

Araştırma / Research**NIĞDE İLİ KENT MERKEZİNDE AYDINLATMADAN
KAYNAKLANAN IŞIK KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Öznur Begüm GÖKÇEK¹ (ORCID: 0000-0003-1730-2905)*
Münevver Gizem GÜMÜŞ² (ORCID: 0000-0003-4606-2277)
Ash BOZDAĞ² (ORCID: 0000-0003-2178-6527)
Sinan ÖZLÜ¹ (ORCID: 0000-0002-9493-8096)
Cem SAVAŞ¹ (ORCID: 0000-0001-9463-7130)

¹Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye
²Harita Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 10.10.2017
Kabul / Accepted: 12.02.2018

ÖZ

Günümüzde ışık kirliliği, sebepleri ve etkileri sıkça tartışılmakta olan sosyal bir sorun olmuştur. Modernleşme ile birlikte aydınlatma tekniklerinin de gelişmesiyle farklı boyutlarda kent aydınlatması sorunları ortaya çıkmıştır. Aydınlatmadaki sorunlardan ötürü ışık kirliliği kontrolsüzce büyümektedir. Işık kirliliği ile beraber doğal denge bozulmakta, görsel konforsuzluk ortaya çıkmakta, kısıtlı enerji kaynaklarının israf edilmesine sebep olmakta ve ülke ekonomisine ek yük getirmektedir. Bu çalışmada, ışık kirliliği sebepleri ve etkileri incelenmiştir. Doğru kentsel dış mekân aydınlatma ilkeleri anlatılmış ve bu kriterler doğrultusunda örnekler verilmiştir. Niğde İli kent merkezinde 283 noktada dijital ışık ölçer ile aydınlık düzeyi ölçülmüştür ve 2-254 lüks değerleri arasında değerler tespit edilmiştir. Elde edilen değerler ile MapInfo ArcGIS 10.02 yazılımı kullanarak Kriging yöntemiyle ışık yoğunluk analizi yapılarak yoğunluk haritası çıkarılmıştır. Bulunan değerler genel aydınlatma kuralları ve ışık kirliliği açısından incelenerek, fotoğraflar üzerinden çalışma bölgelerindeki sorunlar tespit edilmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Işık kirliliği, ışık yoğunluk haritası, aydınlatma

**EFFECT OF THE PROJECT REVISIONS ON PROJECT COST AND
DURATION OF USKUDAR-UMRANIYE-CEKMEKORY METRO
PROJECT****ABSTRACT**

Light pollution, causes and effects have become a social problem that is frequently being discussed. With the development of lighting technology together with modernization, urban lighting problems have appeared in different dimensions. Light pollution grows uncontrollably due to problems in lighting. Along with light pollution, the natural balance is disturbed, visual discomfort arises, wasting limited energy resources, and adding an additional burden on the country's economy. In this study, the causes and effects of light pollution were examined. The correct urban and outdoor lighting principles are explained and examples are given in the light of these criteria. Brightness level was measured with digital light meter at 283 points in the city center of Niğde Province and values between 2-254 lux values were determined. Density map was obtained by light intensity analysis by Kriging method using MapInfo ArcGIS 10.02 software with the obtained values. The values were examined in terms of general lighting rules and light pollution, problems in the study areas were determined through photographs and solutions were suggested.

Keywords: Light pollution, light intensity map, illumination

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 40 18; e-posta: begumgokcek@ohu.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde bilim ve teknolojiadaki gelişmelere orantılı olarak aydınlatma teknikleri gelişmiş ve bununla birlikte kent aydınlatması sorunları ortaya çıkmıştır. Gündüzleri gün ışığı ile aydınlanan kentler, geceleri yapay aydınlatma elemanları ile aydınlatılarak kentin özellikli bölgelerinin vurgulanması, sosyal ilişki ve etkileşimlere olanak vermesi sağlanmaktadır. Kent aydınlatması denildiğinde, kent içinde yer alan tarihi yapılar, anıtlar, kalıntılar, alışveriş merkezleri, sosyal ve kültürel alanlar, peyzaj alanları, meydanlar, parklar, bahçeler, gezinti yerleri, doğal güzellikler, çağdaş yapılar ve bunlara benzer yerlerin aydınlatılması akla gelmektedir. Kentlerde uygulanan aydınlatmalarda yol aydınlatmalarındaki yetersizlikler, dış aydınlatma armatürlerinin yanlış seçimi, ışığın yanlış yönlendirilmesi, aşırı aydınlatma ve amaca uygun olmayan aydınlatma gibi sebeplerden dolayı ışık kirliliği meydana gelmektedir. Işık kirliliği, yanlış yerde, yanlış şekilde, yanlış miktarda ve yönde ışığın kullanılması anlamına gelmektedir [1]. Işık kirliliği büyük ölçüde dış aydınlatmanın yanlış yapılmasından kaynaklanmaktadır. Hava kirliliği havamızı, su kirliliği suyumuzu kirlettiği gibi, ışık kirliliği de iyi aydınlatmamızı kirletmektedir. Gereğinden fazla ve yanlış yerde ışık kullanmak etkisiz aydınlatma demektir; bunun sonucu olarak ışığı üretmek için harcanan enerjinin önemli bir kısmı da boşa gitmektedir [2].

Nüfusu ışık kirliliğine en fazla maruz kalan ülkeler sıralamasına göre Türkiye, 220 ülke arasında Meksika ve Dominik Cumhuriyeti'nin ardından 47. sırada yer almaktadır. Türkiye bu ışık kirliliği değerleriyle, dünya ortalamasının %58 üzerinde olup, Avrupa ortalamasına göre ise %3 daha kirli durumdadır [3].

Günümüzde birçok ülke ışık kirliliğini sınırlandırmak için yasal düzenlemeler yapma yolundadır. Buradaki amaç, ışığın nerede lazımsa orada kullanması, gece güvenliğinin ve iyi görme koşullarının sağlanması, gökyüzünün karanlık kalması, böylece enerjiden tasarruf edilmesidir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından enerjinin etkin kullanılması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki etkisinin azaltılması ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla hazırlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 2 Mayıs 2007 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Işık kirliliği veya geceleri oluşan suni ışık dünya çapında artan bir antropojenik çevre kirleticisidir [4]. Karanlığın kaybedilmesi, vahşi yaşam, biyolojik çeşitlilik ve insanlar için potansiyel olarak önemli bir tehdit oluşturmaktadır [5-10]. Hayvanların ve bitkilerin geliştiği doğal ışık ve karanlık döngülerimizin bu şekilde bozulması, çok çeşitli fizyolojik ve davranışsal tepkilerle sonuçlanır. Örneğin, gece oluşan yapay ışıkların öten kuşlarda melatonin seviyelerini düşürdüğü, şafak çarkını geliştirdiği [11-12] ve uykuyu bozduğu gösterilmiştir [13].

Çoğu insan geceleri maruz kalınan fazla ışığın sağlığı nasıl ve ne kadar olumsuz etkilediğini bilmemektedir. Bu durum fazla kilolu olma (obezite), depresyon, uyku bozukluğu, diyabet, meme kanseri ve başka hastalıklara yakalanma riskini arttırabilmektedir.

Işık için gerekli elektrik enerjisi üretilirken kömür, petrol ve su gibi doğal kaynaklar kullanıldığı için, gereksiz ve uygun olmayan ışık kullanımı doğal kaynakların da boşa harcanmasına neden olmaktadır. Yapay ve yanlış aydınlatma nedeniyle büyük şehirlerden uzaya kaçan ışık, atmosferde saçılarak şehirlerin üzerinde parlak bir gök kubbesi oluşturur. Yönlerini, güneş, ay ve yıldız ışıklarını kullanarak tayin eden göçmen kuşlar, uzak şehirlerin bu görüntüsü nedeniyle yönlerini şaşırır ve doğal varış yerlerine hiçbir zaman ulaşamazlar. Dünyanın her yerinde olduğu gibi, ülkemizde de parlak ışıklar deniz kaplumbağaları için ciddi bir sorun olmuştur. Kıyı boyunca aşırı parlak ışıklar kaplumbağa yavrularının yönlerini şaşirtmakta ve denizi buluncaya kadar ölmelerine neden olmaktadır. Uzmanlar, deniz kenarındaki bir gözlemcinin gördüğü ışığın deniz kaplumbağalarını etkileyebileceğini belirtmektedirler.

Gökyüzüne doğru yayılan ışık atmosferdeki toz ve moleküller tarafından her yöne saçılmakta ve gökyüzünün fon parlaklığı artmakta, bu parlaklığın içinde gökyüzünün doğal güzelliği ve yıldızları kaybolmaktadır. 17 Ağustos 1999 depreminden sonra insanlar İstanbul ve Ankara'da "çok parlak yıldızlar gördüklerini, bunun depremlerle ilgisinin olup olmadığını" TÜBİTAK Ulusal Gözlemevini arayarak sormuşlardır. Bu durum şehrin ışıklarının sönmelerinden dolayı yıldızların daha parlak görünmesi şeklinde açıklanmıştır [14].

Işığın bitkiler üzerindeki etkisi ele alındığında, fazla ışığı maruz kalan bitkilerin-ağaçların mevsimleri karıştırdıkları, çiçeklenmelerinin etkilendiği ve hatta ölümleri görülebilmektedir. Örneğin, Stenocereus cinsi kaktüslerin bazılarının çiçekleri sadece gece karanlıkta açmaktadır. Gecenin aydınlık olması durumunda bu ender görünen çiçekler ve dolayısıyla bu türler tamamen kaybolmaktadır. Bir başka örnek olarak ülkemizde Atatürk Çiçeği olarak bilinen Poinsettia verilebilir: Bu bitkinin ancak yılın belli zamanlarında günlük en az 12 saat mutlak karanlıkta kaldığında yaprakları güzel ve etkileyici kırmızı rengine bürünmektedir. [14-16].

Onuk, [17] yaptığı çalışmada ışık kirliliği sebeplerini ve etkilerini derinlemesine incelemiştir. Doğru kentsel dış mekân aydınlatma ilkeleri hakkında bilgiler ve örnekler vermiştir. Ulus Parkı, Taksim Meydanı ve İstiklal Caddesi genel aydınlatma kurallarını ve ışık kirliliğini irdeleyip, çalışma bölgelerindeki sorunları tespit ederek çözüm önerilerinde bulunmuştur. Çalışma bölgeleri incelendiğinde, ışık kirliliğinin büyük kısmının işletme

NİĞDE İLİ KENT MERKEZİNDE AYDINLATMADAN KAYNAKLANAN IŞIK KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

sahiplerinin uzman yardımı almadan, kişisel inisiyatifleri doğrultusunda yaptıkları aydınlatma uygulamalarından kaynaklandığı tespitine varılmıştır. Bu sebeple kent aydınlatması ile ilgili yaptırımların getirilmesi ve halkın bu doğrultuda bilinçlendirilmesi gerektiği, gerekli noktalarda medya yardımı olarak ve bilinçlendirme kampanyaları yapılarak halkın bu sorunun önüne geçilmesinde etkin rol üstlenmesi sonucuna varılmıştır. Dokuzcan, [1] yaptığı çalışmada kent aydınlatmasını ayrıntılı biçimde ele alarak ışık kirliliğini oluşturan faktörleri incelemiştir. Daha sonra bir uygulama örneği olarak; Taksim Meydanı ve çevresini ışık kirliliği açısından değerlendirmiştir. Bu amaçla aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmış ve bilgisayar programı yardımıyla yapılan hesaplamalara dayalı ışık dağılım haritası elde edilmiştir. Çalışma sonucunda bölgede var olan özel ve genel aydınlatma sistemleri ışık kirliliğinin temel sonuçları olan gökyüzü parlaklığına, ışığın aydınlatılacak yüzeyin dışına taşmasına, kamaşmaya neden olduğu ortaya çıkmıştır. Çetin vd., [18] yaptıkları çalışmada ışık kirliliği problemi tanımlayarak, ışık kirliliğine neden olan faktörleri belirlemişlerdir. Çalışma alanı olarak Diyarbakır ilini seçerek, ışık kirliliğine neden olan uygulamalar örneklenmiş, çözüm önerileri sunulmuştur. Işık kirliliğini giderecek önlemlerin alınması ile doğru aydınlatma değerlerine ulaşılırken, önemli boyutta enerji tasarrufu yapılabileceğini belirtmişlerdir. Günümüzde kentlerde sadece sokak aydınlatmaları için harcanan enerji kent için toplam harcanan enerjinin %4-6'sına karşılık gelmektedir. Bu enerji değerine reklam amaçlı kullanılan pano aydınlatmalarının ve bina cephe aydınlatmalarının eklenmesi ile bu değer %10'lara çıkmaktadır. Meydana gelen ışık kirliliği nedeniyle bu tür aydınlatmalarda kullanılan enerjinin yaklaşık %30'u boşa gitmektedir. Bu enerjinin uygun aydınlatma biçimleri ile tasarrufu ile kentlerdeki elektrik enerjisi tüketiminde yaklaşık %3-%3,5 kadar bir azalma sağlanabilecektir. Tüm ülke geneli düşünüldüğünde tasarruf edilen enerjinin orta büyüklükte bir santralin ürettiği enerjiye eşit olduğu görülebilmektedir. Bu durum konunun tasarruf açısından önemini ortaya çıkarmaktadır [18]. 27 Temmuz 2013 tarih ve 28720 sayılı Resmi Gazete'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürürlüğe giren Genel Aydınlatma Yönetmeliği'nde o bölgedeki ilgili dağıtım firmasından yerleşim yerlerinde kamunun genel kullanımına yönelik bulvar, cadde, sokak, alt-üst geçit, köprü, meydan, kavşak, yürüyüş yolu ve yaya geçidi aydınlatmasından ve bunlara ait gerekli aydınlatma ve ölçüm sistemlerinin tesis edilmesi ve işletilmesinden bahsedilmektedir. Bu yönetmelik kapsamında halkın ücretsiz kullanımına açık ve kamuya ait park, bahçe, tarihi ve ören yerleri ile yürüyüş yolu gibi yerlerdeki mevcut aydınlatma tesisleri ve yeni yapılacak tesislerde, aydınlatma düzeyleri en geç saat 02:00'den sonra yüzde elli oranında düşürülmektedir.

Niğde İlinin ışık kirliliğinin belirlenmesi üzerine yapılan bu çalışmada; Niğde İli kent meydanında ve meydana paralel ara sokaklarda seçilen noktalarda koordinatlar belirlenmiş ve lüksmetre ile birlikte bu noktaların ışık ölçümleri 2 kere yapıp ortalamaları alınarak elde edilen değerler ile yoğunluk haritası çıkarılmıştır. Elde edilen veriler neticesinde sonuçlar değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

Işık değeri ölçmelerinde temel amaç, belli bir yüzey alanı üzerine düşen ışık akısı büyüklüğü ile ilgili değerleri saptamaktır. Işık düzeyinin ölçümü için ISO (Uluslararası Standardizasyon Örgütü), IEC (Uluslararası Elektro Teknik Komisyonu) standartlarına uygun olarak belli teknikler kullanılmaktadır. En yaygın ölçüm tekniği, yatay bir düzlem üzerindeki ışık düzeyinin ölçülmesidir. Bu çalışmada belirlenen bölge üzerinde çeşitli noktalarda, ışık ölçümleri yapılmıştır [19]. Burada her bir koordinat alınan noktanın yer aldığı güzergah ve etki alanındaki ışık ölçüm değerinin değişimini ölçmek amaçlı Kriging yöntemiyle ışık yoğunluk analizi yapılmıştır. Kriging yöntemi, koordinatları bilinen noktalardan alınan verileri kullanarak diğer noktalarda ölçüm değeri bilinmeyen verilerin optimum değerlerini tahmin eden bir enterpolasyon yöntemidir. Kriging enterpolasyon, yarıvარიogram yapısal özellikleri kullanılarak örneklememiş noktalardaki konumsal değişikliklerin yansız tahminin optimal şekilde yapıldığı bir tekniktir. Kriging yöntemini diğer enterpolasyon yöntemlerinden ayıran en önemli özellik, tahmin edilen her bir nokta veya alan için bir varyans değerinin hesaplanabilmesidir ki bu tahmin edilen değerlerin güven derecesinin bir ölçüsüdür [20].

Çalışma alanı olarak Niğde İlinin gündüz ve gece boyunca kişi başına yoğunluğun ve aydınlatma panolarının en fazla olduğu şehrin en merkezi yerleri ve bu yerlere paralel ara sokakları seçilmiştir. Ayhan Şahenk Bulvarı'ndan başlayıp Atatürk Bulvarı Sabancı Kız Öğrenci Yurdu'na kadar olan kısımda ölçümler yapılmıştır. Ölçüm yapılan yerlerde 1-10 katlı binalar, dükkanlar ve ışıklı panolar bulunmaktadır. Ana cadde ve ara sokaklarda kullanılan lamba tipleri, sayıları ve güçleri Tablo 2.1'de çalışma alanında bulunan lambalar ve güçleri de Şekil 2.1'de verilmiştir. Projektör bağlı olan direkler 12 m, caddede kullanılanlar 10 m, ara sokaklarda kullanılan direkler ise beton direk olup boyu 9 m'dir. Bölgede var olan aydınlık düzeylerini saptamak amacıyla ölçümler yapılmıştır. Ölçümler ortalama 40 m'lik aralıklarla yapılmıştır. Şekil 2.2'de şehir merkezinde bazı aydınlatma noktalarından görüntüler verilmiştir.

Tablo 2.1. Ana cadde ve ara sokaklarda kullanılan lambaların özellikleri

Lamba Gücü (W)	Lamba Sayısı	Lamba Tipi
1000	12 (3 tane 4'lü)	Projektörler
250	100	Sodyum buharlı
210	70	Sodyum buharlı
150	80	Sodyum buharlı
125	60	Sodyum buharlı
100	40	Sodyum buharlı
75	60	Sodyum buharlı



Şekil 2.1. Çalışma alanında olan lambalar ve güçleri

NİĞDE İLİ KENT MERKEZİNDE AYDINLATMADAN KAYNAKLANAN IŞIK KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Şekil 2.2. Mevcut aydınlatma sistemleri

2.1. Alanda Ölçüm Çalışmaları

Aydınlık düzeyi ölçmelerinde temel amaç, belli bir yüzey alanı üzerine düşen ışık akısı büyüklüğü ile ilgili değerleri saptamaktır. En yaygın ölçüm tekniği, yatay bir düzlem üzerindeki aydınlık düzeyinin ölçülmesidir. Bu çalışmada belirlenen bölge üzerinde çeşitli noktalarda, aydınlık düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler zemin ve cephe yüzeylerinde 1.5 metre yükseklikte ve ortalama 40 m'lik aralıklarla yapılmıştır. Niğde kent merkezinde yapılan ölçümlerde Magellan marka eXplorist 610 model GPS ile koordinatlar alınmış, dijital tip CEM marka DT-86 model Işık Ölçer ile var olan aydınlık düzeyi lüks (lx) cinsinden elde edilmiştir. Şekil 2.3'de çalışma alanının genel görünüşü bulunmaktadır. Bu haritada meydan ve çevresinde yapılan ölçüm noktaları verilmiştir.

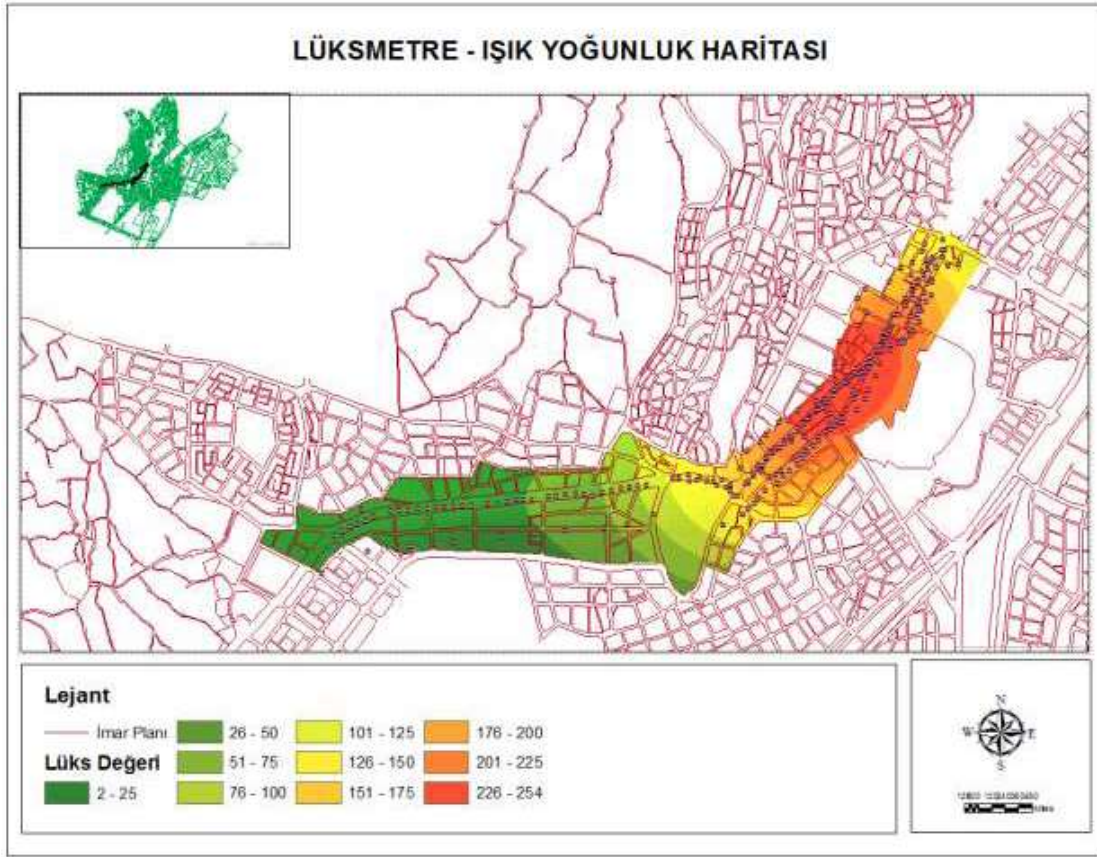


Şekil 2.3. Ölçüm noktaları

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada Niğde kent meydanı ve çevresinde bulunan sokak, işyeri ve reklam aydınlatmalarının olduğu noktalardan eşzamanlı GPS ile koordinat alımı ve ışık ölçümü gerçekleştirilmiştir. İşyeri ve mağazaların

yoğun olduğu bölgede, düzgün bir aydınlatma sağlamak zordur. Işık kirliliğini oluşturan temel kaynaklardan reklam panoları, güvenlik amaçlı aydınlatma ve binalardan taşan ışıklar bölgede ışık kirliliğinin oluşmasında en etkili faktördür. GPS ile elde edilen koordinatların yerel düzeyde koordinat sistemi olan imar planına aktarılabilmesi için koordinatların ITRF96 küresel konumlandırma sisteminden ED50 yerel düzeyde konumlandırma sistemine dönüştürülmesi sağlanmıştır. Dönüşen koordinatlar Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımlarından biri olan MapInfo ArcGIS 10.2 yardımıyla imar planı üzerine aktarılmış ve ölçüm yapılan her bir noktaya ait ışık ölçüm değerlerinin programa veri girişi sağlanmıştır. Kriging yöntemiyle ışık yoğunluk analizi yapılmıştır. Buna göre Şekil 2.3' de görüldüğü gibi uygulama sınırı olarak belirlenen güzergah ve etki alanında koordinatı ve ölçüm değerleri belirli noktalardan belirli olmayan noktalara yönelik ışık ölçüm değerlerinin optimum değişimine yönelik yoğunluk haritası oluşturulmuştur. Elde edilen değerler ile Şekil 3.1'de görüldüğü gibi yoğunluk haritası çıkarılmıştır. Niğde İli kent merkezinde 283 noktada aydınlık düzeyi ölçülmüştür ve 2-254 lüks değerleri arasında değerler tespit edilmiştir. Niğde İli Belediye binası ve Valilik'in olduğu caddede aydınlatma ve reklam panolarının fazla olmasından, cadde aydınlatmasında kullanılan projektörler ve iş yerlerinin en yoğun olduğu bölge olmasından dolayı en yüksek ışık ölçümleri bu bölgede ölçülmüştür (176-254 lüks). Ara sokaklarda ve reklam panolarının olmadığı diğer alanlarda ışık ölçümleri daha düşük ölçülmüştür (2-175 lüks).



Şekil 3.1. Yoğunluk haritası

4. SONUÇLAR

Işık kirliliği uzun bir süre çevre sorunu olarak görülmemiş hatta bir yaklaşıma göre bir kent ne kadar çok aydınlatılırsa o kadar gelişmiş olarak kabul edilmiştir. Ancak ışık kirliliği görmezden gelinecek bir sorun değildir. Önemli bir çevre sorunudur ve sınırlı olan enerji kaynaklarının her geçen gün azalmasına katkıda bulunan bir faktördür. Işık kirliliği sonucunda enerji boşa harcanmakta, büyük bir ekonomik kayıp ortaya çıkmaktadır. Bir kentin tarihi, sanatsal, kültürel ve doğal güzelliklerinin ortaya çıkartılmasında kent aydınlatmasının rolü belirleyicidir. Bu yüzden bu çalışmada Niğde Hükümet Meydanı ve yakın çevresi ışık kirliliği açısından incelenmiş ve ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde özellikle Hükümet Meydanı

NİĞDE İLİ KENT MERKEZİNDE AYDINLATMADAN KAYNAKLANAN IŞIK KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

bölgesinde ışık yoğunluğunun fazla olduğu meydana uzaklaştıkça ve ara sokaklarda özellikle reklam panolarının olmamasından dolayı yoğunluğun azaldığı hazırlanan yoğunluk haritasında görülmektedir.

Falchi vd., [4] yaptıkları çalışmada ışık dağılımının en iyi kontrolü sağlandıktan ve uygun miktarda ışık kullanıldıktan sonra bile, aydınlatılmış yüzeylerden gelen yansımalar ve atmosferik dağılım nedeniyle bazı ışık emisyonlarının kaldığını belirtmişlerdir. Bu "kalıntı ışık kirliliği" nin çevresel etkileri ihmal edilemez ve sınırlandırılmalıdır. Burada, bu kalıntı ışık kirliliğinin yaban hayatı, insan sağlığı ve yıldız görünürlüğü üzerindeki etkilerini sınırlandırma da bir yol önermişlerdir. Yeni LED'ler de dahil olmak üzere harici kullanım için yaygın lamba türlerinin spektrum analizini çalışmışlardır. Kirlilik miktarının, lambaların spektral özelliklerine kuvvetle bağlı olduğu; daha çevre dostu lambaların düşük basınçlı oluştuğunu belirlemişlerdir. Kirliliği en çok olan lambalar ise metal halide ve beyaz LED'ler gibi güçlü bir mavi emisyonu sahip lambalar olduğu belirlenmiştir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan sodyum buharlı ve beyaz lambalar kirlilik artışına neden olmaktadır. Bu artış, ışık kirliliğinin insan sağlığı, çevresi ve evrenin insanlar tarafından görsel algılanışı üzerindeki bilinmeyen ve olası bilinmeyen etkilerini daha da şiddetlendirecektir.

Kolláth vd., [21] birkaç Macar şehrindeki kamu aydınlatma sistemlerinde yeniden düzenleme yaparak, eski aydınlatıcıların çoğunluğuna yüksek basınçlı sodyum lambalar yerine yaklaşık 4500 K'lık tipik bir korelasyonlu renk sıcaklığına sahip beyaz LED aydınlatma yerleşmişlerdir. Seçilen şehirlerin ışık kubbelerinin ışıklığı modelleme yapılmadan önce ve sonra DSLR fotometre cihazı ile ölçülmüştür. Değiştirilen armatür sisteminin tam kapalı tasarımı nedeni ile bir şehrin gökyüzü kubbe spektrumlarının mavi bölümünde bile hafif bir düşüş elde edilmiştir. Bununla birlikte, eski armatür sisteminin kötü geometrisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada Monte Carlo radyasyon transferi hesaplama yöntemi kullanılarak farklı göstergelerinde (korelasyonlu renk sıcaklığı; 1800K, 2200 K, 4500 K; üst ışık oranı, 0%, 5%) karşılaştırılması yapılmıştır.

Işık kirliliğinin yoğun olduğu alanlarda kirliliğin önlenmesi için, doğru aydınlatmanın yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda; ışığın göğe yönelmesinin kesilmesi ve aydınlatılacak yere yönlendirilmesi, birim enerji başına daha çok ışık veren kaynakların kullanılması, özellikle reklam ve ilan panolarında, zamanlayıcılarla gereksiz aydınlatmaların gece yarısından sonra kapatılması sağlanmalıdır. Sokak ve cadde aydınlatmalarında gece belli bir saatten sonra güvenlik problemi oluşturmayacak şekilde kapatılması sağlanmalıdır.

Lambaların karakteristik özellikleri dikkate alındığında, kent içi yol, cadde, sokak ve meydan aydınlatmalarında, parlak sarı renkte ışık yayan, şeffaf cam tüplü, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların yerine LED lambalarının kullanımı ışık kirliliğini önlemek yolunda doğru bir kullanım olduğu görülmüştür. Gelişmekte olan ülkemizde, yapılacak olan doğru aydınlatma sistemleriyle büyük oranda enerji tüketimine neden olan ışık kirliliğinin mümkün olduğu kadar önüne geçebilmek için, bu konuda kamu bilinci oluşturulmalıdır. Işık kirliliğinin önemli bir kısmı, işletme sahiplerinin yaptıkları aydınlatma uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Bu sebeple kent aydınlatması ile ilgili yaptırımların getirilmesi özellikle işletme sahiplerinin ve halkın bu doğrultuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] DOKUZCAN, H.. "Işık Kirliliği Açısından Kent Aydınlatması ve Taksim Meydanı Örneği", Bahçeşehir Üniversitesi F.B.E Mimarlık Ana Bilim Dalı Çevre Tasarımı programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 2006.
- [2] <http://www.isikkirliligi.org/index.php/isik-kirliligi-nedir> (erişim tarihi: 04.06.2017)
- [3] <http://www.aydinlatma.gen.tr/turkiye-isik-kirliligi-arastirmasinda-en-kirli-50-ulke-arasinda-gosterildi.html> (erişim tarihi: 04.06.2017)
- [4] FALCHI, F., CINZANO, P., ELVIDGE, C.D., KEITH, D.M., HAIM A., "Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility", Journal of Environmental Management, 92, 2714-2722, 2011.
- [5] RICH, C., LONGCORE, T., "Ecological Consequences of Artificial Night Lighting", Island Press, Washington, 2005.
- [6] NAVARA, K.J., NELSON, R.J., "The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences", Journal of Pineal Research, 43, 215-224, 2007.
- [7] HÖLKER, F., WOLTER, C., PERKIN, E.K., TOCKNER, K., "Light pollution as a biodiversity Threat", Trends in Ecology & Evolution, 25, 681-682, 2010.
- [8] GASTON, K.J., BENNIE, J., DAVIES, T.W., HOPKINS, J., "The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal", Biological Reviews, 88, 912-927, 2013.
- [9] KYBA, C.C.M., HÖLKER, F., "Do artificially illuminated skies affect biodiversity in nocturnal landscapes?", Landscape Ecology, 28, 1637-1640, 2013.
- [10] DUFFY, J.P., BENNIE, J., DURAN, A.P., GASTON, K.J., "Mammalian ranges are experiencing erosion of natural darkness", Scientific Reports, 5, 12042, 2015.

Ö. B. GÖKÇEK, M. G. GÜMÜŞ, A. BOZDAĞ, S. ÖZLÜ, C. SAVAŞ

- [11] SWADDLE, J.P., FRANCIS, C.D., BARBER, J.R., COOPER, C.B., KYBA, C.C., DOMINONI, D.M., SHANNON, G., ASCHEHOUG, E., GOODWIN, S.E., KAWAHARA, A.Y., LUTHER, D., SPOELSTRA, K., VOSS, M., LONGCORE, T.,. “A framework to assess evolutionary responses to anthropogenic light and sound”, *Trends in Ecology & Evolution*, 30, 550–560, 2015.
- [12] BEDROSIAN, T.A., FONKEN, L.K., NELSON, R.J., “Endocrine effects of circadian disruption”, *Annual Review of Physiology*, 78, 109–131., 2016.
- [13] RAAP, T., PINXTEN, R., EENS, M., “Artificial light at night disrupts sleep in female great tits (*Parus major*) during the nestling period, and is followed by a sleep rebound”, *Environmental Pollution*, 215, 125–134, 2016.
- [14] ASLAN, Z. ve ISOBE, S., “Türkiye’den Uzaya kaçan Şehir Işıkları”, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Işık Kirliliği Toplantısı, Antalya, 2001.
- [15] <http://www.isikkirliligi.org/index.php/10-duyuru/74-02-kasim-2015> (erişim tarihi: 04.06.2017)
- [16] ASLAN, B., “Kaybolan Karanlık: Işık Kirliliği”, *Elma Ağacı*, Sayı: 18, Sf. 26-30, 2017.
- [17] ONUK, N.T., “Kentsel Dış Mekanların Aydınlatılması Kapsamında Işık Kirliliğinin İrdelenmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı, İstanbul. 2008
- [18] ÇETİN, F.D., GÜMÜŞ, B., ÖZBUDAK, Y.B., “Işık Kirliliği Problemi Ve Diyarbakır Ölçeğinde İncelenmesi”, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi, Diyarbakır, 2003.
- [19] SİREL, O., “Fotometrik Ölçmeler”, *Teknoloji Semineri*, 2004.
- [20] TAYLAN, E. D., DAMÇAYIRI, D., “Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile Tahmini,” *İMO Teknik Dergi*, 7551-7559, Yazı 459 Teknik Not, 2016.
- [21] KOLLÁTH, Z., DÖMÉNY, A., KOLLÁTH, K., NAGY, B., “Qualifying lighting remodelling in a Hungarian city based on light pollution effects”, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 181, 46–51, 2016.