

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI ŞEHİRLER VE MALATYA'NIN AKILLI BİR ŞEHİR OLMASI İÇİN
ÖNERİLER

MEHMET BURAK PEKTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK ANABİLİM DALI

EKİM 2019

Tezin Başlığı: Akıllı Şehirler ve Malatya'nın Akıllı Bir Şehir Olması için Öneriler

Tezi Hazırlayan: Mehmet Burak PEKTEKİN

Sınav Tarihi: 17.10.2019

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Elektrik-Elektronik Mühendisliği
Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ İnönü Üniversitesi

Dr. Öğr. Ü. M. İlyas BAYINDIR Fırat Üniversitesi

Dr. Öğr. Ü. Cemal KELEŞ İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Kazım TÜRK

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akıllı Şehirler ve Malatya'nın Akıllı Bir Şehir Olması için Öneriler” 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.

Mehmet Burak PEKTEKİN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AKILLI ŞEHİRLER VE MALATYA'NIN AKILLI BİR ŞEHİR OLMASI İÇİN ÖNERİLER

Mehmet Burak PEKTEKİN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

66 + x sayfa

2019

Danışman: Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ

Günümüzde şehirlerimiz gittikçe daha karmaşık ve yaşanması zor hale gelmiştir. Bu durumun sebepleri arasında hava kirliliği, küresel ısınma, altyapı ve üstyapıda meydana gelen problemler bulunmaktadır. Bu problemler vakit ve enerji kaybı dışında insanların hayatını da zorlaştırmakta ve şehrin çehresini bozmaktadır. Akıllı şehir sistemi ise bu sıkıntıları en iyi şekilde tarayıp çözmeyi ve daha yaşanabilir bir şehir geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bütün şehirler gibi Malatya'nın da bu teknolojiye yararlanması ve düzenli bir şehir olması gerekmektedir. Bu çalışmada akıllı şehirler için kullanılan akıllı etmenler ele alınmış ve Malatya'da uygulanabilir olması için öneriler sunulmuştur.

Tezin amacı, akıllı şehir sistemlerini, bir şehrin akıllı şehir olabilmesi için gerekli özellikleri, bu sistemlerin ekipmanlarını irdeleyip; akıllı şehirler perspektifi içerisinde Malatya'nın şu anki durumu ve bir akıllı şehir olabilmesi için çözüm önerilerini göstermektir. Bu konuda öneri sunma amacımız Malatya şehrinin küresel ısınmaya karşı duyarlı, gerek altyapı gerekse üst yapı sistemleri ile kontrolü kolay, teknolojik araçlar ve ürünlere açık, daha güvenli ve yaşanabilir bir yer haline getirmektir. Bir şehirde küresel ısınmaya sebep olan etmenler yani karbon emisyonu, yeşil alanların yetersizliği ve ısınma amaçlı yakılan yakıtlardan çıkan gazlar ve bunların nasıl bertaraf edilebileceği incelenecektir. Gelişmiş şehirlerdeki altyapı ve üstyapı sistemleri incelenerek bu sistemlerin Malatya'ya uygulanabilmesi için gerekenleri ve sistemlerimizin nasıl daha sade ve daha ulaşılabilir olabileceği ile

ilgili çalışmalar sunulacaktır. Bu alışma içerisinde tasarruf tedbirlerine ve israfı azaltmaya yönelik hamlelere de yer verilecektir. Bunun için akıllı aydınlatma sistemi nerileri sunulacak ve bir sokak aydınlatma sistemi prototipi yapılarak verimliliği gözlenecektir.

ANAHTAR KELİMELEER: Akıllı şehirler, akıllı şehirlerde bulunan etmenler,akıllı aydınlatma, akıllı çöp toplama.



ABSTRACT

Master Thesis

SMART CITIES AND SUGGESTIONS TO MAKE MALATYA A SMART CITY

Mehmet Burak PEKTEKİN

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical & Electronics Engineering

66 + x pages

2019

Advisor: Prof. Dr. Asim KAYGUSUZ

Nowadays, our cities have become increasingly complex and difficult to experience. These problems make the lives of people difficult, waste of time and energy and distort the around of the city. The smart city system aims to scan and solve these problems in the best way and to develop a more livable city. Like all cities, Malatya should benefit from this technology and be a organized city. In this study, smart factors used for smart cities have been discussed and suggestions have been made to be applicable in Malatya.

The aim of this thesis is to examine the smart city systems, the features required for a city to become a smart city, the equipment of these systems; showing the current situation of Malatya in the perspective of smart cities and suggest solutions to make it a smart city. Our objective is to make Malatya a place that is sensitive to global warming, easy to control with infrastructure and superstructure systems, open to technological tools and products, safer and more livable. The factors that cause global warming in a city, e.g. carbon emissions, insufficient green areas and gases emitted from the fuels burned for heating purposes and how they can be disposed of will be examined. Infrastructure and superstructure systems in developed cities will be examined and studies on how these systems can be applied to Malatya and how our systems will be more simple and more accessible will be presented. In the light of these studies, while adding a smart face to our city, the benefits of a city that open to technology will be examined. This study will also include saving measures and measures to reduce waste. For this aim, intelligent

lighting system suggestions will be presented and a street lighting system prototype will be made to watch its efficiency.

KEYWORDS: Smart cities, factors in smart cities, smart lighting, smart garbage collection.



TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı yöneten hocam Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ'a;

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve sürekli yanımda olup bana destek olan babam Ahmet Tarık PEKTEKİN'e, annem Zeynep PEKTEKİN'e ve abim Salih Talat PEKTEKİN'e

Tez yazım sürecimde ve hayatım boyunca maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kardeşim, dostum, arkadaşım Enes YASAK ve ailesine,

Bu süreç içerisinde manevi desteklerinin eksikliğini hiç hissetmediğim Çağatay Berk PEKTEKİN'e, Muhammed Bilal SERTTAŞ'a ve Emre YAĞMUR'a

Beni bu süreçte yalnız bırakmayan rektörümüz Prof. Dr. Ahmet KIZILAY'a, değerli hocam Prof. Dr. Serdar Ethem HAMAMCI'ya, amcam Uzm. Dr. Turgut Murat PEKTEKİN'e

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. AKILLI ŞEHİRLERDE OLMASI GEREKEN ETMENLER	3
2.1. İletişim Etmeni	3
2.2. Sağlık Etmeni	4
2.3. Vatandaş Etmeni	5
2.4. Yönetim Etmeni	6
2.5. Ulaşım Etmeni.....	7
2.6. Enerji Etmeni	8
2.7. Altyapı Etmeni	9
2.8. Bina Etmeni.....	9
3. AKILLI ŞEHİRLERDE YAPILAN ÖRNEK	
UYGULAMALAR.....	12
3.1. Akıllı Şehirler İçin Gece Uydu Gözlemleri	12
3.2. Akıllı Şehirler İçin Trafik Yönetim Sistemleri	13
3.3. Akıllı Şehirler İçin Hasta İzleme Yöntemleri	14
3.4. Yürüyüşler için Akıllı Sağlık Rotası	14
3.5. Akıllı Şehir Etki Alanı Bilgi Modeli	15
3.6. Mavi-Yeşil Altyapı.....	16
3.7. Akıllı Şehirlerde Araç Kontrol Uygulamaları.....	18
3.8. IoT ile Akıllı Şehirlerde Sağlanan Kolaylıklar	18
3.9. Otoparklar İçin Araç-Araç İletişimi	18
3.10. Sıcak Su Aktarımı	19
3.11. Akıllı Şehirlere Vatandaşların Uzun Vadeli Katılımı İçin	
Öneriler.....	20
3.12. Nesnelerin İnterneti ile Evde Bakım Hizmeti	21
3.13. Açık Veri İle Kentsel Hareketliliğin Tahmini Ve Analizi	22
3.14. Akıllı Şehirlerde Festival Ve Etkinlik Planlamaları.....	23
3.15. Akıllı Şehirler İçin Yaşayan Laboratuvarlar	23
3.16. Akıllı Şehir Web Uygulamaları	24
3.17. Akıllı Bisiklet Uygulamaları	25
3.18. Akıllı Şehirler İçin Elektrikli Taksiler	26
3.19. Akıllı Sokak Aydınlatmaları	27

3.20.	Akıllı Şehirlerde Sorunların Tespiti	27
3.21.	Akıllı Çöp Kutuları	28
3.22.	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri	29
3.23.	Dünyadan Akıllı Şehir Örnekleri	31
3.24.	Türkiye'den Akıllı Şehir Örnekleri	32
4.	MALATYA'NIN AKILLI BİR ŞEHİR OLABİLMESİ	
	İÇİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	34
4.1.	Akıllı Aydınlatma Çalışmaları	34
4.1.1.	Belirli Saatler Arasında Armatürleri İki Tanede Bir	
	Yakmak	35
4.1.2.	Sensörler Aracılığı ile Yoğunluğa Göre Aydınlatma	
	Sağlanması	37
4.1.3.	Güneş Panelli Led Aydınlatma Direkleri Kullanmak	39
4.2.	Sensörler Aracılığı Bir Prototip Yapılması ve Çalışma	
	Prensiplerinin Açıklanması	43
4.3.	Akıllı Çöp Kutuları.....	52
4.4.	Gece Uydu Gözlemleri.....	54
4.5.	Yüzen Enerji Santralleri	56
4.6.	Trafik Yoğunluğu.....	57
4.7.	Kabristan Bilgi Sistemi	60
4.8.	Otopark Yönlendirme.....	60
4.9.	Malatya'da Mevcut Olan Akıllı Sistemler.....	59
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	61
6.	KAYNAKLAR	63
	ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1.	Akıllı şehirler ve etmenleri [8]	2
Şekil 3. 1.	İstanbul gece uydu gözlemi [22].....	12
Şekil 3. 2.	Trafik yönetim sistemi [23]	13
Şekil 3. 3.	Hasta izleme yöntemleri [24].....	14
Şekil 3. 4.	Yürüyüşler için akıllı sağlık rotası [25]	15
Şekil 3. 5.	Mavi-Yeşil altyapı örnekleri [27]	17
Şekil 3. 6.	Mavi-Yeşil altyapı örnekleri [27]	17
Şekil 3. 7.	Varsayılan sistem mimarisinin gösterimi [30].....	19
Şekil 3. 8.	Sıcak su sensörleri [31].....	20
Şekil 3. 9.	Rovereto Play&Go uygulaması [32]	21
Şekil 3. 10.	Akıllı ev ve bileşenleri [33]	22
Şekil 3. 11.	Open Street Map Malatya görüntüsü [34]	22
Şekil 3. 12.	Başakşehir YL [35].....	24
Şekil 3. 13.	Mark a Spot ana sayfası [36]	24
Şekil 3. 14.	Fix My Street ana sayfası [37].....	25
Şekil 3. 15.	Skedgo ana sayfası [38]	25
Şekil 3. 16.	Malatya akıllı bisiklet durakları [39]	26
Şekil 3. 17.	İstanbul'dan bir elektrikli taksi örneği [40]	26
Şekil 3. 18.	Akıllı sokak aydınlatması örneği [41]	27
Şekil 3. 19.	Yeşilyurt Belediyesi android uygulaması [42]	28
Şekil 3. 20.	Akıllı çöp kutusu [43].....	29
Şekil 3. 21.	Sürdürülebilir kalkınma hedefleri [44]	30
Şekil 4. 1.	İki tanede bir yakılan sokak lambaları [45]	36
Şekil 4. 2.	Hasanbey Caddesi harita görünümü [46]	37
Şekil 4. 3.	Hasanbey Caddesi gece görünümü.....	37
Şekil 4. 4.	Malatya için güneş enerjisi potansiyeli haritası [47]	39
Şekil 4. 5.	Malatya merkezi güneşlenme süreleri (Saat) [47]	40
Şekil 4. 6.	Normal sokak aydınlatma direği [51]	42
Şekil 4. 8.	HC-SR501 hareket algılama sensörü (PIR dedektör).....	44
Şekil 4. 9.	HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü	44
Şekil 4. 10.	LDR	45
Şekil 4. 11.	Arduino Mega 2560 R3 Klon CH340.....	45
Şekil 4. 12.	LDR Direnç/Işık Şiddeti grafiği	45
Şekil 4. 13.	Sisteme ait giriş ve çıkışlar	46
Şekil 4. 14.	HC-SR501 hareket algılama sensörü (PIR dedektör)	47
	bağlantı şeması	47
Şekil 4. 15.	HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü bağlantı şeması	47
Şekil 4. 16.	LDR bağlantı şeması.....	47
Şekil 4. 17.	LM35 bağlantı şeması.....	48
Şekil 4. 18.	Led lambalara ait bağlantı şeması.....	48
Şekil 4. 19.	Yol lambaları için sistem akış şeması.....	49
Şekil 4. 20.	Yaya lambaları için sistem akış şeması	49
Şekil 4. 21.	Prototip görseli.....	50
Şekil 4. 22.	Prototip görseli.....	51
Şekil 4. 23.	Normal çöp kutuları [52]	52
Şekil 4. 24.	Çöp sıkıştırma sistemine sahip akıllı çöp kutusu [43]	53
Şekil 4. 25.	Loss of the Night uygulaması ekran görüntüsü [54]	55

Şekil 4. 26.	Dark Sky Meter uygulaması ekran görüntüsü [54].....	56
Şekil 4. 27.	Yüzen enerji santralleri [57]	57
Şekil 4. 28.	Çevreyolu trafik durumu görseli [58].....	57
Şekil 4. 29.	Malatya şehir mezarlığı [59].....	58



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1.	Standartlar ve uygulanma düzeyleri	10
Çizelge 4. 1.	Belediyelere ait aydınlatma verileri	35
Çizelge 4. 2.	Bu yöntem ile yapılan tasarrufa ait veriler	36
Çizelge 4. 3.	Sistemlerin güç sarfiyatları	38
Çizelge 4. 4.	Sistemlerin karşılaştırılması ve tasarruf miktarı	39



1. GİRİŞ

Gün geçtikçe bütün sistemler akıllı hale gelmeye başlamıştır. Akıllı şehirler de bunlardan birisidir. Akıllı şehirlerin planlanması ve sürdürülebilir hale gelmesi günümüzde ve yakın gelecekte belediyelerin ve yerel yönetimlerin bir problemi olacaktır. Bu yüzden önemli çalışma konularından birisi olacağı görülmektedir. Akıllı şehirler yalnızca teknolojik şehirler değildir. Aynı zamanda yaşanabilirlik, erişim, trafik ve çevresel sorunlarından kurtulmak için tüm paydaşların birlikte hareket ettiği şehirlerdir.

Bu çalışmada, bir şehrin akıllı şehir olabilmesi için gerekli özellikleri, bu sistemlerin ekipmanlarını irdeleyip; akıllı şehirler perspektifi içerisinde Malatya'nın şu anki durumu ve tam bir akıllı şehir olabilmesi için çözüm önerilerini amaçlamıştır. Bu konuda öneri sunma amacımız şehrimizi küresel ısınmaya karşı duyarlı, gerek altyapı gerekse üst yapı sistemleri ile kontrolü kolay, teknolojik araçlar ve ürünlere açık, daha güvenli ve yaşanabilir bir yer haline getirmektir. Akıllı şehirler ile ilgili güncel çalışmalar, altyapı ve üstyapı sistemleri incelenerek bu sistemlerin Malatya'ya uygulanabilmesi için gerekenleri ve sistemlerimizin nasıl daha sade ve daha ulaşılabilir olabileceği ile ilgili çalışmalar sunulacaktır. Bu çalışmalar ışığında şehrimize akıllı bir çehre katarken aynı zamanda teknolojiye açık bir kentin bizlere getirilerini de incelenmiştir. Şehrin belirli yerlerinde kullanılan Mobese sistemleri de bu konuda kullanacağımız ekipmanlardan biri olacaktır. Bu sayede güvenlik artırılırken aynı zamanda hızlı ve kolay ulaşım sağlanacak yakıt tüketimi ve zararlı gaz salınımı azalacaktır. Akıllı yerleşme konusu da incelenecek önemli konulardan biridir. Ulaşım ile ilgili çözüm çalışmaları yanında park sorunlarına da değinilecektir. Bütün bu konular incelenirken aynı zamanda bu sistemlerin entegrasyonu ve şehrin kontrolünün sağlanması amaçlanmıştır. Akıllı bir şehir için gereken en önemli parçalardan biri olan akıllı şebekeler de bu konu içerisinde yer alacaktır. Şekil 1'de akıllı şehirde olması gereken etmenler verilmiştir.



Şekil 1. 1.Akıllı şehirler ve etmenleri [8]

En iyi akıllı şehir planlaması bu etkenlerin hepsinin bir arada olması ve azami ölçüde bu etmenlerden faydalanılması ile meydana gelecektir. Aynı zamanda vatandaş odaklı çalışma da bu sistemlerin uygulanmasını kolaylaştıracaktır. Buradaki etmenlerin uygulanması şu şekilde olmalıdır.

2. AKILLI ŞEHİRLERDE OLMASI GEREKEN ETMENLER

2.1. İletişim Etmeni

İletişim sistemi Akıllı Şehirlerde, bilgi iletişim teknolojilerinin yardımı ile vatandaşların ve kamu kuruluşlarının işlerini ve işleyişini kalıcı bir şekilde kolaylaştırmak için yapılan uygulamalar bütünüdür. Bunun için farklı yollardan (sensörler, taşıtlar, akıllı sayaçlar vb.) toplanan verileri işlenir ve anlamlandırarak ileriye dönük kararlar almayı sağlar. Bu kararlar ile yüksek miktarda enerji tasarrufu yapmak mümkün olacaktır.

Bunlara örnekler vermek gerekirse; sensörler ve Mobese yardımı ile hem park ücretlerini hem de boş park yerlerini gösteren akıllı telefon uygulamaları yazılarak hem park sorunu hem de park ücreti düzenlenebilir. Buna benzer olarak trafik kontrolü ve yoğun arterlerdeki yükü hafifletmek amacı ile trafik ışıklarının sürelerini değiştirerek yol stresini azaltan ve düzeni sağlayan uygulamalar kullanılabilir. En önemlisi de acil durumlarda ambulansların geçiş güzergahını düzenleyen trafik ışık sistemi gibi sistemler kullanılabilir. Aynı zamanda dünyanın bir çok yerinde akıllı sayaçlar ile yük tahmini yapılmakta ve bu tahminlerden yola çıkılarak enerji sarfiyatı düşürülmektedir. Akıllı şehir yapılanmasını akıllı sayaçlar (SCADA) üzerine kurmuş olan birçok şehir bulunmaktadır. Wi-Fi ağları ile de yer tespiti (GPS) yapılabilmektedir. Bu tespitler ile konser, miting, fuar gibi kalabalık organizasyonlarda insanların bir yerde toplanması veya yoğunluğun bir anda aynı bölgeye yönelmesinden anlaşıp acil bir şekilde müdahale yapıp sorunlar büyümeden önlenmesi sağlanabilecektir.

Aynı zamanda iletişim sistemleri bütün akıllı etmenleri birbirine bağlayan sistem olacaktır. Bu sistem ile acil durumlarda akıllı yönetim sağlanacaktır. Öneminden dolayı yedek hatları ve el ile kontrol edilebilen parçaları bulunmalıdır. Bütün sistemin temeli olması nedeniyle güvenliği de çok önemlidir. Oluşabilecek siber saldırılarda veya çökmelerde sistem ve kullanıcılar çok büyük zararlar görebilir, bu nedenle katmanlı güvenlik yapılanmaları ile korunmalı ve kesintisiz olmalıdır.

İletişim sistemlerinde bütün bilgiler bir merkezde toplanacaktır ve bu bilgilerin muhafazası büyük önem arz etmektedir. Bilgi güvenliği için mevcutta bulunan standartlara da uyulması gerekmektedir. Bu standartlardan en önemlisi ISO 27001:2005 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi standardıdır. Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, bilgi güvenliğini kurmak, gerçekleştirmek, işletmek, izlemek, gözden

geçirmek, sürdürmek ve geliştirmek için, iş riski yaklaşımına dayalı tüm yönetim sisteminin bir parçası olarak tanımlanmaktadır.

2.2. Sağlık Etmeni

Bu etmen aslında en çok çeken ve bizi etkileyen etmendir. Yeşil binalar, mavi yeşil altyapı, atık ayrıştırma tesisleri, trafik yoğunluğuna göre ışık düzenlemeleri ve yenilenebilir enerji kaynakları ile akıllı şehirler sağlık açısından da yaşam kalitesini yüksek seviyelere çıkarmayı amaçlamaktadır. Akıllı şehirlerde bulunan yeşil binalar sayesinde hem oksijen salınımı artacak hem de kullandığı yenilenebilir kaynaklar ile karbon emisyonuna neden olmayacaktır. Mavi yeşil altyapı ile betonsuz doğal yollardan altyapılar kurulacak ve suyun doğadaki yolunu izlemesi sağlanıp altyapı arızalarının önüne çevreci bir şekilde geçilecektir. Atık ayrıştırma tesisleri ile devasa çöplükler oluşup metan gazı salınımına neden olmayacaktır. Aynı zamanda bu atıklardan geri dönüşüm ve elektrik enerjisi elde edilebilecektir. Trafik yoğunluğuna göre kendini optimize eden ışık sistemleri hem araçların yakıt tüketimini azaltacaktır hem de acil durumlarda önceliği olan araçlara göre kendini düzenleyip en hızlı şekilde müdahale yapılmasını sağlayacaktır. Bu sistemlere akıllı aydınlatma sistemleri ekleyerek hem aydınlatma sisteminin ışık durumuna göre aydınlatma şiddetlerini ayarlayarak tasarruf yapılacak hem de sürücünün gözünü alması engellenecektir böylece gece yolculuklarında kaza riski azalacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde ve araçlarda kullanılması ise çevre kirliliğinin önüne geçecek ve yaşam alanlarımızı çok daha sağlıklı hale getirecektir.

Yaşlı ve hastaların bakımı için evlerine yerleştirilen hareket sensörleri ve nabız ölçen akıllı kol saatleri ile kontrol yapılarak oluşabilecek sorunlara acil müdahale edilebilecektir. Akıllı ekipmanlar acil servis itfaiye gibi acil müdahale gerektiren durumlarda ilgili yerlere sinyal gönderip yardım çağırabilecektir. Gönderdiği veriler sayesinde de müdahale ekibi olay yerine varmadan sorunun ne olduğuna dair fikir sahibi olabilecektir. Aynı sistemler bebek bakılırken izlenmesi için de kullanılabilir.

Bu etmen akıllı şehir sisteminin bir girdisi değil çıktısı konumundadır. Sağlıklı yaşam alanları akıllı şehirlerin sonuçlarından ve faydalarından biridir.

Bu etmene ait standartlar bulunmaktadır. Bu standartlar aşağıda verilmektedir.

ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi: Bu sistem her türlü üretim sektöründe, ürünün ilk aşamasından tüketiciye sunulmasına kadar geçen her adımda çevresel etkilerin dikkate alınarak üretimin gerçekleştirilmesini sağlayan sistematik bir yaklaşımdır.

OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi: OHSAS 18001'in temel amacı; iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasal mevzuatın ışığı altında, kuruluştaki söz konusu riskleri ortadan kaldırarak veya en aza indirerek, sağlıklı, güvenli bir çalışma ortamı oluşturmak ve bu ortamı yönetmektir.

2.3. Vatandaş Etmeni

Vatandaşlar bu sistemin hem en önemli hem de en küçük parçalarıdır. Vatandaşların sistemin gereklerini bilerek ona göre tüketim yapmaları hem akıllı şebeke sisteminin kullanımını kolaylaştıracak hem de düzenin kurulması ve devam etmesi hususunda önemli rol oynayacaktır. Akıllı şebeke sisteminde yükün tahmin edilebilir ve tüketicinin bilinçli olması santral ve hatların ona göre yüklenmesini yorulmamasını ve rahatlamasını sağlayacaktır. Bilinçli kullanım ile birlikte bazı zor durumlarda ithal ettiğimiz elektrik gücünü azaltarak ülkemiz ekonomisi üzerindeki yük azalacaktır. Vatandaşlarımızın katılımı için geliştirilebilecek mobil uygulamalar ve ödüllendirme sistemleri hem talebi ve isteği arttıracak hem de ilk alışma sürecinde zorlanmaların önüne geçecektir. Aynı zamanda şehrin farklı yerlerine yerleştirilen açıklayıcı videolar broşürler ve reklam çalışmaları da katılımı arttıracaktır. Gençlerimizin özellikle de çocukların bu sistemi öğrenmesi için ders olarak gösterilmesi gelecek nesiller adına gayet faydalı olacaktır. Yaşayan Laboratuvarlar bilişim teknolojileri ve tasarım konulu ürün ve hizmetlerin, gerçek yaşam ortamında, gerçek kullanıcılarla test edilebileceği ve geliştirilebileceği ortamlardır. Yaşayan Laboratuvarlar da inovasyon ve katılım için önemli bir adımdır.

Akıllı bir şehrin en önemli etmenlerinden biri de engelli vatandaşlar için hayatı ne kadar kolaylaştırabildiğidir. Bunun için düzenli yollar, engelli rampası bulunan kaldırımlar, sürekli olan ve fazla miktarda dönüşü bulunmayan âmâ taşları ve sesli uyarı sistemleri kullanılabilir.

Bu etmen için geçerli standartlar ise ISO 22395 Güvenlik Ve Esneklik - Topluluk Esnekliği - Acil Durumlarda Savunmasız Kişileri Desteklemek İçin Kurallar ve TSE-10002 KYS Vatandaş Memnuniyet Belgesi'dir. ISO 22395; kuruluşlara doğal ve insan kaynaklı (kasıtlı ve kasıtsız) acil durumlara karşı en savunmasız bireyleri

tanımlama, dahil etme, onlarla iletişim kurma ve destekleme yönergeleri sunar. Ayrıca, acil durumlarda savunmasız kişilere destek sağlanmasının sürekli iyileştirilmesi için kılavuzlar içerir. Acil bir durumda savunmasız kişilerle çalışmanın planlamasının bir kısmını veya tamamını üstlenmesi veya sorumluluğu olan kuruluşlar tarafından kullanılması amaçlanmıştır. TSE-10002 KYS Vatandaş Memnuniyet Belgesi ise vatandaşların şikayeti ile karşılaşılan durumlarda kuruluşlara nasıl davranmaları gerektiğine dair yol gösterir, vatandaşlar ile yaşanan bir olay sonrasında “özür” dilememiz yeterli mi, yoksa telafi etmek için tazminat ödemek de dahil olmak üzere daha büyük bir faaliyet mi planlamamız gerektiğine dair rehberlik eder, vatandaşlar ile yaşanan problemlerin en adil şekilde ele alınmasını ve şikayetlerden ders çıkarılarak iyileştirmeye açık alanların tespit edilmesini sağlar.

2.4. Yönetim Etmeni

Bir şehrin akıllı şehir olabilmesi için bütün etmenlerin kusursuz bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Yönetici sistemi çok iyi okuyup analiz edebilmeli ve sorunları düzeltebilmelidir. Akıllı etmenler arasındaki önceliği iyi kurmalı ve kullanılmalıdır. Acil bir durumda ambulans giderken trafik yoğunluğuna göre o yolun trafik akışını düzenlemek akıl karı değildir. Bu ve benzeri sıkıntılar yaşanmaması için yönetim iyi düşünmeli ve çalışmalıdır. Aynı zamanda altyapı kurumlarının da koordineli çalışmaları ve imar çalışması yapılacak bölgelere altyapıyı önceden getirmeleri de işlerin defalarca yapılmasını engelleyecektir. Dünyanın birçok yerinde şehir altyapısı tünellerle sağlanmaktadır. Bu sistem çalışma kolaylığı sağlamakta ve geleceğe yönelik bir yatırım olarak dikkat çekmektedir.

Yeşil altyapı sistemleri ile enerji giderlerinin azaltılmasını, taşkınların yol açtığı hasarı ve maddi zararları, halk ve çevre sağlığının korumasını sağlayarak daha kaliteli bir yaşam sağlanabilecektir. Ekonomik ve ekolojik faydaları göz önünde bulundurulduğunda yeşil altyapı sisteminin ne kadar doğru bir yatırım olduğu daha net görülebilmektedir.

Veri yönetimi, yönetim etmeninin en önemli parçasıdır. Elde edilen veriler en iyi şekilde analiz edilmeli, kullanılmalı ve saklanmalıdır. Aynı zamanda bu verilerin korunması da hayati önem taşımaktadır.

Yerel yönetim ve yöneticilerimize de bu konu altında yer verecek olursak altyapı ve üstyapı kurumlarının yöneticileri iletişim içerisinde akıllı şehir konseptine

uygun planlar üzerinde çalışmalı, üretmeli ve üst düzey koordinasyon içerisinde hareket etmelidir.

Bu etmene ait standartlar aşağıda belirtilmiştir.

ISO/IEC 30182 - Akıllı Şehir Kavramı Modeli - Veri Girişimciliği İçin Bir Model Kurma Kılavuzu: Bu Uluslararası Standartta belirtilen akıllı şehir konsept modeli (SCCM), herhangi bir sektörden verileri tanımlamak için kullanılabilecek kapsamlı kavram ve ilişkiler çerçevesini tanımlayarak bu birlikte çalışabilirlik eksikliğini ele almaktadır.

ISO/IEC 21972 - Bilgi Teknolojisi - Akıllı Şehir Göstergeleri İçin Üst Düzey Ontoloji: Bu belge olabilecek bir veri modelini belirtir. Şehir gösterge tanımlarını temsil etmek için kullanılır. Yani şehir göstergelerini farklı ülkeler arasında karşılaştırmaya çalışan insanları hedeflemektir.

ISO/IEC 27550 - Bilgi Teknolojisi - Güvenlik Teknikleri - Sistem Yaşam Döngüsü İşlemleri İçin Gizlilik Mühendisliği: “Gizlilik mühendisliği”, tüm BİT sistemlerinin yaşam döngüsü boyunca gizliliğin dikkate alınmasını içerir; gizlilik, işlevlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu, kişisel verilerin korunmasına ilişkin gizlilik gereksinimlerini karşılamak için mühendislik bilişim sistemleri konusunda bir bilgi teknolojileri güvenlik standardıdır.

2.5. Ulaşım Etmeni

Ulaşım etmeni bir akıllı şehrin en önemli parçalarından biridir. Özellikle de ulaşımın artık uzun zaman aldığı ve trafik karmaşasının insanlara süresinden dolayı vakit, aracın çalışmasından dolayı yakıt ve karbon emisyonundan dolayı sağlık kaybına neden olacağı açıktır. Koordine edilmiş yollar aksamadan akan trafik ve kolay park yeri bulma herkesin isteyeceği imkanlardır. Bütün bunların hepsini akıllı sistemler ve uygulamalar ile sağlamak mümkündür. Mobeseler ile koordineli çalışan yoğunluğa göre ışık sürelerini düzenleyen bir sistem ile hepsini birden iyileştirilirken aynı zamanda acil durum koordinasyonu da sağlanmaktadır. Mobeseler, sensörler, trafik ekiplerinin anlık girdileri ile sürücüler her an her yoldan haberdar olabilir ve buna göre rotalarını düzenleyebilir.

Çoğu yerde yeni yollar yapmak ve yeni şeritler eklemek mümkün değildir, ancak yol kenarlarındaki algılayıcılar ve küresel konumlandırma sistemleri yardımıyla yolları ve otomobilleri daha akıllı hale getirmek mümkündür.

Bu etmen için belirlenen standartlar şunlardır.

ISO 39001 - ISO 39001 Yol Trafik Güvenliği Yönetim Sistemi: Karayolu trafik kazaları ile ilgili ölüm ve ciddi yaralanmaların azaltılmasına yardımcı olmak için karayolu trafik sistemi ile etkileşimde bulunan herhangi bir organizasyona olanak sağlayan yönetim sistemi gerekliliklerini belirlemektedir.

ISO 39002 - Yol Trafik Güvenliği - Toplum Güvenliği Yönetimi Uygulaması İçin İyi Uygulamalar: Bir yol için minimum gereksinimleri belirleyen küresel bir standart. Trafik güvenliği (RTS) yönetim sistemi, yaralanmaları ve ölümleri önlemeye yardımcı olmayı ve riski azaltmayı içerir.

2.6. Enerji Etmeni

Bu etmen bizim ve ülkemizin ekonomisini en önemli ölçüde etkileyen etmendir. Enerjinin akıllı üretilip tüketilmesi ile zor durumlarda yapılan enerji ithalatları ortadan kalkacak ve bütçemiz rahatlayacaktır. Bunun yanı sıra enerjide dışa bağımlılık da azalacaktır. Akıllı bir şehir akıllı bir şebeke ile kurulur. Akıllı şebeke manevra kabiliyeti yüksek ve acil durumlara hızlı cevap verebilen, tüketicilerini koruyan ve onlara temiz bir enerji ulaştıran sistemdir. Enerjinin temiz olması hem üretim aşamasında karbon emisyonunun azaltılması hem de dağıtım aşamasında ani devreye giriş çıkışların etkisini en aza indirerek harmoniklerin düşürülmesi demektir.

Sokak aydınlatma sistemlerinde gün ışığına göre aydınlatma şiddetini ayarlayan bir sistem kurarak hem enerji sarfıyatını en düşük değerlere getirmek hem de ışık kirliliğini engellemek, yeşil altyapı sistemi doğal yollardan ısıtma ve soğutma maliyetlerini azaltmak, yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak dışa bağımlılığı azaltmak ve temiz enerji üretmek, katı atıkları da enerji üretiminde kullanarak çevreye zarar vermemek gibi birçok farklı çözüm akıllı şehirlerde kullanılmaktadır.

Bu etmen ile ilgili standart ISO 50001 - Enerji Yönetim Sistemi'dir. Bu standart enerji uzmanları tarafından belirlenen standartlar çerçevesinde, enerji yönetim sistemi oluşturulması, enerji tasarrufu yapılması, enerji giderlerinin düşürülmesi ve çevreye duyarlılığı teşvik eden süreç ve sistemlerin oluşturulmasını, sürdürülebilirliğini sağlar.

2.7. Altyapı Etmeni

Altyapı etmeni akıllı bir şehrin olmazsa olmazları arasındadır. Bir yapının su ve elektrik hatları için kazı yaptığınızda birçok farklı kaza ortaya çıkabilmektedir. Su hattının patlaması, elektrik hattının zarar görüp tüketiciye maddi zarar vermesi bu sıkıntılardan sadece birkaçıdır. Fakat altyapısı koordineli olan ve geniş koridorlar halinde uzanan bir şehirde sıkıntılar minimum düzeye inmekte, müdahaleler hızlıca yapılabilen ve yeni yapılacak imalatlar kolayca yapılabilir. Geniş tüneller ile doğalgaz, elektrik, su, telefon ve kanalizasyon hatlarının ayrılması çalışmayı kolaylaştırırken aynı zamanda her arızada meydana gelen maddi kayıpları düşüreceklerdir.

İşlevsel aydınlatma sistemleri kullanılarak trafik kazaları azaltılacak, şehrin estetiği ve can güvenliği artacak ve enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Bu etmenle ilgili standartlar aşağıda verilmiştir.

ISO/TS 37151 - Akıllı Toplum Altyapısı - Performans Metriği İlkeleri Ve Gereklilikleri: Bu standart topluluk altyapısının tüm unsurlarını veya herhangi bir kısmını planlayan, devreye alan, yöneten ve değerlendiren coğrafi alanların paylaşıldığı coğrafya bölgelerine uygulanmaktadır.

ISO/TR 37152 - Akıllı Toplum Altyapısı - Kalkınma Ve Çalışma İçin Ortak Çerçeve: Bu standart akıllı topluluk altyapılarının geliştirilmesi ve işletilmesi için ortak bir çerçeve temel kavramını ana hatlarıyla açıklamaktadır. Çerçeve, her bir altyapının akıllı bir toplumun bir parçası olarak uyumlaştırılmasını kolaylaştırmak için planlama, geliştirme, işletme ve bakım metodolojisini tanımlar ve çoklu altyapılar arasındaki etkileşimlerin iyi yönetilmesini sağlar.

2.8. Bina Etmeni

Enerjisinin bir kısmını kendisi üreten aynı zamanda içerisindeki insanlara maksimum konfor yaşatan bunu yaparken de hem maliyeti düşüren hem de hayatı kolaylaştıran binalar akıllı şehirlerde olması gereken yapılardır. Güneş panelleri ile kendi enerjisini üretirken aydınlatmada kullanılan ışık algılama sistemleri gün ışığına göre aydınlatma şiddetini ayarlayacak ve konfor sağlayacaktır. Bunların yanı sıra uzaktan kontrol sistemleri ile evde değilken bile sistemlere erişim sağlanıp elektrik ve su tesisatı kapatılabilecek aynı zamanda iklimlendirme de yapılabilecektir. Havayı

kirletmeyen, atıklarını ayıran ve bütün çıktılarını enerjiye çeviren binalar hem enerji üretiminde hem de tüketimin azalmasında çok önemli bir yere sahiptir.

Bu etmen ile ilgili standartlar aşağıda verilmiştir.

TSE CEN/TS 54-14 Yangın Algılama Ve Yangın Alarm Sistemleri - Bölüm 14: Planlama, tasarım, kurulum, devreye alma, kullanım ve bakım için rehber içermektedir.

Aynı zamanda Akıllı Bina Sistemleri (KNX), Akıllı Ev ve Bina Otomasyonu (Akıllı Ev Sistemi) açık sistem haberleşme protokolünü standartlaştıran, uluslararası yaygınlığı ve kabul edirliliği olan bir organizasyondur.

Çizelge 2.1. Standartlar ve uygulanma düzeyleri

Standart Adı	Uygulanma Düzeyi	
	Ulusal	Yerel
ISO 27001:2005 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi	Uygulanmaktadır.	Uygulanmaktadır.
ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi	Uygulanmaktadır.	Uygulanmaktadır.
OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi	Uygulanmaktadır.	Uygulanmaktadır.
ISO 22395 Güvenlik Ve Esneklik - Topluluk Esnekliği - Acil Durumlarda Savunmasız Kişileri Desteklemek İçin Kurallar	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
TSE 10002 Vatandaş Memnuniyet Belgesi	Uygulanmaktadır.	Uygulanmaktadır.
ISO/IEC 30182 - Akıllı Şehir Kavramı Modeli - Veri Girişimciliği İçin Bir Model Kurma Kılavuzu	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
ISO/IEC 21972 - Bilgi Teknolojisi - Akıllı Şehir Göstergeleri İçin Üst Düzey Ontoloji:	Standart hazırlanma aşamasındadır.	
ISO/IEC 27550 - Bilgi Teknolojisi - Güvenlik Teknikleri - Sistem Yaşam Döngüsü İşlemleri İçin Gizlilik Mühendisliği	Standart hazırlanma aşamasındadır.	
ISO 39001 - Yol Trafik Güvenliği Yönetim Sistemi	Uygulanmaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
ISO 39002 - Yol Trafik Güvenliği - Toplum Güvenliği Yönetimi Uygulaması İçin İyi Uygulamalar	Uygulanmaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
ISO 50001 - Enerji Yönetim Sistemi ISO/TS 37151 - Akıllı Toplum	Uygulanmaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
Altyapısı - Performans Metriği İlkeleri Ve Gereklilikleri	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.

Çizelge 2.1. (devam)

ISO/TR 37152 - Akıllı Toplum Altyapısı - Kalkınma Ve Çalışma İçin Ortak Çerçeve	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
TSE CEN/TS 54-14 Yangın Algılama Ve Yangın Alarm Sistemleri - Bölüm 14	Uygulanmaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.
Akıllı Bina Sistemleri (KNX)	Uygulanmaktadır.	Uygulandığına dair bir ilan bulunmamaktadır.

3. AKILLI ŞEHİRLERDE YAPILAN ÖRNEK UYGULAMALAR

3.1. Akıllı Şehirler İçin Gece Uydu Gözlemleri

Akıllı bir şehirde tasarruf amacıyla yapılacak birçok uygulamadan biri de ışık yoğunluğunun ayarlanabilir olmasıdır. Işık yoğunluğunun ayarlanması daha az güç kullanılacağından ekonomik olarak katkı sağlayacak ve ışık kirliliğini azaltarak daha kaliteli ve sağlıklı bir aydınlatma sağlayacaktır.

Bu uygulamayı yapabilmek için aydınlatma durumunun gözlemlenmesi gerekmektedir. Bu gözlemler uydular ile yapılabilmektedir. Bunun için VIIRS (Görünür Kızılötesi Görüntüleme Radyometre Paketi) kullanılabilmektedir. Taramalı bir radyometre olan VIIRS, kara, atmosfer, kriyosfer ve okyanusların görünür ve kızılötesi görüntülerini ve radyometrik ölçümlerini toplar. Bu şekilde uydudan izleyerek hem istediğimiz aydınlatma ayarlamasını yapabilecek hem de trafik ışıkları bu sistemle düzenlenebilecektir. Trafik ışıklarının bu şekilde düzenlenmesi kentsel ulaşımdan kaynaklı karbondioksit emisyonunu azaltacaktır. Kentsel ulaşım karbondioksit emisyonlarının yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır. Şekil 3.1'de verilen İstanbul gece uydu gözleminde ışık yoğunlukları görülmektedir. Görselde ışığın yoğunlaştığı ve ışık kirliliğine yol açtığı bölgeler seçilebilmektedir [61].



Şekil 3. 1. İstanbul gece uydu gözlemi [22]

3.2. Akıllı Şehirler İçin Trafik Yönetim Sistemleri

Akıllı şehirlerin ekonomik getirilerin yanı sıra çevre dostu olması gerekmektedir. Bunun için karbondioksit emisyonunun da azaltılması önemlidir. Az önce de belirttiğimiz gibi kentsel ulaşım karbondioksit emisyonlarının yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır. Bu nedenle trafik yönetim sisteminin düzenlenmesi elzemdir. Trafik yönetim sistemi yapılırken eldeki mevcut veriler, sensörler ve mobil uygulamalardan destek alınabilmektedir. Sensörler seçilirken bluetooth sensörler tercih edilirse ışık ve havadan etkilenmeyecek ve maliyet düşecektir. Aynı zamanda araçlara çipler takılarak yoğunluk analizi de yapılabilir. Bu çipler sürücünün konuşmalarını da dinleyerek bilgi alabilecek şekilde olmalıdır. Fakat bunun için kullanıcıların bunu kabul etmesi gerekecektir.

Bu sistem şu anda Valencia'da kullanılmaktadır. 66 veri kaynağı ve lisanslı kullanılabilen uygulaması ile trafik yönetim sistemi oluşturmaktadır. Şekil 3.2'de trafik yönetim sistemine ait veri kaynakları gösterilmiştir. Görselde kablosuz bağlantılar ile bütün araçların veri gönderdiği ve aldığı görülmektedir [62].

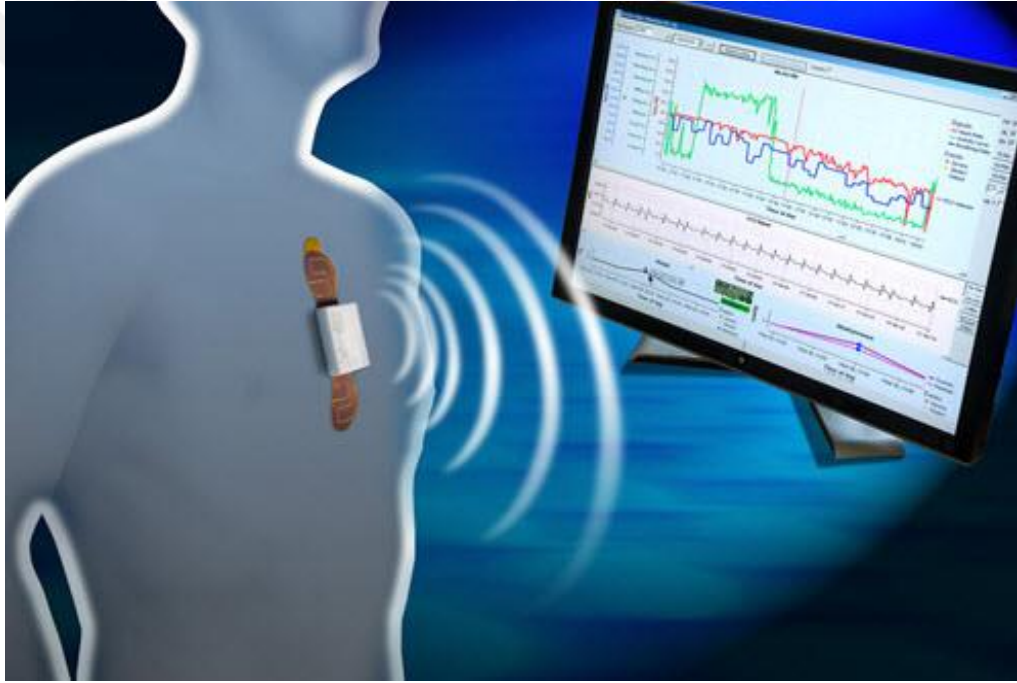


Şekil 3. 2.Trafik yönetim sistemi [23]

3.3. Akıllı Şehirler İçin Hasta İzleme Yöntemleri

Akıllı bir şehir içerisinde yaşayan bütün paydaşlarına en üst düzeyde rahatlık, bilgi ve konforu sağlamalıdır. Bu paydaşlar içerisinde yaşlı ve bakıma muhtaç olanlar en hassas olanıdır. Bu vatandaşlarımız için onları izlemek ve acil durumlarda ilkyardım kuruluşlarına ulaşmak hayati önem taşımaktadır. Bu şekilde can kayıplarının önüne geçilecek ve akıllı bir sağlık sistemi sağlanacaktır.

Akıllı saat, telefon, bileklik ve cihazlar ile sürekli kontrol sağlanabilecektir. Aynı zamanda binalara ve yollarda belirli noktalara kurulan sensörler ile ayrıca bir izleme ve durum sağlaması da yapılabilecektir. Şekil 3.3'de kalp üzerine yerleştirilen bir sensör ile yapılan izleme temsili bir şekilde verilmiştir. Sensörden alınan bilgiler bilgisayar tarafından işlenmekte ve kaydedilmektedir [63].



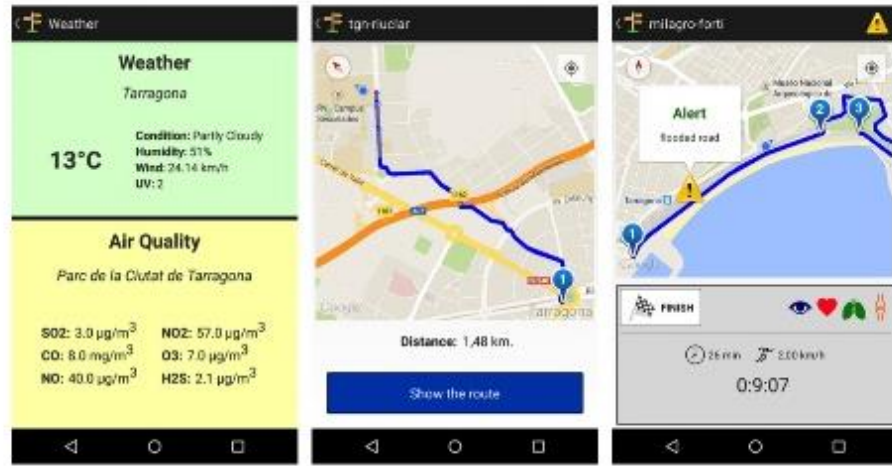
Şekil 3. 3. Hasta izleme yöntemleri [24]

3.4. Yürüyüşler için Akıllı Sağlık Rotası

Akıllı izleme sistemleri ile bir çok sorun analizler yapılarak çözülebildiği gibi bazı sorunlar da önceden tahmin ve önleme çalışmaları ile sorunlar daha yaşanmadan önüne geçilebilmektedir.

Bu sistemde de önceden önlemler alınarak sorunlar çözülmektedir. Akıllı sistem kullanıcısı bir yürüyüşe çıkmak istediğinde en uygun yürüyüş rotası akıllı bir program tarafından belirlenecektir. Bu program kullanıcının önceden girdiği veriler

ve sağlık kuruluşlarından alınmış olan hastalık ve hassaslık verilerini içerisinde bulundurmaktadır. Program aynı zamanda altyapı kurumlarının veri bankaları ile de iletişim içerisindedir ve yollardan aldığı verileri işleyerek yol eğimi, tehlike, hava kirliliği vb. faktörleri hesaba katarak en uygun rotayı oluşturacaktır. Bahse konu program Android platformunda bulunan ve hali hazırda 'S-Health' adıyla Barselona ve Atina gibi bir çok şehirde kullanılan bir programdır. Söz konusu programa ait ekran görüntüleri şekil 3.4'de verilmiştir [63,64].



şekil 3. 4. Yürüyüşler için akıllı sağlık rotası [25]

3.5. Akıllı şehir Etki Alanı Bilgi Modeli

Bu sistem akıllı şehirlerin birbiri arasında karşılıklı bilgi alışverişi ile birlikte akıllı ülkeye doğru ilerlemek için kullanılan bir sistemdir. Bu sistem için temel alınacak yol gösterici standartlar ISO tarafından belirlenmiştir. Bunlardan ikisi şöyledir;

ISO/TR 37150:2014 Akıllı Toplum Altyapıları

Metriklerle İlgili Mevcut Etkinliklerin Gözden Geçirilmesi

ISO / TR 37150: 2014, akıllı topluluk altyapıları için ölçümlerle ilgili mevcut etkinliklerin bir incelemesini sunar. ISO / TR 37150: 2014, enerji, su, ulaştırma, atık ve bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) gibi topluluk altyapılarını ele almaktadır. Yayınlanmış, uygulanmış veya tartışılmış mevcut faaliyetlerin teknik yönlerine odaklanır. Ekonomik, politik veya toplumsal yönler ISO / TR 37150: 2014'te analiz edilmemiştir.

ISO / TR 37150: 2014, en iyi uygulamalar için bir tavsiye belgesi değildir. Sürdürülebilirlik hedefleri göz önüne alınsa da, ISO / TR 37150: 2014'ün ana konusu akıllı topluluk altyapıları için mevcut metodolojilerin analizidir.

ISO/TR 37120:2014 Toplumların Sürdürülebilir Gelişimi -- Şehir Hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Göstergeleri

ISO 37120: 2014, şehir hizmetlerinin performansını ve yaşam kalitesini yönlendirmek ve ölçmek için bir dizi gösterge için metodolojiler tanımlar ve kurar.

ISO 37120: 2014, büyüklüğüne ve konumuna bakılmaksızın performansını karşılaştırılabilir ve doğrulanabilir bir şekilde ölçmeyi taahhüt eden herhangi bir şehir, belediye veya yerel yönetime uygulanabilir.

3.6. Mavi-Yeşil Altyapı

Altyapı kavramı genellikle gri altyapı olarak ifade edilen yollar, kanalizasyon sistemleri ve elektrik hatları ile ya da sosyal altyapı olarak ifade edilen hastaneler, okullar ve cezaevleri ile bir diğer deyişle yapılı altyapı ile bağdaştırılmaktadır. Gri altyapı anlayışından farklı olarak yeşil altyapı –temiz hava, içme suyu, besin gibi- ekosistem hizmetleri olarak bilinen, yaşamsal öneme sahip kimi hizmetleri kamunun kullanıma sunmaktadır. Yeşil altyapı; Özellikle hidrolojik ağlar üzerine temellendirilen, sayıları gittikçe azalan ancak ekolojik işlevleri yerine getirmesi bakımından önemli olan yeşil alanlar ile, yapılı altyapı arasında bağ kurmak fikrine dayanan, gelişmekte olan bir planlama ve tasarım. Bir yeşil altyapı ağında, ekosistemler ve peyzajlar; merkezler, bağlantılar ve alanlar sistemi ile birbirine bağlanır. Hızlı kentleşme ve şehirlerin hızla büyüyerek geniş alanlara yayılması, birçok çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar içerisinde topoğrafik özellikler, kentleşmenin getirdiği yapılaşma ile değişmekte olup dolayısıyla doğal drenaj sistemlerinin tahrip edilmesi, yeşil alt yapı sistemlerinin gerekliliğini göstermiştir.

Yeşil altyapı sistemleri ile şehirleşme gerçekleşirken doğaya verilen zarar azalacaktır. Aynı zamanda iklim değişikliklerine uyum sağlamak kolaylaşacak, hava kalitesi artacak, gürültü, toz ve sıcaklık kontrolü sağlanacak, su kesintileri ve taşkın riski de azalacaktır. Yeşil çatılar ile de yalıtım, çevreye katkı ve su arıtma işlemleri yapılarak azami fayda alınması sağlanacaktır. Bu sistemi kullanan Çekya'da örnek

bir evde 8,5 kWh/m² tasarruf sağlanmıştır. Bu da % 6 - % 51 arası bir orana denk gelmektedir. şekil 3.5 ve 3.6'da Mavi-Yeşil altyapı örnekleri verilmiştir. Yağmur sularının mazgallarla kanalizasyon şebekesine verilmediği yeşil alan oluşturulup toplandığı görülmektedir. Bu alanlar da doğal yollarla birbirine bağlı bulunduğu için gri altyapı kullanılmamıştır[66].



şekil 3. 5. Mavi-Yeşil altyapı örnekleri [27]



şekil 3. 6. Mavi-Yeşil altyapı rnekleri [27]

3.7. Akıllı Şehirlerde Araç Kontrol Uygulamaları

Bu uygulamada araçlara yerleştirilen BBCU (Body&Board Control Unit) ile araç verileri izlenir. Buradaki BBCU'lar çevredeki IR (Infrared) kameralar ve RFID (Radio Frequency Identification) okuyucular ile iletişim içerisinde bulunmaktadır. Uygulama BBCU'ya sahip araçlar, IR kameralar ve RFID okuyuculardan aldığı verileri analiz eder ve Ecall'a aktarır. Bu veriler sürücü kimliği, araçtaki insan sayısı, yolcuların hastalık bilgileri, sıcaklık ölçümü ve araç konumuna ait bilgilerdir.

Bahse konu uygulama Torino'da uygulanmıştır. Aynı zamanda inşaat makinelerinde, izlenmesi gereken olaylarda ve yüksek fiyatlı araçlarda kullanılabilir [67].

3.8. IoT ile Akıllı Şehirlerde Sağlanan Kolaylıklar

IoT kelimesi Türkçe 'Nesnelerin İnterneti' anlamına gelmektedir. Nesnelerin İnterneti "benzersiz bir şekilde adreslenebilir nesnelerin kendi aralarında oluşturduğu, dünya çapında yaygın bir ağ ve bu ağdaki nesnelerin belirli bir protokol ile birbirleriyle iletişim içinde olmaları" olarak tanımlanmaktadır.

IoT şehir çapında olursa bu çok sayıda bileşeni ve veriyi işlemesi anlamına gelecektir. Örneğin su, enerji, ulaşım, sağlık vb. veriler eş zamanlı çalışmalıdır. Bu çalışmayı sağlayabilecek yer şehrin afet merkezi olabilir. Bu şekilde kurulan bir sistemle şehir yönetimi ve acil müdahaleler kolaylaşacak ve hızlanacaktır.

Kurulacak sistemde olması gereken özellikler şunlardır;

Tekrarlanabilirlik: En az özelleştirme ile farklı şehirlerde kullanılabilir olmalıdır.

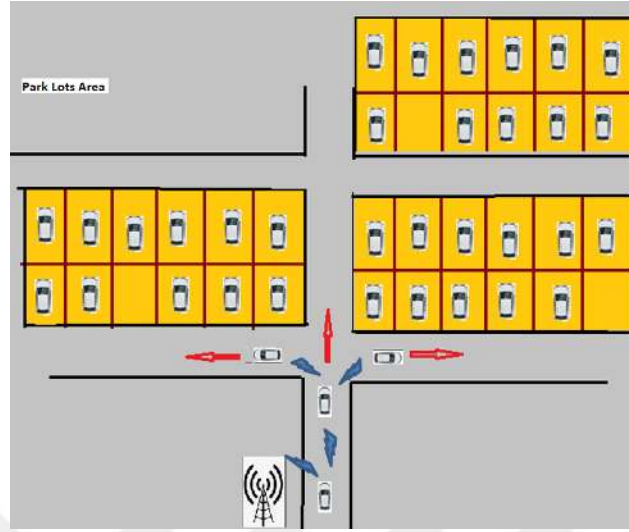
Ölçeklenebilirlik: Çözümün büyüklüğü ve hacmi ne olursa olsun işlevsel olmalıdır.

Sürdürülebilirlik: İlk finansman aşamasının ötesine geçecek şekilde tasarlanmalı kendi gelirini oluşturabilmelidir [68].

3.9. Otoparklar İçin Araç-Araç İletişimi

Bu uygulamada araçlara yerleştirilen cihazlar ile otopark içerisindeki en yakın boş alan bilgisi araca ve sürücüye verilmektedir. Uygulama boş alan doldurulursa araca bir sonraki en yakın boş alan bilgisini de verecektir. Bu şekilde araç park edilirken kullanılan yakıttan % 57'ye varan tasarruf sağlanacaktır. Bu sistem ile ilgili

temsili görsel Şekil 3.7'de verilmiştir. Görselde otoparka giren bir aracın kablosuz aktarım ile veri aldığı görülmektedir [69].



Şekil 3. 7. Varsayılan sistem mimarisinin gösterimi [30]

3.10. Sıcak Su Aktarımı

Evlerde kullanılan armatürlere akıllı çipler yerleştirilerek yerine göre su sıcaklığı ayarlamak ve kişiye göre bunu düzenlemek mümkün olacaktır. Bu şekilde hem enerji tasarrufu yapılmış olup hem de konfor sağlanacaktır.

Akıllı su sayaçları ile de bu kullanım desteklenerek su tasarrufu da yapılabilecektir.

Aynı işlemler ısı aktarımında da geçerli şekilde çalışırsa yakıt ve ısı tasarrufu da sağlanmış olacaktır. Sensörler ile bir alanda bulunan kişi sayısı ve oda sıcaklığı tespit edilerek en optimum ısı ayarını yakalamak mümkün olacaktır. Sistemde kullanılan ekipmanlar Şekil 3.8'de verilmiştir. Görselde sıcak su kaynağına takılan sensörler ile bu sensörlere uyumlu çalışan bir uygulamanın sensörden aldığı veriyi bildirim olarak verdiği görülmektedir [70].



Şekil 3. 8. Sıcak su sensörleri [31]

3.11. Akıllı Şehirlere Vatandaşların Uzun Vadeli Katılımı İçin Öneriler

Akıllı şehirlerde en önemli gerekliliklerden biri de vatandaşların katılımı ve bilgilendirilmesidir. Buna teşvik etmek maksadıyla oyun uzmanları ile birlikte çalışılarak oyun uygulamaları yapılması bir çözüm olabilecektir.

Bu oyun içerisinde toplanan atıklar, yapılan tasarruf ve bisiklet ile yapılan ulaşım puan toplanarak ödülleri verilecek ve bir yarışma fonksiyonu da sağlanacaktır.

Bu şekilde bir uygulama İtalya Rovereto'da uygulanmış ve Yeşil Yaprak Puanı verilmiştir.

Aynı zamanda akıllı şehirlerde vatandaşların katılımı ve bilgilendirilmesi için ilk ve orta öğretim ders müfredatına 'Akıllı Şehirler' dersi eklenmesi gelecek nesillerin bilinçlenmesini ve bu konuda daha hassas davranmasını sağlayacaktır. Şekil 3.9'da Rovereto Play&Go uygulamasına ait ekran görüntüsü verilmiştir [71].



Şekil 3. 9.Rovereto Play&Go uygulaması [32]

3.12. Nesnelerin İnterneti ile Evde Bakım Hizmeti

Akıllı şehirler hasta paydaşlarına da en iyi hizmet ve konforu sağlamalıdır. Evinde kalan ve bakılması gereken bir hasta için kontrollerin yapılması için nesnelerin interneti tabanlı uygulama da bu nedenle geliştirilmiştir. Eve yerleştirilen sensörler ve günde bir kere eve gelerek ilaçların kontrolünü yapan bir sağlık çalışanı ile bu uygulama tamamlanmıştır. Sensörler anlık durum takibi yapmakta, sağlık çalışanı da hastayı ve ilaçlarını kontrol etmektedir. Aynı zamanda sağlık çalışanı giriş ve çıkışını yine bir cihaza kaydetmektedir. Kontroller üç adet cihazla yapılmaktadır. Bunlar; kol saati, düşme ve durgunluk tespiti için sensör ve giriş çıkış kaydının yapıldığı aynı zamanda web ara yüzüne sahip cihaz.

Bu uygulama İtalya Lomberdiya'da uygulanmıştır. Bu sisteme sahip bir evde kullanılan sensörler ve akıllı bileşenler Şekil 3.10'da verilmiştir [72].



Şekil 3. 10. Akıllı ev ve bileşenleri [33]

3.13. Açık Veri İle Kentsel Hareketliliğin Tahmini Ve Analizi

Bu çalışmada kentsel hareketliliği gözlemlemek ve bu gözlemler sonucu tahminler yürüterek planlama yapılması amaçlanmıştır. Bu şekilde yakıt tasarrufu sağlanacaktır. Söz konusu uygulamada Open Street Map ile yol ağı çıkarılmıştır. Detektörlerden alınan veriler toplanmıştır. Bu bilgilerle en yoğun bölgeler ve bu bölgelerin en yoğun saatleri tespit edilmiştir. Elde edilen veriler planlamacılar tarafından PTV Visum programı ile ulaşım planlaması yapılmıştır.

Bu uygulama en fazla veri kümesine sahip şehirlerden biri olan Bologna'da 187 detektör ve her 5 dakikada bir alınan taşıt sayısı verileri yardımıyla denenmiş ve uygulanmıştır. Şekil 3.11'de Open Street Map Malatya görüntüsü verilmiştir [73].



Şekil 3. 11. Open Street Map Malatya görüntüsü [34]

3.14. Akıllı Şehirlerde Festival Ve Etkinlik Planlamaları

Akıllı bir şehir ile ilgili çalışmalar yapılırken orada yapılacak olan aktiviteler de önceden düşünülmüş olmalıdır. Örneğin yapılacak olan bir konser, festival, fuar vb. aktivitelerde yeterli alan ve kontrol sistemleri bulunmalıdır. Bunun için de belirlenen alanlara kurulan kameralar ile kişi sayısı, yoğunluk hesaplama yapılabilir. Bu çalışmalar aynı zamanda alandaki vatandaşlara ücretsiz Wi-Fi hizmeti sunularak da yapılabilecektir [74].

3.15. Akıllı Şehirler İçin Yaşayan Laboratuvarlar

LivingLab (LL) yani Yaşayan Laboratuvar(YL), bildiğimiz geleneksel laboratuvarların aksine, kullanıcı odaklı olarak gerçek hayat şartlarında faaliyet göstermektedirler. Yaşayan laboratuvarların fiziksel veya organizasyonel sınırları amacına, kapsamına ve içeriğine göre tanımlanmaktadır. Bir yaşayan laboratuvarın kapsamı, amaçları, hedefleri, devamlılığı, katılım derecesi, sınırları yaşayan laboratuvarların katılımcılarının tanımlamalarına açıktır. Dolayısıyla, bir yaşayan laboratuvar bir projeye bağlı olarak sokakta, bir evde, bir organizasyon içerisinde veya tüm bir şehri veya endüstriyi kapsayacak şekilde kurulabilir.

Akıllı Şehirlerin geliştirilmesi için yenilikçi projeler yürütmek; hükümet, endüstri ve akademi üyelerinden ortak çaba gerektirir. Akıllı Şehirler çözümleri;ölçeklenebilirlik, birlikte çalışabilirlik, modülerlik, esneklik ve güvenlik ölçütlerine göre doğrulanmalıdır.

Bilgi teknolojilerine odaklanan akıllı şehir çözümlerinin doğrulanması için; akıllı şehir göstergeleri, bir şehrin performansını belirli bir perspektiften değerlendiren ölçütler sağlamayı amaçlamaktadır. LivingLabs, geliştirme aşamasında bu tür ölçümlerin oluşturulmasını kolaylaştırmak için tasarlanmıştır.

Akıllı laboratuvarlar akademi, endüstri ve hükümeti birbirine bağlamak için en etkin yöntemlerden biridir. Dünya üzerinde 400'den fazla yaşayan laboratuvar bulunmaktadır. Bunlardan üçü de ülkemizde İstanbul-Başakşehir YL, Eskişehir-Tepebaşı YL ve İstanbul Smart City YL'dir. Başakşehir YL Şekil 3.12'de verilmiştir [75].



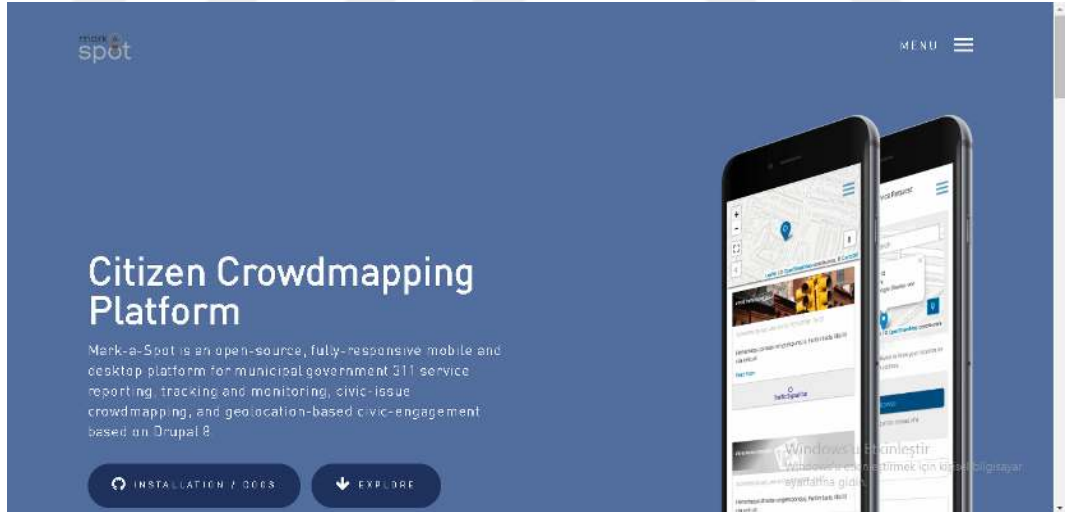
Şekil 3. 12. Başakşehir YL [35]

3.16. Akıllı Şehir Web Uygulamaları

Akıllı şehirler için yapılan birçok uygulama ve web sitesi mevcuttur. Bunlardan bazıları;

Mark a Spot: Bu uygulama açık kaynaklı tam duyarlı; hizmet raporlama, izleme, sivil toplum kalabalığı haritalama yapan mobil ve masaüstü uygulaması olarak kendini tanımlamaktadır. Şekil 3.13'de uygulamanın ana sayfası yer almaktadır.

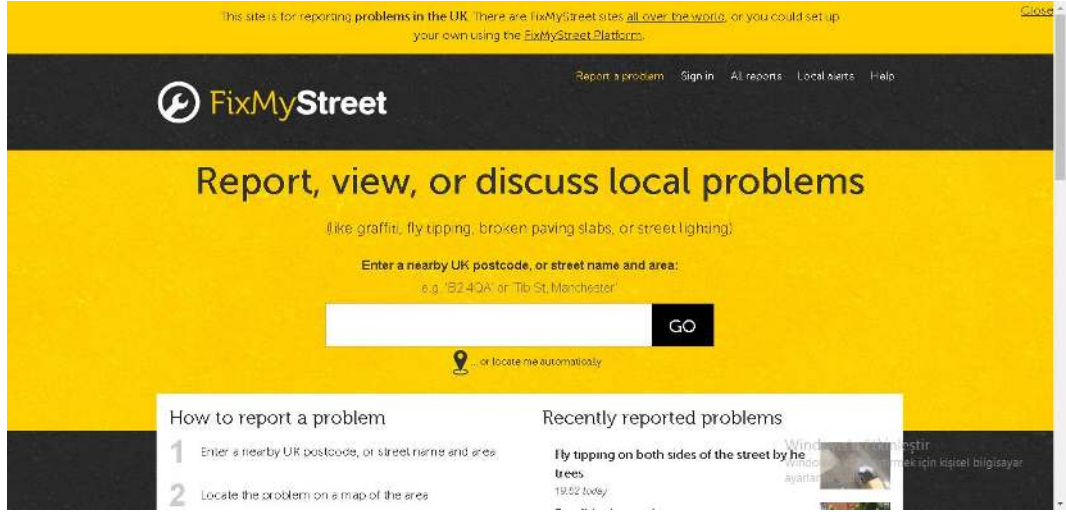
Web Sitesi : www.markaspot.de



Şekil 3. 13. Mark a Spot ana sayfası [36]

Fix My Street: Sokaklarda oluşan altyapı üstyapı ve çevresel sorunların vatandaşlar tarafından raporlanabildiği bir internet sitesidir. Şekil 3.14'de uygulamanın ana sayfası yer almaktadır.

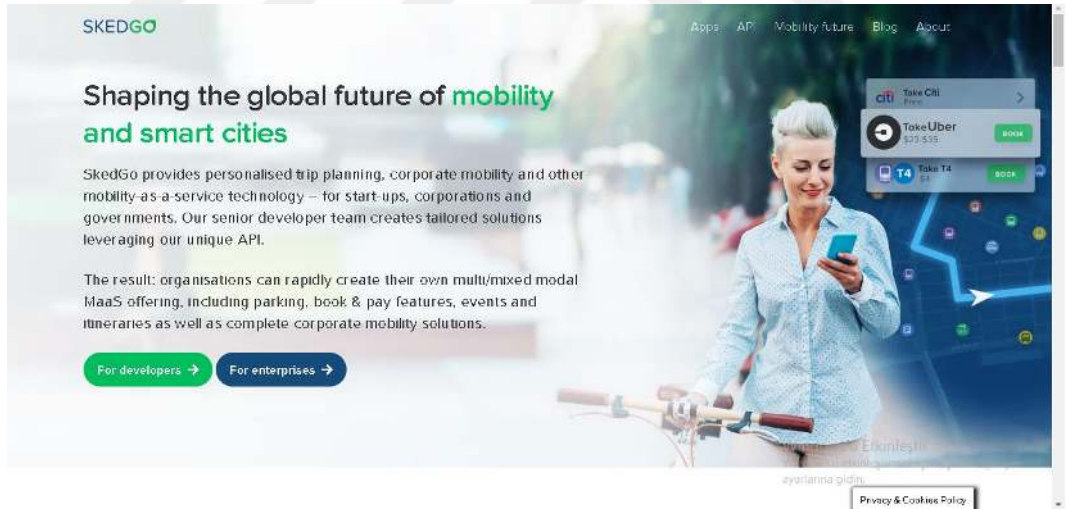
Web Sitesi : www.fixmystreet.com



Şekil 3. 14. Fix My Street ana sayfası [37]

SkedGo: Bu uygulama; yeni başlayanlar, şirketler ve hükümetler için kişiselleştirilmiş gezi planlaması, kurumsal mobilite ve diğer mobil teknolojileri sunar şeklinde kendini tanıtmaktadır. Şekil 3.15'te uygulamanın ana sayfası yer almaktadır [76].

Web Sitesi : www.skedgo.com



Şekil 3. 15. Skedgo ana sayfası [38]

3.17. Akıllı Bisiklet Uygulamaları

Karbon emisyonunu ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla bisiklet durakları kurmak uygun bir çözüm olacaktır. Fakat bu duraklar yapıldıktan sonra analizler ve tahminler yapılarak en efektif şekilde bisikletlerin kullanılması gerekmektedir. Duraklarda bisikletlerin kullanılmadan paslanması veya bazı duraklarda arandığı zaman bisiklet bulunmamasını kimse istemez. Bu nedenle

kullanım verileri analiz edilerek en uygun planı yapmak, bu sorunlarla karşılaşma ihtimalini en düşük seviyeye getirecektir. Şekil 3.16'da Malatya'da bulunan akıllı bisiklet durakları verilmiştir [77].



Şekil 3. 16. Malatya akıllı bisiklet durakları [39]

3.18. Akıllı Şehirler İçin Elektrikli Taksiler

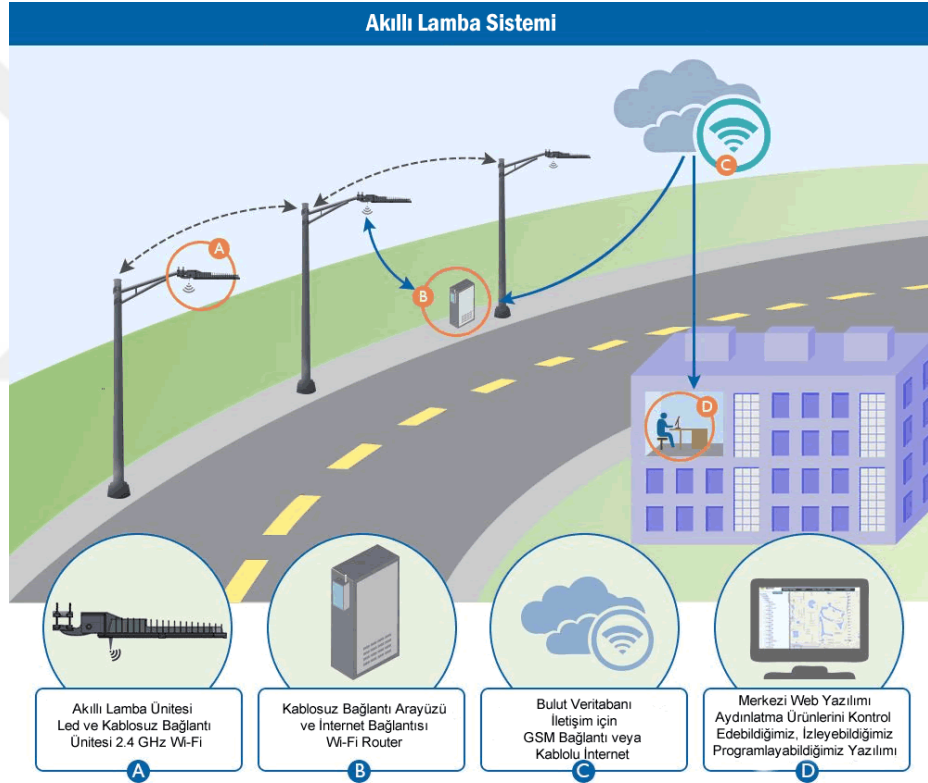
Ulaşımında oluşan karbon emisyonunu en aza indirmek maksadıyla şehir içerisinde elektrikli taksiler kullanmak akıllı bir çözüm olacaktır. Taksilere yerleştirilen akü ölçerler sayesinde taksiler enerjisi azaldığı zaman duraklara sinyal gönderebilecek ve dolu akülerle boş aküyü değiştirip beklemeden yoluna devam edebilecektir. Şekil 3.17'de İstanbul'da kullanılan bir elektrikli taksi örneği verilmiştir [78].



Şekil 3. 17. İstanbul'dan bir elektrikli taksi örneği [40]

3.19. Akıllı Sokak Aydınlatmaları

Sokak aydınlatmaları atmosferde oluşan sera gazlarının % 6'sını oluşturmaktadır. Kullanılan toplam elektrik enerjisinin ise % 19'una denk gelmektedir. Aynı zamanda fazla yapılan aydınlatmalar estetik sanılsa da ışık kirliliğine neden olarak hem enerji sarfiyatını arttırmakta hem de göz sağlığımızı tehdit etmektedir. Bunlar yerine günün saatlerine göre aydınlatma şiddetlerini ayarlayan ve aydınlatma şiddetini hiçbir zaman belli değerler üzerinde tutmayan bir sokak aydınlatma sistemi çok daha uygun olacaktır. Şekil 3.18'de akıllı sokak aydınlatması sistemi ve bileşenleri verilmiştir [79].



Şekil 3. 18. Akıllı sokak aydınlatması örneği [41]

3.20. Akıllı Şehirlerde Sorunların Tespiti

Akıllı şehirlerde sorunları çözebilmek için her şehrin kendi özelinde araştırmalar yapmak da gerekmektedir. Her şehrin kendine göre farklı sorunları olabilmektedir. Bu nedenle önce verilerin toplanması ve sorunların belirlenmesi gerekmektedir. Bu verileri sosyal medyadan toplayabileceğimiz gibi akıllı şehirler tabanlı bilgilerin verildiği bir internet sitesinde de şikayet ve öneri kısımları

oluşturarak oradan da veriler toplanabilecektir. Şekil 3.19'da Yeşilyurt Belediyesi'ne ait android uygulaması verilmiştir.



Şekil 3. 19. Yeşilyurt Belediyesi android uygulaması [42]

3.21. Akıllı Çöp Kutuları

Akıllı şehirlerde yaşamı kolaylaştırmak adına yapılabilecek şeylerin yanı sıra çalışmaları da kolaylaştırmak ve gerekmedikçe yakıt harcamamak da önemlidir. Bu nedenle akıllı çöp kutuları geliştirilecek bir fikirdir. İçerisindeki çöpün miktarını ölçen doluma yaklaşıncı sıkıştıran ve tam dolunca da gerekli yerlere sinyal göndererek boşaltılması gerektiği bilgisini verebilen kutular hem yakıt hem zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bu sinyaller ile çöp toplama işi için en uygun rotalar oluşturulup trafiğin ve çöp kutularının doluluk durumuna göre optimize edilebilecektir. Şekil 3.20'de akıllı çöp kutusu ve sıkıştırma sistemi verilmiştir.



Şekil 3. 20. Akıllı çöp kutusu [43]

3.22. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

Bu hedefler ISO 37120:2018 maddesinde 17 başlık şeklinde yer almaktadır. Bu başlıklar;

- 1 - Yoksulluğu Bitirmek: Her yerde tüm formlarıyla yoksulluğu sona erdirmek.
- 2 - Açlığı Bitirmek: Açlığı sonlandırın, gıda güvenliği sağlayın ve beslenmeyi iyileştirin ve sürdürülebilir tarımı teşvik edin.
- 3 - Doğru Sağlık ve Yaşantı: Sağlıklı yaşamlar sağlayın ve her yaşta herkes için refahı teşvik edin
- 4 - Kaliteli Eğitim: Kapsayıcı ve adil bir kalitede eğitim sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenme fırsatlarını teşvik etmek
- 5 - Cinsiyet Eşitliği: Cinsiyet eşitliği sağlayın ve tüm kadınları ve kızları güçlendirin
- 6 - Temiz Su ve Arıtım: Herkes için kullanılabilirlik ve sürdürülebilir su yönetimi ve temizlik
- 7 - Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji: En uygun fiyatlı, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişim sağlayın.
- 8 - İyi İş ve Ekonomik Büyüme: Devamlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümenin, tam ve üretken istihdamın ve herkes için iyi işlerin teşvik edilmesi
- 9 - Endüstri, Yenilik ve Altyapı: Esnek altyapı oluşturmak, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi teşvik etmek ve yenilikçiliği teşvik etmek

- 10 - Azalan Eşitsizlikler: Ülkeler içinde ve ülkeler arasındaki eşitsizliği azaltmak
- 11 - Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar: Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, esnek ve sürdürülebilir hale getirin.
- 12 - Sorumlu Tüketim ve Üretim: Sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerini sağlamak
- 13 - İklim Eylemi: İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele etmek için acil harekete geçin
- 14 - Su Altında Yaşam: Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını koruyun ve sürdürülebilir bir şekilde kullanın.
- 15 - Karada Yaşam: Karasal ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımını korumak, restore etmek ve teşvik etmek, ormanları sürdürülebilir şekilde yönetmek, çölleşme ile mücadele etmek ve arazi bozulmasını durdurmak ve tersine çevirmek ve biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmak
- 16 - Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar: Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumları teşvik etmek, herkes için adalete erişim sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak
- 17 - Hedefler için Ortaklıklar: Uygulama araçlarının güçlendirilmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma için Küresel Ortaklığın canlandırılması [65].

Şekil 3.21'de Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri verilmiştir.



Şekil 3. 21. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri [44]

3.23. Dünyadan Akıllı Şehir Örnekleri

Amerika'da akıllı şehirler arasında düzenlenen yarışmada ilk dörde giren şehirler ve özellikleri;

1. Şehir: Colombus Ohio.

Colombus akıllı trafik ışığı sistemi ile acil durumlarda araçların hızlı geçişini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda ışıklara müdahale edilebilmesini sağladı. Vatandaşlarını bu konuda bilinçlendirerek başarıya ulaştı.

2. Şehir: Kansas City Mo.

Kansas City şehir içine yerleştirdiği birçok Wi-Fi noktası ile gelenlerin kimliğini kaçınıcı gelişleri olduğu vb. bilgileri depoladı ve büyük bir veri kümesi topladı. Trafik ışıklarını trafik yoğunluklarına göre düzenledi.

3. Şehir: Pittsburg Pa.

Pittsburg şehirdeki herkesin erişimine açık veri platformları sundu. Böylece vatandaşlar suç işlenen yerleri, acil durumları, yapı inşa izinlerini ve hatta kar temizleme araçların ne zaman nerede çalışacağını bilgilerine ulaşabildi. UBER sürücüsüz taksi uygulamasının geliştirilmesi için burayı pilot bölge olarak seçti.

4. Şehir: Boston Mass.

Boston halkın kullanımına açık veri merkezi kurarak şehirdeki elektrik kullanımını, suç raporlarına ve trafik bilgilerine ulaşım imkanı sağladı. Bu açık veri kaynağı aynı zamanda özel sektörün otobüs güzergah uygulamaları, trafik akış geliştirme uygulamaları, mobil bilet edinme uygulamaları, yolcuların uzun kuyruk gibi günlük sorunlarını çözen uygulamaları ile inovasyon yapmasını sağladı. Aynı zamanda park sorununa da el attı. Boş yerleri gösteren, algoritmik hesaplar doğrultusunda talebe göre saatlik ücreti değişen park yerleri ayarlamaları ile şehrin problemlerine çözüm bulmaya çalışıyorlar.

Columbus, Kansas City, Pittsburgh ve Boston'un ortak noktaları neydi? Açık kaynak veri merkezleri oluşturarak özel sektörlerin inovasyon yapmasına imkan verdiler. Uygulamalar sayesinde şehir ile vatandaşın iletişim halinde kalmasını ve memnuniyetlerin üst düzey kalmasını sağladılar. Sadece şehir değil Amerikan teknoloji firmaları da güçlendi. Elbette bu firmalar şehirlerimizde hizmet vermeye

başlayacaklar ve bizim bütün bilgilerimizi cep telefonlarında olduğu gibi almaya devam edecekler.

3.24. Türkiye'den Akıllı Şehir Örnekleri

1. Şehir: İstanbul

İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2016 yılında Akıllı Şehir Müdürlüğü'nü kurmuş ve 2017 yılında hazırladığı İstanbul Akıllı Şehir Yol Haritası ile tüm akıllı şehir paydaşlarını ve inisiyatiflerini tek bir vizyon doğrultusunda birleştirmiştir. Ayrıca, tüm İstanbullulara hitap eden bir Akıllı Şehir Manifestosu da hazırlanmıştır.

İstanbul'da hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Çevre Kontrol Merkezi, Ulaşım Yönetim Merkezi, İBB Yol Gösteren, Adaptif Trafik Sinyal Kontrol, Akıllı Geri Dönüşüm Konteyneri, iTaksi, Yüzer Güneş Enerji Santrali, Hayal Kart, Evsel Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi, Mobil EDS, Çöp Gazından Enerji Üretimi, Akıllı Park Yönetimi, Zemin İstanbul.

2. Şehir: Ankara

Ankara'da hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Harikalar Diyarı Akıllı Park Projesi, Entegre Katı Atık Yönetim Sistemi, Akıllı Ulaşım Sistemleri, Ankara BB Mobil Uygulaması, Mezarlık Bilgi Sistemi Mobil Uygulaması, Ankara Telsiz Haberleşme Sistemi, Elektrik Enerji Takip Sistemi.

3. Şehir: Konya

Konya Büyükşehir Belediyesi 2018 yılında Akıllı Şehir Yönetimi Şube Müdürlüğü'nü kurmuştur.

Konya'da hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Merkezi Trafik İşletim Sistemi, Akıllı Toplu Ulaşım Sistemi, Katanersiz Tramvay, Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi, e-Desen, Katı Atık Elektrik Üretimi, Çevre Yönetimi Bilgi Sistem Merkezi, e-Pati Uygulaması, Konya Bilim Merkezi, Koordinasyon Bilgi Merkezi.

4. Şehir: Bursa

Bursa’da 2018 yılında ARGE Şube Müdürlüğü bünyesinde kurulan Akıllı Şehircilik Birimi, Akıllı Şehir Strateji Belgesi hazırlık çalışmalarını yürütmektedir.

Bursa’da hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; CBS Uygulaması, Altyapı Ruhsat Denetim Programı (ARUDEP), E-Belediye Yazılımı, İlan Reklam Online Denetleme Sistemi, Sevgi Çipi, Üç Boyutlu Mobil Turizm Atlası.

5. Şehir: Antalya

Antalya’da hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Şehir Bilgilendirme Ekranları, Sesli Adımlar Projesi, Akıllı Şehir Yönetim Platformu, Acil Panik Butonu ve Kronik Hasta Takibi, Güneş Enerjisi Santralleri, Katı Atık Entegre Tesisleri, Akıllı Aydınlatma ve Sulama Sistemi.

6. Şehir: Gaziantep

Gaziantep’te hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Akıllı Park ve Bahçe Sulama, Akıllı Şebeke ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri.

7. Şehir: Kayseri

Kayseri’de hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; “Akıllı Şehir Kayseri” Mobil Uygulaması, Trafik Kontrol Merkezi, Bisiklet Yolu ve Durağı, Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı.

8. Şehir: Kahramanmaraş

Kahramanmaraş’ta hali hazırda kullanılan akıllı sistemler şunlardır; Kent Bilgi Sistemi, Kahramanmaraş Mobil Uygulaması, Mezarlık Bilgi Sistemi, CBS SUDABİS Altyapı Bilgi Sistemi, Akıllı Yaşlı Bakım Ve Koordinasyon Merkezi (Manevi Evlat Butonu)

4. MALATYA'NIN AKILLI BİR ŞEHİR OLABİLMESİ İÇİN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

4.1. Akıllı Aydınlatma Çalışmaları

Bir şehrin sabit elektrik sarfıyatı kalemlerinden biri de sokak aydınlatması sarfıyatıdır. Bu sarfıyatın analizini yapabilmek ve bir karşılaştırma öne sürmek için Malatya şehir merkezinde bulunan bütün sokak aydınlatmaları tek tek sayılmış ve güç hesabı yapılmıştır. Bu hesap iki ilçe olarak ekteki çizelgede verilmiştir. Çizelgede her sokaktaki direk sayısı armatür sayısı ve toplam güç değerleri verilmiştir.

Yeşilyurt Belediyesi bünyesindeki toplam aydınlatma gücü bu çalışmadan; $P_{Yeşilyurt} = 4.183,321$ kW olarak tespit edilmiş ve hesaplanmıştır. Toplam $A_{Yeşilyurt} = 24.457$ adet armatür bulunmaktadır.

Battalgazi Belediyesi bünyesindeki toplam aydınlatma gücü bu çalışmadan $P_{Battalgazi} = 1.569,550$ kW olarak tespit edilmiş ve hesaplanmıştır. Toplam $A_{Battalgazi} = 19.688$ adet armatür bulunmaktadır.

Büyükşehir Belediyesi bünyesindeki toplam aydınlatma gücü bu çalışmadan $P_{Büyükşehir} = 1.199,030$ kW olarak tespit edilmiş ve hesaplanmıştır. Toplam $A_{Büyükşehir} = 14.988$ adet armatür bulunmaktadır.

Bu çalışma sonucunda toplam şehir merkezi aydınlatma gücü;

$4.183,321 \text{ kW} + 1.569,550 \text{ kW} + 1.199,030 \text{ kW} = 5.951,901 \text{ kW}$ olarak hesaplanmıştır.

Toplam armatür sayısı ise $24.457 + 19.688 + 14.988 = 59.133$ olarak sayılmıştır.

Armatürlerin çalışma süreleri günlerin uzunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Mevcut sistemlerde Astronomik (Meridyen) röleler kullanılarak açma ve kapama yapılmaktadır. Burada yapılacak olan hesapta ortalama bir değer olarak aydınlatmaların 20:00 ve 06:00 saatleri arasında çalıştığı göz önünde bulundurulacaktır. Bu saatler arası çalışma da günde 10 saate tekabül etmektedir.

Toplam enerji sarfıyatı;

$5.951,901 \text{ kW} \times 10 \text{ saat} = 59.519,01 \text{ kWh}$ olarak görülmektedir.

Bu çalışma yapıldığı zamana ait güncel aydınlatma birim fiyatı $0,519 \text{ ₺/kWh}$ üzerinden hesap yapılacaktır.

Toplam enerji sarfıyatını enerji birim fiyatı ile çarparak bir günlük ücreti bulabiliriz;

$59.519,01 \text{ kWh} \times 0,519 \text{ ₺/kWh} = 30.890,37 \text{ ₺}$

Hesaplamayı devam ettirerek bir aylık sürece göre hesaplayacak olursak ;

$30.890,37 \text{ kW} \times 30 \text{ gün} = 926.710 \text{ kWh}$ olacaktır.

Hesaplamayı devam ettirerek bir yıllık sürece göre hesaplayacak olursak ;

$926.710 \text{ kWh} \times 12 \text{ ay} = 11.120.520 \text{ kWh}$ olacaktır.

Çizelge 4.1. Belediyelere ait aydınlatma verileri

	Aydınlatma Gücü (kW)	Armatür Sayısı (Adet)	Enerji Sarfıyatı (kWh)	Bir Günlük Ücreti (")	Bir Yıllık Ücreti (")
Yeşilyurt Belediyesi	4.183,32	24.457	41.833,20	21.711,43	7.816.114,80
Battalgazi Belediyesi	1.569,55	19.688	15.695,50	8.145,96	2.932.545,60
Büyükşehir Belediyesi	1.199,03	14.988	11.990,30	6.222,97	2.240.269,20
Toplam	5.951,90	59.133	59.519,01	30.890,37	11.120.533,20

Bu aydınlatma giderinin düşürülmesi adına önerilen çözümler ve kar değerleri aşağıda verilecektir.

4.1.1.Belirli Saatler Arasında Armatürleri İki Tanede Bir Yakmak

Bu yöntem ile caddeye 90 metre aralıklarla yerleştirilen ışık sensörlerinden gecenin mevcut aydınlatma şiddeti bilgisi alınacak ve bu bilgi işlenecektir. Mehtaplı bir gece veya ay ışığı olan bir gece ise yani gökyüzünün kendi aydınlığından faydalanılabiliyorsa tasarruf tedbirleri uygulanarak gece 02:00'dan sabah 06:00'a kadar aydınlatmalar yarı yarıya azaltılacaktır. Bu aydınlatmaların 6 saat tamamının, 4 saat ise yarısının çalıştığı anlamına gelecektir. Buna göre bir hesapla ;

Saat 20:00 ile 02:00 arasında aydınlatmaların tamamı çalışacaktır ve bu sürede harcanan güç;

$$P_1 = 5.951,901 \text{ kW} \times 6 \text{ saat} = 35.711,406 \text{ kWh}$$

Saat 02:00 ile 06:00 arasında ise aydınlatmaların yarısı çalışacaktır ve bu sürede harcanan güç;

$$P_2 = 5.951,901 \text{ kW} \times 4 \text{ saat} = 23.807,604 \text{ kWh}$$

Bu gücün yarısı kullanılacağından;

$$P_2 = 23.807,604 \text{ kWh} / 2 = 11.903,802 \text{ kWh}$$

Toplam bir gecede harcanan enerjiyi hesaplarsak;

$$P_{\text{Toplam}} = 35.711,406 + 11.903,802 = 47.615,208 \text{ kWh}$$

Maliyet hesabını yapacak olursak bir günlük maliyet;

$$GM_{\text{Toplam}} = 47.615,208 \text{ kWh} \times 0,519 \text{ ₺/kWh} = 24.712,3 \text{ ₺}$$

Bu sistem ile bir günde yapılan para tasarrufu ise;

$$T_{\text{Toplam}} = 30.890,37 \text{ ₺} - 24.712,30 \text{ ₺} = 6.178,07 \text{ ₺ olacaktır.}$$

Çizelge 4.2. Bu yöntem ile yapılan tasarrufa ait veriler

	Enerji Sarfıyatı (kWh)	Bir Günlük Ücreti (")
Normal Aydınlatma Verileri	59.519,01	30.890,37
Yarı Yarıya çalışma Verileri	47.615,21	24.712,30
Tasarruf Miktarı	11.903,80	6.178,07

Sokak aydınlatmaları trifaze bir hat ile faz atlamalı (R-S-T) olarak beslendikleri için bu çalışmayı yaparken de hiçbir ilk yatırım maliyeti olmadan sadece her abonelikte ilgili fazların başına birer zaman saati konularak yapılabilecektir.

Zaman saati maliyetini de 1058 adet olan abonelik sayısından hesaplırsak

$$1058 \times 128,21 \text{ ₺} = 135.646,18 \text{ ₺ ilk yatırım maliyeti vardır.}$$

Bu sistemin kendini amorti etme süresini hesaplamak için ilk yatırım maliyeti ile senelik tasarruf tutarını oranlayacak olursak yıl bazda bir değer buluruz;

$$135.646,18 / 2.224.095 = 0,061 \text{ Yıl}$$

Bu da bize gösteriyor ki 0,061 yıllık bir sürede yani 22 günde bu sistem kendini amorti etmeyi başarabilmektedir. Şekil 4.1'de bu yönteme ait görsel verilmiştir.



Şekil 4. 1. İki tanede bir yakılan sokak lambaları [45]

4.1.2.Sensörler Aracılığı ile Yoğunluğa Göre Aydınlatma Sağlanması

Bu uygulamada sokak lambası direklerine yerleştirilen sensörlerle, hava durumu, trafik sıkışıklığı ve insan yoğunluğuna bağlı olarak ışıklandırma miktarı dimmer devreleri ile ayarlanabilmektedir. Bu ayarlamalar da enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu sistemle şehrimizde ortalama bir cadde olan Hasanbey Caddesi üzerinde bir senaryo oluşturuldu. Hasanbey Caddesi; yoğunluk, insan trafiği, armatür sayısı ve aydınlatma gücü bakımından Malatya'daki sokakların ortalama değerine yakın olduğu için seçildi. Şekil 4.2'de Hasanbey Caddesi'ne ait harita görünümü ve Şekil 4.3'de Hasanbey Caddesi gece görünüşü verilmiştir. Hasanbey Caddesi üzerinde toplamda 10.560W güç harcayan 66 adet aydınlatma armatürü bulunmaktadır.



Şekil 4. 2. Hasanbey Caddesi harita görünümü [46]



Şekil 4. 3. Hasanbey Caddesi gece görünümü

Hasanbey Caddesi üzerinde gece saatlerinde gözlem yapılarak ortalama yoğunluk ve geçen insan sayısı gözlemlenmiştir. Birkaç gün ara ile yapılan 5 gözlem sonucunda;

Hasanbey Caddesi'nin gece 01:00 saatine kadar yoğun olduğu gözlemlendi. Bu saat aralığına araç trafiği dolayısıyla ışıkların tamamen yanacağı gözlemlendi. 01:00 ile 05:00 saatleri arasında ise ortalama 16 kişi ve 12 aracın bu yolu kullandığı görüldü. Her bir kişi yaklaşık 10 dakika, her bir araç ise 5 dakika bu yolda kaldı. Sokaklar boş halde iken aydınlatma değerleri % 20, araç kullanımında %100 ve yaya kullanımında % 60 olduğunu hesaplayarak işlemlerimizi yaparsak:

Bu kişilerden her biri aynı anda üç aydınlatma direğini % 60 oranla çalışmasını 10 dakika boyunca sağlamaktadır. Kalan armatürler % 20 oranla sabittir.

16 kişi x 10 dakika = 160 dakika

Yayalara harcanan bir günlük güç = $3 \times 160 \times 0.6 = 288 \text{ W}$

Yayalara harcanan bir günlük enerji = $288 \text{ W} \times 160 \text{ dk} = 0,768 \text{ kWh}$

Bu araçlardan her biri bütün aydınlatma direklerini % 100 oranla çalışmasını 5 dakika boyunca sağlamaktadır.

12 araç x 5 dakika = 60 dakika

Araçlara harcanan güç = 10.560 W

Araçlara harcanan bir günlük enerji = $10.560 \text{ Wh} = 10,56 \text{ kWh}$

Çizelge 4. 3. Sistemlerin güç sarfiyatları

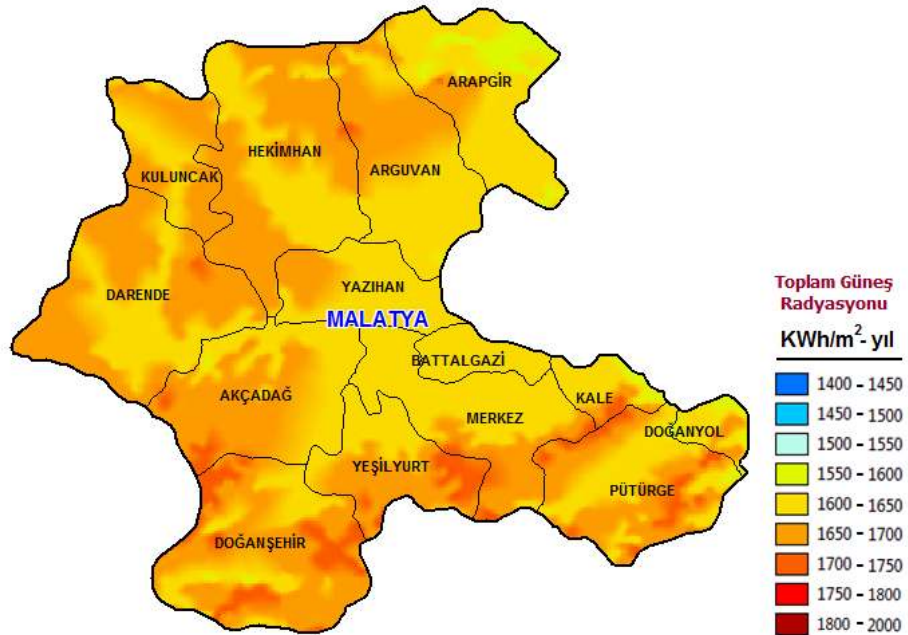
	Yeni Sisteme Ait Bir Günlük Veriler		Mevcut Sisteme Ait Bir Günlük Veriler	
	Geçen Süre (Dk)	Harcanan Güç (kWh)	Geçen Süre (Dk)	Harcanan Güç (kWh)
Yaya Geçiş Etnasında	160	0,768	600	105,6
Araç Geçiş Etnasında	60	10,56		
Kalan Zamanlarda (% 20 güçle sürekli yanacaktır.)	600	21,12		
Toplam	600	32,448	600	105,6

Çizelge 4. 4. Sistemlerin karşılaştırılması ve tasarruf miktarı

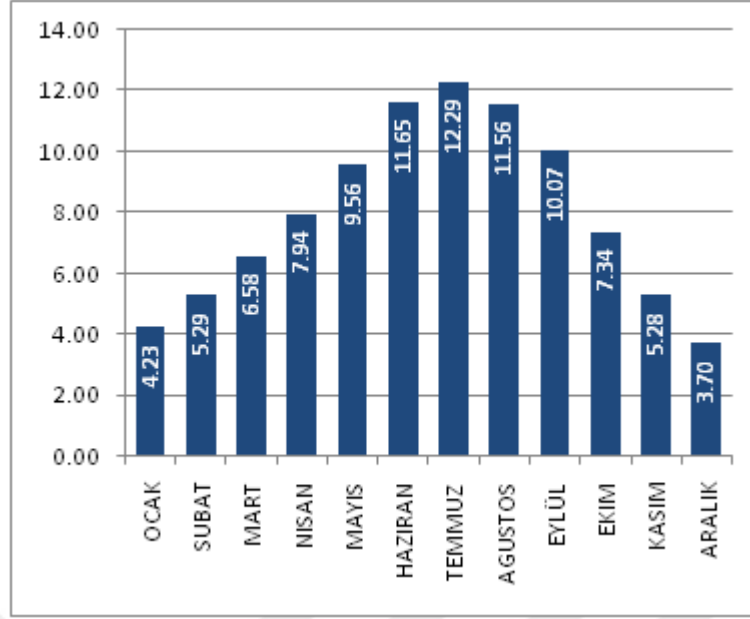
	Bir Günlük Enerji Sarfıyatı (kWh)	Bir Aylık Enerji Sarfıyatı (kWh)	Bir Aylık Ücreti (")
Mevcut Aydınlatma Verileri	105,6	3168	1.644,19
Yeni Sistemin Aydınlatma Verileri	32,448	973,44	505,21
Tasarruf Miktarı	61,248	1837,44	1138,98

4.1.3. Güneş Panelli Led Aydınlatma Direkleri Kullanmak

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM), T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde bulunan bir yapıdır. Bu yapı rüzgar, güneş vb. yenilenebilir enerji kaynaklarını ve potansiyellerini araştırmaktadır. Bu müdürlük tarafından yapılmış olan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası il il, ilçe ilçe potansiyelleri göstermektedir. Şekil 4.4'te Malatya için Güneş Enerjisi Potansiyeli Haritası verilmiştir. Bu harita ve güneşlenme süreleri göz önünde bulundurulursa aşağıdaki hesaplamalar yapılabilmektedir.



Şekil 4. 4. Malatya için güneş enerjisi potansiyeli haritası [47]



Şekil 4. 5. Malatya merkezi güneşlenme süreleri (Saat) [47]

Bu direkler güneş panelleri ile enerji üreterek bu enerjiyi kendilerine ait jel aküde depolamaktadır. Aynı zamanda üretici şirketlerin beyanına göre güneş görmese bile günde 14 saat çalışma süresi ile 4 gün boyunca kullanılabilir. Minimum 4 saat günlük ışık alma süresi ile 14 saat çalışabilmektedir. Bu ekipman ile sokak aydınlatmasını sağladığımızı düşünecek olursak. Şekil 4.4'te Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğüne ait Güneş Enerjisi Potansiyel Araştırma haritasına bakacak olursak Malatya'da güneşlenme süresi sadece Aralık ayında 4 saatin altına düşerek 3.70 saat olmaktadır. Diğer bütün aylarda 4 saatin üzerindedir. Bu çalışmamızı yaparken yine Hasanbey Caddesi üzerinden düşünerek hareket edersek; aydınlatma direklerinin bir kısmı gölgede ve ağaç altlarında kalmaktadır. Bu gölgede ve ağaç altında kalan kısım Hasanbey Caddesinde % 30'luk bir dilime denk gelmektedir. Buradan Hareketle hesap yapacak olursak aralık ayı dışında bütün aylarda aydınlatmanın % 70'lik kısmı düzgün bir şekilde çalışacaktır.

Aralık Ayı armatür çalışma süresini hesaplayacak olursak;

4 saatlik güneşlenme ile 14 saat çalışan bir armatürün 3,70 saat güneşlenme ile çalışma süresini hesaplayacak olursak;

Bir saatlik güneşlenme ile armatürün çalışacağı süre;

$$14 / 4 = 3,5 \text{ saat}$$

3,70 saat güneşlenme ile armatürün çalışacağı süre;

$$3,7 \times 3,5 = 12,95 \text{ saat armatür çalışacaktır.}$$

Aydınlatma hesabı yaparken armatürlerin 20:00 ile 06:00 saatleri arasında çalışacağı öngörülmüştü. Buradan toplam armatürlerin çalışacağı sürenin 10 saat olduğu görülmektedir. Güneşlenme süresinin en düşük ay olduğu Aralık ayında bile armatürler 12,95 saat çalışacağına göre şebekeden enerji sadece gölgede ve ağaç altında kalan % 30'luk kısım için gereklidir.

Şebekeden alınması gereken güç miktarını hesaplayacak olursak;

$$10.560 \text{ W} \times 0,3 = 3,168 \text{ kW}$$

Şebekeden bir günde alınması gereken enerji miktarını hesaplayacak olursak;

$$3168 \text{ W} \times 10 \text{ saat} = 31,68 \text{ kWh}$$

Şebekeden bir günde alınması gereken enerji maliyetini hesaplayacak olursak;

$$31,68 \times 0,519 \text{ ₺/kWh} = 16,45 \text{ ₺}$$

Şebekeden bir ayda alınması gereken enerji maliyetini hesaplayacak olursak;

$$16,45 \text{ ₺} \times 30 \text{ gün} = 493,5 \text{ ₺}$$

Şebekeden bir yılda alınması gereken enerji maliyetini hesaplayacak olursak;

$$493,5 \text{ ₺} \times 12 \text{ ay} = 5.922 \text{ ₺ olacaktır.}$$

Bu sistem kullanılmadan bir günde harcanacak enerji miktarı;

$$10.560 \text{ W} \times 10 \text{ saat} = 105.600 \text{ Wh} = 105,6 \text{ kWh}$$

Bu sistem kullanılmadan bir günde harcanacak enerji maliyeti;

$$105,6 \text{ kWh} \times 0,519 \text{ ₺/kWh} = 54,8 \text{ ₺}$$

Bu sistem kullanılmadan bir ayda harcanacak enerji maliyeti;

$$54,8 \text{ ₺} \times 30 \text{ gün} = 1.644 \text{ ₺}$$

Bu sistem kullanılmadan bir yılda harcanacak enerji maliyeti;

$$1644 \text{ ₺} \times 12 \text{ ay} = 19.730 \text{ ₺}$$

Bu sistem ile bir yılda yapılan tasarrufu hesaplayacak olursak;

$$19.730 \text{ ₺} - 5.922 \text{ ₺} = 13.808 \text{ ₺}$$

Bu tasarrufun yanı sıra direkler kendi enerjilerini üretebildiği için direkler arası besleme hattı ve topraklama iletkeni kullanılmayacaktır. Bu maliyetler de tasarruf olacaktır. Direkler arası ortalama mesafe 30 metredir. Her direk giriş çıkışı için 2'şer metre de pay bırakılmaktadır. Buradan 66 direk için hesap yapacak olursak;

$$30 \text{ m} + 2 \text{ m} = 32 \text{ m}$$

$$66 \times 32 \text{ m} = 2112 \text{ m}$$

Direkler arasında 3 x 16 + 10 kesitli NYY (Bakır) kablolar ile bağlantı yapılmaktadır.

Bu kabloların metre fiyatı 33,50 ₺'dir. Aynı zamanda direkler arasında kullanılan topraklama hattı için ise 1 x 35 kesitli örgülü bakır iletkenler kullanılmaktadır. Bu topraklama iletkeninin metre fiyatı ise 15,75 ₺'dir. Buradan hat maliyetini hesaplayacak olursak;

Besleme hattı için;

$$2112 \text{ m} \times 33,50 \text{ ₺} = 70.752 \text{ ₺}$$

Topraklama hattı için;

$$2112 \text{ m} \times 15,75 \text{ ₺} = 33.264 \text{ ₺}$$

Güneş paneli ve sistemi olmayan direklerin fiyatları ise 2.550 ₺ 'dir. Söz konusu direkler Şekil 4.7'de verilmiştir. Buradan direk maliyetini de hesaplayacak olursak;

$$66 \times 2.550 \text{ ₺} = 168.300 \text{ ₺}$$



Şekil 4. 6. Normal sokak aydınlatma direği [51]

Toplam maliyet ise;

$$70.752 \text{ ₺} + 33.264 \text{ ₺} + 168.300 \text{ ₺} = 272.316 \text{ ₺}$$

Bu sistem için maliyet hesabı yapılacak olursa;
Hasanbey Caddesi üzerinde toplam 66 adet aydınlatma armatürü bulunduğunu daha önceden belirtmiştik. Bu güneş paneli ve akü sistemine sahip direklerin fiyatı 5.500 ₺'dir. Söz konusu güneş enerjisi ile çalışan direkler Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4. 7. Güneş paneli sistemli sokak aydınlatma direkleri [48]

66 adet direk için ilk yatırım maliyetini hesaplayacak olursak;

$$66 \times 5.500 \text{ ₺} = 363.000 \text{ ₺} \text{ olacaktır.}$$

Sistemin kendini amorti etme süresini hesaplayacak olursak;

Sistem maliyetinden bu sistem olmadan aynı işlemlerin yapım maliyetini çıkarıp senelik tasarruf miktarına bölersek sistemin kendini amorti etme süresini yıl bazında bulabiliriz.

$$363.000 \text{ ₺} - 272.316 \text{ ₺} = 90.684 \text{ ₺}$$

$$90.684 \text{ ₺} / 13.808 \text{ ₺} = 6,5 \text{ yıl}$$

Bu sistem 6,5 yılda kendini amorti etmektedir.

4.2. Sensörler Aracılığı Bir Prototip Yapılması ve Çalışma Prensiplerinin Açıklanması

Bu sistemin uygulanabilirliği ve çalışma prensiplerini belirlemek amacıyla bir prototip yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Prototip içerisinde 6 adet sokak aydınlatma direği bulunmaktadır. Her bir direk üzerinde; Şekil 4.8'de görseli verilen HC-SR501 hareket algılama sensöründen bir adet, Şekil 4.9'da görseli verilen HC-SR04 ultrasonic mesafe sensöründen bir adet

ve Tip1 direk tipini modellemek amacıyla 2 adet led lamba bulunmaktadır. Prototip içerisinde Şekil 4.10'da görseli verilen LDR'den bir adet ve LM35DZ sıcaklık sensörü bulunmaktadır. Bu devre elemanları Şekil 4.9'da görseli verilen Arduino Mega 2560 R3 Klon CH340 işlemci üzerinde birleşmekte ve düzenlenmekte 16x2 LCD ekran ile yansıtılmaktadır. LDR gün ışığına göre aydınlatmaları devreye alıp çıkarmak maksadıyla kullanılmaktadır. HC-SR04 mesafe sensörü gönderdiği ultrasonik sinyalin geri dönüş hızına göre formüller ile mesafeyi ölçmektedir. Sıcaklık sensörü, HC-SR04 mesafe sensörünün kalibrasyonunu yapmak maksadıyla kullanılmaktadır. Sıcaklık sensöründen sıcaklık hesaplaması Çıkış Voltajı = T . 10mV/ °C formülü ile yapılmaktadır. Burada T; °C cinsinden ortam sıcaklığını belirtmektedir.



Şekil 4. 8. HC-SR501 hareket algılama sensörü (PIR dedektör)



Şekil 4. 9. HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü



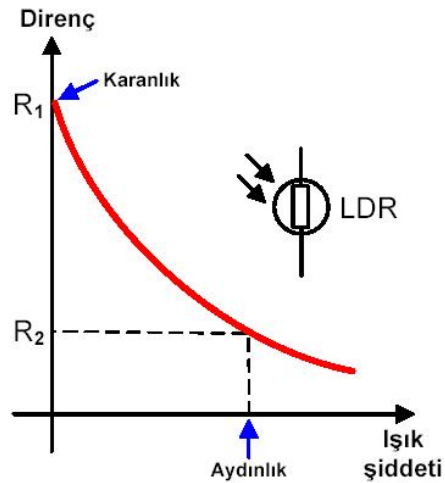
Şekil 4. 10. LDR



Şekil 4. 11. Arduino Mega 2560 R3 Klon CH340

Sistemin çalışma prensibi şöyledir;

Sistem LDR'den aldığı ışık şiddetini ölçerek gece veya gündüz durumunu algılamakta daha sonra gece ise çalışmakta gündüz ise lambaları yakmamaktadır. LDR'ye ait Direnç/Işık Şiddeti grafiği şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4. 12. LDR Direnç/Işık Şiddeti grafiği

Gece olduğu algılandıktan sonra yol tarafındaki mesafe sensörleri ve kaldırım tarafındaki hareket sensörleri devreye girmekte ve hareket algılamaya başlamaktadır.

Hareket algılanmadığı süreçte sokak aydınlatmaları %20 güç ile standart olarak aydınlatma sağlamaktadır.

Hareket sensörleri bir algılama tespit ettiği anda hareketi algılayan direk ve komşu direkleri aydınlatma gücünü %60'a çıkarmakta ve hareketlinin 90 metre yakınlıkta bulunan bölgesini aydınlatmaktadır. Bu aydınlatma normal bir insanın iki direk arasını gideceği süreye göre ayarlanmaktadır. Kaldırım tarafında yaya dışında bir geçiş olmayacağı için araç sistemine göre bir düzenlemeye gerek kalmamaktadır.

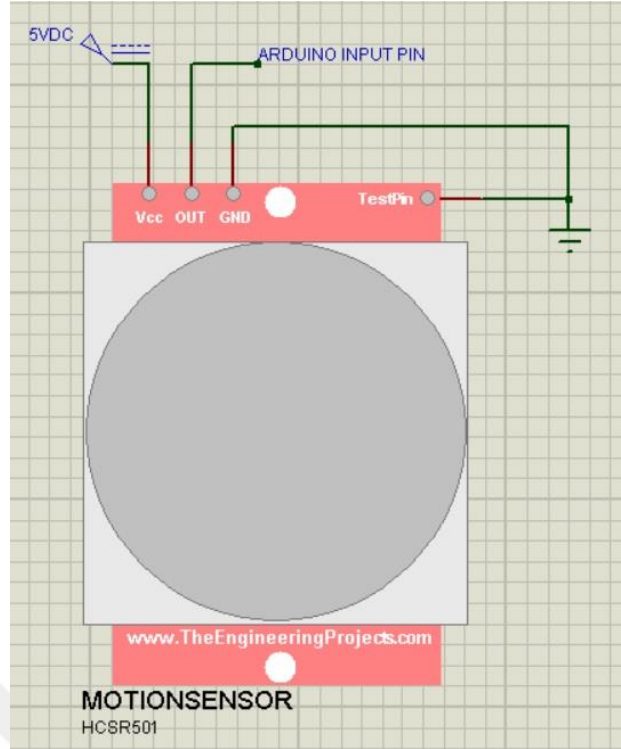
Mesafe sensörleri ise yol tarafında yol mesafesi boyunca hareket algıladığı anda hareketi algılayan direği ve komşu direklerin aydınlatma gücünü %60'a çıkarmakta ve bir süre tutmaya başlamaktadır. Daha sonra yolun gidiş yönüne göre bir sonraki direkte algılama yaptığı anda ikinci bir süre tutmakta ve iki direk arası mesafeyi arada geçen süreye bölerek hareketlinin hızını bulmaktadır. Bu hız değeri 10km/s değerinin üzerinde ise hareketlinin bir araç olduğunu anlamaktadır. Araç geçişi tespit edildiği durumda ise yol ve sürüş güvenliği açısından ikinci algılama yapan direk ve sonrasındaki direkleri %100 güç ile aracın geçiş süresi boyunca çalıştırmaktadır.

Burada sistem aynı şekilde çift yönlü yollarda da çalışmaktadır. Mesafe sensörü girilen mesafeye göre algılama yaptığı için herhangi bir karışıklık oluşmayacaktır.

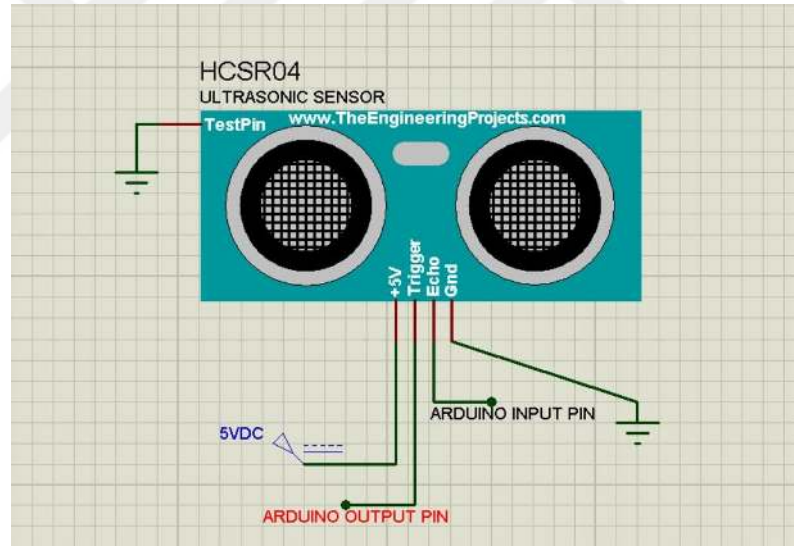
Sisteme ait giriş ve çıkışlar Şekil 4.13'te, bağlantı şemaları Şekil 4.14-18'de verilmiştir.



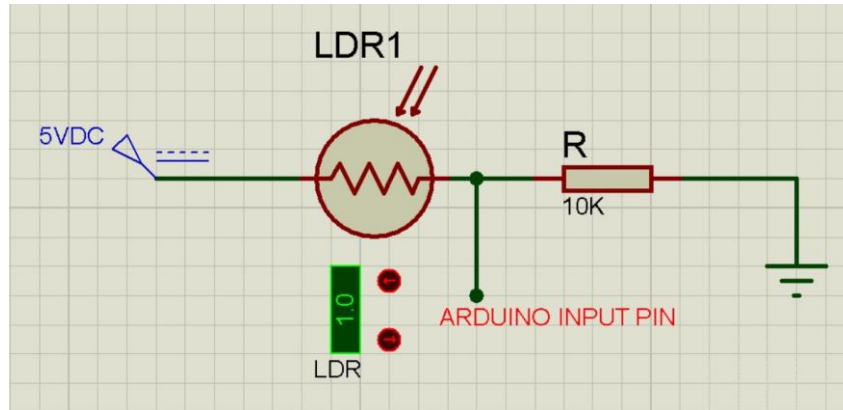
Şekil 4. 13. Sisteme ait giriş ve çıkışlar



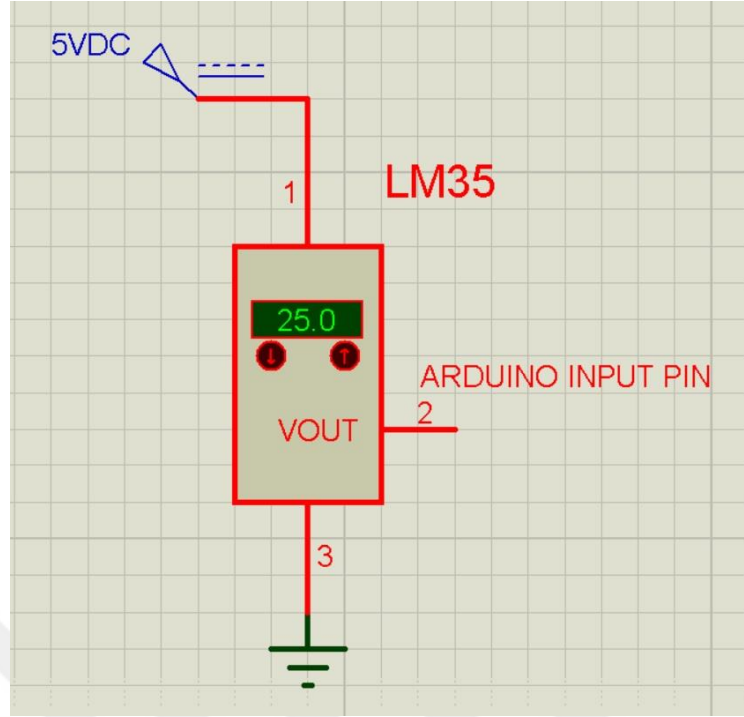
Şekil 4. 14. HC-SR501 hareket algılama sensörü (PIR dedektör) bağlantı şeması



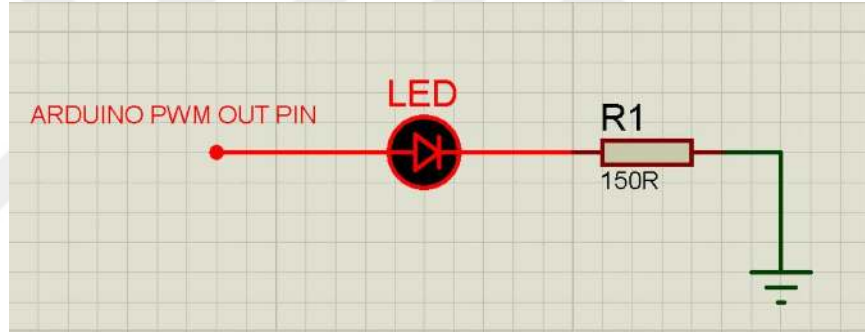
Şekil 4. 15. HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü bağlantı şeması



Şekil 4. 16. LDR bağlantı şeması

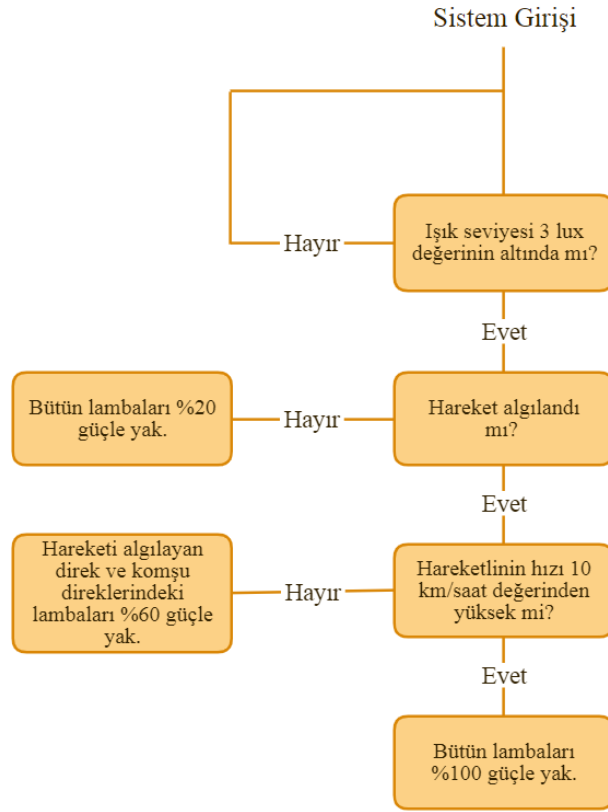


Şekil 4. 17. LM35 bağlantı şeması

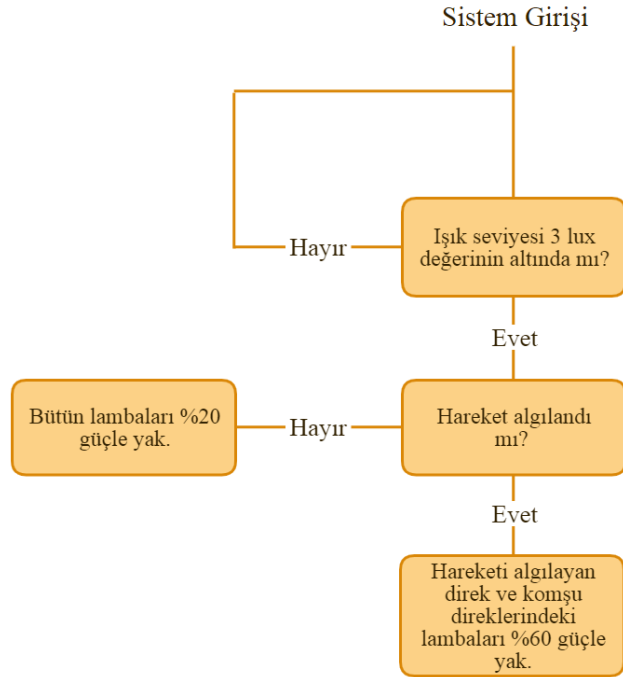


Şekil 4. 18. Led lambalara ait bağlantı şeması

Burada bahsedilen sistemin yol lambaları kısmı için ait akış şeması Şekil 4.19'da ve yaya lambaları kısmı için ait akış şeması Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4. 19. Yol lambaları için sistem akış şeması

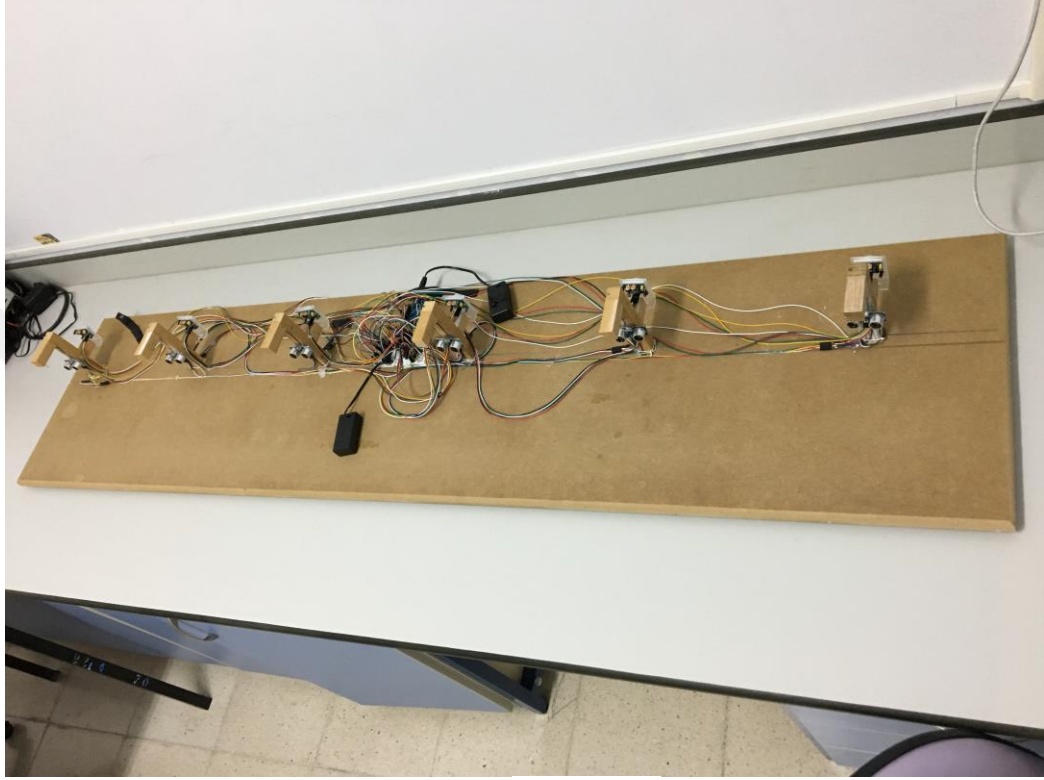


Şekil 4. 20. Yaya lambaları için sistem akış şeması

Sistem girdileri; ışık seviyesi, sıcaklık seviyesi, hareketli varlığı, hareketlinin hızı olarak tanımlanmaktadır.

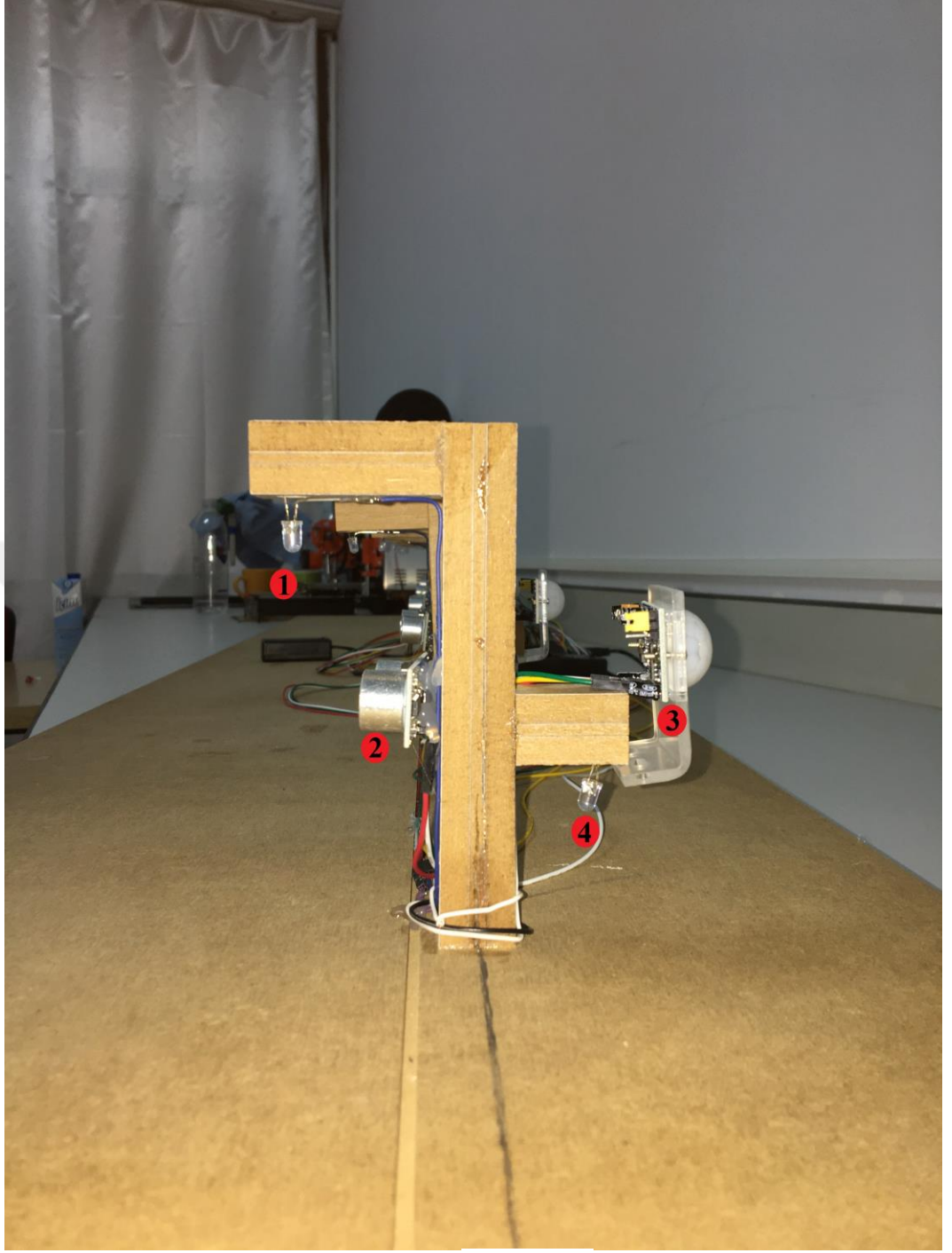
Sisteme çıktıları ise lambaların yakılması ve lambalarda yapılacak dimmerleme oranı olarak tanımlanmaktadır.

Prototipe ait görseller Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de verilmiştir.



Şekil 4. 21. Prototip görseli

Şekil 4.21'de gösterilen şekilde prototip görseli görülmektedir. Prototipte toplamda 6 adet sokak aydınlatma direği modellenmiştir. Her direkte 1 adet olma üzere toplamda 6 adet HC-SR501 hareket algılama sensörü, 6 adet HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü, 6 adet yol lambası ve 6 adet araç lambası bulunmaktadır. Bunlarla birlikte 1 adet LM35 sıcaklık sensörü, 1 adet LDR ışık sensörü ve Arduino Mega 2560 R3 Klon CH340 işlemci yer almaktadır. Led lambalar ve işlemci 2 adet 9 Volt pil tarafından beslenmektedir.



Şekil 4. 22. Prototip görseli

Şekil 4.22'de verilen numaralarda;

1 : Yol lambası

2 : HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü

3 : HC-SR501 hareket algılama sensörü (PIR dedektör)

4 : Yaya lambası

olarak verilmiştir.

4.3. Akıllı Çöp Kutuları

Bu başlık altında içerisinde şehirdeki çöp kutularını akıllı bir hale getirirsek ne kadar ve nasıl tasarruf sağlayabilirdik sorusunun üstünde duracağız. Kullanacağımız sistemde çöp kutuları kendi içerisinde sıkıştırma özelliğine sahip olacaktır. Aynı zamanda içerisindeki sensörler ve haberleşme protokolü sayesinde temizlik ekipleri merkezine sinyal verecek ve alınması gerektiğini bildirecektir. Çöp dolmaya yakın sıkıştırma yapacak ve son olarak çöp kutusu sıkıştırılmayacak hale geldiği zaman merkeze sinyal göndererek alınması gerektiğini bildirecektir. Bu sistem içerisindeki yapay zeka ve protokoller ile alınması gereken çöpler için en kısa güzergahı ayarlayacak ve harita üzerinde araç şoförüne bu rotayı gösterecektir. Bu şekilde temizlik işleri için kullanılan yakıt insan gücü ve araç bakım masrafları azaltılarak tasarruf sağlanacaktır. Aynı zamanda bu sistem şehrimizin akıllı bir şehir olarak adlandırılabilmesi için de bir adım olarak görülebilecektir.



Şekil 4. 23. Normal çöp kutuları [52]



Şekil 4. 24. Çöp sıkıştırma sistemine sahip akıllı çöp kutusu [43]

Çöp toplama sistemi ile ilgili Yeşilyurt Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü ekipleri göz önünde bulundurulacaktır. Bu ekibin içinde toplam 38 adet çöp toplama aracı bulunmaktadır. Çöp toplama araçları 3 vardiya halinde çalışmaktadır. Ekipler merkez mahallelerdeki çöp kutularını her gün kırsaldaki kutuları ise 2 günde bir toplamaktadır. Her araç bir seferlerinde yaklaşık 100 ila 150 kilometre arasında mesafe kat etmektedir. 24 saatte toplanan toplam çöp miktarı yaklaşık 320 ton olarak hesaplanmıştır. Bu da bir kişinin günde 1 kg çöp ürettiği anlamına gelmektedir.

Yeşilyurt Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü ekiplerince harcanan yakıtın günlük ortalama 7000 litre(l) seviyesinde olduğu da Yeşilyurt Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü yakıt kayıt personellerinde bulunan çizelgelerden görülmüştür. Bir adet çöp toplama aracının bir günlük yakıt sarfiyatını hesaplayacak olursak;

$$\frac{7000 \text{ l}}{38} = 184,2 \text{ l olacaktır.}$$

Bu verilerin üzerine Battalgazi Belediyesine ait 34 çöp toplama aracını da eklersek toplam 62 adet çöp toplama aracı olmaktadır.

62 adet çöp toplama aracı için bir günlük yakıt sarfiyatını hesaplayacak olursak;

$$62 \times 184,2 \text{ l} = 11.420,4 \text{ l olacaktır.}$$

Bir günlük maliyet hesaplanırken dizel yakıtın fiyatı 30.05.2019 tarihindeki fiyat baz alınacak olursa;

$$11.420,4 \text{ l} \times 6,60 \text{ ₺ / l} = 75.374,64 \text{ ₺ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Bir aylık yakıt maliyeti ise;

$$30 \times 75.374,64 \text{ ₺} = 2.261.239,2 \text{ ₺ olmaktadır.}$$

Bu sistem ve araçların akıllı çöp kutuları ile birlikte kullanıldığını düşünerek bir senaryo oluşturuyoruz. Bu senaryoda şehrimizdeki çöp kutularından % 40'lık bir miktarının presleme sayesinde 3 günde bir dolduğunu hesaplarsak.

Buradan yola çıkarak hesap yapacak olursak;

Preslenme ile dolması engellenemeyen çöp kutularına yani toplam miktarın % 60'ına denk gelen kısma ait maliyet;

$$2.261.239,2 \square \times 0,6 = 1.356.743,52 \square \text{ maliyetle olmaktadır.}$$

Preslenme ile dolması engellenen ve 3 günde bir dolan çöp kutularına yani toplam miktarın % 40'ına denk gelen kısma ait maliyet;

$$2.261.239,2 \square \times 0,4 = 904.495,68 \square \text{ olmaktadır. Fakat bu çöp kutuları 3 günde bir toplanacağı için bu maliyeti de 3 e bölmek gerekmektedir.}$$

$$904.495,68 \square / 3 = 301.498,56 \square$$

Buradan bu sisteme ait toplam yakıt maliyetini hesaplayacak olursak;

$$1.356.743,52 \square + 301.498,56 \square = 1.658.242,08 \square$$

Bu sisteme ait bir aylık tasarrufu hesaplayacak olursak;

$$2.261.239,2 \square - 1.658.242,08 \square = 602.997,12 \square \text{ olacaktır.}$$

Bu sistem ile aynı zamanda çöplerden gelen veriler toplanarak harita üzerinde en kısa toplama mesafesi çıkarılacaktır. Bu mesafe çıkarılırken yol üzerindeki diğer kutuların da doluluk oranlarına bakılarak % 80 üzerinde doluluğu olanlar da alınacaktır. Ayrıca araç kapasitesini doldurmadığı durumlarda en büyük doluluk oranından başlayarak aynı güzergahtaki diğer kutuları da alacaktır.

4.4. Gece Uydu Gözlemleri

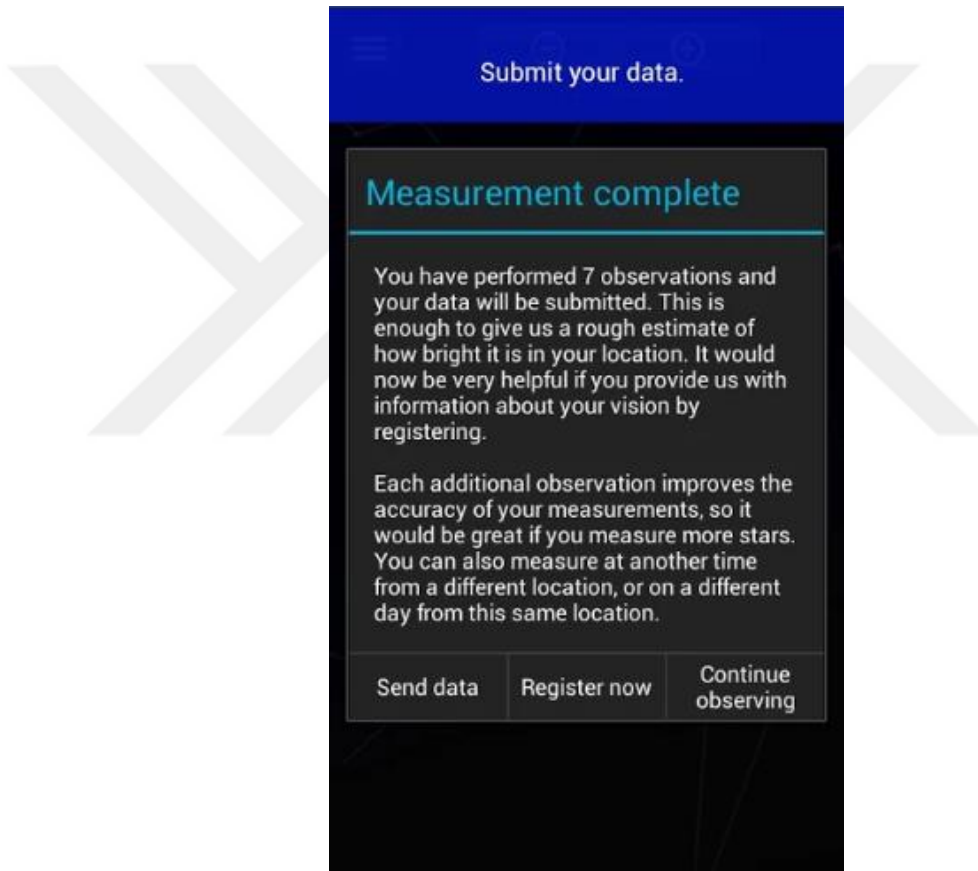
Bu başlık altında şehrimizdeki sokak aydınlatmalarını mercek altına alacağız. Sokak aydınlatmaları ile yapılabileceğimiz tasarruf miktarlarını ve maliyetlerini belirtmiştik.

Işık kirliliği, yanlış yerde, yanlış miktarda, yanlış yönde ve yanlış zamanda ışık kullanılmasıdır. Bu gözlemler ile de ışık kirliliği oranları gözlemlenerek gereksiz ve yoğun aydınlatma sağlanan bölgeler ile ilgili ışık kirliliği görülüp müdahale edilebilecektir.

İnsan gözünün alışık olduğu aydınlatma düzeyini aşan ışık, gözün görme yetisinin bozulmasına, nesnelerin görünürlüğünün kaybolmasına ve gece yol ve çevre güvenliğinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.. Işık kirliliği, gecenin

doğal karanlık düzeyini bozduğu için, doğal yaşamı (hayvanlar, bitkiler, doğal çevre) da olumsuz etkilemektedir.

Bu ışık kirliliğini önlemek için her bireyin yapabileceği bir çözüm de mevcuttur. Bu çözüm için yapılması gereken şey, kampanya için belirlenen tarihler arasında bulunduğunuz yerde gök parlaklığını ölçmek ve 'http://www.isikkirliligi.org/' adlı webi sitesine bildirmek. Gözlemleri yapıp, siteye göndermenin en kolay yolu ise akıllı telefonlar için geliştirilmiş "Loss of the Night" (Android) veya "Dark Sky Meter" (iOS) uygulamalarıdır. Şekil 4. 25'te Loss of the Night uygulamasına ait, Şekil 4. 26'da Dark Sky Meter uygulamasına ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4. 25. Loss of the Night uygulaması ekran görüntüsü [54]



Şekil 4. 26. Dark Sky Meter uygulaması ekran görüntüsü [54]

4.5. Yüzen Enerji Santralleri

Beylerderesi mevkiinde yapılmış olan baraj üzerine kurulacak bir sistem ile tamamen kullanılmayan bir alan olan su yüzeyinden enerji üretimi mümkün olacaktır. Bu şekilde herhangi bir tarım arazisi kullanılmadığı ve tamamen boş durumda olan baraj yüzeyi kullanıldığı için sistemin kapladığı alan bir sorun teşkil etmeyecektir.

Baraj yüzeyinde istenilen boyut ve şekillerde güneş panelleri bir araya getirilerek yüzen santraller oluşturulacaktır. Bu santraller çapa yardımıyla belirli bölgelere sabitlenebilecektir. Santrallerden üretilen enerji santrallere çekilen marina kablolar sayesinde karaya taşınıp depolama masrafına gerek kalmadan şebekeye verilebilecektir. Bu santrallerin etraflarına farklı aydınlatma sistemleri kurularak da aynı zamanda geceleri için görsel bir güzellik de ortaya çıkacaktır.

Bu sistemi kurmak için gerekli malzemeler korozyona dayanıklı seçilmesi halinde sisteme ait bakım masrafları azalacak ve kullanım ömrü artacaktır. Şekil 4. 27'de yüzen enerji santralleri uygulaması gösterilmiştir. Bu uygulama Büyükçekmece gölü üzerinde İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılmıştır.



Şekil 4. 27. Yüzen enerji santralleri [57]

4.6. Trafik Yoğunluğu

Trafik sıkışıklığını, harcanan yakıt miktarını ve karbon emisyonunu azaltmak maksadıyla trafiğin gün boyu en yoğun olduğu arterlerde kurulacak trafik izleme sistemleri ile hangi saatler arasında hangi yönde akış yoğunluğunun arttığı gözlemlenebilecek ve trafik ışıklarının süreleri bu sistemler tarafından otomatik olarak ayarlanabilecektir. Bu sistem için trafik yoğunluğu yüksek olan Çevreyolu, Fahri Kayahan Caddesi, Tecde Yolu ve benzeri yollar seçilip azami fayda alınması sağlanabilir. Şekil 4. 28'de Çevreyolu trafik durumu görselinde mevcut sıkışıklık görülmektedir.



Şekil 4. 28. Çevreyolu trafik durumu görseli [58]

4.7. Kabristan Bilgi Sistemi

Şehrimizde bulunan kabristanlar farklı bölgelere dağılmış haldedir. Fakat en büyük kabristan Şehir Mezarlığı'dır. Aynı zamanda sürekli büyümekte ve genişlemektedir. Bu nedenle vatandaşlarımız kabristanda ziyaret etmek istedikleri bir

kabri ararken ve bulurken zorlanmaktadır. Bunun yanı sıra ilk kez ziyarete gelen vatandaşlar ziyaret etmek istedikleri kişinin kabrini bulmak için müdürlük ile görüşmek ve tarama yapmak zorundadır. Bütün bu uzun süren işlemler yerine yapılacak bir uygulama ile aranan kabrin ve en yakın yol güzergahının bulunması mümkün olacaktır. Bu şekilde hem vatandaşlarımız daha kolay bir şekilde ziyaretlerini gerçekleştirebileceklerdir hem de kabristan yoğunluğu azalacaktır. Şekil 4. 29'da Malatya şehir mezarlığı gösterilmiştir.



Şekil 4. 29. Malatya şehir mezarlığı [59]

4.8. Otopark Yönlendirme

Şehrimizde artan araç sayısı ve yolların genişletilememesi nedeniyle araçlar için park yeri bulmak zorlaşmıştır. Bunun yanı sıra park yeri bulamayan araçlar yol kenarına veya kaldırımlara park edebilmektedir. Bu da trafik sıkışıklığına veya kaldırımların daralmasına ve engelli yollarının işgal edilmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda araç park etmek için yer aramak zaman ve yakıt kaybı demektir. Bunların önlenmesi için yapılacak bir uygulama ile park yerini kolayca bulmak mümkün olacaktır. Bu uygulama için özel otoparklar ve parkmetre görevlilerinden anlık olarak alınan bilgiler uygulamaya işlenecek, kullanıcıların hızlıca park yeri bulabilmeleri sağlanacaktır.

4.9. Malatya'da Mevcut Olan Akıllı Sistemler

Şehrimizde hali hazırda bulunan ve düşük bir maliyet ile kurulabilecek sistemleri incelenecek ve öneriler bu başlık altında sunulacaktır. Mevcut olan sistemler aşağıda verilmiştir.

1. Mobese:

Şehrimizde bir çok kavşakta çok sayıda Mobese kamerası bulunmaktadır. Bunlardan 17 tanesi Malatya Büyükşehir Belediyesi internet sitesinden canlı olarak izlenebilmektedir.

2. Mobil Uygulama:

Malatya Yeşilyurt Belediyesi için hazırlanan bir mobil uygulama mevcuttur ve Google Play üzerinden indirilip kullanılabilmektedir. Bu uygulama içerisinde Yeşilyurt hakkında bilgiler bulunmakta, M-Belediye ile “Sicil Sorgulama, Borç Sorgulama, Rayiç Değer, ÇTV Bedelleri, Aşınma Oranları, İnşaat Maliyetleri”ni sorgulaması yapılmakta, haberler, duyurular ve etkinlikler yayınlanmakta, tamamlanan, devam eden ve planlanan projeler hakkında bilgi verilmekte, Yeşil Masa’ya ulaşılmakta, Çek Gönder özelliği ile istek, öneri ve şikayetleri Yeşilyurt Belediyesi’ne ulaştırma özellikler bulunmaktadır.

3. Coğrafi Bilgi Sistemi:

Şehrimizde Malatya Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeleri tarafından Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılmaktadır.

4. Bisiklet Yolları ve Durakları:

Şehrimizde kaldırımlar yapılırken mavi zeminli bisiklet yolları yapılmış ve Malatya Büyükşehir Belediyesi tarafından bisiklet durakları projesi hayata geçirilmiştir. 2018 yılında bu bisikletlerden 18 bin kişinin yararlandığı Malatya Büyükşehir Belediyesi internet sitesinden yer almaktadır.

5. Yenilenebilir Enerji Sistemleri:

Şehrimizde belediyeler yaptıkları üstyapı projelerinin genellikle çatısında bulunmak üzere bir çok yerde fotovoltaiik sistem kullanmaktadır. Bunun yanı sıra Yeşilyurt Belediyesi tarafından 1 MW gücünde bir fotovoltaiik santral kurulması için de işlemler başlatılmıştır.

6. Katı Atık Ayrıştırma Tesisleri:

Yeşilyurt Belediyesi tarafından 2018 yılında tamamlanan Katı Atık Ayrıştırma tesisi çalışmaya başlamıştır.

Düşük bir maliyet ile gerçekleştirilebilecek sistemler ise şunlardır:

1. Adaptif Trafik Sinyal Kontrol Sistemi:

Bu sistem için Mobeselerden alınan veriler bir işlemci ile işlenerek anlamlı hale getirilip trafik sinyalleri kontrol edilebilir.

2. Yüzer Enerji Santrali:

Beylerderesi mevkiinde yapılan baraj üzerine kurulacak yüzer enerji santralleri ile enerji üretmek mümkün olacaktır.

3. Akıllı Aydınlatma Sistemi:

Önceki bölümlerde örneklerini verdiğimiz akıllı sistemler şehrimizde kullanmak için elverişlidir. Özellikle ışık kirliliği bulunan ve yüksek faturası ile dikkat çeken caddeler bu sistemler için uygundur.

4. Akıllı Şehir Müdürlükleri:

Belediyeler bünyelerinde kuracakları Akıllı Şehir Müdürlükleri ile son gelişmeleri takip edebilecek ve akıllı sistemleri şehrimizde gerçekleştirmek için bir altlık oluşturabilecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasından akıllı şehirlerden, akıllı şehirleri oluşturan etmenlerden ve yakın zaman içerisinde yapılan akıllı sistemlerden bahsedilmiştir. Bu sistemler gerek vatandaşlarımızın refahı gerekse dünya çapında olan gelişmeleri ve ilerlemeleri yakalayabilmek için elzemdir. Akıllı sistemler şehrimizi daha yaşanabilir, konforlu doğa dostu ve bilinçli bir hale getirecektir.

Çalışmada bu sistemlerin eksileri ve artıları tartışılmıştır. Bu sistemlerin kullanıldığı yerler, dünya üzerindeki örnekleri ele alınmıştır. Çalışmanın içerisinde bulunan bütün sistemlerin şu anda Malatya'da gerçekleştirilmesi için şartlar tam uygun değildir. Bazı sistemler için önceden yapılmış olması gereken altyapılara şehrimizin sahip olmadığı bir gerçektir. Bu nedenle elimizdeki akıllı şehir örnekleri içerisinde mevcut Malatya şartlarına en çok uyanlar ve en az maliyet ile en kolay şekilde hayata geçirilebilecek olanlar üzerinde ayrıca durulmuş ve örneklemeler yapılmıştır. Aynı zamanda tasarruf planlamaları ve hesapları yapılmıştır. Bu sistemler ile yapılan tasarruflar kullanılarak sistemlerin geliştirilmesi sağlanarak çalışmanın kendini finanse etmesi de söz konusu olabilecektir. Çalışmanın asıl amacı Malatya'nın akıllı bir şehir olabilmesi için ilk adımları atmak ve bir girişimde bulunmaktır. Daha sonrasında yerel yönetimler ile görüşülerek bu çalışmaların yapılması veya başlatılması adına adımlar atılması planlanmaktadır.

Amacımız Malatya'yı akıllı bir şehir yapabilme yolunda ilk adımları en az maliyetle atabilmek ve genel bir çerçeve oluşturarak bu adımları atmaktır. Yapılan çalışmalar ile aydınlatma tasarrufu yapan, ışık kirliliği azaltılmış, karbon emisyonu daha düşük, yakıt masrafları azaltılmış, otopark sorunu azaltılmış ve kullanılmayan baraj yüzeyi aracılığıyla enerji üretebilen bir Malatya düşünülmüştür.

Bu çalışmanın içerisinde bir de akıllı aydınlatma sistemi prototipi bulunmaktadır. Bu prototip modelleme adına yapılmıştır. Geliştirilmesi mümkün olmakla birlikte bu hali ile de uygulanabilir durumdadır. Prototip küçük eklemeler ile yoldan geçen araçları sayıp hafızasında tutarak yoğunluk analizi çıkarma yeteneğine sahip olabilecektir. Aynı zamanda ortalama süreleri ve yapılan tasarrufun net miktarını da prototip içerisine eklenen kodlar ile tespit etmek mümkün olacaktır. Söz konusu prototipin gerçekleştirilmesinde 5G sistemi ile yapılması daha uygun görülmüştür. Hem kablo karmaşasını azaltmak hem de IOT ile sensörlerin birbirleri

ile haberleşmesini sağlamak maksadıyla kablosuz bağlantı bu sistem için en uygun haberleşme şekli olacaktır.

Adaptif Trafik Sinyal Kontrol Sistemi şehrimizde uygulanabilecek sistemlerden biri olarak görülmüştür. Bu sistem Mobeselerden alınan bilgileri işleyerek trafik sıkışıklığını azaltacak, yakıttan ve zamandan tasarruf sağlayacaktır. Bu sistem hali hazırda bulunan Mobeseler ile kullanılmaya başlandıktan sonra sensörler eklenerek devam ettirilip daha koordineli ve yararlı hale getirilebilecektir.

Yüzer Enerji Santrali yakın zamanda yapımı tamamlanan Beylerderesi Barajı içinde yapılabilecek bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüzen enerji santrallerinden enerji üretmenin yanı sıra bu santraller üzerine koyulacak led aydınlatma sistemi ile geceleri de güzel bir görüntü sağlanabilecektir.

Akıllı Şehir Müdürlükleri şehrimizde merkez ve ilçe belediyeleri tarafından kısa süre içerisinde kurulup çalışmaları daha sağlam temelli ve kalıcı hale getirmek için kullanılabilecektir.

Aynı zamanda ulusal çapta kullanılan akıllı sistemler ve bu sistemlerin hangi şehirlerde kullanıldığı çalışma içerisinde belirtilmiştir. Bu örnekler ülkemiz içerisinde olduğundan şehrimize en yakın örnekler olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte Malatya özelinde kullanılan sistemler ve kısa vadede düşük bir ilk yatırım maliyeti ile kullanılabilecek sistemler de irdelenmiştir. Bu sistemler ile ilgili önerilerde bulunulmuştur. Kurumlar ve belediyelerin de desteği ile bu sistemlerin gerçekleştirilmesi çok daha kolay olacaktır.

Bu çalışmalar neticesinde yapılan tasarruflar, sağlanan konforun yanı sıra şehrimizin önce Türkiye içerisinde daha sonra da Dünya'daki şehirler arasında akıllı sistemlerde bir yer edinmesi, adının anılması için önerilerde bulunulmuştur.

6. KAYNAKLAR

- [1] Brail R. K. (Editor). *Planning Support Systems for Cities and Regions*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, MA, 2008.
- [2] M. Batty. The pulse of the city. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2010.
- [3] Cruickshank A., S. and P. 2011. *Creating Smart-er Cities: An Overview*. *Journal of Urban Technology*.
- [4] Eger. J. M. 2009. *Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump: A worldwide phenomenon*. *Journal of E-Government Policy and Regulation*.
- [5] Ersoy M. (2006). *İmar Mevzuatımızda Planlama Kademeleri ve Üst Ölçek Planlama Sorunu*. Retrieved February 22, 2013 from www.tepav.org.tr/sempozyum/2006/bildiri/bolum3/3_2_ersoy.pdf. (Ziyaret Tarihi 02.08.2016).
- [6] Şerefhanoglu S. M, Geçioğlu E, *Kent Aydınlatmasının Kullanıcılar Tarafından Değerlendirilmesi*, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2006.
- [7] Onaylıgil S, Güler Ö, *Türkiye Şehir İçi Yol Aydınlatması Şartnamelerindeki Yenilikler*, 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, 2006.
- [8] Anonim. (2016). www.obcaglar.com/(Ziyaret Tarihi 02,Ağu,2016).
- [9] www.ekoyapidergisi.org/186-akilli-sehirlere-dunyadan-ornekler.html/ (Ziyaret Tarihi 02.08.2016).
- [10] www.digitalage.com.tr/dunyadan-akilli-sehir-ornekleri/(Ziyaret Tarihi 02.08.2016)
- [11] Roscia, M.; Longo, M.; Lazaroiu, G.C. “Smart City by multi-agent systems.” In: *Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, 2013 International Conference on, Madrid, 20-23 Oct. 2013, pp. 371-376.
- [12] Hurtado, L.A.; Nguyen, P.H.; Kling, W.L. “Agent-based control for building energy management in the smart grid framework.” In: *Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, 2014 IEEE PES, Istanbul, 12-15 Oct. 2014, pp. 1-6.
- [13] Chen-Ching L., (2016), *Smart Grid Handbook* (1. Baskı), Wiley, New Delhi.
- [14] Anonim. (2019). <https://irishtechnews.ie/6-communication-tools-that-every-business-should-have/>(Ziyaret Tarihi: 24,May,2019).
- [15] Anonim. (2019). <https://www.xtendiot.com/smart-health-services-iot-connected-devices/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [16] Anonim. (2019). <http://www.smartsocietyhd.com/about.html>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [17] Anonim. (2019). <https://www.smartcity.press/smart-governance-for-smart-cities/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [18] Anonim. (2019). <https://www.sc-lab.dk/challenges-hackathon-2019-04-11> (Ziyaret Tarihi: 21,May,2019).
- [19] Anonim. (2019). <https://www.ness.com/rise-smart-energy/> (Ziyaret Tarihi: 21,May,2019).
- [20] Anonim.(2019).<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collaboration/smart-infrastructure.html> (Ziyaret Tarihi: 21,May,2019).

- [21] Anonim.(2019).<https://www.fromthegrapevine.com/innovation/smart-buildings-from-around-the-world>(Ziyaret Tarihi: 21,May,2019).
- [22] Anonim.(2019).<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/s/suomi-npp>(Ziyaret Tarihi: 24,May,2019).
- [23] Anonim.(2019).<https://www.cleantech.com/intelligent-traffic-systems-implementation-and-whats-down-the-road/>(Ziyaret Tarihi: 25,May,2019).
- [24] Anonim.(2019).<https://www.elprocus.com/microcontroller-based-project-on-patient-monitoring-system/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [25] Anonim.(2019).<https://www.slideshare.net/informaticaucm/smart-health-improving-health-services-within-smart-cities-dr-agusti-solanas/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [26] Anonim.(2019).<https://www.quora.com/what-is-the-scope-of-a-smart-city-project/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [27] Anonim.(2019).<https://www.dreamstime.com/stock-illustration-smart-car-concept-user-command-remote-control-system-appli-application-vector-image90677073/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [28] Anonim.(2019).<https://medium.com/@globalindnews/north-america-accounted-for-major-share-in-the-global-smart-home-healthcare-market-in-2015-cc9cc1974ac5/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [29] Anonim.(2019).<https://www.openstreetmap.org/#map=15/38.3489/38.3244/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [30] Anonim.(2019).<https://www.facebook.com/basaksehirlivinglab/>(Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [31] Anonim.(2019).<https://www.markaspot.de/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [32] Anonim.(2019).<https://www.fixmystreet.com/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [33] Anonim.(2019).<https://www.skedgo.com/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [34] Anonim.(2019).<http://www.yamanhaber.com/haber/14840/akilli-bisiklet-kiralama-istasyonu-kuruldu.html/> (Ziyaret Tarihi: 24,May,2019).
- [35] Anonim.(2019).<https://www.smartcitiesworld.net/transport/transport/london-electric-taxi-certified-for-passengers/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [36] Anonim.(2019).<http://www.gridcomm-plc.com/streetlightsolution.html/> (Ziyaret Tarihi: 22,May,2019).
- [37] Anonim.(2019).<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ybbim.yesilyurtbelediyesi&hl=tr/> (Ziyaret Tarihi:25,May,2019).
- [38] Anonim.(2019).<https://www.bizjournals.com/baltimore/news/2018/01/24/south-korean-company-receives-15m-citycontract-to.html/> (Ziyaret Tarihi: 25,May,2019).
- [39] Anonim.(2019).<http://www.kadinininsanhaklari.org/savunuculuk/uluslararası-sozlesmeler-ve-mekanizmalar/surdurulebilir-kalkinma-hedefleri/> (Ziyaret Tarihi: 24,May,2019).
- [40] Mommoh J., (2016), *Smart Grid: Fundamentals Of Design And Analysis*, (1. Baskı), Wiley, New Delhi.
- [41] Anonim.(2019).<http://www.akillisehirlerkonferansi.com/konular/> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2019).
- [42] Anonim.(2019).https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ybbim.yesilyurtbelediyesi&hl=en_us (Ziyaret Tarihi: 09,Ağu,2019).

- [43] Anonim.(2019).<https://www.hunkeler-systems.com/systems2016/en/products/press+container+i+compactor.html> (Ziyaret Tarihi: 09,Ağu,2019).
- [44] Anonim.(2019).<https://www.iso.org/standard/62564.html> (Ziyaret Tarihi: 09,Ağu,2019).
- [45] Anonim.(2016).<https://www.continental-automotive.com/en-gl/passenger-cars/interior/comfort-security/intelligent-street-lamp> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [46] Anonim.(2016).<https://www.google.com.tr/maps>(Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [47] Anonim.(2016).<http://www.yegm.gov.tr/mycalculator/pages/44.aspx> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [48] Anonim.(2016).<http://sraint.com/product/solar-led-street-lights/> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [49] Anonim.(2016).<http://www.toptanelektrikmalzemeleri.net/urunler/3x1610-mm-nyy-kablo-236.html> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [50] Anonim.(2016).<https://www.kucukarslanlar.com/urunler/orgulu-bakir-tel> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [51] Anonim.(2016).<https://www.isinaydinlatma.com.tr/dekoratif-aydinlatma-direkleri/dekoratif-sokak-aydinlatma-direkleri-hakkinda-genel-bilgi.html> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [52] Anonim.(2016).<https://www.malatyatime.com/haber/temizlik-kalitesi-artacak-56424.html> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [53] Anonim.(2016).<http://www.yesilyurt.bel.tr/haberler/yesilyurt-belediyesi-yer-alti-ve-yer-ustu-cop-konteynirlarina-arac-takviyesi-yapti> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [54] Anonim.(2016).<http://www.isikkirililigi.org/> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [55] Anonim.(2016).<https://twitter.com/ahmetcakir44/status/923264303754612736?lang=it>(Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [56] Anonim.(2016).https://m.facebook.com/malatyabeltr/?locale2=tr_tr (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [57] Anonim.(2016).<https://www.ibb.istanbul/news/detail/34143> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [58] Anonim.(2016).<http://www.bursahaber.com/yerel/cevreyolunda-yapilan-onarim-suruculeri-cileden-cikardi-h142926.html> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [59] Anonim.(2016).<http://malatyayorum.com/esler-kaciyor-2-katli-mezar-revacta/> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [60] Anonim.(2016).<https://www.busabahmalatya.com/park-sorunu-devam-ediyor/> (Ziyaret Tarihi: 05,Haz,2016).
- [61] Zatsepin I., Svitek M. (2015). *Night Earth Observation for Smart Cities*. Smart Cities Symposium Prague 2015.
- [62] Pla-Castells M., Martinez-Durá J.J., Samper-Zapater J.J. , Cirilo-Gimeno R.V. (2015). *Use of ICT in Smart Cities. A practical case applied to traffic management in the city of Valencia*. Smart Cities Symposium Prague 2015.
- [63] Batista E., Casino F., Solanas A. *Wandering Detection Methods in Smart Cities: Current and New Approaches*.
- [64] Zhao J., Wang Y.(2015). *Toward Domain Knowledge Model for Smart City: the Core Conceptual Model*.
- [65] Anonim.(2018).<https://www.iso.org/standard/62564.html> (Ziyaret Tarihi: 09,Ağu,2018).

- [66] Machá J., Louda J., Dubová L.(2016) *Green and Blue Infrastructure: An Opportunity for Smart Cities?* Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [67] Havlik J., Schlechter J., Krejsa P., Janda L., Kalika M., Member R.H.(2016). *BBCU in Smart Cities Applications*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [68] Rhee S. (2016). *Catalyzing the Internet of Things and Smart Cities: Global City Teams Challenge*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [69] Aliedani A., Loke S.W., Desai A., Desai P.(2015). *Investigating Vehicle-to-Vehicle Communication for Cooperative Car Parking: the CoPark Approach*. Smart Cities Symposium Prague 2015.
- [70] Gao Y., Hou D., Banerjee S. (2018). *Fixture Identification from Aggregated Hot Water Consumption Data*. Smart Cities Symposium Prague 2018.
- [71] Kazhamiakin R., Marconi A., Martinelli A., Pistore M., Valetto G. (2016). *A Gamification Framework for the Long-term Engagement of Smart Citizens*. Smart Cities Symposium Prague 2015.
- [72] Vitali M., Pernici B. (2018). *Interconnecting Processes through IoT in a Health-Care Scenario*. Smart Cities Symposium Prague 2018.
- [73] Caiati V., Bedogni L., Bononi L., Ferrero F., Fiore M., Vesco A. (2018). *Estimating Urban Mobility with Open Data: A Case Study in Bologna*. Smart Cities Symposium Prague 2018.
- [74] Nagy A. M., Simon V.(2018). *Integrated mass surveillance system for large scale events*. Smart Cities Symposium Prague 2018.
- [75] Larios V.M., Gomez L., Mora O.B., Maciel R., Villanueva-Rosales N.(2016) *Living Labs for Smart Cities A use case in Guadalajara City to foster innovation and develop citizen-centered solutions*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [76] Marinic G., Walravens N., Ranaivoson H.(2016). *Complementing Smart City Innovation Platforms with Technical Harmonization*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [77] Ram S., Dong F., Currim F., Wang Y., Ezequiel Dantas E., Sabóia L. A.(2016). *SMARTBIKE: Policy making and decision support for Bike Share systems*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [78] Waedt K., Ciriello A., Parekh M., Bajramovic E.(2016). *Automatic Assets Identification for Smart Cities: Prerequisites for Cybersecurity Risk Assessments*. Smart Cities Symposium Prague 2016.
- [79] Golchin P., Tosato P., Brunelli D.(2016). *Zero-Energy Wake up for Power Line Communications in Smart Cities*. Smart Cities Symposium Prague 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyadı : Mehmet Burak PEKTEKİN
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya - 14.09.1992
Adres : İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
E-Posta : mehmetburakpektekin@gmail.com
Lisans : Kocaeli Üniversitesi (2010-2014)

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler

- **Pektekin M. B.**, Kaygusuz A., Akıllı Bir Şehir Olarak Malatya’da Kullanılabilecek Akıllı Etmenler, International Artificial Intelligence Data Processing Symposium. Malatya, 2016.
- **Pektekin M. B.**, Kaygusuz A., Akıllı Çöp Kutuları ve Tasarruf, III. International Scientific and Vocational Studies Congress-Engineering. Nevşehir, 2019.
- **Pektekin M. B.**, Kaygusuz A., Yapay Zeka, Akıllı Şehirler ve Kalkınma, International Artificial Intelligence Data Processing Symposium. Malatya, 2019.