



Haziran / June 2019

Cilt/Volume: 3

Sayı/Issue: 1

ISSN: 2587-1706

Anadolu Öğretmen Dergisi
Anatolian Journal of Teacher



www.dergipark.gov.tr/aod

DOI: 10.35346/aod.566401

IŞIK KİRLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ İÇİN OKULLARDA YAPILABİLECEK DENEYSSEL BİR ETKİNLİK ÖNERİSİ

Doç. Dr. Memduh Sami TANER

Akdeniz Üniversitesi. Eğitim Fakültesi. Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Antalya.
mstaner@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı ışık kirliliği konusuna ilgi duyan öğretmen ve öğrencilere temel bilgileri kazandırmaktır. Bu kazanım sağlanırken geliştirmiş olduğumuz deneysel bir etkinlik yolu ile aynı zamanda SQM cihazının kullanımını öğretmektir. Bu etkinlik sayesinde öğrenciler deney yaparak gündüz saatlerinde SQM cihazı kullanım pratiği geliştirebilecek, özellikle Bortle ölçeğini öğrenmeleri de mümkün olacaktır. Böylece okullarda ışık kirliliği proje çalışmalarını da hızlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: SQM cihazı, Işık kirliliği, Bortle ölçeği, Deneysel etkinlik

EXPERIMENTAL ACTIVITY PROPOSAL FOR MEASURING LIGHT POLLUTION FOR SCHOOLS

ABSTRACT

The main purpose of this study is to provide the basic knowledge to the students and teachers who are interested in light pollution. While providing this gain, we aim to teach the using of the SQM device with an experimental activity that we developed. Thanks to this activity, the students will be able to develop their practice of using the SQM devices during the daylight hours, and their learning the Bortle scale at the same time. Thus, light pollution project works will also accelerate in the schools.

Keywords: SQM device, Light pollution, Bortle scale, Experimental activity

GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Uzay Sözleşmesi, uzayı “tüm insanlığın ortak alanı” olarak tanımlamıştır. Temmuz 1999’da Viyana’da yapılan Uzayın Barışçıl Amaçlarla Kullanılması Konferansında alınan bir kararla, Birleşmiş Milletlere üye ülkelerin hem bilimin yararına hem de enerji tasarrufu, doğal çevre, gece güvenliği ve rahatlığı ve ulusal ekonomi yararına, gökyüzünün ışık ve öteki nedenlerle kirlenmesini denetim altına almaları istenmiştir. Ağustos 2009 yılı ağustos ayında Brezilya’da yapılan Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) Genel Kurulu’nda bütün insanlık için kirlenmemiş gökyüzüne ulaşmayı koruma altına alınmış eğitim ve kültür açısından önemi vurgulanmış ve her ülkenin Evrenin bilimsel gözlemi için uygun alanların astronomi niteliğinin korunması istenmiştir (Aslan vd., 2011).

Daha iyi görmek, daha güzel çevrede bulunmak, daha kolay çalışmak, daha güvende hissetmek, yol ve kavşaklardaki görünürlüğü iyileştirmek, tarihi binaları veya dikkat çekmesi istenen yerleri görünür kılmak için geceleri çevremizi aydınlatıyoruz. Ticaret ya da turizm sektöründe ise görünürlüğü arttırarak daha cazip reklam yapmak ve müşteri kazanmak için de aydınlatma yapıyoruz. Fakat günümüzde hem Türkiye’de hem de bütün dünyada çok kötü aydınlatma uygulamaları vardır ve bu yanlış uygulamalar giderek yaygınlaşmakta, sonuç olarak **Işık Kirliliği (IK)** hızla artmaktadır (Aslan(1998,2015; Aslan ve Tunca, 2014; Çetegen, 2005). Yeni kuşakların gece karanlıgını hızla yitiren dünyada henüz kestiremediğimiz çok önemli kayıpları olacaktır. Bu kayıpların bazıları bilimsel olarak ortaya çıkarılmış ve artık tehlike daha net görülebilmektedir. Işık Kirliliği için etkili ve tek mücadele yöntemi bilinçlendirme, farkındalık sağlama ve özellikle yeni bir eğitsel yaklaşım geliştirmektir.

Eğitsel boyutu olan yaklaşım ve uygulamalar için en ideal zemin okullar ve bilim merkezleridir(Güney, 2017). Genellikle okullarda ve bilim merkezleri bünyesinde yapılacak eğitimler şunlar olabilir;

- Deneysel etkinlikler, sunum, konferans ve görsel materyal kullanımı ile bilinçlendirme,
- Deney ve gözleme dayalı farkındalık sağlayan etkinlikler,
- Tekno-etkileşimli düzenekler kullanarak soru-cevap etkinlikleri ile yapılan tartışmalar, ayrıca;
- Belgesel ve kısa video gösterimleri.

Yukarıdaki eğitsel faaliyetlerin bir kaçını kullanılarak ışık kirliliği konusu özel bir deneysel çalışma ile incelendiği takdirde öğrencilerin ve uzun vadede o okulun bulunduğu kent ve toplumun IK farkındalığı şüphesiz yükselecektir. IK problemini çözmenin en etkili yolu eğitsel boyutlu bilgilendirme faaliyetleri ile toplumsal farkındalığı geliştirmektir, bu amaçla kullanılacak ideal ortamlar okullar, STK’lar ve bilim merkezleridir.

Okullardaki formal eğitim süreçleri bireyin öğrenme verimini veya duyarlılık geliştirme şansını azaltabilir, bunun sebebi kanıksanan ortam(sınıf) ve öğreten aktörün, yani öğretmenin ses ve görüntüsü ile bildik eğitsel yöntemlere başvurmasıdır. Oysa deneysel etkinlikler her şekilde çocuk ve gençlere heyecan verecek bir ortam, farklı materyallere temas, bireylerin dokunarak kurabileceği düzenekler, yaratıcı yönünü yansıtabileceği üç boyutlu detaylar sunar. Özellikle laboratuvar ortamlarındaki deneyler ile gözlem ve incelemeye dayalı yöntemlere başvuruluyor olmak, öğrenci açısından tam öğrenme ve hızlı davranış/tutum değişikliğini

mümkün kılabilenmektedir. Hal böyle olunca IK eğitimleri açısından istenen tutum değişiklikleri, farkındalık ve bilinçlenme için deneysel aktiviteler içeren dış ortam etkinlikleri vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. Ancak IK eğitimleri için SQM cihazı ve gece saatlerindeki gökyüzü ve karanlık ortam gerekiyor olması öğrencileri engelleyen kısıtlılıklardır. Özellikle Ay olmayan gecelere ihtiyaç duyulması da ayrı bir engeldir. Her ay, sadece yeni ay evresinde çalışma imkanı bulabilmek öğrenci ve öğretmenlerin IK ölçüm pratiğinden uzak kalmasına sebep olabilmektedir.

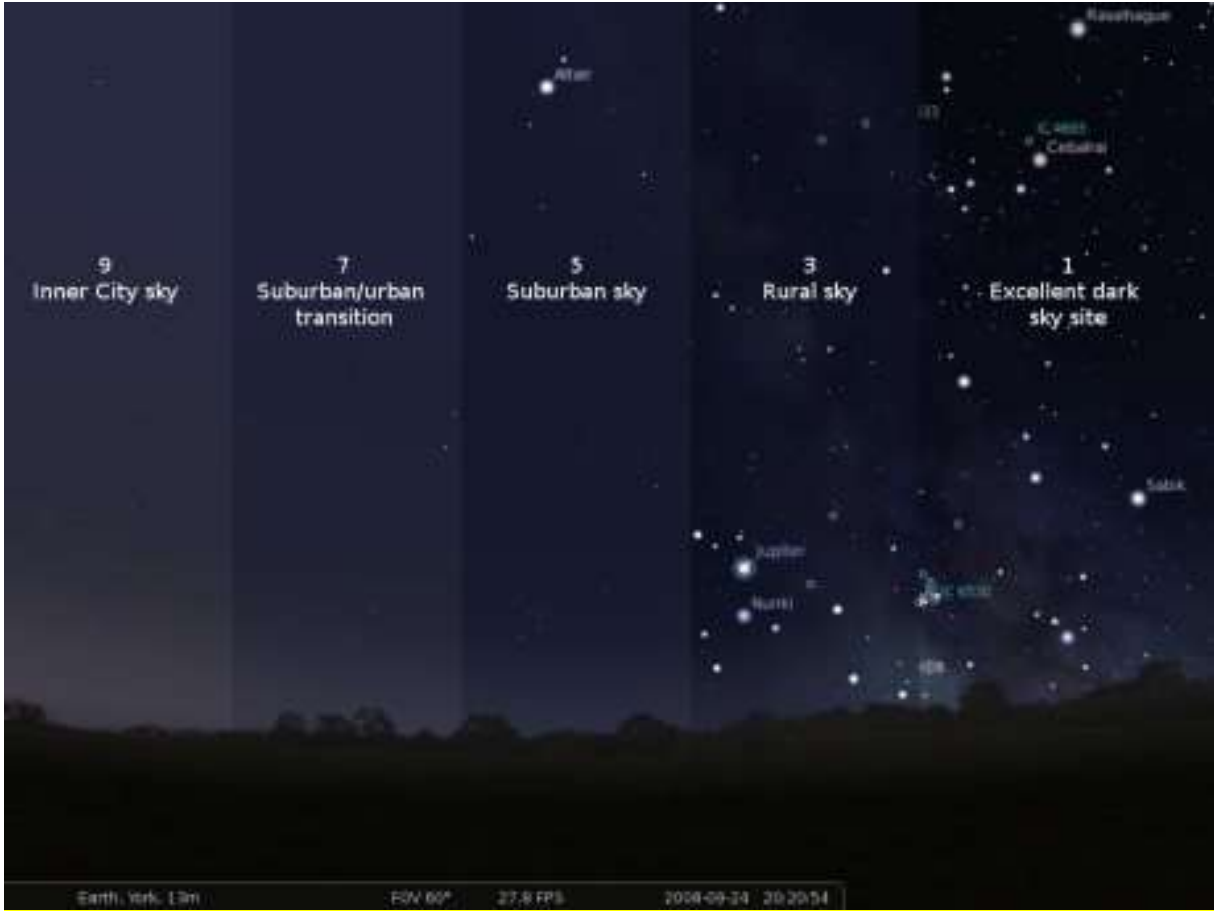
Okul veya okul dışı ortamlarda IK kavramsal ve uygulamalı öğrenme süreci olarak nasıl yürütülmeli, nasıl aktarılmalıdır? Bu soru, Dünya’da IK problemlerine odaklanmış birçok eğitimci ve bilim insanının önem verdiği bir konu olarak ifade edilmektedir (Aslan, 1998). Bunun için önce zengin materyaller üzerinden bilinen öğrenme yöntemleri (sunum, anlatım) uygulanır ve öğrencilerin yaşantılarını gözden geçirerek bilgi eksikliklerini veya yanlışlarını görmeleri sağlanır. Ayrıca soru-cevap yöntemi ile bireyler arasında astronomi konulu rekabetçi ve yarışmacı fikir üretme etkinlikleri yapılır. Bu eğlenceli etkinlik süreci bittikten sonra “astronomların belli bölgelerde IK yüzünden gece gözlemleri yapmaktan mahrum kaldığı, gezegenler, takımyıldızları ve samanyolunun kentlerin çoğunda artık görülemediğinin” ifade edilmesi öğrencide merak, derinleşme ve duyarlılık oluşturur. Konut, çevre ve kentsel aydınlatmalarının “aşırı ve yönlendirmesiz ışık” ile yapılmasının objeler ve canlılar üzerinde oluşturduğu olumsuz durumların uygulama yolu ile ve çarpıcı görsellerle desteklenmesi okullardaki bilinçlendirme eğitimini çok daha verimli hale getirecektir. Şüphesiz outdoor etkinlik yaparak interaktif öğrenmeye dayalı soru-cevap atölye çalışmaları bu sürecin en önemli aşamasıdır. Ancak yukarıda ifade edildiği üzere gece saatleri, Ay olmayan günlerin seçilmesi zorunluluğu, karanlıkta çalışmanın güçlükleri genellikle pratik öğrenme ve IK ölçümü yapma becerisinin eksik kalmasına sebep olan faktörlerdir.

“Işık kirliliği, ışığın, yanlış yerde, yanlış miktarda, yanlış yönde ve yanlış zamanda kullanılmalıdır!.”

Yanlış yer, yanlış miktar, yanlış yön ve yanlış zaman durumları için mekânsal, ışık şiddeti ile görme kalitesi arasındaki ilişki, tasarımlarına müdahale edilebilen armatürler ile kontrol edilebilir (Aslan, 2015). Özellikle ışık yönlendirilmesinin IK düzeyine etkisi laboratuvar etkinlikleri ile uygulamalı olarak öğretilir bir konudur. Ayrıca, SQM cihazının tanıtımı ve ışığı ayarlanabilir bir mekanda SQM cihazı ile ölçümler yapılarak nitelikli öğrenme ve farkındalık sağlayıcı etkinlikler yapmak okullarda veya bilim merkezlerinin astronomi bölümlerindeki önemli faaliyetlerden biri olabilecektir.

Laboratuvar ortamlarında deneysel etkinlikler sırasında yapılan bilgi paylaşımları aslında kültürlenmenin ve duyarlılık geliştirmenin de özel bir yoludur. Uygulamalı öğrenme faaliyetlerinde ekoloji, enerji tasarrufu, canlıların yaşam hakları, dünyamızda insan faaliyetleri ile değişen iklim koşullarının tehlikeleri vurgulanarak bireyin kendi davranışlarını muhakeme etmesi sağlanmış olur. Yukarıda sayılan tüm bu önemli konuların ışık kirliliği içerikli deneysel çalışmalarında rahatlıkla işlenebilmesi mümkündür. Bu açıdan bakıldığında IK konusu aşağıdaki bilgileri içerecek şekilde açıklanmalı, çarpıcı görseller, deneylerle desteklenmelidir.

Bortle Ölçeği: Işık kirliliğinin bir ölçütü olarak John Bortle tarafından ortaya atılmış ölçeklendirme birimidir (Resim 1.). İlk kez Şubat 2001'de Sky and Telescope dergisinde bu ölçek tanıtılmıştır. Gözlem yapılan alanın ışık kirliliğini 1'den 9'a kadar ölçeklendiren J. Bortle'nin, ölçek önerisi şöyledir : “Örneğin 1 olan bir yerde gözlem yapıyorsanız gökyüzü size oldukça karanlık ve mükemmel bir gözlem olanağı sağlar. Ancak 7 olan bir yerde gece gözlemi yaparsanız, ölçek size bir şehir ile banliyö arasında bir bölgede bulunmakta olduğunuzu söyler”. Işık kirliliği yeryüzünden uzaya yönelen, bu sırada bulutlara ve havadaki mikro partiküllere çarparak saçılan ve yeryüzüne geri dönen ışık ya da enerji miktarını ifade eder. Ölçülen kavram ışık kirliliği veya diğer adıyla gök parlaklığıdır (Aslan, 2015,2014,1998; Çetegen, 2005; Efendi, 2001).



Resim 1. Bortle Ölçeği ile kentten köye doğru gök parlaklığının 1-9 arasında değişimi

Öğrencilere aktarılması ve açıklanması gereken temel bilgiler şunlar olabilmelidir. Işığın istenmeyen ya da gerekmeyen yeri aydınlatması hem rahatsız edicidir hem de boşa giden enerji demektir. Gözün alışık olduğu aydınlatma düzeyini aşan ışık, gözün görme yetisinin bozulmasına, nesnelerin görünürlüğünün kaybolmasına ve gece yol ve çevre güvenliğinin olumsuz etkilenmesine neden olur. Gökyüzüne doğru yayılan yapay ışık, atmosferdeki toz ve moleküller tarafından her yöne saçılır ve gökyüzünün fon parlaklığını artırır böylece gökyüzünün doğal güzelliği ve yıldızlar kaybolur. Işık kirliliği, gecenin doğal karanlık düzeyini bozduğu için, doğal yaşamı (hayvanlar, bitkiler, doğal çevre) da olumsuz etkiler (Aslan, 1998, Chepesiuk, 2009).

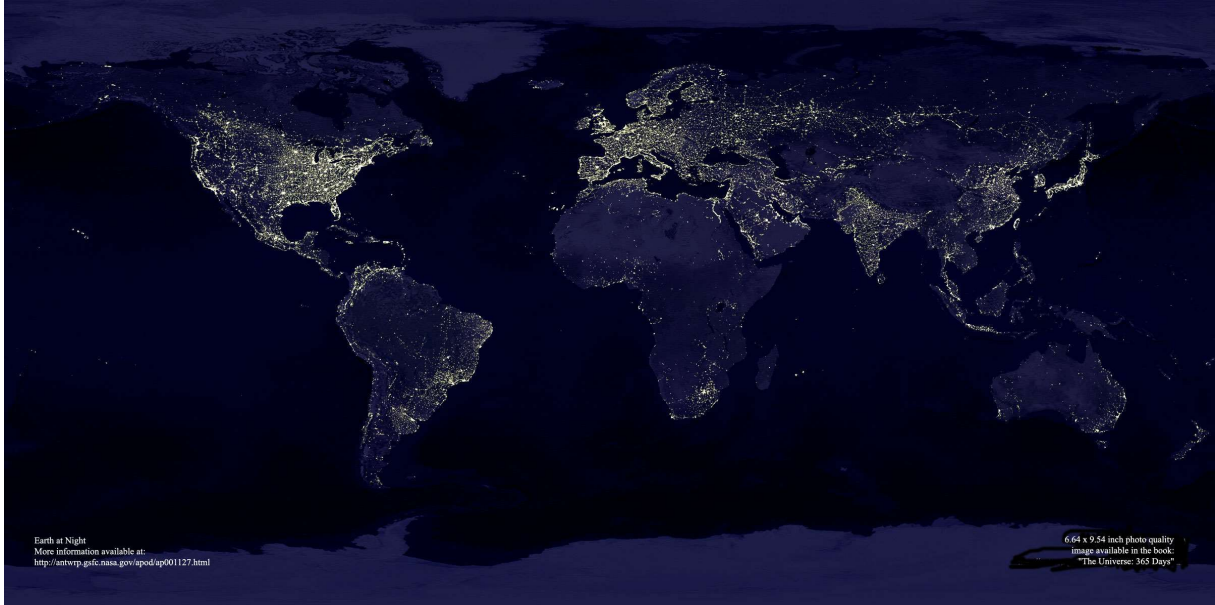
Işık kirliliğinin kaynakları

- ✓ Yol, cadde, sokak aydınlatmaları
- ✓ Bina aydınlatmaları, reklam ışıkları
- ✓ Park ve spor alanlardaki aydınlatmalar
- ✓ Güvenlik amacıyla yapılan aydınlatmalar
- ✓ Evlerden, binalardan dışarı taşan ışık
- ✓ Araçların ışıkları

Dış alanda kullanılan yapay aydınlatmalar ışık kirliliğinin temel kaynağıdır.!

Aydınlatmayı doğru yerde, doğru yönde, doğru miktarda ve doğru zamanda yapmalı!

Sorun, aydınlatmada değil, yanlış aydınlatmadadır! (Aslan, 2015).



Resim 2. Dünya'nın karanlıkta kalan kısımlarının birleştirilmesi ve iki boyutlu hale getirilmesi ile elde edilen Işık kirliliği haritası, kentleşme ile uzaya kaçan suni aydınlatmanın düzeyini göstermektedir. Bilim Merkezlerinde kullanılacak bu harita izleyenlere birçok bilgi sunmaktadır. APOD: Astronomy Picture of the Day : <https://apod.nasa.gov/apod/ap170709.html>

OKULLARDA İK BİLİNÇLENDİRME AMAÇLI SPOT BİLGİLER

Işık kirliliği neden önemlidir? Etkileri nelerdir?

Vahşi / Doğal yaşam

- ✓ Hayvanlar, gezegenimizin 24 saatlik çevriminin oluşturduğu biyolojik saatleriyle yaşarlar.
- ✓ Çiftleşme, göç etme, uyuma ve yiyecek bulma davranışları gecenin uzunluğuyla belirlenir.

- ✓ Gecenin yapay şekilde aydınlatılması, vahşi hayatta eş zamanlama bozukluğuna (jet lag) ve yön duygusunun kaybına sebep olur.
- ✓ İştahları azalır, zayıflarlar.
- ✓ Üremede güçlük çekerler, nüfusları azalır.
- ✓ Avcı hayvanlar tarafından görünür oldukları için kolay avlanırlar (veya tam tersi).
- ✓ Dişi deniz kaplumbağaları, yumurtalarını bırakmak için uzak ve karanlık yerleri tercih eder. Kıyı ışıkları güvenli yer bulmalarını engeller.
- ✓ Yumurtadan yeni çıkan deniz kaplumbağaları kıyıdaki yapay ışıkları okyanus yüzeyinin parlaklığı ile karıştırır. Denize ulaşamadıkları için de ölürlür.
- ✓ Gece beslenen yarasalar, nesli tükenme tehlikesi altındadır.

İnsan sağlığı

- ✓ 24 saatlik gündüz/gece döngüsü, fizyolojik süreçleri belirleyen biyolojik saatimizi etkiler.
- ✓ Bu süreçler, beyin dalga desenleri, hormon üretimleri, hücre düzenlemesi ve diğer biyolojik aktivitelerdir ve ritimlerinin bozulması uykusuzluk, kanser ve kalp hastalıklarına sebep olur.
- ✓ Gece maruz kalınan yapay aydınlatma, biyolojik ritmi bozar!
- ✓ Melatonin hormonunun salgılanmasını engeller. Bu hormonun temel görevi vücudun biyolojik saatini koruyup ritmini ayarlamaktır. Yaklaşık olarak 23:00 ile 05:00 saatleri arasında (yani geceleyin, karanlıkta!) salgılanan bir hormondur. Güçlü salgılanmasının kansere karşı koruyucu etkisi vardır. Bu nedenle lösemi ve diğer kansere yakalananların kesinlikle karanlık ortamlarda yatırılmaları istenmektedir. Son araştırmalara göre yaşlanmayı geciktirici etkisi de vardır.

Gece vardiyasında çalışan kadınlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar, Işık kirliliğinin göğüs kanseri riskinin arttığını göstermektedir! Dünya Sağlık Örgütü (WHO), «biyolojik saat bozulmasına sebep veren vardiya çalışmalarını» olası kanserojen etkisi olan faaliyet olarak listelemektedir (Haim, 2013, Navara, 2007).

Astronomi Faaliyetleri Kapsamında Işık Kirliliği Eğitimi

Yapay gök parlaklığı, insanların gökyüzünü seyretmelerini, amatör gökbilimcilerin özel araçlarıyla gök cisimlerini izlemelerini engellemektedir; fakat profesyonel gökbilimine etkisi bir başka olmaktadır. İçinde yaşadığımız Evrenin kökenini, yaşını ve yapısını anlamak için evrenin derinliklerine, yani ışığın bize ulaşması milyarlarca yıl alan galaksilere bakmak gerekir. Güneş sistemimizin yaşının 2-3 katı kadar zamandır yolda olan ışık tam bize ulaşacakken şehir ışıklarında kaybolmaktadır. Bu nedenle veri toplamak güçleşmektedir.

Gözlemevleri- şehirlerden yüzlerce km uzakta olsa bile- bu sorunla karşı karşıyadır (Aslan 2017, Percy, 2001).

Işık kirliliği insanlığı, parçası olduğu evrenden giderek daha çok soyutlamaktadır!

Hava kirliliği

- ✓ Tüm Dünya’da elektrik tüketiminin %19’u aydınlatmada kullanılıyor, bu 1,9 milyar ton CO₂’e eşdeğerdir. Boşa giden elektrik enerjisini üretmek için kullanılan fosil yakıtları hava kirliliğine neden olur.
- ✓ Parlak şehir ışıkları geceleri havayı temizleyen kimyasal tepkimeleri engeller. Şehir ışıkları güneş ışıkları gibi, atmosferi temizleyen kimyasalları, örneğin NO₃ azot kökünü öldürür. Şehir ışıkları NO₃ düzeylerini yani kimyasal temizleme işlemini % 7 azaltıyor

Enerji:

- ✓ 100 vatlık bir lambayı yıl boyunca her gece yakmak, yarım ton kömürün enerjisine eşdeğer enerji harcar.
- ✓ Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği’nin yaptığı bir araştırmaya göre, dış aydınlatmalarda ışığın %30 kadarı boşa gitmektedir. Bu yanlış uygulamaların maliyetinin ABD’de yılda 3,3 milyar dolar (10 milyar TL) olduğu hesaplanmıştır. İngiltere’de ise yanlış ışıklandırma yılda 53 milyon sterlin (200 milyon TL) tutarında enerji kaybına neden olmaktadır. Türkiye’de henüz böyle büyük ölçekte bir çalışma yapılmamıştır. 2012 yılında Eskişehir özelinde yapılan çalışma sonuçlarına göre, tüm Türkiye’de yaklaşık yıllık 200 milyon TL tutarında enerjinin boşa gittiği tahmin edilmektedir(Aslan ve Onaygil, 1999, 2003, Aslan ve Isobe 2000).

Kullanılmayan, boşa giden, uzaya kaçan ışık; boşa harcanan enerji, boşa harcanan para ve boşa harcanan doğal kaynaklardır!

Ne yapılmalıdır?

- ✓ Işık kirliliği hakkında toplumu bilgilendirmek,
- ✓ Dış aydınlatma ve armatürler için, diğer ülkelerdekileri Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği (IDA) ve Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) önerilerini de inceleyerek, standart geliştirmek,
- ✓ Teknik şartnamelerin ve yönetmeliklerin gelişen teknolojiye uygun hale getirilmesini sağlamak

Işık kirliliğini önlemek demek,

- ✓ enerji ve doğal kaynaklarda tasarruf etmek,
- ✓ aydınlatma maliyetini düşürmek,
- ✓ gece güvenliğini iyileştirmek,

- ✓ canlı yaşamı ve doğayı olumsuz ışıktan korumak,
- ✓ gökyüzünün güzelliğini sonraki nesiller için de korumak demektir.

SONUÇ:

Işık kirliliği, çözümü yerel olan küresel sorundur ve aynı zamanda bir eğitim-farkındalık sorunudur. Işık kirliliğinin çözümü bizlerin elinde olup sonuçları tüm dünyayı ilgilendirir. Eğitimle, farkında olmakla ve düzeltmeye çalışmakla giderilebilir. Ortaokul ve Lise öğrencileri için hazırlanan bir etkinlik önerisi ile hem IK düzeyini ölçme pratiği geliştirmek hem de duyarlılık oluşturmak mümkün olacaktır.

SQM CİHAZI İLE ÖĞRENCİLERE IŞIK KİRLİLİĞİ UYGULAMA EĞİTİMİ

Sky Quality Meter(SQM) Cihazı : SQM cihazı ile gökyüzü parlaklığını ölçmek, aslında ölçülen yerdeki ışık kirliliği düzeyini kadir/açısanıye² birimiyle belirlemek anlamına gelmektedir. Cihazın kullanımı oldukça basittir. Dünya’da en çok kullanılan ve bu konuda güvenilir olan cihaz, Kanada’da üretilen Unihedron adlı bir markadır. Bu cihaz ile birlikte alınan bir yazılım bilgisayara kurularak cihaz hemen çalışır hale getirilebilmektedir. Yazılım ve cihaz iletişimi sorunsuz olarak kurulduktan sonra cihaz bulutsuz, ay ışığı olmayan –özellikle yeni ay evresinde ölçüm yapılmalıdır- gökyüzüne 90 derece dik (baş ucu, zenit) olarak tutulur ve bilgisayarda kurulmuş olan yazılım, foton toplamak üzere start tuşu ile başlatılır. Cihaz standart bir sürede SQM cihazındaki optik gözden içine giren fotonları sayarak bir değer gösterir ki bu değer bize ilgili noktaya veya istasyona ait ışık kirliliği düzeyi hakkında bilgi verir (Taner, 2014, Aslan, 2014 ve 2015).

Kısacası, SQM cihazı; gece gökyüzünün parlaklığını “açı-saniye kare başına kadir” (kadir/açısanıye²) cinsinden sayısal olarak ölçen ve ölçüleri USB bağlantısı ile bir PC ye aktaran bir alettir. Cihaza özel yazılım, PC’de kendi oluşturduğu bir text dosyasına şunları yazar: gözlem tarihi ve saati, gök parlaklığı değeri ve hava sıcaklığı. Bu verilerle ek olarak konum koordinatları (enlem-boylam), denizden yükseklik yanında havadaki nem değeri de başka alet ve cihazlarla ölçülerek kaydedildiğinde IK ölçüm işlemi sağlıklı bir şekilde tamamlanmış olur. İstatistik açıdan güvenilir bir veri üretilebilmesi için her noktadan en az 3, ortalama 5-6 ölçüm alınmalıdır. İlk yapılan ölçümler atılarak cihazın çevre parlaklığına adapte olmuş doğru ölçümleri kaydedilmelidir (Taner, 2014, Aslan vd. 2011, Aslan, 1998).

OKULLAR İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ IŞIK KİRLİLİĞİ ETKİNLİK ÖRNEĞİ

Cihazın çalışmasını ve ölçüm alma uygulaması için bilim merkezlerinde veya okul ortamlarında oldukça pratik bir deneysel etkinlik yapılabilir. Etkinlik yazar tarafından geliştirilmiştir. Bu amaçla içine hiç ışık almayan 50x50x50 cm boyutlarında bir kutu hazırlanır. Kutunun içi siyah renkli kağıtlarla kaplanmış veya siyaha boyanmış olmalıdır. Ayrıca kutu içine kesinlikle ışık sızmaması gereklidir. Bu kutunun değişik yüzeylerine, istenilen (keyfi) konumlarda küçük delikler açılıp, bu küçük delikler siyah elektrik bandı ile rahatça açılır-

kapandır hale getirilir. Bu özel delikler mikro pencereler gibi fonksiyon üstlenecektir. SQM cihazı hazırlanan kutuya özenle yerleştirilir. SQM cihazının bağlantı kablolarının kutuya giren kısmı yine siyah elektrik bandı ile kapatılarak ışık sızdırmazlığı mükemmel hale getirilir. Tarif edilen hazırlıklar bittikten sonra, SQM cihazı kutu içindeyken, kutu dışında bulunan kontrol bilgisayarından ölçüm için komut verilir tüm delikler kapalı iken 6 kez ölçüm alınır ve kaydedilir. SQM cihazından tüm delikler kapalı ve sızdırmazlık mükemmel düzeyde iken, kutu dışındaki bilgisayar ekranından okunması gereken ölçüm değeri, maksimum karanlılığı veren “22” veya buna çok yakın bir değer olmalıdır.



Resim 3. SQM Cihazı



Resim 4. SQM Cihazı ile kullanılan yazılım

Daha sonra kutunun farklı yüzeylerindeki açılabilir pencereler teker teker açılarak, her durumda 6 kez ölçüm alınır ve kaydedilir. Deney bittikten sonra bu ölçümlerdeki değişimler pencere sayısına göre incelenir. Pencere delikleri açıldıkça alınan ölçümün 22’den aşağıya doğru inmesi beklenmelidir. Etkinliği geliştirenin (Taner MS) önerisi, ölçüm değerleri ile pencere sayısı arasında bir grafik çizilerek farklı geometrilere kutuya giren ışıkların ışık kirliliği değerinde nasıl bir değişime sebep olduğu, bu değerlerin Bortle ölçeğindeki 9 farklı seviye ile irdelenmesi, sınıf, okul (veya bilim merkezi) ortamında tartışılması, İK farkındalığı açısından oldukça faydalıdır. Görüldüğü üzere dış ortam, gece saatleri, yeni ay evresi ve benzer hiçbir kısıtlayıcı faktöre takılmadan, sadece SQM cihazı varlığında uygulamalı olarak İK ölçümü almak mümkündür.

Etkinlik Sonrası cevaplanması gereken sorular

- 1- Işık Kirliliği nedir, nasıl ölçülür ?
- 2- Ölçüm yapmak için hangi cihaza gerek duyulur
- 3- Işık Kirliliği ölçüm birimi nedir ?
- 4- Gök parlaklığı nasıl oluşur
- 5- Işık Kirliliğinin yarattığı problemlere örnekler veriniz

KAYNAKLAR

- Aslan, Z., Onaygil, S. (1999). *Işık Kirliliği ve Enerji Tasarrufu 18. Enerji Tasarrufu Haftası Ulusal Enerji Verimliliği Kongresi* 3-5 Şubat, Ankara, 54-60.
- Aslan, Zeki ve Sermin Onaygil (2003). Işık kirliliği ve enerji tasarrufu, ışık kirliliği ulusal komitesi,
http://www.tug.tubitak.gov.tr/dokumanlar/isik_kirliligi/ikuk/makaleisikenerji.htm.
- Aslan, Z., (1998). Işık kirliliği, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi* sayı:362 s.66-69.
- Aslan, Z., Gölbaşı, O., Koçer, D., Tunca, Z., Işık, E., Yelkenci, A., Bağdaş, D., Devlen, A., Özdemir, T., Yelkenci, K., Demirciler, T., İkizler, U., Karamahmutoğlu, A., Koçer, M., Mutlu, M., Özyar, Ü., ve İpek, H., (2011). Türkiye’de gece gökyüzü parlaklığının ölçülmesi, 8. *Ulusal Aydınlatma Kongresi*, 14-15 Nisan Bildiri Kitabı s:69.4
- Aslan, Z., Isobe, S., (2000). Türkiye’den uzaya kaçan şehir ışıkları 3. *Ulusal Aydınlatma Kongresi* 23-24 Kasım İstanbul Teknik Üniversitesi s. 106.
- Aslan Z. (2015). “Işık Kirliliği” konferanslar: Öğretmenlere yönelik sunumlar, Astronomi Öğretmen Seminerleri Serisi (AÖS-3(Antalya), AÖS-5(ODTÜ-Ankara) ve AÖS-13 (ODTÜ-Ankara) <http://www.astrobilgi.org/category/etkinlik/>
- Aslan Z., Tunca Z., (2014). Işık Kirliliği, Sunum.,17. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği 31 Temmuz-3 Ağustos, Saklıkent Antalya
- Chepesiuk, R. (2009). Missing the dark: health effects of light pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117(1), A20.
- Çetegen, D., Batman, A. (2005). Işık kirliliği. *İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Fakültesi Yayınları*. Yayın No:9
- Efendi, M. (2001). Işık Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Ankara*.
- Güney A., (2017). *Her Yönüyle Bilim Merkezi*. Çizgi Kitabevi No :789
- Haim, Abraham ve Boris A. Portnov (2013). *Light Pollution as a New Risk Factor for Human Breast and Prostate Cancers*, New York: Springer.
- Koçak S.,(2019). Astronom, “yazılı görüşme, mülakat”, Konya Bilim Merkezi. Konya
- Navara, K.J., ve Nelson, R.J. (2007). The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of pineal research*, 43(3), 215-224.
- Percy, J.R. (2001). Light Pollution: Education of Students, Teachers and the Public. In *Symposium-International Astronomical Union* (Vol. 196, pp. 353-358). Cambridge University Press.
- Taner MS.,(2014) Fen Eğitiminde Astronomi Uygulamaları, Seminer., 17. Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği 31 Temmuz-3 Ağustos, Saklıkent Antalya

İleri okumalar için incelenebilecek web sayfaları:

<http://www.isikkirliligi.org/>

<https://www.astronomiogretmenleri.com/>

<http://unihedron.com/projects/darksky/>

http://www.bigskyastroclub.org/lp_bortle.html

https://apod.nasa.gov/apod/image/0011/earthlights_dmsp_big.jpg

http://www.tug.tubitak.gov.tr/etkinlikler/senlik/17/17ggs_sunum/zeki_aslan_isik_kirliligi.pdf

http://www.tug.tubitak.gov.tr/etkinlikler/senlik/17/17ggs_sunum/memduh_taner_bilim_egitimi_astronomi.pdf

<http://www.isikkirliligi.org/index.php/harita>

<https://www.skyandtelescope.com/>

<https://www.darksky.org/light-pollution/>

<https://www.darksky.org/80-of-world-population-lives-under-skyglow-new-study-finds/>

<https://apod.nasa.gov/apod/ap170709.html>

<http://unihedron.com/projects/darksky/>