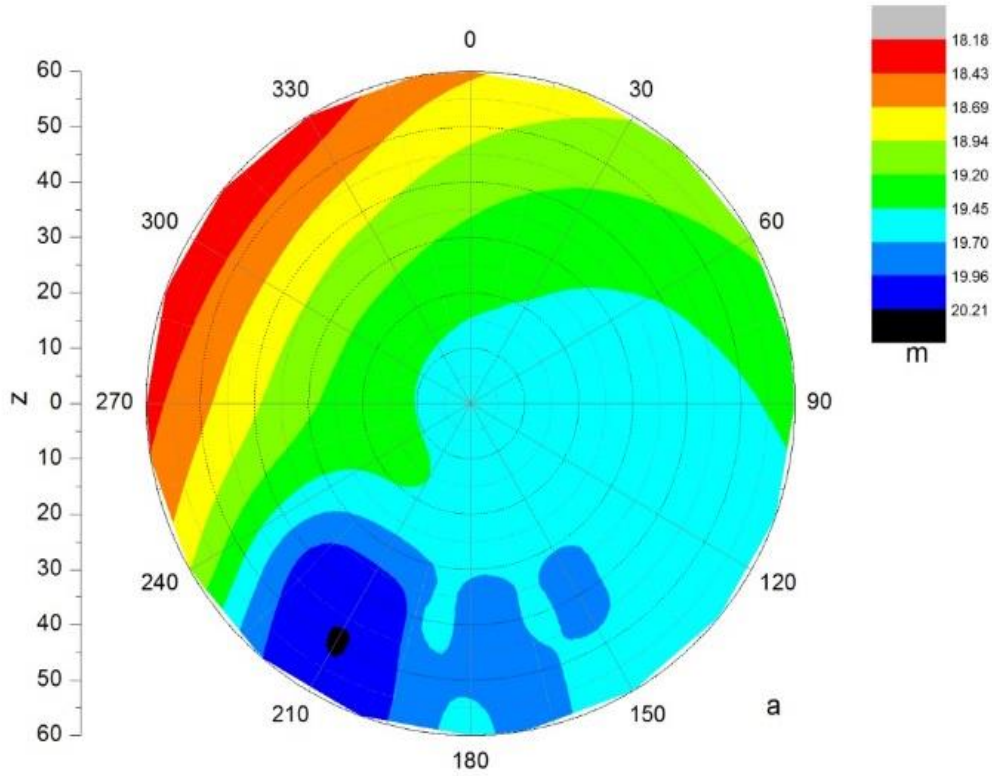
3. Bulgular

Bu çalışmada ışık kirliliğinin, Ege Üniversitesi Gözlemevi’nde yapılan astrono-

mik gözlemlere etkisini değerlendirebilmek için ışık kirliliğinin nicel olarak ölçümü amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda Ege Üniversitesi Gözlemevi’nde gökyüzü parlaklık ölçümleri 5 Kasım 2010 ve 21 Haziran 2017 tarihlerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4’te gösterilmiştir. Işık kirliliği olan yerde gece gökyüzü parlaklığı doğal düzeyinin çok üstüne çıkar. Ege Üniversitesi Gözlemevi’nde yapılan bilimsel astronomi gözlemleri İzmir şehir ışıklarından oldukça fazla etkilenmektedir. Özellikle gözlemevinin batı ve güney-batı ufkunda gözlemlerde büyük miktarda saçılma meydana gelmektedir. Gözlemlerde meydana gelen saçılmanın nedeni, Şekil 3 ve Şekil 4’te verilen parlaklık dağılımından görüldüğü gibi, ışık kirliliğindeki artıştır.



Şekil 3. 2010 yılında yapılan gökyüzü parlaklık ölçümleri. z: zenit açısı, a: azimut açısı, m: kadir biriminde parlaklık değeri.



Şekil 4. 2017 yılında yapılan gökyüzü parlaklık ölçümleri. z : zenit açısı, a : azimut açısı, m : kadir biriminde parlaklık değeri.

4. Sonuç ve Tartışma

Sönük yıldızları ve küçük değişimleri yakalamak için gökyüzü parlaklığının 19 kadirde daha sönük olduğu yerlerde gözlem yapılması gereklidir. Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde 2010 yılında yapılan ölçümlere göre azimut açısı 0 ile 270 derece arasında gökyüzü parlaklığı 19 kadirde daha sönüktür. Azimut açısı 270 ile 360 derece arasında (Ege Üniversitesi Gözlemevi Yıldız tepe yerleşkesinde, İzmir'in olduğu taraf, güney-batıdan itibaren kuzey noktasına kadar olan kısmı) ve zenit açısı 55 derece oluncaya kadar yaklaşık 19 kadir parlaklığında kalmaktadır. Bu değer gözlemevi için kabul edilebilir bir gökyüzü parlaklık değeridir. 2017 yılında ise azimut açısı 240 ile 360 derece arasında zenit açısı 35 dereceden sonra gökyüzü parlaklığı 18 kadire kadar artmaktadır. Azimut açısı 0 ile 30 derece arasında da gökyüzü parlaklığı yaklaşık 0.25 kadir artmıştır. Bu durum batı ve güney-batı yönünde ışık kirliliğinin artışının kuzey-doğuya göre daha büyük

olduğunu, şehirleşmenin bu yönde hızlandığını göstermektedir. Gökyüzü parlaklığının 2010 yılından 2017 yılına kadar geçen süre içinde azimut açısı 240 derecede 0.5 kadir ve azimut açısı 270 ile 360 derece arasında 0.8 kadir arttığı Şekil 3 ve Şekil 4'ten açıkça görülmektedir. Bu bölgedeki parlaklığın artması sonucu bu bölgenin astronomik gözlemlere neredeyse tamamen kapanacak duruma gelmesine neden olmuştur. Gözlemler sırasında teleskoplar bu yöne döndürüldüğünde İzmir şehir ışıklarından kaynaklanan saçılma ve yapay ışıklar astronomik gözlemleri olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler şunlardır:

- Gözlemlerde büyük saçılma getirmektedir.
- Gözlem yapabileceğimiz parlaklık sınırını düşürmekte ve sönük yıldızların gözlemini engellemektedir. Bu da görebildiğimiz yıldız sayısını azalmaktadır.
- Gözlem zamanını kısaltmaktadır. Yıldız yeteri kadar yüksekliğe sahip olmasına

rağmen gözlemin çok erken bir zamanda kesilmesine neden olmaktadır. 2017 yılında gözlem süresi 2010 yılına göre 1.5 saat kadar kısalmıştır. Buradaki ışık kirliliği plansız yapılan aydınlatmaların sonucudur. Bütün bu aydınlatmalar (otoyol, sokak, bina cephesi, park vb. aydınlatmaların) mimar, çevre mühendisi ve elektrik mühendislerinin onayı ve planlarıyla yapılmalıdır. Gökyüzüne giden enerji hem kirlilik ve hem de fazladan enerji tüketimi dolayısıyla milli kaynakların boşa harcanması demektir. Bu aydınlatmalardan sorumlu kurum ve belediyelerin “Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği” ile işbirliği içerisinde bulunarak planlarını yapmaları gerekmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: 2010/GUAM/001) tarafından desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

- Aslan, Z. 1998. Işık Kirliliği, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 362, 66-69.
- Aslan, Z. 2001. Work for the Reduction of Light Pollution in Turkey, Preserving the Astronomical Sky IAU Symposium, 196, 151-152.
- Aslan, Z., Gölbaşı, O., Koçer, D., Tunca, Z., Işık, E., Yelkenci, A.T., Bağdaş, D., Devlen, A. 2011. Türkiye’de Gece Gökyüzü Parlaklığının Ölçülmesi, 8. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 14-15 Nisan, İstanbul, 69-75.
- Aslan, Z., Isobe, S. 2000. Türkiye’den Uzaya Kaçan Şehir Işıkları, 3.Ulusal Aydınlanma Kongresi, 23-24 Kasım, İstanbul, 106-109.
- Aslan, Z., Onaygil, S. 1999. Işık Kirliliği ve Enerjisi Tasarrufu, 18. Enerji Tasarrufu Haftası Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi, 3-5 Şubat, Ankara, 54-60.
- Cinzano, P. 2005. Night Sky Photometry with SkyQualityMeter, <http://www.inquinamentoluminoso.it/d>

ownload/sqmreport.pdf (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).

- Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge, C.D. 2001. The first World Atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328, 689-707.
- Çetegen, D., Batman, A. 2005. Işık Kirliliği, İKÜ Güncesi Fen ve Mühendislik Bilimleri, 3, 2, 29-34.
- Dokuzcan, H. 2006. Işık Kirliliği Açısından Kent Aydınlatması ve Taksim Meydanı Örneği, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 121s, İstanbul.
- Efendi, M. 2001. Işık Kirliliği, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Diploma Çalışması, 40s, Ankara.
- Elvidge, C.D, Baugh, K.E., Dietz, J.B., Bland, T., Sutton, P.C., Kroehl, H.W. 1999. Radiance calibration of DMSP-OLS Low-Light Imaging Data of Human Settlements, Remote Sensing and Environment, 68, 77- 88, ISSN: 0034-4257.
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C.C.M., Elvidge, C.D., Baugh, K., Portnov, B.A., Rybnikova, N.A., Furgoni, R., 2016. The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness, Science Advances, 2,(6), 1-25, DOI: 10.1126/sciadv.1600377.
- Fundacion Starlight, 2018. Yıldızışı Vakfı (Fundación Starlight), Starlight Reserve Concept, [http://www.fundacionstarlight.org/cms Admin/uploads/o_1bi3lj80lkvjqpqjdn8675rlb.pdf](http://www.fundacionstarlight.org/cms/Admin/uploads/o_1bi3lj80lkvjqpqjdn8675rlb.pdf) (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- IDA. 2018. The International Dark-Sky Association (IDA), Sea Turtle Conservation, <http://darksky.org/our-work/sea-turtle-conservation/> (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- Isobe, S., Hamamura, S. 1998. Ejected City Light of Japan Observed by a Defence Meteorological Satellite Program, Astronomical Society of Pacific

- Conference Series, 139,191-199, ISBN: 1-886733-59-7.
- Isobe, S., Hamamura, S., Elvidge, C. 1999. Educating the Public About Light Pollution, IAU Symposium 196, 12-16 Temmuz 1999, Viyana. ISBN 1-58381-078-1.
- Kollath, Z. 2001. Measuring and Modelling Light Pollution at the Zselic Starry Sky Park, Journal of Physics: Conference Series, 218, 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/218/1/012001.
- La Palma Declaration, 2018. Yıldızıışı Hakkı ve La Palma Deklerasyonu, <http://www.ramsar.org/news/starlight-initiative-and-the-la-palma-declaration> (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- Light Pollution, 2018. Işık Kirliliği Ardındaki Yıldızıışı, 2016, <http://www.astro-travels.com/La-Palma-Starlight-2016.html> (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- McColgan, M.W. 2007. Light Answers – LightPollution, <http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightpollution/lightPollution.asp> (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- McColgan, M.W. 2007. Light Pollution. Lighting Answers, National Lighting Product Information Program, 7(2), 1-20.
- NOAA. 2018. National Oceanic and Atmospheric Administration-National Center for Environmental Information, https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/dmsp_gcv4/ (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- Ribas, S.J., Paricio, S., Canal-Domingo, R., Gustems, L., Calvo, C.O. 2014. Monitoring Light Pollution on the Starlight Reserve of Montsec, Highlights of Spanish Astrophysics VIII, Proceedings of the XI Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society, 8-12 Eylül, Teruel, İspanya, 923-928.
- Roman, A., Cinzano, P., Giacometti, G.M., Giulini, P. 2000. Light Pollution and Possible Effects on Higer Plants, Memorie della Societa Astronomica Italiana, 71,59-69, ISSN 0037-8720.
- Sciezor, T. 2013. A New Astronomical Methode for Determining the Brightness of the Night Sky and Its Application to Study Long-term Changes in the Level of Light Pollution, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 435, 303-310. doi:10.1093/mnras/stt1297.
- Sullivan, W.T. 1991. Earth at Night-an Image of the Nighttime Earth Based on Cloud-free Satellite Photographs, Astronomical Society of the Pacific Conference Series.17, 11-17. ISBN: 0-937707-36-8.
- Sunguroğlu, O. 2001. Kentsel Aydınlatmada Işık Kirliliği, Mimar. İst, 1, 139-141.
- Ülger, A. 2013. Karanlığın izinde, Box in a Box Idea-Tasarım, Sanat, Fikir, Yenilik, 5,14-17.
- Welch, D., Tekatch, A. 2017. SQM-LU Operator's Manual, http://unihedron.com/projects/darksky/cd/SQM-LU/SQM-LU_Users_manual.pdf (Son Erişim Tarihi: 03.05.2018).
- Yıldız, N.D, Yılmaz, H. 2005. Işık Kirliliği, Ortaya Çıkardığı Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 36, 117-123, ISSN 1300-9036.