

IoT HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ VE Wİ-Fİ TABANLI AKILLI YOL/CADDE AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Yrd.Doç.Dr. Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr

Samet ÇETİNER
Pelsan Aydınlatma AŞ, Arge Bölümü
Çerkeşli OSB İMES, Dilovası/KOCAELİ
samet.cetiner@pelsan.com.tr

Ezgi KARAKAYA
Pelsan Aydınlatma AŞ, Arge Bölümü
Çerkeşli OSB İMES, Dilovası/KOCAELİ
ezgi.karakaya@pelsan.com.tr

ÖZET

Yol ve caddelerde kullanılan LED'li Aydınlatma armatürlerinin konvansiyonel(geleneksel) aydınlatma armatürlerine göre birçok üstün yanları vardır. Bunlar yüksek verim, optik karakteristik, renksel geriverim, uzun ömür, kontrol edilebilir olması şeklinde çoğaltılabilir. Bunların yanı sıra Aydınlatma tipinin LED olması ve akıllı sistemler ile bütünleşmiş, kontrol edilebilen elektronik devreler kullanılması en önemli üstünlüklerindendir. Dış mekânlarda aydınlatma armatürlerinin kullanım amaçlarını incelediğimizde genellikle birkaç hedef amacıyla tasarlandığı görülmektedir. Bu hedeflerden en önemlisi ise kullanıcı konforunun ve estetiğinin düşürülmeden güç tüketiminin en aza indirilmesidir. Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte otomasyon sistemleri ile bütünleşik akıllı aydınlatma armatürlerinin kullanımı ön plana çıkmış ve enerji tasarrufu konusunda çalışmalar hızlandırılmıştır. Geleneksel sokak aydınlatma sistemlerine kıyasla, uzaktan kontrol kabiliyeti olan ağa bağlı LED sokak aydınlatma sistemleri, az enerji tüketimi ve işletme maliyeti ve gerçek zamanlı kontrol ve izleme kabiliyeti gibi pek çok avantaj sağlar. Bu özellikleri ile birçok yenilikçi akıllı şehir uygulamasında tercih edilen bu sistemler günümüz Aydınlatma pazarında kendinden söz ettirmeye başlamıştır. Bu makalede IoT teknolojilerinden bahsedilerek RELUX programı ile çizilen bir sokaktaki LED Armatürlerin Wi-Fi ile kontrolü hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler- LED, Otomasyon, IoT, WiFi

1.GİRİŞ

Dünya üzerinde yaşanan sıcaklık değişimleri küresel ısınmayı beraberinde getirmiş, enerji maliyetlerinin artması da kullanılan enerjinin verimli kullanılması gereğini doğurmuştur. Bu noktadan hareketle enerji tasarrufu sağlayan ürünler üzerine çalışmalara başlanmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında aydınlatma ürünleri yeni teknolojiler kullanılarak enerji tasarruflu hale getirilmeye çalışılmıştır. Bunlardan biri de yarı iletken malzemelerden yapılan LED'lerin

kullanıldığı ve IoT haberleşme teknolojisinin kullanımının yaygınlaştığı Aydınlatma Armatürleridir. Akıllı şehirlerin büyük kısmının bel kemiğini yüksek enerji verimliliği sağlayan ağ yapısına bağlantılı sokak aydınlatmalarının oluşturacağı yeni bir çağın kapısı aralanmıştır. Yeni teknoloji ile beraber özellikle yol ve caddelerde kullanılan Akıllı Aydınlatma Sistemlerinin yaygınlaştırılarak enerji tasarruf oranlarının artması hedeflenmektedir.[1] Akıllı Şehirlerde enerji tasarrufunun sağlandığı temel bileşenlerden birisi olan Aydınlatma sistemlerinin kontrolünde en önemli rol haberleşme teknolojilerine aittir. Günümüzde IoT pazarında kullanılan

teknolojileri incelediğimizde temelde hepsi aynı işi yapıyor gibi görünse de aralarında bazı farklılıklar mevcuttur. Fakat hepsinin ortak özelliği düşük enerji ve düşük bant gereksinimlerini karşılamasıdır.[2]

Dünya üzerinde gerçekleşen bu tür projeleri incelediğimizde Sokak ve Caddelerde kullanılan akıllı aydınlatma armatürleri vasıtasıyla ışık akısı ayarı yapılabildiği ve neticesinde önemli bir oranda enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmektedir. Fakat otomasyon sistemleri vasıtasıyla ışık akısının azaltılması sürücünün görsel performansını, sürücü emniyet ve konforunu ne derece etkileyeceği konusunda karşıt görüşler mevcuttur. Bir fikre göre trafik yoğunluğunun azalması ışık akısının azaltılabileceğini savunurken, diğer bir fikre göre trafik yoğunluğunun azalması araç hızlarını ve güvenli duruş mesafelerini artırdığı için ışık akısının artmasını savunmuştur.[3]

2. HABERLEŞME TEKNOLOJİLERİ VE ÇEŞİTLERİ

İletişim Protokolleri, Nesnelerin İnterneti için en önemli konuların başında gelir. İletişim protokolleri cihazların birbirleri ile etkili bir şekilde iletişim kurabilmesini sağlar. Bu haberleşme teknolojilerini saymak gerekirse Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee, Thread, Z-Wave, 6LoWPAN şeklinde özetleyebiliriz. IoT pazarındaki teknolojilerin birbirleri ile etkileşim halinde çalışması şuan için zor görülmektedir. Birlikte çalışabilirlik meselesi sadece bağlantı protokolleri etrafında dönmez, engeller içerisinde en önemlileri de standart veri formatlarının ve ortak yazılımlarının uygun olmamasıdır. Her protokol masaya belirli çözümler getirir. Bu işte birisine en iyi demek neredeyse olanaksızdır.[2]

IoT etkisi 2025 yılına kadar 11.1 trilyon \$ a ulaşabilir durumdadır. Bu rakam ise tüm dünya ekonomisinin yaklaşık %10'u seviyesindedir. Aydınlatma sektöründe kullanılan haberleşme teknolojilerini incelediğimizde her protokolün farklı bir gereksinimi olduğundan uygulamaya göre en iyi teknoloji ne olur sorusunun cevaplamak gerekmektedir. IoT'nin başarılı olması için bu iletişimin büyük bir kısmının kablosuz olması gerekmektedir. Bu nedenle makineden makineye kablosuz bağlantı teknolojisinin genişlemesi gerekmektedir. Bu da geçtiğimiz yıllarda ortaya çıkmıştır. Bir sonraki bölümde bu protokoller ayrıntılı olarak anlatılmıştır;

Z-WAVE Teknolojisi: Z-Wave, son on yılın en popüler ev otomasyon teknolojilerinden biri haline gelmiştir. Bu haberleşme teknolojisi Son Kullanıcılara geniş bir alanda cihaz ve sistemleri uzaktan kumanda edebilmek, aynı zamanda verimli ve güvenilir bir yöntem sağlamak için geliştirilen düşük güçlü bir kablosuz haberleşme teknolojisidir. Üreticiler için Z-Wave, ürünlerini akıllı ve bağlantılı hale getirmek için uygun maliyetli ve kolay uygulanabilir bir çözüm sunar.[2]

900 MHz'de çalıştığı için, Bluetooth ve Zigbee gibi 2,4 GHz'de çalışan Wi-Fi ve diğer kablosuz iletişim teknolojilerinden etkilenmez. Z-Wave, diğer haberleşme teknolojilerine göre daha basit bir teknolojidir. Z-Wave'in menzili genel olarak 30 metre olmakla birlikte, 100 metreye kadar çıkabilmektedir. Maksimum veri aktarım hızı ise sadece 100 kbps'dir. [4]

Gelişmekte olan akıllı ev konseptinde bütün kilit gereksinimlere cevap verebilen bir konut ortamında kontrol ve otomasyon

için en önde gelen uluslararası kablosuz standart haline gelmiştir. Günümüzde piyasada 1.300'den fazla sertifikalı cihaz ve dolaşımında yaklaşık 35 milyon uyumlu ünitesi ile kesinlikle kanıtlanmış bir teknolojidir. [2]

ZİGBEE Teknolojisi: Zigbee, IEEE 802.15.4 protokolünü temel alan, ev otomasyonu ve endüstride geniş bir kullanım alanı olan kısa menzilli ve kablosuz iletişim protokolüdür. Düşük güç gerektiren ve düşük veri hızında seyrek veri alışverişlerinin yapıldığı uygulamalarda tercih edilir. Düşük güç tüketimi, yüksek ölçeklenebilirliği, güvenli ve dayanıklı oluşu; Zigbee'yi M2M ve nesnelerin interneti uygulamaları için uygun hale getirmektedir. Zigbee'nin son olarak yayınlanan sürümü olan Zigbee 3.0, çeşitli Zigbee standartlarının birleşimi ve bu standartların tüm özelliklerini bünyesinden barındıran bir standart olarak ifade edilebilir.[4]

Z-Wave ile birlikte ZigBee günümüzün akıllı evlerinde en yaygın olarak kullanılan kablosuz iletişim teknolojilerinden biridir. Bu standartların her ikisinin de eşit derecede uzun bir geçmişi vardır. Her ikisi de uzaktan izleme ve kontrol için optimize edilmiş düşük güçlü, düşük bant genişliği kablosuz protokolleridir. Her ikisinde de örgü ağ topolojisi kullanılmakta ve benzer uygulamalar hedef alınmakta, ancak Zigbee ticari ve endüstriyel ortamlarda daha başarılı bulunmaktadır.[2]

BLUETOOTH Teknolojisi: Bluetooth, 1994 yılında Ericsson tarafından geliştirilen kısa menzilli ve kablosuz iletişim protokolüdür. Bluetooth 4.0 ile Bluetooth teknolojisine dahil edilen Bluetooth Low Energy (BLE), diğer adıyla Bluetooth Smart, düşük enerji tüketimi nedeniyle

özellikle giyilebilir cihazlarda Bluetooth teknolojisinin kullanılmasını sağlamıştır. Ayrıca Bluetooth teknolojisi, ilerleyen yıllarda gerçek zamanlı pazarlamada çığır açması beklenen beacon teknolojisinde de kullanılmaktadır. Çıktığı günden bu yana gelişimini sürdüren Bluetooth teknolojisinin son olarak geçtiğimiz haziran ayında 5.0 sürümü yayınlanmıştır.

Bluetooth 5 adıyla tanıtılan Bluetooth'un 5.0 sürümüyle birlikte gelen yeni özellikler, tamamen nesnelerin internetin yönelik olarak geliştirilmiştir. Bluetooth'un menzili genel olarak 10 metre olmakla birlikte, 100 metreye kadar çıkabilmektedir. Sağladığı veri hızı ise 1 mbps'dir.[2]

6LoWPAN Teknolojisi: 6LoWPAN fiziksel ve ortam erişim katmanlarında IEEE 802.15.4 standardı üzerine tanımlanmış bir adaptasyon katmanıdır. Algılayıcı ağlarında yeni nesil IPv6 kullanabilmek için gerekli adaptasyon bu katman aracılığıyla yapılır.[5] IP tabanlı bir iletişim protokolü olan 6LoWPAN, IPv6 ve Low Power Wireless Personal Area Network'ün (Düşük Güçlü, Kablosuz, Kişisel Alan Ağı) birleşiminden oluşan bir isimdir. 6LoWPAN'e ait en önemli detay ise IPv6'yı (Internet Protocol version 6) bünyesinde barındırmasıdır.

IPv6, 32 bitlik IPv4'ün adresleme konusunda yetersiz kalması sonucu geliştirilmiş 128 bitlik bir internet protokolüdür. IPv6, nesnelerin internetiyle birlikte internete bağlı cihaz sayısının hızla artacak olması da hesaba katılarak geliştirilmiştir. Böylece dünyada bulunan her nesne kendine özel bir IP adresine sahip olabilecek ve internete bağlanabilecektir.[2]

6LoWPAN İletişim Protokolünün Avantajları;

- Kod ve belleğin minimum şekilde kullanımı
- Doğrudan uçtan uca (end-to-end) internet entegrasyonu
- Çoklu topoloji seçenekleri
- Uzun batarya ömrü (1000 güne kadar)
- Yüksek veri kapasitesi
- Orta mesafe kapsama alanı (75m)
- Düşük güç ve maliyet gereksinimi sağlar. [5]

THREAD Teknolojisi: Thread, son kullanıcıların aygıtlarını Internet'e kolayca köprü kurmalarına ve böylece çeşitli bulut hizmetlerine erişmelerine olanak tanıyan kendini iyileştiren, güvenli, IP tabanlı bir ağ çözümü sunar. 802.15.4 fiziksel altyapısına dayanan Thread, ZigBee standardını incelerken bahsedilen tüm güçlü ve zayıf yönleri bünyesinde barındırır. Güvenilir radyo performansı, makul aralık ve düşük güç uygulamaları için destek içerir. Zayıf yönlere gelince, 802.15.4, maksimum veri hızı 250 kbit / s olan tek kanallı bir çözümdür.[2]

Thread'in bir IP tabanlı standart olması çok da yardımcı olmaz. IP bağlantısı, yalnızca, sürecin her iki tarafında bir insan olduğu zaman kesintisiz iletişim kurmasını, özel ihtiyaçlar için doğru araçları seçmesini sağlar. Cihazlar bunu yapamaz ve bu iletişimin nasıl yürütüleceği konusunda çok özel talimatlar verilmedikçe birbirleriyle konuşamazlar ki bu da uygulama katmanının ihtiyaç duyduğu şeydir.[2]

Wi-Fi Teknolojisi: Wi-Fi gerçek bir bağlantı klasiği ve tartışmasız dünyanın en tanınmış kablosuz ağ teknolojisidir.

Araştırmalara göre Wi-Fi milyonlarca kullanıcı için tüm internet trafiğinin yaklaşık yarısını kapsamaktadır. En sık bilgisayar, telefon ve tabletleri internete bağlamak için kullanılıyor ve güvenilir internet sağlamaktadır. Veri alışverişi için teorik olarak herhangi iki cihazı birbirine bağlayabilmektedir.

Wi-Fi teknolojisi kablosuz ağ standartları ailesine IEEE 802.11x olarak bağlıdır. Genel olarak OSI modelinin ilk iki katmanını tanımlar. Bunlar fiziksel ve veri bağlantısı katmanlarıdır. Wi-Fi güçlü ve güvenilir bir kablosuz bağlantı çözümü olarak ortaya çıktı. Bu iletişim standardı çok sayıda özellik ortaya sunarak IEEE tarafından sürekli geliştirilmiştir.[2]

3.REFERANS YOL MODELİ VE Wİ-Fİ TABANLI AKILLI AYDINLATMA SİSTEMİ

İnternetin hayatımıza girmesinden kısa bir süre sonra hayatımızın vazgeçilmezi haline gelen Wi-Fi, yüksek miktarda ve hızlı veri transferi yapılmasını gerektiren durumlar için oldukça kullanışlıdır. Wi-Fi yüksek miktarda veri transferinin yapıldığı nesnelerin interneti uygulamaları için son derece uygundur, ancak buna karşın yüksek güç tüketimi gerektirir. Genel olarak Wi-Fi teknolojisinin menzili 100 metredir, ama özel antenler kullanılarak 30 kilometreye kadar bir Wi-Fi bağlantısı sağlanabilir. [4]

Bir Wi-Fi ağının yıldız bir topolojisi vardır. Bu tüm düğümlerinin doğrudan bağlandığı anlamına gelir. Bu düzenleme ile cihazlar ağın tüm yapısını ve akışını bozmadan eklenebilir ve ağdan çıkarılabilir. Makul mesafelerde yüksek boyutta veri hacimlerinin hızlı değişimi için tasarlanmıştır. Daha geniş alanlar için daha

fazla erişim noktası ve sinyal yayıcı kullanılabilir.[2]

Merkezi bir ağa güvenmek bir dezavantaj yaratmaktadır. Bir döngü başarısız olduğunda ağın diğer düğümleri birbirleri ile iletişim kuramamaktadır. Tabi ki bu her zaman olabilecek bir durum değildir fakat bu durumları da göz önünde bulundurarak her bir cihazın aynı zamanda bir sonra ki düğüme de haber vermesi sağlanmalıdır.[2]

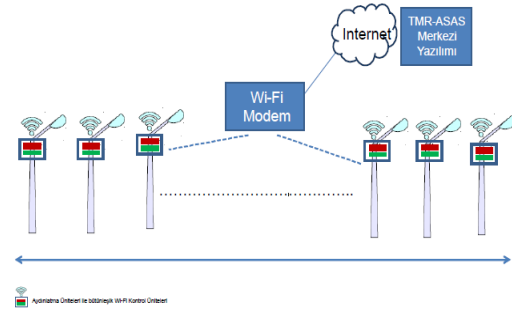
Neredeyse her potansiyel müşterinin bir Wi-Fi özellikli telefona sahip olduğu düşünüldüğünde son kullanıcıların nihai denetçilere dönüşebileceği ve bu sayede sistem yöneticilerinin mevcut sisteme erişiminin kolaylaştırıldığı görülmektedir.

4. Wi-Fi TABANLI OTOMASYON SİSTEMİ

Aydınlatma sistemleri tasarlanırken gelecekteki akıllı şehri oluşturacak altyapıyı kurmak önemlidir. Günümüzde yeni kurulacak yapılarda enerji verimli sistemler oluşturmak ve mevcut yapılarda ise enerji tasarrufunu arttırıcı tedbirler almak herkesin yoğun çaba sarf ettiği bir alandır. Yol aydınlatma sistemlerinde uzaktan veya otomatik loşlaştırma sistemleri (dim etme) uygulanmaya başlanmaktadır.[6] Akıllı Aydınlatma uygulaması ile yerel yönetimlerin enerji maliyetleri önemli miktarda azaltılmaktadır. Sonuçta, Akıllı Aydınlatmalar sisteme sundukları avantajlar ve tasarrufla aydınlatmanın ötesinde işlevleri ile de “Akıllı Şehirler” kavramının içinde olmak durumundadır.

Bu modelde RELUX programında oluşturulan bir aydınlatma bölgesi ve bu bölgedeki göbekte mevcut bir WİFİ sağlayıcı modem bulunmaktadır. Sistem genel yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir. Bulut sistemi vasıtasıyla Wi-Fi sağlayıcı

modem armatürlerin içinde bulunan bütünleşik Wi-Fi kontrol üniteleri ile haberleşerek ağın devamlılığını sağlamaktadır. Böylece her bir armatür kullanıcıdan gelen komutlar dahilinde çalıştırılabilmektedir.



Şekil 1. Akıllı Aydınlatma Sistemi Genel Çalışma Yapısı

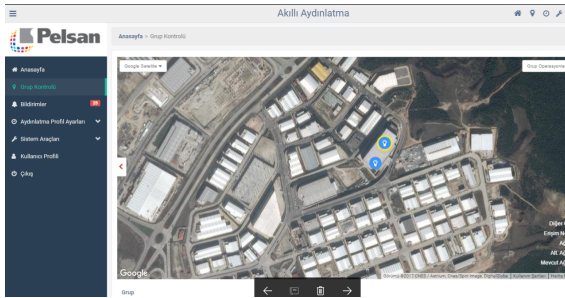
Bu sistemin özelliklerinden bahsedilecek olursa, sistem merkezden bir yönetim ile çalışabilmektedir. Armatürlerin kontrol üniteleri ile haberleşerek Açma-Kapama işlemi, Dimleme işlemi, Arıza algılama işlemi, Arıza Bildirimi işlemi yapılabilmektedir. Ayrıca bu sistemde aşağıdaki uygulamalarda gerçekleştirilmektedir.

- Aydınlatma sisteminde kullanılan tüm ekipmanları bir harita üzerinden görüntüler ve her armatür grubunu interaktif olarak ya da önceden oluşturulan çalışma profilini bağlı olarak kontrol edebilir.
- Hangi sokakta hangi armatürün bulunduğu görüntülenir ve çalışma ve arıza durumları görüntülenebilir.
- Kullanıcı yetkilendirme özellikleri sayesinde ilgili bakım işletme birimlerinin yetki ve sorumluluk

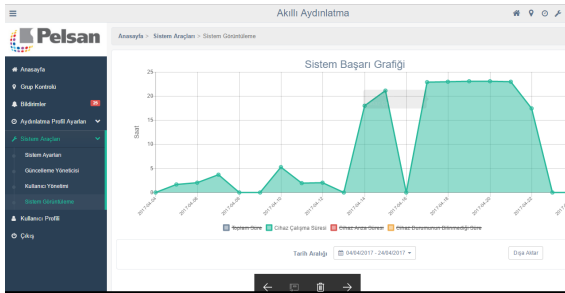
alanlarında sisteme işletme ve destek vermesini sağlar.

- Sistemde bulunan gerçek saat vasıtası ile içinde bulunan politikalar ile iletişim kesik olduğu durumda bile çalışmayı sürdürür.
- Dağıtık bir yapılıması mevcuttur. Modem ile haberleşen bir armatür kendi ağındaki tüm armatürlere sinyali iletebilir durumdadır. İçerisinde ki politikalar sayesinde bir direkte sıkıntı olması durumunda bir sonraki direk ile iletişime geçilerek ağı devamlılığı sağlanmaktadır.

Şekil 2’de gözlendiği gibi sistem web tabanlı olduğundan harita üzerinden tüm armatürlerin çalışma durumu gözlemlenebilir ve müdahale etme imkanı sağlar. Yine Şekil 3’de Cihazların çalışma süreleri ve arızalı cihazların arıza süreleri de grafiksel olarak görülebilir.



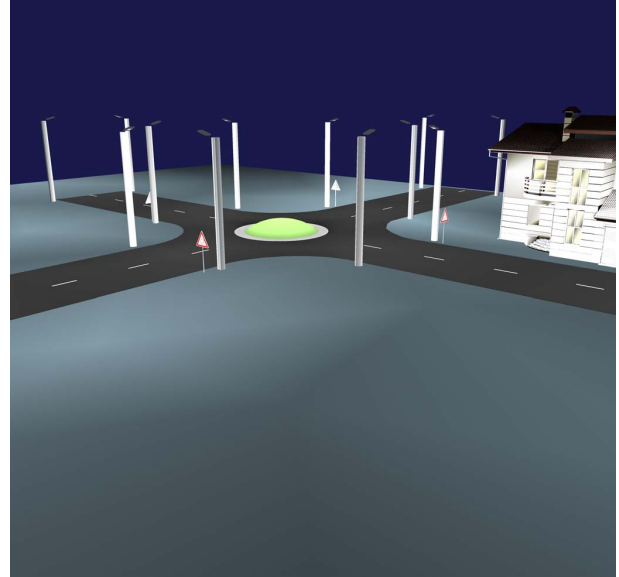
Şekil 2 Harita üzerinden Armatür kontrolü



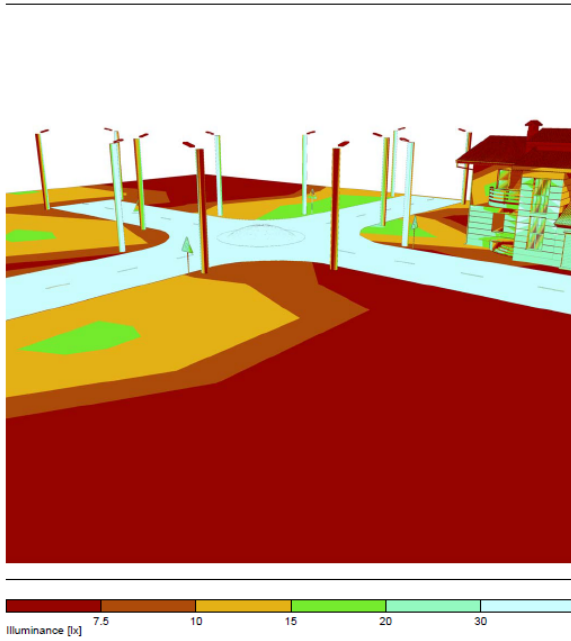
Şekil 3 Armatür çalışma Süre Analizi

5. RELUX PROGRAMI İLE REFERANS SİSTEM MODELİ TASARIMI

Relux programında çizilen Aydınlatma Bölgesinde toplamda 16 adet 94W LED’li Sokak Armatürü kullanılmıştır. 4 adet Yoldan oluşan ve bir göbekten oluşan tasarımda gece yarısından itibaren loşlaştırma işlemi yapılarak her bir armatürün gücü 45W seviyesine düşürülmüştür. Yerel uygulamalarda Yol/Cadde Aydınlatması dim seviyesi talepleri baz alınarak, armatürlerin gece yarısından itibaren %50 dim oranı ile kullanımı yaygın olarak tercih edildiğinden sistem modellemesi yapılırken %48’lik bir loşlaştırma oranı sağlanmıştır.

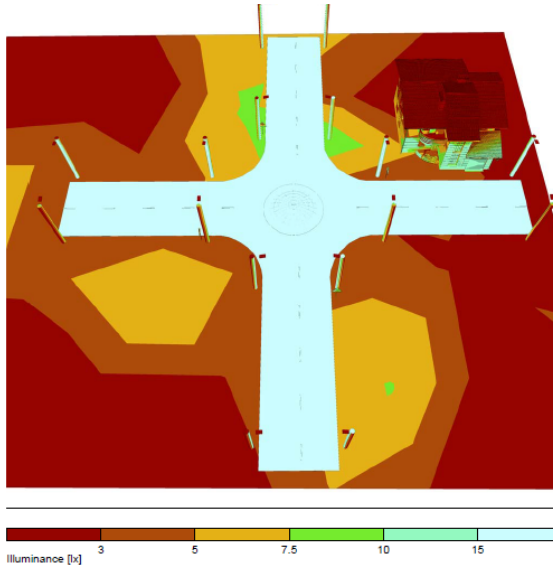


Şekil 4 %100 Çalışma Durumu Tasarım



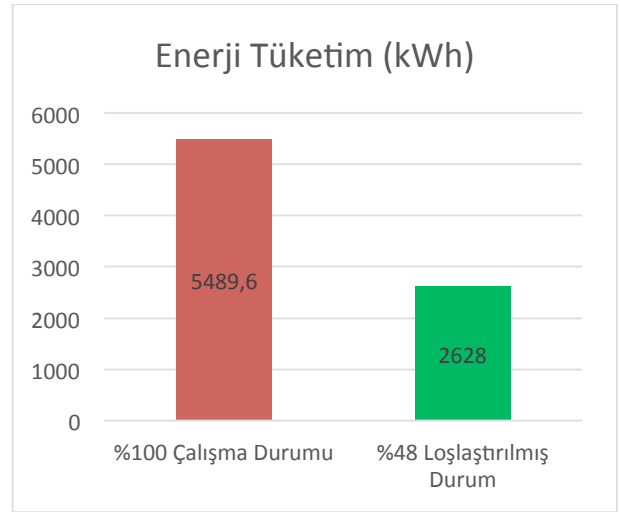
Şekil 5 %100 Çalışma Durumu Renk Dağılımı

Şekil 6 %48 Loşlaştırılmış Çalışma Durumu Tasarım



Şekil 7 %48 Loşlaştırılmış Çalışma Durumu Renk Dağılımı

Aşağıdaki şekillerde de görüleceği üzere tasarımda Yol-1, Yol-2, Yol-3, Yol-4 ve Yuvarlak Alanlar mevcuttur. Tasarımda toplanda 16 adet armatür kullanılmıştır. Toplam güç tüketimi hesaplandığında 1504W olmaktadır. Hesaplamalar incelendiğinde yaklaşık armatürlerin günde yaklaşık 10sa çalışacağı varsayımı ile günde 15,040kWh'lik bir enerji tüketimi olmaktadır. Yıllık hesaplandığında ise 5489,6 kWh'lik bir enerji tüketilmektedir. Güç tasarrufu amacıyla loşlaştırma işlemi gerçekleştirildiğinde ise toplam güç tüketimi 720W olmaktadır. Günlük tüketim ise 7,2kWh olmaktadır. Yıllık tüketim incelendiğinde 2628kWh olarak hesaplanacaktır.



Tablo-1 Enerji Tüketim Miktarları

6.SONUÇ

Son yıllarda tüm dünyanın gündeminde olan Akıllı şehirler konusunda yapılan çalışmaların oranı gerek ülkemizde gerekse dünyada artış göstermektedir. Akıllı şehirleşmede ana konulardan biriside Aydınlatma sistemleridir. Kablosuz ve

Kablolu Akıllı Aydınlatma armatürlerinde yapılan Işık Seviyesi kontrolleri neticesinde sağlanan enerji tasarrufu ise çalışmamızın ana konularındandır. Bu çalışmanın temel amacı yaygınlaşan Enerji verimliliği politikaları neticesinde gerek kamu da gerekse özel işletmelerde yapılan enerji tasarrufu ve akıllı şehir çalışmalarına katkı sağlamaktır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte aydınlatma sistemlerinin kontrolü enerji tasarrufu açısından vazgeçilmez olmuştur. Dış mekânlarda aydınlatma armatürlerinin kullanım amaçlarını incelediğimizde bu hedeflerin göze çarpanı ise kullanıcı konforunun ve estetiğinin düşürülmeden güç tüketiminin en aza indirilmesidir. Artık kullanıcılar, kamu kuruluşları ve tüm ülkeler enerji tasarrufu yapabilmek adına günün belirli saatlerinde armatürlerin çeşitli otomasyon sistemleri kullanılarak ışık seviyesinin düşürülmesini talep etmektedirler. Bu makalede de enerji tasarrufu sağlayan haberleşme teknolojileri ve Wi-Fi tabanlı yapılmış örnek bir modellemenin yapısını incelemektir.

KAYNAKLAR

[1] Akıllı şehirlerin ihtiyacı “Akıllı Aydınlatmalar”, <http://www.ledportali.com/> (Ekim 2016/s.1)

[2] SZYMON RZADKOSZ, ‘A TALE OF FİVE PROTOCOLS’ (Kasım 2015/s.2,3,4)

[3] ONAYGIL, GÜLER, Önder, M. Berker. "YOL AYDINLATMASI TESİSATLARINDA OTOMASYON STRATEJİLERİ." (2015/s.2)

[4] <https://blog.iven.io> (Nisan 2017/s.2,3,4)

[5] B.Demir, G.Ayrancıoğlu, C.Gezer, N.Gözüaçık “6LoWPAN Kullanan Bir Algılayıcı Ağ Sistemi” (2017/s.3,4)

[6] İstanbul İçin Sürdürülebilir Şehir Aydınlatma Politikası/Dr. Muhammet Garip/Dr. Beyhan Kılıç (Ocak 2017/s.6)

[7] TMR Led-O Aydınlatma Otomasyon, www.tamara.com.tr (Ocak 2017/s.5)