

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İŞIK KİRLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ: GAZİANTEP ÖRNEĞİ

**DOKTORA TEZİ
Kenan LATİFOĞLU**

FİZİK Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tuncay ÖZDEMİR

ARALIK 2021

**T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İŞİK KİRLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ: GAZİANTEP ÖRNEĞİ

DOKTORA TEZİ

**Kenan LATİFOĞLU
(23615120001)**

FİZİK Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Tuncay ÖZDEMİR

ARALIK 2021



TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Doktora tezimin hazırlanması sırasında yardımlarını gördüğüm;

Bu çalışma için hiçbir yardımını esirgemeyen tez danışmanım ve çok değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Tuncay ÖZDEMİR'e,

Doktora tezimi büyük bir dikkatle okuyarak öneri ve görüşlerini benimle paylaşan tez savunma jüri üyelerine

Bu doktora tezi İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından (BAP) FDK-2020-2191 nolu proje ile desteklenmiştir. İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine,

Tezim süresince desteklerini esirgemeyerek yaşamımı kolaylaştıran sevgili eşim Durdane Latifoğlu'na, ve Kardeşim Emre Latifoğlu'na

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Işık Kirliliği Ölçümü; Gaziantep Örneği” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Kenan Latifoğlu



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	i
ONUR SÖZÜ	ii
ÇİZELGELER TABLOSU	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	1
1.2 Geçmişten Günümüze Aydınlatmanın Süreci	2
2.KURAMSAL TEMELLER	7
2.1 Görünen Işık ve Çevremiz	7
2.1.1 Tanımı	7
2.1.2 Görünür Işık ile Madde'nin Etkileşimi	10
2.1.3 Katı Açısı	12
2.1.4 Çevrenin Aydınlatılması	13
2.2 Işık Kirliliği	14
2.2.1 Tanımı	14
2.2.2 Işık Kirliliği Miktarının Belirlenmesi	18
2.2.3 Işık Kirliliğindeki Oluşan Durumlar ve Etkileri	22
2.3 Işık Kirliliğinin Ekonomik Etkisi	24
3.MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Kullanılan Materyaller	25
3.1.1 SQM cihazı	25
3.1.2 Cihaz için Özel Üretilen 3 Boyutlu Yazıcıdan Parçalar	27
3.2 Yapılan Ölçümlerin Programla Çözümlemesi	29
3.2.1 SQM Reader 3 Programı	29
3.2.2 Haritalama Programı	31
3.3 Verilerin Toplanması	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	34
4.1 Kaybolan Enerji Hesabı	34
4.2 Gök parlaklığının Haritalanması	49
5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER	55
5.1 Sonuçlar	55
5.2 Öneriler	57
KAYNAKLAR	60
EKLER	63
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 : Aydınlanma tanımları.....	19
Çizelge 2.2 : Bazı gök cisimlerinin parlaklıklarının kadir değerleri.....	21
Çizelge 4.1 : Gaziantep ışık kirliliği verileri.....	36



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Nasa'dan paylaşılan 2019 yılında Dünya'nın Uzaydan çekilen gece görüntüsü.....	4
Şekil 1.2	Nasa'dan paylaşılan fotoğrafta Amerika'nın güney Florida kısmı 2019.....	4
Şekil 1.3	Nasa kaynaklı bu görüntüde Avrupa Ülkelerinin Uzaydan çekilen gece görüntüsü 2019.....	5
Şekil 1.4	Nasa kaynaklı bu görüntüde Türkiye'nin Uzaydan çekilen gece görüntüsü 2019.....	5
Şekil 1.5	Gaziantep gecesinden şehrin ışık kirliliği.....	6
Şekil 2.1	Işık Tayfının genel bir görüntüsü.....	7
Şekil 2.2	Türlerinin tespitinde Yıldız tayfları.....	8
Şekil.2.3	Rayleigh Saçılması.....	11
Şekil 2.4	Mie Saçılması.....	12
Şekil 2.5	Katı açısı ve steradyan gösterimi.....	12
Şekil 2.6	Şehir üzerinde oluşan ışık katmanı.....	15
Şekil 2.7	Doğru ışıklandırma sonucunda gökyüzünde değişim.....	16
Şekil 2.8	Gök parlaması.....	17
Şekil 2.9	Işık Kirliliği oluşması.....	17
Şekil 2.10	SQM Değerleri ve gece gökyüzü durumu.....	22
Şekil 3.1	SQM ışık toplama şekli.....	25
Şekil 3.2	SQM LU-DL modelinin genel görüntüsü.....	26
Şekil 3.3	SQM cihazı ve değerlerin ölçümü.....	27
Şekil 3.4	Işık ölçümü için üretilmiş 3 Boyutlu Parçalar.....	28
Şekil 3.5	SQM cihazı ve 3 boyutlu 30 derecelik parça ile ölçüm alınması.....	29
Şekil 3.6	SQM reader 3 programının veri toplama ara yüzü.....	30
Şekil 3.7	Gaziantep'te gök parlaklığı ölçümü yapılan alan.....	32
Şekil 4.1	Gaziantep Işık Kirliliği verileri.....	42
Şekil 4.2	40 no'lu bölge üzerindeki çekilen fotoğraf.....	42
Şekil 4.3	Akkent Kongre merkezi.....	43
Şekil 4.4	Yanlış açılı bir sokak aydınlatmasının binaya olan etkisi.....	43
Şekil 4.5	Karataş 1. Bölge 30 derecelik gök parlaklığı değeri	44
Şekil 4.6	Boyno mahallesi ana kavşak.....	44
Şekil 4.7	Mavikent toplu konut dairelerinin ışık kirliliği görüntüsü.....	45

Şekil 4.8 Gaziantep kalesinden Doğuya bir bakış.....	46
Şekil 4.9 Gaziantep kalesinden kuzeye bir bakış.....	46
Şekil 4.10 100. Yıl parkı.....	47
Şekil.4.11 Atatürk parkı.....	48
Şekil 4.12 Harita üzerindeki 12 no’lu bölgeden bir kare.....	48
Şekil 4.13 Uzay Parkı gök parlaklığı ölçümlerinin gösterimi.....	49
Şekil 4.14 Gaziantep şehir merkezi ışık kirliliği haritası 30 derecelik açı.....	50
Şekil 4.15 Gaziantep ışık kirliliği haritası 60 derecelik açı.....	51
Şekil 4.16 Gaziantep ışık kirliliği haritası 90 derecelik açı.....	52
Şekil 4.17 Gaziantep ölçüm alınan noktalar 30 derecelik veriler için.....	53
Şekil 4.18 Gaziantep ölçüm alınan noktalar 60 derecelik veriler için.....	53
Şekil 4.19 Gaziantep ölçüm alınan noktalar 90 derecelik veriler için.....	54

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

λ	:Işığın dalga boyu
γ	:Elektromanyetik dalğanın frekansı
x	:Atmosferdeki molekül boyutları
IR	:Rayleigh Saçılma Şiddeti
SQM	:Sky Quality Meter
Lm	:Lümen
Φ	:Işık Akısı
Cd	:Candela
I	:Işık şiddeti
Lx	:Lüx
E	:Aydınlanma
L	:Parlaklık
W	:Watt
J	:Joule
CCD	:Görüntü algılayıcı
m	:SQM cihazının ölçtüğü gökyüzü parlaklığı (kadir/açısanıye ²)
ms	:Sınır parlaklık değeri
Ω	:SQM cihazının görüş konisine karşılık gelen açı
k	:Atmosferdeki parlaklığın yöne bağlı değişim katsayısı
3D	:3 Boyutlu
UTC	:Eş güdümlü evrensel zaman
IDA	:Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği
ICE	:Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
NASA	:National Aeronautics and Space Administration

ÖZET

Doktora Tezi

IŞIK KİRLİLİĞİ ÖLÇÜMÜ; GAZİANTEP ÖRNEĞİ

KENAN LATİFOĞLU

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

75+ ix sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tuncay Özdemir

Bu çalışmada, Türkiye’de Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan ve 6. Büyükşehir konumundaki Gaziantep ilinin merkez ilçelerini kapsayan (Şahinbey-Şehitkamil) bölgelerinde 49 km² alanda 49 gridten oluşan bölgeden, güneş battıktan en az 3 saat sonra başlayarak yapay aydınlatma kaynaklı uzaya kaçan ışık enerjisi miktarı ölçülmüştür. Diğer bölgeler dağınık olarak bulduklarından 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. 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 düşük basınçlı sodyum lambası, 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

Ph. D. Thesis

LIGHT POLLUTION MEASUREMENT; EXAMPLE OF GAZİANTEP CITY

Kenan Latifoğlu

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Physics

75 + ix pages

2021

ADVISOR: Ass. Prof. Dr. Tuncay ÖZDEMİR

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). 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 low pressure sodium lamb 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 Enlightenment

1. GİRİŞ

1.1 Amaç ve Kapsam

Bu tezde, Gaziantep ilinin 2 merkez ilçesi Şehitkamil ve Şahinbey’de yoğun konut alanlarının bulunduğu yerlerde, 3 farklı açıyla (30^0 , 60^0 , 90^0)özellikle doğal yaşam alanlarında ve kalabalıkların çok olduğu yerlerde SQM cihazı kullanarak ışık kirliliğini ölçmek ve bu alınan ölçümleri gece doğal gökyüzü parlaklığı ile kıyaslamak, akabinde gök parlaklığı ölçümlerinde farklı açılardaki ışık yansımalarını ve etkisini tartışmak, Gaziantep ilinin ışık kirliliği haritasını ortaya çıkarmak ve bu çağın sorunu olan ışık kirliliğine dikkat çekmek amaçlanmıştır.

Işık kirliliğini anlamamızın en etkili yolu gökyüzünün fon parlaklığının artmasıdır. Eğer başımızı kaldırdığımızda gökyüzünde az sayıda yıldızlar, gezegenler ve diğer gök cisimleri görüyorsak burada ışık kirliliğinden söz edebiliriz. Ama ne kadar ışık kirliliği var sorusuna cevap bulabilmek için bu fon parlaklığını elbette bölgelerin parlaklığına göre karşılaştırmak gerekir. İşte bunun içinde SQM cihazı adı verilen gökyüzüne uzaydan yansıyan ışıkların miktarını ölçen bir alet kullanılır. SQM Cihazı, üzerine düşen ışık miktarına göre çıkış frekansının değiştiği yüksek hassasiyetli bir algılayıcıya (fotodiyot + akım-frekans çevirici) sahiptir. [1]

SQM (gök niteliği ölçer) cihazının çalışma prensibi, gece gökyüzünün parlaklığını belirli bir alana düşen ışık miktarı cinsinden ölçmektir. Matematiksel olarak birimi ise (kadir/açı saniye kare) olarak kullanırken, ölçümleri otomatik olarak hafızasına kaydetmektedir. Her ölçüm sırasında SQM cihazı ile gökyüzüne yayılan ışığın %27 si ölçülebilmektedir. Kalan %73’lük kısım ise doğrudan uzaya gitmektedir. Aslında yer yüzünden yapılan ölçümlerde doğrudan uzaya kaçan ışığın değil, atmosferde saçılarak yere geri gelen ışığın yüzdesinin ölçümünü kaydetmekteyiz. Yani cihaz aslında, toplam ışık miktarının %27’lik kısmını ölçtüğüne göre ışık kaynağından yayılan ışık miktarının %100’lük kısmı hesaplanırsa uzaya yayılan toplam ışık miktarı lümen cinsinden bulunmuş olur. Bu da kayıp miktarı olarak kabul edilir.

İlin haritası belirlenirken CBS (Coğrafi Bölgeler Sistemi) programından kareler modundan faydalandı ve bölgeler oluşturulurken tamamen merkezin haritası çıkarıldı. Gaziantep ilindeki jeolojik ve demografik yapıdan ötürü, dağınık bir yerleşim yapısı bulunmaktadır. Bu sebepten; birbirinden farklı bölgelerden ölçüm alınır, tutarsız sonuçlar ve farklı harita

ortaya çıkmaktadır. Böylelikle, sadece merkezi alanı belirten 49 km² alanlık yer içerisindeki doğal yaşam alanları, çarşılar, üniversiteler bölgeleri belirlenmiştir.

Önceden belirlenmiş bu alanların gök parlaklığını, belirli şartlar altında (havanın açıklığı, astronomik tan, Ay'ın evresi) 3 boyutlu yazıcı ile özel tasarlanmış 3 farklı açı konum aletleri ile ölçümler kaydedilmiştir. 3 farklı açıyla data alınmasının sebebi; sadece uzaydan yansıyan ışıkları değil (bu 90⁰ ile ölçülüyor ve direk ışığa tutulmuyor), havadaki aerosollar ve gaz molekülleri tarafından da ne kadar ışık absorbe ediliyor ve yoğun ışık bulutu oluşturuyor bunun ölçülmesi planlandı.

Gaziantep'te kalabalık yerleşim yerleri ve daha az kalabalık yerleşim yerleri ile birlikte parklar bölgesini de kapsayan 49 km² alanda, 49 bölgenin gök parlaklığı ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları gök parlaklığı cetveli ile kıyaslanarak yorumlanmıştır. Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı ile işbirliği yapılarak parklar bölgesinde kaç adet lamba var, hangi tür aydınlatma armatürleri kullanılıyor ve aylık enerji tüketimlerinin ne kadar olduğu bilgilerine ulaşılmıştır.

Böylelikle, bir ilin ışık kirliliği ölçümünde yerel yönetimlerle de iş birliği sağlanarak hem onların desteği alınmış hem de belirli noktalarda tavsiyelerde bulunulmuştur. Kirliliğin olduğu bölgelerde, belediyeye bağlı birim yetkilileriyle görüşüp, çevre sağlığını korumak adına ışık kirliliği ile mücadele için fikir alışverişi yapılmıştır. Çünkü kamu politikaları kapsamında yapılması gerekenler yerel yönetimlere vazife görünmektedir. Kamu kuruluşları ayrıca şartnamelerini hazırlarken lümen değerleri üzerine yoğunlaşmalı, bu lümen değerini yakalamak için gereken maksimum güç tüketimi de şartnamelere eklenmelidir.

Toplanan verilerle Gaziantep'te aydınlatma için kullanılan enerjinin, uzaya kaçan enerji miktarı (boşa giden enerji miktarı) lümen cinsinden hesaplanmış yetkili birimlere iletilmiştir. Işık kirliliğine neden olan bu enerjinin yıllık maliyeti güncel elektrik fiyatıyla tutarı not edilmiştir.

1.2 Geçmişten Günümüze Aydınlatmanın Süreci

İnsanoğlu ilk çağlardan beri geceyi de gündüz gibi yaşayıp, her şeyi olağanca ve rahatça görebilme hevesi içinde olmuştur. Karanlığı aydınlatacak, geceyi gündüz gibi yapabilecek aydınlatma araçlarını zaman içerisinde keşfetmiştir. Bununla da yetinmeyip tüm çabalarını toplumun tüm kesiminin yararlanabileceği amaç içerisinde olmuştur. Şehrin sokaklarında

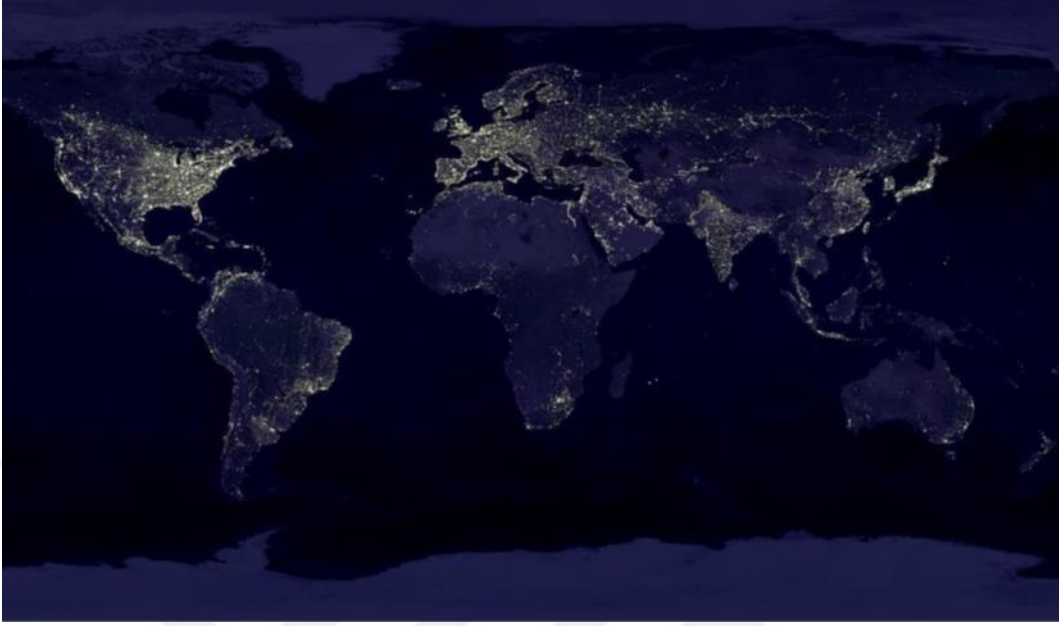
gezinirken herkesin güven içerisinde hareket edebilmesi için aydınlatma her zaman önemli bir yer tutmuştur.

Bununla birlikte, aydınlatmak veya ışıklandırmak sadece sokak veya parkları aydınlatmak, yürürken herkesin yüzlerini görebilmek, uzaktaki nesnelere tanımak için değil, çağdaş bir toplumun gereksinimi olarak da gelişmişlik örneği de arz etmektedir. Tarihte birçok uygarlık aydınlatma çalışmaları yapmıştır. Bu aydınlatma çalışmaları bazen açık hava tiyatroları için olmuş bazen yol gösterici için olmuştur. Örneğin Vikinglerin gemilerini kıyıya daha rahat yanaştırmaları için kullandığı deniz fenerleri bir aydınlatma şeklidir ancak günümüzdeki aydınlatmadan anlayacağımız türden çalışmalar yaklaşık son 500 yıldır olanlardır. En belirgin örnekleri İngilizlerin Orta Çağ'da aydınlatma direkleri kullanması gibi, Paris'te evlerin önünde mumlu fener yakmaları gibi. [2]

Anadolu coğrafyasında ise Osmanlı'da IV. Murat döneminde de yatsı namazından sonra sokağa fenersiz çıkmak yasaktı. Şöyle ki 1640'tan itibaren saray ve konakların önlerine asılan kandillerin zaman içerisinde yaygınlaştırılmasına gidilmiş ve kandiller akşam namazında yakılıp, sabah namazına kadar yanık bırakılmış, sabah namazıyla birlikte kandiller söndürülmüştür. İlk amatör cadde ve sokak aydınlatma çalışmaları Osmanlı'da bu şekilde başlamış bulunuyordu. [3]

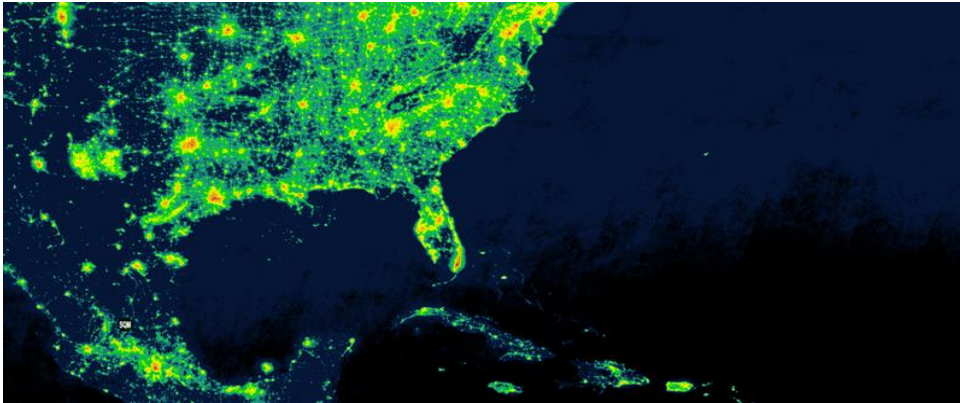
Eğer o zamanki aydınlatmalarda kullanılan araçlar şöyle bir incelenirse 1 mum yaklaşık 12.56 lm olduğuna göre (yaklaşık 1 m² olan bir kürenin merkezine göre hesap edilmiştir) 100 m² 'lik bir alanı aydınlattığınızda 40 mum kullanılacaktır ve 1256 lümenlik bir aydınlatmaya sahipsiniz demektir başka bir deyişle 1.83 W güç tüketmiş olunur. Bu da demek oluyor ki bu tarz aydınlatma kesinlikle ışık kirliliğine yol açmaz. Fakat sanayileşme ile birlikte gelişen teknoloji ve elektrik çağı artık enerji israfına ve her türlü kirliliğe yol açmaktadır. Bunlardan bir tanesi de tabii ki ışık kirliliğidir. Aslında ışık kirliliği yaparken doğal kaynakların tüketimi, fosil yakıtların daha fazla kullanılması, nükleer yakıtların artırılması ve onların israfı anlamına gelmektedir.

20. yy. da başlayan şehirleşme kavramı, en çok da elektrikli aydınlatmanın yaygınlaşması ve onun kontrolsüz kullanılmasıyla devam etmiştir. Hatta o kadar fazla ışıklandırma yapılmıştır ki artık uzaydan çekilen fotoğraflarda bile rahatça görülebilmektedir.



Şekil 1.1 : Nasa'dan paylaşılan 2019 yılında Dünya'nın uzaydan gece görüntüsü

Fotoğrafa göre Amerika ve Avrupa kıtaları daha parlak dururken Afrika kıtası çok daha karanlık durmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1985 yılında 9 Milyar kW enerji tüketiminin içinde sadece ışık kirliliğine giden elektrik enerjisi miktarının tutarı yaklaşık 644 Milyon Dolardır.[4] Başka bir deyişle, Amerika'da elektrik üretiminin %2,5'i yani yaklaşık 17.4 Milyar kilowatt-saat direk olarak ışık kirliliğine veya gökyüzünü aydınlatmaya harcanmaktadır. Bu oranı açıklamak gerekirse, Amerika'daki ışık kirliliğine harcanan bu enerji Şili, Küba, Macaristan, Endonezya, Libya, Peru, Suriye, Vietnam gibi ülkelerin bir yıllık ürettiği toplam elektrik enerjisinden fazladır. [5]



Şekil 1.2 : NASA'nın paylaştığı bu fotoğrafta Amerika'nın Güney Florida kısmını görmekteyiz. 2019

Bu bölgelerde gökyüzü fon parlaklığı oldukça yüksektir. Özellikle şehirlerarası yolların da fazlaca aydınlatıldığı görülmektedir.

Avrupa’da da durum çok farklı olmamakla birlikte bazı ülkeler bu konuyu daha derinden incelemektedirler. Almanya, Avrupa ülkeleri arasında ışık kirliliği en düşük olan ülkelerdendir. Aşağıdaki fotoğrafa bakıldığında ülkelerin hem israf edilen enerjisi hem de ışık kirliliği daha net görülmektedir.



Şekil 1.3 NASA kaynaklı bu görüntüde Avrupa ülkelerinin uzaydan çekilen gece görüntüsü 2019

En çok İtalya’nın kuzey kısmı, Belçika ve Hollanda da ışık kirliliği görünmektedir. Aslında İtalya’nın kuzey kısmı İtalya’nın en zengin kısmıdır. Bu bölgedeki tüm şehirler sokak, cadde ve dinlenme alanlarını fazlasıyla aydınlatmalarından ötürü gökyüzünün o eşsiz doğasından da mahrum kalmaktadırlar. İtalya’nın %75’i ve Avrupa’nın %60’ı samanyolunu görememektedir. [6]

Türkiye’de durum Amerika ve Avrupa ülkeleri kadar olmasa da yanlış ışıklandırma giderek yaygın hale gelmektedir.



Şekil 1.4 NASA kaynaklı bu görüntüde Türkiye’nin uzaydan gece görüntüsü 2019

Fotoğrafta İstanbul, Kocaeli, Bursa, İzmir, Ankara ve Antalya gibi metropol şehirlerinde ışık kirliliği daha çok görülmektedir. Ancak Gaziantep ilinde yapılan bu son çalışmalarda, ışık kirliliğinin ve gök ışımalarının oldukça fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle üniversite bölgesi, parklar ve eski çarşının bulunduğu bölgelerden alınan veriler bölgenin gece saatlerinde aslında çok da gerek olmamasına rağmen çok fazla yanlış yönde aydınlatma ve armatür kullanıldığını göstermiştir.



Şekil 1.5 Gaziantep gecesinden şehrin ışık kirliliği (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

2.KURAMSAL TEMELLER

2.1 Görünen Işık ve Çevremiz

2.1.1 Tanımı

Bu bölümde genel olarak elektromanyetik spektrum ve onun içeriği anlatılırken özellikle bizi ilgilendiren kısmı olan elektromanyetik dalgaların içerisinde görünür ışık olarak bildiğimiz ($\approx 375-725\text{nm}$) dalga boyundan bahsedilecektir. Tabi ki, ışığın daha birçok dalga boyunda hareketleri vardır. Bunlar: γ ışınları, x ışınları, mor ötesi ışınlar, gözle görünen ışınlar, kızıl ötesi ışınlar, mikro dalgalar ve radyo dalgaları olmak üzere 7 farklı şekli vardır.



Şekil 2.1 Işık tayfının genel bir görüntüsü

Bunların biraz özelliklerinden de bahsetmek gerekirse, gamma ve x ışınları en yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar olup sağlık alanında ve nükleer alanda çokça kullanılır çünkü; maddenin iç kimyasına kolayca işleyebilir ve yapısında bozulmalara sebebiyet verebilir. Tehlikeli olduğu kadar doğru kullanıldığında da faydalı olacak türdendir. Gamma ve X ışınları, en kısa dalga boylarına sahipken en yüksek frekanslara da sahiptirler. Aşağıdaki formülde bu görülebilir.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.1)$$

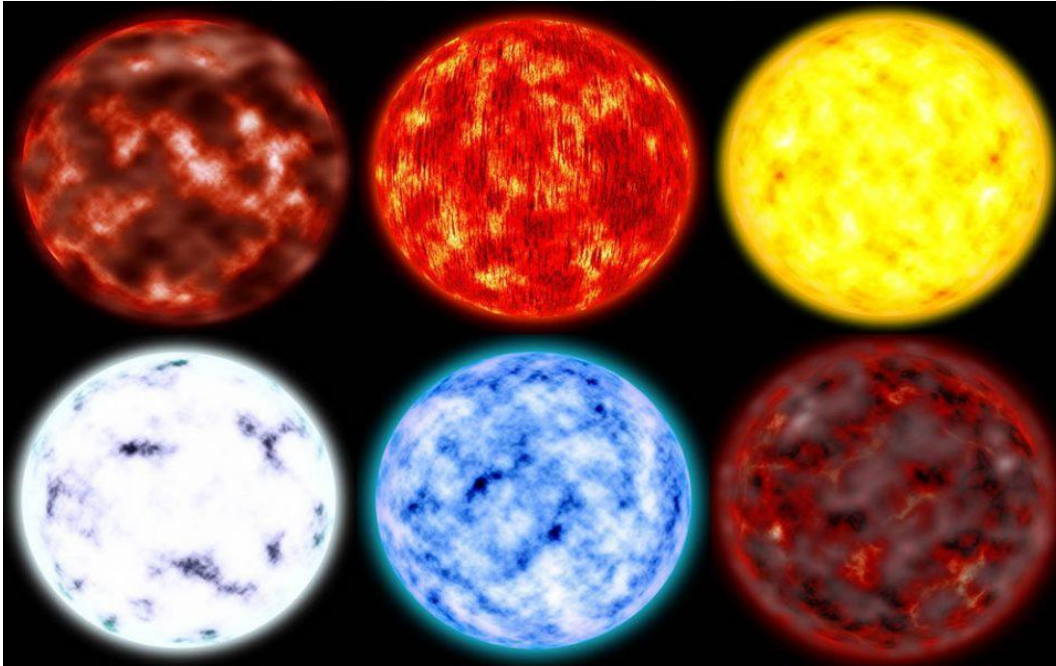
λ : Işığın Dalgaboyu metre

f : Işığın frekansı $\frac{1}{sn}$

c : Işığın saniyedeki hızı

Mor ötesi ışınlar ise, Gamma ve X ışınlarına göre daha düşük enerjili elektromanyetik dalgalarıdır. Mesela Güneş gibi yüzey sıcaklığı yaklaşık 6000 K olan çok sıcak cisimler bu enerjiyi termonükleer tepkimelerle yaratabilir. Güneş'ten daha büyük ve daha sıcak yıldızlar da vardır. Aynı şekilde bu tür yıldızlarda yüksek enerjili dalga boyları yayarken, dünyamızdaki koruyucu tabaka olan Ozonosfer bunların yeryüzüne ulaşmasına engel olur. Ancak güneşten gelen UV radyasyonuna uzun süre maruz kalındığında yanıklara sebep olur.

Yıldızlar farklı farklı dalga boylarında ışınım yaparken, kendi kimlikleri hakkında da bilgi verirler. Bu bilgilere nasıl ulaşılır? Astronomların ve Astrofizikçilerin gök cisimlerini yakından incelemeleri mümkün olmadığı için, onların kimyasal ve fiziksel yapılarını öğrenmenin tek yolu, yeryüzüne gönderdikleri ışınımın tayfını incelemektir. Yani, yıldızlar ve yıldızlararası ortamdaki nükleosentezlerin çeşidi ve miktarı hatta yıldızların yaşlarını tespit etmek için de yine bu dalga boylarından faydalanılmaktadır.



Şekil 2.2 Türlerinin tespitinde Yıldız tayfları

Görünür ışığı daha sonra anlatmak üzere, Kızılötesi ışınımından bahsetmek gerekirse, beyaz ışığa benzer herhangi bir sıcak cisim tarafından, ancak daha uzun dalga boylarında üretilebilir. Kızıl ötesi radyasyonu madde tarafından kolayca emilir ve sıcaklıklarını artırır.

Mikrodalga ışıını ise, klystron valfleri olarak bilinen özel elektronik cihazlar tarafından üretilir. Mikrodalga reseptörleri mikrodalgaları tespit etmek için kullanılır. Hatta mikrodalga fırınlar da maddelerin içerisine nüfus ederek su moleküllerinin titreşmesi sonucu madde veya cisim ısınmaya başlar. Metal grubu elementleri tarafından yansıtılır ve ametal elementleri tarafından da kısmen emilir.

Radyo dalgaları, birkaç santimetre ile binlerce metreye kadar değişen en uzun dalga boylarına sahiptir. Bu özelliği kullanılarak Radyo teleskoplar üretilmiştir ve çalışma mantığı elektromanyetik tayfin radyo dalgaları aralığındaki zayıf dalgaları yakalayıp kuvvetlendirerek uzayda gözlem yapmak için kullanılan çanak şeklinde antenlerden oluşmuş devasa alıcılardır. Böylelikle gelen yayın 100 milyon kattan daha fazla kuvvetlendirilebilir ve kozmik cisimlerin yayılımları tayin edilir.

Elektromanyetik tayf sadece elektriksel alan ve manyetik alandan oluşan bir dalga olmayıp bilimde birçok anlamı olduğu gösterilmeye çalışıldı.

Işık da bir elektromanyetik dalgadır ve bu tezin yazılmasına sebep olan da yine çevremizi aydınlatmak için kullanılan ışığın israfı halinde ortaya çıkan kirlilikten ötürü ışık kirliliğinin kendisidir.

Görünür ışık etrafımızı, doğayı görmemizi sağlayan bir ışıını enerjisidir. Gözümüzle görebildiğimiz aralıkta olduğu için görünür ışık tayfı denilir. Elektromanyetik spektrumda şaşırtıcı bir oranda küçük bir kısmı kapsar. Güneş ve diğer beyaz-sıcak cisimler mor, çivit, mavi, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı renklerden oluşan beyaz ışık yayarlar. Görünür ışığın 3 ana rengi ise kırmızı, yeşil ve mavidir.

Yukarda bahsi geçen tüm elektromanyetik dalgaların bazı ortak özellikleri vardır. Bunların hepsi boşlukta ışık hızında yayılır. Işık hızı ise $c = 3 \times 10^8$ m/s olarak herhangi bir ortamda absorbe edilmeden yayılabildikleri hızdır. Ortamın dielektrik ve manyetik geçirgenliğine veya kırıcılık indisine bağlı olarak değişebilir.

Elektromanyetik dalgalar, yukarda da söylendiği gibi birbirine ve ilerleme doğrultusuna dik ve periyodik hem manyetik alana sahip hem de elektrik alana sahiptirler. Bu alanlar eş fazlı ve her biri diğerinin kaynağı olduğundan boşlukta yayılmak için ortama ihtiyaç duymazlar. Bunlar kuantumlanmış foton adı verilen enerji paketçiklerinden meydana gelir. Bu fotonların taşıdıkları enerji ise şöyle ifade edilir.

$$E = hv$$

2.2

E = Fotonun Enerjisi,

h = Plack sabiti, $6,625 \times 10^{-34}$ j.s,

ν = Dalganın Frekansı

Açısal momentum ve enerjilerine bağlı olarak çizgisel momentum taşırlar. Işığın bir diğer özelliği ise hem dalga hem de parçacık özelliği gösterebilmesidir.

Tüm cisimler elektromanyetik radyasyon yayarlar ve her dalga boyunda yayılan toplam radyasyon o cismin sıcaklığını belirler. Soğuk cisimler ışıklarını daha çok uzun dalga boylarında yaparken sıcak cisimler daha kısa dalga boylarında ışınım yaparlar. Mesela, mavi renkli yıldızlar $30.000 \text{ }^\circ\text{C}$ 'den fazla sıcak olabilirken, kırmızı renkli yıldızlar $2500-3000 \text{ }^\circ\text{C}$ kadar sıcaktır. Haliyle kırmızı renkli yıldızların dalga boylarının ışınımları mavi renkli yıldızlara göre daha uzundur.

2.1.2 Görünür Işık ile Madde'nin Etkileşimi

Gökyüzündeki yapay aydınlatmanın kaynağı olan görünür ışık dalga boyunun madde ile etkileşimi incelenmesi gerekir. Buradaki amaç, ışığın dalgaboyuna göre saçılması, yansması, emilimi gibi fiziksel veya kimyasal özelliklerden kaynaklanan etkileşimlerin ayrıntılarını araştırmaktır. Görünür ışık yaklaşık 400nm ile 700nm arasındaki gelen dalgaboylarıdır.

Görünür ışık madde ile etkileştiğinde elektronlar uyarılır ve ışık emilir. Bundan dolayı görünür ışığa maruz kalmak ısınmaya sebep olur. Atmosferde de benzer bir olay yaşanır. Güneşten gelen ışınlar atmosferde değişik türdeki gaz molekülleri veya su molekülleri hatta katı ve sıvı parçacıkları tarafından etkileşime geçerek saçılmaya uğrar. Eğer ki, gelen ışığın dalgaboyu etkileşime geçtiği parçacıktan yaklaşık 0.1 kattan daha küçük boyutlarında ise bu saçılmaya Rayleigh saçılması adı veriliyor. Tam tersi durumu araştırarak olursak, parçacık veya molekül boyutlarında dalgaboyu gelirse bu etkileşime ise Mie saçılması adı veriliyor. Kısaca Rayleigh ve Mie Saçılmaları fiziksel olarak incelenirse;

Rayleigh saçılması ışığın dalgaboyuna ve saçılma açısına bağlı olduğuna göre

$$I_R \propto \lambda^{-4}(1 + \cos^2(\theta))$$

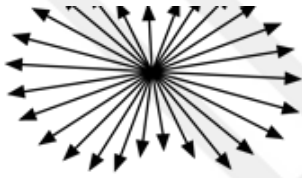
2.3

I_R Rayleigh Saçılma Şiddeti

λ Işığın dalga boyu

θ Saçılma Açısı

Saçılma açılarının 90° ve 0° olma durumlarında saçılma şiddetinin dalga boyunun dördüncü kuvvetiyle ters olması, görünür ışığın kırmızı tarafından çok mavi taraftaki saçılmanın daha aktif olduğunu gösterir. Gündüz açık bir havada gökyüzünün mavi görünmesinin sebebi de böylelikle açıklanmış olur.

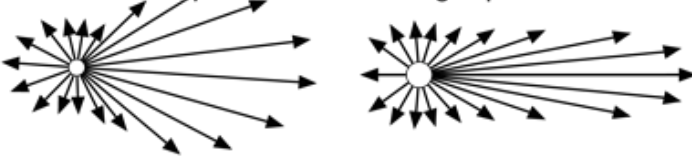


Şekil 2.3 Rayleigh Saçılması

Bu bağlantılardan yola çıkarak gökyüzünde oluşan diğer renklerin sebepleri de analiz edilebilir. Daha çok, atmosfer neden mavi görünüyor? sorusunun cevabını da yine fizik altyapısıyla şöyle açıklanabilir:

Atmosferdeki moleküller mavi renkli güneş ışınlarını diğer renklerle kıyasla daha fazla saçtığı için gökyüzünü baskın mavi renkte görünür. Moleküller 450 nm dalgaboyunu (yani mavi rengi), 650 nm dalgaboyuna (kırmızı renk) göre 4.35 kat daha fazla saçmaktadır. [7]

Mie saçılmasında ise parçacık ölçüsüne bağlı olmakla birlikte, saçılma genellikle gelen ışığın yayılma doğrultusundadır. Parçacık boyutu büyüdükçe saçılmanın dağılımı azalacak ve ışığın gelme yönünde daha sert ve şiddetli bir hal alacaktır. Eğer atmosferde bulunan parçacıkların boyutu büyürse, o zaman görüntü beyaza veya griye dönecektir. Yani rengin oluşması partiküllerin boyutu ve saçılma açısına bağlı olarak değişmektedir.



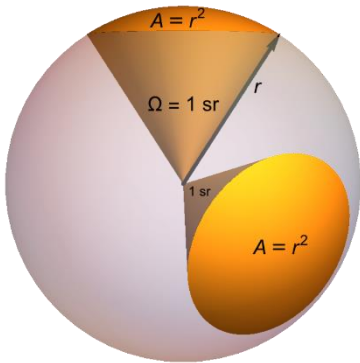
Şekil 2.4 Mie Saçılması

Ayrıca maddeler için de benzer şeyler söylenebilir, Maddelerde sıcaklık arttıkça elektromanyetik tayf'daki yayılım da görünür bölgeye doğru kayar. Böylece, cisimlerin renginin kırmızıdan maviye doğru gitmesi demektir. Güneş'in yüzey sıcaklığının ortalama 6000 Kelvin olduğu düşünüldüğünde en çok 550 nm (nanometre) dalga boyunda ışıdığı söylenebilir. Bu ışımaya sarı renkte görünürken, sıcaklığı 10000 Kelvin'e ulaşan yıldızlarda rengin maviye döndüğü görünür. Mavi rengin dalgaboyunun kısa olduğu bilindiğine göre, saçılmanın fazla olması beklenebilir ve mavi bileşeni olan yapay ışık kaynaklarından çıkan ışıklar da atmosferde daha fazla parlamaya sebep olması kaçınılmazdır.

Fotometrik ve radyometrik ölçümler sonucunda elde edilen veriler zamanla yorumlanarak bazen yıldızlardan, bazen cisimlerden yola çıkarak farklı disiplinlerde de değerlendirilebilir.

2.1.3 Katı Açı

Geometrik ölçümler alınırken bu alınan verileri çözümleyebilmede aralarındaki bağlantıları anlamak için kullanılan en önemli kavramlardan biri de katı açıdır. Katı açı, bir büyüklük ölçüsü olmamakla birlikte, birimi steradyandır. Örneğin, güneş ve ay arasında kıyas edilemeyecek kadar büyüklük farkı olmasına rağmen, dünyadan baktığımızda ikisinin de gök kubbede kapladıkları alan hemen hemen eşittir, diğer bir deyişle kapladıkları katı açı miktarı aynıdır.



Şekil 2.5 Katı açı ve Steradyan gösterimi

Işık hesaplarında bu steradyan birimi çok kullanılmaktadır. Aydınlatma yüzeylerini belirlemek için kullanılan katı açı, belirlenen kaynaktan o bölgeyi taradığında oluşan katı açı içindeki yaydığı ışık ile aydınlanması demektir. Yarıçapı r olan bir kürenin yüzeyinde alanı A olan bir bölümü gören katı açı;

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad 2.4$$

Küre üzerinde olmayan yüzey için katı açı hesaplanırken, o yüzeyi gören açığa karşılık gelen yüzeyindeki alanda hesaba katılır. Yani,

$$d\Omega = \frac{dA}{r^2} = (rd\theta)(r\sin\theta d\varphi)/r^2 \quad 2.5$$

şeklinde yazılabilir ve random bir alanı gören katı açı ise yüzey integrali ile hesaplanabilir;

$$\Omega = \iint \sin\theta d\theta d\varphi \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta d\theta d\varphi \quad 2.6$$

Herhangi bir kürenin tamamını gören katı açı 4π steradyan, yarım küreyi gören katı açı 2π steradyan olup dörtte bir alanı gören katı açı ise π steradyan dır.

2.1.4 Çevrenin Aydınlatılması

Aydınlatma yaparken kullanım yeri, amacı ve zamanına göre uygun seçim yapılmalı ve bu yapılırken de ışık kirliliği adı verilen sorunun farkında olunmalıdır. Daha öncede bahsedildiği gibi, atmosferdeki saçılma olaylarının dalgaboyuyla alakalı oluşu yine ışık kirliliğinin de ana unsurlarıdır. Gök yüzü parlamasının önemli ölçüde sebebi Rayleigh saçılmasıdır. İçerisinde mavice zengin renk bulunduran beyaz aydınlatmalar her zaman için sorun teşkil edecektir. [8]

İyi bir aydınlatma yapabilmek için öncelikle ekonomik olması düşünülebilir. Sonrasında, nesnenin ve çevrenin en iyi şekilde algılanmasını sağlamak amacı ile yapılır. Görünmesi gereken yerlerde veya mekanlarda belli bir zamanda, belli koşullarda yapının dış yüzü veya çevresi aydınlığın niceliğini ve özellikle de niteliğini büyük oranda etkiler. Önemli olan,

etraftaki alanı veya belirli nesnelere aydınlatmaktır. Bunun dışında uzaya kaçan ışık miktarı fazla olduğunda artık gökyüzünü parlatmaya başlar.

Aydınlatma tekniği, insan gözünün ışık ve renk görme özelliklerinden, ışık kaynaklarının, lambaların ve ışıklarının türlü özelliklerine; yüzeylerin ve gereçlerin ışık yansıtma ve geçirme özelliklerinden, estetik ve mimari kavramlara; türlü ölçme tekniklerinden, oldukça karmaşık hesap biçimlerine uzanan, çok geniş bir alana yayılmış bilimsel verilerden ve bilgilerden yararlanır. [9]

Bilimsel veriler ve bilgiler ışığında aydınlatılan mekanlar ve sokaklar beraberinde insanı bağlayan başarıları da birlikte getirebilir. Örnek verilecek olursa öğrencilerin sınıflarındaki ders dinleme seviyesi, trafikte araçların birbirine bağlı hareketleri, kazaların azalması, fabrikalarda üretimin artması ve baş ve göz ağrılarının azalması gibi sonuçlar elde edilecektir. Doğru aydınlatma, amatör astronomi tutkunları için de önemlidir. Sadece çevrenin aydınlatıldığı bölgelerde gökyüzünde normal çıplak gözle 3000 ila 5000 yıldız rahatlıkla görülebilir ve gözlemlerin rahatça yapılabilmesine olanak sağlar. Fakat gök parlamasının yüksek olduğu şehirlerde bu sayı maalesef 70' e kadar düşmektedir.

Akıllı aydınlatma teknikleri kullanılarak yol ve sokak aydınlatmalarında önemli enerji tasarrufu sağlandığı bir gerçektir. Zıttı olarak, lambaların düzensiz bir şekilde söndürülmesi ya da atlamalı yakılması gibi uygulamalar da mevcut tüketimden daha fazlasını harcamaktadır. Uzun yollarda yeterli bir aydınlatma emniyet ve konfor sağlarken, yanlış aydınlatmalar yapıldığında ise şoförlerinin gözlerinde kamaşma, göz yorgunluğu ile görüş koşullarını tamamen bozabilir.

Bu yazılanlar dikkate alındığında şehir içi yol, cadde, sokak ve ana meydan aydınlatmalarında parlak sarı renkte ışık yayan şeffaf cam tüplü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların kullanılması en uygun çözüm olarak gözükmektedir. [10][11]

2.2 Işık Kirliliği

2.2.1 Tanımı

Işık kirliliği; hava kirliliği, toprak kirliliği, su kirliliği, gürültü kirliliği gibi ciddi bir kirlilik çeşididir. Kirliliği önemli kılan unsur ise enerji israfıdır. Şehirleri aydınlatırken gökyüzünün fazladan parlaması demektir. Gökyüzü bu denli parladığında ortaya çıkan sonuç daha az görünür bir gökyüzü ve gözlerin ve beynin fazladan yorulması anlamına gelir.

Yanlış yönde, yanlış zamanda ve yanlış aydınlatma unsurları kullanılarak oluşan bu kirlilik doğanın ve çevrenin bozulmasında önemli rol oynar. Tasarlanmadan, planlanmadan yapılan aydınlatmalar sonucu gökyüzüne kaçan ışığın toz ve maddelere çarparak özellikle de aerosollarla etkileşime girerek yeryüzü ile gökyüzü arasında bir katmana sebep olmaktadır. Oluşan bu katman tamamen gök parlaması anlamına gelir ki, yıldızların ve uzayın incelenmesini oldukça kısıtlar hale gelir. Dahası, canlılar da bu katmandan etkilenir ve biyolojik yapılarında da bozulmalara yol açar. Son yıllarda ilköğretim öğrencilerinin şehir üzerinde çok az sayıda yıldız görmeleri de eğitim açısından merak duygularını kaybetmelerine, astronomiye olan ilgilerinin de azalmasına neden olmuştur. Bir toplumda genç dimağların bu şekilde bir kirliliğe maruz kalması gelecek açısından kaygı verecek düzeydedir. Aşağıdaki resimde gökyüzünde hiç yıldız görünmemektedir.



Şekil 2.6 Şehir üzerinde oluşan ışık katmanı

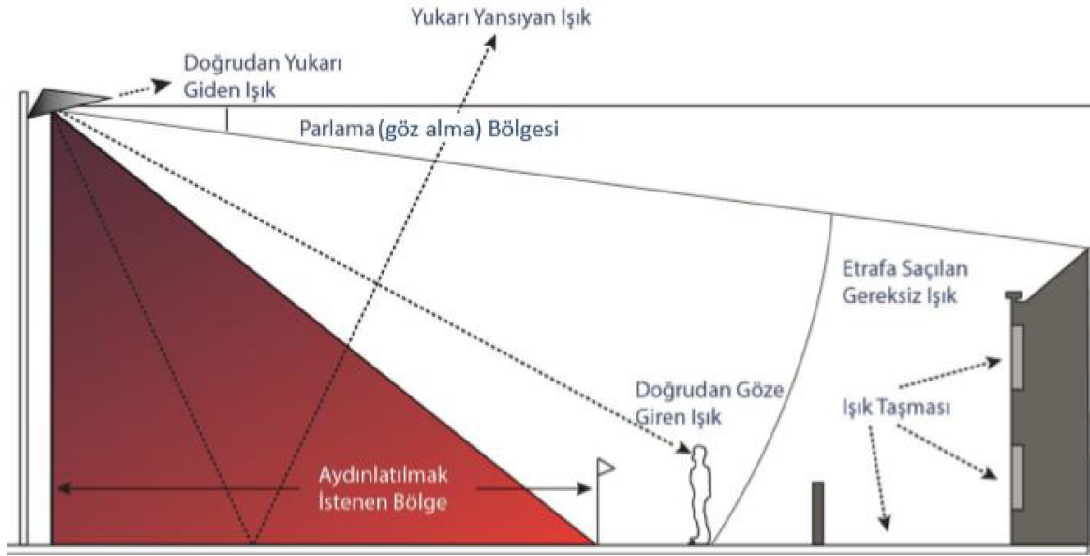
Endüstriyel gelişimle ortaya çıkan bu kirlilik, dış ve iç aydınlatmaların zıt etkisiyle reklam panoları, cadde aydınlatmaları, doğal yaşam alanlarının aydınlatılması kirliliğin kaynağı halindedir.



Şekil 2.7 Doğru Işıklandırma sonucunda gökyüzündeki değişim

Eski tarihlerde insanlar yollarını tayin ederken gecenin karanlığından faydalanarak rotalarını belirlerlermiş. Kervancılar, gemiciler gökyüzüne bakıp yıldızların konumlarına göre yönlerini belirler ve uzak diyarlara gökyüzünün yardımı ile gidilirdi. Yunan mitolojisinde yer alan takımyıldızlarının ismi gecenin karanlığından faydalanarak üretilmiştir. Yıldızlara şehrin uzaklarından bakılırsa, bir insan 6 kadire kadar ki parlaklığa sahip yıldızları görebilir. Bu demek oluyor ki, eski yıllarda binlerce yıldız cümbüşü bulunuyordu. Tarımdan astronomiye sağlıktan biyolojiye kadar birçok konu hakkında yıldızlardan faydalanıyorlardı. Yanlış aydınlatmalar sonucunda modernleşen şehirlerde maalesef temiz ve berrak gökyüzü kaybolmuştur.

Bina aydınlatmalarında, reklam panolarında kullanılan projektör ve led ışıkları fazla sayıda ve renkte kullanıldığında, belirli bir standardı bulunmadığından gecenin karanlığını gün ışığına çevrilmiştir. Işık kirliliğinin oluşmasını gösteren aşağıdaki görselden daha iyi anlaşılabilir.



Şekil 2.8 Işık kirliliğinin oluşması (Kaynak: B.Aslan ,2018)

Işık kirliliğinin çeşitlerini şu şekilde sıralayabiliriz.

Gök Parlama: yanlış kullanılan armatürlerden gökyüzüne doğru giden ışığın toz ve molekül parçalarına çarparak Rayleigh saçılması etkisiyle gökyüzünün aydınlatılmasına neden olur.



Şekil 2.9 Gök Parlama (Gaziantep Güneyden 2020) (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Işık Taşması: Aydınlatılmak istenilen bölgenin dışındaki yerlerinde aydınlığa maruz kalması. Esas olan bölge dışında katı açı ile aydınlatılması.

Göz Kamaşması: Gözün alışık olduğu aydınlatma düzeyini aşıp görme yetisinin bozulması ve nesnenin görünürlüğünün kaybolması. Eğer ışık kaynağı, aydınlattığı nesneden daha belirgin ise aydınlatma kötüdür. Yanlış tasarlanmış lambalardan yayılan ve doğrudan göze gelen ışık göz kamaşmasına neden olan rahatsız edici ışıktır. [12]

Işık İhlali: aydınlatılmak istenilen bölge değil de başka yerin aydınlatılması anlamına gelir. Normalde sokak aydınlatmak istenirken binayı ve daireler aydınlatılırsa ışık ihlaline sebebiyet verilmiş olunur. Özellikle yüksek binaların dış aydınlatmalarının neden olduğu ışık ihlalinde, çok fazla uzaya kaçan ışık ve diğer hanelerin boş yere aydınlanmasına sebep olmaktadır.

Işık miktarının fazlası: aydınlatılacak alanın ölçüsü miktarının fazlası aydınlatıldığında gereğinden fazla ışık miktarı kullanılmış olur. İyi aydınlatmak için fazla ışık kullanmaya lüzum yoktur. Doğru armatür seçimi ve doğru yön ışıklandırması yeterli olacaktır.

2.2.2 Işık Kirliliği Miktarının Belirlenmesi

Aydınlatma da temel fotometrik nicelikler lümen (lm) cinsinden ışık akısı, Candela (cd) cinsinden ışık şiddeti ve lüks (lx) cinsinden cd/m^2 cinsinden aydınlatma (E_v) dir. Bu nicelikler çizelge 2.1 de gösterilmiştir.

Büyükük		Birim		Tanım	Birim Dönüştürücü
İsim	sembol	İsim	Sembol		
İşık Akısı	Φ_v	lümen	lm	Birim zamanda bir kaynaktan çıkan ışık miktarı olan ışık akısı Nokta kaynaktan yayılan birim katı açığa düşen ışık akısı toplam ışık akısı $I = d\Phi/d\Omega$ $\Phi = I \cdot \Omega$	1 W=683 lm
İşık Şiddeti	I_v	candela	cd	Birim zamana düşen ışık miktarı	1 W/sr=683 cd
Parlaklık	L_v	metre kare başına düşen kandela	cd/m ²	Bir yüzeyin birim alanından birim katı açığıne yayılan ışık akısı	1 W/(sr.m ²)=683 cd/m ²
Aydınlatma	E_v	1 metre yarıçaplı bir kürenin merkezinde bulunan, 1 candela şiddetindeki ışık kaynağının 1 metre karelik küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlanma şiddeti	lx	1 metre yarıçaplı bir kürenin merkezinde bulunan, 1 candela şiddetindeki ışık kaynağının 1 metre karelik küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlanma şiddeti	1 W/m ² =683 lx
İşık Uyarıcılığı	M_v	m ² Lüks lm/	lx	Bir yüzey alanına gelen ışık akısı	
İşık Enerjisi	Q	Lümen saniye	lm.s	Algılanan ışık enerjisi (ışık miktarı)	1 j (joule)=683 lm.s

Çizelge 2.1 Aydınlanma tanımları [13]

İşık kirliliği çalışmalarında genel olarak SQM (Sky Quality Meter) cihazı kullanılarak bir bölgenin detaylı ışıktan etkilenmesini gösteren harita oluşturulmaktadır. Bu cihaz farklı metotlar geliştirilerek ölçümler alınır. Yerden sabit istasyon ölçümleri yapılırken aynı zamanda havadan İHA kullanılarak da ölçümler alınabilir. Hatta yerden sadece baş ucu ölçümü değil, farklı açılardaki ışık miktarı da ölçülerek direk veya yansıma açılarının değerleri ölçülebilir. Önemli olan cihazı direk sokak lambalarına, reklam panolarına veya kavşak aydınlatmalarına maruz kalacak şekilde tutmamaktır. Çünkü ışık sensörü gereğinden fazla ışık miktarını ölçebileceği gibi verileri olumsuz etkiler.

Bu çalışmada da yerden farklı açılarda (30,60,90 dereceler) ölçümler alınarak gözün etkilendiği ortamdaki ışığı ve gökyüzüne yansıyan veriler kaydedilmiştir. Buradan yola çıkarak ölçümler alınırken dikkat edilmesi gereken birkaç husus vardır:

- Gökyüzünde Ay bulunmaması,
- Havanın açık ve bulutsuz olması,
- Güneş battıktan sonra en az 18 derece altında olması,
- SQM cihazının ışık algılayıcı sensörüne direk ışık gelmemesi,
- Ölçümler alınırken cihaz sabit tutulmalı ve sadece aynı bölgeden veri alması sağlanmalıdır.

Cihaz yeryüzünden dik doğrultuyla 20 derecelik koni içine düşen ışık miktarını kadir bölü açısanıye kare cinsinden kaydeder. Alınan bu kayıt, birim alana düşen ışık miktarı (parlaklık) olarak bilinen bir birim cinsinden kandela/ metre² (cd/m²) kullanılarak hesaplanabilir.

$$L = 10,8 \times 10^4 \times 10^{-0,4m} \dots\dots\dots 2.7$$

L: Parlaklık-kandela/metrekare (cd/m²)

m: SQM cihazından okunan gökyüzü parlaklığı-kadir/açısanıye²

bu parlaklık değerine karşılık gelen ışık akısı yani aydınlanma denklemi 2.8 formülüyle bulunabilir.

$$E = L\Omega = 10,8 \times 10^4 \times 10^{-0,4m} \times \iint \sin\theta d\theta d\varphi \quad 2.8$$

E: aydınlanma (ışık akısı)–lümen(metrekare (lm/m²))

Denklem 2.8 SQM cihazının görüş konisine gelen açı değeridir. Daha öncede bahsedilen siteradyan açısı ise 4π dir. Yani tüm uzayı gören açıdır. Yerküre de ufuk çizgisinin üstünü gören açı ise 2π Siteradyandır. Bundan dolayı Ω değeri denklem (2.10) gökyüzü parlaklığının tüm açı ve yönlerde aynı olduğu durumda 2π olarak bulunur. Şöyle ki;

$$\Omega = \iint \sin\theta d\theta d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta d\theta d\varphi \quad 2.9$$

$$\Omega = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta d\theta = 2\pi \quad 2.10$$

Gök parlaklığının tüm açı ve yönlerde aynı olduğu durum yani minimum toplam ışık akısını bulmak için denklem 2.8 de elde edilen birim alandaki ışık akısı (lm/m^2) değerlerinin bu alanlarla denklem 2.11 deki gibi çarpılmaları gerekir. Burada A_i i ninci bölgenin yüzey alanı E_{0i} denklem 2.8 de gösterildiği gibi i'ninci bölgenin aydınlanmasıdır. [14]

$$\Phi_{0i} = E_{0i}A_i \quad 2.11$$

Ölçülen gök parlaklığı değerlerinden toplam lümen cinsinden ışık akısının en düşük değerini de denklem 2.12 kullanılarak bulunabilir.

$$\Phi_{toplaml,min} = \Phi_0 = \sum_{i=0}^n E_{0i}A_i \quad 2.12$$

n: eş-parlaklık yüzey sayısı

$$\Phi_{0i} \times 3.7 \times 4 \quad 2.13$$

denklemleri ile de uzaya kaçan toplam ışık akısı lümen cinsinden bulunmuş olur.

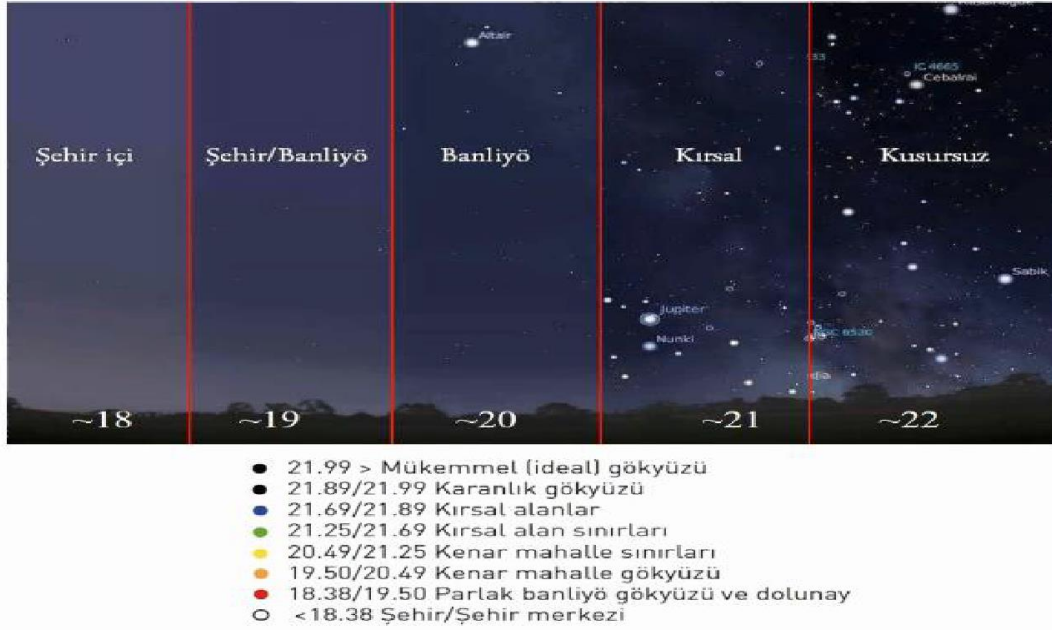
Astronomi de gök cisimlerinin parlaklığı kadir birimiyle tanımlanır. Kadir ölçüsü logaritmik olarak artar ve azalır, ayrıca kadir değeri büyüdükçe cismin parlaklığı azalır. Yani aralarında ters orantı vardır.

Çizelge 2.2. Bazı gök cisimlerinin parlaklıklarının kadir değerleri

Kadir	Gök Cismi
-26,73	Güneş
-12,6	Ay (Dolunay Evresi)
-4,2	Venus Gezegeni
-1,4	Sirius (Akyıldız)
0,03	Vega Yıldızı
2	Polaris (Kutup Yıldızı)
2,2	Mizar Yıldızı
6	Çıplak gözün görme sınırı
6	Uranus

Örneğin 1 kadire sahip gök cismi 6 kadire sahip bir gök cisminin 100 kat daha parlaktır.

SQM cihazının aldığı verilere göre gökyüzünün parlaklığını ve kadir derecelerine göre nasıl görüldüğünü gösteren alttaki şekil 2.9 da kadir değeri küçüldükçe gökyüzündeki yıldızların görünürlüğü azalmıştır.



Şekil 2.10 SQM Değerleri ve Gece Gökyüzü Durumu [15]

2.2.3 Işık Kirliliğindeki Oluşan Durumlar ve Etkileri

Işık kirliliği ile birlikte oluşan durumların başında enerji israfı gelir. 21. yy da fosil yakıtlarla enerji üretimiyle başlayan süreç sonrasında alternatif enerjilerle devam etmiştir. Güneş enerjisi, doğal gazdan enerji üretimi, rüzgar enerjisi, nükleer enerji ve biyolojik atıklarla çıkarılan enerjiler bunlardan birkaçıdır. Çevremizi aydınlatmak, şehirleri daha güvenli hale getirmek için ışıklandırdığımız bölgelerde tükettiğimiz bu enerjinin fazlasında ortaya çıkan ışık kirliliğinin sadece enerji israfından başkaca da olumsuz etkileri ve sonuçları da vardır.

İlk olarak enerji israfı ülke ekonomilerine ciddi zararlar verir. Gelişmekte olan ülkelerden birisi olan Türkiye gibi ülkeler de ise daha da önem arz eder. Bu yüzden milyonlarca liranın boşa gitmemesi gerekir. Doğadaki tüm canlılar ışıktan çok etkilenirler. Özellikle göçmen kuşları gibi hassas hayvanlar yolculuklarını ve rotalarını belirlerken yıldızlardan

faydalanarak yollarını bulan kuşlar, şehir ışıklarının cazibesine kapılıp yollarını kaybetmektedirler. Geceleri gökyüzündeki ışıklılık, kuşların gece gündüz algılama mekanizmalarını etkileyebilmekte ve bunun sonucu olarak süregelen davranışlarını bozabilmektedir. Bu şekilde meydana gelen kuş ölümleri hiç azımsanmayacak kadar fazladır. Ekolojik denge açısından oldukça büyük bir tahribata yol açmaktadır.[16]

Böcekler içinde aynı durum geçerlidir. Bazı böcek türleri ışığa karşı çok duyarlı olurlar ve bu tür böceklerin yok olmasına sebep olurken diğer taraftan bazı böcek popülasyonlarının artmasına sebep olur. Böcekler için önemli olan diyapoz (kışlama), polimorfizm (çok çeşitlilik), çoğalma, göç hareketleri gibi yaşamsal olayları da fazla ışık olumsuz etkilemektedir. [17]

Kaplumbağalarda tamamen yavrulamayı etkilemektedir. Sahilde yumurtalarından çıkan yavrular geceleri kara ile deniz arasındaki aydınlık farkından yararlanarak denize ulaşmaktadır. Sahildeki yüksek aydınlatmalar bu yavruların denize ulaşmasına engel olup ölümlerine sebebiyet vermektedir.

Avustralya’da yapılan bir araştırmaya göre mercanlar, üzerlerine düşen aşırı ışık yüzünden kendilerine renklerini veren mikroskobik bitkileri reddetmekte, beyazlaşmakta ve strese girmektedirler. [18]

Işık kirliliğinden insanlar da çok fazla etkilenmektedir. İnsan vücudunda bulunan Melatonin hormonunun ışıklı, aydınlık ortamda salgılanmaması ya da azalmasıdır. Melatonin beyinde gece saat 23.00 ile 04.00 arasında salgılanan, hücreleri koruyucu etkisi olan bir hormondur. Temel görevi ise, vücudun biyolojik ritmi olarak da bilinen sirkadiyen çevrimini ayarlamasıdır. Aydınlık ortamda bulunan insanlarda bu hormon daha az salgılandığı için hücrelerdeki yenilenme ve koruma azalmıştır. Bunun sonucu olarak da kanser teşhislerinde artma meydana gelmiştir. Özellikle meme kanseri ve erkeklerde prostat kanserinin risk katsayısı artmaktadır.

Yapay ışık ve uyku bozukluğu arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir. Sirkadiyen saatin ayarlanmasındaki zorluklar, vardiyalı çalışan veya geceleri çalışan insanları etkileyen vardiyalı çalışma bozukluğu da dahil olmak üzere birçok uyku bozukluğuna ve insanların uykuya dalma eğiliminde olduğu gecikmiş uyku-faz sendromuna yol açabilir. Sonuçta iş, okul, ya da sosyal uğraşlar için zamanında uyanmakta zorluk çekilmektedir. [19]

2.3 Işık Kirliliğinin Ekonomik Etkisi

Işık kirliliği ile gelen en büyük kayıp ekonomide ve enerjide olmaktadır. Yanlış ışıklandırmanın yapıldığı her yerde, gereksinimin üzerinde ve daha uzun süreli aydınlatma kullanımı olduğu ortadadır. Bu şekilde de daha fazla enerji tüketimi ile daha fazla para harcanması kaçınılmaz olduğundan ekonomiye ciddi zararı dokunmaktadır.

Işık kirliliği ile birlikte ABD'de de yıllık yaklaşık 7 milyar doların üzerinde maliyet kalemleri çıkmaktadır. Bunların başlıca olanları, vahşi yaşam, sağlık, astronomi ve boşa giden elektrik enerjisidir. Sadece uzaya kaçan yanlış aydınlatmadan kaynaklanan elektrik enerjisi kaybının ABD için maliyeti yılda 3 milyar dolardır. [20]

İngiltere'de verimsiz şekilde kullanıldığı için boşa giden yapay aydınlatmaya ayrılan miktar 1 milyar sterlinden fazladır. [21]

Dünyadaki elektrik ve tüketim miktarlarına bakıldığında sokak, cadde ve yol aydınlatmaları için ortalama 5'de biri harcanmaktadır. Eğer CO2 salınımı hesap edilecek olursa bunun yaklaşık 2 milyar ton salınımına eşdeğer olduğu söylenebilir. [22]

Yeryüzünde yapılan aydınlatmalarda gökyüzüne kaçan ışık miktarı ortalama %22 civarındadır. Bunun diğer adının enerji israfı olduğu ortadadır. Gece uzun pozlama yaparak çekilen fotoğraflarda gökyüzünde hiç yıldız görünmemesinin sebebi budur. Her yer o kadar aydınlık çıkmaktadır ki gözümüzde hissedilir bir şekilde kamaşmalara sebep olmaktadır.

Ekonomik olarak Türkiye'de de çok ciddi enerji kayıpları vardır. Eskişehir ve Nilüfer ilçesinde yapılan gök parlaklığı ölçüm çalışmalarında ışık kirliliğinin maliyetleri hesaplanmıştır. Eskişehir ili için 2012 yılında boşa giden ışık kirliliğinin maliyeti 155.000 Euro/yıl olarak hesaplanmıştır.[23]

2017 yılında Nilüfere belediyesinde yapılan çalışmada ışık kirliliğinin maliyeti ise 1.745.280 TL çıkmıştır.[24]

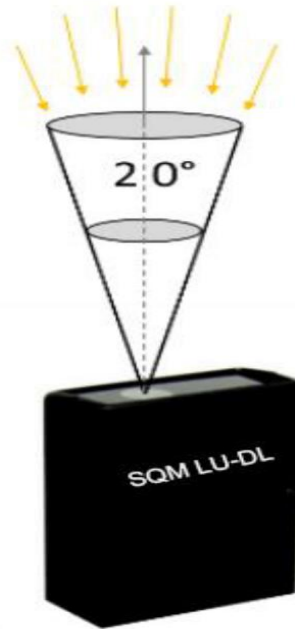
Mayıs 2019 yılında başka bir çalışmada Samsun Atakum ilçesindeki ışık kirliliği ölçümlerinde, ışık kirliliğinin maliyeti 1.787.283 TL/yıl hesaplanmıştır. Bunun daha başka bir ifade şekli ise ortalama bir ailenin aylık enerji tüketimi 90 kWh alındığında sadece ışık kirliliğinden dolayı her ay 2094 ailenin elektrik ihtiyacına karşılık geldiği bulunmuştur.[25]

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Materyaller

3.1.1 SQM cihazı

Bu çalışmada uzaydan yansıyan ışığı ölçmek için SQM cihazı kullanılmıştır. SQM cihazı olarak birkaç model olduğu için bu çalışmada SQM LU-DL modeli kullanılmıştır. Genel olarak, akademik çalışmalarda SQM cihazının tercih edilmesinin sebebi olarak daha hassas ölçüm alması ve direk bilgisayara program marifetiyle kaydetmesidir. Cihazın özelliği olarak, gökyüzüne doğru tutulduğunda cihaz 20 derecelik koni şeklinde ışığı tutmakta ve kayıt altına almaktadır. Yani, 20 derecelik açıdan daha büyük açılarda gelen ışığın ölçülen değerler için hiçbir etkisi yoktur. Aşağıdaki şekil 3.1 de bunu göstermektedir. Alınan ölçümlerin sonunda genel bir mantığa ulaşmak için matematiksel olarak genel ışık kirliliği tekrar hesaplanmaktadır.



Şekil 3.1 SQM ışık toplama şekli

Cihaz aynı zamanda kendi içerisinde bulunan sıcaklık sensörü ile de veri toplanırken sıcaklığı da kaydetmektedir. Yani cihaz içerisinde ışık sensörü ile birlikte sıcaklık sensörü de mevcuttur. SQM cihazı topladığı ışığı açı saniye kare başına düşen kadir değeri olarak kaydetmektedir ($kadir/açısaniye^2$). Cihaz kablo bağlantılı olup ayrıca programla hafızasına ölçüm kaydedebilen bir cihazdır.



Şekil 3.2 SQM LU-DL modelinin genel görüntüsü

Astronomi de yıldızların parlaklıklarını belirtirken kadir değeri kullanılmaktadır. Kadir değeri büyüdükçe yıldızın parlaklığı azalır. Tam tersi için ise; eğer kadir değeri düşükse o yıldızın parlaklığı yüksektir. Bu cihaz için de ölçülen değer ne kadar yüksekse gökyüzü o kadar karanlık demektir.

Kadir/ $açısaniye^2$ biriminden de kısaca bahsetmek gerekirse, gökyüzünde oldukça küçük alanları çevreleyen gök cisimlerinin parlaklıklarını hesaplayan astronomi bu gök cisimlerinin çevrelediği alanı hesaplamak için açısaniye- kare birimini kullanır. Açısaniye nedir?

1 açısaniye (yay saniye) saniyelere bölünmüş bir yayın bir bölmesinin uzunluğudur.

Tam daire 360^0

$1^0 = 60$ açıdakika

Tam daire = $60 \times 360^0 = 21.600$ açıdakika

1 açıdakika = 60 açısaniye

Tam daire = $21600 \times 60 = 1.296.000$ açısaniye

$1^0 = 3600$ açısaniye

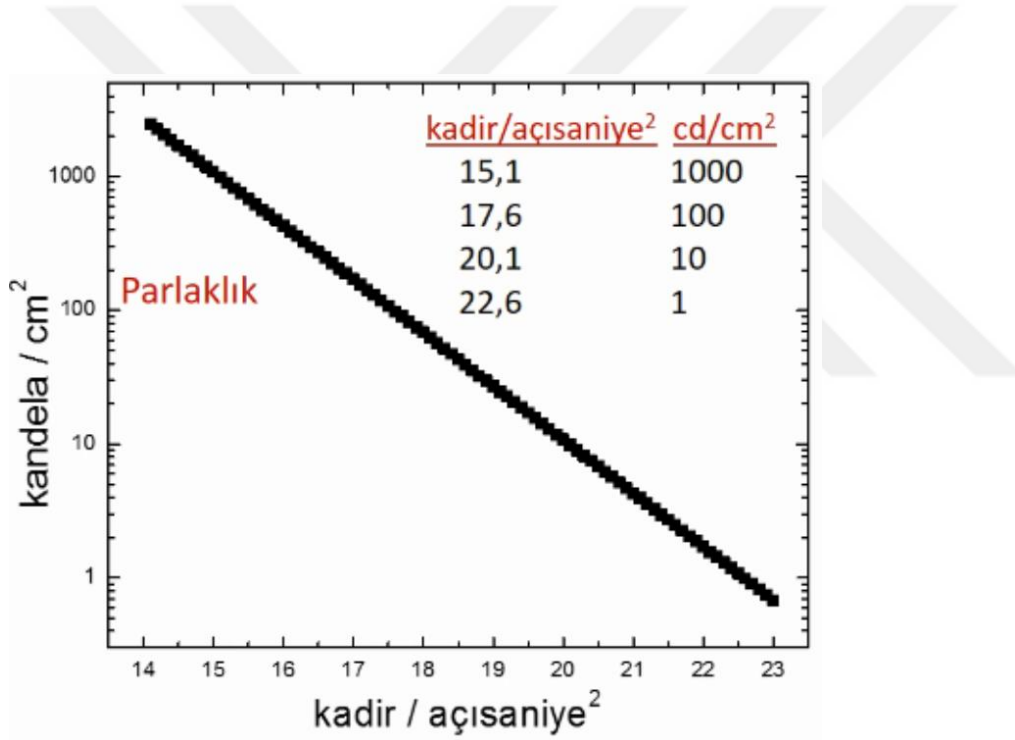
1⁰ lik açının gördüğü yay 3600' e bölündüğünde her bir bölmenin uzunluğu 1 açı saniye olur. Açı saniye kare (açı saniye²) ise, bir kenarı 1 açı saniye olan karenin alanıdır. Kadir/açı saniye² ise düzgün aydınlatılmış kenarı 1 açı saniye olan karenin kadir cinsinden ölçüğüdür. Kadir değeri salt parlaklık ifade ederken Kadir/açı saniye² matematiksel objektif bir ifadedir. SQM cihazından alınan değer şu formülle parlaklık değerine dönüştürülür.

$$L = 10,8 \times 10^4 \times 10^{-0,4 \times m} \quad 3.1$$

m: SQM cihazından okunan değer

L: Parlaklık

çıkan sonuçlar bir grafik üzerinde gösterildiğinde aşağıdaki şekil 3.3 elde edilir.

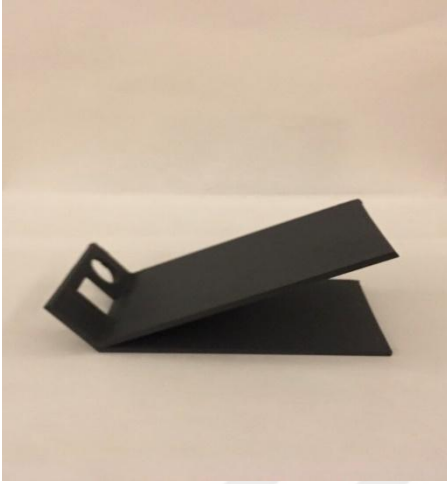


Şekil 3.3 SQM cihazı değerlerin dönüşümü

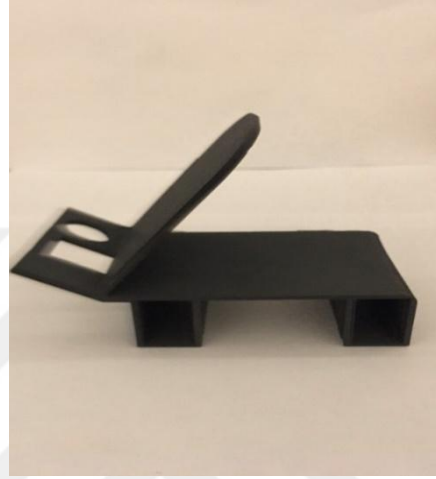
Dünya genelinde ve Türkiye’de SQM cihazı ile yapılan ölçümlerde kırsal kesimler 20 değeri ve üzerinde çıkmaktadır. Şehir merkezleri ve yerleşim alanlarının çok olduğu yerlerde bu değer 18 ve 18’in altında çıkmaktadır. Hatta reklam panolarının çok olduğu veya mavi ışık kaynağının bol olduğu yerlerde bu değerlerin çok çok alt değerleri bulunmaktadır.

3.1.2 Cihaz için Özel Üretilen 3 Boyutlu Yazıcıdan Parçalar

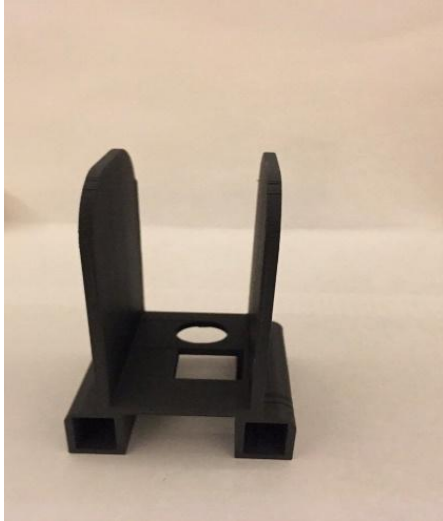
Bu çalışmada ölçümlerin sağlıklı ve stabil alınması için özel 3 adet PLA dan yapılmış parçalar kullanılmıştır. Parçalar Ultimaker 2.0 cihazında üretilmiştir ve her biri yaklaşık 25 gr gelmektedir. Ürünler Gaziantep Gezegen Evi'nde tasarım ve üretim atölyesinde Fusion 360 programı kullanılarak üretilmiştir. Aşağıdaki resimde parçalar gösterilmiştir. Ürünler üzerindeki iki farklı ölçüdeki delikler bilgisayar ile cihaz arasındaki kablo bağlantıları için ayarlanmıştır.



30°

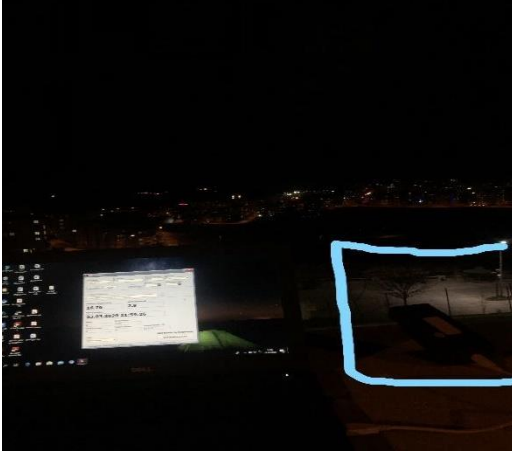


60°



90°

Şekil 3.4 Işık ölçümü için üretilmiş 3 Boyutlu parçalar (Kaynak: Kenan Latifoğlu)



Şekil 3.5 SQM Cihazı ve 3 Boyutlu 30 derecelik parça ile ölçüm alınması. (Gaziantep Doğu kısmından çekilen görüntü. Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Üretilen parçalar 3 farklı açıda ölçüm alınmasını sağlamıştır. Bu ölçümler ışığın farklı açılardaki yansımalarını göstermekle beraber tam olarak gökyüzü parlaklığını 90° açılı ölçüm ifade etmektedir. Diğer açılar insan gözüne etkileyen daha çok etkileyen ortamdaki ışığın değerlerini ölçmüştür. Ölçümler alınırken kesinlikle cihaz direk olarak ışığa maruz kalmamıştır. 30° ve 60° ölçümlerde dikkat etmek gerekir. Cihaz parçalara yerleştirilirken bina ve sokak aydınlatmalarına karşı gelmeyecek şekilde açık alanda yapılmıştır.

3.2 Yapılan Ölçümlerin Programla Çözülmesi

3.2.1 SQM Reader 3 Programı

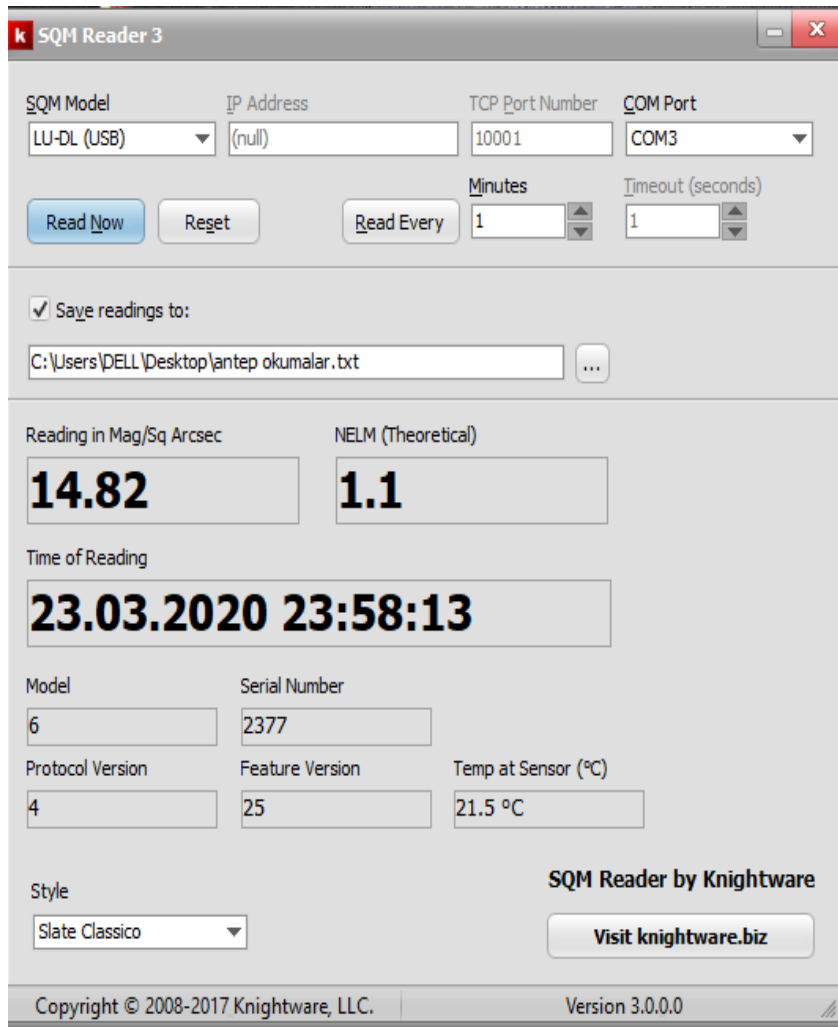
Gök Parlaklığı nitelik ölçer cihazı (SQM LU-DL) için kullanılan birkaç program bulunmaktadır. Bu çalışmada SQM Reader 3 programı kullanılmıştır. Usb kablo kullanılarak anlık veriler program yardımıyla kaydedilmiştir. Program cihazı bağlamadan önce açılıp sonrasında cihaz bağlandığında direk görmekte olup “Read” now tuşuna basıldığı anda o anki ölçümü almaktadır. Bu çalışma yapılırken ölçümlerin 1'er dakika aralıkla kaydedilmesi planlandığı için ikinci tuş olarak “Read Every” tuşuyla birlikte “1 minute” seçilmiştir.

Cihaz ölçümleri bilgisayara text dosyası olarak kaydetmektedir. Ayrıca dahili hafızası da olup adaptör yardımıyla da ölçümler bilgisayar olmadan kaydedilebilir sonrasında bilgisayar üzerinden işlem yapılabilir.

Aşağıdaki şekilde programın çalıştığı andaki ölçüm şekli görülmektedir. Ekrandaki görüntüde ölçüm değeri ile birlikte cihazın protokol numarası, seri numarası, modeli ve sıcaklık değeri anlık kaydetmektedir.

Programın bir diğere önemli özelliği de açısı saniye-kare başına düşen kadir değerini tespit ederken, diğere yandan da çıplak gözle görülebilir kadir sınırı ölçüsü (NELM) değerini de vermektedir. SQM cihazıyla gökyüzünün parlaklığı ölçülürken araştırmacı o an için gökyüzüne baktığında en fazla ne kadar parlak yıldız görebilir onun da numerik değerini tespit etmektedir. Programdaki “NELM” değeri ne kadar yüksek olursa gökyüzündeki görülecek yıldız sayısı o kadar az olacaktır. NELM değerinde sınır 6’yı geçerse gökyüzünde başımızı kaldırdığınızda hiçbir gök cismi görülmeyecektir.

Program verileri kaydederken ölçüm alınan yerlerin enlem ve boylam değerleri de kaydedilmesi gerekir.



Şekil 3.6 SQM Reader 3 Programının veri toplama ara yüzü

Cihaz üzerindeki değerleri şöyle açıklamak gerekirse, 14.82 değeri ölçüm sonucunda çıkmış olan kadir/açısı saniye² cinsinden ışık miktarıdır. Nelm değerine ise, o değerde gökyüzünde teorik olarak görülebilecek maksimum parlaklıktaki yıldız kadirini temsil eder. Yani

maksimum 1.1 kadir de yıldızlar görülebilir. Bu da gökyüzünün oldukça ışıık kirliliğine sahip olduğunu göstermektedir. Model ve seri numaraları, protocol versiyonu ve görüntü versiyonu cihaza ait bilgilerdir. Bunun dışında da en alttaki sıcaklık sensörü ise ölçümün alındığı anda ki dışarıdaki sıcaklığın nümerik değeridir.

3.2.2 Haritalama Programı

Haritalama programları olarak birçok program kullanılmaktadır. Alınan ölçümlerin haritaya aktarılmasından önce şehrin ön haritası çıkarılması gerekir. Veriler alındıktan sonra ARCGIS, GIS, SDE, QGIS, SURFER-15, gibi birçok haritalama programında gerekli düzenlemeler yapılabilir. Amaç, ışıık kirliliğinin bölgelere göre renklendirilmesi ve yoğunluğun bölgelere göre nasıl değiştiğinin tespit edilmesidir. Bunlar oluşturulurken coğrafi bilgi sistemleri tabanlı programlar kullanılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri; yazılım, donanım ve personel aracılığıyla grafik ve benzeri bilgilerin toplanması, işlenmesi dijital ortamda ya da kağıt ortamda saklanması ve gerekli olması durumunda kullanıcılara sunulması işlemlerinin bir arada yapıldığı bir sistemdir. [27]

Kullanılan program üzerine enlem ve boylam koordinatları bilinen veri setleri harita üzerine yerleştirilerek istenilen bölgedeki gök parlaklığı değişimi ve eş parlaklık eğrileri oluşturulabilir. Oluşan eğriler o şehir için bölge bölge ışıık kirliliği veya yanlış aydınlatmaların yorumlanmasını sağlar.

Bu tezde, ARCGIS programı kullanılarak program içerisine daha öncesinde koordinatları belirlenen bölgelerden toplanan veriler işlenmiştir. Sonrasında ARCGIS hazır model üretme araçlarından geostatistical analysies kutusundan interpolasyon modülü açılarak radyal basic yöntemi aracı ile haritada modelleme oluşturulmuştur.

Modellenen haritada, eşdeğer çizgileri, ölçüm alınan noktalarla birlikte bölge bölge ışıık akısının yoğunluğu göstermektedir.

ışıık kirliliği çalışmalarında, coğrafi istatistiksel analiz aracı kullanıldığında interpolasyon modülü yöntemi kullanılır [28]. Bu yöntemin sağladığı avantaj, bilinen bölgelerin verilerinden yola çıkarak o bölgeye yakın ama verileri olmayan bölgelerin de verileri hakkında tahmin edebilmesidir. Yakın noktaların verileri kullanılarak bir sonraki nokta için ölçümü tahmin edebilen bir yöntem olmasıdır. Bu çalışmada farklı olarak, Sigmoid aktivasyonu yöntemi kullanılmış olup veri setlerinin 0 ve 1 arasında normalleştirilmesi yapılmıştır. Sigmoid aktivasyonu için kullanılan formül şöyledir:

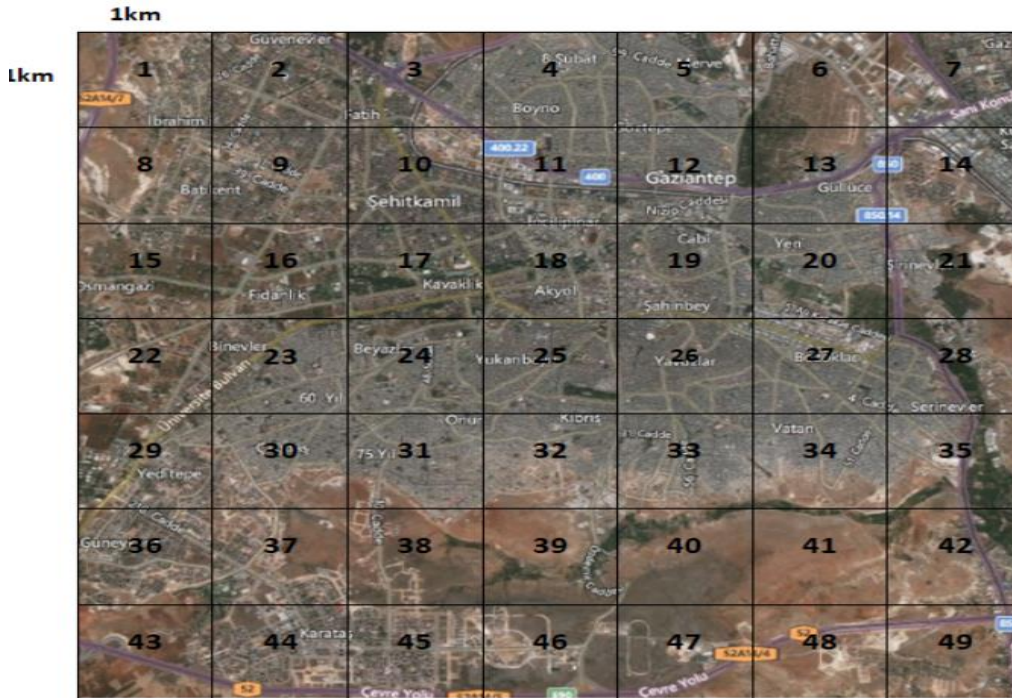
$$Hd \setminus \imath = [Hd - (\min Hd)] / [(\max Hd) - (\min Hd)] \quad 3.2.1$$

Denklemdede Hd: Raster hücre değeri, Min Hd: En küçük hücre değeri, Max Hd: En büyük hücre değeri ve Hdı : 0 ve 1 arasındaki yeni hücre değeridir. Cengiz vd. (2018)

3.3 Verilerin Toplanması

Bu çalışmada, Gaziantep ilinin şehir merkezi ağ şeklinde alanlara bölünerek kareler oluşturulmuştur. Bu kareler 1km×1km'lik yüz ölçümüne sahip toplam 49 gridten meydana gelmiştir.

Her bir kare için veri alınacak noktalar ve bu noktalarının GPS koordinatları belirlenmiştir. Şekil 3.7 de harita üzerinde seçilen bölgelerde uygun yerler seçilerek (açık alanlar ve parklar vs.) 3 farklı açıda gök parlaklığı verileri kaydedilmiştir.



Şekil 3.7 Gaziantep'te gök parlaklığı ölçümü yapılan alan

Verilerin farklı açılarda toplanmasının amacı; sadece zenit (başucundan tepeye doğru) ölçümü olarak gök parlaklığının değerlendirilmesi değil, daha düşük yüksekliklerdeki görme bölgesine olan etkisini de değerlendirmektir. Bu açıdan bakıldığında ülkemizde ve Gaziantep ilinde yapılan ilk çalışma olarak gerçekleştirilmiştir. Gaziantep ilinin coğrafi konumu göz önüne alındığında bazı bölgelerde oldukça yoğun yerleşim yerlerinin olması dolayısıyla çalışmayı yaparken 30 ve 60 derecelik ölçümlerde çok dikkat edilmiştir. Işığın direk SQM ışık sensörüne düşmemesi için azami gayret sarfedilmiştir. Ölçümler Güneş ve Ay'ın doğma ve batma tarihlerine göre 21:30-03:00 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçüm noktaları kenarlarında yüksek bina veya yapıların olmadığı yerlerden seçilmiştir. İl

içerisinde ve etrafında bulunan yüksek bölgelerden olabildiğince karelerin orta noktalarına yakın noktalardan alınmıştır. Her bir veri, 1'er dakika aralıklarla, toplamda 3 dakikalık veriler halinde alınmıştır. SQM cihazı bağlandıktan sonra 5 sn beklenerek gerekli ışık yoğunluğunun oluşması sağlanmıştır. Her bir bölge için 30^0 , 60^0 , 90^0 'lik açılarla ölçümler alınmıştır. Açıların her biri için veri toplanırken de 3'er dakikalık 3 farklı veri kaydedilmiştir.

Veri toplama işlemi başlamadan önce gerekli düzenlemeler program üzerinde yapılmıştır. Çünkü; sinyal okuma, durulma zamanı ve verilerin kaydedilme süreci daha öncesinde yapılması gereken işlemlerdir. Program üzerindeki "Read every" butonundan "1 minute" seçilerek cihaz sabitlendiği yerden 3 kez farklı veri alması sağlanmıştır. Her bir bölge için toplamda 9 veri toplanmıştır ve sonrasında her bir açı için ortalama değerleri hesaplanmıştır.

Tüm alınan değerler her biri kendi içerisinde olmak kaydıyla aritmetik ortalaması alınarak her bir açı için ölçümlerin ortalaması hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Kaybolan Enerji Hesabı

Gaziantep'te yapılan gök parlaklığı ölçüm çalışmalarında 1 km^2 alanlar olmak üzere toplamda 49 bölgenin verileri SQM aleti kullanılarak kadir/açısanıye² cinsinden kaydedilmiştir. Her bir bölgenin parlaklığı verisi denklem 2.7 kullanılarak toplam parlaklık değeri 3 farklı açı için 30⁰' de 12.96521143 cd/m^2 , 60⁰'de 2.506406836 cd/m^2 ve 90⁰'de ise 0.965742953 cd/m^2 olarak hesaplanmıştır. SQM cihazının ölçümleri gördüğü 20 derecelik açı göz önünde bulundurulduğunda denklem 2.10'da bulunan 2π değeri kullanılarak toplam aydınlanmalar 30,60,90 dereceler için farklı farklı hesaplanmış olup 30 derece için 81.46282585, 60 derece için 15.74821859 ve., 90 derece içinse 6.067941926 lm/m^2 olarak hesaplanmıştır. 49 bölgenin her bir aydınlanma ve alanı denklem 2.12 İle hesaplandığında toplam ışık akısı 3 farklı açıda 30 derece'de 81462825.85 60 derece için 15748218.59 ve 90 derece için de 6067941.93 lm olarak çıkmıştır.

Eskişehir ilinde ve Nilüfer ilçesinde yapılan gök parlaklığı ölçüm çalışmalarında hesaplanan açıya bağlı gök parlaklığı değişim katsayısı 4 olarak hesaplanmıştır. Aynı koşullarda gerçekleşen çalışmalar sonucunda, Gaziantep merkezindeki yapılan gök parlaklığı ölçüm çalışmalarında da hesaplanan açıya bağlı gök parlaklığı değişim katsayısı 4 olarak hesaplanmıştır. Bu konuyla ilgili akademik çalışmalarda yeryüzünde atmosfere salınan ışık miktarının %73'ünün atmosferden hiç saçılmadan uzaya dağıldığı bilinmektedir. [29] bu koşullar göz önünde bulundurulduğunda gök parlaklığı değerinin ölçülen değerden 3.7 katı kadar büyük olması gerekir. Bu değerler denklem 2.12 İle 2.13 hesaba katıldığında Gaziantep ilinin içinde bulunduğu 49000000 m^2 lik 49 bölgeden alınan gök parlaklığı verileriyle toplam uzaya kaçan ışık akısı 30 derece açıda 1.2 milyarlümen 60 derece de bu değer 233 milyonlümen ve 90 derecelik ölçüm sonucu ise 89.8 milyonlümen.olarak bulunmuştur. Bu bulunan sonuçlar çizelge 4.1 de hesaplanan değerler için 441 adet gök parlaklığı alan verisinden faydalanılmıştır.

Bu çalışmada ayrıca gök parlaklığı ölçümleri alınırken yerel yönetimlerden de destek alınmıştır. Gaziantep'in ve Orta Doğunun en büyük parkı olan Demokrasi meydanı, 100. Yıl parkı, kavaklık parkı, uzay parkı ve Hayriye Tütüncüler parkının da içinde bulunduğu parklar bölgesinde 178 ölçüm alınmıştır. Harita üzerinde 16-17-18-19-20 nolu bölgeleri kapsayan bu alanlarda yapılan ölçümlerden sonra Büyükşehir belediyesi Park ve Bahçeler

Daire Başkanlığından alınan bilgiler doğrultusunda ışık kirliliği için kayıp enerji hesaplaması yapılmıştır. Bu bölgeler de toplam 679 aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır ve General Hisparis modeli 150W'lık Halide ampul türü bulunmaktadır. [32] Aslında metal halide lambalar tamda bu iş için yapılmış bir aydınlatma türüdür. Endüstriyel ve kamusal alanlarda, otoparklar, spor sahaları, üretimhaneler, gibi mekanlarda genel aydınlatma amaçları için kullanılır. Araçlarda farlar için de halide ampul kullanılmaktadır.

Park aydınlatmalarının günlük ortalama 10 saat çalıştığı göz önünde bulundurulursa günlük tüketimin toplam 1.018.5 kWh olduğu çıkmaktadır. Bir yılda park aydınlatmaları için toplam 366660 kWh enerji tüketimi olduğu hesaplanmıştır.

Yapılan ölçümlerden ve hesaplamalara göre yüksek aydınlatmaların bol olduğu bu bölgelerde kayıp oranı ortalama %30 olduğu için yıllık ortalama sadece parklar bölgesindeki elektrik enerjisi kaybı 109998 kWh'tir.

Gaziantep ışık kirliliği verileri aşağıdaki Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Gaziantep ışık kirliliği verileri

**90
derecelik
ölçüm**

Sıra	m değerleri	L değeri cd/m ²	E değeri (lümen/m ²)	A m ²	$\Phi = E * A$
1	15,87	0,048464502	0,304511447	1000000	304511,4472
2	17,92667	0,007290474	0,045807398	1000000	45807,39801
3	17,44333	0,011378677	0,071494334	1000000	71494,33375
4	17,92667	0,007290474	0,045807398	1000000	45807,39801
5	17,24	0,0137222	0,086219127	1000000	86219,12744
6	17,53	0,01050567	0,066009071	1000000	66009,07142
7	18,77	0,003352924	0,021067045	1000000	21067,04502
8	16,34333	0,031339478	0,196911746	1000000	196911,7461
9	17,33	0,012630593	0,079360359	1000000	79360,35893
10	17,65333	0,009377601	0,058921205	1000000	58921,20545
11	18,35667	0,004906319	0,03082731	1000000	30827,30955
12	16,58333	0,025124172	0,157859827	1000000	157859,8273
13	17,68	0,009150056	0,057491498	1000000	57491,49781
14	17,09	0,015755194	0,098992803	1000000	98992,80341
15	17,98667	0,006898517	0,043344662	1000000	43344,66227
16	17,52333	0,010570408	0,066415833	1000000	66415,8329
17	15,07667	0,100636554	0,632318114	1000000	632318,1142
18	16,43333	0,028846409	0,181247332	1000000	181247,3324
19	17,52333	0,010570408	0,066415833	1000000	66415,8329
20	18,30333	0,005153375	0,032379611	1000000	32379,61073
21	17,63333	0,009551944	0,060016632	1000000	60016,63244
22	16,88	0,019117177	0,120116764	1000000	120116,7639
23	18,93333	0,002884641	0,018124733	1000000	18124,73324
24	17,16333	0,014726236	0,092527669	1000000	92527,66942
25	14,26667	0,21220507	1,333323775	1000000	1333323,775
26	16,73	0,021949456	0,137912498	1000000	137912,4975

27	18,41	0,004671149	0,029349697	1000000	29349,69709
28	16,622	0,024245087	0,152336377	1000000	152336,3773
29	17,63333	0,009551944	0,060016632	1000000	60016,63244
30	16,73	0,021949456	0,137912498	1000000	137912,4975
31	17,91	0,007403273	0,046516135	1000000	46516,13512
32	16,41	0,02947296	0,185184069	1000000	185184,0694
33	17,01	0,016959918	0,106562309	1000000	106562,3093
34	17,36	0,012286375	0,077197569	1000000	77197,56882
35	18,93333	0,002884641	0,018124733	1000000	18124,73324
36	16,75	0,021548833	0,135395311	1000000	135395,3107
37	18,93333	0,002884641	0,018124733	1000000	18124,73324
38	17,57	0,01012567	0,063621459	1000000	63621,45885
39	15,87	0,048464502	0,304511447	1000000	304511,4472
40	15,91333	0,046568447	0,292598182	1000000	292598,182
41	18,93333	0,002884641	0,018124733	1000000	18124,73324
42	20,48	0,000694103	0,004361176	1000000	4361,176099
43	18,01	0,006751865	0,042423219	1000000	42423,21943
44	16,97666667	0,017488682	0,109884631	1000000	109884,6313
45	19,45	0,001792354	0,011261691	1000000	11261,69143
46	16,9785	0,017459177	0,109699241	1000000	109699,2412
47	18,77	0,003352924	0,021067045	1000000	21067,04502
48	20,29	0,000826844	0,005195216	1000000	5195,216174
49	19,29	0,002076939	0,013049793	1000000	13049,79302
		0,965742953	6,067941926	Toplam	6067941,926

**60
derecelik
ölçüm**

Sıra	m değerleri	L değeri cd/m ²	E değeri (lümen/m ²)	A m ²	$\Phi=E*A$
1	14,28333	0,208973759	1,313020853	1000000	1313020,853
2	17,76333	0,008474064	0,053244116	1000000	53244,1163

3	16,44	0,02866974	0,180137289	1000000	180137,2894
4	17,76333	0,008474064	0,053244116	1000000	53244,1163
5	15,52333	0,066694766	0,419055576	1000000	419055,5756
6	16,3425	0,031363445	0,197062334	1000000	197062,3345
7	17,70333	0,00895554	0,056269314	1000000	56269,31436
8	16,66	0,023411204	0,147096935	1000000	147096,9349
9	15,12667	0,096107163	0,603859111	1000000	603859,1111
10	16,97667	0,017488629	0,109884294	1000000	109884,2943
11	17,28667	0,013144854	0,082591551	1000000	82591,55128
12	16,21333	0,03532578	0,221958419	1000000	221958,4193
13	14,26667	0,21220507	1,333323775	1000000	1333323,775
14	16,66	0,023411204	0,147096935	1000000	147096,9349
15	16,80667	0,020452941	0,128509615	1000000	128509,6153
16	15,61333	0,061389169	0,385719525	1000000	385719,5251
17	15,00333	0,107669267	0,676505954	1000000	676505,9542
18	15,11	0,097594143	0,613202086	1000000	613202,0857
19	15,61333	0,061389169	0,385719525	1000000	385719,5251
20	17,74333	0,008631609	0,054233998	1000000	54233,99832
21	16,13	0,038143782	0,239664452	1000000	239664,4525
22	14,25	0,21548833	1,353953107	1000000	1353953,107
23	18,84	0,003143574	0,019751661	1000000	19751,66101
24	15,41333	0,073806015	0,463736867	1000000	463736,8667
25	13,72667	0,348944016	2,192479914	1000000	2192479,914
26	16,14	0,037794078	0,237467196	1000000	237467,1956
27	17,57	0,01012567	0,063621459	1000000	63621,45885
28	15,74	0,054629063	0,343244529	1000000	343244,5287
29	16,13	0,038143782	0,239664452	1000000	239664,4525
30	16,72	0,022152552	0,139188586	1000000	139188,5861
31	17,63333	0,009551944	0,060016632	1000000	60016,63244
32	16,37	0,030579034	0,192133734	1000000	192133,7341
33	16,65	0,023627826	0,148458006	1000000	148458,0061
34	16,14	0,037794078	0,237467196	1000000	237467,1956

35	18,84	0,003143574	0,019751661	1000000	19751,66101
36	15,68	0,057732951	0,362746828	1000000	362746,8279
37	17,57666667	0,010063686	0,063232005	1000000	63232,00535
38	17,53	0,01050567	0,066009071	1000000	66009,07142
39	15,97	0,044200151	0,277717741	1000000	277717,7406
40	15,07667	0,100636554	0,632318114	1000000	632318,1142
41	18,84	0,003143574	0,019751661	1000000	19751,66101
42	19,45	0,001792354	0,011261691	1000000	11261,69143
43	17,74333	0,008631609	0,054233998	1000000	54233,99832
44	16,82	0,020203367	0,126941499	1000000	126941,4993
45	15,66	0,058806287	0,369490795	1000000	369490,7949
46	16,2426	0,034386166	0,216054653	1000000	216054,6528
47	17,70333333	0,008955512	0,056269142	1000000	56269,14178
48	19,54	0,001649771	0,010365819	1000000	10365,81905
49	15,66	0,058806287	0,369490795	1000000	369490,7949
	Toplam	2,506406836	15,74821859	4900000	15748218,59

30 derecelik ölçüm

Sıra	m değerleri	L değeri cd/m2	E değeri (lümen/m2)	A m2	$\Phi=E*A$
1	10,25	8,578744935	53,90184407	1000000	53901844,07
2	17,33667	0,012553238	0,078874319	1000000	78874,31914
3	15,4125	0,073862458	0,46409151	1000000	464091,5097
4	17,33667	0,012553238	0,078874319	1000000	78874,31914
5	17,3333	0,012592262	0,079119516	1000000	79119,51627
6	15,05	0,103139199	0,648042701	1000000	648042,7008
7	16,95	0,017923539	0,112616914	1000000	112616,9143
8	15,06667	0,101567732	0,638168882	1000000	638168,8817
9	14,28667	0,208331891	1,308987874	1000000	1308987,874

10	17,36333	0,01224875	0,076961163	1000000	76961,16325
11	16,76	0,021351272	0,134153999	1000000	134153,9991
12	15,92333	0,046141505	0,289915626	1000000	289915,6257
13	13,72667	0,348944016	2,192479914	1000000	2192479,914
14	16,06	0,04068401	0,255625175	1000000	255625,1754
15	15,71	0,056159568	0,35286097	1000000	352860,9698
16	15,605	0,061861971	0,388690229	1000000	388690,229
17	15,00333	0,107669267	0,676505954	1000000	676505,9542
18	15,91333	0,046568447	0,292598182	1000000	292598,182
19	15,605	0,061861971	0,388690229	1000000	388690,229
20	16,83	0,020018142	0,125777693	1000000	125777,6926
21	14,71667	0,140202499	0,880918282	1000000	880918,2824
22	13,96	0,281464583	1,768494133	1000000	1768494,133
23	18,3925	0,004747049	0,029826591	1000000	29826,5913
24	14,53667	0,165483903	1,039766027	1000000	1039766,027
25	13,30333	0,515337511	3,237961073	1000000	3237961,073
26	13,93	0,289350179	1,818040792	1000000	1818040,792
27	17,53	0,01050567	0,066009071	1000000	66009,07142
28	15,17531	0,091896666	0,577403781	1000000	577403,7809
29	14,71667	0,140202499	0,880918282	1000000	880918,2824
30	16,35	0,03114754	0,195705767	1000000	195705,7669
31	14,8	0,129844559	0,815837424	1000000	815837,424
32	14,26	0,213512721	1,341539991	1000000	1341539,991
33	15,14667	0,094353009	0,59283744	1000000	592837,4402
34	16,37	0,030579034	0,192133734	1000000	192133,7341
35	18,3925	0,004747049	0,029826591	1000000	29826,5913
36	15,02	0,106028778	0,666198458	1000000	666198,4583
37	14,91333333	0,116974292	0,734971149	1000000	734971,149
38	16,89	0,018941909	0,119015527	1000000	119015,5268
39	15,33667	0,079205576	0,49766331	1000000	497663,3095
40	15,00333	0,107669267	0,676505954	1000000	676505,9542
41	18,3925	0,004747049	0,029826591	1000000	29826,5913

42	17,27	0,013348232	0,083869417	1000000	83869,41685
43	16,83	0,020018142	0,125777693	1000000	125777,6926
44	14,5434	0,164461314	1,03334091	1000000	1033340,91
45	15,42	0,073353992	0,460896726	1000000	460896,7263
46	15,42214	0,073209553	0,459989188	1000000	459989,1876
47	16,95	0,017923539	0,112616914	1000000	112616,9143
48	17,85	0,007823908	0,049159066	1000000	49159,06605
49	15,42	0,073353992	0,460896726	1000000	460896,7263
	Toplam	12,96521143	81,46282585	4900000	81462825,85

Yapılan ölçümlerde 30⁰'lik ölçüm değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. 60⁰'lik ölçümler biraz daha düşükken 90⁰'lik ölçümler en düşük değerlere sahiptir. Bunun nedeni ise 30⁰ ölçümler göz hizasına denk gelen trafik lambalarının park ve sokak aydınlatmalarının ve araçların ışıklarının yoğun olduğu durumlara maruz kaldığı yerlerdir. Aslında SQM cihazı direk ışığa maruz kalmamasına rağmen yansımanın etkisi ve ortamın aydınlığını ölçtüğü için bu değerlere ulaşılmıştır. Uzaya kaçan ışık akısının değerleri tam olarak 90⁰'deki en sağlıklı değerlerdir. Ancak bu tezde sadece uzaya kaçan ışığın miktarı değil aynı zamanda ortamı da aydınlatan binaların ışığının yansıtma etkisinin ne kadar olduğu hesaplanmak istenmiştir.



Şekil.4.1 Recep Tayyip Erdoğan Parkı 30° değeri 14.28667, 60° değeri 15.12667 ve 90° değeri 17.33 kadir/saniye²



Şekil 4.2.Yeşilvadi harita üzerinde 40 no'lu bölge üzerinden çekilen fotoğraf



Şekil.4.3 Akkent Kongre Merkezi 30⁰ ölçümü 15.42214, 60⁰ ölçümü 16.2426 ve 90⁰ ölçümü 16.9785 kadir/saniye² dir.

Şekil 4.3. incelendiğinde bölge üzerinde gök parlaklık değerlerinin yüksek olduğu gözükmemektedir. Sokak aydınlatmalarının oldukça fazla olduğu bu bölgede özellikle aydınlatma ürünlerinin ve armatürlerin etrafı yanlış aydınlattığı ve ticari işletmelerin çokluğu görülmüştür. Okul bahçesinde bulunan ve güvenlik için konulan projektörlerin de ışık miktarının fazla değerlere ulaşmasına etkisi yüksektir. Bu bölge harita üzerinde 46 nolu bölgeyi temsil etmektedir. 46 nolu grid için alınan en yüksek değerlere kongre merkezi etrafında ulaşılmıştır.



Şekil.4.4 Yanlış açılı bir sokak aydınlatmasının binaya olan etkisi



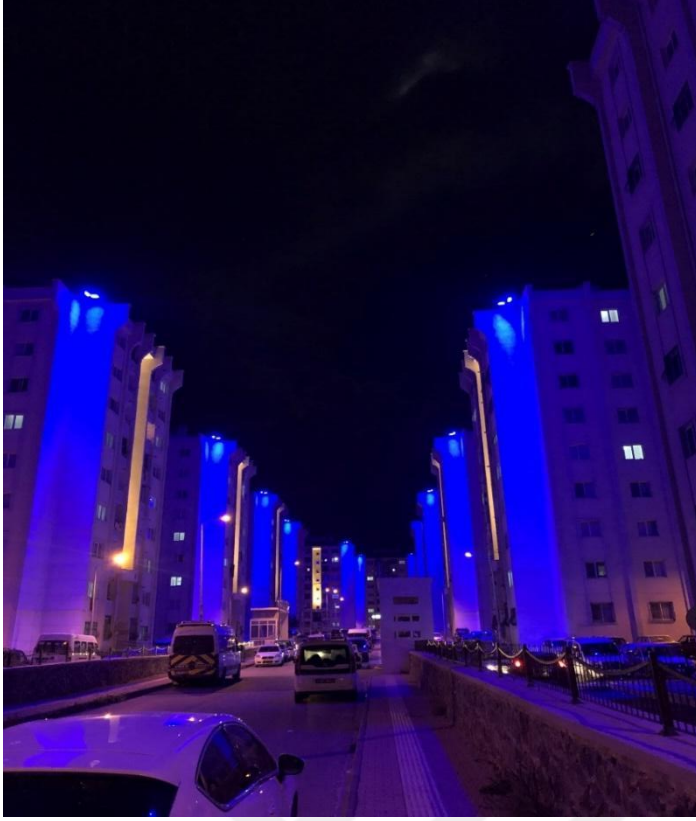
Şekil.4.5 Karataş 1 bölge

(30° gök parlaklığı değeri ortalaması 14.5434 60° gök parlaklığı değeri 16.82 ve 90° gök parlaklığı değeri 16.97667 dir.)

Harita üzerinde 44 nolu grid olarak geçen bu bölgede yüksek katlı aydınlatılan binalar ve toplu konut yapıları mevcuttur. Gökyüzü oldukça düşük kalitede görünmekte sadece birkaç yıldız görünmektedir. Minare aydınlatması ve bina aydınlatmalarının hatalı kullanımı ışık kirliliğine neden olmakla birlikte aerosol fazlalığı kaynaklı ortamın fotonları ortamda daha fazla tutmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4.6 Boyno mahallesi ana kavşak



Şekil 4.7 Mavikent Toplu konut daireleri 15,42214 kadir/açısanıye² yüksek ışık Kirliliği ölçümü çıkmıştır

Şekil 4.7 de görülen aydınlatma türü tam bir ışık kirliliğine örnek teşkil etmiştir. Bu aydınlatma türü sadece ışık kirliliğine sebep olmak dışında tüm yaşayan canlıların sirkadiyen ritmini bozduğu bilim insanları tarafından tespit edilmiştir. Özellikle bina dışı aydınlatma armatürleri mavi dalga boyuna eşit olduğu için melatonin hormonunun salgılanmasına engel olmakta birlikte hücrelerin yenilenmesine imkân vermemektedir. Dış aydınlatmada kullanılan aplikler odalara kadar sızmakta ve derin uykuya engel olmaktadır. Özellikle son birkaç yılda çok yüksek katlı binaların inşa edilmesi ve dikkat çekmek için yapılan yanlış aydınlatmaların arttığı da bir gerçektir. Şekil 4.7. deki aydınlatmada kullanılan mavi LED gök parlaklığına, dolayısıyla enerji kaybına katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.8 Gaziantep Kalesinden Doğuya bakış Gök Parlaması (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Gaziantep kalesinden çekilen bu fotoğrafta Yusuf Tüfekçi Parkı üzerinde ışık kirliliği bariz şekilde görülmektedir. Bu parkta kullanılan armatürlerin açısı çapraz olduğu için verimi %60'lara kadar düşmektedir. [30] yani gökyüzüne kaçan gök parlaklığına sebep olan %40'lık bir kayıp enerjiden bahsedilebilir.



Şekil 4.9 Gaziantep Kalesinden Kuzeye bakış. Aşırı Işıklandırma (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

Köprülü kavşak ve ana caddelerin bulunduğu yerlerde gök parlaklığı ara caddelere ve yerleşim yerlerinin bol olduğu yerlere göre daha fazla olmaktadır. Yaklaşık 50 metre yukardan alınan bu görüntüde gök parlamasının oluştuğu yere denk gelmektedir.



Şekil 4.10 100. Yıl parkı



Şekil 4.11 Atatürk Parkı

Park içerisinde kullanılan küresel lambalardan dolayı, verimsiz kullanımı ışığın her yöne saçılmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.12 Harita üzerindeki 12 nolu bölge (30⁰'lik ölçüm 14,62 kadir/açısanıye²)
(Kaynak: Kenan Latifoğlu)

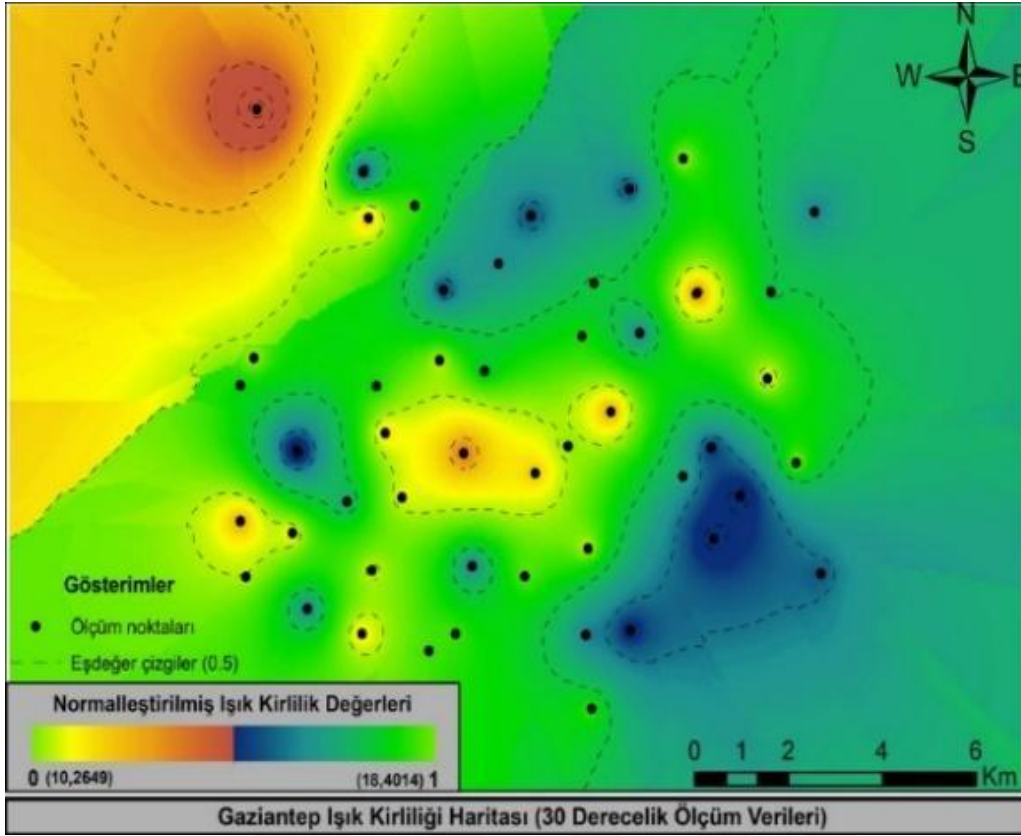
Ticari işletmelerin dış aydınlatmaları ve panoları 30^0 'lik ölçümlerde oldukça yüksek ışık kirliliği oluşturmaktadır. Gözün ışığa olan duyarlılığı artmakta ve uzun sürede görme bozukluklarına veya alerjiye yol açtığı bilinmektedir.



Şekil 4.13 Uzay parkı Gök Parlaklığı ölçümler (30^0 ölçüm ortalaması 15.033, 60^0 ortalaması 15.033, 90^0 ortalaması 15.07667 kadir/açısaniye² dir.) (Kaynak: Kenan Latifoğlu)

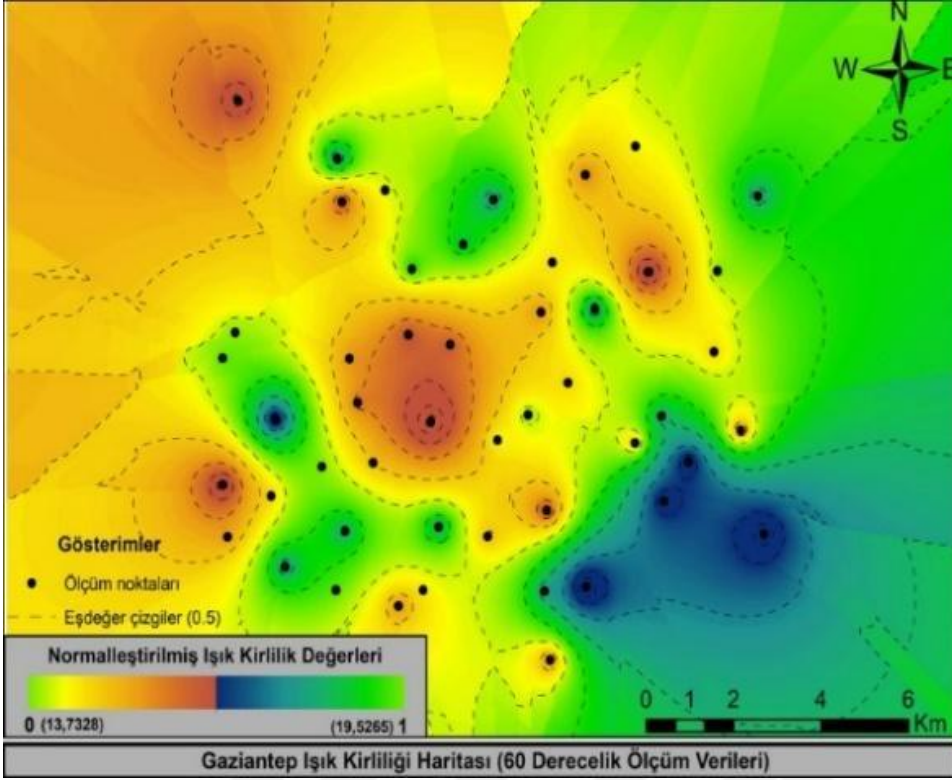
4.2 Gök parlaklığının Haritalanması

Gaziantep şehir merkezinde yapılan ölçümlerin bölge bölge koordinatları belirtilmiştir. Bölgelerin koordinatları ile birlikte yapılan ölçümler bilgisayara kaydedilip sonrasında her bir açının farklı farklı ölçümlerinin aritmetik ortalaması alınarak tekrardan yeni dosya oluşturulmuştur. Sonrasında bu dosyalar ARCGIS CBS programında Sigmund aktivasyonu ile normalizasyon yapılarak 3.2.2.'de bahsedilen yöntem kullanıldığında aşağıdaki haritalar elde edilmiştir.



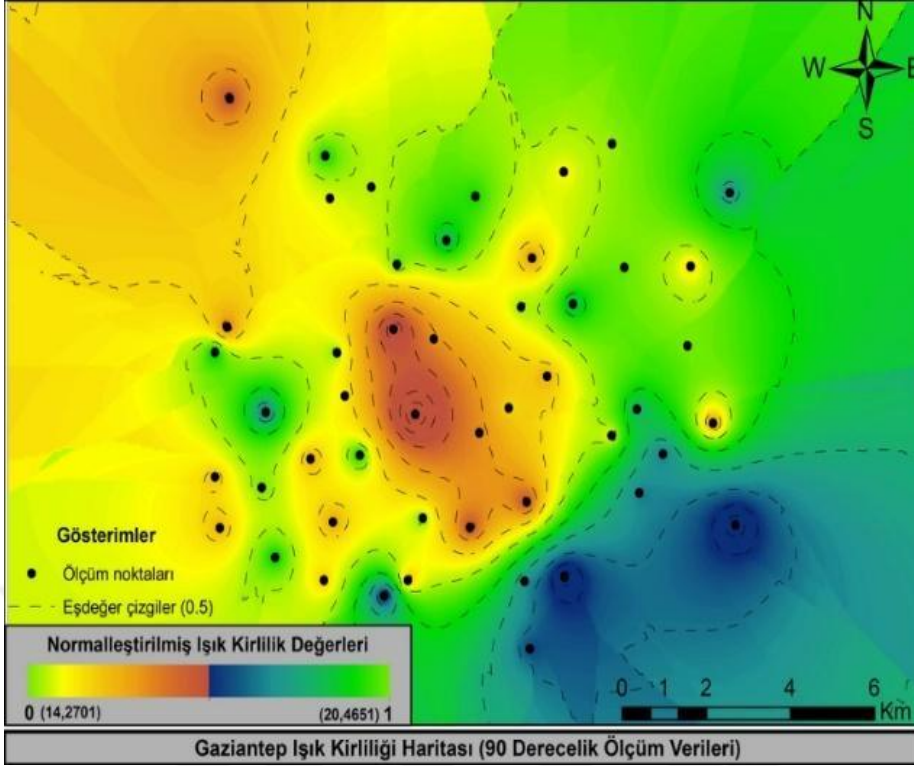
Şekil 4.14 Kirlilik yoğunluğu

Bu harita SQM cihazıyla 30° ile alınan verilere dayanarak oluşturulmuş haritadır. Harita üzerindeki beyaz bölge ışık kirliliği için zirve değerlere ulaşmış bölge olmakla birlikte kırmızı bölgeler ışık kirliliğinin olduğu bölgeleri temsil etmektedir. Bu açının sağlamış olduğu kısım ölçümlerin direk binalara ve yüksek işyerine gelen bölgelerde kırmızı rengin görülmesidir. 30° ile ölçümlerde yansımaların fazla olduğu bu yüzden daha yüksek ışık kirliliği olduğu, bölgesel ve daha dar alanı etkilediği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.15

60⁰ açıyla alınmış verilerle oluşturulan 4.15.'deki harita ise kısmen yüksek yapıların üstünü ölçtüğü için biraz daha geniş alan hakkında bilgi vermektedir. Merkezi bölgelerin kırmızı ve sarı renkte olması oldukça yüksek değerlere sahip olduğunun işaretidir. Mavi renkli kısmın yoğun olduğu bölge ise Yeşilkent mezarlığı bölgesidir. Gaziantep genelinde ise 60⁰ için ortalama 16 kadir civarında olması ışık kirliliğinin yüksek olduğunu gösteriyor.



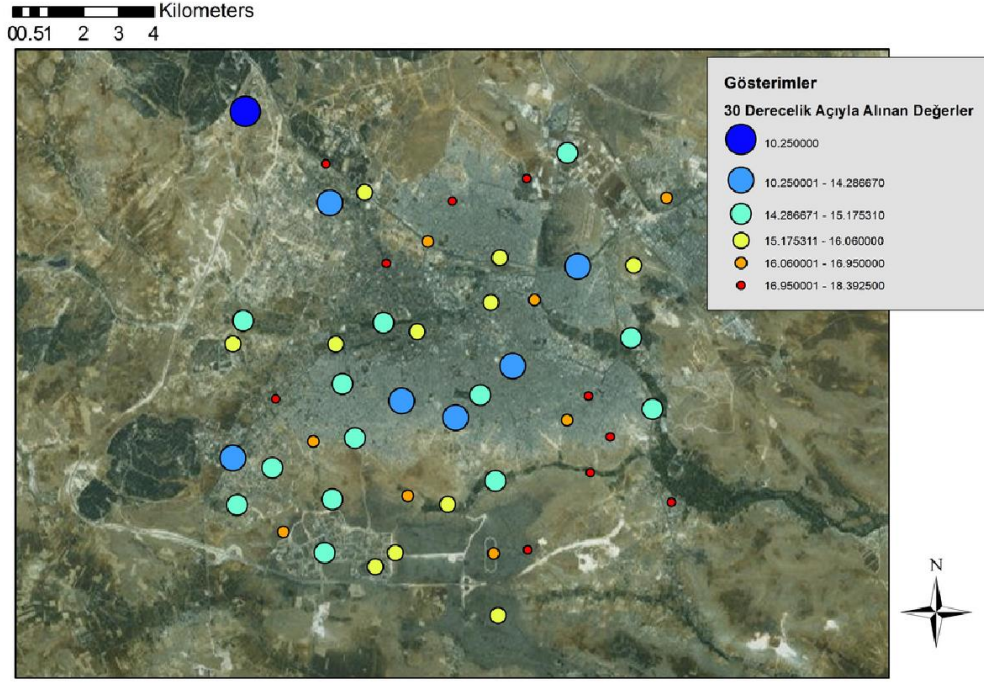
Şekil 4.16

Şekil 4.16'daki harita Gaziantep için 90 derecelik ölçümün sonucunda çıkan haritadır. Bu haritanın özelliği uzaya kaçan ve net gök parlaklığını gösteren harita olmasıdır. Haritanın kırmızı bölgeleri şehir merkezinde bulunan park bölgesi ve kuzey batıda yeni kurulan lüks yerleşim yerlerine aittir.

Gaziantep geneli için yeşil rengin hâkim olması, merkezin ışık yoğunluğunun fazla olduğunu gösterir. Işık kirliliği için 18 kadir/açısanıye² ve altının değerleri baz alındığında il merkezi için muhakkak ışık kirliliği önleme çalışmaları gerekmektedir.

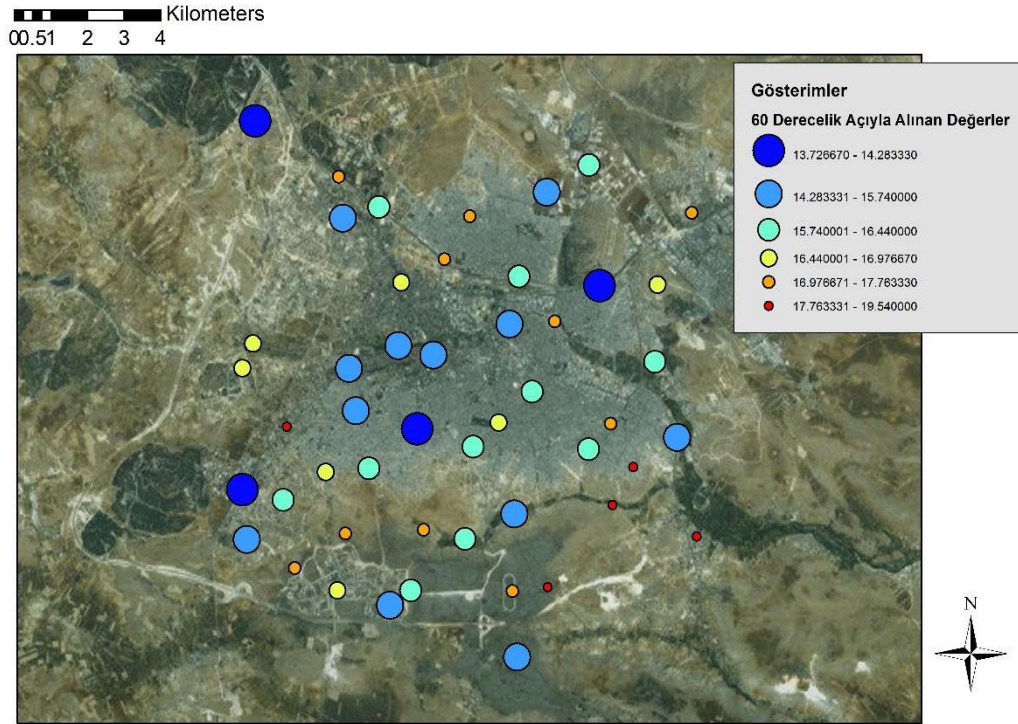
Haritanın doğusunun aynı renk çıkması ise o bölgeleri programın kendisinin tahmin etmesidir. O bölgelerde herhangi bir ölçüm alınmamıştır.

Aşağıdaki haritalar ise Gaziantep için ölçüm alınan, koordinatları belirli bölgelerin çıkan değerlere göre yuvarlak eş değer çizgilerinin büyüklüğünü gösteriyor. Coğrafik yapısından dolayı noktalar birbirine göre simetrik değildir. Ölçüm için en uygun bölgeler seçilmiştir.



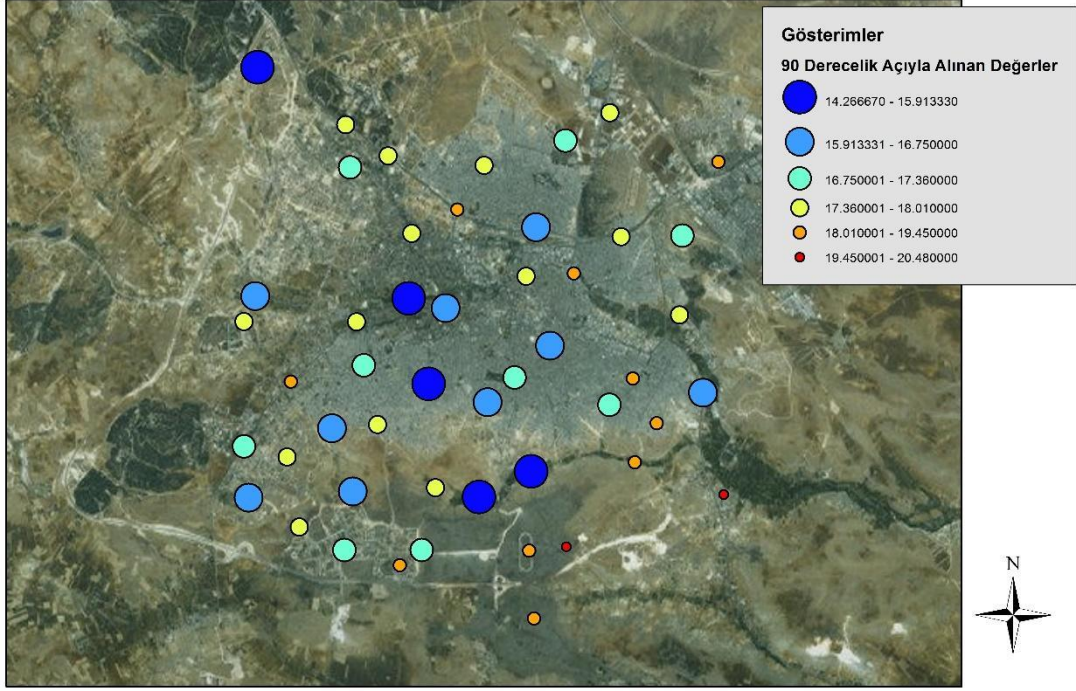
Şekil 4.17 Ölçüm alınan noktalar

Bu haritaların renklendirmesi zıt renkle gösterilmiştir. Işık kirliliği ile ölçüm değerleri birbiriyle karışmaması



Şekil 4.18 Ölçüm alınan noktalar

Kilometers
00.51 2 3 4



Şekil 4.19 Ölçüm alınan noktalar

Gaziantep genelinde ölçüm alınan bölgeler harita programı üzerinden koordinatları tespit edildiğinde nokta ile gösterilmiştir.

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Dünya’da ve ülkemizde gelişen LED teknolojisinin dış aydınlatmalarda, reklam tabelalarında ve aydınlanması gereken her yerde kullanımı gitgide artmaktadır. Ülkemizde de LED aydınlatma teknolojisi oldukça gelişmektedir. Sadece güce bağlı olmayan aynı zamanda ışık akısı değerini artırarak az enerjiyle çok aydınlatma fırsatı oluşmaktadır. Bunun neticesinde yanlış yönde ve yanlış zamanda aydınlatmalar ışık kirliliğini de birlikte getirmektedir.

Işık kirliliği ile çalışmalar son yıllarda artmaktadır. Dünya’da ve ülkemizde bir çok bilim insanı şehirlerin veya daha butik yerleşim yerlerinin gök parlaklığını ölçmektedir. Netice de gök parlamasına sebep olan bu kirlilik tüm canlıların biyolojik süreçlerini etkilemektedir. Bunun yanı sıra uzay gözlemleri zorlaşmaktadır.

Gaziantep merkez bölgesinin incelendiği bu çalışmada, $1 \times 1 \text{ km}^2$ ’lik alanlara bölünmüş toplam 49 kareden oluşan 49 km^2 ’lik bölge araştırma altına alınmıştır. Araştırma kapsamında üç farklı açıdan alınan gök parlaklık verileri incelenmiştir. 30,60 ve 90 derecelik açılarla alınan ölçümler Gaziantep il merkezinde çok ciddi bir ışık kirliliği olduğunu ortaya koymuştur. Toplamda sadece uzaya kaçan 90 derecelik ölçüm sonucunda 89.8 milyonlümen ışık akısının uzaya dağıldığı hesaplanmıştır. Diğer ölçümlerin sonuçları ise gözün temas ettiği ve bulunduğu ortamdaki aydınlanma değerleri olup 30 derece için 1.2 milyarlümen 60 derece de bu değer 233 milyonlümen’dir.

Daha önce Ö. Türk tarafından 2019 yılında Samsun Atakum ilçesinde yapılmış bir çalışmada 81.4 km^2 ’lik alanda ölçümler yapılmıştır. Toplamda 52,37 milyonlümen ışık akısının uzaya dağıldığı hesaplanmıştır. Gaziantep ile kıyaslandığında daha büyük bir alanda ölçüm yapılmasına rağmen daha az lümen değeri çıkmıştır.

Gaziantep için, parklar bölgesindeki toplam 679 adet dış aydınlatma armatürleri de dahil edilerek yapılan hesaplamalara göre, her bir armatür için etkinlik değeri olarak 100 lm/W kullanılmış, uzaya kaçan zenit bölgeden alınan ölçümlere göre toplam ışık akısının (89.8 milyon lümen) anlık olarak 898 kW güce eşit olduğu bulunmuştur. Aydınlatmaların günde 10 saat çalıştıkları düşünüldüğünde kayıp miktarı 269.400 kWh olarak bulunmuştur.

Bulunan bu sonuçla, elektrik tüketiminin mali karşılığı 2020 yılı Haziran ayı için 0.71 TL/kWh olduğu hesaba katılırsa toplam ışık kaybının mali değeri ; $(269.400 \text{ Wh/ay}) \times (12$

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 düşünöldüğünde (145.7 kWh/ay) ışık kirliliğinden dolayı her ay 1849 ailenin elektrik ihtiyacına karşılık gelmektedir.

Gaziantep ili genelinde 2019 Mayıs 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.[33]

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. Farklı açılardaki ölçüm sonuçlarının sebeplerini araştırarak olursak binaların yüksek ve sık olması kirliliğe etken olurken, gecekondu ve taşra bölgelerin etkisi ise daha olumlu bir gökyüzü oluşmasına neden olmuştur.

Bunlara ek olarak, 30 ve 60 derecelerdeki ölçümlerin yüksek çıkmasındaki bir diğer sebep ise ışığın binalardan yansması ve daha yoğun bir ışık akısı oluşturmasıdır. İkinci sebep ise trafiğin yoğun olduğu bölgelerde egzoz dumanının çok olmasından dolayı aerosollarin havada askıda kalması ve yine aynı ışık akısı yoğunluğunun artmasıdır.

Enerji kaybı hesabının en doğru şekli 90 derecelik açıyla alınan zenit bölgeden elde edilen verilerin işlenmesidir.

Yapılan hesaplamalar Gaziantep ili için bahar dönemine denk geldiği için belediyenin vermiş olduğu kullanım saati 10 saat olarak düşünülmüştür. Oysa kış döneminde park ve sokak aydınlatmaları ortalama 14 saat çalıştığı hesaba katılırsa % 40'lık bir enerji tüketimi artışı öngürülecektir.

5.2 Öneriler

Ülkelerin gelişmişlik ölçütlerinden birisi de elektrik enerjisi kullanımınıdır. Ülkelerin; özellikle üretim sahalarındaki, elektrik kullanımının yüksekliği, daha çok üreten bir ülke olduğunu göstermektedir. Ancak doğru yönde harcanan elektrik sarfiyatı dışında çevremizi, ofislerimizi, binaların dış kısmını aydınlatmak isterken, yanlış planlanan projeler sebebiyle boşa giden elektrik ve enerji ortaya çıkmaktadır. Bu olay ışık kirliliği ile birlikte israf edilen enerji anlamına da gelmektedir.

Işık kirliliği ölçümü yapacak araştırmacılara öneriler:

- Gök parlaklığı ölçümleri bulutsuz, havanın açık olduğu gecelerde yapılması en önemli tavsiye olabilir.
- Ölçüm cihazının direk ışığa tutulmaması gerekir.
- Başka araştırmalar için insansız hava aracı kullanarak daha yüksekten ölçümler alınabilir.
- Eğer insansız hava aracı ile ölçümler alınacaksa ölçüm öncesinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünden izin alınması gerekir.
- SQM cihazı kullanılarak alınacak ölçümlerde bilgisayar programı ile kaydedilecekse ilk ölçümlerin dikkate alınmaması gerekir.
- Ölçüm alınırken 1'er dakika aralıkla en az 2 veya 3 ölçüm alınması lazımdır.

- Gök parlaklığı verileriyle oluşturulacak harita programı önceden belirlenmelidir.
- Çalışma yapılacak bölgenin haritası çıkarılmalı ve koordinat bilgileri muhakkak kaydedilmelidir.
- Uluslararası standartlarda kabul gören, düşük basınçlı sodyum lambalar dış aydınlatmalarda ve güvenlik aydınlatmalarında çok kullanışlıdır. Bu lambaların bir özelliği ise tek dalga boyuna sahip bir renk taşımasıdır.
- Son zamanlarda kullanımı gitgide artan harekete duyarlı sensörlü lambalar ve zaman roleli aydınlatmaların kullanılması hem fazla aydınlatmayı engeller hem de ekonomiktir.
- Işık kirliliği çalışması yapılacak bölgenin ait olduğu yerel yönetimlerle iş birliği yapılması verilerin işlenebilirliğini kolaylaştıracaktır.
- Büyükşehir belediyeler veya ilçe belediyelerden kullanılan armatür türleri ve sayıları teyit edilmelidir.
- 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 3.7 üzerindeki 40-41-42-47-48-49 nolu bölgeler Yeşil-kent mezarlığının olduğu bölgedir ve ölçüm sonuçları oldukça idealdir
- Şekil 3.7 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 teknoloji lümen değeri en fazla 13000 ve watt değeri en fazla 100 olan yeni nesil armatürler ile değiş-tirilmeleri uygun olacaktır
- Şekil 3.7 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 teknoloji 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, gelişmiş güzel ve eski tip aydınlatma armatürleri kullanılmıştır.

Işık kirliliği sadece bilimsel araştırmalar konusunun ötesinde devlet politikaları içerisinde yer almalıdır. Yeni açılan yerleşim yerlerinin aydınlatma lambaları ve yerleri doğru şekilde karar verilmelidir. Yapılacak tüm doğru hamleler ülkenin enerji sarfiyatında israfın engellenmesine yardımcı olacaktır.

Aydınlatma teknolojisi günümüzde çok ileri bir seviye gelmiştir. En son teknolojik LED ürünler ve özellikle düşük basınçlı sodyum lambalar daha az enerji ile daha fazla parlaklık verebilmektedir. Önemli olan bu teknolojinin de kullanırken doğru açılı tasarlanmasıdır. Bu konuda üniversitelerin mimarlık bölümü ve elektrik elektronik mühendisliği bölümlerinden destek alınabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Aslan, B.** (2018) Işığın Kirli Yüzü: Işık Kirliliği, P:93
- [2] **Aslan, B.** (2018) Işığın Kirli Yüzü: Işık Kirliliği P:30
- [3] **Mazak, M.** (1999) “Dersaadet Sokak Aydınlatmasında Havagazı” İstanbullu Dergisi
- [4] **T. Hunter, D. Crawford** (1999) Economics of Light Pollution” Arizona Health Sciences Center. Tuscon AZ U.S.A
- [5] **D, Crawford. T, Hunter.** (1999) Economics of Light Pollution Kitt Peak National Optical Astronomy Observatories Tuscon AZ U.S.A
- [6] **Aslan, Z.** (2016) Işık Kirliliği ve Dünyadaki Genel Durumu”. Astronomi Öğretmen Semineri-12 Sunumu” İstanbul. 23-25 Aralık
- [7] **Aslan, B.** (2018) “Işığın Kirli Yüzü: Işık Kirliliği” Sayfa:48
- [8] **Williams, B.** (1999) A History of Light and Lighting P: 54
- [9] **Yavuz, C.** (2004) Şehir Aydınlatmacılığı, Işık Kirliliği ve Aydınlatmada Enerji Verimliliği 2004 Sayfa 20
- [10] **CIE Pub.01** (1980), Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories
- [11] **Onaygil, S.** (2001) “ Kent içi Aydınlatma, Işık Kirliliği ve Karanlık Gökyüzü Sempozyumu, Antalya,
- [12] **Yetiş, K.** (2019) Karaman Işık Kirliliği Ölçümü ve Haritalanması” Sayfa: 11
- [13] **Aslan, B.** (2018) Işığın Karanlık Yüzü: Işık Kirliliği. Sözkese Matbaacılık, Sayfa:153, Ankara
- [14] **Aslan, B** (2018) Işığın Karanlık Yüzü: Işık Kirliliği. Sözkese Matbaacılık, Sayfa:78, Ankara
- [15] **Yetiş, K.** (2019) Karaman Işık Kirliliği Ölçümü ve Haritalanması, Sayfa: 26
- [16] **Karımı Ansarı, B.** (2013) Işık Kirliliği ve Çevreye olan etkileri” Ç.Ü.Z.F Dergisi 11-22

- [17] **Demircioğlu, N. & Yılmaz, H.** Işıık Kirliliği, Ortaya ıkardığı Sonuçlar ve özüm Önerileri” Atatürk Üniversitesi Ziraat fakültesi Derg. 36 (1) 117-123
- [18] **Aksay, C. & Ketencioğlu, S.** (2009) “ Işıık Kirliliği” Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi” Sayfa: 231-236
- [19] **Chepesiuk, R.** (2009) Missing the dark: health effects of light pollution: National institute of Environmental Health Sciences., P: 22-27
- [20] **Gallaway, T. & Reed, R.** (2010) Olsen and David Mitchel, Economics of global light pollution, 3, P: 658-665
- [21] **CFDS Issue**, Astronomical Association's Campaign for Dark Skies.
- [22] **Aslan, B.** (2018) Işıığın Kirli Yüzü: Işıık Kirliliği S: 81
- [23] **Aslan, B. & Altan, B. & Özdemir, M.** (2013) Sky brightness measurement & light Pollution mapping Case Study: Eskişehir city center and surroundings. Light Pollution: Theory, Modelling and Measurements. 15-18 Nisan, Slovakia.
- [24] **Aslan, B.** (2018) Işıığın Kirli Yüzü: Işıık Kirliliği, S: 81
- [25] **Türk, Ö.** (2019) Samsun Atakum İlçesinde Işıık Kirliliği Ölçümleri ve Değerlendirilmesi, 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, S:47
- [26] **Yetiş, K.** (2019) Karaman Işıık Kirliliği Ölçümü ve Haritalanması Karaman Mehmet Bey Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Karaman
- [27] **Burrough** (2015) Principles of Geographical Information Systems, Oxford University press.
- [28] **Jin, X & Li, Zhang,** An approach to evaluating light pollution in residential zones: A case study of Beijing. Sustainability, 9:4, 652.
- [29] **Aslan, B.** (2018) Işıığın Karanlık Yüzü: Işıık Kirliliği. Sözkese Matbaacılık, Sayfa:78, Ankara
- [30] **Yavuz, C.** Şehir Aydınlatmacılığı, Işıık Kirliliği ve Aydınlatmada Enerji Verimliliği” sayfa:212, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi
- [31] **Url-1** < <https://www.lightpollutionmap.info/gaziantepcity>>, 20.03.2020

[32] Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı, Park ve Bahçeler Şube Müdürlüğü. 28.04.2020

[33] **Url-2** <<https://gostergeler.gaosb.org/electricity/month>>, 09.06.2020

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

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



EKLER

EK 1. Gök parlaklığı verileri

Enlem: 37.0101 33 Boylam: 37.5885 12	Saat	m değerl eri	Aritm etik ortala ma	Nelm değeri	Seri num arası	Prot okol sayıs ı	Model	Görünt ü versiy onu	Sıcakl ık	
	22:38:32	15,07		1,3	2377	4	6	25	13,4	30 derec e
	22:39:32	15,06	15,06 667	1,3	2377	4	6	25	9,3	
	22:40:32	15,07		1,3	2377	4	6	25	8,7	
	22:42:53	16,79		2,9	2377	4	6	25	7	60 derec e
	22:43:53	16,5	16,66	2,7	2377	4	6	25	6,7	
	22:44:53	16,69		2,8	2377	4	6	25	6,4	
	22:45:53	16,35		2,5	2377	4	6	25	6,1	
	22:46:44	15,84		2	2377	4	6	25	6,1	90 derec e
	22:47:44	16,69	16,34 333	2,8	2377	4	6	25	6,1	
	22:48:44	16,5		2,7	2377	4	6	25	5,8	
Enlem: 37.0517 90 Boylam: 37.2009 70										
	22:36:26	17,34		3,4	2377	4	6	25	12,8	30 derec e
	22:37:26	17,32	17,33 33	3,4	2377	4	6	25	12,5	
	22:38:26	17,34		3,4	2377	4	6	25	12,2	
	22:46:43	15,67		1,9	2377	4	6	25	10,6	60 derec e
	22:47:43	15,59	15,52 333	1,8	2377	4	6	25	10,9	
	22:48:43	15,31		1,5	2377	4	6	25	10,6	
	22:58:53	17,01		3,1	2377	4	6	25	10,6	90 derec e
	22:59:53	17,44	17,24	3,5	2377	4	6	25	10,6	
	23:00:53	17,27		3,3	2377	4	6	25	10,6	

Enlem: 37.0202 83 Boylam: 37.1906 31										
	23:44:12	12,92		1	2377	4	6	25	7,7	30 derece
	23:45:12	8,92	10,25	4,7	2377	4	6	25	7,4	
	23:46:12	8,91		4,7	2377	4	6	25	7	
	23:48:00	14,52		0,8	2377	4	6	25	6,1	60 derece
	23:49:00	14,54	14,28 333	0,8	2377	4	6	25	6,4	
	23:50:00	13,79		0,1	2377	4	6	25	6,1	
	23:51:31	15,87		2,1	2377	4	6	25	5,8	90 derece
	23:52:31	15,82	15,87	2	2377	4	6	25	5,4	
	23:53:31	15,92		2,1	2377	4	6	25	5,4	
Enlem: 37.0637 02 Boylam: 37.3524 11										
30 derece										
	20:50:08	17,34		3,4	2377	4	6	25	16,4	30 derece
	20:51:08	17,34	17,36 333	3,4	2377	4	6	25	15,7	
	20:52:08	17,41		3,5	2377	4	6	25	15,4	
	20:55:28	16,98		3,1	2377	4	6	25	13,5	60 derece
	20:56:28	16,98	16,97 66	3,1	2377	4	6	25	12,8	
	20:57:28	16,97		3,1	2377	4	6	25	12,5	
	20:59:02	17,68		3,8	2377	4	6	25	11,9	90 derece
	21:00:02	17,68	17,65 33	3,8	2377	4	6	25	11,6	
	21:01:02	17,6		3,8	2377	4	6	25	11,6	
							6			
Enlem: 37.0604 24 Boylam: 37.3646 13										

	21:21:13	12,85		3	2377	4	6	25	10	
	21:22:13	12,99	12,92 33	3	2377	4	6	25	10	30 derece
	21:23:13	12,93		3	2377	4	6	25	10	
							6	25		
							6	25		
	21:24:38	11,22		4	2377	4	6	25	10	
	21:25:38	11,12	11,21 333	4	2377	4	6	25	11	60 derece
	21:26:38	11,3		4	2377	4	6	25	11	
							6	25		
							6	25		
	21:27:51	10,81		4	2377	4	6	25	11	
	21:28:51	10,55	10,58 33	5	2377	4	6	25	11	
	21:29:51	10,39		5	2377	4	6	25	11	90 derece
							6	25		
Enlem: 37.0173 18 boylam: 37.3289 87										
	22:00:26	16,77		2,9	2377	4	6	25	11,6	30 derece
	22:01:26	16,92	16,83	3	2377	4	6	25	11,2	
	22:02:26	16,8		2,9	2377	4	6	25	10,9	
							6			
							6			
	22:03:43	17,74		3,7	2377	4	6	25	10,6	
	22:04:43	17,75	17,74 333	3,8	2377	4	6	25	10,3	60 derece
	22:05:43	17,74		3,7	2377	4	6	25	10,3	
							6			
							6			
Enlem: 37.0629 74 Boylam: 37.3796 06										
	23:58:05	13,09		1,1	2377	4	6	25	18	
	23:59:05	13,37	13,30 33	1,2	2377	4	6	25	18	
	00:00:05	13,45		0,9	2377	4	6	25	17	90 derece
							6	25		
	00:10:00	13,79		1,1	2377	4	6	25	14,1	30 derece
	00:11:00	13,72	13,72 67	1,2	2377	4	6	25	14,1	
	00:12:00	13,67		0,9	2377	4	6	25	13	
							6	25		
	00:13:20	14,38			2377	4	6	25	13,2	

	00:14:20	14,27	14,26		2377	4	6	25	13,5	60 derece
	00:15:20	14,15	67		2377	4	6	25	13,5	
Enlem: 37.0685 77 Boylam: 37.3927 42							6			
							6			
	00:27:29	16,77		2,7	2377	4	6	25	5	
	00:28:32	17,21	17,06	3,8	2377	4	6	25	12,2	
	00:29:32	17,2		5,4	2377	4	6	25	12,2	90 derece
							6			
	00:33:39	16,24		4,8	2377	4	6	25	11,2	30 derece
	00:34:39	16,21	16,22	4,8	2377	4	6	25	11,6	
	00:35:39	16,23	67	4,3	2377	4	6	25	11,2	
							6			
	00:38:05	17,7		5,1	2377	4	6	25	11,2	
	00:39:05	17,75	17,68	5,3	2377	4	6	25	11,2	60 derece
	00:40:05	17,59		5,7	2377	4	6	25	11,2	
Enlem: 37.6501 96 Boylam: 37.3885 34										
	00:54:41	17,81		3,8	2377	4	6	25	5	
	00:54:44	17,12	17,33	3,2	2377	4	6	25	9,9	90 derece
	00:55:44	17,08	667	3,2	2377	4	6	25	10,6	
							6			
	00:59:00	17,81		3,8	2377	4	6	25	10,6	
	01:00:00	17,8	17,76	3,8	2377	4	6	25	10,9	30 derece
	01:01:00	17,68	33	3,7	2377	4	6	25	10,9	
							6			
	01:03:37	17,85		3,8	2377	4	6	25	10,6	
	01:04:37	17,99	17,92	4	2377	4	6	25	10,6	
			667							
	01:05:37	17,94		3,9	2377	4	6	25	10,3	60 derece
Enlem: 37.0258 24 Boylam: 37.3821 45										
	01:34:28	18,29		4,2	2377	4	6	25	11,6	
	01:35:28	18,29		4,2	2377	4	6	25	11,6	
	01:36:28	18,4	18,39	4,3	2377	4	6	25	11,2	30 derece
	01:37:29	18,59	25	4,5	2377	4	6	25	11,2	
							6			

	01:40:10	18,87		4,7	2377	4	6	25	10,9	60 derece
	01:41:10	18,85	18,84	4,7	2377	4	6	25	10,9	
	01:42:10	18,8		4,6	2377	4	6	25	10,9	
							6			
	01:44:50	18,94		4,7	2377	4	6	25	10,6	
	01:45:50	18,94	18,9333	4,7	2377	4	6	25	10,6	90 derece
	01:46:50	18,92		4,7	2377	4	6	25	10,6	
Enlem: 37.0668 90 Boylam: 37.3831 11							6			
							6			
	22:25:05	15,53		1,8	2377	4	6	25	19,3	30 derece
	22:25:09	15,56		1,8	2377	4	6	25	19,3	
	22:26:09	15,67	15,605	1,9	2377	4	6	25	19,3	
	22:27:09	15,66		1,9	2377	4	6	25	18,3	
							6			
	22:29:53	15,59		1,8	2377	4	6	25	16,4	60 derece
	22:30:53	15,61	15,6133	1,8	2377	4	6	25	16,1	
	22:31:53	15,64		1,9	2377	4	6	25	15,7	
							6			
	22:35:26	17,41		3,5	2377	4	6	25	14,8	90 derece
	22:36:26	17,85	17,5233	5,4	2377	4	6	25	14,5	
	22:37:26	17,31		3,4	2377	4	6	25	14,5	
Enlem: 37.0729 55 Boylam: 37.3683 44							6			
							6			
	22:58:29	14,96		1,2	2377	4	6	25	14,1	30 derece
	22:59:29	15,05	15,003	1,3	2377	4	6	25	14,5	
	23:00:29	15		1,2	2377	4	6	25	14,5	
							6			
	23:01:36	15,02		1,3	2377	4	6	25	14,1	60 derece
	23:02:36	15,33	15,0767	1,6	2377	4	6	25	14,1	
	23:03:36	14,88		1,1	2377	4	6	25	14,1	
	0/04/15,	03:04		2,1	.07,1. 3,	0002 377,	6	25	14,6	
	23:04:45	15,07		1,3	2377	4	6	25	14,1	
	23:05:45	16,15	15,91333	2,3	2377	4	6	25	14,5	90 derece

	23:06:45	16,52		2,7	2377	4	6	25	14,1	
Enlem: 37.0725 62 Boylam: 37.3496 35							6			
	20.04.2015	23:16			5.07, 1.3	2377	6	6	0	
	23:16:20	15,08		1,3	2377	4	6	25	14,8	
	23:17:20	15,11	15,11	1,4	2377	4	6	25	14,8	30 derece
	23:18:20	15,14		1,4	2377	4	6	25	14,8	
							6			
	23:19:52	15,12		1,1	2377	4	6	25	14,5	
	23:20:52	14,63	14,98	0,9	2377	4	6	25	14,5	60 derece
	23:21:52	15,19		1,4	2377	4	6	25	14,5	
							6			
	23:23:04	15,2		1,4	2377	4	6	25	14,1	
	23:24:05	16,75	16,44 33	2,9	2377	4	6	25	14,8	90 derece
	23:25:05	17,38		3,4	2377	4	6	25	16,4	
Enlem: 37.0738 83 Boylam: 37.3418 58							6			
							6			
	23:35:19	14,68		0,9	2377	4	6	25	15,7	
	23:35:22	14,68		0,9	2377	4	6	25	15,7	30 derece
	23:36:22	14,68	14,68	0,9	2377	4	6	25	16,1	
	23:37:22	14,68		0,9	2377	4	6	25	16,1	
							6			
	23:38:36	14,8		1,1	2377	4	6	25	15,4	
	23:39:36	17,16	15,59	3,2	2377	4	6	25	15,4	60 derece
	23:40:36	14,81		1,1	2377	4	6	25	15,1	
							6			
	23:42:05	17,33		3,4	2377	4	6	25	14,5	
	23:43:05	17,54	17,43	3,6	2377	4	6	25	14,5	90 derece
	23:44:05	17,42		3,5	2377	4	6	25	14,5	
Enlem: 37.0854 32 Boylam: 37.3318 71							6			
							6			
	00:05:20	14,85		1,1	2377	4	6	25	13,5	
	00:06:20	16,76	15,46	2,9	2377	4	6	25	13,8	30 derece
	00:07:20	14,77		1	2377	4	6	25	13,8	
	0/04/16,	00:09		1,1	.47,2. 6,	0002 377,	6	25	8	

	00:09:02	16,11		2,3	2377	4	6	25	13,2	
	00:10:02	18,09	16,77 67	4	2377	4	6	25	13,2	60 derece
	00:11:02	16,13		2,3	2377	4	6	25	13,5	
							6			
	00:12:57	16,63		2,8	2377	4	6	25	12,8	
	00:13:57	19,3	17,31	5	2377	4	6	25	12,8	90 derece
	00:14:57	16		2,2	2377	4	6	25	12,8	
Enlem: 37.0877 90 Boylam: 37.3422 06							6			
							6			
	00:27:54	12,49		-1	,0000 237	4	6	25	,12.	30 derece
	00:28:54	15,12	14,28 67	1,4	2377	4	6	25	12,2	
	00:29:54	15,25		1,5	2377	4	6	25	12,2	
							6			
	00:31:17	14,85		1,1	2377	4	6	25	11,9	
	00:32:17	15,34	15,12 667	1,6	2377	4	6	25	12,2	60 derece
	00:33:17	15,19		1,4	2377	4	6	25	12,2	
							6			
	00:35:35	18,31		4,2	2377	4	6	25	12,2	
	00:36:35	15,74	17,33	1,9	2377	4	6	25	12,2	90 derece
	00:37:35	17,94		3,9	2377	4	6	25	12,5	
Enlem: 37.0488 52 Boylam: 37.3313 57							6			
							6			
	22:49:56	16,95		3,1	2377	4	6	25	17,4	30 derece
	22:50:56	16,96	16,95	3,1	2377	4	6	25	17,7	
	22:51:56	16,94		3	2377	4	6	25	17,4	
							6			
	22:52:33	17,79		3,8	2377	4	6	25	17	
	22:53:33	17,63	17,70 33	3,7	2377	4	6	25	17	60 derece
	22:54:33	17,69		3,7	2377	4	6	25	17	
							6			
	22:56:05	18,58		4,4	2377	4	6	25	16,4	
	22:57:05	18,44	18,77	4,3	2377	4	6	25	16,4	90 derece
	22:58:05	19,29		5	2377	4	6	25	16,1	
Enlem: 37.0500 44 Boylam:							6			

37.3455 27										
	23:09:50	14,33		0,6	2377	4	6	25	14,8	
	23:10:50	14,42	14,53 66	0,7	2377	4	6	25	14,8	30 derece
	23:11:56	14,86		1,1	2377	4	6	25	14,5	
	23:12:05	15,5		1,7	2377	4	6	25	14,8	
	23:13:05	15,48	15,41 33	1,7	2377	4	6	25	14,8	60 derece
	23:14:05	15,26		1,5	2377	4	6	25	14,8	
	23:15:56	17,15		3,2	2377	4	6	25	14,8	
	23:16:56	17,09	17,16 33	3,2	2377	4	6	25	14,8	90 derece
	23:17:56	17,25		3,3	2377	4	6	25	15,1	
Enlem: 37.5542 16 Boylam: 37.3647 59							6			
	23:28:27	15,85		2,1	2377	4	6	25	15,4	
	23:29:27	15,63	15,71	1,8	2377	4	6	25	15,4	30 derece
	23:30:27	15,65		1,9	2377	4	6	25	15,4	
	23:31:09	16,39		2,5	2377	4	6	25	15,4	
	23:32:09	16,44	16,80 667	2,6	2377	4	6	25	15,4	60 derece
	23:33:09	17,59		3,6	2377	4	6	25	15,4	
	23:34:50	17,57		3,6	2377	4	6	25	15,4	
	23:35:50	17,89	17,98 667	3,9	2377	4	6	25	15,7	90 derece
	23:36:50	18,5		4,4	2377	4	6	25	15,7	
Enlem: 37.0510 16 Boylam: 37.3722 40							6			
	23:40:55	16,97		3,1	2377	4	6	25	15,1	
	23:41:55	16,46	16,76	2,6	2377	4	6	25	15,1	30 derece
	23:42:55	16,85		3	2377	4	6	25	15,4	
	23:43:57	17,44		3,5	2377	4	6	25	15,1	
	23:44:57	17,43	17,28 667	3,5	2377	4	6	25	15,4	60 derece
	23:45:57	16,99		3,1	2377	4	6	25	15,4	
	23:48:09	18,36		4,3	2377	4	6	25	15,1	

	23:49:09	18,34	18,35	4,2	2377	4	6	25	15,1	90 derece
	23:50:09	18,37	67	4,3	2377	4	6	25	15,1	
Enlem: 37.0633 92 Boylam: 37.3660 73							6			
	00:07:56	15,33		1,6	2377	4	6	25	14,5	
	00:08:56	15,34	15,33	1,6	2377	4	6	25	14,5	30 derece
	00:09:56	15,34	667	1,6	2377	4	6	25	14,5	
							6			
	00:11:16	15,8		2	2377	4	6	25	13,8	
	00:12:16	16,07	15,97	2,3	2377	4	6	25	14,1	60 derece
	00:13:16	16,04		2,2	2377	4	6	25	14,1	
							6			
	00:14:09	15,55		1,8	2377	4	6	25	13,8	
	00:15:09	15,72	15,87	1,9	2377	4	6	25	14,1	90 derece
	00:16:09	16,34		2,5	2377	4	6	25	14,1	
Enlem: 37.0704 61 Boylam: 37.3623 23							6			
							6			
	00:22:47	15,25		1,5	2377	4	6	25	13,8	
	00:23:48	15,23	15,25	1,5	2377	4	6	25	14,1	30 derece
	00:24:48	15,27		1,5	2377	4	6	25	14,1	
							6			
	00:26:09	15,91		2,1	2377	4	6	25	13,8	
	00:27:09	16,18	15,96	2,4	2377	4	6	25	13,8	60 derece
	00:28:09	15,81	67	2	2377	4	6	25	13,8	
							6			
	00:29:17	15,59		1,8	2377	4	6	25	13,5	
	00:30:17	16,14	15,91	2,3	2377	4	6	25	13,8	90 derece
	00:31:17	16,02	66	2,2	2377	4	6	25	14,1	
Enlem: 37.0652 80 Boylam: 37.3704 49							6			
							6			
	00:39:16	15,41		1,6	2377	4	6	25	13,5	
	00:39:18	15,39		1,6	2377	4	6	25	13,8	30 derece
	00:40:18	15,4	15,41	1,6	2377	4	6	25	13,8	
			25							

	00:41:18	15,45		1,7	2377	4	6	25	13,8	
							6			
	00:41:55	16,57		2,7	2377	4	6	25	13,5	
	00:41:57	16,56		2,7	2377	4	6	25	13,5	60 derece
	00:42:58	16,44	16,44	2,6	2377	4	6	25	13,5	
	00:43:58	16,19		2,4	2377	4	6	25	13,5	
							6			
	00:44:46	17,74		3,7	2377	4	6	25	13,5	
	00:45:47	17,35	17,44 33	3,4	2377	4	6	25	13,8	90 derece
	00:46:47	17,24		3,3	2377	4	6	25	14,1	
Enlem: 37.0732 17 Boylam: 37.3955 40							6			
							6			
	23:46:28	14,58		0,8	2377	4	6	25	14,1	
	23:47:34	15,43	14,54	1,7	2377	4	6	25	13,8	30 derece
	23:48:34	13,61		0	,0000 237	,0000 000	6	25	,13.	
							6	25		
	23:50:56	17,02		3,1	2377	4	6	25	13,2	
	23:51:01	16,94	16,82	3	2377	4	6	25	13,2	60 derece
	23:52:01	16,5		2,7	2377	4	6	25	13,2	
							6			
	23:53:48	18,53		4,4	2377	4	6	25	12,8	
	23:54:48	18,14	16,97 67	4,1	2377	4	6	25	13,2	90 derece
	23:55:48	14,26		0,5	2377	4	6	25	13,2	
Enlem: 37.0452 68 Boylam: 37.3442 01							6			
							6			
	23:59:42	16,07		2,3	2377	4	6	25	13,2	
							6			
	00:00:42	16,19	16,2	2,4	2377	4	6	25	13,5	30 derece
	00:01:32	16,34		2,5	2377	4	6	25	13,2	
							6			
	00:02:48	16,87		3	2377	4	6	25	13,5	
	00:03:48	15,54	16,01	1,8	2377	4	6	25	13,5	60 derece
	00:04:48	15,62		1,8	2377	4	6	25	13,5	
							6			
	00:06:25	16,05		2,2	2377	4	6	25	13,2	
	00:07:25	16,34	16,8	2,5	2377	4	6	25	13,5	90 derece
	00:08:25	18,01		4	2377	4	6	25	13,5	

	00:30:40	15,25		1,5	2377	4	6	25	14,8	60 derece
	00:31:40	15,22		1,5	2377	4	6	25	14,5	
							6			
	00:31:01	18,64		4,5	2377	4	6	25	13,2	
	00:32:01	17,26	17,91	3,3	2377	4	6	25	13,2	90 derece
	00:33:01	17,83		3,8	2377	4	6	25	13,2	
Enlem: 37.0387 36 Boylam: 37.3406 28							6	25	13,2	
	23:40:55	16,97		3,1	2377	4	6	25	15,1	
	23:41:55	16,46	16,76	2,6	2377	4	6	25	15,1	30 derece
	23:42:55	16,85		3	2377	4	6	25	15,4	
							6			
	23:43:57	17,44		3,5	2377	4	6	25	15,1	
	23:44:57	17,43	17,28 667	3,5	2377	4	6	25	15,4	60 derece
	23:45:57	16,99		3,1	2377	4	6	25	15,4	
							6			
	23:48:09	18,36		4,3	2377	4	6	25	15,1	
	23:49:09	18,34	18,35 66	4,2	2377	4	6	25	15,1	90 derece
	23:50:09	18,37		4,3	2377	4	6	25	15,1	

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Kenan Latifoğlu

- Lise: 19 Mayıs Lisesi (İngilizce Ağırlıklı)
- Lisans: Abant İzzet Baysal Üniversitesi– Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü (İngilizce)
- Yüksek Lisans: Gaziantep Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü- Atom ve moleküler Fizik

Doktorasına İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Genel Fizik alanında devam etmektedir.

Mesleki Deneyim:

- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi 2011-

İlkoğretimini Yüzüncü Yıl İlkoğretim Okulu'nda, Ortaoğretimini de 19 Mayıs Lisesinde tamamladıktan sonra Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik (İngilizce)Bölümünü 2008 yılında tamamlamıştır. Lisans Eğitiminden sonra Amerika'da dil okulu'ndan "Advance" düzeyde İngilizce eğitimi tamamladı. Bellevue University Nükleer fizik bölümünde Yüksek lisans eğitimini yarıda bırakarak Türkiye'ye dönüş yaptı (2009). Gaziantep Üniversitesi'nde Yüksek Lisansını Atom ve Moleküler Fiziğinde "Spin Quantum Hall Etkisi ve Hamiltonyeleri" konulu tezini tamamladı (2013).

2011 yılında Gaziantep Büyükşehir belediyesi 'ne bağlı Gezegenevi ve Bilim Merkezi'nde uzman eğitmen olarak göreve başladı. Şu anda merkezin amiri olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda Planetaryan sertifikasına sahiptir.